

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



**ҚазҰТУ ХАБАРШЫСЫ** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ **ВЕСТНИК КазНТУ**

**VESTNIK KazNTU** \_\_\_\_\_

**№6 (106)**

**Главный редактор**  
**Ж.М. Адилов –**  
**академик, доктор экономических наук, профессор**

**Зам. главного редактора**  
**Е.И. Кульдеев –**  
**проректор по науке и инновационной деятельности**

**Отв. секретарь**  
**Н.Ф. Федосенко**

**Редакционная коллегия:**

С.Б. Абдыгаппарова, Б.С. Ахметов, Г.Т. Балакаева, К.К. Бегалинова, В.И. Волчихин (Россия), Д. Харнич (США), К. Дребенштед (Германия), И.Н. Дюсембаев, Г.Ж. Жолтаев, С.Е. Кудайбергенов, С.Е. Кумеков, В.А. Луганов, С.С. Набойченко – член-корр. РАН, И.Г. Милев (Германия), С. Пежовник (Словения), Б.Р. Ракишев – акад. НАН РК, М.Б. Панфилов (Франция), Н.Т. Сайлаубеков, Н.С. Сеитов – член-корр. НАН РК, А.Т. Турдалиев, Г.Т. Турсунова.

**Учредитель:**

Казахский национальный технический университет  
имени К.И. Сатпаева

**Регистрация:**

Министерство культуры, информации и общественного согласия  
Республики Казахстан № 951 – Ж “25” 11. 1999 г.

**Основан в августе 1994 г. Выходит 6 раз в год**

**Адрес редакции:**

г. Алматы, ул. Сатпаева, 22,  
каб. 904, тел. 292-63-46  
n. fedossenko @ ntu. kz

УДК 502.16(075)

Р.А. Казова, У.Ш. Мусина, Л.С. Курбанова, А.А. Кадирбекова,  
Г.З. Бижанова, Г.С. Жаксыбаева

(Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева,  
Алматы, Республика Казахстан, [kazra@mail.ru](mailto:kazra@mail.ru))

### ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЯ

**Аннотация.** Рассмотрены данные по очистке сточных вод промышленного предприятия (нефтедобыча). Дана характеристика сточных вод по качественному и количественному составу загрязняющих веществ, приведены результаты очистки сточных вод с оценкой степени извлечения поллютантов. В процессе экономического анализа новой технологии рассмотрены две категории затрат природоохранного назначения – капитальные и текущие. По предлагаемой технологии достигаются высокая степень очистки сточных вод (до 97 %) и значительный эколого-экономический эффект.

**Ключевые слова:** сточные воды, очистка, экология, затраты, плато, загрязняющие вещества.

Экономическая оценка загрязнения водного ландшафта на территории, прилегающей к месторождению проведена по формуле:

$$U_B = \gamma x \sigma_k x M, \quad (1)$$

где  $M$  - показатель, который рассчитывается по формуле:

$$M = \sum_{I=1}^N A_i^I x m_i^I$$

где  $A_i^I$  - показатель относительной опасности сброса;

$m_i^I$  - масса  $i$  - того выброса

Значение  $A_i^I$  определяется по формуле:

$$A_i^I = \frac{1}{ПДК}, \quad (2)$$

где: ПДК – предельно-допустимая концентрация  $I$  – того вещества в воде объектов, используемых для рыбохозяйственных целей, г/м<sup>3</sup>;

$A_i$  – для взвешенных частиц 0,33;

$A_i$  – для нефтепродуктов 20 и т.д.

Для оценки экологичности рассчитали критерий экологичности по формуле:

$$K_{Эк} = \sum m_i^{ж} \times \frac{C_i^{ж}}{ПДК_i^{ж}} + \sum m_i^Г \times \frac{C_i^Г}{ПДК_i^Г} + \sum m_i^Т \times \frac{C_i^Т}{ПДК_i^Т}, \quad (3)$$

где  $m_i^{ж}$ ,  $m_i^Г$ ,  $m_i^Т$  – количество  $i$  – того компонента жидких, газообразных и твердых отходов соответственно, т/т продукта;

$C_i^{ж}$ ,  $C_i^Г$ ,  $C_i^Т$  - концентрация  $i$  – того компонента в жидких, твердых (мг/дм<sup>3</sup>) и газообразных (мг/м<sup>3</sup>) отходах;

$ПДК_i^{ж}$  – предельно-допустимая концентрация  $i$  – того компонента в воде рыбохозяйственных водоемов, мг/дм<sup>3</sup>;

$ПДК_i^Г$  – предельно-допустимая концентрация  $i$  – того компонента в воздухе, мг/дм<sup>3</sup>

Ниже приведены расчеты и эколого-экономическая оценка очистки сточных вод предприятия, определена технологичность технологии.

В целом на предприятии образующийся объем сточных вод составляет 2 млн м<sup>3</sup>/год. Для определения экономической целесообразности сточных вод в целом по предприятию рассмотрим два варианта очистки сточных вод. В таблице 1 дана общая характеристика сточных вод

Таблица 1. Содержание загрязняющих веществ до очистки сточных вод

№пп	Загрязняющие вещества	Концентрация, мг/м <sup>3</sup>	ПДК, мг/дм <sup>3</sup>
1	Взвешенные вещества	37,0	10,0
2	Цианиды	0,8	0,05
3	Фенол	0,14	0,001
4	Нефтепродукты	3,0	0,05
5	Сульфаты	3000	100
6	Хлориды	500	300
7	Железо	1,9	0,5

По данным предприятия эксплуатационные расходы по очистке сточных вод составили 139,4 тенге/тыс м<sup>3</sup>, годовой объем сточных вод 2 млн м<sup>3</sup>, капитальные затраты на ввод очистных сооружений составили (К) 1380,8 млн. тг/год.

Региональный норматив платы за 1 условную тонну сброса загрязняющих веществ в водоем Р=2340 тенге/усл. т. Сброс сточных вод в водоем организован:

1. Определяем предотвращенный ущерб окружающей среде по формуле:

$$\Delta Y = P \times K_1 \times K_2 \times M_{\text{пред}}, \text{ млн. тенге/год}, \quad (4)$$

где:  $P$  – региональный норматив платы за сброс загрязняющих веществ со сточными водами в водоем, тенге/усл. т.

$K_1$  – коэффициент, определяемый по формуле:

$$\alpha = \frac{M_0}{M_n},$$

где  $M_0$  – приведенная масса загрязняющих веществ до очистки, усл. т./год;

$M_n$  – после очистки, усл.т/год;

$\alpha$  – коэффициент превышения  $M_0$  над  $M_n$

$$M_0 = \sum_{i=1}^n m_0 \times K_1, \quad M_n = \sum_{i=1}^n m_i \times K_1, \quad (5)$$

где  $m_0, m_i$  – массы загрязняющих веществ до и после очистки, т/год (натуральные тонны)

$K_i$  = коэффициент приведения, учитывающий относительную опасность  $i$ -того загрязняющего вещества, мг/м<sup>3</sup>

По коэффициенту превышения  $\alpha$  по таблице 2 определяем коэффициент кратности  $K_1$

Таблица 2 - Коэффициент кратности

Коэффициент превышения нормативов сбросов (выбросов, размещения отходов) загрязняющих веществ, $\alpha$	Коэффициент кратности взимания платежей $K_1$
До 1	1
До 1,5	2
До 2,0	3
До 2,5	4
До 3,0	5
До 3,5	6
До 4,0	7
До 4,5	8
До 5,0	9
Свыше 5,0	10



$K_2 = 1$  для организованных источников загрязнения;

$K_2 = 2$  для неорганизованных источников загрязнения

Предотвращенный ущерб можно также определить как разность между  $M_0$  и  $M_n$ .

$K_1 = 10$

В таблице 3 показана концентрация загрязняющих веществ после очистки сточных вод.

Таблица 3. Концентрация загрязняющих веществ после очистки стоков

№ пп	Загрязняющие вещества	Концентрация до очистки, г/дм <sup>3</sup>	Концентрация после очистки, г/дм <sup>3</sup>	Степень очистки, %
1	Взвешенные вещества	37,0	2,6	93
2	Цианиды	0,8	0,06	93
3	Фенол	0,14	0,007	95
4	нефтепродукты	3,0	0,08	97
5	Сульфаты	3000	400	86
6	Хлориды	500	300	40
7	Железо	1,9	0,5	74

Примечание: в скобках концентрация загрязняющих веществ до очистки сточных вод.

$$M_0 = (37 \times 2 \times 1:10) + (0,8 \times 2 \times 1:0,05) + (3 \times 2 \times 1:0,05) + (3000 \times 2 \times 2 \times 1:100) + (500 \times 2 \times 1:300) + (7,9 \times 2 \times 1:0,5) = 264,3 \text{ условн. т./год}$$

$$M_n = (2,6 \times 2 \times 1:10) + (0,06 \times 2 \times 1:0,05) + (0,08 \times 2 \times 1:0,05) + (400 \times 2 \times 2 \times 1:100) + (300 \times 2 \times 1:300) + (0,5 \times 2 \times 1:0,5) = 19,0 \text{ условн. т./год}$$

$$M_{\text{пред}} = 264,3 - 19 = 245,3 \text{ условн. т./год}$$

$$\alpha = 264,3 : 19 = 14, \text{ т.е. } K_1 = 10$$

Предотвращенный ущерб:

$$\Delta Y = 2340 \times 10 \times 1 \times 245,3 = 5,740 \text{ млн. тенге / год}$$

Сопоставимый анализ платы за сброс до и после очистки сточных вод показан на рисунке 1. снижение платы достигается за самый загрязняющий компонент – нефтепродукты до 38 раз.

Для выявления экономической эффективности сточных вод рассчитываем плату за сброс до и после очистки (Рисунок 1).

Плата за сброс до очистки сточных составит:

$$Y_2 = 2340 \times 10 \times 1 \times 264,3 = 6184620 \text{ тенге/год}$$

Плата за сброс после очистки сточных вод составит:

$$Y_2 = 2340 \times 10 \times 1 \times 19 = 444600 \text{ тенге/год}$$

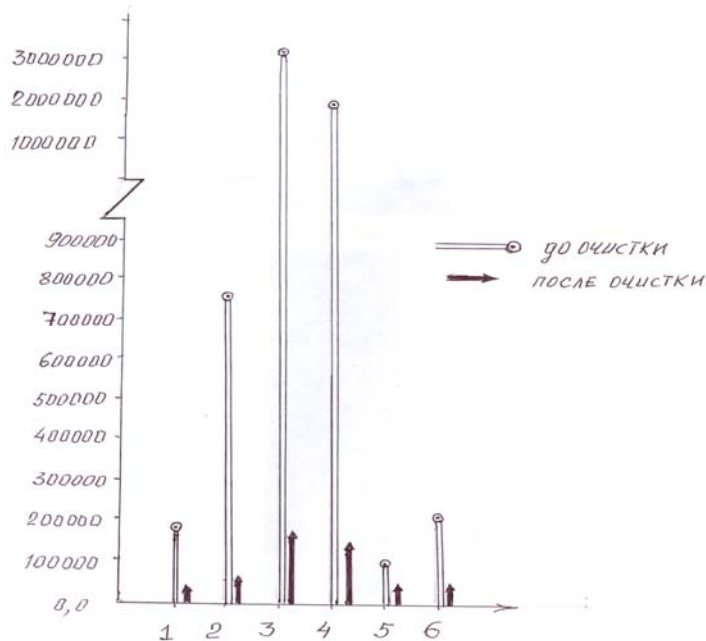
Экономическая эффективность очистки сточных вод составит:

$$\Theta = Y_1 - Y_2 = 6184620 - 444600 = 5740020 \text{ тенге / год.}$$

Выполнены расчеты критерия экологичности (1) и после (2) принятия природоохранных мер (таблица 4). Кроме того, приведена прогнозная экологичность в условиях, когда выбросы попутного газа и образование твердых отходов будет сведено к нулю (3).

Таблица 4. Расчеты критерия экологичности

Нефтедобыча	Кэж	Параметр А (жидкие отходы)	Параметр В (газообразные отходы)	Параметр С (твердые отходы)
1	$0,7 \times 10^3$	$0,19 \times 10^3$	2,2	$0,6 \times 10^3$
2	0,64	0,54	0,3	0,9
3	0,04	0,11	0	0



1 – взвешенные вещества; 2 – цианиды; 3 – нефтепродукты; 4 – сульфаты  $Me_n(SO_4)_m$ ; 5 – хлориды  $Me_n(Cl)_m$ ; 6 – железо.

Рис. 1. Плата за сброс до и после очистки

В идеальной безотходной технологии критерий Кэ должен быть равен нулю. По данным таблицы видно, что после осуществления природоохранных мер параметры А, В, С заметно снизились и экологичность технологии добычи нефти и газа заметно возросла. Критерий Кэ имеет четкую экологическую значимость, так как его величина зависит от количества и токсичности отходов, определяющих воздействие технологического процесса на окружающую среду, и он может использоваться для сравнительного эколого-аналитического сопоставления традиционных технологических процессов получения промышленного продукта с перспективными безотходными и малоотходными технологиями, или в рамках принятой технологии до и после осуществления природоохранных технологических решений.

Третья технология, в которой Кэ приблизился к нулевому значению соответствует прогнозной ситуации, когда выбросы и количество твердых отходов будут сведены к нулю. Тогда технологичность нефтедобычи возрастет в тысячу раз.

Кроме того, расчет эколого-экономической оценки очистки сточных вод проводили исходя из данных месторождения по объемам сточных вод и расходу реагентов.

В практике экономического анализа различают две категории затрат природоохранного назначения – капитальные и текущие. Капитальные затраты – это средства, заложенные в основных фондах экологического назначения. Они могут достигать 20% стоимости основного технологического оборудования.

К текущим затратам относятся расходы на содержание и обслуживание основных фондов природоохранного назначения, в том числе затраты на оплату труда обслуживающего персонала, текущий и капитальный ремонт, амортизационные отчисления, энергетические расходы, а также расходы сторонних услуг, связанных с охраной окружающей среды (экологический аудит, экспертное заключение и др.) Удельный вес природоохранных текущих затрат в общих затратах на производство товарной продукции находится в пределах 0,2-3%.

Исходные данные для расчета (одного участка):

Объем сточных вод – 250000 м<sup>3</sup>/г.

Расход реагентов:

- известь 20 т/г.;

- модификатор 10 т/г.

В статье расхода капитальных затрат входят стоимость строительства цехов, сантехнических работ, монтажные работы и другие (таблица 5)

Таблица 5. Стоимость строительства очистных сооружений

№п п	Наименование сооружений, м <sup>3</sup>	Габаритный объем, м <sup>3</sup>	Стоимость единицы объема, тыс.тг.	Общая сметная стоимость, тыс тг
1	Здания очистных сооружений	150	2,0	650
2	Цех приготовления реагентов	100	1,0	100
3	Плановые накопления 2.5% от п.1+2	-	-	18,75
4	Накладные расходы 18% от п.1+2	-	-	117
5	Стоимость сантехнических работ,10% от п	-	-	65
6	Монтаж освещения 180 у.е. за 1 кВт	Общая сощность источников освещения 5кВт		90,25
	Итого			1041,0

В таблице 6 показан расчет затрат на оборудование очистных сооружений.

Таблица 6. Стоимость основного и вспомогательного оборудования

№п п	Наименование оборудования	Кол-во единиц, шт	Цена за единицу, тыс.тг	Сумма, тыс.тг	Амортизационные отчисления	
					%	тыс.тг
1	Нейтрализатор	1	300	300	15	45
2	Отстойник 4х секц	1	150	150	15	22,5
3	Реактор	1	70	70	15	10,5
4	Отстойник вертикальный	1	200	200	15	30,0
5	Фильтр-пресс	1	100	100	15	15,0
6	Расходный и напорный баки	3	20	60	15	9,0
7	Насос центробежный	3	50	150	8	12
8	Насос шламовый	2	52	107	8	8,32
9	Бак для воды	1	30	30	15	0,45
10	Трубопроводы	15% от стоимости зданий		112,5	15	16,0
	Итого			1276,5	15	191,475
11	Неучтенное оборудование 5% отпредыдущей строки			63,825		
	ВСЕГО			1340,325		191,475
12	Транспортные и складские расходы 6% от стоимости оборудования			80,42		
13	Монтаж оборудования 10% от стоимости оборудования			134,0		
14	Средства автоматизации 15% от стоимости оборудования			201,0		
15	Общие капитальные вложения на оборудование			1755,7		

Удельные капитальные затраты на очистку сточных вод составляют:

$$K_{уд} = (1041,0 + 1755,7) : 250 = 11,2 \text{ тг/м}^3$$

Расчет затрат на охрану труда проводится от расходов на заработную плату; расходы составляют 5% от суммарного годового фонда заработной платы:

$$C_{от} = 1104,5 \times 0,05 = 55,2 \text{ тыс тг/год}$$

где Сот – затраты на охрану труда;  
1104,5 – годовой фонд зарплаты.

Затраты на испытания технологии составляют 1% от годового фонда заработной платы т.е.:  
 $C_{ис} = 1104,5 \times 0,01 = 11,045 \text{ тыс. тг/год}$

Затраты на эксплуатацию оборудования (Сэо) составляют 0,5% от стоимости оборудования  
 $C_{эо} = 1041,0 \times 0,005 = 5,2 \text{ тыс. тг/год}$

Полученные результаты по всем видам текущих затрат сводятся в таблицу 7.

Таблица 7. **Расчет текущих затрат на очистку сточных вод завода**

Наимен. профессии	Кол-во смен	Число рабочих		Дневн. тариф-ставка, тыс/тенге	Премии		Итого осн. и дополнит	Отчисл. на соц. страхов	Общий год-ой фонд, тыс. тг
		яв	сп		%	сумма			
Аппаратчик	4	4	5	10	20	2,0	12	3,6	936
Дежурный сантехник	1	1	1	9	20	1,8	10,8	3,24	168,5
ВСЕГО									1104,5

Таблица 8. **Затраты на вспомогательные материалы и реагенты**

Реагент	Норма расхода, кг/м <sup>3</sup>	Расход материала, т/год	Цена единицы материалы, тыс. тг	Затраты на материалы, тыс.тг /год
Известь	0,6	20	5	100
Модификатор	0,09	10	15,0	150
Всего				250

Выполнен расчет амортизационных отчислений на сооружения и оборудование для цеха (таблица 9)

Таблица 9. **Затраты на амортизацию**

№ пп	Наименование основных фондов	Общая сметная стоимость, тыс тг	Нормы амортизации, %	Годовая сумма амортизац. отчислен, тыс. тг
1	Здания и сооружения	1041,0	7	72,9
2	Технологическое оборудование	1340,325	8 и 15	184,9
	Всего			257,8

Исходя из данных по стоимости зданий амортизационным отчислениям рассчитали ремонтные затраты (таблица 10)

Таблица 10. **Затраты на ремонт основных фондов**

№ пп	Наименование основных фондов	Нормативы	Годовая сумма отчислений, тыс. тг
1	Капитальный ремонт зданий и сооружений	30 % от амортизац отчислений	22,0
2	Текущий ремонт	3,5 % от стоимости зданий	26,3
3	Текущий ремонт оборудования	5 % от затрат на оборудование	87,8
	Всего		136,1

Таблица 11. Себестоимость очистки сточных вод

№ пп	Наименование затрат	тыс. тг
1	Заработная плата с отчисл на соцстах	1104,5
2	Материалы	250,0
3	Амортизационные отчисления	257,8
4	Капитальный ремонт зданий и сооружений	22,0
5	Энергозатраты (из цеховых данных)	2000,0
6	Текущий ремонт зданий и сооружений	26,3
7	Текущий ремонт оборудования	87,8
8	Затраты на испытания	11,045
9	Охрана труда	55,2
10	Эксплуатация оборудования	5,2
11	Итого затрат	3818,85
12	Объем очищаемых сточных вод, тыс м <sup>3</sup> /год	250
13	Себестоимость очистки сточных вод, тг/м <sup>3</sup>	15,3

Эколого-экономическая оценка воздействия предприятия на гидросферу показала, что по предлагаемой технологии степень очистки сточных вод значительно выше и составляет 96-97 % по основным компонентам.

Предотвращенный ущерб составил:

- по существующей технологии 4 018 014 тг/год;

- по предлагаемой технологии 5 740 020 тг/год.

Эффективность предлагаемой технологии составляет  $5740020 - 40018014 = 1722006$  тг/год.

Экономический эффект:  $1722006 \cdot 250 = 430501500$  тг/год

Выводы

1 По результатам очистки сточных вод выявлена наибольшая степень очистки от нефтепродуктов – 97 %, степень очистки от фенола и цианидов – 95 %, от взвешенных веществ – 93 %, более низкая степень очистки от хлоридов, сульфатов и железа – пределах 74-86 %.

2 Эколого-экономическая эффективность способа составила 430501500 тг/год.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Казова А.М., Каипова З.К., Джусипбеков У.Ж., Казова Р.А. Новые технологии получения неорганических соединений и материалов из природного и техногенного сырья. //В кн.: Химическая наука как основа химической промышленности XXI века. Алматы ИХН. 2001. – 621с.

2. Казова Р.А., Мусина У.Ш., Л.С.Курбанова, А.А.Кадирбекова, Г.З.Бижанова. Экологическая безопасность состояния водоемов геотехнических систем.// Сборник трудов Международной конференции к 100-летию И.А.Онаева «Стратегия развития горно-металлургического комплекса Казахстана». Алматы. 2013. С.275-280.

3. Мусина У.Ш., Курбанова Л.С., Тунгатарова А.А., Барт А. Анализ экологических сложностей месторождения Кашаган. - Вестник КазГАСА, 2013, № 5, с.43-47.

4. Ирюков С.Ж., Казова Р.А. Взаимодействие в системе  $Ca_{10}(PO_4)_6F_2 + SiO_2$  + глинистый сланец при обезвреживании выбросов фосфорного производства // Материалы международной научно-технической конференции «Энергетика, телекоммуникации и высшее образование в современных условиях». Алматы: Изд-во АИЭС, 2006. С.466–469.

5. Казова Р.А. Методология исследования твердофазного взаимодействия в многокомпонентных системах в термолитических условиях. «Химический журнал Казахстана».№4. 2005.С.378-396.

6. Hanafi A.S., Karim G.A. An analytical examination of the behaviour of oil sand fragments in heated streams // ASME Journal of Energy Resources Technology. – 1982/ - Vol. 104. – P. 121–123.

7. Казова Р.А., Ирюков С.Ж., Тлебаев М.Б. «Обезвреживание твердых отходов фосфорного производства с получением неорганических материалов»// Гидрометеорология и экология, № 3, 2006 г.

#### REFERENCES

1. Kazova A.M., Kaipova Z.K., Dzhusipbekov U.Zh., Kazova R. A. Novye tehnologii poluchenia neorganisheskih soedinenii i materialov iz prirodnogo i tehnogennogo syria. // V kn.: Himisheskaia nauka kak osnova himicheskoj promyshlennosti XXI veka. Almaty IHN. 2001. – 621 s.

2. Kasova R. A., Mussina U.Sch., L.S. Kurbanovas, A.A. Kadirbekovas, G.S. Bischanowa. Ecologicheskaja bezopasnost` sostoiania vodoemov geotekhnicheskikh system. // Sbornik trudov Mezhdunarodnoi konferensii k 100-letiu I.A.Onaeva "Strategia razvitiya gorno-metallurgicheskogo kompleksa Kazahstana". Almaty. 2013. S. 275-280.

3. Mussina U.Sch., Kurbanova L.S., Tungatarova A.A.s, Bart A. Analiz ekologicheskikh slozhnostei mestorozhdenia Kashagan. –Vestnik KazGASA, 2013, № 5, s. 43-47.

4. Iryukov S.Zh., Kasova R.A. Взаимодействие в системе  $Ca_{10}(PO_4)_6F_2 + SiO_2 +$  глинистыи сланес при obezvrezhivanii vybrosov fosfornogo proizvodstva // Materialy mezhdunarodnoi nauchno-tehnicheskoi konferensii «Energetika, telekommunikatsii i vyshego obrazovanie v sovremennykh usloviakh». Almaty: Izd-vo AIES, 2006. S. 466–469.

5. Kasova R.A. Metodologija issledovaniya tverdogfaznogo vozdeistvia v mnogokomponentnykh sistemah v termoliticheskikh usloviakh. «Himicheskii zhurnal Kazahstana».№4. 2005. S. 378-396.

6. Hanafi A.S., Karim G.A. An analytical examination of the behaviour of oil sand fragments in heated streams // ASME Journal of Energy Resources Technology. – 1982/ - Vol. 104. – P. 121–123.

7. Kasova R.A., Iryukov S.Zh., Tlebayev M.B. «Obezvrezhivanie tverdyyh othodov fosfornogo proizvodstva s polucheniem neorganicheskikh materialov»// Gidrometeorologii i ekologii, № 3, 2006 g.

Касова Р.А., Мусина У.Ш., Курбанова Л.С., Кадирбекова А.А., Бижанова Г.З., Жаксыбаева Г.С.

#### **Өндіріс орыны ақаба суларын тазартудың экономика-экологиялық бағалау**

**Түйіндемe.** Мақалада өндіріс орнының (мұнай өндіру) ақаба суларын тазарту бойынша деректер қарастырылған. Ластаушы заттардың құрамдық және сандық құрамы бойынша ақаба суларға сипаттама берілген, поллютанттарды бөліп алу деңгейінің бағасымен ақаба суларды тазарту нәтижелері келтірілген. Жаңа технологияның экономикалық талдау процесінде табиғатты қорғау мақсатындағы шығындардың екі категориясы қарастырылған – капиталды және ағымдық. Ұсынылған технология бойынша ақаба суларды тазарту деңгейі (97 % дйін) және экономика-экологиялық тиімділігі жоғары.

**Кілт сөздер:** ақаба сулар, тазарту, экология, шығындар, төлемдер, ластаушы заттар.

Kasova R.A., Mussina U.Sch., Kurbanova L.S., Kadirbekova A.A., Bizhanova G.Z., Zhaksybaeva G.S.

#### **The ecological - economical estimate of sewage purifying of the enterprise**

**The summary.** In article data on sewage treatment of the industrial enterprise are considered (oil production). The characteristic of sewage on qualitative and quantitative structure of the polluting substances is given, results of sewage purifying with an estimate of extent of extraction of pollutants are given. In the course of the economic analysis of new technology two categories of expenses of nature protection appointment – capital and current are considered. On offered technology are reached high extent of sewage purifying (to 97 %) and considerable ecology-economic effect.

**Key words:** sewage, cleaning, ecology, expenses, the payment polluting substances.

УДК 553.3

**А.Б. Байбатша, А.А. Бекботаева**

(Казакский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева,  
Алматы, Республика Казахстан, [baibatsha48@mail.ru](mailto:baibatsha48@mail.ru), [a.bekboteva@mail.ru](mailto:a.bekboteva@mail.ru))

### **О ЛИТОФАЦИАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЯХ СТРАТИФОРМНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МЕДИ ТИПА ЖЕЗКАЗГАНА**

**Аннотация:** Стратиформные месторождения меди, расположенные в осадочных породах (sediment-hosted), значительно различаются по размерам, запасам и металлической ассоциацией. По классификации Геологической службы США стратиформные месторождения меди подразделяются на три подтипа: фации восстановительной среды (reduced facies), красноцветных слоев (redbed), пестроцветных слоев (tevelt). Характерной особенностью рудоносной толщи Жезказганского района является цветовая контрастность, обусловленная переслаиванием красноцветных и сероцветных пород. В жезказганской серии рудоносной толщи выделены 12 литогенетических типов горных пород.

**Ключевые слова:** стратиформные месторождения меди, литогенетические типы, жезказганская серия

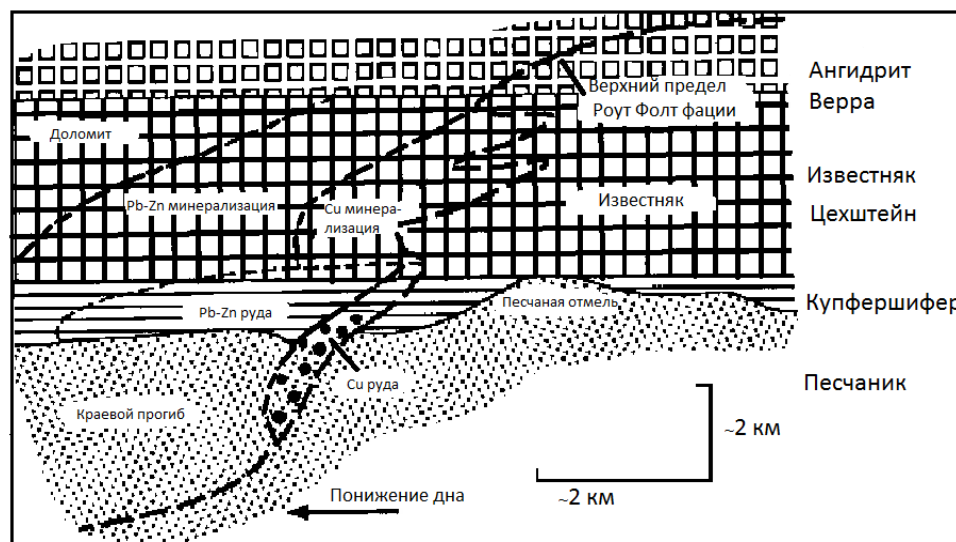
**Введение.** Стратиформные месторождения меди, вмещающими породами которых являются осадочные породы (sediment-hosted), значительно различаются по размерам, запасам и металлической ассоциацией. Общими признаками стратиформных месторождений меди в осадочных породах являются локализация руд в определенных горизонтах, формы рудных тел малой мощности с

большой протяженностью по площади, руды представлены мелкозернистыми, рассеянными сульфидами меди с явной зональностью.

Крупные месторождения меди связаны с Центрально-Африканским медным поясом в Замбии и ДР Конго, Жезказганским регионом в Казахстане, Уайтпайн в Мичигане (США), Спарлэйк в штате Монтана (США), Любин-Щерошовиц в Польше и Донгхуан в Китае [1].

По классификации Геологической службы США стратиформные месторождения меди подразделяются на три подтипа: фации восстановительной среды (reduced facies), красноцветных слоев (redbed), пестроцветных слоев (revett) [2].

**Литофациальные особенности месторождений подтипа Купфершифер (Германия-Польша).** На рис. 1 показана часть типичного геологического разреза, связанная с минерализацией Купфершифер.



**Рис. 1.** Схематический разрез основания Цехштейна (нижняя часть цикла PZ<sub>1</sub>) и схема сульфидной минерализации по отношению к стратиграфии и фации Роут Фолт [3]

Купфершифер подстилается нижнепермским красноцветным песчаником, который состоит из континентальных красноцветов, содержащих прослой бимодальные вулканиты в нижней части и линзы галита в верхней части. Красноцветы откладывались в аридных и полусухих условиях в зоне разломов в закрытых морских бассейнах в пределах зоны внутриконтинентального рифтогенеза, существовавшего в конце варисского орогенеза (карбон). Щелочные вулканические породы переслаиваются с осадочными породами и достигают 1500 м в Предсудетской моноклинали (на юго-западе Польши) и слагают дно рифтовых бассейнов (Аутуриан). В конце перми трансгрессия моря Цехштейн приводит к отложению морской глины, доломита и эвапоритов, покрывая полностью рифтовый бассейн и даже приподнятые отмели. Некоторые красноцветы были переотложены в мелководные морские обломочные породы. Осадки Цехштейн образовывались поверх различных осадочных пород: на конгломератах Цехштейн, на сером песчанике Гралигенд и белом песчанике Вейслигенд. В течение триаса и ранней юры в условиях тектонического затишья продолжалось осадконакопление Цехштейн до 2500 м. Это континентальные отложения и осадки мелких морских бассейнов, состоящие из четырех осадочных циклов. Каждый цикл начинается глинистыми отложениями (морской трансгрессии) и заканчивается отложениями эвапоритов.

Донная часть месторождения Купфершифер сложена морскими отложениями первого цикла трансгрессии (PZ<sub>1</sub>) после долгого пустынного периода, в котором находился данный регион. Литологическое разнообразие Купершифера связано с палеотопографией бассейна. В более глубоких частях бассейна отлагался черный, сапропелевый сланец с прослойками известняка, а в более мелких частях доломитовые и глинистые отложения. Общая картина осаднения Купфершифер отражает уменьшение окислительной среды и увеличение донной восстановительной среды в зависимости от увеличения глубины бассейна и расстояния от берега [4]. Повсеместно верхняя часть Купфершифера перекрывается известняками и доломитами (Цехштейн-калк или Цехштейн известняками), которые в свою очередь перекрываются ангидритами (Верра ангидрит).

В зависимости от мощности и состава Купфершифера сульфидная минерализация обнаруживается в конгломератах Цехштейн, в белых песчаниках Вейслигенд, Купфершифер и Цехштейнкалк. Основная часть минерализации сосредоточена в виде мелкозернистых (<50 мкм) вкраплений и сосредоточена в органически богатых отложениях, имеющих согласное залегание со слоистостью. Меньшая часть минерализации обнаруживается в крупнозернистых (> 100 мкм) агрегатах и линзах в виде прожилков, которые могут иметь и согласные, и несогласные формы относительно слоистости [5].

**Литофациальные особенности месторождений подтипа Редбед.** Месторождения медного пояса Редстоун находятся на северо-западе Канады. Медная минерализация размещается в неопротерозойских карбонатных отложениях надсерии Маккензи Моунтинс (рис. 2) [6]. Эта надсерия состоит из пород следующих групп. Группа Литтл Дал состоит из строматолитового доломита мощностью от 0 до 500 и базальта (0 до 90 м).

Группа Коатс Лейк подразделяется на несколько формаций. Формация Тандерклауд имеет мощность от 0 до 300 м и состоит из строматолитового доломита, эвапорита, аргиллита и песчаника. Формация Редстоун Ривер состоит снизу из эвапорита и брекчии (от 0 до 200 м), и верхняя часть представлена эвапоритами, алевролитами, брекчией, красными и зелеными алевролитами, песчаниками и конгломератами (все породы содержат карбонаты и имеют красный цвет), мощность формации от 0 до 800 м. Формация Копперкап разделена на три части. Нижнюю ее часть занимает Переходная зона (от 40 до 110 м), которая состоит из эвапоритов, доломитов, слоистых известняков, красных и зеленых алевролитов прибрежно-морских фаций. Средняя зона состоит из глинистого известняка и карбонатных сланцев (от 0 до 72 м); верхняя – из слоистых строматолитовых известняков и доломитов (от 0 до 165 м). Все карбонатные породы этой формации имеют неприятный запах и черный цвет.

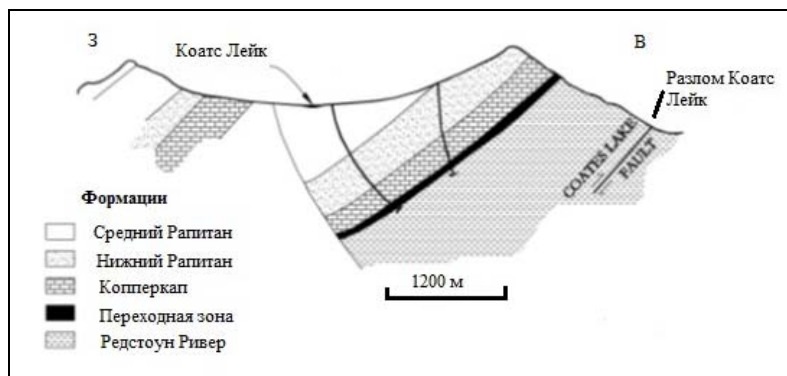


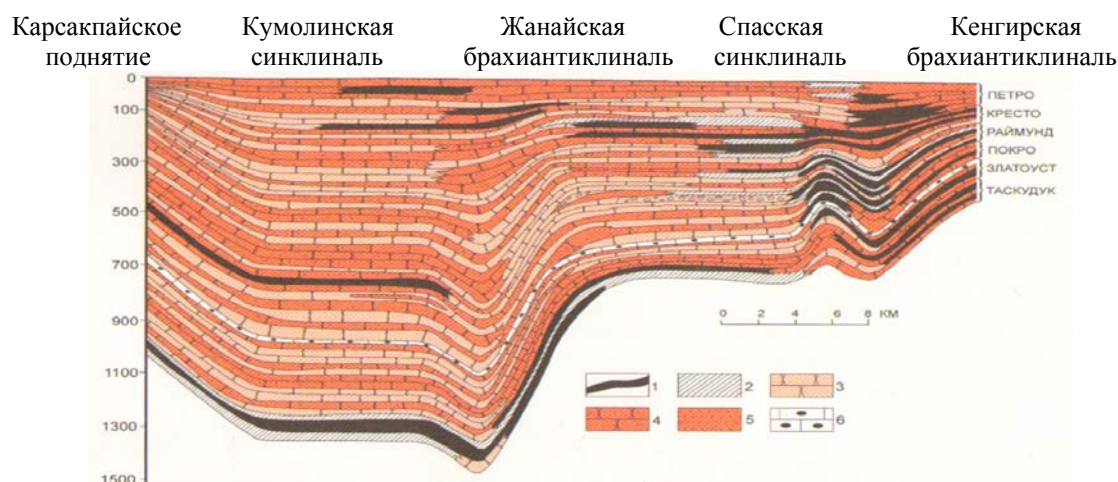
Рис. 2. Схематический разрез месторождения Редстоун (Гоурлей 2003)

Группа Рапитан представлена турбидитовыми, кремнистыми красными алевролитами, темно-бордовыми и зелеными кластитами и тиллитами, которые несогласно залегают на породах группы Коатс Лейк и Литтл Дал.

Медная минерализация распространяется по всем породам Коутс Лэйк Группы и Формации Рапитан, но промышленные концентрации находятся в восьми медьсодержащих горизонтах переходной зоны.

**Литофациальные особенности месторождений подтипа Реветт (пестроцветных слоев).** Сюда отнесены месторождения медистых песчаников *Жезказганского рудного района*, которые локализованы в жезказганской рудоносной пестроцветной толще среднего-верхнего карбона, состоящей из таскудукской и жезказганской свит (рисунок 3) [7].





**Рис. 3.** Литофациальный профиль рудоносных свит вкост Кумолинской и Спасской синклиналей, Жанайской и Кенгирской антиклиналей: 1-2 - сероцветные породы: 1 - песчаники, 2 - аргиллиты; 3-5 - красноцветные породы: 3 - пачки с преобладанием песчаников, 4 - пачки с преобладанием алевролитов и аргиллитов, 5 - аргиллиты и алевролиты; 6 - окремненные известняки.

Месторождения и проявления Северной и Кумолинской групп приурочены к низам рудоносной толщи. Оруденение развивается в сероцветных песчаниках с растительными остатками (жиландинский тип). В Кенгирской антиклинали и Спасской синклинали эпигенетические сероцветные породы с оруденением, перемежающиеся с пачками красноцветных алевролитов, распространены по всему разрезу рудоносных свит, образуя Жезказганское месторождение. Западнее сероцветные породы в разрезе распространены ограниченно, но выдержанная пачка сингенетических сероцветных песчаников и аргиллитов с растительными остатками прослеживается в основании таскудукского горизонта, вмещающая оруденение жиландинского типа (рудопроявления Жезды, Шилисай, Бесентисай, Адильбексай, Кельдыбек).

Характерной особенностью рудоносной толщи района является цветовая контрастность, обусловленная переслаиванием красноцветных и сероцветных пород [8, 9]. В жезказганской серии рудоносной толщи выделены 12 литогенетических типов горных пород [10, 11]. Установлено, что оруденение связано с песчаниками фации подводной части дельты, так как только они обладали благоприятными коллекторскими свойствами для проникновения рудоносных растворов и рудоотложения.

По условиям образования выделяются песчаники континентальных (А), переходных от континентальных к морским (П) и мелководных морских (М) отложений. Описание выделенных фаций и литогенетических типов горных пород приведено в порядке их распространенности в строении рудоносной толщи месторождения, обозначение их дается по Атласу [12].

Таблица 2. Литолого-фациальные типы горных пород Жезказганского месторождения

Фации и их обозначение	Литологические типы и структура пород	Типы слоистости	Мощность, м
1. Подводной части дельты – ПР	ПР-1 – песчаники серые мелко-среднезернистые с прослоями конгломератов	Крупная косая	20–40
	ПР-2 – песчаники серые мелкозернистые с прослоями зеленых алевролитов	Косая, горизонтальная	10–30
2. Мелководья и волновой ряби – ПВ	ПВ-1 – песчаники серые мелкозернистые со знаками ряби	Горизонтальная, волнистая	5–10
	ПВ-2 – переслаивание бурых мелкозернистых песчаников, красных алевролитов и аргиллитов со знаками ряби	Мелкая волнистая	3–5
3. Субаэральной дельты – АР	АР-1 – песчаники бурые, буравато-серые мелкосреднезернистые	Крупная косая, косоволнистая	5–30
	АР-2 – песчаники бурые мелкозернистые	Слоеватая, реже горизонтальная	5–30

4. Прибрежно-морских равнин – РП	РП-1 – красные алевролиты с обильными карбонатными стяжениями, псевдоморфозами и трещинами усыхания	Комковатая	10–30
	РП-2 – переслаивание бурых мелкозернистых песчаников и красных алевролитов с карбонатными стяжениями	Мелкая линзовидноволнистая, пятнистая	10–20
5. Озер – АО	Переслаивание бурых мелкозернистых песчаников, красных алевролитов и аргиллитов с трещинами усыхания	Тонкая горизонтальная, реже мелковолнистая	2–10
6. Пойм – АП	Тонкое переслаивание красных аргиллитов, алевролитов и бурых мелкозернистых песчаников с карбонатными конкрециями	Тонкая волнистая, перистая, пятнистая	1–2
7. Материкового моря – МАК <sub>м</sub>	МАК <sub>м</sub> -1 – красные, сургучные алевролиты и аргиллиты	Скрытая тонкогоризонтальная	5–10
	МАК <sub>м</sub> -2 – красные аргиллиты и алевролиты с прослоями известняков	Горизонтальная, скрытая	3–10

*Фацция песчаных осадков подводной части дельты – ПР. Литогенетический тип ПР-1* является наиболее распространенным для этой фацции и представлен серыми зеленоватых и буроватых оттенков средне-мелкозернистыми песчаниками, которые легко распознаются при документации керна буровых скважин и обнажений горных выработок. Текстура песчаников крупная косослоистая, мощность слоев доходит до 1–3 см, а их серий – до 1–2 м. Реже встречается перекрестная, слабо срезанная, разнонаправленная и прямолинейная (по расположению серийных швов) слоистость. Сортировка обломочного материала средняя, какой-либо закономерности изменения кластических компонентов в слое не установлено. Слабая сортировка материала связана с близостью источников сноса, довольно быстрой транспортировкой материала без достаточной дифференциации обломков по размеру.

Слои описываемого литогенетического типа песчаников имеют линзовидную и пластовую формы, мощность их колеблется от 1–2 до 30–40 м. Изменение структуры пород в слоях вызвано тектоническими пульсациями. Обычно в основании слоев песчаников, образованных в начальный период тектонической активизации и повышенной эрозионной деятельности речных потоков, залегает более грубозернистый материал, иногда прослой и линзы внутриформационных конгломератов, состоящих из почти не окатанных и не отсортированных обломков подстилающих (чаще красных алевролитов) пород. В строении одного и того же слоя нередко встречаются от одного до 3–4 прослоев конгломератов мощностью 0,1–0,2 до 1–2 м. Такое строение обусловлено тектоническими колебаниями, вызывающими эрозионную деятельность речных потоков или их относительно стабилизированное состояние.

Количество, продолжительность и интенсивность внутренних циклов в слое песчаников легко можно определить по содержащимся в нем прослоям конгломератов, размерам и составу обломочного материала. Внутренние в слоях переходы по структурным признакам носят постепенный характер, поэтому их границы слабо выражены и нередко условны. С другой стороны, границы слоев песчаников данного литогенетического типа отчетливые, особенно нижняя граница с подстилающими обычно красными алевролитами и аргиллитами континентальных отложений, подверженных в той или иной степени размыву дельтовых речных потоков.

Слоистость подводно-дельтовых осадков вызвана сменой структуры, примесью аллотигенного материала, распределенного по наслоению, иногда сменой оттенков слоев. Ориентировка косых слоев в зависимости от направления поступления материала из питающих потоков может быть различная. В отдельных частях слоев, сложенных внешне однородным материалом, слоистость почти не улавливается, и породы характеризуются слоеватой или массивной (однородной) текстурой. С песчаниками подводной части дельты связана основная масса оруденения, большинство рудных залежей месторождения. Песчаники подводной части дельты в латерали (по площади) и стратиграфически (в разрезе) фациально замещаются различными литогенетическими типами пород, в общем, эти замещения подчиняются определенной закономерности. Снизу, как правило, залегают красноватые тонкообломочные и дисперсные континентальные отложения, сверху сменяются осадками прибрежного мелководья и прибрежных континентальных равнин, а по латерали, обычно за

пределами месторождения, чаще бурыми средне-мелкозернистыми песчаниками континентальных аллювиальных отложений.

*Литоологический тип ПР-2* представлен песчаниками с прослоями конгломератов, но с меньшими размерами зерен кластического материала. В слоях мелко-среднезернистых песчаников встречаются прослои зеленых алевролитов и темно-зеленых аргиллитов мощностью от 0,1-0,2 до 1-2 м. Слоистость песчаников от косослоистой до горизонтально-слоистой, а аргиллиты и алевролиты имеют горизонтально-слоистую и однородную текстуру. Появление в слое тонкозернистых и дисперсных пород свидетельствует об относительной стабилизации тектонической обстановки, а повышение содержания хлорита в них – о достаточной глубоководности бассейна. Песчаники литогенетического типа ПР-2 также являются рудоносными. Участвующие в строении рудных тел зеленые алевролиты и аргиллиты, имеющие сниженные прочностные свойства, являются ослабляющими прослоями в оформленных в очистных выработках поддерживающих целиках.

В зависимости от конкретной тектонической и палеогеографической обстановки рудоносные песчаники подводной части дельты могут стратиграфически выше перекрываться сероцветными мелкозернистыми песчаниками прибрежного мелководья слоистой и слоеватой текстуры, красноцветными песчано-глинистыми породами прибрежных или аллювиально-озерных континентальных равнин. Нередко в силу колебательных континентальных тектонических процессов красноцветные тонкозернистые и дисперсные континентальные отложения в виде линз и прослоев мощностью до 1-2 м и более встречаются непосредственно в составе рудоносных песчаников, резко снижая несущую способность поддерживающих целиков в горных выработках.

Внутриформационные конгломераты занимают различные стратиграфические положения и в зависимости от этого имеют соответствующий состав эродированных пород обломочный материал. Часто в обломки попадают куски красных аргиллитов и алевролитов из высохших достаточно уплотненных на поверхности слоев, реже бурых мелкозернистых песчаников, а иногда и местных зеленых алевролитов и песчаников. Дальность переноса обломков обычно незначительная, поэтому они, не успевая сортироваться и окатываться, попадают в песчаную массу, как бы являющуюся цементом конгломератов. Такие конгломераты (вернее их песчаный цемент) являются рудоносными, как и сами рудоносные песчаники подводной части дельты. В гидродинамически активной обстановке быстрых течений подводных дельт происходит перенос тонкозернистых и возможных дисперсных частиц в более глубокие участки бассейна, а откладываемый песчаный материал, лишенный тонкозернистых компонентов, плотно упаковывается, имеет значительную начальную эффективную пористость и коллекторские свойства. Эти поры при циркуляции в песчаниках рудообразующих растворов заполняются цементирующим рудным и жильным (кремнисто-карбонатным) веществом, что приводит к снижению пористости и повышению прочности рудных песчаников.

В составе песчаников жезказганской свиты встречаются так называемые «раймундовские» конгломераты, состоящие из хорошо окатанных галек более древних пород соседних регионов.

*Фашии песчано-алевролитовых осадков мелководья и зоны волновой ряби – ПВ.* Породы выделенных фаций образуются в условиях угасающей тектонической активности, по мере регрессии и обмеления водоемов. Стратиграфически породы описываемых фаций залегают на песчаниках подводной части дельты, т.е. в кровле рудных песчаников. В дальнейшей регрессии прибрежные участки водоемов превращаются в континентальные равнины, где накапливаются красноцветные отложения. При пульсирующем характере тектонического режима формируется переслаивание красноцветных аргиллитов, мелкозернистых сероцветных песчаников и буровато-красных алевролитов.

*Литогенетический тип ПВ-1* представлен мелкозернистыми серо-цветными песчаниками, залегающими на отложениях подводной части дельты. Мощность слоев небольшая и колеблется от 0,5 до 1-2 м, породы безрудные и образуют непосредственную кровлю рудных залежей. Песчаники стратиграфически выше контактируют с красноцветными отложениями прибрежных равнин, нередко переслаиваются с ними. Характерной особенностью пород является наличие в них отчетливых отпечатков следов лап и хвоста четвероногих позвоночных. Условий для захоронения растительности не было, и она полностью уничтожалась на приподнятых равнинах в сухих жарких климатических условиях.

*Литогенетический тип ПВ-2* представлен чередованием (переслаиванием) красных алевролитов и буровато-серых мелкозернистых песчаников с тонкими прослоями красных аргиллитов. Мощность каждого прослоя от 0,05-0,1 до 0,3-0,5 м при общей мощности пород до 3-5 м.

Этот литогенетический тип залегает на песчаниках литогенетического типа ПВ-1, нередко залегает на рудных песчаниках, образуя их непосредственную кровлю.

*Фашии субаэральной дельты - АР.* Литогенетический тип АР-1 – бурые и буровато-серые разномзернистые, преимущественно мелко- и среднезернистые песчаники с крупной косой, косоволнистой слоистостью. Породы имеют распространение за пределами промышленных контуров рудных залежей, фациально замещая аналогичные песчаники подводной части дельты фаций ПР. Рассматриваемые песчаники имеют одинаковый вещественный состав, структуру и физико-механические свойства. Бурый цвет песчаников обусловлен пигментацией вещества цемента, который встречается в несколько повышенном количестве, гидроокислами железа. Это связано с особенностями подготовки, транспортировки и отложением терригенного материала в континентальных условиях.

*Литогенетический тип АР-2* образует красновато-бурые и бурые мелкозернистые песчаники однородной, реже слоистой текстуры. Породы прочные, стойкие к агентам выветривания; они распространены обычно за пределами промышленного контура рудных залежей и в подземных очистных выработках почти не вскрываются.

Другая распространенная группа пород рудоносной толщи – красноцветные породы, являются континентальными отложениями фаций озер (АО), прибрежных равнин (РП) и пойм (АП). Окраска пород зависит от их структуры. Дисперсные породы (аргиллиты) имеют однородную окраску, а песчаники с увеличением содержания в них кластического материала и размеров зерен приобретают от бурой до серовато-бурой окраски.

*Фашия прибрежно-морских равнин - РП.* Породы фации представлены красноцветными аргиллитами и алевролитами с прослоями мелкозернистых песчаников. Текстура пород тонкослоистая, скрытослоистая, в большинстве случаев комковатая. Для них характерны многочисленные карбонатные выделения различной формы и размеров. Они отчетливо видны на стенках зерна в виде светло-серых и белых стяжений, вытянутых, округлых и ветвистых очертаний размерами от 1-2 мм до 5 см. Первичная слоистая текстура пород сохраняется в интервалах переслаивания алевролитов и песчаников, слойки тонкие и различной морфологии. В алевролитовых и аргиллитовых интервалах первичная слоистость нарушена корнями растительности и становится комковатой. Такие образования в разрезе рудоносной толщи выделены Л.Н. Ботвинкиной (1963) как почвенные и подпочвенные образования. В составе пород И.П. Дружининым (1973) выделены два литогенетических типа – РП-1 и РП-2.

*Литогенетический тип РП-1* представлен ярко-красными или шоколадно-коричневыми алевролитами и аргиллитами со светлыми пятнами, вытянутыми и извилистыми карбонатными выделениями с характерной комковатой текстурой, обусловленной, по-видимому, почти полной переработкой первичной слоистости пород корнями растений, которые в последующем замещаются карбонатными псевдоморфозами. Мощность слоя различная, обычно не превышает 1-2 м.

*Литогенетический тип РП-2* – переслаивание буровато-серых песчаников и красных алевролитов с мелкой линзовидно-волнистой, реже горизонтальной текстурой, нередко нарушенной, иногда пятнистой текстурой. Слои имеют мощность от 0,5-1 до 2-3 м. В породах отмечаются мелкие светло-серые карбонатные пятна, резко уступающие по количеству породам литогенетического типа РП-1.

Выделенные литогенетические типы, взаимно чередуясь, образуют слои общей мощностью до 20-30 м. Стратиграфически они нередко залегают в непосредственной кровле рудных залежей и завершают разрез цикла. В обнажениях кровли очистных выработок породы этой фации легко обрушаются, рассыпаясь на мелкие куски, расщепляясь на тонкие плиты по скрытой слоистости, или отрываются по слабым аргиллитовым слойкам и прослойкам. Мелкие обрушения, разрастаясь, могут охватить большие площади и значительную высоту в виде куполов.

*Фашии озер - АО.* Породы фаций характеризуются тонкой горизонтальной слоистостью, на участках со слабым течением текстура пород изменяется от параллельно-линзовидной до мелковолнистой. Характерно частое переслаивание бурых и буровато-серых мелкозернистых пород с красновато-бурыми крупнозернистыми алевролитами и красными мелкозернистыми алевролитами и аргиллитами. На поверхности напластования наблюдаются мелкие знаки ряби, трещины усыхания. В породах присутствуют карбонатные стяжения. В интервалах, накопленных в периоды активной динамики среды, отмечаются прослойки серых мелкозернистых песчаников и зеленовато-серых алевролитов мощностью до 1-3 см. В условиях застойных вод происходит заиливание водоема с образованием плотных тонких слоев красных аргиллитов. При высыхании водоемов на поверхности

слоев образуются трещины усыхания, разбивающие слои на полигональные блоки и осколки. Мощность пород колеблется в широких пределах от 1-2 до 5-10 м. В обнажениях горных выработок породы озерной фации ведут себя неустойчиво.

*Фации пойм (АП)* литологически представляют собой тонкое переслаивание красных аргиллитов, алевролитов и бурых мелкозернистых песчаников с характерной перистой, тонкой волнистой и перекрестно-линзовидной текстурой. В породах могут присутствовать карбонатные конкреции. Мощность пород незначительная и колеблется в пределах от 0,5 до 1-2 м.

*Фации осадков континентального моря - МАК<sub>м</sub>*. Породы фаций приурочены только трансгрессивным рядам и представлены двумя литогенетическими типами мелководного водоема. *Литогенетический тип МАК<sub>м</sub> -1* – красные и коричневые однородные скрыто-слоистые алевролиты и аргиллиты со средней степенью сортировки обломочного материала. Слоистость полого-косая или горизонтальная, обусловленная некоторым различием зернистости материала, но главным образом гидроокислами железа, которые подчеркивают слойки. Границы слойков расплывчатые, мощность их обычно не превышает 1,5-2 см. Мощность слоя достигает до 10 м.

*Литогенетический тип МАК<sub>м</sub> -2*. Породы аналогичны описанным выше, но с прослоями окремненных пелитоморфных известняков серого цвета. Количество этих прослоев колеблется от одного до трех, чаще протягиваются в виде 1-2 слоев мощностью до 3 м. Горизонт кремнистых известняков имеет выдержанное распространение почти по всему рудному району, является маркирующим горизонтом кровли рудоносного горизонта № 2 (Златоуст). В обнажениях горных выработок и в разрезе буровых скважин горизонт известняков легко фиксируются по своей светлой окраске и приуроченности к слоям красных аргиллитов и алевролитов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Kirkham R.V. Distribution, settings, and genesis of sediment-hosted stratiform copper deposits. - Geol. Assoc. Canada Spec. - Paper 36, 1989. – P. 3-38.
2. Cox D. P., Lindsey D. A., Singer D.A., Moring B.C., Diggles M. F. Sediment-Hosted Copper Deposits of the World: Deposit Models and Database. - Open-File Report 03-107 Version 1.3, 2003, revised 2007.
3. Rentzsch J. The “Kupferschiefer” in comparison with the deposits of the Zambian copper belt. In Gisements stratiformes et province cupriferes, P.Bartholeme (ed.). Lige. - Belgium: Societ Gologique de Belgique, 1974. - P. 403-426.
4. Oszczepalski S. Kupferschiefer in southwestern Poland: sedimentary environments, metal zone and ore controls. - Geol. Assoc. Canada Spec. Paper. – 36, 1989. – P. 571-600.
5. Jowett E.C., A.Rydzewski, R.J.Jowett. The Kupferschiefer Cu-Ag ore deposits in Poland: a re-appraisal of the evidence of their origin and presentation of new genetic model. - Can. J. Earth Sci. - 24, 1987. – P. 2016-2037.
6. Gourlay A.W. Vancouver, Independent technical review of the Coats Lake Copper Deposit Nahanni mining district. Western Northwest Territories for CRS Copper Resources Corp. and First Trimark Ventures Inc. - P.Geol., FGAC. - March 2003.
7. Сейфуллин С.Ш., Нуралин Н.Н., Копятевич Л.В., Джаминов К.Д. Стратиформные месторождения меди западной части Центрального Казахстана. Ата-Ата, Наука, 1976. - 249 с.
8. Тажибаева П.Т. Литологические исследования Жезказганских свит в связи с проблемой генезиса руд Жезказганского месторождения. – Алма-Ата, 1964. – 277 с.
9. Сатпаева М.К. Медный пояс Жезказган-Айнак // Изв. НАН РК. Серия геологическая. 2005. – № 6. – С. 15-31.
10. Байбатша А.Б. Инженерная геология месторождений полезных ископаемых с основами геоинформатики. – Алматы: Ғылым, 2003. – 320 с.
11. Байбатша А.Б. О новом взгляде на геологическое строение и геодинамическое развитие территории Казахстана//Изв. НАН РК, серия геол., 2008. – № 2. – С. 66–74.
12. Ботвинкина Л.Н., Жемчужников Ю.А., Тимофеев П.П. и др. Атлас литогенетических типов угленосных отложений среднего карбона Донецкого бассейна. – М.: АН СССР, 1956. – 368 с.

#### REFERENCES

1. Kirkham R.V. Distribution, settings, and genesis of sediment-hosted stratiform copper deposits. - Geol. Assoc. Canada Spec. - Paper 36, 1989. – P. 3-38.
2. Cox D. P., Lindsey D. A., Singer D.A., Moring B.C., Diggles M. F. Sediment-Hosted Copper Deposits of the World: Deposit Models and Database. - Open-File Report 03-107 Version 1.3, 2003, revised 2007.
3. Rentzsch J. The “Kupferschiefer” in comparison with the deposits of the Zambian copper belt. In Gisements stratiformes et province cupriferes, P.Bartholeme (ed.). Lige. - Belgium: Societ Gologique de Belgique, 1974. - P. 403-426.
4. Oszczepalski S. Kupferschiefer in southwestern Poland: sedimentary environments, metal zone and ore controls. - Geol. Assoc. Canada Spec. Paper. – 36, 1989. – P. 571-600.

5. Jowett E.C., A.Rydzewski, R.J.Jowett. The Kupferschiefer Cu-Ag ore deposits in Poland: a re-appraisal of the evidence of their origin and presentation of new genetic model. - Can. J. Earth Sci. - 24, 1987. – P. 2016-2037.
6. Gourlay A.W. Vancouver, Independent technical review of the Coats Lake Copper Deposit Nahanni mining district. Western Northwest Territories for CRS Copper Resources Corp. and First Trimark Ventures Inc. - P.Geol., FGAC. - March 2003.
7. Seifullin S.Sh., Nuralin N.N., Kopjatkevich L.V., Dzhaminov K.D. Stratiformnye mestorozhdeniya medi zapadnoj chasti Central'nogo Kazahstana. - A-Ata: Nauka, 1976. - 249 p.
8. Tazhibayeva P.T. Litologicheskie issledovaniya Zhezkazganskih svit v svyazi s problemoj genezisa rud Zhezkazganskogo mestorozhdeniya. – Alma-Ata, 1964. – 277 p.
9. Satpaeva M.K. Mednyj pojas Zhezkazgan-Ajnak // Izv. NAH RK. Seriya geologicheskaja. 2005. – № 6.– P. 15-31.
10. Baibatsha A.B. Inzhenernaja geologija mestorozhdenij poleznyh iskopaemyh s osnovami geoinformatiki. – Almaty: Fylym, 2003. – 320 p.
11. Baibatsha A.B. O novom vzgljade na geologicheskoe stroenie i geodinamicheskoe razvitie territorii Kazahstana//Izv. NAN RK, seriya geol., 2008. – № 2.– P. 66–74.
12. Botvinkina L.N., Zhemchuzhnikov Ju.A., Timofeev P.P. i dr. Atlas litogeneticheskikh tipov uglenosnyh otlozhenij srednego karbona Donetckogo bassejna. – M.: AN SSSR, 1956. – 368 p.

Байбатша Ә.Б., Бекботаева А.А.

**Жерқазған типті стратиформдық мысты құмтас кенорындарының литофациялық ерекшеліктері туралы**

**Түйіндеме:** Шөгінді таужыныстарда орналасқан (sediment-hosted) стратиформдық мыс кенорындары өздерінің өлшемдері, қоры және металдарының ассоциациясы бойынша айтарлықтай ерекшеленеді. АҚШ Геологиялық қызметінің жіктелімі бойынша, стратиформдық мыс кенорындары үш типшеге бөлінеді: тотықсыздандырушы ортаның фациялары (reduced facies), қызыл түсті қабаттардың (redbed) және түрлі түсті қабаттардың (revett). Жезқазған ауданы рудалы қатқабатына тән ерекшелікке қызыл түсті және сұр түсті таужыныстар қабаттарының араласып орналасуына байланысты бояуының контрастылығы жатады. Жезқазған сериясының рудалы қатқабатында таужыныстардың 12 литогенетикалық типі бөлінген.

**Түйінді сөздер:** стратиформдық мыс кенорындары, литогенетикалық типтер, жезқазған сериясы

Baibatsha A.B., Bekbotaeva A.A.

**About the lithofacial features of stratiform deposits of copper of Zhezkazgan type**

**Summary:** The stratiform deposits of copper located in sedimentary rocks (sediment-hosted), considerably differ by the sizes, stocks and metal association. On classification of Geological service of the USA stratiform deposits of copper are subdivided into three subtypes: facies of the recovery environment (reduced facies), red layers (redbed), multicoloured layers (revett). Characteristic of ore-bearing thickness of the Zhezkazgan area is the color contrast caused by a pereslaivaniye the krasnotsvetnykh and the serotsvetnykh of breeds. In a zhezkazgansky series of ore-bearing thickness are allocated 12 lithogenetic types of rocks.

**Key words:** stratiform copper deposits, lithogenetic types, sedimentary rocks, zhezkazgan formation

УДК 550.83/551.24:553.98(574.5)

**Г.Е. Ермекбаева, Г.Т. Баудагулова, А.К. Осербай**

(КазНТУ им. К.И.Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, [gng\\_kafedra@mail.ru](mailto:gng_kafedra@mail.ru))

**ФОРМИРОВАНИЕ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ И ГАЗА В ЮРСКО - МЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЮЖНОГО ТУРГАЯ**

**Аннотация.** Дан анализ взаимосвязи нефтегазоносности Южно-Тургайского бассейна с рифтогенезом. Со структурно-тектонических позиций, доминирующее влияние на нефтегазоносность Южно-Тургайской нефтегазоносной области оказал рифтогенный этап развития. В период рифтогенеза сформировались основные зоны генерации углеводородов, и образовались крупные положительные структуры - зоны нефтегазонакопления, а также разрывные нарушения, выполняющие роль каналов для миграции углеводородов из нефтепроизводящих пород в меловые и юрские резервуары, с которыми на территории провинции связаны основные запасы и ресурсы нефти и газа.

**Ключевые слова:** бассейн, отложения, продуктивный объект, нефтегазоносность, стратиграфический диапазон

Основной структурой, определяющей современный структурный план региона, является Южно-Тургайский внутриконтинентальный рифт как фрагмент единой крупнейшей внутриконтинентальной рифтовой системы, протягивающейся на север в Западную Сибирь и юго-восток в зону Талассо-Ферганского сдвига.

В строении Южно-Тургайского прогиба отчетливо выделяются два прогиба: на юге - Арыскупский, а на севере - Жиланчикский, разделенные Мынбулакской седловиной. В Арыскупском прогибе расположены все открытые месторождения.

В Жиланчикском прогибе, где мощность осадочного чехла несколько меньше, чем в Арыскупском, в структуре основания отмечается чередование линейно вытянутых горст-антиклинальных и грабен-синклинальных зон. Грабен-синклинали заполнены преимущественно юрскими отложениями. С запада на восток протягиваются: Ащикольская, Баймуратская, Жанакуральская, Кулагакская, Черкитауская и Сарынская грабен-синклинали. Подобная картина наблюдается и в Арыскупском прогибе, где в фундаменте прослеживаются относительно узкие грабены, выполненные триасовыми и юрскими породами, а меловые и палеогеновые отложения полностью перекрывают прогиб. Здесь выделяются Арыскупская, Акшабулакская, Сарыланская и Бозингенская грабен-синклинали с амплитудой 2,0-3,5 км. Мощность осадочного чехла обычно не превышает 2,0-3,5 км, а максимальная достигает 5,5 км [2].

Основными продуктивными отложениями являются юрско-меловые. Отложения юры заполняют грабенообразные прогибы и существенно отличаются друг от друга по составу и мощности. В основании юрского разреза выделяется сазымбайская свита в виде переслаивающихся серых и темно-серых песчаников, гравелитов, конгломератов с прослоями алевролитов и аргиллитов. Мощность свиты до 800 м. Айболинская свита сложена ритмично переслаивающимися темно-серыми песчаниками, аргиллитами и алевролитами. В нижней части свиты присутствуют пласты угля, а в верхней – прослой обогатенных битумом пород и горючие сланцы. Мощность свиты достигает 600 м. Тоарский и байосский ярусы. Дошанская свита состоит из переслаивающихся серых и темно-серых песчаников, алевролитов и аргиллитов с прослоями конгломератов и гравелитов. В средней части свиты встречаются прослой обуглившихся растительных остатков и пласты угля. Мощность свиты достигает 500 м. Батский ярус. Караганская свита характеризуется тонким ритмичным переслаиванием темно-серых аргиллитов, алевролитов, песчаников при участии редких тонких пластов угля и горючих сланцев. Мощность свиты около 250 м. Верхнеюрские отложения залегают с угловым несогласием на подстилающих породах и занимают значительно большую площадь, чем среднеюрские. Они выделяются в кумкольскую и акшабулакскую свиты. Кумкольская свита состоит из сероцветных песчаников, алевролитов и глин с редкими и тонкими прослоями органогенных известняков. Мощность свиты превышает 500 м. В свите прослеживается несколько пачек. Нижняя сложена песчаниками с прослоями алевролитов мощностью до 60 м. Средняя – состоит из темно-серых глин с прослоями мергелей и известняков мощностью около 50 м. Верхняя пачка представлена пестроцветными глинами с прослоями песчаников мощностью до 100 м. Общая мощность кумкольской свиты обычно не более 200-300 м, а максимальная достигает 500 м. Акшабулакская свита представлена переслаивающимися пестроцветными тонкослоистыми аргиллитами и алевролитами мощностью около 250 м.

В низах мелового разреза преобладают континентальные красноцветные и прибрежно-континентальные пестро-цветные отложения. В позднем мелу (ранний турон) на территории Тургайской впадины началась морская трансгрессия, позднее она возобновилась в кампан-маастрихтское время.

Неокомские нерасчлененные отложения выделяются в даульскую свиту. Она трансгрессивно залегают на породах юры, триаса и палеозоя с отчетливо проявившимся перерывом в осадконакоплении. Даульская свита подразделяется на две подсвиты. В низах нижнедаульской подсвиты выделяется арыскупский горизонт. Он сложен серыми песчаниками с прослоями алевролитов мощностью до 150 м. Верхняя часть нижнедаульской подсвиты состоит из красноцветных глин и алевролитов мощностью до 170 м. Верхнедаульская подсвита представлена переслаивающимися красноцветными глинами, алевролитами и песчаниками мощностью до 350 м.

Нерасчлененные аптский и альбский ярусы нижнего мела выделяются в карачетаускую свиту, трансгрессивно залегающую на подстилающих отложениях. Это красноцветные и пестроцветные терригенные породы. В нижней части свиты прослеживается сероцветная пачка песчаников и глин мощностью до 40 м. В средней части имеются две пачки песчаников с конгломератами, среди

глинисто-алевролитовых прослоев отмечаются пласты с обуглившимися растительными остатками. Общая мощность апт-альбских отложений изменяется очень резко – от 40 до 500 м.

Отложения верхнего мела трансгрессивно залегают на подстилающих породах. Они выделяются в кызылкинскую свиту, которая представлена пестроцветными отложениями континентального происхождения – переслаивающимися глинами и песчаниками. В нижней и верхней частях свиты преобладают глины, а в средней – слабосцементированные сероцветные песчаники. При этом соотношение песчаников и глин может существенно изменяться на территории области. Мощность 100-160 м.

В основании туронских отложений отмечается размыв. Отложения верхнего турона образуют с коньякскими единую толщу красноцветных континентальных пород, среди которых изредка встречаются сероцветные прослои. Толща состоит из переслаивающихся песчаников, алевролитов и глин мощностью до 130 м. Сантонский и кампанский ярусы сложены пестроцветными прибрежно-морскими и прибрежно-континентальными отложениями, среди которых встречаются как прослои с морской фауной, так и горизонты с обуглившимися растительными остатками. В их состав входят песчаники, алевролиты и глины мощностью до 150 м.

Маастрихтские морские отложения трансгрессивно, с размывом залегают на подстилающих породах, и представлены карбонатными глинами, мергелями и известняками с прослоями песчаников. Мощность около 100 м.

В юрско-меловых отложениях в настоящее время на территории Тургайской НГО открыты месторождения: Кумколь, Арысум, Кызылкия, Караванч. Нуралы, Аксай, Бектас, Коныс, Майбулак. притоки нефти получены на площадях Дошан, Караванчи, отмечены также многочисленные нефте- и газопроявления в Месторождение Кумколь. В разрезе месторождения установлено семь продуктивных горизонтов, приуроченных к нижнеэокомским, верхне- и среднеюрским отложениям.

На месторождениях Тургайской НГО выявлены антиклинальные и неантиклинальные типы залежей нефти и газа. Среди антиклинального типа установлены залежи, приуроченные к сводовым частям локальных структур, иногда осложненных разрывными нарушениями с литологическим замещением коллекторов и их выклиниванием. К ним относятся нефтяные и газовые залежи месторождения Кумколь, где развиты сводовые, пластовые, массивные и залежи промежуточного типа. На месторождении Арысум выявлены сводовые, пластовые залежи: тектонически и литологически экранированные и с литологическим замещением коллекторов. Поскольку в пределах Тургайской НГО широко развита разрывная тектоника, а в строении осадочного чехла наблюдается резкая литолого-фациальная изменчивость пород, большое значение приобретает поиск залежей неантиклинального типа, подобных выявленным на разведочных площадях Кызылкия, Дошан и др.

Благоприятным для формирования месторождений нефти и газа, являются приразломные инверсионные складки внутренних частей грабен-синклиналей. С таким типом структур связано месторождение Арысум. У некоторых длительно развивавшихся конседиментационных структур наблюдаются сокращенный разрез юрских отложений на своде и быстрое возрастание его мощности на крыльях, чем и обусловлено формирование кольцевых залежей типа "лысый свод" (месторождение Кызылкия, площадь Караванчи).

Из двух нефтегазоносных районов области – Арысумского и Жиланчикского на долю первого приходится около 90 % начальных суммарных ресурсов УВ. Наиболее перспективными являются отложения нижнеэокомского, верхне- и среднеюрского комплексов в Арысумском прогибе, в южной части Жиланчикского прогиба и на периферии Мынбулакской седловины.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Клещев К.А., Карпов В.И., Сеницын Ф.Е. и др. Геологоразведочные работы на нефть и газ в Южном Казахстане и их направление на 1989-1990 гг. и до 2000 г. // Геология нефти и газа. - 1988. - № 10. - С. 19-22.
2. Куандыков Б.М., Нажметдинов А.Ш., Сапожников Р.Б. Строение глубокопогруженных отложений Арысумского прогиба Южно-Тургайской впадины по сейсмостратиграфическим данным // Геология нефти и газа. - 1992. - № 12. - С. 22-27.
3. Воцалевский Э.С., Куандыков Б.М., Булекбаев З.Е. и др. Месторождения нефти и газа Казахстана: Справочник /., - М.: Недра, 1993.
4. Клещев К.А., Альпаев А.А., Кошелев Н.И. и др. Нефтегазоносность мезозойских отложений Тургайской синеклизы // Условья формирования нефтяных и газовых месторождений и критерии прогноза нефтегазоносности юга СССР. - М., 1986. - С. 107-117.



5. Обухов А.Н. Эволюция межгорных впадин Центрально-Азиатского орогенного пояса. - М.: Наука, 1990.
6. Абдулин А.А. Рифтогенные области зоны сочленения структур Урала, Тянь-Шаня и Центрального Казахстана // Изв. АН.КаССР Сер.геол.1979. №1.-С1-8.
7. Жолтаев Г.Ж., геодинамические модели и нефтегазоносность палеозойских осадочных бассейнов Западного и Южного Казахстана // Дис. На соиск.уч.степ.докт.геол.-минер.наук.-М.1992.-50с.
8. Жолтаев Г.Ж., Парагульгов Т.Х. Рифтогенез и нефтегазоносность. -М.:Наука, 1993.- С.112-116.
9. Клубов А.А. Геология и нефтегазоносность Тургайского прогиба. - Л.: Недра, 1973.-153с.
10. Ли А.Б. Тектоника и перспективы нефтегазоносности Южного Казахстана.- Алма-Ата : Наука, 1975.-220с.
11. Парагульгов Х.Х. , Ли А.Б., Парагульгов Т.Х. , Филиппев Г.П. Нефтегазоносные комплексы Южно-Тургайской впадины // // Вестн. АНКаССР.1990.№ 1.-С.49-59.
12. Абдулин А.А. , Волож Ю.А. , Рабкин Ф.С и др Особенности строения и перспективы нефтегазоносности мезозойских отложений южной части Тургайского прогиба / // Изв.АНКаССР. сер.геол.1983.№4.-С.1-
13. Прагульгов Х.Т. Современное состояние проблемы рифтогенеза и нефтегазоносности // Геология и разведка недр Казахстана. 1995.№6.-С.11-15.
14. Парагульгов Х.Т., Парагульгов Х.Х., Ли А.Б., Хайбуллин Р.Р. Литолого-петрографические особенности пород фундамента Южно-Тургайской впадины// Вестн. Ан КаССР. 1991. №10.-С.49-52.

#### REFERENCES

1. Kleschev K.A. Karpov VI, Sinitcin F.E et al. Exploration for oil and gas in South Kazakhstan and their direction to the 1989-1990 biennium. and until 2000 // // Geology of oil and gas. - 1988. - № 10. - pp 19-22.
2. Kuandikov BM, Nazhmetdinov AS, RB Sapozhnikov The structure of deep sediments Aryskum deflection South Turgay basin on seismostratigraphic data // Geology of oil and gas. - 1992. -№ 12. - S. 22-27.
3. Votsalevsky ES, Kuandikov BM, Bulekbaev ZE et al., Oil and gas fields in Kazakhstan: Directory /. - M. : Nedra, 1993.
4. Kleschev KA, Alpina AA., Koshelev NI et al. Turgay Petroleum potential of Mesozoic deposits syncline // // Conditions of formation of oil and gas fields and criteria for prediction of petroleum potential of the southern USSR. - M., 1986. - P. 107-117.
5. AN Butts Evolution of intermontane basins of the Central Asian orogenic belt. - M. : Science, 1990.
6. AA Abdulin Rift zone of junction field structures of the Urals, Tien Shan and Central Kazakhstan // Math. AN.KaSSR Ser.geol.1979. №1.-С1-8.
7. Zholtayev GJ, geodynamic models and neftegazonosnot Paleozoic sedimentary basins of Western and Southern Kazakhstan // Dis. On soisk.uch.step.dokt.geol.-miner.nauk.-M.1992.-50с.
8. Zholtayev GJ, TH Paragulgov Rifting and oil and gas. -M., Nauka, 1993.- S.112-116.
9. AA Clubs Geology and Petroleum Turgay trough. - L. : Nedra, 1973.-153с.
10. Lee AB Tectonics and petroleum potential of the Southern Kazakhstan.- Alma-Ata: Nauka, 1975. -220с.
11. HH Paragulgov Lee AB, Paragulgov TH Philip GP Oil and gas complexes of the South Turgay basin // // Vestn. 1. ANkaSSr.1990.№-S.49-59.
12. AA Abdulin , Volozh YA , F.S Rabkin et al Structure and petroleum potential of Mesozoic deposits of the southern part of Turgay trough // // Izv.AnKaSSR. ser.geol.1983.№4.-S.1-
13. Pragulgov HT Current status of rifting and oil and gas // Geology and prospecting of Kazakhstan. 1995.№6.-S.11-15.
14. Paragulgov HT, Paragulgov HH, Lee AB, Khaibullin RR Lithological and petrographic features of the basement rocks of the South Turgay basin // Vestn. An KASSR. 1991. №10.-S.49-52.

Ермекбаева Г.Е., Баудагулова Г.Т., Өсербай А.К.

#### **Оңтүстік Торғай юра бор түзілімдерінде мұнай мен газ шоғырларының қалыптасуы.**

**Түйіндемесі.** Оңтүстік Торғай бассейнінде юра және бор түзілімдері мұнайгаздылығы жағынан негізгі объект болып табылады, сондай – ақ бұл түзілімдер стратиграфиялық диапазонында көптеген терендік ұңғымаларымен ашылған. Аталмыш жұмыс Оңтүстік Торғай ойпаңы мен оның мұнайгаздылығы потенциалын талдау және перспективті территориялармен анағұрлым жаңа қызықты объектілерді айқындақ мәселелері қарастырылады.

**Түйін сөздер:** мұнай мен газ шоғырлары, бассейн, түзілім, өнімді объект мұнайгаздылығы, стратиграфиялық диапазон

Ермекбаева Г.Е., Баудагулова Г.Т., Осербай А.К.

**Формирование залежей нефти и газа в Юрского–Меловых отложениях Южного Тургай**

**Резюме.** В пределах Южно-Тургайского бассейна юрские и меловые отложения являются основным продуктивным объектом в связи нефтегазоносностью которое в стратиграфическом диапазоне вскрыты многими глубокими скважинами. Данная работа содержит анализ литолого-стратиграфических характеристик Южно-Тургайской впадины ее нефтегазоносный потенциал и определяет перспективные территории и выделяет новые наиболее интересные объекты в нефтегазоносном отношении

Ermekbaeva G.E., Baudagulova G.T., Oserbai A.K.

**Formation of deposits of oil and gas in the Jurassic-Cretaceous sediments of SOUTH Turgay**

**Summary.** Within South Torgai basin Jurassic and Cretaceous sediments are the main productive facilities in connection with petrogas which in stratigraphic range is opened by many deep wells. This paper contains an analysis of the lithologic and stratigraphic characteristics of South Torgai cavity its oil and gas potential and identifies promising areas and highlights new the most interesting new objects in relation to oil and gas

**Key words:** basin, deposition, productive sites, oil and gas, the stratigraphic range

УДК 551.311.8

**А.К. Рысбаева**

(КазГАСА, Алматы, Республика Казахстан )

**К ВЫБОРУ МЕТОДА РАСЧЕТА НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ СЕЛЕЗАЩИТНЫХ ПЛОТИН**

**Аннотация.** Приводится краткий исторический обзор плотиностроения и систематизированный анализ существующих основных методов расчета напряженно-деформированного состояния плотин.

**Ключевые слова:** Сел, плотина, метод конечных элементов, расчет, напряженно-деформированное состояние.

Плотины строились на протяжении тысячелетий для защиты от паводков, выработки энергии, обеспечения питьевого, промышленного и сельскохозяйственного водоснабжения. К 1950 г. правительства многих стран, а в некоторых странах и частные компании, стали строить все большее количество плотин в связи с увеличением населения и ростом национальных экономик. Для обеспечения растущих потребностей в воде и энергии было построено как минимум 45000 больших плотин. В настоящее время почти половина рек в мире имеют как минимум одну крупную плотину /1/. История геотехнологии возведения плотин корнями уходит до глубокой древности. Они были начаты 3000 тыс. лет назад в ста километрах от Аммана; это была каменная стена 4,5 метров в высоту и метр в толщину. В 126 г. до нашей эры в 25 километрах от Каира была возведена плотина протяженностью 102 м. Она была вскоре разрушена ливнем. В середине III века была построена целая система рядом с индийским городом Дхолавира.

Римляне строили весьма разнообразные плотины, в первую очередь — для получения водохранилищ на засушливые периоды. Тогда самая высокая плотина достигала 50 м. в высоту. Она была разрушена 1305 г.

Начиная с 1998 г. многих стран мира 14 марта по инициативе организации «Международная сеть рек» отмечается «Международный день действий против плотин». По другому, она называется как «День действий в защиту рек, воды и жизни».

По назначению плотины различаются на водохранилищные, водоопускающие, водоподъемные и противоселевые и имеют следующие типы и классификации. Тип и конструкция плотины определяются её размерами, назначением, а также природными условиями и видом основного строительного материала. Плотины различаются по типу основного материала, из которого они возводятся, по назначению и по условиям пропуска воды.

Для определения безопасной эксплуатации и прогноза устойчивости производится следующие расчёты грунтовых плотин /1/. При проектировании современных грунтовых плотин проводятся расчёты с учётом напряжённо-деформированного состояния при статических и динамических воздействиях. При проведении расчётов используются компьютеры, а инженеру-проектировщику требуются знания теории упругости и пластичности, ползучести, численных

методов. Работа грунта моделируется с учётом наиболее важных его свойств, и применение методов механики сплошных сред позволяет получить весьма близкие к реальности результаты расчётов. Современное проектирование грунтовых плотин учитывает иногда и реологию грунтов.

При расчётах основания определяются осадки основания, несущая способность грунта, прогнозируется уплотнение (консолидация) основания.

Расчёты тела плотины определяют его осадки, проверяются прочность грунтовых материалов, даётся оценка трещинообразования.

Хотя в настоящее время существует многочисленны публикации по посвященные исследованиям гидротехнических сооружений, в них мало уделено внимание грунтовым плотинам анизотропного строения. Прочность и устойчивость грунтовых сооружений, какими являются защитные грунтовые плотины, требует определения напряженно-деформированного состояния в грунтах. При проведении исследований поведения защитных грунтовых плотин, принимается во внимание, прежде всего то, что плотина представляет собой защитное сооружение, сооружаемое из местных геоматериалов. Поэтому здесь используется модель деформирования просадочных грунтов при увлажнении.

В литературе имеются многочисленные результаты исследований экспериментального характера по изменению физико-механических характеристик лёссовых грунтов и их просадочности при различной степени их увлажнённости. Исследованиями перечисленных авторов установлено, что при увлажнении лёссовые грунты под действием статических нагрузок интенсивно испытывают структурное изменение.

Некоторые экспериментальные исследования, по просадочности лёссовых грунтов при увлажнении, выявили, что с увеличением влажности, структурные изменения между твёрдыми минеральными частицами грунта начинают ослабевать. Особенно если этот грунт представляет лёсс, как следствие растворения минеральных солей в порах грунта под воздействием воды.

Приведем некоторые результаты обзора по методам расчетов грунтовых плотин.

*Методы круглоцилиндрической поверхности скольжения*. Способ круглоцилиндрической поверхности широко описан в технической литературе /1/, однако, не всегда одинаково трактуется у разных авторов.

Существует большое количество названий рассматриваемого метода и его разновидностей: шведский метод отсеков, метод В. Феллениуса, шведский метод круглоцилиндрических поверхностей скольжения, метод Терцаги, метод Терцаги-Крея, метод Петтерсона, метод вертикальных элементов, метод Иванова-Тейлора, метод Свена Гультена, метод весового давления и т.д.

В работе /1/ приводится 20 разновидностей одного из современного инженерного метода круглоцилиндрической поверхности скольжения (КЦПС). Предложенные в СНиП инженерные упрощенные методы расчетов устойчивости плотин базированы на эти методы. Ниже приведем названия этих разновидностей по В.А. Бабешко, В.А. Волосухин, В.П. Дыба /1/.

1. Метод профессора В. Феллениуса
2. Метод профессора Г. Крея
3. Метод профессора К.Терцаги
4. Метод профессора А. Бишоп
5. Метод профессора Чугаева-Вяземского
6. Метод профессора Фрейлиха
7. Метод профессора Како
8. Метод В.В. Аристовского
9. Метод профессора Б.М. Ломизе
10. Метод Янбу
11. Метод Ю.И. Соловьева
12. Метод профессора А.Л. Можевитинова
13. Метод профессора Г.М. Шахунянца
14. Метод профессора Н.Н. Маслова
15. Метод горизонтальных сил
16. Метод касательных сил
17. Метод профессора В.В. Соколовского
18. Метод профессора В.К. Цветкова
19. Метод плоских поверхностей скольжения
20. Методы расчета по напряжениям

Метод круглоцилиндрической поверхности скольжения целесообразно применять, когда откос сложен однородными грунтами. Метод предполагает, что сползание грунта может произойти лишь в результате вращения оползающего массива вокруг центра  $O$ . Следовательно, поверхность скольжения в данном случае будет представлена дугой некоторого круга с радиусом  $r$ , очерченного из центра  $O$ . Оползающий массив рассматривается при этом как некоторый твердый блок, всеми своими точками участвующий в одном общем движении. Для ясности перечислим только некоторых из этих методов.

Метод Ю.И. Соловьева. В 1962 г. он предложил при расчете устойчивости откосов, в таком же гипотетическом грунте, какой принимали Герсеванов и Терцаги, воспользоваться принципом возможных перемещений.

Метод  $F_p$ . Метод  $F_p$  (приближенный метод равнопрочного откоса или метод Н.Н. Маслова) более применим для проектирования искусственных откосов, а не для оценки степени устойчивости естественных склонов. Однако мы рассмотрим этот метод, поскольку разработанные в нем оригинальные приемы могут быть использованы при решении различных инженерных задач.

Метод Р.Р. Чугаева, Р.Р. Чугаев /3/ называет еще методом плоских поверхностей сдвига, ибо он применим лишь в случаях, когда поверхность скольжения является плоской или состоит из отдельных прямолинейных участков.

Метод горизонтальных сил. Другие употребляемые названия этого способа расчета: метод Маслова-Берера, шанхайский метод, метод горизонтальных сил Маслова. Применяется в случаях, когда откос сложен разнородными грунтами и оползень происходит по известной произвольной поверхности скольжения.

Метод касательных сил. Названия метода и его разновидностей /8/: обычный метод, метод Г.М. Шахунянца, метод прислоненных отсеков, метод Петерсона, метод алгебраического суммирования, метод плоских поверхностей сдвига, метод алгебраического сложения сил, метод прислоненного откоса и т.д. Наиболее часто применяется, когда поверхность скольжения каким-либо из имеющихся методов четко определена на всем протяжении.

Аналитический метод Г.М. Шахунянца и предыдущий, удобнее всего применять, когда конфигурация поверхности скольжения на всем протяжении уже установлена. Он в целом аналогичен методу касательных сил, однако в данном случае более строго соблюдены законы строительной механики.

Графоаналитический метод многоугольников сил Г.М. Шахунянца. Если поверхность возможного смещения известна, например, предопределена геологической структурой склона, установлена при выполнении инженерных изысканий или принята с помощью различных теоретических методов, то расчет устойчивости массива нередко целесообразно вести способом многоугольников сил.

Ускоренный способ расчета методом Г.М. Шахунянца. Как показала практика расчетов, выполнявшихся при проектировании противооползневых удерживающих конструкций глубокого заложения, аналитический метод Г.М. Шахунянца весьма эффективен.

Анализы показывают, на отсутствия решенных задач по определению НДС и состояния предразрушения плотины новой конструкции наклоннослоистого, анизотропного строения и основании, которые имеют различные углы наклонов, относительно горизонтальной земной поверхности. Но исследовать устойчивости такой высокопрочной, но в то же время сложной в конструктивном отношении плотины невозможно исследовать аналитическими методами. Целесообразно решить такой задачи методом конечных элементов. Приводим кратко алгоритма решения этой задачи по изложенной методике практического применения МКЭ профессора Р.Б. Баймаханова в монографии /2/.

Уравнения равновесия описывается следующей системой уравнений

$$[R]\{U\} = \{F\}, \quad (1)$$

где  $[K]$  – матрица жесткости системы;  $\{U\}$  – вектор перемещений узловых точек;  $\{F\}$  – вектор нагрузок, которые формируются весами конечных элементов с учетом глубины их нахождения  $H$ ,  $m$ .

Затем компоненты тензора деформации и напряжений вычисляются внутри каждого изопараметрического элемента в гауссовых точках интегрирования  $i, j$  с помощью следующих выражений.

$$\{\varepsilon_{ij}\} = [B]\{U_{ij}\}. \quad (2)$$

$$\{\sigma_{ij}\} = [D]\{\varepsilon_{ij}\}. \quad (3)$$

где вектора  $\{\varepsilon_{ij}\}^T = \{\varepsilon_x, \varepsilon_z, \gamma_{xz}\}$ ,  $\{U_{ij}\}^T = \{u_{ij}, \vartheta_{ij}, \dots\}$ ,  $\{\sigma_{ij}\}^T = \{\sigma_x, \sigma_z, \tau_{xz}\}$  – являются компонентами деформации, перемещений и напряжений.  $[B]$  – матрица градиента и  $[D]$  – матрица упругих характеристик.

Итак, на сегодня единственно приемлемым численным методом для решения задач предложенной конструкции наклоннослоистого неоднородного и анизотропного строения является МКЭ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Плотины и Развитие: Новая Методическая Основа Для Принятия Решений. Отчет Всемирной Комиссии по Плотинам Обзор Ноябрь 2000г. [http://www.dams.org\\_nbra.ru/ecobook/plotirazv.pdf](http://www.dams.org_nbra.ru/ecobook/plotirazv.pdf)
2. Баймахан Р.Б. Расчет сеймонапряженного состояния подземных сооружений в неоднородной толще методом конечных элементов. Монография под редакцией академика НАН РК Айталиева Ш.М. Алматы, 2002., – 232с.
3. Бабешко В.А., Волосухин В.А., Дыба В.П. Инженерные методы расчета оползневых склонов и откосов грунтовых плотин. Краснодар – Новочеркасск, 2013. 216 с.

Рысбаева А.К.

#### Сел тасқынынан қорғануда қиын жағдайдан шығу тәсілдері

**Түйіндеме.** Бөгеттердің кернеулік-деформациялық күйін есептеудің негізгі әдістеріне талдаулар жасалып, бөгет салу тарихына қысқаша шолулар келтірілген.

**Кілттік сөздер:** Сел, бөгет, шекті элементтер әдісі, есептеу, кернеулік-деформациялық күй.

Rysbayeva A.

#### Selection of the method of calculation of the stressed condition of sill dams

**Summary.** A brief historical overview plotinostroeniya and systematic analysis of existing methods of calculating the basic stress-strain state of the dam.

**Key words:** Sel, dam, finite element method, calculation, naprzhhenno-deformed state.

УДК 502.175:629(574-25)

**А. С. Бегимбетова, С.Б. Айдарова**

(КазНТУ им. К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан)

### РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ ОТ ВЫБРОСОВ АВТОТРАНСПОРТА В УСЛОВИЯХ ГОРОДА АЛМАТЫ

**Аннотация.** В крупных городах Казахстана основным источником загрязнения атмосферного воздуха является автотранспорт. Это связано с высокой динамикой роста автомобильного парка в городах, а также с эксплуатацией большого количества технически устаревшего автотранспорта. С учетом того, что данные выбросы происходят непосредственно в приземном слое атмосферы, в зонах, расположенных в жилой застройке, изучение закономерности распределения концентраций вредных примесей от автомашин, является весьма важной задачей. Степень влияния вредных выбросов автотранспорта на окружающую среду определяется значением их приземных концентраций в атмосферном воздухе. На сегодняшний день существующие методы прогнозирования и моделирования загрязнения воздуха крупных городов намного отстают от расчетных методов определения концентраций вредных веществ от стационарных источников. В связи с этим возникает необходимость создания и совершенствования расчетов приземных концентраций, учитывающих влияние различных факторов на характер рассеивания загрязняющих веществ в условиях приаггистральной застройки.

**Ключевые слова.** Загрязнение, автотранспортные средства, оксид углерода, диоксид азота, приземный слой атмосферы, жилая застройка, приземная концентрация.

В настоящее время используют два подхода к созданию модели расчета концентраций вредных выбросов от передвижных источников. Первый метод основан на эмпирических зависимостях, полученных в результате статистической обработки данных натурных измерений и физического моделирования. Второй метод базируется на использовании основных зависимостей расчета концентраций примесей от стационарных потоков применительно к транспортному потоку. В СНГ и во многих других странах мира чаще применяют совместно полуэмпирические зависимости и статистические данные о распределении концентраций примесей для расчета и построения полей приземных концентраций за определенное время. С целью выявления эмпирической зависимости величины концентрации от различных факторов, был произведен статистический анализ состояния воздушного бассейна города Алматы по отработавшим газам автотранспорта.

Уровень загрязнения атмосферного воздуха г. Алматы определяется двумя факторами: объемом выбросов антропогенных источников (автотранспорта, промышленных предприятий) и метеорологическими условиями, определяющими интенсивность процесса рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. «Радиус влияния» промышленных источников загрязнения атмосферного воздуха зависит, в первую очередь, от высоты и температуры источников выбросов. К таким источникам относятся, прежде всего, трубы объектов теплоэнергетики и ряда других промышленных предприятий. От стационарных источников загрязнение распространяется на большие расстояния (максимум приземной концентраций от таких объектов может наблюдаться на расстоянии 5-6 км от источника выброса). Как правило, влияние выбросов высоких и горячих источников формирует фоновое загрязнение воздуха на всей территории города. Очаги приземного загрязнения атмосферного воздуха связаны, наоборот, с выбросами локальных источников (приземных источников, с меньшей температурой выброса). К ним относится, прежде всего, автотранспорт (промышленные предприятия с невысокими и негорячими источниками в случае, если они соблюдают природоохранное законодательство, как правило, не оказывают влияние за границами своей санитарно-защитной зоны).

Автотранспортные средства являются основным источником поступления в окружающую среду следующих вредных веществ: оксида углерода, диоксида азота, формальдегида и др. В 2013 году в городе Алматы максимальная из разовых концентраций оксида углерода составила 4,2ПДК, диоксида азота – 4,7ПДК, взвешенных веществ – 2,4ПДК, формальдегида – 1,7ПДК, фенола – 1,2ПДК (табл. 1).

Таблица 1. **Уровень загрязнения атмосферного воздуха города Алматы в 2013 году**

Название примесей	Средняя концентрация		Максимальная концентрация		Повторяемость концентраций примесей выше ПДК, в %
	мг/м <sup>3</sup>	В долях ПДК	мг/м <sup>3</sup>	В долях ПДК	
Взвешенные	0,26	1,7	1,2	2,4	2,4
Диоксид серы	0,014	0,3	0,103	0,2	0,2
Оксид углерода	3,6	1,2	21	4,2	4,2
Диоксид азота	0,09	2,3	0,4	4,7	4,7
Фенол	0,0018	0,6	0,012	1,2	1,2
Формальдегид	0,0129	4,3	0,06	1,7	1,7

Согласно литературным источникам [1,2], статистические наблюдения за степенью загрязнения воздуха магистралей и примыкающих территорий включают одновременные замеры состава атмосферного воздуха. Цикл наблюдения за сутки должен состоять из трех интервалов по 2-3 часа непрерывных обследований: утренний час «пик» (7-10 ч); межпиковое время (11-14 ч); вечерний час «пик» (16-19 ч). Результаты наблюдений, после обработки, дают ряд среднечасовых концентраций. По данным Гидрометцентра города Алматы, среднечасовые концентрации вредных примесей в течение различного времени суток на посту наблюдения ПНЗ №12, расположенного на пересечении улиц пр. Райымбека, угол ул. Наурызбай Батыра, составили значения, приведенные в таблице 2.

Максимальные утренние концентрации, как правило, регистрируются около 9 часов утра, и могут достигать значений 0,5-0,7ПДКм.р. Уменьшению загрязнения воздуха в дневные часы способствует уменьшение количества машин, прогрев атмосферы и усиление вертикального турбулентного обмена под влиянием усиления скорости ветра и неустойчивости приземного слоя [3,4]. Поздно вечером и рано утром концентрация понижается вследствие сокращения выбросов примесей транспортом и промышленностью. Исключением из данной закономерности является суточный ход оксида углерода в зимний период, когда в дневные часы не происходит снижения концентраций. Так как в г. Алматы на долю автотранспорта приходится большая часть выбросов загрязняющих веществ, их концентрация ночью в 3-6 раз меньше, чем днем, при этом днем отмечается два максимума: в 7-11 и 16-19 ч. Доля оксида углерода в общей массе выбросов автотранспорта составляет 80-90%, в свою очередь в глобальных выбросах оксида углерода около 80% приходится на автотранспорт [3].

Таблица 2. Среднегодовые концентрации вредных веществ по данным стационарного поста наблюдения ПНЗ №12

Название примеси/время замера	Среднегодовые концентрации, мг/м <sup>3</sup>		
	7 <sup>00</sup> -10 <sup>00</sup> ч.	11 <sup>00</sup> -14 <sup>00</sup> ч.	16 <sup>00</sup> -19 <sup>00</sup> ч.
Взвешенные вещества	0,406	0,414	0,439
Оксид углерода	4,858	4,155	4,881
Диоксид азота	0,111	0,096	0,121
Диоксид серы	0,013	0,020	0,020
Формальдегид	0,015	0,017	0,018

Для выявления неблагоприятных годовых периодов, был также проведен статистический анализ изменения средних концентраций оксида углерода и диоксида азота по месяцам, результаты которого приведены в таблице 3.

Как известно, существенное влияние на рассеивание выбросов загрязняющих веществ и, соответственно, на уровень наблюдаемого загрязнения оказывают погодные условия. При постоянной величине выбросов загрязняющих веществ в зависимости от погодных условий уровень загрязнения воздуха может изменяться в несколько раз. Фактическое число периодов с повышенным загрязнением, длительность и уровень загрязнения определяется во многом неблагоприятными метеорологическими условиями. Местоположение мегаполиса характеризуется избыточным накоплением в приземном слое атмосферы загрязняющих веществ. Природные и климатические особенности способствуют образованию мощной приземной инверсии температуры, сохраняющейся, особенно в зимний период, длительное время. Наиболее значимые периоды с неблагоприятными метеорологическими условиями для рассеивания оксида углерода отмечались в январе, феврале, марте. В теплый период года концентрация оксида углерода намного меньше, чем в зимний, что объясняется более развитым турбулентным обменом летом. Концентрация диоксида азота в холодный период значительно больше, чем в теплый, что объясняется преобладанием устойчивой термической стратификации в приземном слое зимой и неустойчивым – летом [3].

Однако помимо стратификации, на концентрацию примеси столь же существенное влияние оказывает вертикальное движение воздуха. Ветровой режим города отличается большим количеством штилевых периодов со слабыми ветрами северо-восточного направления летом. Для Алматы характерны слабые ветры, повторяемость штилей в году в среднем 22%, туманы и другие неблагоприятные метеорологические условия [4]. В связи с этим в нижнем слое атмосферы происходит накопление эмиссий загрязняющих веществ, выхлопных газов автомобилей, вредных выбросов котельных, ТЭЦ, промышленных объектов и т.д., что ведет к образованию смога, ставшего привычным явлением для Алматы независимо от времени года.

Таблица 3. Среднемесячные концентрации вредных веществ для г. Алматы в 2012, 2013 г.

Название месяца	Оксид углерода за 2012 год		Оксид углерода за 2013 год		Диоксид азота за 2012 год		Диоксид азота за 2013 год	
	Концентрация мг/м <sup>3</sup>	В долях ПДКс.с.	Концентрация мг/м <sup>3</sup>	В долях ПДКс.с.	Концентрация мг/м <sup>3</sup>	В долях ПДКс.с.	Концентрация мг/м <sup>3</sup>	В долях ПДКс.с.
Январь	4,4	1,5	6,1	2,0	0,140	3,5	0,134	3,4
Февраль	3,9	1,3	4,1	1,4	0,130	3,3	0,095	2,4
Март	3,8	1,3	4,6	1,5	0,110	2,7	0,099	2,5
Апрель	2,9	1,0	3,8	1,3	0,100	2,5	0,082	2,1
Май	2,4	0,8	3,6	1,2	0,090	2,2	0,081	2,0
Июнь	3,0	1,0	2,9	1,0	0,080	2,0	0,070	1,8
Июль	2,9	1,0	3,0	1,0	0,070	1,8	0,081	2,3
Август	2,0	0,7	2,5	0,8	0,080	2,0	0,083	2,1
Сентябрь	2,3	0,8	2,2	0,7	0,082	2,0	0,084	2,1
Октябрь	3,0	1,0	3,0	1,0	0,090	2,2	0,083	2,1
Ноябрь	4,3	1,4	3,6	1,2	0,105	2,6	0,092	2,3
Декабрь	4,8	1,6	3,5	1,2	0,120	3,0	0,099	2,5

В настоящее время имеется большое количество методик, описывающих закономерности рассеивания в воздухе вредных веществ. Разнообразие существующих методов определения концентраций вредных примесей от отработавших газов автомобилей объясняется необходимостью учета всех факторов, оказывающих влияние на степень загрязнения окружающей среды. Обычно транспортный поток рассматривают как непрерывный источник выбросов. Автотранспортные средства, движущийся в плотном потоке, активно влияют на перемешивание шлейфа отработавших газов каждой автомашины. Согласно анализу изученной литературы, при малых скоростях ветра, что характерно для города Алматы, вклад автотранспорта в общее образование примесей составляет около 50-70% на расстоянии 30 м [1,3]. Следовательно, при ширине проезжей части 15-20 м максимальные значения концентраций будут вблизи края проезжей части. Для подтверждения данного факта, были проведены замеры концентрации оксида углерода на прилегающей к дороге территории (пересечении пр. Райымбека, ул. Наурызбай Батыра) с 10 до 11 часов (час «пик») в холодный период года на различных расстояниях с интервалом 10 м. На рисунке 1 показано распространение приземных концентраций  $C_{CO}$ , мг/м<sup>3</sup>, на высоте 1,5 м от уровня земли, полученное натурными измерениями с помощью сертифицированного автоматического газоанализатора.

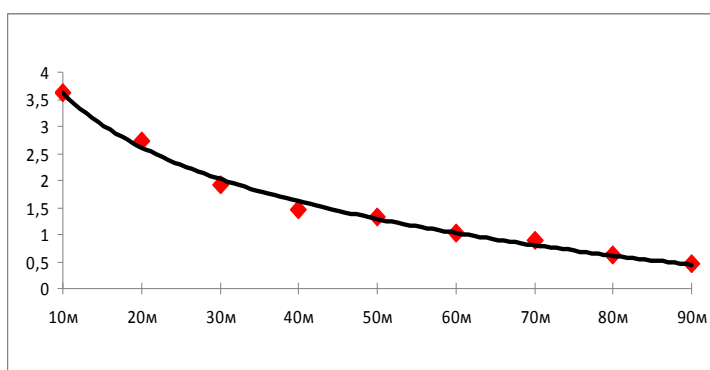


Рис. 1. Снижение приземных концентраций в зависимости от удаленности от края проезжей части автомагистрали

Для выявления тенденции изменения распространения концентраций  $C_{CO}$  от автомагистрали использовали способ аналитического выравнивания путем подбора одной из аппроксимирующих линий. В данном случае была подобрана логарифмическая линия тренда, наиболее точно описывающая статистические наблюдения. Получили зависимость с коэффициентом корреляции  $R=0,9938$  между переменными  $C_{CO}$  и расстоянием от автомагистрали  $X$ , которая более точно описывает наблюдаемые значения:

$$C_{CO} = -1,4447 \ln(X) + 3,6139 \quad (1)$$



Использование уравнения (1) позволяет выявить общую тенденцию развития исследуемого процесса. В данном случае, полученные результаты позволяют расчетным путем определить значение относительной приземной концентрации вредной примеси и расстояние, на котором будет достигнуто значение концентраций выше ПДК.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Базаров Б.И. Экологическая безопасность автотранспорта. Учебное пособие. - Ташкент: Ташкентский автомобильно-дорожный ин-т, 2004. - 104 с.
2. Бондаренко Е.В., Дворников Г.П. Дорожно-транспортная экология. Учебное пособие. / под. Ред. А. А. Цыцур. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. - 113 с.
3. Жданов В.Л. Экологические проблемы автомобильного транспорта в городах. Учебное пособие/- Кемерово : КузГТУ, 2012. —190 с.
4. Захаров Е.А., Шумский С.Н. Экологические проблемы автомобильного транспорта. Учебное пособие. - Волгоград, ВолгГТУ, 2007. – 107 с.
5. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная экология. Учеб. для вузов / Под ред. В. Н. Луканина/— М.: Высш. шк., 2003. — 273 с.
6. Экологическая безопасность транспортных потоков/А.Б. Дьяков, Ю.В. Игнат'ев, Е.П. Коншин и др.; Под ред. А.Б. Дьякова. – М.: Транспорт, 1989. – 128 с.
7. Чигаркин А.В. Геоэкология и охрана природы Казахстана. Алматы. «Қазақ университеті». 2003. – 338 с.

#### REFERENCES

1. Bazarov B.I. Jekologicheskaja bezopasnost' avtotransportah. Uchebnoe posobie. - Tashkent: Tashkentskij avtomobil'no-dorozhnyj in-t, 2004. - 104 s.
2. Bondarenko E.V., Dvornikov G.P. Dorozhno-transportnaja jekologija. Uchebnoe posobie. / pod. Red. A. A. Sycury. - Orenburg: GOU OGU, 2004. - 113 s.
3. Zhdanov V.L. Jekologicheskie problemy avtomobil'nogo transporta v gorodah. Uchebnoe posobie/- Kemerovo: KuzGTU, 2012. —190 s.
4. Zaharov E.A., Shumskij S.N. Jekologicheskie problemy avtomobil'nogo transporta. Uchebnoe posobie. - Volgograd, VolgGTU, 2007. – 107 s.
5. Lukanin V.N., Trofimenko Ju.V. Promyshlenno-transportnaja jekolo-gija. Ucheb. dlja vuzov / Pod red. V. N. Lukanina/— M.: Vyssh. shk., 2003. — 273 s.
6. Jekologicheskaja bezopasnost' transportnyh potokov/A.B. D'jakov, Ju.V. Ignat'ev, E.P. Konshin i dr.; Pod red. A.B. D'jakova. – M.: Transport, 1989. – 128 s.
7. Chigarkin A.V. Geojekologija i ohrana prirody Kazahstana. Almaty. «Қазақ universiteti». 2003. – 338 s.

Бегімбетова А.С., Айдарова С.Б.

#### Алматы қаласында көліктерден тасталған қоқыстардан ауаның ластануы мен таралу жағдайы

**Түйіндеме.** Қазақстанның үлкен қалаларында атмосфералық ауаның негізгі ластану көзі автотранспорт болып табылады. Мақалада атмосфераның төменгі қабатындағы және тұрғын үй құрылыс аймақтарында автокөліктен бөлінетін зиянды қоспалар концентрациясын анықтау заңдылықтары қарастырылған.

Бұл үшін Алматы қаласының ауа бассейнінің жағдайына статистикалық сараптама жүргізілді. Атап айтқанда, автотранспорттың өтеген газдары бойынша қолайсыз жылдық периодтарды анықтау үшін көміртегі оксидінің орташа концентрациясының өзгеруі мен азот диоксидінің айлық өзгеруінің сараптамасы жүргізіледі.

Автомагистралдан бөлінетін зиянды қоспалар концентрациясы таралуының өзгеру тенденциясын анықтау мақсатында, әртүрлі қашықтықта жолға жақын аумағында көміртегі оксиді концентрациясын өлшеулер жүргізілді.

Begimbetova A., Ayidarova S.

#### The dissemination of pollution in atmospheric air from emissions of motor transport in the conditions of Almaty city

**Summary.** In the big cities of Kazakhstan the main source of air pollution is motor vehicles. The article describes the patterns of distribution of pollutant concentrations from motor vehicles in the atmospheric surface layer, in areas located in the residential area. For this was made a statistical analysis of the air quality of the city of Almaty in the exhaust gas of motor vehicles, namely, analysis of changes in the average concentrations of carbon oxide and nitrogen dioxide month for identifying the adverse annual periods. To identify trends in the spread of pollutant concentrations from the motorway were conducted measurements of the surface concentration of carbon monoxide in the surrounding area to the road at various distances.

**Key words.** A pollution, vehicles, carbon oxide, nitrogen dioxide, the atmospheric surface layer, residential area, surface concentration

УДК 622:276.78

Г.Ш. Досказиева, Г.Е. Имангалиева, О.Ш. Тулегенова  
(Атырауский институт нефти и газа, Атырау, Республика Казахстан)

## УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ФИЛЬТРАЦИИ ЖИДКОСТИ В ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЕ ПЛАСТА

**Аннотация.** Рассмотрены модели пласта с переменной проницаемости, для которых вычислены значения скин-фактора. При этом рассмотрены случаи зависимости проницаемости от радиуса по кусочно-однородному, непрерывному законам, а также случай когда проницаемость является функцией пластового давления.

**Ключевые слова:** призабойная зона скважин, гидроразрыв пласта, коллектор, перепад давления, фильтрация, дебит.

В настоящее время в условиях механизированной эксплуатации скважин отсутствуют данные о фильтрационных свойствах пласта и призабойной зоны на текущей стадии разработки месторождений, а также сведения о наличии и глубине зоны повреждения коллектора.

Особенное внимание уделено упруго-пластическим и нелинейным моделям фильтрации, поскольку высокое значение депрессии может привести к нарушению целостности тела породы вблизи ПЗС, где расчеты дебита скважин уже следует провести по другим формулам, отличающимся от известной формулы Дюпюи.

При дополнительных нагрузках, не превышающих максимальные, до разрушения породы, испытанной ею в прошлом, когда она залегала на большой глубине, происходит только упругая деформация [1,2-6]. При проведении ГРП, в результате превышения нагрузки над максимально испытанной, наблюдается не только упругая, но и пластическая деформация [7].

На возможность характера деформации песчано-алевритовых пород в процессе эксплуатации нефтяных и газовых залежей указывают результаты многих лабораторных и промысловых исследований [7]. Добычные возможности скважины лимитируется фильтрационными характеристиками ПЗП, обеспечивающими ее продуктивность за счет гидродинамической связи с удаленной частью пласта. В известной формуле Дюпюи присутствуют три независимо связанные характеристики системы пласт-скважина: приведенный коэффициент гидропроводности  $\varepsilon_* = ОП\varepsilon$

( $\varepsilon = \frac{kh}{\mu}$ ), депрессия на пласт  $\Delta p_0 = p_{nl} - p_{заб}$  и геометрическое фильтрационное сопротивление.

Из формулы (3) следует, что при постоянном радиусе питания  $R_k$ , вязкости пластового флюида  $\mu$ , депрессии на пласт и его толщины  $h$  дебит скважины определяется проницаемостью  $k$  и радиусом скважины  $R_c$  и показателем. Отрицательные значения показателя  $S$  должны быть ограничены физическими условиями, в частности, можно требовать выполнения условия положительности давления на стенке скважины, определяемого с помощью формулы:

$$p_{cm} = p_{nl} - \frac{\Delta p \ln \bar{R}_k}{S + \bar{R}_k}.$$

Из условия  $p_{cm} \geq 0$  получаем:

$$S \geq S_{np} = -\frac{P_{заб}}{P_{пл}} \ln \bar{R}_k. \quad (1)$$

При  $S = S_{np}$ , дебит скважины достигает максимального значения, равное  $Q_{\max} = 2\pi e r_{пл}$ . Наличие этого условия свидетельствует об ограниченности применения формулы Дюпюи, полученной из линейного закона фильтрации.

Дело в том что, характер изменения давления вблизи и дальней зонах скважины на самом деле различен [7,8]. В удаленной части пласта наблюдается прямолинейно-параллельный режим дренирования, где можно использовать формулу Дюпюи, а вблизи скважины пьезометрическая линия близка к экспоненциальной кривой и интенсивность наклона пьезометрической линии в этой зоне существенно возрастает со снижением проницаемости коллектора. Это, прежде всего, связано с тем, что уменьшение проницаемости увеличивает фильтрационное сопротивление вследствие действия капиллярных сил, возрастание сил инерции из-за нарушения линейных законов фильтрации при движении жидкости в режиме плоско-параллельного потока. Это указывает на необходимость изучения возможной пластической деформации коллекторов в прискважинной зоне пласта и влияния ее на продуктивность скважины.

Проведенные исследования [8] однозначно указывают, что в процессе разработки в зонах снижения пластового давления, происходит деформация коллекторов, которая определяется разностью начального и текущего пластовых давлений, темпом снижения пластового давления, временем воздействия дополнительных нагрузок и литологическим типом коллекторов. Исследованиями выявлено, что основные потери пластового давления (более 30%) происходят в приближенной к скважине части ПЗП, охватывающей площадь радиусом всего 2 м. Это связано с техногенными факторами, ухудшающими гидропроводность ПЗП за счет формирования в ней скин-слоя. Таким образом, достижение гидродинамического совершенства системы пласт-скважина, возможно при удалении скин-слоя и увеличении проницаемости ПЗП. С учетом того, что низкопроницаемые коллекторы терригенных пластов представлены хорошо сцементированными песчаными телами, в них за счет изменения структуры порового пространства во всей глубине ПЗП до степени, сохраняющей целостность тела породы, можно увеличивать проницаемость и достичь степени гидродинамического совершенства. Для расчета дебита скважины при этом следует использовать более общие законы фильтрации, где показатель скин-фактора не будет ограничен условием (1). Теоретически оценим относительную продуктивность пласта в случае кусочно-линейного (упруго-пластического) закона плоско-радиальной фильтрации вблизи ПЗС, описываемого соотношениями между скоростью  $v(r)$  и градиентом давления  $p(r)$  ( $r$  - радиальная координата) [9]:

$$v = -\frac{k}{\mu} p_r \text{ при } 0 \leq |p_r| \leq \gamma_1, \quad v = -\frac{k'}{\mu} p_r \left[ 1 - \frac{\beta \gamma_1}{|p_r|} \right] \text{ при } |p_r| \geq \gamma_1,$$

где  $p_r = \frac{dp}{dr}$  - градиент давления;  $\beta = 1 - \frac{k}{k'}$ ;  $k$  и  $k'$  - коэффициенты проницаемости пласта соответственно в упругих и упруго-пластических зонах фильтрации, на границе которых градиент давления равен  $\gamma_1$ .

Для определенности принимаем  $0 \leq \beta \leq 1$ , (коэффициент проницаемости пласта в пластической зоне фильтрации меньше чем в упругой, т.е.  $k' > k$ ) и считаем, что всюду в пласте градиент давления  $\frac{dp}{dr} > 0$ . В удаленной части пласта  $R \leq r \leq R_k$  (упругой зоне фильтрации)

$\frac{dp}{dr} \leq \gamma_1$ , а в области, прилегающей к скважине -  $R_c \leq r \leq R$  (пластическая зона фильтрации)

$\frac{dp}{dr} \geq \gamma_1$ . Радиус границы раздела  $R$  определяется из условия:

$$\frac{dp}{dr} = \gamma_1 . \quad (2)$$

Обозначим через  $p_1(r)$  и  $p_2(r)$  соответственно давление в каждой зоне фильтрации и записываем уравнение неразрывности для этих зон:

$$\frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left( r \frac{dp_1}{dr} \right) = 0 \text{ при } R \leq r \leq R_k , \quad (3)$$

$$\frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left[ r \left( \frac{dp_2}{dr} - \beta \gamma_1 \right) \right] = 0 \text{ при } R_c \leq r \leq R . \quad (4)$$

Для интегрирования уравнений (2) и (3) кроме условия (2) используем следующие граничные условия на контуре питания  $r = R_k$  и поверхности скважины  $r = R_c$ , а также условия непрерывности давления и его градиента на линии раздела  $r = R$ :

$$p_1 = p_{nl} \text{ при } r = R_k , \quad (5)$$

$$SR_c \frac{dp_2}{dr} = p_2 - p_{заб} \text{ при } r = R_c , \quad (6)$$

$$p_1 = p_2 , \frac{dp_1}{dr} = \frac{dp_2}{dr} \text{ при } r = R . \quad (7)$$

Решения уравнений (3) и (4), удовлетворяющие условиям (1) и (5)-(7), можно представить в виде:

$$p_1 = p_{nl} - \gamma_1 R \ln \frac{R_k}{r} \text{ при } R \leq r \leq R_k , \quad (8)$$

$$p_2 = p_{заб} + \gamma_1 R (1 - \beta) \ln \frac{r}{R_c} + \beta \gamma_1 (r - R_c) + S [\gamma_1 R (1 - \beta) + \beta \gamma_1] \text{ при } R \leq r \leq R_k , \quad (9)$$

где радиус границы раздела  $R$  определяется из трансцендентного уравнения.

$$\bar{R} [\ln \bar{R}_k - \beta (\ln \bar{R} - 1) + S (1 - \beta)] - \beta (1 - S) = \Delta \bar{p} , \quad (10)$$

$$\bar{R} = R / R_c , \bar{R}_k = R_k / R_c , \Delta \bar{p} = \Delta p_0 / \gamma_1 R_c .$$

Скорость фильтрации в каждой зоне определяем с помощью формул:

$$v_1 = -\frac{k}{\mu} \frac{dp_1}{dr} \text{ при } R \leq r \leq R_k , \quad v_2 = -\frac{k'}{\mu} \left( \frac{dp_2}{dr} - \beta \gamma_1 \right) \text{ при } R_c \leq r \leq R$$

Расход жидкости будет равен:

$$Q = -2\pi h R_c v_2(R_c) = 2\pi h R_c \frac{k'}{\mu} \left[ \frac{dp_2(R_c)}{dr} - \beta \gamma_1 \right] = 2\pi \varepsilon \gamma_1 R . \quad (11)$$

При отсутствии показателя скин-эффекта ( $S = 0$ ) выражения (8) и (11) совпадают с формулами, полученными в работе [9]. Если полагать  $\beta = 0$ , то (9) совпадает с формулой (3).

Для реализации кусочно-линейного закона фильтрации требуется выполнения условия  $R_c < R < R_k$ , из которого следует:

$$\ln \bar{R}_k + S < \Delta \bar{p} < \beta(\bar{R}_k - 1) + (1 - \beta)\bar{R}_k \ln \bar{R}_k + S[\bar{R}_k(1 - \beta) + \beta].$$

При нарушении этого неравенства, при меньших значениях давления ( $\ln \bar{R}_k + S > \Delta \bar{p}$ ) режим фильтрации будет чисто упругим ( $\beta = 0$ ,  $R = R_c$ ); при  $\Delta \bar{p} > \beta(\bar{R}_k - 1) + (1 - \beta)\bar{R}_k \ln \bar{R}_k + S[\bar{R}_k(1 - \beta) + \beta]$  по всей зоне пласта  $R_c \leq r \leq R_k$  режим фильтрации будет пластическим и зона упругого режима фильтрации отсутствует.

Давление на стенке скважины определяется по формуле:

$$p_{cm} = p_{заб} + SR_c \gamma_1 [\bar{R}(1 - \beta) + \beta].$$

Из требования условия  $p_{cm} \geq 0$ , установим:

$$S \geq S_{np} = -\frac{P_{заб}}{R_c \gamma_1 [\bar{R}(1 - \beta) + \beta]}, \quad (12)$$

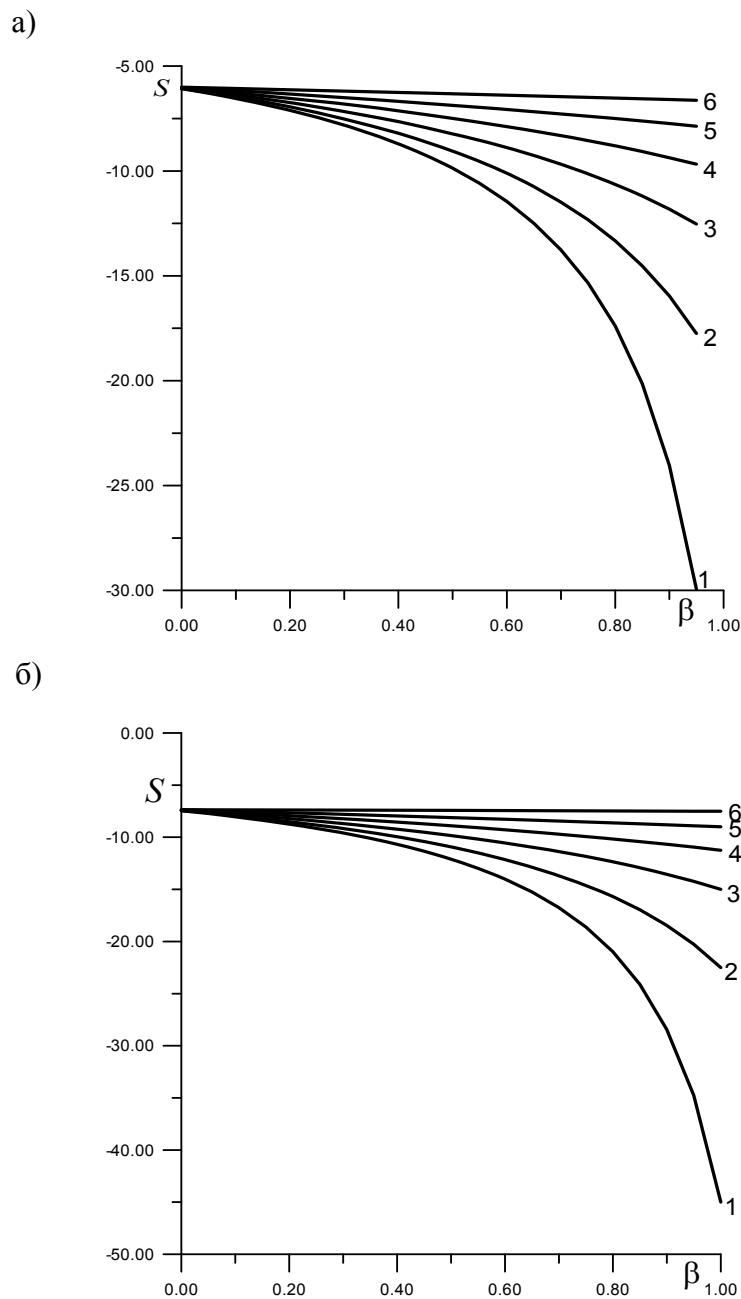
где приведенный радиус границы раздела теперь определяется из уравнения:

$$\bar{R}[\ln \bar{R}_k - \beta(\ln \bar{R} - 1)] - \beta = \frac{P_{nl}}{R_c \gamma_1}.$$

На рисунке 1 представлены графики зависимости предельного значения показателя скин-эффекта от параметра пластичности  $\beta$  при различных значениях параметра  $\gamma = \frac{\gamma_1 R_c}{\Delta p}$ , характеризующего отношения градиента давления на величину депрессию на пласт.

Расчеты проводились для двух значений радиуса питания  $R_k$ . Из анализа графиков видно, при малых значениях параметра  $\gamma$  показатель  $S$  имеет широкий диапазон изменения по коэффициенту пластичности  $\beta$ , и, начиная с некоторого значения  $\gamma$  показатель  $S$  принимает значение, определяемое по формуле (1) и не зависит от  $\beta$  [11].

Как было отмечено выше, приведенная (или фактическая) гидропроводность пласта  $\varepsilon_*$  устанавливается по индикаторной диаграмме (ИД) зависимости  $Q$  от  $\Delta p_0$ , получаемой при исследовании скважины методом установившихся отборов. Истинная (потенциальная) гидропроводность пласта  $\varepsilon$  определяется обычно по кривой восстановления давления (КВД) зависимости  $\Delta p$  от времени  $t$ , получаемой при исследовании скважины на неустановившемся режиме фильтрации. По КВД при дополнительных сведениях о пласте находят показатель скин-эффекта  $S$ .



1 -  $\gamma=0,1$ ; 2 -  $\gamma=0,2$ ; 3 -  $\gamma=0,3$ ; 4 -  $\gamma=0,4$ ; 5-  $\gamma=0,5$ ; 6-  $\gamma=0,6$

**Рис. 1.** Кривые зависимости предельного значения показателя скин-эффекта  $S$  от коэффициента пластичности  $\beta$  при различных значениях безразмерного параметра

$$\gamma = \frac{\gamma_1 R_c}{\Delta p} \text{ для радиусов контура питания: } R_k = 200\text{м (а) и } R_k = 400\text{м (б)}$$

Пусть построенная ИД по данным установившихся отборов на некотором интервале расхода жидкости описывается зависимостью:

$$\Delta p_0 = aQ - bQ \ln Q - c,$$

где параметры  $\varepsilon$ ,  $\beta$  и  $\gamma$  выражаются через опытные данные  $a$ ,  $b$  и  $c$  по формулам:

$$\varepsilon = \frac{\ln \bar{R}_k}{2\pi} \left[ a - b \left( 1 + \ln \frac{c}{b} \right) \right]^{-1}, \quad \beta = 2\pi\varepsilon b, \quad \gamma = \frac{c}{\beta R_c}.$$

В таблице 1 представлены значения показателя скин-эффекта и радиуса распространения пластической зоны при различных значениях отношения  $\Delta\bar{p} = \frac{\Delta p_0}{\gamma R_c}$  и параметра пластичности  $\beta$ . В расчетах принято  $R_c = 0.16 м$ ,  $R_k = 80 м$ .

Пользуясь неравенством (12), находим интервал изменения отношения  $\Delta\bar{p} = \frac{\Delta p_0}{\gamma R_c}$ :  
 $6.21 \leq \Delta\bar{p} \leq 500$ .

Таблица 1. Значения параметра скин-эффекта и радиуса распространения пластической зоны от коэффициента пластичности.

$\beta$	$\Delta\bar{p} = 100$		$\Delta\bar{p} = 200$		$\Delta\bar{p} = 300$		$\Delta\bar{p} = 400$	
	$S$	$R (м)$	$S$	$R (м)$	$S$	$R (м)$	$S$	$R (м)$
0	0	0,16	0	0,16	0	0,16	0	0,16
0,1	-0,19	2,65	-0,25	5,37	-0,30	8,11	-0,32	10,84
0,2	-0,38	2,74	-0,52	5,60	-0,60	8,55	-0,66	11,52
0,3	-0,58	2,84	-0,79	5,90	-0,92	9,10	-1,00	12,28
0,4	-0,78	2,95	-1,07	6,22	-1,25	9,66	-1,37	13,22
0,5	-1,00	3,07	-1,37	6,61	-1,59	10,40	-1,76	14,34
0,6	-1,22	3,21	-1,70	7,10	-1,96	11,38	-2,16	15,80
0,7	-1,46	3,37	-2,02	7,63	-2,36	12,44	-2,60	17,71
0,8	-1,72	3,56	-2,38	8,34	-2,78	14,00	-3,10	20,46
0,9	-1,98	3,78	-2,77	9,28	-3,20	16,30	-3,65	25,00
1,0	-2,27	4,06	-3,21	10,67	-3,85	20,30	-4,40	35,3

Из анализа табличных данных следует, что наличие пластической зоны в продуктивном пласте приводит к увеличению дебита скважины. При этом видно, что с ростом параметра пластичности зона охвата также увеличивается и это заметно при больших перепадах давления [10].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Баренблатт Г.И. О некоторых задачах теории упругости, возникающих при исследовании механизма гидроразрыва пласта // Прикладная математика и механика. - 1956. -Т.20. - №4. -с. 475-486.
2. Константинов С.В., Гусев В.И. Техника и технология проведения ГРП за рубежом. - М.: ВНИИОЭНГ. сер. Нефтепромысловое дело. - 1985. -с.61.
3. Желтов Ю.П., Христианович С.А. О гидравлическом разрыве пласта. Известия АН СССР, ОТН. - 1955. - №5, -с. 3-41.
4. Желтов Ю.П. Деформация горных пород. - М.: Недра. - 1966. -с. 250.
5. Perkins T.K., Kern L.R. Widths of hydraulic fracturing: fracture flow capacity as well productivity. Trans. AIME, 1956. -V.25. -р. 91-95.
6. Черепанов Г.П. Механика разрушения горных пород в процессе бурения. - М.: Недра. - 1987. - с. 308.
7. Пыхачев Г.Б., Исаев Р.Г. Подземная гидравлика. - М.: Недра. - 1973. -360 с. 45
8. Пухляков Л.А. Несовершенство скважин и проблема повышения нефтеотдачи пластов. - Томск: изд-во ТГУ. - 1988. -344 с. 46
9. Рабинович Н.Р. Инженерные задачи механики сплошной среды в бурении. - М.: «Недра». - 1989. -270 с.

10. Иманғалиева Г.Е. Расчет продуктивности скважины при упруго- пластическом режиме фильтрации жидкости // Промышленность Казахстана. –Алматы. - 2005. - №8. - с.72-74.

Досказиева Г.Ш., Иманғалиева Г.Е., Төлегенова О.Ш.

**Қабаттың түп маңы аймағында сұйықтықтың сүзілуінің серпінді-иілгіш режимі**

**Түсініктеме.** Ауыспалы өткізгіштігімен қабат моделі қарастырылған, осыдан скин-фактордың мәні есептелінді. Осыған байланысты біртекті, үзіліссіз заңмен радиустан өткізгіштің байланысты жағдайлары, сондай-ақ өткізгіш қабат қысымының функциясы болған жағдайда қарастырылды.

**Түйіндеме сөздер:** Ұңғының түп маңы аймағы, қабатты гирожару, коллектор, қысым айырмасы, сүзілу, шығым.

Досказиева Г.Ш., Г.Е. Иманғалиева Г.Е., Тулегенова О.Ш.

**Упруго-пластический режим фильтрации жидкости в призабойной зоне пласта**

**Резюме.** Рассмотрены модели пласта с переменной проницаемости, для которых вычислены значения скин-фактора. При этом рассмотрены случаи зависимости проницаемости от радиуса по кусочно-однородному, непрерывному законам, а также случай когда проницаемость является функцией пластового давления.

**Ключевые слова:** призабойная зона скважин, гидроразрыв пласта, коллектор, перепад давления, фильтрация, дебит

Doskazyiyeva G., Imangaliyeva G., Tulegenova O.

**Elato-plastic mode fluid filtration in the bottomhole layer zone**

**Summary.** Considered models of variable permeability for which values a skin factor are calculated. Thus cases of dependence of permeability on radius on piecewise uniformly, continuous to laws are considered, and also the case when permeability is function of reservoir pressure.

**Key words:** bottomhole zone of wells, hydraulic fracturing of layer, collector, pressure difference, filtration, output

УДК 536.248.2

**А.А. Генбач, Д.Р. Умышев**

(Алматинский университет энергетики и связи  
Алматы, Республика Казахстан, [umishev\\_d@mail.ru](mailto:umishev_d@mail.ru))

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ ХРУПКИХ И ПЛАСТИЧЕСКИХ КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТЫХ ПОКРЫТИЙ В ТЕПЛОЭНЕРГОУСТАНОВКАХ**

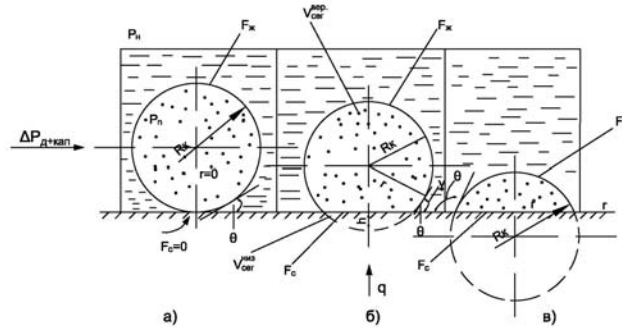
**Аннотация.** Исследован и выявлен механизм предельного теплообмена для различных капиллярно-пористых покрытий. Аналогия покрытий проводится с целью создания охлаждающих систем и осуществления моделирования металлических структур хрупкими естественными минеральными средами (горными породами). Представлена модель зарождения паровых пузырей в капиллярно-пористых структурах и модель термоупругостного разрушения хрупких покрытий. Проведена аналогия глубины распространения температурной волны и толщины отрывающихся частиц разрушаемых покрытий. В механизме разрушения рассмотрены эффекты строения покрытий и плотности вакансий.

**Ключевые слова:** капиллярно-пористые покрытия, аналогия, теплообмен, моделирование, паровые пузыри.

Организация процесса кипения в капиллярно-пористых структурах способствует высокоинтенсивному отбору теплоты от теплонагруженных узлов и деталей тепловых энергоустановок. Для этого создаются анизотропные металлические структуры (60+80%) [1-9]. Для создания расчетных инженерных зависимостей по определению удельных тепловых потоков от парогенерирующей поверхности, используются модели зарождения паровой фазы внутри капиллярно-пористых структур. Тепловые потоки могут определяться через внутренние (термогидравлические) характеристики кипения жидкости (рис. 1). Также системы эффективны в поле совместного действия массового и капиллярного потенциалов  $\Delta P_{д+капл}$  [1-9]. Скоростной кино съемкой установлено наличие «сухого пятна» в основании парового пузыря, находящегося в пористой структуре (рис.1,б). Расчет глубины проникновения  $h$  температурной волны в стенку позволяет учесть влияние теплопроводности структуры и теплоаккумулирующую способность



стенки и структуры. Для дальнейшего подбора материалов покрытий и вычисления механизма их разрушения проводится моделирование, подобие и аналогия процессов теплообмена в случае предельного состояния поверхности нагрева (охлаждения).



**Рис. 1.** Возможные варианты зарождения паровых пузырей на парогенирующей поверхности в ячейках пористых структур:

а) взрывообразное появление парового зародыша;  $P_n, P_n$  – давление пара и насыщения;  $F_c, F_{ж}$  – поверхность пузыря со стороны стенки и жидкости;  $R_k$  – критический радиус пузыря,  $F_c$  – поверхность также является площадью «сухого пятна»,  $r$  – радиус «сухого пятна»;  $\theta$  – угол смачивания;

б) жизнеспособный паровой зародыш, имеющий «сухое пятно» в основании;  $V_{vap}^{ниж}, V_{vap}^{верх}$  – объем сегмента пузыря в нижней и верхней части;  $\gamma$  – угол между  $r$  и поверхностью;  $h$  – глубина проникновения температурной волны в стенку;

в) «гибнущий» паровой зародыш.

Существует теория термической разрушаемости покрытий с точки зрения эффектов их строения. Хрупкое разрушение диэлектриков (стекло) объясняется тем, что внутри этих тел имеются микрополости, на краях которых может происходить концентрация напряжений. Хрупкое разрушение тела наступает, когда напряжение на краях полости  $\sigma_{конц}$  становится равным или несколько большим предела прочности данного твердого тела. Напряжение (среднее)  $\sigma$  внутри вещества при этом относится у упругой области. Считая, что полость ориентирована перпендикулярно полю напряжений, получено выражение, связывающее напряжение на краях полости с напряжением внутри покрытия:

$$\sigma_{конц} = 2\sigma \sqrt{\frac{l}{R}}$$

где  $l$  – линейные размеры полости;  $R$  – радиус кривизны.

Условие разрушения

$$P_1 \leq 2\sigma \sqrt{\frac{l}{R}}$$

где  $P_1$  – предел прочности на растяжение.

В любом твердом теле в состоянии термодинамического равновесия плотность вакансий  $n_v$  связана с плотностью инородных атомов  $n_{ин}$  формулой

$$n_v = n_{ин} \cdot \exp\left(-\frac{E_a}{kT}\right),$$

где  $E_a$  – энергия активации, т.е энергия, затрачиваемая на удаление инородного атома из узла кристаллической решетки (энергия образования вакансии).

При облучении покрытия факелом повышается температура и появляется поле температурных напряжений, которое снижает энергию активации. Поэтому плотность вакансий выражается теперь следующим образом:

$$n_v = n_{ин} \cdot \exp\left(-\frac{E_a - c\sigma_T}{kT}\right),$$

где  $\sigma_T$  – термическое напряжение в покрытии;  $c$  – коэффициент, имеющий размерность объема.

Таким образом, при облучении породы в ней появляются два фактора, увеличивающие равновесную концентрацию вакансий. Это – повышение температуры и появление поля температурных напряжений. Поэтому в облучаемой факелом породе бурно возрастает плотность вакансий, которые быстро объединяются в полости, т.к. интенсивность процесса объединения вакансий пропорциональна квадрату их плотности.

Концентрация напряжений на краях полости под действием деформации сдвига происходит в том случае, если полость ориентирована вдоль поля напряжений. Следовательно, при облучении горелкой любой породы в ее поверхностном слое всегда образуется микрополости. Однако это не значит, что все породы должны быть термически разрушаемы шелушением.

Если полости вакансий могут превращаться в дислокаций, то облучаемая порода приобретает пластические свойства и не разрушается под действием горелки. Таковы все металлы. Этим свойством обладают также и некоторые породы.

Если же в породе дислокации не образуются, то растущие полости вакансий концентрируют на своих краях напряжения и ведут к разрушению породы в то время, когда термические напряжения в породе еще не достигают предела пластической текучести. Происходит хрупкое термическое разрушение. Типичным представителем этой группы пород является кварц.

Таким образом, характер разрушения покрытия термическим путем зависит от характера объединения вакансий, образующихся в процессе облучения. Если структуре твердого тела такова, что вакансии в нем не объединяются в дислокации, то внутри этого тела всегда будут находиться микрополости, размеры которых распределены по закону случайных событий. При облучении эти полости будут расти и являться центрами разрушения наряду с новыми микрополостями, образующимися из вакансий в процессе облучения.

Такое термическое разрушение может вызываться как напряжениями растяжения, так и напряжениями сдвига. Порода, в которой конец растягивающие напряжения приводят к разрушению раньше, чем напряжение сдвига, не будет шелушиться. Все пьезоэлектрики относятся к группе термически (разрушаемых шелушением) пород, так как в них при наличии даже незначительных механических напряжений возникают электрические поля, которые также вызывают равновесные значения плотности вакансий. В этом случае, если инородные атомы являются ионами, выражение для равновесного значения плотности вакансий имеет вид

$$n_b = n_{n0} \exp\left(-\frac{E_b - e_1 \sigma_1 - e_2 \sigma_2}{kT}\right), \quad (1)$$

где  $\epsilon$  – напряженность электрического поля поляризации пьезоэлектрика.

Поэтому в пьезоэлектриках чаще, чем в других породах, происходит выделение дополнительных вакансий, которые объединяются в микрополости, обуславливающие хрупкое термическое разрушение этих пород.

Общепринято, что разрушение анизотропной среды (горной породы) под действием направленного нагрева основано на неравномерном расширении ее составляющих (кристаллов). Нагреваемый слой породы, увеличиваясь в объеме, начинает оказывать давление на соседние менее нагретые слои. Так как расширение во всех других направлениях препятствует реакции прогретых слоев, то порода начинает свободно расширяться с открытой стороны и в силу своей перенапряженности отделяется и откалывается.

Большое влияние на интенсивность термического разрушения породы оказывают ее свойства: а) коэффициент теплового расширения отдельных минералов в породе; б) их твердость и упругость; в) теплопроводность; г) теплоемкость а также такие явления в горных породах, как структурные и полиморфные тепловые изменения.

Чем выше упругость, твердость и хрупкость породы, тем легче она разрушается под действием теплоты, т.к. происходящие в ней даже незначительные объемные изменения кристаллов приводят к более быстрому переходу от предела упругости к критическому состоянию. При этом играет роль не столько абсолютное изменение объема нагреваемого элемента, сколько разность между тепловым (объемным) расширением и деформацией, компенсируемой упругостью породы.

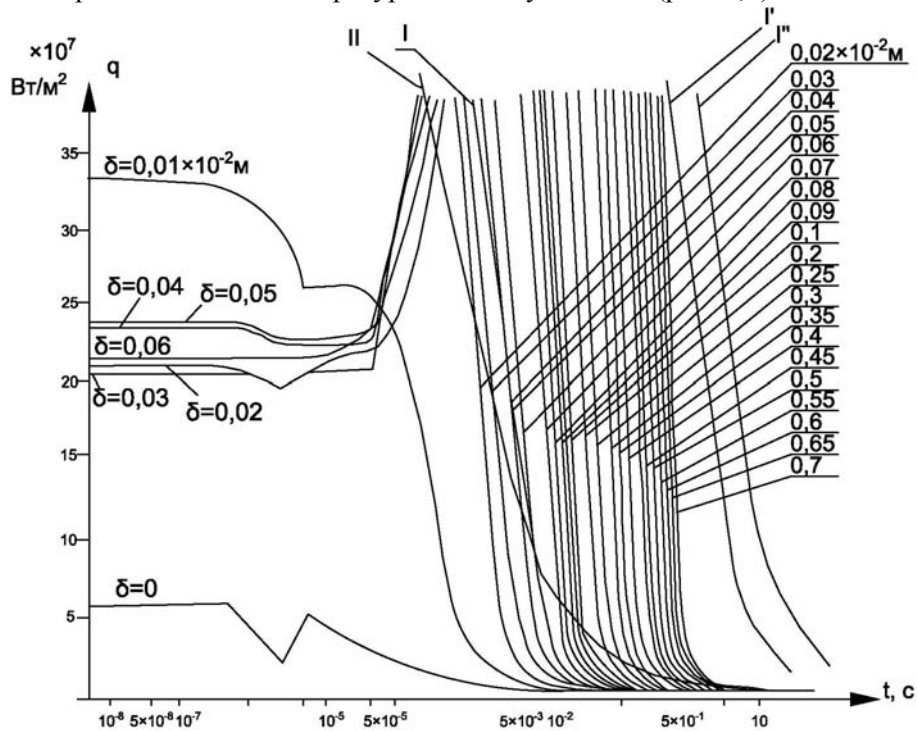
Однако еще не выяснены многие факторы, которые имеют большое значение для практики ведения процесса и повышение его интенсивности. Среди них такие, как проявление высокой интенсивности разрушения при сверхзвуковой скорости газовой струи, экстремальная зависимость

разрушительного действия факела от расстояния между срезом сопла и разрушаемой поверхностью, роль мощных ударных волн газовой струи, детонационного горения топлива в струе углеводородов, роль полиморфных превращении кварца которые рассматриваются как причина разрушения кварцсодержащих пород. Однако в ряде работ роль их отрицается ввиду того, что термомеханические напряжения в режиме разрушения с шелушением проявляется быстрее полиморфных превращений, а повышение разрушаемости кварцсодержащих пород обусловлена высокой их крепостью, плотностью и хрупкостью, способствующими быстрому и интенсивному проявлению термомеханических напряжений. Это доказывается высокими скоростями разрушения бескварцевых карбонатных хрупких и плотных пород (доломитов, сиенитов). Порода, обладающая монолитностью и малой теплопроводностью, разрушается интенсивней.

У гранодиоритов отчетливо прослеживается зависимость характера процесса разрушения и его интенсивности от количественного содержания калиевого полевого шпата, плагиоклаза хлорита и эпидота. С уменьшением в породе содержания калиевых полевых шпатов и увеличением содержания плагиоклазов характер процесса меняется от плавления до хрупкого разрушения породы. С повышением содержания хлорита и эпидота происходит плавление и процесс разрушения породы ухудшается.

Гранодиориты хрупко разрушаются только при сравнительно высоких тепловых режимах, а это связано с повышением температуры разрушаемого слоя породы. Это приводит к тому, что калиевые полевые шпаты, хлорит и эпидот, имеющие более низкую, чем плагиоклаз, температуру плавления переходят в жидкую фазу раньше, чем напряжения в породе станут разрушающими.

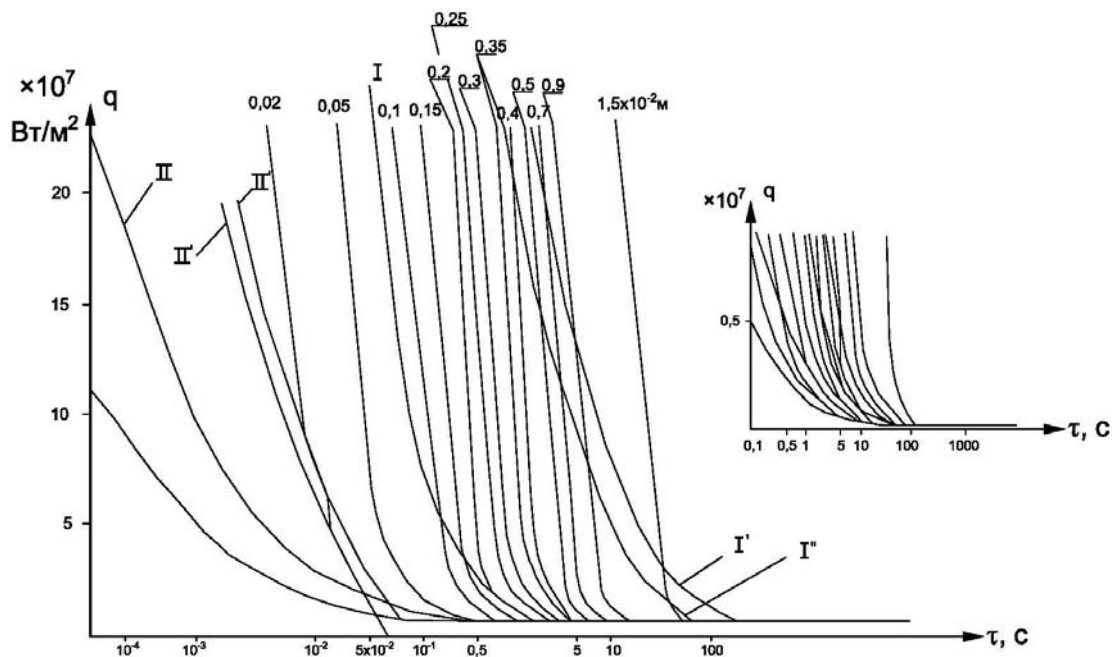
Для определения предельного состояния поверхности при термическом воздействии проведем аналогию между хрупкими (кварц, гранит) и пластическими (медь, нержавеющая сталь) капиллярно-пористыми покрытиями. Для этого решается задача термоупругости [2,3]. Определяются величины удельного теплового потока, подводимого к поверхности и время воздействия его на создание разрушающих напряжений, а также для породы – гранулометрический состав шелухи  $\delta_i$ , а для металла - глубина проникновения температурного возмущения  $h_i$  (рис. 2,3).



**Рис. 2.** Зависимость тепловых потоков  $q$ , вызывающих напряжения сжатия покрытия из кварца, в зависимости от времени действия, для различной толщины отрывающихся частиц  $\delta_i$ : I – напряжения растяжения, достаточные для разрушения; I', I'' – медь и нержавеющая сталь,  $h=0,1 \cdot 10^{-3}$  м; II- плавление поверхности. Кривые II' и II'' для меди и стали почти совпадают с кривой I в области  $\tau=(0,01...0,1)$  с.

При условии разрушения покрытия только сжатием получим ряд кривых, каждая из которых соответствует определенной толщине отрывающихся частиц  $\delta_i$ . Максимальная толщина частиц, отрывающихся под действием сил сжатия, для кварца и гранита составляет  $(0,2 \div 0,3) \cdot 10^{-2}$  м.

Участки кривых сжатия, определяющие отрыв частиц с толщинами  $\delta > 0,3 \cdot 10^{-2}$  м для больших тепловых потоков  $q$  и малых  $\tau$ , экранируются кривой плавления II, а в случае малых  $q$  и значительных интервалов времени – кривой растяжения. Кривая плавления поверхности кварцевого покрытия проходит значительно выше, чем у гранита, что обеспечивает устойчивое хрупкое разрушение кварца.



**Рис. 3.** Зависимость тепловых потоков  $q$ , вызывающих напряжения сжатия гранита в зависимости от времени действия  $\tau$  для различной толщины отрывающихся частиц: I – напряжения растяжения, достаточные для разрушения (I', I'' – медь и нержавеющая сталь,  $h=0,1 \cdot 10^{-3}$  м); II- плавление поверхности (II' и II'' – медь и нержавеющая сталь,  $h=0,1 \cdot 10^{-3}$  м).

Таким образом, разрушение хрупкого капиллярно-пористого покрытия под действием сил сжатия наступает во времени значительно раньше, чем сил растяжения. Интервалы тепловых потоков, в пределах которых происходит такое разрушение, для кварца составляет  $q_{\max} \approx 7 \cdot 10^7$  Вт/м<sup>2</sup>,  $q_{\min} \approx 8 \cdot 10^4$  Вт/м<sup>2</sup>, и для металла  $q_{\max} \approx 1 \cdot 10^7$  Вт/м<sup>2</sup>,  $q_{\min} \approx 2,1 \cdot 10^5$  Вт/м<sup>2</sup>.

Каждой толщине  $\delta_i$  отрывающейся частицы под действием сил сжатия соответствуют свои предельные значения тепловых потоков, которые находятся в пределах приведенных интервалов.

С увеличением величин  $q$  в нагреваемом слое, и, следовательно, уменьшением времени нагрева  $\tau$ , растет роль напряжений сжатия.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Polyayev V., Genbach A.N., Genbach.A.A. An experimental study of thermal stress in porous materials by methods of holography and photoelasticity //Experimental thermal and fluid science, avenue of the Americas, New York, volume 5, number 6, November. –1992. – p. 697-702
2. Генбач А.А., Бурмистров А.В. Исследование теплового состояния цилиндров паровых турбин //Промышленность Казахстана. – 2011. №2 (65). – С. 91-93.
3. Поляев В. М., Генбач А. Н., Генбач А. А. Предельное состояние поверхностей при термическом воздействии//Теплофизика высоких температур. –1991. – Т. 29, №5. – С. 923-934.
4. Polyayev V., Genbatch A. Control of Heat Transfer in a Porous Cooling System // Second world conference on experimental heat transfer, fluid mechanics and thermodynamics. – 1991. – Dubrovnik, Yugoslavia, 23-28 June. – P. 639-644.

5. Поляев В.М., Генбач А.А. Управление внутренними характеристиками кипения в пористой системе //Криогенная техника и кондиционирование: Сб. трудов МГТУ. –1991.- С. 224-237.
6. Поляев В.М., Генбач А.А. Управление теплообменом в пористых структурах // Известия Российской академии наук. Энергетика и транспорт. – 1992. Т.38, №6. – С. 105-110.
7. Поляев В.М., Генбач А.А. Теплообмен в пористой системе, работающей при совместном действии капиллярных и гравитационных сил // Теплоэнергетика. – 1993. №7. – С.55-58.
8. Поляев В.М., Генбач А.А. Интенсивность теплообмена пористой системы в гравитационном поле // Известие вузов. Энергетика. – 1993. №1-2. – С.91-95.
9. Поляев В. М., Генбач А. А. Предельные тепловые нагрузки в пористых структурах//Известия вузов. Авиационная техника . –1991.№1. –С. 33-37.

REFERENCES

1. Polyayev V., Genbach A.N., Genbach.A.A. An experimental study of thermal stress in porous materials by methods of holography and photoelasticity //Experimental thermal and fluid science, avenue of the Americas, New York, volume 5, number 6, November. –1992. – p. 697-702
2. Genbach A.A., Burmistrov A.V. Issledovania teplovogo sostoiania tsylyndrov parovykh turbin //Promishlennost Kazakhstana. – 2011. №2 (65). – S. 91-93.
3. Polyayev V.M, Genbach A.N., Genbach.A.A. Predelnoie sostoianie poverkhnostei pri termicheskom vozdeistvii//Teplofizika visokih temperatur. –1991. – Т. 29, №5. – S. 923-934.
4. Polyayev V.M, Genbach A. Control of Heat Transfer in a Porous Cooling System // Second world conference on experimental heat transfer, fluid mechanics and thermodynamics. – 1991. – Dubrovnik, Yugoslavia, 23-28 June. – S. 639-644.
5. Polyayev V.M, Genbach A.M. Upravlenie vnutrennimi kharaktersitikami kipenia v poristoi sisteme //Kriogennia tekhnika I konditsionirovanie: Sb. trudov MGTU. –1991.- S. 224-237.
6. Polyayev V.M, Genbach A.M. Upravlenie teploobmenom v poristikh strukturakh // Izvestia Rossiyskoi akademii nauk. Energetika i transport. – 1992. Т.38, №6. – S. 105-110.
7. Polyayev V.M, Genbach A.M. Teploobmen v poristoi sisteme, rabotaushei pri sovmestnom destvii kapillarnikh i gravitacionnikh sil // Teploenergetika. – 1993. №7. – S.55-58.
8. Polyayev V.M, Genbach A.M. Intensivnost teploobmena poristoi sistemi v gravitatsionnom pole // Izvestia vuzov. Energetika. – 1993. №1-2. – S.91-95.
9. Polyayev V.M, Genbach A.M. Predelnie teplovye nagruzki v poristikh strukturakh //Izvestia vuzov.Aviatsionnaya tekhnika, . –1991.№1. –S. 33-37.

Генбач А.А., Умышев Д.Р.

**Жылуэнергиялық қондырғыларындағы морт және серпенді капиллярлы-кеуекті жабындардың жылулық күйін зерттеу.**

**Түйіндеме.** Мақалада әртүрлі капиллярлы-кеуекті жабындардың шектік жылу алмасу құбылысы зерттелген. Бұл зерттеуде аналогия тәсілі қолданылды. Аналогия тәсілі жылуэнергетикалық қондырғылардағы болып жатқан процесстерді капиллярлы-кеуекті материалдар арқылы модельденді. Бұл аналогия тәсілінде табиғи минералды кескіндер қолданылды. Мақалада бу көпіршігінің капиллярлы-кеуекті жабынның бетіндегі туу процесі қарастырылып, және де сол материалдардың жылусерпінді бұзылу қарастырылған. Сонымен қатар, жылу толқынының кіру тереңдігі мен бұзылатын жабындардың бетінен бұзылып шығатын бөлшектердің моделі ұсынылды.

**Түйінсөз:** капиллярлы- кеуекті жабын, аналогия, жылуалмасу, модельдеу, бу көпіршіктері.

Genbach A.A., Umyshev D.R.

**Investigation of the destruction energy of brittle capillary-porous coatings in thermal power units.**

**Summary.** Article presents an of heat transfer of limited state of capillary-porous materials. In this research we used analogy method. This method makes possible to analyze processes that go in thermal power units. By this method we modeled processes that goes in thermal power units, by using capillary-porous materials. Also, in article presented a process of birth of vapor bubble on the coating of capillary-porous material, and thermal elastical destruction of that material. Also, article presents model of depth of penetration of thermal flow and model of particles which departs from face of coatings.

**Key words:** capillary-porous coatings, analogy, heat transfer, modeling, steam bubbles.

УДК 637.525

**Н.К. Абильмажинова, А.М. Таева, Ш.А. Абжанова, А. Курманбекова,**  
(Алматинский технологический университет, Алматы, Республика Казахстан)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ЦВЕТОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МЯСА КОНИНЫ**

**Аннотация.** Основным источником белка животного происхождения являются мясо, молоко, яйца и рыба. Мясо и мясные продукты содержат половину необходимого человеку белка, а также все нужные для его жизнедеятельности жиры, углеводы, гормоны и другие биологически активные вещества. Мясо – оптимальный поставщик таких микроэлементов, как железо, цинк и селен.

Целью работы является необходимость проведения научных исследований по разработке перспективных методов обработки мясного сырья и расширению ассортимента, подготовки для изготовления высококачественных мясных продуктов. Результаты проведенных исследований позволяют обеспечить эффективный экспресс-контроль её параметров и характеристик на различных этапах технологического процесса.

**Ключевые слова:** рН, мясные продукты, колориметр, цвет мяса.

### **Введение.**

В Республике Казахстан большое внимание уделяется развитию мясоперерабатывающей отрасли. Одним из основных видов сырья в мясоперерабатывающей отрасли является конина. Продуктивное коневодство в РК сложилось в самостоятельную отрасль животноводства, что обусловлено наличием большого количества пастбищ, способностью лошадей к интенсивному использованию подножного корма на зимних пастбищах и исторически сложившимся традициями коренного населения. Сырье, получаемое после убоя лошадей, представляет собой ценный объект для профилактической и клинической медицины. Диетические свойства конины используются при атеросклерозе, гепатозах, гепатите, панкреатите, алиментарном ожирении и других заболеваниях обмена веществ.

Видовые особенности конины (повышенное содержание соединительных белков, характерные вкусовые качества и запах, различие в морфологическом составе, диетические ценности), высокая рентабельность ее производства, низкая себестоимость и распространение в структуре питания населения обуславливают качественные преимущества конины перед другими видами мяса.

Материалы и методы. ГОСТ Р 51478-99 Мясо и мясные продукты. Контрольный метод определения концентрации водородных ионов (рН).

Определение влагосвязывающей способности мясных композиций и готовых продуктов проводили, используя метод прессования, разработанный Р. Грау и Р. Хамом, модификации В. Воловинской и Б. Кельмана.

Проба расстилается на доске при комнатной температуре, площадью 18x8x2 см. включают колориметр и устанавливают в крайний левый ряд и запускают, на мониторе появляются данные, далее посередине и крайний правый ряд. Данные считываемые на мониторе колориметра указываются следующим образом, L=, a=, b=, где L- это яркость, a – наличие красного цвета, b – наличие желтого цвета.

**Результаты и обсуждение.** Системный подход к изучению потребительских свойств мяса конины включает определение органолептических, физико-химических показателей и безопасности и других показателей. Мясо содержит большое количество водорастворимых витаминов группы В: тиамин, пиридоксин, рибофлавин, пантотеновая кислота, а так же минеральные вещества (фосфор, железо, натрий и т.д).

Нами в опытах были исследованы технологические свойства: рН, водосвязывающая способность (ВСС) мяса конины (рис. 1,2).



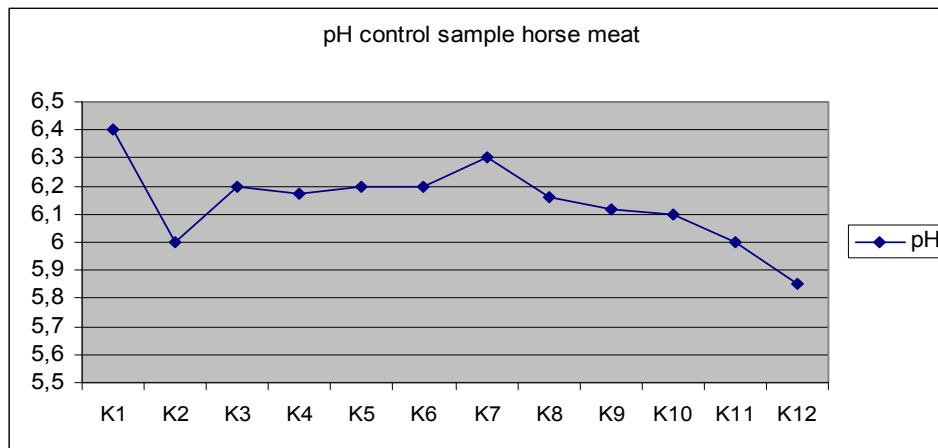


Рис.1. pH мяса конины

Из приведённых данных видно, что значение pH мяса конины через четыре часа после убоя высокий (6,4). В процессе хранения наблюдается снижение pH в первые сутки, а затем повышение до 6,2-6,3 к 6-7 суткам хранения.

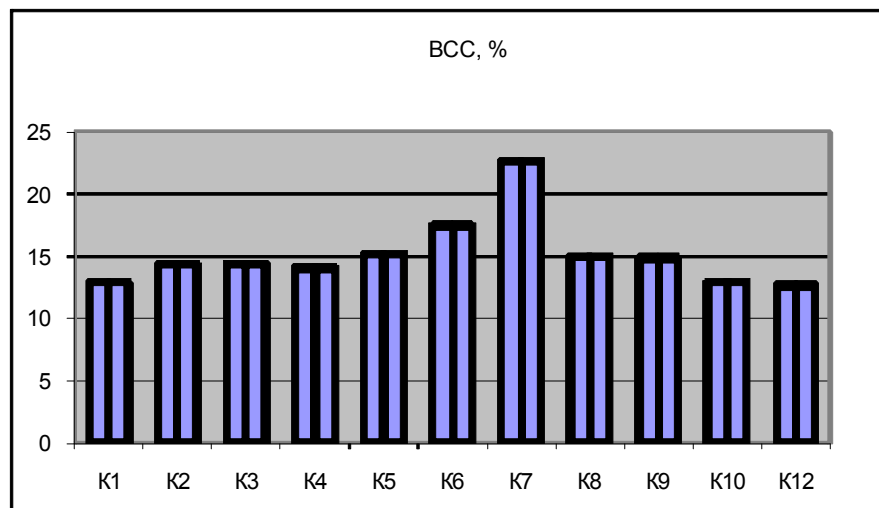


Рис.2. ВСС мяса конины

Полученные результаты свидетельствуют о том, что процесс посмертного окоченения мышечной ткани мяса конины наступает через 24 часа и соответственно к 7 суткам мясо конины созревает. Высокое содержание влаги придаёт мясо конине характерную нежность и сочность. Содержание воды в мышцах колеблется. Оно обратно пропорционально возрасту и упитанности животного. Вода является средой, в которой протекают обменные процессы при жизни животного. От количества воды в мышечной ткани после убоя зависят выход, сочность, прочностные характеристики и перевариваемость готовой продукции.

Анализ литературных данных свидетельствует, что цвет, наряду с pH и водосвязывающей способностью, является одним из важнейших показателей качества мяса, но в отличие от них, относится к группе так называемых прямых свойств, непосредственно влияющих на его окончательную оценку, который на международном рынке, наряду с производственными параметрами, породой, возрастом, санитарным состоянием используется как индикатор качества сырья. Окраска мясопродуктов зависит от цвета мясного сырья, обусловленного содержанием и соотношением основных форм пигментов, она является важнейшим показателем, влияющим на потребительские свойства продукции.

Использование цифрового изображения объектов для оценки цвета мяса позволяет получить более точные результаты по сравнению с другими способами, так как в этом способе измерения не

зависят от освещения объектов и измерение проводится на всю картину образца. Измерение цветовых характеристик мяса и мясopодуkтов путем компьютерной обработки цифрового изображения было высоко коррелировано к сенсорному цветному анализу. Это, как постулировалось, было вследствие того, что сканер провел измерение по всей поверхности образца и таким образом был более представительным, чем при измерении колориметром.

С помощью колориметра «Chrome meter measuring head CR-410 HEAD» проводили исследования по определению цвета мяса конины (рис. 3).

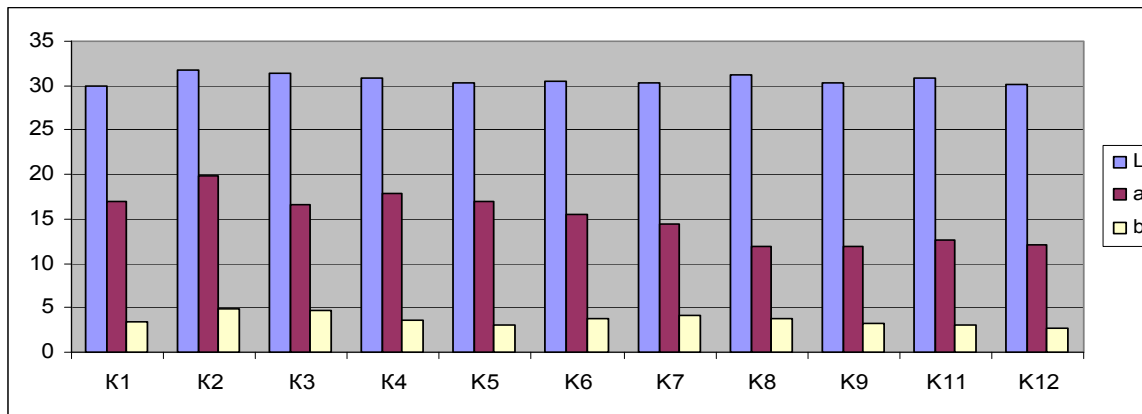


Рис. 3. Цвет мяса конины

Из рисунка видно, что цвет мяса в контрольных образцах L -ярко выраженное, наличие красного цвета а-на 8 сут. снижается, b-наличие желтого цвета сравнительно снижается по сравнению 2-3 сут.

**Выводы.** Анализ результатов экспериментов показал, что применение компьютерных технологий позволяет осуществить надёжную и объективную регистрацию цветовых характеристик мясного сырья. Результаты обработки изображений открывают большие возможности для производства мясной продукции высокого качества, так как позволяют обеспечить эффективный экспресс-контроль её параметров и характеристик на различных этапах технологического процесса: приёмки и оценки качества мясного сырья, его переработки, хранения, транспортировки и реализации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Abzhanova Sh.A., Kizatova M.Zh., Mukhtarkhanova R.B., Tarakbaeva R.E., Abilmazhinova N.K., Study of food and biological value of molded meat products. *Kazakhstan s Economy The Global Challenges of Development Volume 11. page 85-88.*
2. Антипова Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов. -М.: Колос, 2001. - 376 с.
3. Узаков Я.М. Состояние животноводства и мясоперерабатывающей отрасли в Республике Казахстан // Мясная индустрия. - 2005. – №4. – С. 18-22.
4. Ткаль В.А. Контроль качества мясного сырья по цветовым характеристикам / В.А. Ткаль, А.О. Окунев, Л.Ф. Глущенко, А.В. Шараева. // Мясная индустрия. 2007. - № 6. - С. 61 - 64.
5. ГОСТ Р 51478-99 Мясо и мясные продукты.

Абильмажинова Н.К., Таева А.М., Абжанова Ш.А., Курманбекова А.

#### **Жылқы етінің технологиялық ерекшелігін және түсінің өзгеруін зерттеу**

**Тұжырым.** Осы мақалада жылқы етінің технологиялық ерекшелігі және түсінің өзгеруін зерттеулері көрсетілген.

**Негізгі сөздер:** рН, ет өнімдері, колориметр, ет түсі.

Абильмажинова Н.К., Таева А.М., Абжанова Ш.А., Курманбекова А.

#### **Исследование технологических свойств и цветовых характеристик мяса конины**

**Резюме.** В настоящей статье приведена исследование технологических свойств и цветовых характеристик мяса конины.

**Ключевые слова:** рН, мясные продукты, колориметр, цвет мяса.



Abilmazhinova N.K., Taeva A.M., Abzhanova Sh.A., Kurmanbekova A.

**Research of technological properties and colour descriptions of meat of horseflesh**

**Summary.** In the real article resulted research of technological properties and colour descriptions of meat of horseflesh.

**Key words:** pH, водосвязывающая способность (ВСС), colorimeter, color of meat.

УДК 621.311.24

**Ш.А. Садырбаев, С. Кахарман, Д. Кызырбек**

(Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева  
Алматы, Республика Казахстан, e-mail: [chyngyzkhan@list.ru](mailto:chyngyzkhan@list.ru))

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУХОСЕВОЙ СИСТЕМЫ СЛЕЖЕНИЯ ЗА СОЛНЦЕМ  
В УСЛОВИЯХ Г. АЛМАТЫ**

**Резюме:** Солнечная система слежения является наиболее распространенным методом повышения эффективности солнечных фотомодулей. Это исследование представляет КПД преобразования энергии фотомодуля с солнечной системой слежения и неподвижного фотомодуля. Предлагаемая система слежения за ходом Солнца использует 4 фото резистора, которые установлены по бокам фотомодуля. С помощью фоторезисторов солнечная система слежения становится более чувствительной к солнечным лучам, и это позволяет определить более точное местоположение Солнца. Сравнительный анализ был проведен между стационарным фотомодулем и фотомодулем с следящим режимом. Результаты показали, что двухосевая система слежения за солнцем производит на 31,3% больше мощности по сравнению со стационарным фотомодулем.

**Ключевые слова:** система слежения за Солнцем, фотомодуль, микроконтроллер, солнечная энергия, технологии, стационарный фотомодуль.

В данный момент доля солнечной энергетики в энергетическом рынке не велика, но все же это временное явление. И средний показатель к.п.д. фотомодуля варьируется в пределах 15-22%. Но все же на волне развития научно технического прогресса эти показатели не являются пределом. Есть ряд альтернативных способов увеличения этих цифр, и над которыми упорно работают многие ученые с разных стран.

В нашем исследовании в целях повышения к.п.д. фотомодуля рассматривались оптимизирование производство, установка солнечных батареи на основе прослеживания, которая должна следить за Солнцем. Так как падение солнечного луча на поверхность панели под 90° градусом повышает эффективность производства фотомодулей (рис.1).

Под КПД на практике подразумевается отношение максимальной мощности  $P_{max}$ , которую можно снять с единицы площади преобразователя, к общей мощности солнечного излучения  $W$ , падающего перпендикулярно на единицу рабочей поверхности преобразователя, выраженное в процентах:

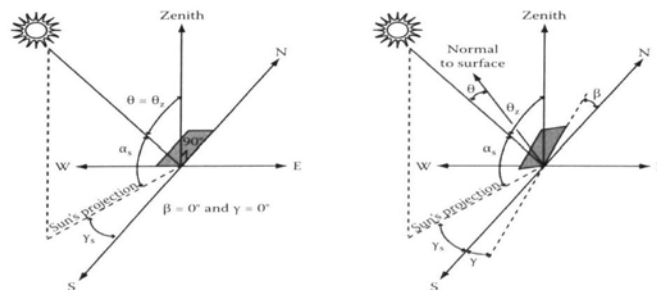
$$W = A * \lambda \cos \theta$$

$$\eta = \frac{P_{max}}{W} * 100\%$$

Здесь  $A$  представляет некоторый ограничивающий коэффициент преобразования в дизайне группы, потому что они не могут преобразовать 100% солнечного света, поглощенного в электроэнергию.

Для создания фотоном в полупроводнике пары электрон – дырка требуется определенная энергия. В кремнии она составляет 1.12 эВ, что соответствует длине волны 1.2 мк. Фотоны с большей длиной волны (вне инфракрасной области спектра) имеют меньшую энергию и поэтому полностью бесполезны. Фотоны с более короткой длиной волны также могут генерировать пары электрон – дырка, но, кпд в этом случае уменьшается, так как избыток энергии фотона над величиной 1.12 эВ рассеивается в виде тепла. Можно показать, что теоретический к.п.д. кремниевого элемента для

солнечного спектра должен быть приблизительно равен 22 – 23%. При этом пренебрегают внутренними потерями и полагают, что используются все пары электрон – дырка, образовавшиеся в материале под действием света. Реальные фотопреобразователи обладают значительно более низким к.п.д., так как некоторые факторы снижают эту цифру. Эти факторы довольно многочисленны, и их можно разделить на две группы. К одной из них можно отнести факторы, обусловливаемые несовершенством приборов, а к другой – зависящие от условий эксплуатации [1].



**Рис.1.** Угол падения солнечного луча на фотопанель.

Многие ученые предлагают различные методы слежения за солнцем [4,6]. Стационарно установленный фотомодуль может производить высокий процент доступной энергии только в полдень, существенная мощность доступна по ранним утрам и дням в промежутке времени 8.30-15.00 [5]. Таким образом, основная выгода системы прослеживания это собрать как можно больше солнечную энергию в течение самого длинного периода дня с самым точным выравниванием. Опираясь на такие природные условия, в ходе нашего исследования, по координатам N 43°13'50" E 76°46'33" были сняты данные с фотомодулей. Стационарный фотопреобразователь был установлен под оптимальный 23.5° градусу к отношению земли, а фотопреобразователь со следящим режимом реагировал на солнечные лучи самостоятельно.

**Описание солнечного элемента.** Под действием света атомы полупроводника возбуждаются и в кристалле как в *n* так и в *p* областях возникают дополнительные пары электрон – дырка. Образовавшиеся электроны и дырки, участвуя в тепловом движении, перемещаются в различных направлениях, в том числе и по направлению к *p-n* переходу.

Благодаря наличию потенциального барьера электронно-дырочный переход будет разделять главным образом диффундирующие к нему неосновные избыточные носители тока. В результате такого разделения в *n* области кристалла будут накапливаться избыточные электроны, а в *p* области – избыточные дырки. Скопление избыточных электронов в *n* области и дырок в *p* области фотопреобразователя будет приводить к компенсации объемного заряда, сосредоточенного у *p-n* перехода, то есть к созданию электрического поля, направленного в сторону, противоположенную тому полю, которое уже имелось там раньше. Образованное светом электрическое поле зарядит левый слой *p* типа положительно, а правый слой *n* типа – отрицательно. Между областями пластинки возникает фото Э.Д.С. Концентрация образованных светом избыточных носителей тока у *p-n* перехода, и следовательно, и величина фото Э.Д.С. зависят от интенсивности светового потока и величины нагрузочного сопротивления, включенного во внешнюю цепь фотопреобразователя.

В ходе исследования фотопреобразователя были использованы следующие формулы, определяющие вольтамперную характеристику:

$$I_n \approx I_{cs} - I_{nr} \left( e^{\frac{q}{kT}(U_n + I_n R_n)} - 1 \right)$$

$$U_n \approx \frac{kT}{q} \left( \ln \left( \frac{I_{cs} - I_n}{I_{nr}} + 1 \right) \right) - I_n R_n$$

$$P = I_n U_n \approx \xi U_{nr} I_{cs}$$

$I_n$  - ток нагрузки

$U_n$  – напряжение нагрузки

$I_{ce}$  - ток от света

$I_{кз}$  - ток короткого замыкания

$I_{н.т}$  - алгебраическая сумма дырочного и электронного токов неосновных носителей через р-п переход в темноте.

$R_n$  - нагрузочное сопротивление

$U_{хх}$  - напряжение холостого хода

$R_{п}$  - сопротивления фотопреобразователя

$q$  - заряд электрона ( $1,6 \cdot 10^{-19}$  К)

$k$  - постоянная Больцмана ( $1,38 \cdot 10^{-16}$  эрг/град)

$T$  - абсолютная температура

$\xi$  – величина, которую можно назвать коэффициентом заполнения (этот коэффициент показывает, какую часть мощности, равной произведению величин  $U_{хх}$  и  $I_{кз}$ , составляет мощность, снимаемая с фотопреобразователя; у хороших элементов величина  $\xi$  может достигать 0.8). [1-3]

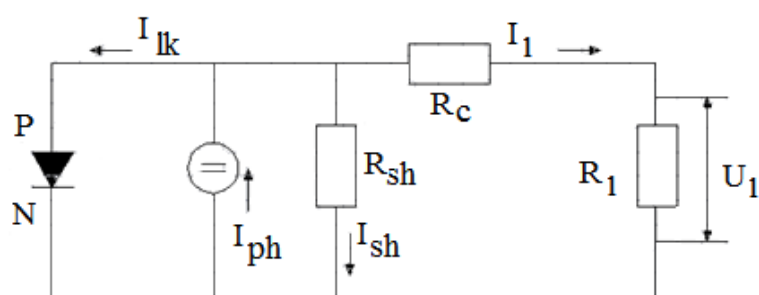


Рис. 2. Схема реального фотопреобразователя.

**Проектирование системы слежения за солнцем.** При выборе системы слежения определялись несколько условий. Это, во-первых, дешевизна системы управления, во –вторых, простота в монтажном плане (рисунок-3), и в -третьих высокая точность работы. По первому критерию все детали в схеме являются доступными и дешевыми. К примеру, операционный усилитель типа LM324N, транзисторы типа TIP41C и TIP42C, диоды типа 1N5407, резисторы, подстроечные резисторы, фоторезисторы и конденсатор всего обходится в пределах 5-8 американских долларов. По второму критерию, был выбран самый простой операционный усилитель (микроконтроллер). Режим работы зависел от значений фоторезисторов. Если значение фоторезисторов изменялись в зависимости от освещения, то микроконтроллер выдавал напряжение в один из своих выходов, который приводил мотор в движение. По третьему критерию, рассчитывались и подбирались очень тщательно резисторы и фоторезисторы. Фоторезисторы должны были иметь одинаковые значение, что очень важно. А подстроечные резисторы очень легко настраивались по напряжению на выходах. Моторчик работал на 12В, но при малых напряжениях уже приходил в движение очень медленно, что было необходимо для плавного слежения за солнцем.

Простой алгоритм работы микросхемы и мотора приведен в виде таблицы снизу (таблица-1).

Таблица 1. Алгоритм работы двигателя в разных режимах микроконтроллера

Выход А	Выход В	Состояние мотора
Низкий	Низкий	Остановлен
Низкий	Высокий	Вперед
Высокий	Низкий	Назад
Высокий	Высокий	Остановлен

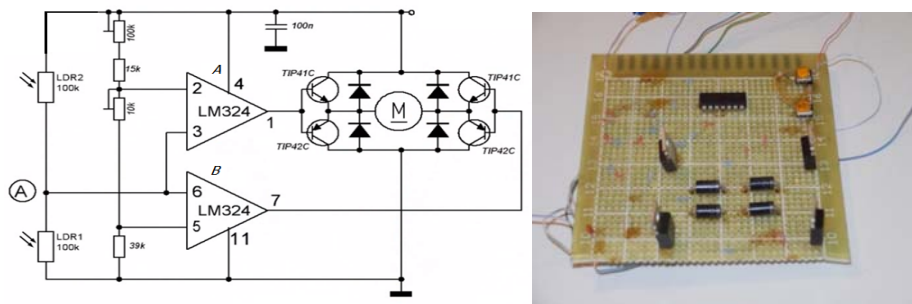


Рис. 3. Схема системы управления мотором

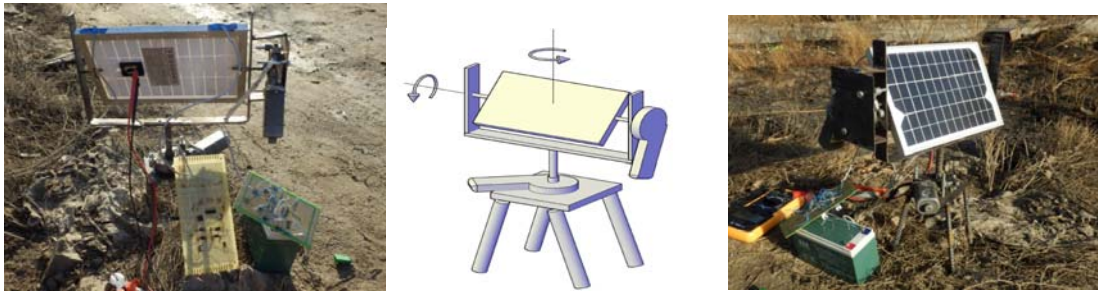


Рис. 4. Двухосевая система слежения.

Таблица 2. Данные монокристаллических фотомодулей во время исследования

время	Двухосевой следающий режим			Стационарный режим			Разница мощностей между следящим и стационарным режимом
	U, В	I, мА	P, Вт	U, В	I, мА	P, Вт	$\eta$ , %
7.00	10.75	0.62	0.0067	10.27	0.55	0.0056	16.48
7.30	18.30	11.80	0.22	15.30	5.55	0.085	61.36
8.00	20.90	87.60	1.83	19.27	41,5	0.799	56.34
8.30	21.50	167.5	3.6	20.80	107.9	2.24	37.78
9.00	21.30	260	5.54	21.0	169.4	3.55	35.92
9.30	20.90	290	6.061	20.90	240	5.01	17.34
10.00	20.90	330	6.89	20.60	320	6.59	4.035
10.30	21.20	350	7.42	20.60	340	7	5.66
11.00	20.90	360	7.52	20.40	370	7.54	-0.27
11.30	20.70	370	7.66	20.30	390	7.91	-3.26
12.00	20.60	380	7.83	20.50	380	7.79	0.511
12.30	21.20	370	7.84	20.60	370	7.62	2.81
13.00	20.90	360	7.52	20.40	380	7.75	-3.1
13.30	20.80	350	7.28	20.30	370	7.51	-3.2
14.00	20.80	350	7.28	20.30	350	7.10	2.47
14.30	20.40	330	6.73	20.10	310	6.23	7.43
15.00	20.80	300	6.24	20.30	260	5.27	15.54
15.30	20.60	270	5.56	19.80	160	3.16	43.16
16.00	20.60	230	4.74	19.20	100	1.92	59.49
16.30	20.30	200	4.06	18.90	56	1.05	74.14
17.00	19.50	178	3.47	18.70	25	0.46	86.74
17.30	19.20	160	3.07	18.10	10.30	0.18	94.137
18.00	18.10	66	1.18	17.50	4.0	0.07	94.1
18.30	10.55	0.54	0.0057	6.80	0.45	0.0031	45.61
						<b>общее</b>	31.3%

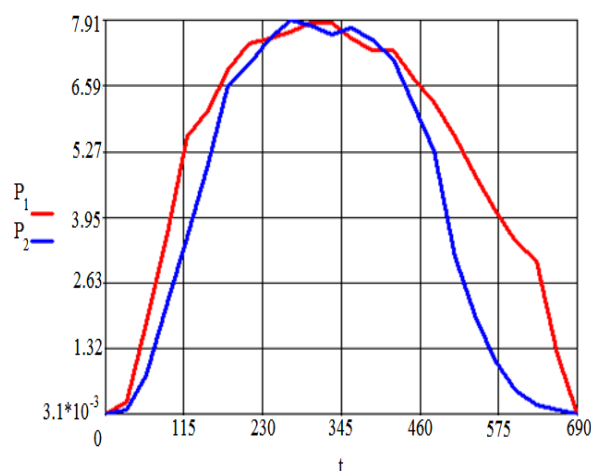


Рис. 5. График оценки мощностей стационарного фотопреобразователя и фотопреобразователя с системой слежения за солнцем на 25.10.2013 времени года.

Таким образом, двухосная система слежения производит на 31.3% больше мощности, чем фотопреобразователь стационарного режима в координатах N 43°13'50" E 76°46'33", и в 25.10.2013 числа.[7].

#### REFERENCES

1. A.Gliberman, A.K.Zaitseva «Silicon solar batteries», GosEnergolzdlat, Moscow, 1961.
2. J.Simon, J.-J.Andre «Molecular Semiconductors: Photoelectrical properties and solar cells», translated from Eng. – M: Mir, 1988.
3. Peter Wurfel, «Physics of solar cells», WILEY-VCH Verlag GmbH&Co. KGaA, 2005.
4. T.J.Byers, «20 selected solar projects making photovoltaics work for you», translated from Eng. – M:Mir, 1988.
5. R.Foster, «Solar Energy: renewable energy and the environment», CRC Press, 2010
6. Nur Mohammad and Tarequl Karim, «The design and implementation of hybrid automatic solar tracking system», International journal of electrical and power engineering (IJEPE,2012), no.6(3), pp.111-117, 2012.
7. Sadyrbayev S.A., Bekbayev A.B., Orynbayev S., Kaliyev Z.Z., «Design and research of dual-axis solar tracking system in condition of town Almaty», Middle East Journal of Scientific Research (MEJSR,2013), no.17(12), 1747-1751, 2013.

Садыров Ш.А., Қахарман С, Қызырбек Д.

#### Алматы қаласы жағдайында қосағашты жүйенің күнмен байқау әдісі мен зерттемесі

**Резюме:** Күн жолын бақылау жүйесі ФМ-дердің тиімділігін арттырудың ең кең тараған тәсілдерінің бірі болып табылады. Зерттеу барысында, күн жолын бақылаушы жүйесі бар ФМ мен стационар орнатылған ФМ шығысындағы мәндері салыстырмалы түрде келтірілген. Бақылаушы жүйесі 4 фоторезисторлардың шамаларын салыстыру принципіне негізделген. Соған орай, бақылаушы жүйенің сезімталдығы жоғарғы деңгейде болып келген. Салыстырмалы мәндерге орай екі ФМ-дің бір біріне қарағандағы айырмашылық графиктері тұрғызылды. Бақылаушы жүйесі бар ФМ тиімділігі салыстырмалы түрде стационар ФМ-ге қарағанда 31.3%-ға жоғары болып шықты.

**Кілттік сөздер:** күн жолын бақылаушы жүйе, фотомодуль, микроконтроллер, күн энергиясы, технология, стационарлы.

Sadyrbayev Sh.A., Kakharman S., Kizirbek D.

#### Design and research of dual-axis solar tracking system in condition of town Almaty

**Summary:** The solar tracking system is the most common method of increasing the efficiency of solar photomodule. This study presents the efficiencies of energy conversion of photo module with solar tracking system and fixed photo module. The proposed sun tracking system uses 4 photo resistors, which are mounted on the sides of the photo module. By these photo resistors the solar tracking system becomes more sensitive and it allows to determining a more accurate location of the sun. A comparative analysis was performed between fixed and dual-axis tracking systems. The results showed that the dual-axis solar tracking system produced 31.3% more power compared with stationary photo module.

**Key words:** Sun tracking system, photomodule, microcontroller, solar energy, technology, stationary.



**А.А. Генбач, Д.Р. Умышев**

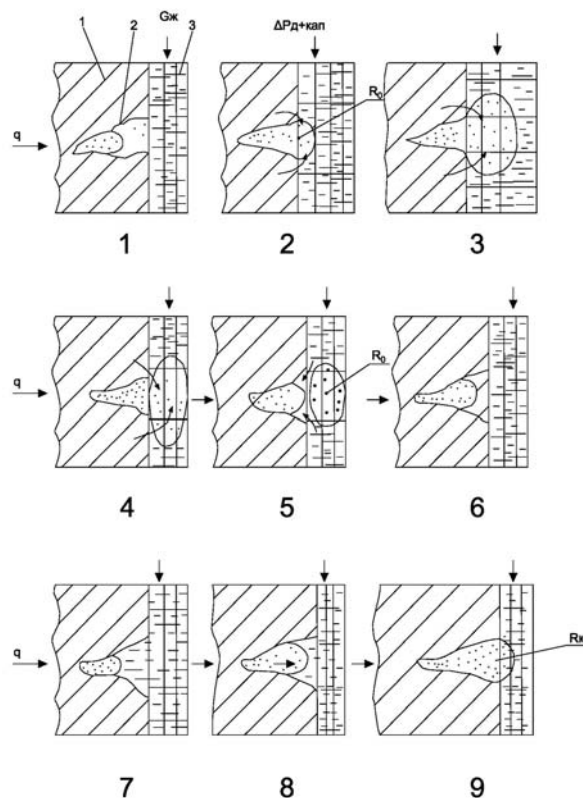
(Алматинский университет энергетики и связи  
Алматы, Республика Казахстан, [umishev\\_d@mail.ru](mailto:umishev_d@mail.ru))

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГИИ РАЗРУШЕНИЯ ХРУПКИХ КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТЫХ ПОКРЫТИЙ В ТЕПЛОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ**

**Аннотация.** Проведение аналогии в процессах разрушения пластических и хрупких капиллярно-пористых покрытий позволило исследовать энергоемкость  $Q$  плохотемпературопроводных малопористых минеральных сред в координатах  $Q - \delta$  и  $Q - q$  для трех видов пористых пород (кварц, гранит, тешенит). Определены для каждой толщины  $\delta_i$  отрывающихся частиц от разрушаемого покрытия под действием сил сжатия свои предельные значения тепловых нагрузок  $q$ , включая кризис кипения в пористой системе охлаждения, работающей в поле массовых сил. Вычислен и экспериментально подтвержден диапазон толщин частиц  $\delta_i$  и время их отрыва от момента подачи величины  $q$ .

**Ключевые слова:** капиллярно-пористые покрытия, минеральная среда, тепловая нагрузка, аналогия, отрывающиеся частицы.

Для создания высокоэффективных и высокоинтенсивных систем охлаждения тепловых энергоустановок проводятся исследования различных металлических капиллярно-пористых структур. Для широкомасштабных энергетических установок эффективны сетчатые изотропные и анизотропные структуры, работающие при совместном действии массового и капиллярного потенциалов [1-9]. Это позволяет улучшить транспорт холодо-теплоносителя к обогреваемой поверхности, управлять теплотехническими характеристиками охлаждающей системы [4,6,7], а также ее внутренними (термогидравлическими) характеристиками (скоростью роста паровыми пузырями, плотностью активных центров, частотой генерации и молчания центров) [4,5]. На рис. 1 показана схема процесса зарождения, развития и отрыва парового пузыря в активной поре парогенерирующей стенки, покрытой пористой структурой.



**Рис. 1.** Иллюстрация процесса зарождения (1,2,3,4), развития (3,4) и отрыва (5,6,7) парового пузыря в активной поре парогенерирующей стенки, покрытой пористой структурой: 1-стенка; 2- впадина; 3 – пористая структура.

$q$  – тепловая нагрузка,  $G_{ж}$  – расход теплоносителя;  $\Delta P_{д+кап}$  – массовый и капиллярный потенциал по транспорту жидкости;  $R_{кр}$ ,  $R_0$  – критический и отрывной радиус парового пузыря.

Достигнутая интенсификация процессов теплопередачи [7,8] при некотором удельном тепловом потоке приводит к возникновению кризиса теплообмена [9] и возможному разрушению парогенерирующей поверхности. Поэтому исследование предельного состояния металлической стенки и покрывающего его капиллярно-пористого покрытия [1-3] является актуальным. Наблюдается аналогия в процессах теплопередачи пластических материалов, обладающих высокой теплоаккумулирующей способностью и хрупких плохотеплопроводных низкопористых естественных минеральных сред (горных пород) [1]. Поэтому проведение моделирования металлических структур с помощью хрупких капиллярно-пористых покрытий позволяет удешевить проведение эксперимента и выявляет механизм терморазрушения материалов в момент достижения предельного состояния теплообменной поверхности [3].

Для проведения исследования энергоемкости разрушения рассмотрим механизм процессов возникновения различного вида термонапряжений (сжатия, растяжения и сдвига).

Изучение механизма процесса разрушения покрытий при воздействии на них высокотемпературной сверхзвуковой струей проведено в работах [1,3]. Для покрытий, не подлежащих хрупкому разрушению, их поверхность подвергали длительному воздействию факела, что создавало значительную толщину прогретого слоя породы. Вместе с тем, при быстром нагреве упругие свойства тел снижались и развивались значительные термические напряжения. При повторных тепловых воздействиях эти напряжения вызывали усталостное разрушение даже у вязкого материала. Поэтому возникшие в нагретом поверхностном слое термические напряжения приводили к образованию многочисленных макро- и микротрещин, которые существенно снижали сопротивление покрытий к механическому напряжению.

При термомеханическом циклонном способе циклический характер изменения температуры поверхностного слоя покрытия сохраняется, а развитие термических напряжений обусловлено градиентом температур, и разрушение происходит при более низких температурах, чем в случае чисто огневого прямого факела.

Применение термических и термомеханических способов воздействия на покрытия сдерживается недостаточным знанием механизма разрушения. Глубокий анализ физических и термодинамических процессов, происходящих в покрытиях при их термическом разрушении, позволяет предотвращать процесс разрушения капиллярно-пористых покрытий.

При термическом разрушении покрытий выделим область  $S$  их поверхности, которая облучается горелкой. Через некоторое время часть нагревается до температуры  $T_s$ , а в других областях сохраняется первоначальная температура  $T_0$ . Внутри покрытия под облучаемой поверхностью возникает градиент температуры, вследствие чего покрытие расширяется неравномерно. Окружающие ненагретые области оказывают сопротивление этому расширению. В результате возникают термические напряжения как в нагретой части покрытия, так и в окружающем нагретом массиве. Эти напряжения могут достигнуть разрушающих значений.

Принимаем, что скорость роста температуры на облучаемой поверхности высокотемпературной сверхзвуковой струей пропорциональна разности конечной  $T_s$  и текущей  $T$ , тогда температура нагреваемой поверхности изменяется по экспоненциальному закону

$$T = T_0 e^{-k't} + T_s (1 - e^{-k't}),$$

где  $k'$  – коэффициент;  $t$  – время воздействия факела горелки на покрытие.

Если бы покрытие расширялось без сопротивления, т.е. свободно, то в этом случае свободное удлинение

$$l_{св} = \alpha L(T - T_0),$$

где  $l_{св}$  – длина образца;  $\alpha$  – коэффициент линейного расширения разрушаемого материала, тогда никаких бы напряжений внутри покрытия не возникло.

Считаем, что разрушаемая среда подобно стержню. Наибольшие температурные (термические) напряжения возникнут, если концы стержня закреплены

$$\sigma_{max} = -E \frac{l_{св}}{l} = -\alpha E(T - T_0),$$

где  $E$  – модуль упругости разрушаемой среды. В действительности стержень получает удлинение, меньшее чем  $l_{св}$

$$l = l_{св} - l_{сж} = \alpha l,$$

где  $l_{сж}$  – сжатие, полученное в результате воздействия на стержень окружающих слоев.

В этом случае

$$l_{сж} = \frac{1}{E} \sigma_T L,$$

где  $\sigma_T$  – напряжения сжатия, возникающие от температурных воздействий. Отсюда

$$\sigma_T = -E \left[ \alpha(T - T_0) - \frac{l}{L} \right].$$

Считая что при нагревании поверхности возникающие напряжения всегда сжимающие, а прочность на сжатие в несколько раз и даже на порядок выше прочности на растяжение и сдвиг, то разрушение вызывается последними напряжениями, которые образуются в породе.

Следует выяснить роль напряжения сжатия.

Выделим в покрытии два слоя (стержня) (один прилегает к другому снизу). При нагреве в нижнем слое возникнут растягивающие напряжения

$$l_1 = \alpha_1(T_1 - T_0)L = \frac{1}{E_1} \sigma_1 L,$$

$$l_2 = \alpha_2(T_2 - T_0)L = \frac{1}{E_2} (\sigma_2 - \sigma_p) L,$$

где  $\sigma_p$  – растягивающие напряжения во втором слое.

Так как  $l_1 = l_2$ , то

$$\frac{\sigma_p}{E} = \Delta l \left( \alpha(T - T_0) - \frac{\sigma_T}{E} \right).$$

$$\text{Или более точно } \frac{\sigma_p}{E} = l_x \left[ \alpha(T - T_0) \frac{d\alpha}{dT} - \frac{d}{dT} \left( \frac{\sigma_T}{E} \right) \right] \frac{dT}{dx}$$

где  $l_x$  – фактор, имеющий размерность длины и по модулю равный единице.

Из приведенного соотношения видно, что растягивающие напряжения растут с ростом градиента температуры при условии, что коэффициент линейного расширения тоже растет с температурой  $\frac{d\alpha}{dT} > 0$ , что наблюдается не для всех материалов и для различных температурных диапазонов.

Условие разрушения растягивающими напряжениями имеет вид

$$\frac{\sigma_p'}{E} \leq l_x \left[ \alpha + (T - T_0) \frac{d\alpha}{dT} - \frac{d}{dT} \left( \frac{\sigma_T}{E} \right) \right] \frac{dT}{dx}$$

где  $\sigma_p'$  – предел прочности на растяжение.

В реальных эксплуатационных условиях капиллярно-пористых покрытий механизм их разрушения может изменяться в зависимости от величины тепловых нагрузок и времени их подачи на покрытие. Поэтому для исследования предельных термодинамических состояний покрытий рассматривалось решение задачи термоупругости. Выделялась свободная со всех сторон пластинка с граничными условиями второго рода ( $q = \text{const.}$ ).

Изменение энергоемкости разрушения  $Q$  покрытий, выполненных из кварца, гранита и тешенита, представлено на рис. 2-5 в координатах  $Q$ - $\delta$  и  $Q$ - $q$ .

Величина  $Q$  определялась как  $Q = q \cdot t / \delta$ , где  $q$  – тепловая нагрузка;  $t$  – время подачи  $q$ ;  $\delta$  – размер частиц, отрывающихся в момент предельного состояния материала.

Каждой толщине  $\delta_i$  отрывающихся от покрытий частицы под действием сил сжатия, соответствуют свои предельные значения  $q$  [3]: для кварцевого покрытия ( $7 \cdot 10^7 \div 8 \cdot 10^4$ ) Вт/м<sup>2</sup>, для гранитного ( $1 \cdot 10^7 \div 2,1 \cdot 10^4$ ) Вт/м<sup>2</sup> и для тешенита - ( $0,08 \cdot 10^7 \div 0,025 \cdot 10^4$ ) Вт/м<sup>2</sup>; для металлов  $1 \cdot 10^6$  Вт/м<sup>2</sup> (кризис кипения) до  $1 \cdot 10^4$  Вт/м<sup>2</sup> (без системы охлаждения). С увеличением  $q$  в нагреваемом слое и уменьшением времени  $t$  подачи  $q$ , растет роль напряжений сжатия.



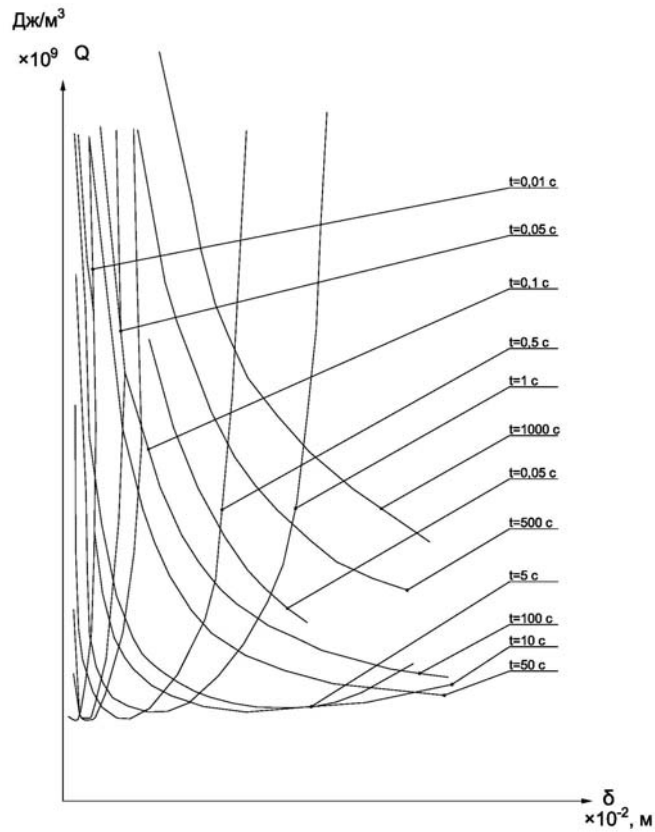


Рис. 2. Изменение удельной энергии разрушения покрытий Q из кварца в зависимости от  $\delta$  для различных t.  $\delta$  – толщина отрывающихся частиц; t – время подачи теплового потока  $q$ .  $Q = q \cdot \frac{t}{\delta}$

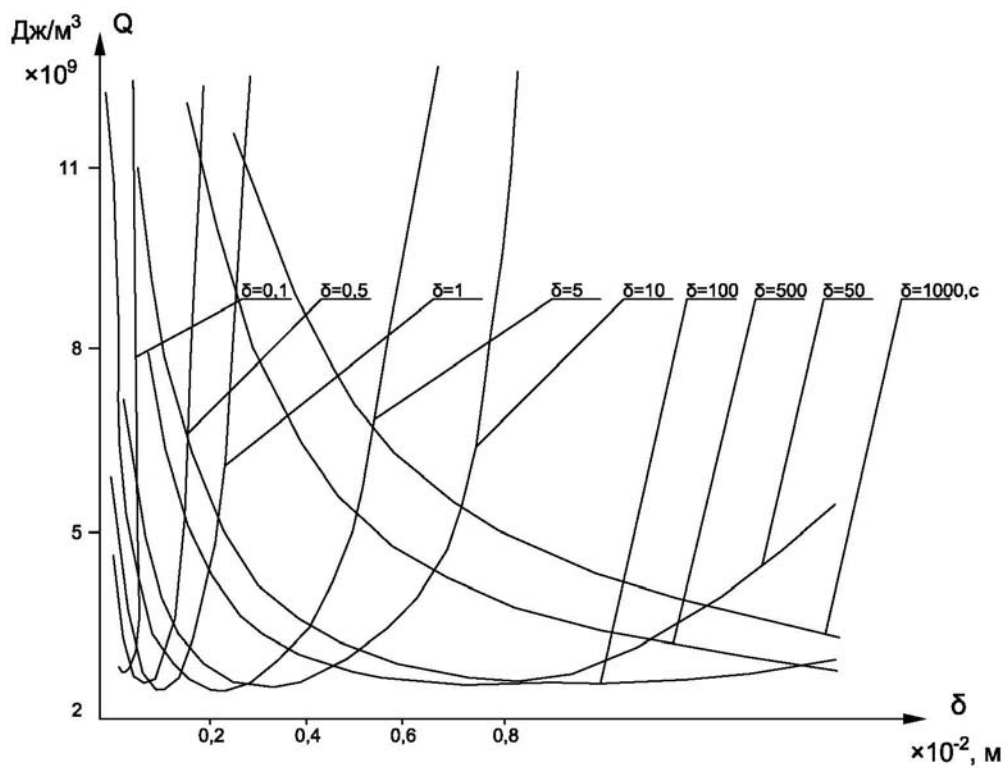


Рис. 3. Изменение удельной энергии разрушения покрытий из гранита Q в зависимости от  $\delta$  для различных t.  $\delta$  – размер отрывающихся частиц; t – время подачи теплового потока  $q$ .  $Q = q \cdot \frac{t}{\delta}$

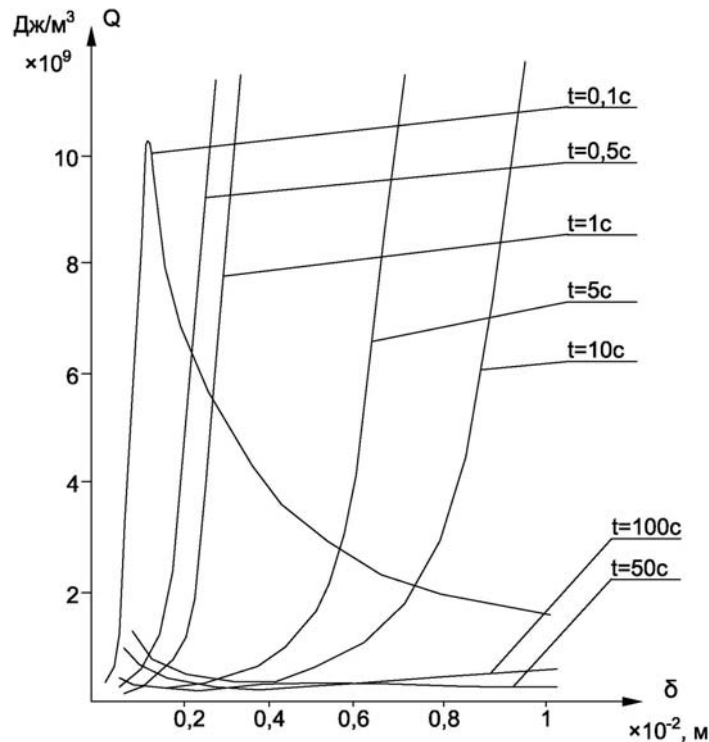


Рис. 4. Изменение удельной энергии разрушения  $Q$  покрытия из тешенита в зависимости от  $\delta$  для различных  $t$ :  $\frac{\sigma_{пр.сж.}}{\sigma_{пр.раст.}}$  -  $20 \div 30$  – отношение нормальных термонапряжений сжатия и растяжения;  $\delta$  – размер отрывающихся частиц;  $t$  – время подачи теплового потока  $q$ ;

$$Q = q \frac{t}{\delta^2}$$

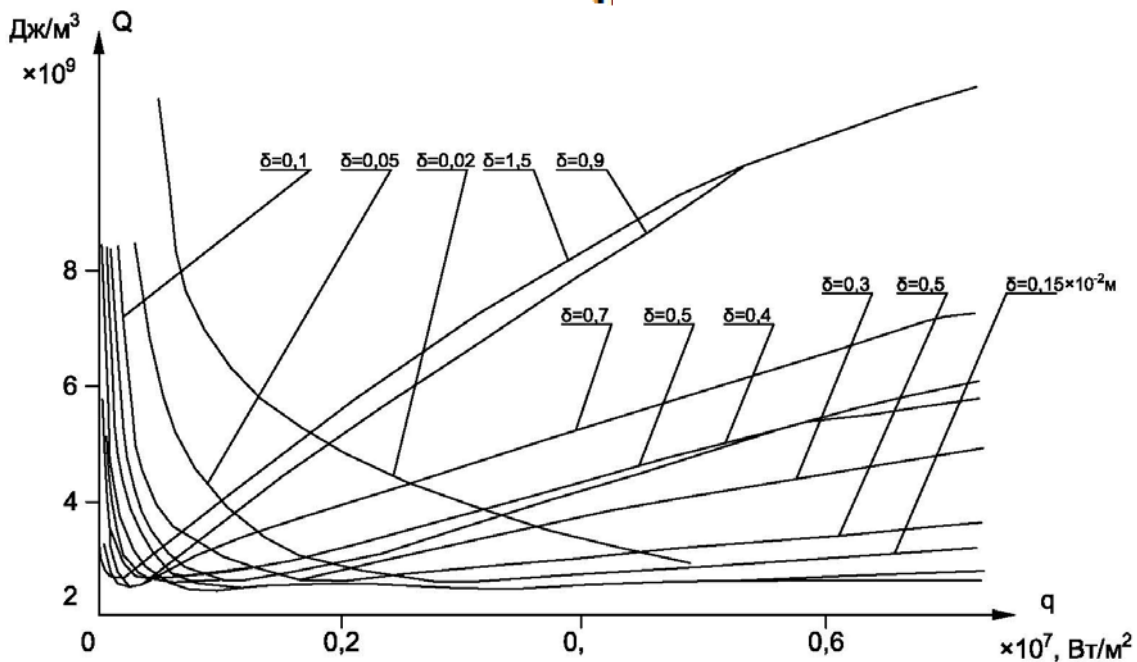


Рис. 5. Изменение удельной энергии разрушения гранитного покрытия в зависимости от  $q$  для различных  $\delta$ .

$q$  – тепловая нагрузка;  $\delta$  – размер отрывающихся частиц;  $Q = q \frac{t}{\delta^2}$

Максимальная толщина частиц, отрывающихся под действием сил сжатия, для покрытий из кварца, гранита и тешенита составляет  $(0,25 \div 0,3) \cdot 10^{-2}$  м. Врем отрыва частиц, определенное скоростной киносъемкой, составляет  $(0,1 \div 5)$  с [3].

Уточнение наиболее вероятной толщины отрываемых частиц в зависимости от  $q$  и  $t$  дает оценка теплоты  $Q$ , необходимой для разрушения единицы объема покрытия (энергоёмкость разрушения) (рис. 2-5). Кривые имеют явно выраженные минимумы для всех трех покрытий. Энергоёмкость разрушения  $Q$  для кварца ниже гранита, а гранита – выше тешенита. Поскольку покрытие всегда имеет естественную трещиноватость, то отношение  $\sigma_{\text{пржк}}/\sigma_{\text{прраз}}$  будет находиться в пределах от 2 до (20÷30). Следовательно,  $Q$  также будет переменной в этих пределах (рис. 4).

Из рис. 2 видно, что для кварцевого покрытия  $Q \approx 0,5 \cdot 10^9$  Дж/м<sup>3</sup> (минимальная энергоёмкость разрушения), для  $t = (0,1 \div 1)$  с,  $\delta_i = (0,1 \div 0,25) \cdot 10^{-2}$  м.

Для гранитного покрытия (рис. 3,5):  $Q \approx 2,5 \cdot 10^9$  Дж/м<sup>3</sup>, для  $t = (0,1 \div 5)$  с,  $\delta_i = (0,1 \div 0,3) \cdot 10^{-2}$  м. Для  $q \approx 0,1 \cdot 10^7$  Вт/м<sup>2</sup> (рис. 5) и  $\delta_i = (0,2 \div 1,5) \cdot 10^{-2}$  см,  $Q = 2,5 \cdot 10^9$  Дж/м<sup>3</sup>.

Для тешенитного покрытия (рис.4):  $Q \approx 0,5 \cdot 10^9$  Дж/м<sup>3</sup>, для  $t = (0,1 \div 5)$  с,  $\delta_i = (0,1 \div 0,4) \cdot 10^{-2}$  м, причем отношение предельных нормальных напряжений сжатия и растяжения изменялось от 20 до 30.

#### ЛИТЕРАТУРА

10. Polyayev V., Genbach A.N., Genbach.A.A. An experimental study of thermal stress in porous materials by methods of holography and photoelasticity //Experimental thermal and fluid science, avenue of the Americas, New York, volume 5, number 6, November. –1992. – p. 697-702
11. Генбач А.А., Бурмистров А.В. Исследование теплового состояния цилиндров паровых турбин //Промышленность Казахстана. – 2011. №2 (65). – С. 91-93.
12. Поляев В. М., Генбач А. Н., Генбач А. А. Предельное состояние поверхностей при термическом воздействии//Теплофизика высоких температур. –1991. – Т. 29, №5. – С. 923-934.
13. Polyayev V., Genbatch A. Control of Heat Transfer in a Porous Cooling System // Second world conference on experimental heat transfer, fluid mechanics and thermodynamics. – 1991. – Dubrovnik, Yugoslavia, 23-28 June. – P. 639-644.
14. Поляев В.М., Генбач А.А. Управление внутренними характеристиками кипения в пористой системе //Криогенная техника и кондиционирование: Сб. трудов МГТУ. –1991.- С. 224-237.
15. Поляев В.М., Генбач А.А. Управление теплообменом в пористых структурах // Известия Российской академии наук. Энергетика и транспорт. – 1992. Т.38, №6. – С. 105-110.
16. Поляев В.М., Генбач А.А. Теплообмен в пористой системе, работающей при совместном действии капиллярных и гравитационных сил // Теплоэнергетика. – 1993. №7. – С.55-58.
17. Поляев В.М., Генбач А.А. Интенсивность теплообмена пористой системы в гравитационном поле // Известие вузов. Энергетика. – 1993. №1-2. – С.91-95.
18. Поляев В. М., Генбач А. А. Предельные тепловые нагрузки в пористых структурах//Известия вузов. Авиационная техника. –1991.№1. –С. 33-37.

#### REFERENCES

10. Polyayev V., Genbach A.N., Genbach.A.A. An experimental study of thermal stress in porous materials by methods of holography and photoelasticity //Experimental thermal and fluid science, avenue of the Americas, New York, volume 5, number 6, November. –1992. – p. 697-702
11. Genbach A.A., Burmistrov A.V. Issledovania teplovogo sostoiania tsylyndrov parovykh turbin //Promishlennost Kazakhstana. – 2011. №2 (65). – S. 91-93.
12. Polyayev V.M, Genbach A.N., Genbach.A.A. Predelnoie sostoianie poverkhnostei pri termicheskom vozdeistvii//Teplofizika visokih temperatur. –1991. – Т. 29, №5. – S. 923-934.
13. Polyayev V.M, Genbach A. Control of Heat Transfer in a Porous Cooling System // Second world conference on experimental heat transfer, fluid mechanics and thermodynamics. – 1991. – Dubrovnik, Yugoslavia, 23-28 June. – S. 639-644.
14. Polyayev V.M, Genbach A.M. Upravlenie vnutrennimi kharaktersitikami kipenia v poristoi sisteme //Kriogennia tekhnika I konditsionirovanie: Sb. trudov MGTU. –1991.- S. 224-237.
15. Polyayev V.M, Genbach A.M. Upravlenie teploobmenom v poristikh strukturakh // Izvestia Rossiyskoi akademii nauk. Energetika i transport. – 1992. T.38, №6. – S. 105-110.
16. Polyayev V.M, Genbach A.M. Teploobmen v poristoi sisteme, rabotaushei pri sovmestnom destvii kapillarnikh i gravitacionnikh sil // Teploenergetika. – 1993. №7. – S.55-58.
17. Polyayev V.M, Genbach A.M. Intensivnost teploobmena poristoi sistemi v gravitatsionnom pole // Izvestia vuzov. Energetika. – 1993. №1-2. – S.91-95.
18. Polyayev V.M, Genbach A.M. Predelnie teplovye nagruzki v poristikh strukturakh //Izvestia vuzov.Aviatsionnaya tekhnika, . –1991.№1. –S. 33-37.

Генбач А.А., Умышев Д.Р.

**Жылуэнергиялық қондырғыларындағы морт және серпенді капиллярлы-кеуекті жабындардың бұзылу энергиясын (қуаттын) зерттеу.**

**Түйіндеме.** Мақалада аналогия тәсілімен серпенді және морт капиллярлы-кеуекті жабындардың көмегімен нашар температура өткізгіш аз кеуекті минералды орталардың энергосыйымдылығы зерттелді. Зерттеуде кварц, гранит, тешенит сияқты кенді кеуекті орталар қолданылды. Әрбір бөлінетін бөлшектің өлшемдері үшін шектік жағдайлар анықталып, шекті жағдайларды туғызатын жылулық мөлшерлер қ анықталды. Бөлінетін бөлшектердің өлшемдерінің ауқымы және олардың жылулық мөлшеріне байланысты бөлініп кететін уақыты анықталды.

**Түйін сөздер:** капиллярлы-кеуекті жабын, минералды орталар, жылу мөлшері, аналогия, бөлінетін бөлшек.

Genbach A.A., Umyshev D.R.

**Investigation of the destruction energy of brittle capillary-porous coatings in thermal power units.**

**Summary.** Article presents investigations by method of analogy by the processes of plastic and brittle fracture capillary-porous coatings, which made possible to investigate energy consumption of low porous mineral (quartz, granite, teschenite). Determined limited state properties for every detaching particle's sizes and determined the thermal load  $q$  which takes to limited state. Determined range of particles sizes and their time of detachment from face of coating, dependent from the thermal load.

**Key words:** capillary-porous coating, mineral media, thermal load, analogy, detached particle.

УДК 378.147

**K. Makulov, Zh. Otarbayev, B. Yagaliyeva**

(Kazakh National Technical University named after K.I.Satpaev  
[kaiyr@mail.ru](mailto:kaiyr@mail.ru), [otarbayev\\_zh@kazntu.kz](mailto:otarbayev_zh@kazntu.kz), [bagdat.yag@gmail.com](mailto:bagdat.yag@gmail.com))

### **ANALYSIS OF EXPERT SYSTEMS, REVEALING OF THE MAIN DEFICIENCIES AND SPECIFICATION OF WAYS OF ITS SOLVING**

**Abstract:** The article deals with expert systems and issues of its use in education with distance education technologies and shows the main deficiencies and ways of its solving for the purpose of ES modulus creation for the system of distance educational technologies.

**Key words:** Distance educational technology, learning technology, E-education, information systems, Information and Communication Technologies.

The need for development of distance learning technologies is obvious for all countries of the world. The history of development of open distance education over the whole world has more than 40 years.

Higher education is considered as one of the leading factors of the social and economic progress. As for the present day the important value and main capital of the modern society is a human capable of searching for and mastering, the new knowledge and making out-of-the-box solutions.

Alongside with such changes the Republic of Kazakhstan (further referred to as – RoK) started to introduce the distance learning form to the educational process in experimental mode as from the year 2005. Later the distance learning form was changed for distance education technology (further referred to as - DET) [1].

Education has become one of the widest areas of human activity in the modern society. For the last ten-year period, the world has changed its attitude to all kinds of education, on the efficiency of which the prospects of human development depend in many ways [2].

Information resources management suggests availability of the aggregate of appropriate technologies based on using some or other means of collection, transfer, processing, storage, submission of information in the process of managerial activity. Depending on predominance of any of the above-listed informational processes, intensity or significance thereof one chooses the proper means of realization thereof that in the context of variety of the latter brings forth the problem of selection and use of means providing for information resources management.

Solving of the problem of selection and use of ES for the educational process for the purpose of conduct of laboratory works by the method of distance learning suggests the availability of the managerial personnel, specialists for introduction to the existing distance learning system, general knowledge of the recommended approaches etc.

Expert systems of project management are designed for planning and management of resources of different kinds (material, technical, information) when realizing complex scientific-and-research and project-and-construction works.

Expert systems and decision-making support systems are designed for the purpose of realizing the technologies of information provision of the managerial decision making processes by virtue of using economical-and-mathematical modeling and artificial brain principles.

ES are designed for the purpose of solving certain practical tasks in some narrow directions, for the basis of which the knowledge of expert specialists are taken. Expert systems became the first program developments to have attracted enormous attention to the results of investigation in the artificial brain area.

Systems of intellectual design and management system improvement are designed for use of so-called CASE-technologies (Computer Aid System Engineering) focused on computer-aided development of project decisions on creation and improvement of organization management systems [3].

ES development stages are considered in the figure 1.

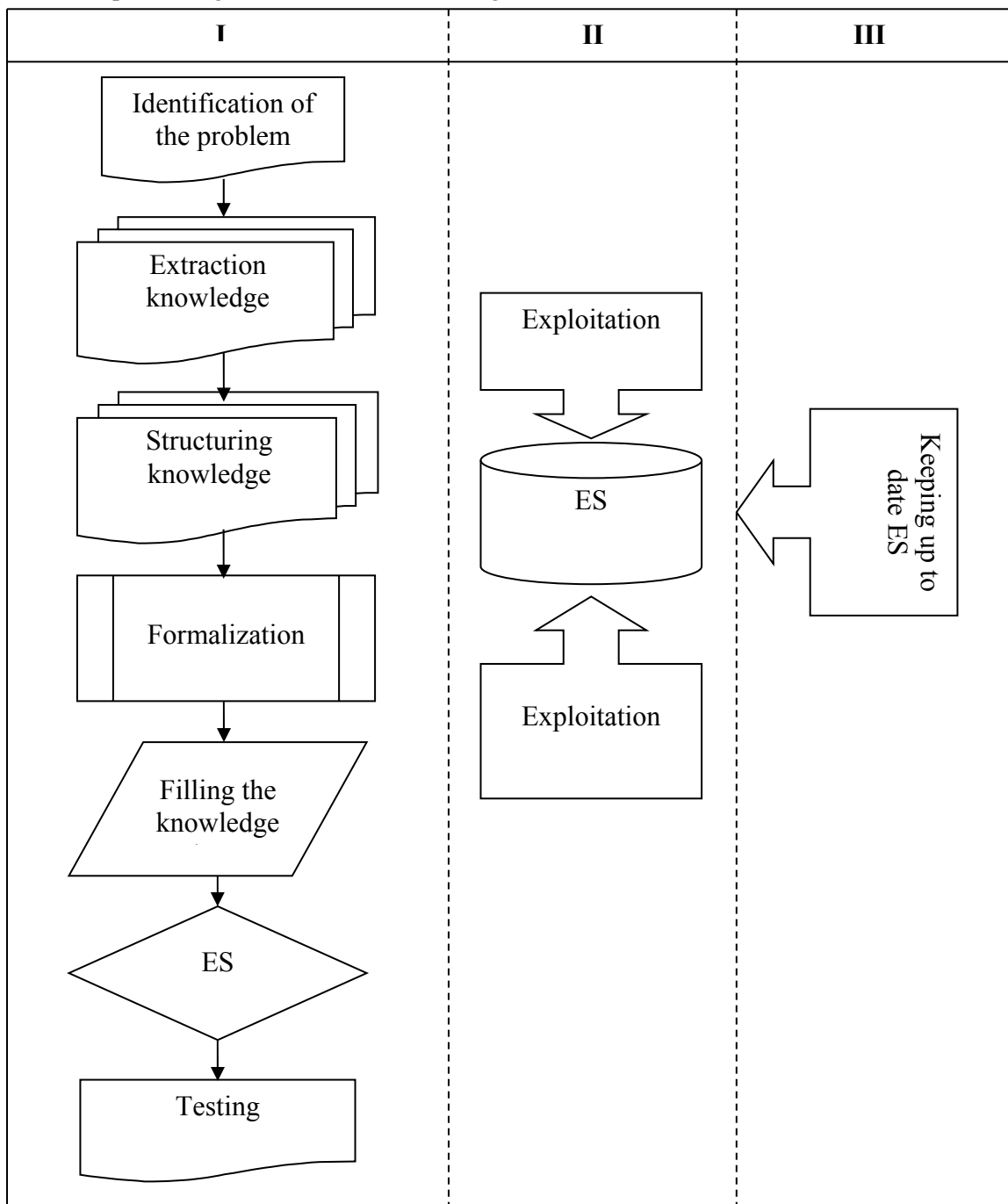


Fig.1. Stages of development of ES.

Correctly selected expert and successful formalization of his knowledge allows providing ES with unique and valuable knowledge.

The first stage. To specify tasks and identify problems, to reveal the development purposes, to specify experts and user types. By the example of introduction to DET the highly-qualified teaching staff of a higher educational institution will be in the role of experts.

The second stage. To analyze the task of a certain subject area, to reveal the definitions to be used and relationship thereof, to specify the task solving methods. By the example of introduction to DET the particular discipline shall be taken providing for laboratory works on this direction.

The third stage. To specify the logic structure (ways of representing of all types of knowledge), to select the appropriate software, project and system work model.

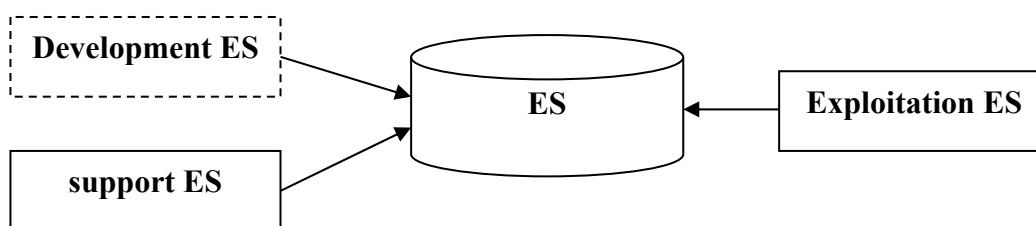
The fourth stage. The process of knowledge base introduction by the expert.

The fifth stage. Implementation of ES.

The sixth stage. Inspection and analysis of ES work.

The seventh stage. Operation of ES.

The eighth stage. Support and constant filling of the knowledge base with the current data.



**Fig.2.** The life cycle of ES depends on its support in the up-to-date state.

If ES is not supported in the up-to-date state (regular filling of the knowledge base with the expert new knowledge), it will lose its being in demand with time.

The main deficiency of ES is inability of self-learning. Support of expert systems in the up-to-date state requires constant intervention in the knowledge base of knowledge engineers.

The most famous ES is Wolfram|Alpha. W|A does not return the list of references based on the inquiry results but calculates an answer basing on its own knowledge base which contains the data on mathematics, physics, astronomy, chemistry, biology, medicine, history, geography, politics, music, cinematography and also information on well-known people and internet-sites [4].

For the present day, ES is widely used in medicine but exclusively in highly specialized subject areas. The first expert system called Dendral was developed in Stanford. This was the expert system determining the structure of organic molecules by chemical formulae and spectrographic data on the chemical bonds in molecules. The Dendral value consisted in the following. Organic molecules are generally very large and that is why the number of possible structures of these molecules is great as well. Owing to heuristic knowledge of chemical experts laid in the expert system, the right decision from amongst a million of possible ones was found by several attempts. Principles and ideas laid in Dendral appeared to be so effective that they have been used by now in chemical and pharmaceutical laboratories all over the world [5].

ES use in the learning process will certainly give its positive results. Using of standard computer programs or programs on particular directions of activity is already not quite the variant when the experienced user's demands are very high. While higher educational institutions have started using supercomputers for research purposes and in the learning process, one ought to activate work on the direction of ES and artificial brain. Development of ES for managerial processes is possible if there is the enormous reserve of information resources. The figure 3 shows the general scheme of ES use in the learning process with DET. When developing ES on conduct of laboratory works on certain sections or disciplines the trainees would have the possibility of on-line carrying out these projects with the help of the electronic expert.

For the trainees on the direction of computer sciences it is possible to develop ES on conduct of laboratory-and-research works (For example: 5B060200 - Informatics, 5B070200 - Automation and

management, 5B070300 - Information systems, 5B070400 - Computer science and software, 5B100200 - Information Security Systems).

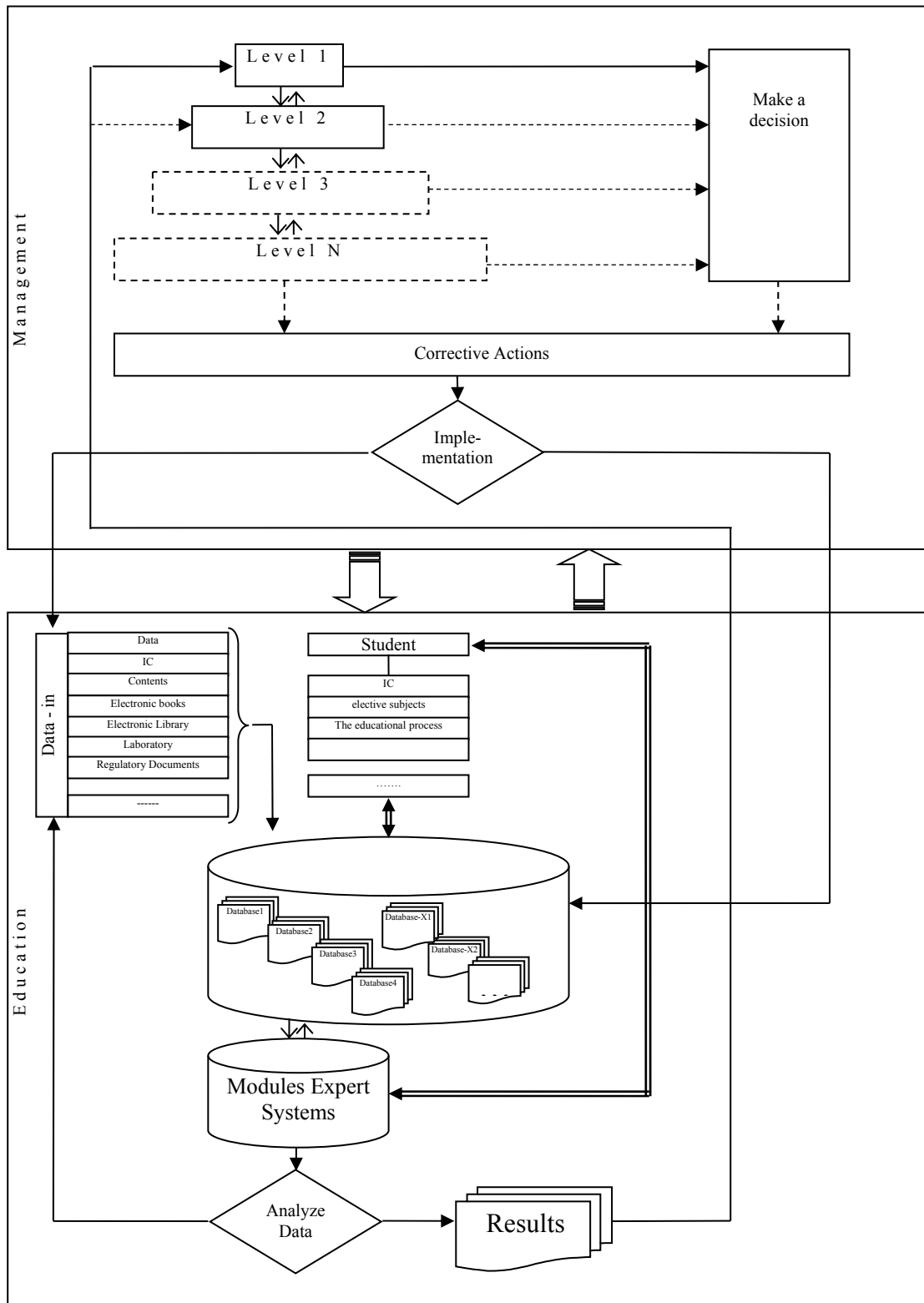


Fig.3. ES use in the learning process.

DET trainees who are just being familiarized with programming may by means of ES develop independently applications where they may receive at once highly qualified maintenance on the work under development.

Using of moduli of speech recognition programs plays the role of no little importance. The speech recognition program allows achieving a higher level of management and fulfillment of the set tasks on conduct of laboratory-and-research works while working remotely from the principal server. Thereby it is possible to create additional opportunities, which simplify the process of data management and entry, mastering of educational programs by the students with the use of distance learning technologies.

Integration of modern decisions of moduli for speech recognition programs to the distance education systems provides for improvement of the educational portal.

Using of the speech recognition programs for DE test programs gives a number of advantages. Many higher educational institutions put in practice the method of provision of information resources in the form of text files or documents and knowledge control is implemented by the method of computer testing (in some cases without the trainee personal identification in the on-line mode). In our opinion, such democratic approach in higher education is unacceptable and rather fits for qualification improvement and etc. For example, Educational Testing Service (ETS) company introduces highly-technological platforms of personal identification for examination conduct for the purpose of providing an impeccable reputation in the world. While ETS, the test development company itself, has introduced biometrical programs of voice identification for the purpose of increasing the testing safety and also reliable and fair test conduct all over the world. As a supplement to the existing complex safety system of the program for test participant authentication, the proved safety method forms the basis of the recently launched safety measure [6]. Using of such the most modern components improves the ability to detect attempts of receiving unfair advantage that is now the common concern in the academic group of not only Kazakhstan but many open universities of the world [7].

#### REFERENCES

1. <http://www.edu.gov.kz>.
2. Makulov K., Otarbayev Zh. Significance of expert systems in distance educational technologies. Human Forum. Barcelona. Spain. 2013.
3. И.К. Корнеев, В.В. Годин. Управление информационными ресурсами. – М.: ИНФРА-М, 2000. – 352 с.
4. <http://wikipedia.org/>
5. <http://www.ruslion.ru/psychology>
6. <http://www.mbastrategy.ua/content>
7. Otarbayev Zh., Makulov K. Materials of international scientific-practical conference. University of SCO – New horizons for distance education: Experience, practice and prospects. For the issues of pedagogic communication in learning with the use of distance education technologies. Karaganda. Republic of Kazakhstan. 2013. – 222с.
8. Makulov K., Otarbayev Zh., Yagaliyeva B. Significance of Expert Systems in Distance Educational Technologies // Materials of the VII International Research and Practice Conference Vol. II April 23h – 24th, 2014 Munich, Germany 2014. P.69-72

Мақұлов Қ.К., Отарбаев Ж.О., Яғалиева Б.Е.

#### **Эксперттік жүйелерді талдау, негізгі кемшіліктері мен шешу жолдарын анықтау**

**Түйіндеме:** Бұл мақалада сараптық жүйе қарастырылған. Қашықтан оқыту технологиясының білім беруде қолданылу мәселелері. Қашықтан оқыту технологиясы жүйесі үшін сараптық жүйе модулін құрудағы шешімдерін анықтау жолдары мен негізгі кемшіліктері көрсетілген.

**Түйін сөздер:** Қашықтықтан білім беру технологиялары, оқыту технологиялары, Е-оқыту, ақпараттық жүйелер, ақпаратты-коммуникациялық технологиялар.

Макулов К.К., Отарбаев Ж.О., Ягалиева Б.Е.

#### **Анализ экспертных систем, выявление основных недостатков и определение путей их решения**

**Резюме:** В статье рассмотрены экспертные системы. Вопросы их применения в образовании с дистанционными образовательными технологиями. Отражены основные недостатки и определение путей их решения в целях создания модуля ЭС для системы дистанционных образовательных технологий.

**Ключевые слова:** Дистанционные образовательные технологии, технологии обучения, Е-образование, информационные системы, информационно-коммуникационные технологии.



УДК 628.517.669.1

**Д.К. Сулеев, Т.Е. Утепов, Г.А. Буршукова, Э.А. Тусупкалиева**  
(Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,  
Алматы, Республика Казахстан, gzzi@mail.ru)

## **ЛИТЫЕ ДЕМПФИРУЮЩИЕ СТАЛИ С НАНОСТРУКТУРНЫМ ПОКРЫТИЕМ**

**Аннотация.** Новые литые стали, обладающие повышенными демпфирующими свойствами, призваны обеспечить снижение производственного шума и создание акустического комфорта. В ходе работы были исследованы акустические (уровень звука, уровень звукового давления) характеристики сплавов. Провели исследование механических свойств литейных сталей с наноструктурным покрытием (20ЛНС, 30ЛНС, 45ЛНС, 55ЛНС) в зависимости от вида термообработки: нормализация (880<sup>0</sup>С), отжиг (900 <sup>0</sup>С) и закалка (860<sup>0</sup>С, с отпуском t=620<sup>0</sup>С). Характеристики звукоизлучения сплавов исследовали после нормализации, отжига, закалки. Наноструктурное покрытие (Ti-Al-N), толщиной  $2 \cdot 10^{-7}$  м (минимум) на поверхности литой стали 20Л, нанесенное послойно по 30 нм, обеспечивает генерирование шума механического происхождения на 6-12 дБА ниже, чем без нанопокрыва, что создает улучшенные условия труда.

**Ключевые слова:** сталь, нанотехнологии, демпфирование, акустика, вибрация, термообработка, свойства, покрытие.

Промышленное оборудование изготавливается в основном из сталей и сплавов, характеризующихся комплексом физико-механических характеристик. Эти физико-механические характеристики оценивают прочностные, пластические, упругие и другие свойства сталей и сплавов, но недостаточны для оценки шумовых и вибрационных свойств. Для конструкторов и технологов ощущается дефицит сведений по акустическим и демпфирующим характеристикам сталей и сплавов, используемых для деталей промышленного оборудования. Для валов коробок скоростей, балансиров, клапанов двигателей, валов муфт сцепления используются литые стали. При работе вышеуказанных деталей и узлов из литых сталей излучается интенсивный шум и вибрация. Одним из эффективных способов снижения шума соударений является использование демпфирующих сплавов, которые обеспечивают снижение шума в источнике возникновения, создают акустический комфорт на рабочем месте. До сих пор неизвестно применение демпфирующих сплавов для замены литых сталей. Применение других методов снижения шума (звукоизоляция, звукопоглощение, индивидуальные средства защиты) для шумящего промышленного оборудования неэффективно из-за загромождения рабочего пространства (звукоизоляция, звукопоглощение), повышения пожароопасности и запыленности (звукопоглощение), маскирования предупреждающих сигналов (использования индивидуальных средств защиты) [1-3].

Целью работы является разработка новых литых сталей, обладающих повышенными демпфирующими свойствами, использование которых обеспечит снижение производственного шума и создание акустического комфорта.

Основная идея работы заключается в оценке акустических, вибрационных, физико-механических и демпфирующих свойств литых сталей, получении литых сталей с наноструктурным покрытием с повышенными демпфирующими свойствами, обеспечивающие снижение шума и вибрации при работе валов коробки скоростей, балансиров, клапанов двигателей, валов муфт сцепления.

Нанотехнологии - одно из новых направлений в науке. Развитие нанотехнологии - это путь к управляемому синтезу молекулярных структур, который призван обеспечить получение объектов любого назначения не из обычных сырьевых ресурсов, а непосредственно из атомов и молекул с помощью машин-сборщиков, оборудованных системами искусственного интеллекта. По оценкам экспертов нанотехнологии стали важнейшим направлением технологического развития лидирующих мировых держав XXI века. Будучи возведенными в ранг приоритетных национальных задач, эти принципиально новые технологии создают общий импульс для развития других отраслей промышленности по пути существенного улучшения характеристик и миниатюризации изделий.

Одной из задач исследования является оценить демпфирующие свойства литой стали с наноструктурным покрытием (Ti-Al-N);

Для деталей оборудования используют литейные стали марок 20Л, 30Л, 45Л, 55Л (детали, подвергающиеся ударным нагрузкам, детали сварно-литых конструкций с большим объемом сварки,

корпуса – 20Л; корпуса редукторов, муфты, шкивы, кронштейны, станины станков бурения – 30Л; детали бурильных труб, буровой трансмиссии, втулки компрессора, храповики и другие ответственные детали, к которым предъявляются требования повышенной прочности и высокого сопротивления износу – 45Л; шестерни, колеса, зубчатые венцы, зубчатые муфты горных подъемно-транспортных машин – 50Л).

В качестве объекта исследования литейных сплавов выбрали образцы из стандартных сталей 20Л, 30Л, 45Л, 55Л (таблица 1).

Таблица 1. Химический состав исследуемых сталей [4]

Марка сплавов	Химический состав, % вес														
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	S	P	Fe						
20Л	0,17-0,25	0,20-0,52	0,35-0,90	0,20	0,30	0,30	0,05	0,05	остальное						
30Л	0,27-0,35		0,40-0,90							не более					
45Л	0,42-0,50														
55Л	0,52-0,60														

Исследовали акустические (уровень звука, уровень звукового давления) характеристики сплавов.

Режим термической обработки сталей был следующим. Режим нормализации – нагрев до  $A_{c3} + 50^{\circ}C$ , выдержка 0,5 ч. и охлаждение на воздухе. Закалка проводилась по режиму: нагрев до  $A_{c3} + 50^{\circ}C$ , выдержка 0,5 ч., охлаждение в воде. Нагревание проводилось в кварцевых ампулах (вакуум порядка  $10^{-3}$  атм.) муфельной печи. Двойной отжиг производился по режиму: нагрев до  $920-970^{\circ}C$ , выдержка 1,5 часа, медленное охлаждение. Образцы для исследования акустических характеристик вырезали из кованных полос. Поверхности пластин шлифовались по 5-му классу чистоты. Отклонения от размеров не превышали 0,1 мм. Термообработка и механическая обработка всех образцов проводились по единой технологии на одном и том же оборудовании. Все образцы выполнены в виде пластины размером 50x50x5 мм.

Из таблицы видно, что температура нормализации стандартных литейных сталей колеблется от 840 до 900  $^{\circ}C$ , а отпуска от 600 до 650  $^{\circ}C$ , так же температура закалки колеблется от 790 до 880 $^{\circ}C$  и отпуск от 550 до 630 $^{\circ}C$  в зависимости от марки стали. Механические свойства этих сталей зависят от вида термообработки.

При проведении нормализации и закалки с отпуском такие величины как  $\sigma_T$ ,  $\sigma_B$ ,  $\delta_5$ ,  $\psi$  и UCV изменяются в зависимости от температуры обработки. Например, величина  $\sigma_T$  после закалки с отпуском значительно повысилась у сталей марки 30Л, 45Л, и 55Л (300, 400 и 470 МПа), у этих же марок сталей (30Л, 45Л и 55Л) наблюдается повышение значения величины  $\sigma_B$  при этом же виде термообработки (500, 600 и 860 МПа). Тогда как значения величин  $\delta$ ,  $\psi$  и  $\alpha_n$  почти не изменились.

Провели исследование механических свойств литейных сталей с наноструктурным покрытием (20ЛНС, 30ЛНС, 45ЛНС, 55ЛНС) в зависимости от вида термообработки: нормализация (880 $^{\circ}C$ ), отжиг (900  $^{\circ}C$ ) и закалка (860 $^{\circ}C$ , с отпуском  $t=620^{\circ}C$ ).

Значения величин  $\sigma_T$ ,  $\sigma_B$ ,  $\delta_5$ ,  $\psi$ , UCV у легированных литейных сталей с НСП не имеют резких отличий в сравнении стандартными марками литейных сталей (20Л, 30Л, 45Л, 55Л). При проведении литья и отжига у вновь разработанных сталей механические свойства вполне соответствовали механическим свойствам известных стандартных литейных сталей. Из этого следует, что общая характеристика и назначение литейных сталей с НСП в целом соответствуют стандартным литейным сталям, так как механические свойства полностью соответствуют требованиям (ГОСТ 977-75).

Таблица 2. Механические свойства конструкционных литейных сталей после термообработки

Сталь	Температура, °С		$\sigma_T$	$\sigma_B$	$\delta_5$	$\psi$	UCV, Дж/см <sup>2</sup>
	Нормализации или закалки	Отпуска					
			Не менее				
Стандартные литейные стали							
Нормализация и отпуск							
1	2	3	4	5	6	7	8
20Л		630-650	220	420	22	35	50
30Л	880-900	610-630	260	480	17	30	35
45Л	860-880	600-630	320	550	12	20	30
55Л	840-860		350	600	10	18	25
Закалка и отпуск							
20Л	860-880						
30Л		610-630	300	500	17	30	35
45Л		550-600	400	600	10	20	25
55Л	790-810	580-600	470	860	15		
Литейные стали с наноструктурным покрытием (НСП)							
нормализация							
20Л-НС	880	630	215	415	20	33	45
30Л-НС			265	495	16	36	37
45Л-НС			330	540	14	22	32
55Л-НС			320	580	14	19	26
отжиг							
20Л-НС	900	-	210	410	19	34	46
30Л-НС		-	250	480	18	40	38
45Л-НС		-	300	520	16	25	35
55Л-НС		-	315	580	17	22	27
закалка							
20Л-НС	860	620	310	510	16	25	36
30Л-НС			380	610	10	30	40
45Л-НС			430	840	15	20	26
55Л-НС			440	800	17	25	28
ковка							
20Л-НС	1100-1150	-	216	420	19	32	40
30Л-НС		-	168	490	17	35	36
45Л-НС		-	335	530	15	25	31
55Л-НС		-	325	570	13	18	28

Характеристики звукоизлучения сплавов исследовали после нормализации, отжига, закалки.

Для дальнейшего исследования влияния термообработки на акустические характеристики стали подвергались нормализации. Нормализация как вид термической обработки, заключается, в нагреве доэвтектоидной стали до температуры превышающей точку  $A_{C3}$  на  $50^\circ\text{C}$  с охлаждением на воздухе (таблица 3). Нормализация вызывает полную фазовую перекристаллизацию структуры стали и устраняет крупнозернистость, полученное при литье. Охлаждение на воздухе приводит к распаду

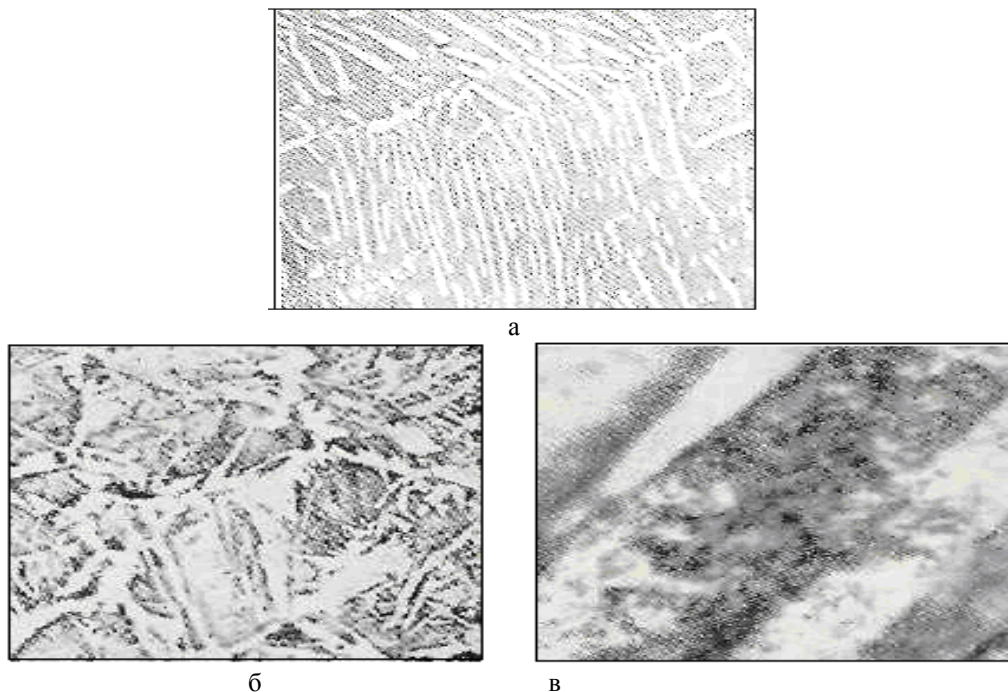
аустенита при более низких температурах, что повышает дисперсность феррита-цементитной структуры и увеличивает количество перлита.

Таблица 3. Акустические характеристики литейных конструкционных сталей после нормализации при соударениях

Марка образца	Уровень звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									УЗ, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
20Л	60	64	53	54	58	67	88	100	104	104
30Л	65	63	52	57	56	66	81	103	103	105
45Л	64	56	52	54	53	64	83	107	106	108
55Л	59	61	53	51	55	59	81	110	109	111
20Л-НС	60	54	51	52	57	64	86	88	89	90
30Л-НС	66	56	53	54	57	65	81	92	92	94
45Л-НС	62	58	54	52	58	62	76	94	95	96
55Л-НС	64	52	50	53	58	62	83	106	105	107

По таблице 3 видно, как изменяются уровни звукового давления после нормализации. Наиболее «звонкие» стали при соударении – это 55Л (111 дБА), 45Л (108 дБА), 30Л (105 дБА). Сталь с НСП 20ЛНС выделяется из всех сталей низким значением уровня звука (90 дБ) и сравнительно невысокими значениями уровней звукового давления.

Нормализация обеспечивает большую производительность при обработке резанием и получение более чистой поверхности, изделия будут подвергнуты меньшей деформации по сравнению с получаемой при закалке.



(а) нормализация,  
(б) отжиг, (в) закалка

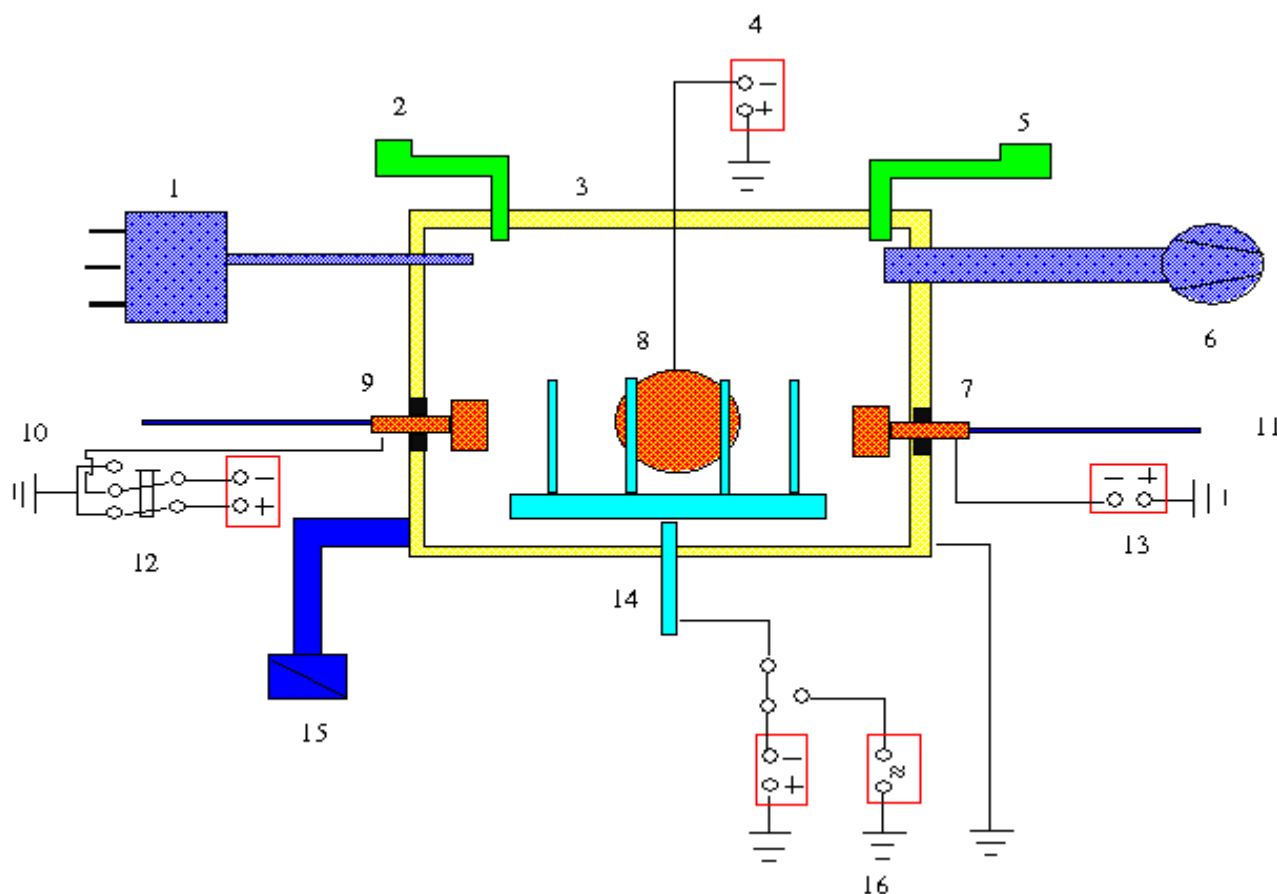
Рис. 1. Микроструктура стали 20Л-НС

Нормализацию с последующим высоким отпускком (600-650<sup>0</sup>С) часто используют для исправления структуры легированных сталей вместо полного отжига, так как производительность первых двух операций выше, чем одного отжига. Микроструктура сплава 20Л-НС дана на рисунке 1. Микроструктурный анализ показывает образование весьма крупнопластинчатого перлита с толстыми пластинами цементита, который в свою очередь не повлиял на акустические свойства исследуемых образцов, т.е. не проявились демпфирующие свойства.

Для реализации основных положений по формированию многофункциональных покрытий на рабочих поверхностях литой стали, была использована специальная установка на основе модернизированного вакуумно-дугового агрегата ННВ-6.6-ИЗ (Московский институт стали и сплавов).

В частности, установка позволяет сепарировать нейтральные частицы (микрокапельная фаза). Сепарация капельной составляющей производится в результате отклонения заряженных частиц ионного потока (ионы, электроны) мощным магнитным полем. Кроме того, сепаратор может выполнять роль ускорителя плазменного потока, служить источником электронов для термоактивации инструмента и источником высокозаряженных ионов газа (например, азота) для стимулированной химико-термической обработки инструмента.

Принципиальная схема универсальной вакуумно-дуговой установки представлена на рисунке 2.



1 – газосмеситель; 2 – вакуумметр; 3 – камера установки; 4 – источник электропитания ускорителя-сепаратора; 5 – система контроля температуры; 6 – вакуумная система; 7, 9 – дуговые испарители; 8 – источник сепарированной плазмы; 10, 11 – системы охлаждения испарителей; 12, 13 – источники электропитания испарителей; 14 – поворотный стол для размещения инструмента; 15 – система нагрева и охлаждения камеры; 16 – источник импульсной подачи напряжения смещения на инструмент

**Рис. 2.** Принципиальная схема вакуумно-дуговой установки универсального назначения

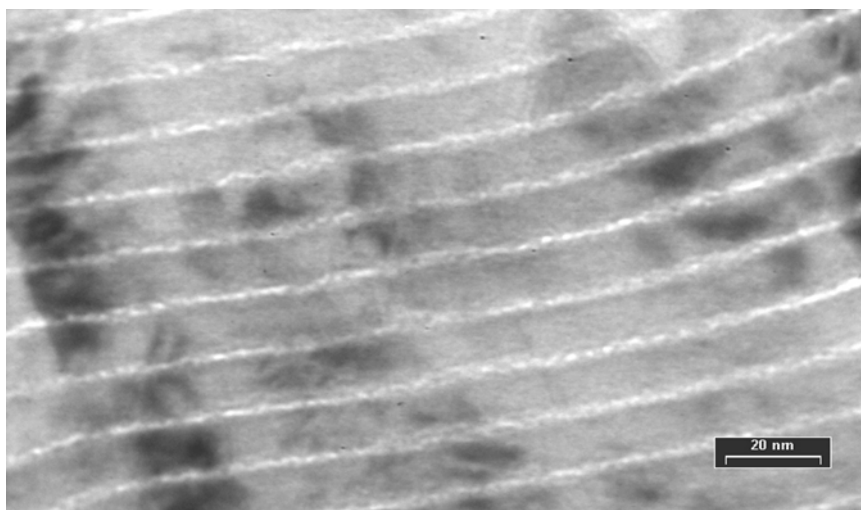
Нанесение покрытий на пластины из литой стали осуществляли на модернизированной ионно-вакуумной установке (рисунок 2) тремя катодами, два из которых имели электромагнитную стабилизацию катодного пятна и плазмооптическую фокусировку плазменного потока (стандартные испарители). Один – был оснащен системой для сепарации-ускорения плазменного потока.

Пластины из литой стали загружали в камеру установки на стол механизма вращения, который обеспечивал перемещение инструмента в потоке газометаллической плазмы. Остаточное давление в камере создавали и регулировали с помощью вакуумной системы и автоматического регулятора напуска рабочего газа, температуру пластин контролировали с помощью пирометрической системы, имеющей рабочий диапазон измеряемых температур 150–900°C, рабочий спектральный диапазон 1,8–3,8 мкм, показатель визирования 1:500 (номинальное значение) и время установления показаний не более 0,025 с.

Процесс получения покрытий (на примере синтеза многофункциональных покрытий на основе системы Ti-Al-N) для субстратов из литой стали включал 7 основных этапов:

1. Предварительная очистка и мойка.
2. Загрузка пластин в вакуумную камеру установки.
3. Предварительная (глубокая) откачка.
4. Ионная очистка поверхности пластин.
5. Термическая активация рабочих поверхностей пластин.
6. Синтез (осаждение) адгезионно-упрочняющего слоя.
7. Синтез износостойкого слоя.

Рисунок наноструктурного покрытия представлен на рисунке 3.



**Рис. 3.** Фотография наноструктурного покрытия на поверхности стали 20Л

Предварительная мойка и очистка необходимы для удаления с поверхности изделий поверхностных загрязнений, снижающих прочность адгезионной связи между покрытием и субстратом. Очистку производили в ультразвуковой ванне УЗК – 3,4 при использовании водной эмульсии препарата ТМС – 31 с концентрацией 60 г/л в течение не менее 20-25 минут.

После завершения процесса очистки пластины перемещали в сушильный шкаф, где прогревали до температуры 40-50 0С для устранения вероятности выпадения водного конденсата на поверхности пластин в момент их загрузки в камеру установки.

Пластины загружали в специальные приспособления, обеспечивающие определенную пространственную ориентацию пластин относительно дуговых испарителей и источника ионов. При этом загрузку пластин осуществляли таким образом, чтобы исключить вероятность «затенения» их рабочих поверхностей относительно ионного потока в процессах ионной очистки, формирования адгезионно-упрочняющего подслоя и износостойкого слоя покрытия.

Предварительную откачку осуществляли с использованием форвакуумного насоса до значений давления остаточного газа в камере 1 Ра. После достижения давления 1 Ра включали диффузионный насос и осуществляли откачку до величины остаточного газа в камере (вакуум) порядка 10-3 Ра.

Ионная очистка поверхности пластин. С учетом низкой электропроводности пластин, процесс их ионной очистки производили с использованием источника ионов типа «Поток-2». Для исключения вероятности формирования микродуг, которые могут служить причиной электроэрозии режущих кромок пластин в процессе ионной очистки исключали подачу на пластины рабочего напряжения смещения. Очистку производили в среде аргона при давлениях рабочего газа 6 - 102 Па, длительность цикла ионной очистки составляла до 20 –30 минут.

Для обеспечения высокой прочности адгезионной связи между рабочими поверхностями пластин и покрытием их прогревали до температур 600-700°C. Нагрев пластин производили в плазме несамостоятельного тлеющего (газового) разряда путем приложения к изделию небольшого (до 100 В) положительного потенциала, что исключало появление микродуг на рабочих поверхностях пластин.

Термоактивацию рабочих поверхностей пластин осуществляли в среде аргона при рабочих давлениях порядка 0,8 - 1,5 x 10<sup>-1</sup> Па.

Длительность термоактивирования пластин составляла, в зависимости от степени загрязненности, до 15-40 минут. Контроль температуры нагрева (термоактивации) производили при использовании оптического пирометра.

Синтез (осаждение) адгезионно-упрочняющего подслоя и износостойкого покрытия. Синтез адгезионно-упрочняющего подслоя и покрытия на рабочие поверхности пластин производили при использовании двух катодов Al и Ti (для вакуумно-дуговых установок с 3-мя испарителями). Для полного исключения появления катодных пятен на рабочих поверхностях пластин на начальной стадии процесса синтеза в течение 2–3 минут осаждение производили при величине напряжения смещения равного 0. Затем напряжение смещения увеличивали до 60-100 В.

Длительность цикла синтеза покрытия определяется необходимостью получения толщины покрытия определенной величины и зависит от собственно напряжения смещения, тока дуги и давления реакционного газа (азота). На используемой вакуумно-дуговой установке толщину покрытия (Ti-Al-N) 3 – 4 мкм достигали за 30-40 минут.

### **Заключение**

Наноструктурное покрытие (Ti-Al-N), толщиной 2·10<sup>-7</sup> м (минимум) на поверхности литой стали 20Л, нанесенное послойно по 30 нм, обеспечивает генерирование шума механического происхождения на 6-12 дБА ниже, чем без нанопокрyтия, что создает улучшенные условия труда. Причиной этого является то, что наноструктурное покрытие по физико-механическим свойствам отличается от стали 20Л, поэтому звуковая и вибрационная волны испытывают изменение своей скорости, что и является причиной повышения диссипации и снижения звукоизлучения.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Утепов Е.Б., Сулеев Д.К., Бисакаев С.Т. и др. Акустическая экология: демпфирующие материалы и конструкции. – Алматы, 2001.- 330 с.
2. Фавстов Ю.К., Шульга Ю.Н. Сплавы с высокодемпфирующими свойствами. – М.: Металлургия, 1973. – 255 с., ил.
3. Сулеев Д.К. Высокодемпфирующие сплавы в технике борьбы с шумом. Монография. Алматы: НИЦ Гылым, 2002 – 301 с.
4. Марочник сталей и сплавов /Под ред. В.Г. Сорокина. –М.: Машиностроение, 1989. с. 640.

### **REFERENCES**

1. Utepov.E.B. Suleev D.K., Bisakaev S.T., and others. Akusticheskaya ecologiya: dempfiruyushie materialy i konstrukcii. - Almaty 2001.-330p.
2. Favstov Yu.K. Shulga Yu.N. Splavy s vysokodemfiryuyushimi svoistvami. - M. Metallurgiya, 1973. - 255 p. ill.
3. Suleev D.K., Vysokodemfiryuyushie splavy v tekhnike bor'by s shumom. Monographie. Almaty: RSC Gylym, 2002-301.
4. Marochnik stalei i splavov/ under editorial Sorokin V.G. - M. Mashinostroenie, 1989. 640 p.

Сүлеев Д.К., Өтепов Т.Е., Бүршікова Г.А., Түсіпкалиева Э.А.

**Нанокұрылымдық жабындысы бар құйылған демпферленетін болаттар**

**Түйіндеме.** Осы мақалада құйылған болаттардың акустикалық, діріл, физикалық-механикалық және демпферленетін қасиеттерін бағалау қарастырылған, жоғары демпферленетін қасиеттерге ие нанокұрылымдық жабындысы бар құйылған болаттарды алудың тәсілдері қарастырылған.

**Негізгі сөздер:** болат, нанотехнология, демпферлеу, акустика, діріл, термиялық өңдеу, қасиеттер, жабынды.

Suleev D.K., Uteпов T.E., Burshukova G.A., Tusupkalieva E.

**Литые демпфирующие стали с наноструктурным покрытием**

**Резюме.** В статье проводится оценка акустических, вибрационных, физико-механических и демпфирующих свойств литых сталей, рассматриваются методы получения литых сталей с наноструктурным покрытием с повышенными демпфирующими свойствами.

**Ключевые слова:** сталь, нанотехнологии, демпфирование, акустика, вибрация, термообработка, свойства, покрытие.

Suleev D., Uteпов T., Burshukova G., Tusupkalieva E.

**Damping alloy steel with nanostructured coatings**

**Resume.** The article assesses the acoustic, vibrational, mechanical and damping properties of cast steels, this method for producing cast steel with nanostructured coatings with high damping properties.

**Key words:** steel, nanotechnology, damping, acoustics, vibration, heat treatment, properties and coating.

УДК 624.042.8.074.5

**Э.В. Бубнович, К.Б. Калдыгазов, Н.Н. Абдрахманова**

(Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,  
Алматы, Республика Казахстан, [kuka\\_begalyuly@mail.ru](mailto:kuka_begalyuly@mail.ru).)

**КОЛЕБАНИЯ ВАНТОВОЙ СЕТКИ ПРИ ИМПУЛЬСИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ**

**Аннотация:** Исследуются параметры колебаний плоской вантовой сетки при импульсивных возбуждениях конечной продолжительности типа ударного толчка.

**Ключевые слова:** Вантовая сеть, геометрическая нелинейность, обобщенные координаты, асимптотическое решение, синусоидальный импульс, треугольный импульс, прямоугольный импульс, реакция сети.

Теоретические исследования нелинейных колебаний анизотропной вантовой сетки, снабженной легким покрытием, при воздействиях типа сейсмических проводили на кафедре «Строительство» Казахского Национального Технического Университета им. К.И. Сатпаева. Предполагалось, что пологая сетка, жестко закрепленная на контуре, имеет ортогональную структуру ячеек и в состоянии предварительного напряжения образует поверхность гиперболического параболоида. Горизонтальной проекцией окаймляющей кривой был принят эллипс.

В последние годы все большее число исследователей учитывают геометрическую и физическую нелинейность системы при расчетах конструкций на действие различных динамических нагрузок: гармонических, сейсмических и так далее [1]

Целью данной работы является определение параметров колебаний сетки при произвольных импульсивных возбуждениях конечной продолжительности типа ударного толчка, описывающихся кусочно-дифференцируемыми функциями с учетом геометрической нелинейности системы.

Используя основные дифференциальные уравнения колебаний вантовой сетки и аппроксимируя ее поперечное перемещение функцией [2]

$$w(x, y, t) = [W_0 + A_1(t)] \left(1 - \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2}\right) + \frac{xy}{ab} \left(1 - \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2}\right) f_2(t),$$



с помощью метода Бубнова-Галеркина можно получить систему обыкновенных нелинейных дифференциальных уравнений:

$$\ddot{f}_1 + \omega_1^2 f_1 + \varepsilon(\alpha_1 f_1^2 + \beta_1 f_2^2 + \gamma_1 f_1^3 + \mu_1 f_1 f_2^2) = \begin{cases} V_1 R(t) & 0 \leq t \leq t_0 \\ 0 & t \geq t_0 \end{cases} \quad (1)$$

$$\ddot{f}_2 + \omega_2^2 f_2 + \varepsilon(\alpha_2 f_1 f_2 + \gamma_2 f_2^3 + \mu_2 f_1^2 f_2) = \begin{cases} V_2 R(t) & 0 \leq t \leq t_0 \\ 0 & t \geq t_0 \end{cases}$$

где  $f_1$  и  $f_2$  – обобщенные координаты;  $W_0$  – статический прогиб в центре сетки;  $a$  и  $b$  – полуоси эллипса;  $\omega_1$  и  $\omega_2$  – частоты линейных колебаний;  $\alpha_i, \gamma_i, \mu_i, \beta_i$  ( $i=1,2$ ) – коэффициенты, зависящие от параметров системы (вследствие громоздкости они не приводятся);  $V_i$  – величина импульса;  $\varepsilon$  – естественный малый параметр;  $R(t)$  – внезапно приложенная нагрузка, которую в интервале времени  $0 \leq t \leq t_0$  можно представить в виде ряда Фурье:

$$R(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_n e^{jn\Omega t}$$

с коэффициентами

$$a_n(\Omega) = \frac{1}{t_0} \int_0^{t_0} R(t) e^{-jn\Omega t} dt \quad (n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots), \quad \Omega = 2\pi/t_0; \quad j = \sqrt{-1}$$

Колебания сетки рассматриваются для двух интервалов времени. Для первого интервала, в течение которого прикладывается нагрузка, начальные условия принимаются нулевыми. Во втором интервале времени после прекращения действия импульса сетка совершает свободные колебания, причем начальными условиями в этом случае служат перемещения сетки и ее скорость, полученные из решения в первом интервале в момент времени  $t = t_0$ .

Для исследования поставленной задачи используется модификация пертурбационного метода. Независимая переменная – время представляется как

$$t = \eta_i + \sum_{m=1}^{\infty} \tau_{im} (\eta_i) \varepsilon^m, \quad (i=1,2), \quad (2)$$

где  $\eta_i, \tau_{im}$  – некоторые функции, подлежащие определению.

Тогда можно принять, что существует равномерное асимптотическое решение вида [3]

$$f_i = \sum_{m=0}^{\infty} f_m^{(i)}(\eta_i) \varepsilon^m + O[\varepsilon^{N+1}], \quad (i=1,2), \quad (3)$$

В результате разложения функций в ряды Тейлора и сравнения коэффициентов при одинаковых степенях  $\varepsilon$  образуется рекуррентная система линейных дифференциальных уравнений, решение которых с точностью до малых первого порядка дает:

$$f_i^{(i)}(t) = V_i \left( \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{a_n e^{jn\Omega t}}{\omega_i^2 - n^2 \Omega^2} + b_i e^{j\omega_i t} + c_i e^{-j\omega_i t} \right) + s x_i^{(i)}$$

$$f_i^{II}(t) = f_{oi} \cos \omega_i \bar{\eta}_i + \frac{V_{oi}}{\omega_i} \sin \omega_i \bar{\eta}_i + s f_i^{(i)}(\bar{\eta}_i), \quad (i=1,2),$$

где  $f_i^I$  и  $f_i^{II}$  – перемещения сетки для первого и второго интервалов времени;  $x_i^{(i)}, f_i^{(i)}$  – решения уравнений второго приближения;  $b_i, c_i$  – коэффициенты, Фурье.

При решении систем уравнений второго приближения в правых ее частях появляются секулярные члены, приводящие к ложному резонансу и, следовательно, нарушающие равномерность решения уравнений (3). Устраняя эти члены из условия периодичности решения, можно найти неизвестные  $\tau_{im}$  в выражении (2).

В качестве приложений полученных результатов на конкретных примерах рассмотрим действие наиболее распространенных в практике импульсов: синусоидального, треугольного, прямоугольного.

Пример: Нулевая поверхность сетки задается функцией:

$z = \frac{x^2}{2\omega_1} - \frac{y^2}{2\omega_2}$ . Вычисленные значения коэффициентов рассматриваемой системы следующие:  
 $\omega_1^2 = 80,3(\text{рад/с})^2$ ;  $\alpha_1 = 298 \text{ I/мс}^2$ ;  $\beta_1 = 5,2 \text{ I/мс}^2$ ;  $\gamma_1 = 26,8 \text{ I/мс}^2$   
 $\mu_1 = 1,4 \text{ I/мс}^2$ ;  $\omega_2^2 = 112,5(\text{рад/с})^2$ ;  $\alpha_2 = 832 \text{ I/мс}^2$ ;  $\gamma_2 = 10,9 \text{ I/мс}^2$ ;  $\mu_2 = 112,5 \text{ I/мс}^2$   
 $\varepsilon = 0,0178$ . Продолжительность импульсивного воздействия принимается равной  $\tau_0 = \omega_1 t_0 = 1; 2; 5$ .

Результаты численного анализа представлены на рис. 1, 2 и 3 в виде графиков зависимости безразмерного перемещения сетки  $f_1^{III}/V_1\omega_1^2$  от безразмерного времени  $\tau = \omega_1 t$  для импульсов:

синусоидального  $f(t) = \begin{cases} \sin(\pi t/t_0) & 0 \leq t \leq t_0 \\ 0 & t \geq t_0 \end{cases}$ ,

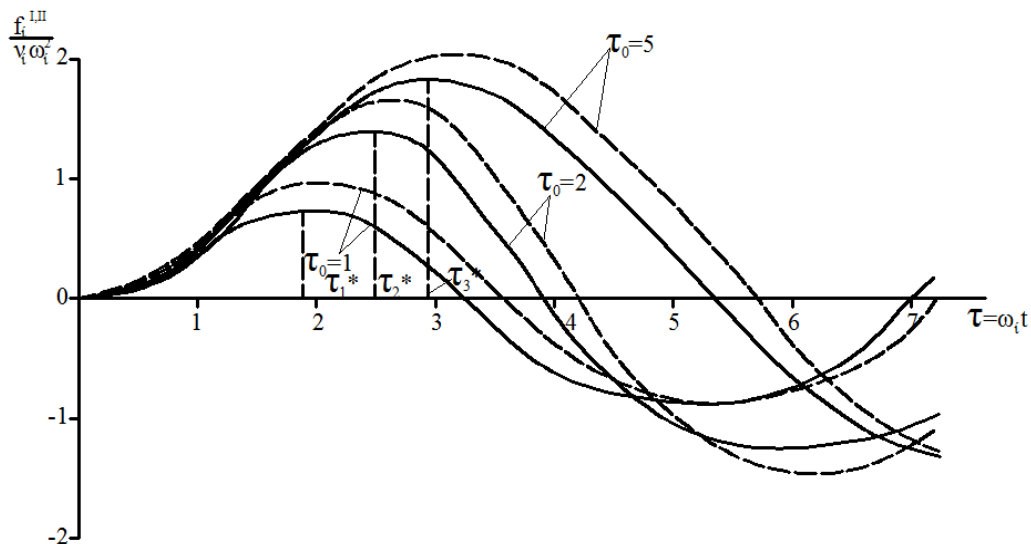


Рис.1. Реакция сетки на синусоидальный импульс

треугольного  $f(t) = \begin{cases} (1 - \frac{t}{t_0}) & 0 \leq t \leq t_0 \\ 0 & t \geq t_0 \end{cases}$

прямоугольного  $f(t) = \begin{cases} 1 & 0 \leq t \leq t_0 \\ 0 & t \geq t_0 \end{cases}$

Реакция линейной системы показана на графиках пунктиром. Учет нелинейных членов в рассматриваемом случае приводит к уменьшению периода колебаний сетки, которое объясняется увеличением жесткости за счет дополнительных усилий.

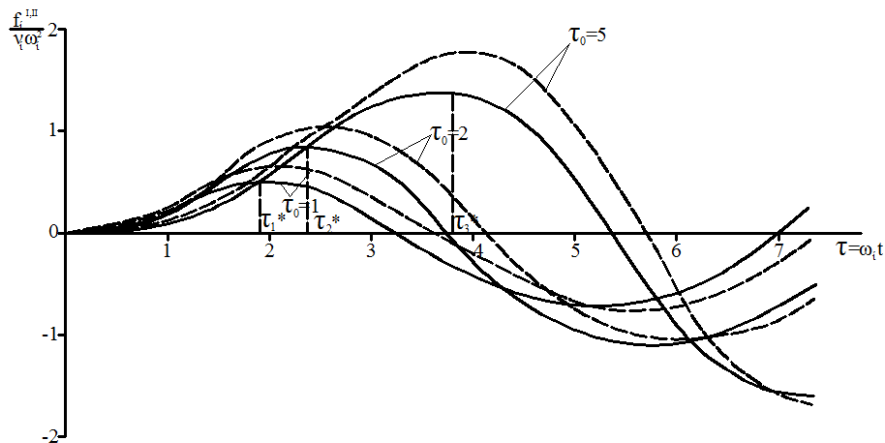


Рис.2. Реакция сетки на треугольный импульс

Из графиков видно, что при  $\tau_0 = 1$  и  $\tau_0 = 2$  перемещения сетки достигают максимального значения спустя некоторое время  $\tau^*$ , которое больше времени действия импульса. В этом случае, если рассматривать действие кратковременных импульсов, повторяющихся через равные промежутки времени  $T_0$ , то резонансные явления будут наблюдаться лишь при условии, что период действия импульсов равен или кратен периоду нелинейных свободных колебаний сетки, то есть  $T_0/T = K$ , где  $K$ - целое число.

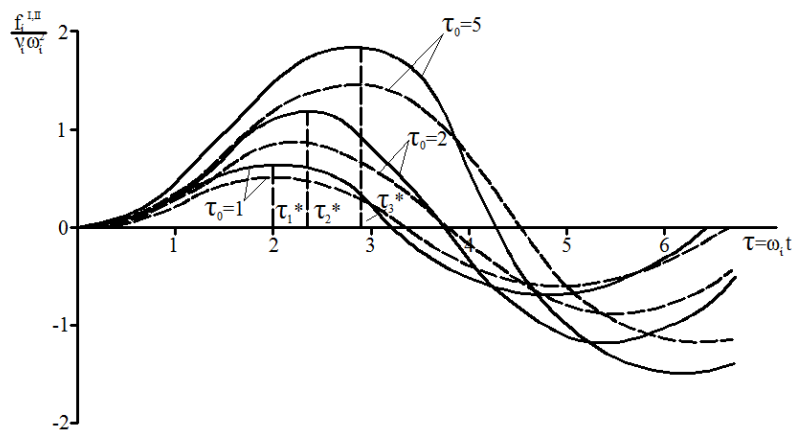


Рис.3. Реакция сетки на прямоугольный импульс

При  $\tau_0 \geq 3$  продолжительность действия импульса оказывается больше того, интервала времени, при котором перемещения сетки достигают максимума. Здесь при повторных действиях импульсов резонансный эффект, очевидно, будет слабее.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1.Ивович В. А. Колебания вантовой сетки при внезапном приложении постоянной во времени нагрузки. –В сб. «Исследования по динамике сооружений». М., Стройиздат, 1971.
2. Бубнович Э.В, Маковецкий В. Уравнения колебаний вантовых сетей и мембран. Тр. Международной конференции «Теоретические и экспериментальные исследования строительных конструкций», Алматы, 2011.
- 3.Боголюбов Н.Н., Митропольский Ю. А. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний. М., Физматгиз, 1958.
- 4.Бубнович Э.В. К вопросу о вынужденных колебаниях радиальных вантовых систем. Тр. Международной научно-практической конференции «Теоретические и экспериментальные исследования строительных конструкций», Алматы, 2010.

#### REFERENCES

- 1.Ivovich V.A. Kolibaniya vantovoi setki pri vnezapnom prilozhenii postoyannoi vo vremeni nagruzki. –V sb. «Issledovaniya po dinamike sooruzheniy». M., Stroiizdat, 1971.

2. Bubnovich E.V., Makovetsiy V. Uravneniya kolebaniy vantovykh setei i membrane. Tr. Mezhdunarodnoi konferentsii «Teoreticheskie i eksperimental'nye issledovaniya stroitel'nykh konstruktсий», Almaty, 2011.

3. Bogolyubov N.N., Mitropol'skiy U. A. Asimptoticheskie metody v teorii nelineinykh kolebaniy M., Fizmatgiz, 1958.

4. Bubnovich E.V. K voprosu vyzhdeniynkh kolebaniaykh radial'nykh vantovykh system. Tr. Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Teoreticheskie i eksperimental'nye issledovaniya stroitel'nykh konstruktсий», Almaty, 2010.

Бубнович Э.В., Калдыгазов К.Б., Абдрахманова Н.Н.

**Сейсмикалық түрдегі ванттық тордың әсерлер кезіндегі тербелісі**

**Резюме:** Импульсті әсерлер кезіндегі ванттық тор тербелістерінің параметрлері анықталып, үзiкті - дифференциалданатын әжептәуір кең классты функциямен сипатталған. Зерттеу түрлендірудің шұғыл өзгеріс әдісі көмегімен өткізілді. Қолданбалардан алынған нәтижелер ретінде синусоида, үшбұрыштық, тік төртбұрышты импульстерің іс-әрекеттері қаралған.

**Түйін сөздер:** Ванттық жүйе, геометриялық сызықсыз, жалпыланған координаттар, асимптотикалық шешім, синусойдалық импульс, үшбұрышты импульс, тіктөртбұрышты импульс, жүйе реакциясы.

Бубнович Э.В., Калдыгазов К.Б., Абдрахманова Н.Н.

**Колебания вантовой сетки при воздействиях типа сейсмических**

**Резюме:** Определены параметры колебаний вантовой сетки при импульсивных воздействиях, описывающихся довольно широким классом кусочно-дифференцируемых функций. Исследование проводилось с помощью модификации пертурбационного метода. В качестве приложений полученных результатов рассмотрены действие синусоидальных, треугольных, прямоугольных импульсов.

**Ключевые слова:** Вантовая сеть, геометрическая нелинейность, обобщенные координаты, асимптотическое решение, синусоидальный импульс, треугольный импульс, прямоугольный импульс, реакция сети.

Bubnovich E.V., Kaldygazov K.B., Abdrakhmanova N.N.

**Fluctuations guyed grids in impacts types of seismic**

**Summary:** Determined the parameters fluctuations guyed networks at impulsive impacts, describes a fairly wide class of piecewise differentiable functions. Research was conducted using a modification of the perturbation method. As applications of the results of the action examined sinusoidal, triangular, rectangular pulses.

**Key words:** Guyed network, geometric nonlinearity, generalized coordinates, asymptotic solution, sinusoidal impulse, triangular impulse, square impulse, reaction networks.

УДК 54.052+664.33

**К.С. Надиров, М.К. Жантасов, Ж.К. Надирова, А.С. Садырбаева,  
А.Н. Кутжанова, М.П. Досмухамбет**

(Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,  
Шымкент, Республика Казахстан)

**ВЛИЯНИЕ МЕТОДА ГИДРАТАЦИИ ХЛОПКОВОГО МАСЛА НА ВЫХОД, СВОЙСТВА И  
ЧИСТОТУ ГОССИПОЛА**

**Аннотация.** Приведены результаты исследований по усовершенствованию технологии гидратации хлопкового масла и исследованию влияния стадии гидратации на последующее выделение госсипола из соапстока. С точки зрения полноты выделения и чистоты госсипола оптимальным является применение гидратирующего реагента состава: белковый отстой : фосфолипиды хлопкового масла : вода – 2:2:100, количество реагента - 2% к массе масла.

**Ключевые слова:** гидратация, хлопковое масло, свойства госсипола, белковый отстой, фосфолипиды, ферментный препарат.

При переработке хлопковых семян происходит множество химических процессов, приводящих к безвозвратным потерям ценных компонентов, которые до настоящего времени не находили практического применения и считались отходом производства. Одним из них является желтый пигмент хлопкового масла – госсипол (2,2-ди-3-метил-5-изопропил-1,6,7-триокси-8-нафталъдегид), интерес к которому связан с тем, что госсипол находит широкое применение в медицине как сырье

для получения ряда ценных лекарственных препаратов и химических реагентов. До настоящего времени в Республике Казахстан отсутствует разработанная технология выделения и очистки госсипола. Известные препаративные методы извлечения госсипола из масла и семян хлопчатника, основанные на использовании органических растворителей: эфира, ацетона, этилацетата, а также антралиновой кислоты, не нашли широкого применения в промышленности. На госсипол, фосфолипиды, токоферолы, стеролы, смолы, воски и связанные с ними пигменты приходится более 2% сырого хлопкового масла. Пигменты группы госсипола имеют сильные антиокислительные свойства и чрезвычайно не летучи. Госсипол не может быть удален перегонкой с водяным паром, поэтому для очистки от этого пигмента, токсичного для всех нежвачных животных, необходимо химическое рафинирование. Для хорошего осветления хлопкового масла, содержащего такие соединения, приходится вводить при рафинации большой избыток концентрированной щелочи, что снижает выход рафинированного масла, но и при этом не всегда удается получить масло хорошего цвета [1]. Предложен метод выделения госсипола из черного хлопкового масла, отличающийся тем, что для перевода его в соль применяется разбавленный 2%-ный раствор гидроксида натрия. Нейтрализация масла ведется при температуре 40-50<sup>0</sup>С с количеством щелочи, рассчитанным по кислотному числу масла, без избытка ее. В этом случае в первую очередь связывается госсипол и свободные жирные кислоты. Из соли госсипол освобождают разбавленной серной кислотой [2]. Этот метод взят за основу при разработке нашей технологии выделения технического госсипола.

Целью данного исследования является выполнение сравнительного анализа трех методов гидратации хлопкового масла: классического, без добавления дополнительных агентов [3], с применением гидратирующего реагента [2] и с применением ферментного препарата [4] для повышения качества масла и выхода, свойств и чистоты госсипола. В первом случае производилась обработка масла небольшим количеством (2-3%) горячей воды (температура 90-95<sup>0</sup>С). Во втором случае использовали смесь, состоящую из белков, содержащихся в белковом отстое – побочном продукте производства пива, фосфолипидов, полученных из хлопкового масла и воды, при соотношении по массе 1:2:100-1:3:100 соответственно, в количестве 1-4% к массе нерафинированного растительного масла по патенту, разработанному для подсолнечного масла [5]. В третьем случае применяли иммобилизованный ферментный препарат АГФЗ, разработанный в ЮКГУ им. Ауэзова в 2005-2011 годах и содержащий липид-ацилтрансферазы. Для ускоренного выявления эффективного температурного режима и необходимого количества гидратирующего реагента использована методика пробной гидратации нерафинированного масла [6]. Сущность ее заключается в том, что нерафинированное масло смешивали с разработанным реагентом, который вводили в различных количествах. Полученную систему «нерафинированное масло–гидратирующий реагент» подвергали обработке в электромагнитном поле СВЧ до появления эффекта «закипания» системы. Зависимость остаточного содержания фосфоросодержащих веществ в масле и температуры «закипания» системы от количества гидратирующего реагента по методу 2 (с применением гидратирующего реагента) приведена на рисунках 1 и 2.

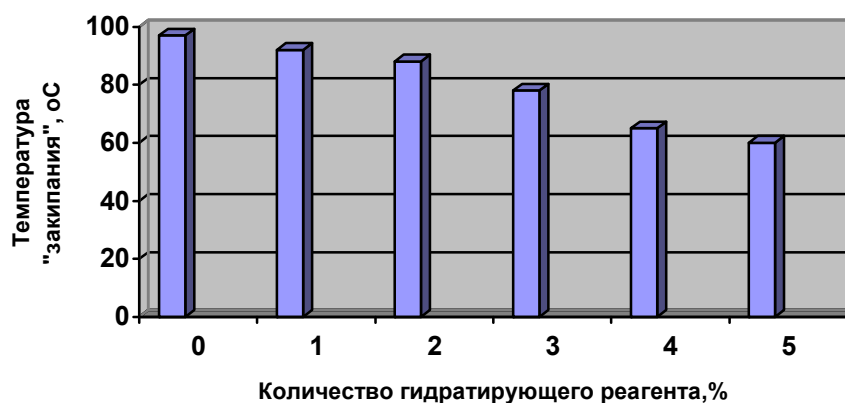
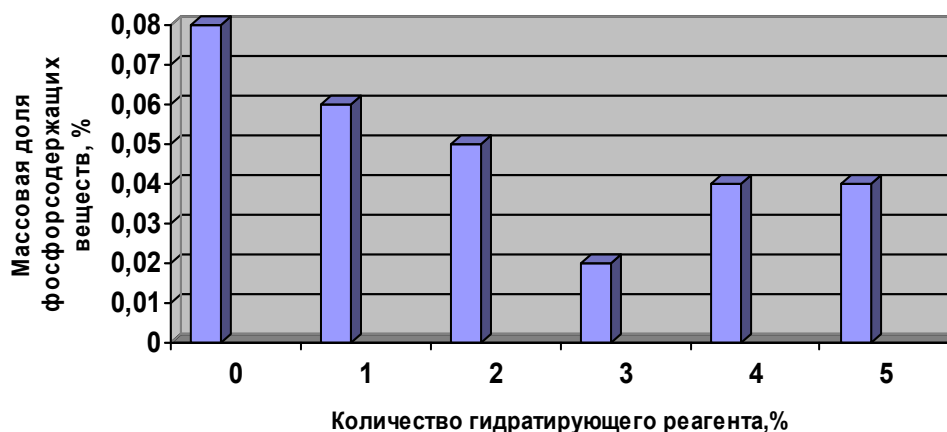


Рис. 1. Зависимость температуры «закипания» от количества гидратирующего реагента



**Рис. 2.** Зависимость остаточного содержания фосфорсодержащих веществ в масле от количества гидратирующего реагента

Из представленных данных видно, что чем меньше количество гидратирующего реагента, тем выше остаточное содержание фосфорсодержащих веществ в масле, а также выше температура «закипания» системы, т.е. количество гидратирующего реагента в этом случае недостаточно для максимального выведения фосфорсодержащих веществ. Увеличение количества гидратирующего реагента до 3,0% к массе масла позволяет достичь минимального остаточного содержания фосфорсодержащих веществ в масле, при этом температура «закипания» системы соответствует 78<sup>0</sup>С. При введении в масло гидратирующего реагента более 3,0 % температура «закипания» системы резко снижается, что связано с наличием в системе свободной влаги, в результате избытка применяемого гидратирующего реагента, а остаточное содержание фосфорсодержащих веществ в масле несколько увеличивается, т.к. при снижении температуры гидратации с 80<sup>0</sup>С до 60<sup>0</sup>С эффективность разрушения комплексных соединений негидратируемых фосфолипидов снижается.

Таким образом, на основе полученных данных можно сделать вывод, что в модельной системе эффективная температура гидратации соответствует 80<sup>0</sup>С, а количество комплексного гидратирующего реагента составляет 3,0% к массе нерафинированного масла. При переходе к реальным системам были проверены все три метода. В таблице 1 приведена зависимость массовой доли фосфорсодержащих веществ от температуры реакции гидратации при использовании этих трех методов. В выбранном для исследования диапазоне температур от 20<sup>0</sup>С до 90<sup>0</sup>С за время реакции, равное 80 минутам, при использовании всех трех методов происходит почти полное удаление фосфорсодержащих веществ из масла и полученные значения чистоты масла соответствуют ГОСТ 1128-75. Однако второй и третий методы обеспечивает более полное удаление фосфорсодержащих веществ, причем при повышенных температурах (выше 60<sup>0</sup>С) действие ферментного препарата ослабевает, а гидратирующий агент обеспечивает равномерное повышение чистоты масла с повышением температуры процесса гидратации. Поэтому с точки зрения чистоты полученного гидратированного масла и по технико-экономическим показателям более предпочтительным является применение гидратирующих агентов при температурах 50-80<sup>0</sup>С.

Было исследовано, также, как влияет метод гидратации на последующую операцию, т.е. на полноту выделения и чистоту госсипола. Данные таблицы 2 свидетельствуют о том, что с точки зрения полноты выделения и чистоты госсипола оптимальным также является применение гидратирующего реагента, т. к. в этом случае последующий выход госсипола составляет 89,8-84,5 %, а чистота – 75,3-79,3% при температурах 50-70<sup>0</sup>С. Поэтому следующим этапом работы явилась отработка оптимального состава гидратирующего реагента.

Таблица 1. Зависимость массовой доли фосфорсодержащих веществ в масле от температуры реакции гидратации

Температура, °С	Массовая доля фосфорсодержащих веществ, %, в пересчете на стеароолеолецитин					
	Метод 1*		Метод 2		Метод 3	
	Исходное масло	Гидратированное масло	Исходное масло	Гидратированное масло	Исходное масло	Гидратированное масло
20	0,8	0,25	0,8	0,20	0,8	0,20
30	0,8	0,20	0,8	0,15	0,8	0,15
40	0,8	0,18	0,8	0,10	0,8	0,10
50	0,7	0,15	0,7	0,08	0,7	0,05
60	0,7	0,12	0,7	0,07	0,7	0,10
70	0,6	0,10	0,6	0,06	0,6	0,15
80	0,6	0,10	0,6	0,05	0,6	0,20
90	0,6	0,10	0,6	0,05	0,6	0,30

\*Методы гидратации: 1 - классический без добавления дополнительных агентов, 2 - с применением гидратирующего реагента, 3 - с применением ферментного препарата.

Таблица 2. Влияние метода гидратации на выход, состав и чистоту госсипола

Показатели	Метод гидратации, температура								
	1,50	1,60	1,70	2,50	2,60	2,70	3,50	3,60	3,70
Выход госсипола, %	70,4	72,4	75,3	89,8	89,4	84,5	80,5	82,2	80,3
Содержание влаги и летучих веществ, %	4,5	5,0	4,7	4,3	4,8	4,5	4,7	5,0	4,9
Содержание нерастворимых в эфире веществ, %	10,3	10,8	10,0	10,4	10,5	10,6	10,3	10,2	11,3
Содержание растворимых в петролейном эфире веществ, %	3,5	4,0	4,5	3,2	4,7	3,4	4,0	3,7	3,9
Число нейтрализации, мг	230,2	235,4	232,4	228,7	227,5	230,8	240,7	238,3	232,2
Чистота госсипола, %	65,8	65,7	65,3	75,3	78,2	79,3	70,8	75,8	74,2

Применение в качестве гидратирующего агента смеси, состоящей из белков, фосфолипидов и воды, позволяет снизить межфазное натяжение на границе раздела фаз «нерафинированное масло - гидратирующий агент», что увеличивает на межфазной поверхности адсорбцию как гидратируемых, так и негидратируемых фосфолипидов, а также красящих веществ. В патенте [5] предлагается предварительно получать фосфолипиды из соевого масла путем его гидратации с получением фосфолипидной эмульсии и последующей ее сушки, а также белки из зерна пшеницы путем экстракции измельченного зерна пшеницы водой. По окончании экстракции раствор белка отделяют от небелковых компонентов центрифугированием. Из полученного раствора белок осаждают минеральной кислотой, а осадок отделяют центрифугированием. Затем готовят смесь, состоящую из белков, фосфолипидов и воды в соотношении по массе 1:2:100 соответственно. С целью упрощения технологии, экономии и использования вторичных ресурсов нами предложено использовать белковый отстой, который образуется при производстве пива. Этот отход получается при осветлении пивного сусла в отстойных, гидроциклонных аппаратах или сепараторах. На 100 кг засыпи зернопродуктов получают 2 - 3 кг белкового отстоя влажностью 80%. Белковый отстой имеет коричневатый цвет, горький вкус и слабый хмелевой запах. Массовая доля сухих веществ в белковом отстое составляет около 20%. В состав сухих веществ входят (в %): белковые вещества - 7,0, безазотистые экстрактивные вещества - 7,7, клетчатка - 1,2, хмелевые смолы - 3,3. В белковом отстое также присутствуют аминокислоты (триптофан, цистин, лизин, аспарагиновая кислота, серии, глицин, глутаминовая кислота, треонин, аланин, тирозин, метионин, валин, фенилаланин, лейцин,

пролин и др.) и витамины (тиамин, рибофлавин, никотиновая кислота). Состав белкового отстоя зависит от состава зернопродуктов, технологического режима приготовления и способа осветления пивного суслу. Фосфолипиды нами предлагается выделять из хлопкового масла. Проанализированы результаты процессов гидратаций, проведенных с использованием смеси [5] и разработанного нами состава. Показано, что применение нового состава гидратирующего агента не только повышает чистоту рафинированного масла, но и оказывает влияние на выход и чистоту госсипола.

Таким образом, в результате исследований нами установлено, что с точки зрения полноты выделения и чистоты госсипола оптимальным является применение гидратирующего реагента, т.к. в этом случае последующий выход госсипола составляет 84,5 - 89,8%, а его чистота – 75,3-79,3%. В качестве оптимального выбран состав гидратирующего реагента: белковый отстой : фосфолипиды хлопкового масла : вода – 2:2:100, количество - 2% к массе масла.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Атаулаев Л.Х., Спинов Р.И. Совершенствование техники и технологии в хлопко-масложировой промышленности. //Масложир. пром., Т.1. - 1978. - с. 31-54.
- 2 Технология переработки жиров/ Арутюнян Н.С., Аришева Е.А., Янова Н. И. и др. - М.: Пищепромиздат, 1998. - 458 с.
- 3 Шмидт А.А. Теоретические основы рафинации растительных масел / М.: Пищепромиздат, 1960. - 340 с.
- 4 Метод ферментной гидратации масла. Пат. Великобритании № 2267108 А1. Borch S.J.; заявитель и патентообладатель Даниско А.С. - 10174207.0; заявл. 18.07.2005; опубл. 29.12.2010.
- 5 Способ гидратации растительного масла. Пат. Рос. Федерации №. 2358006. Мартовшук В., Березовская О., Гюлушанян А., Мартовшук Е., Илларионова В. - заявл. 2007145863/13, 10.12.2007; опубл. 27.12.2009.
- 6 Березовская О.М. Разработка высокоэффективной технологии получения рафинированных растительных масел, устойчивых к окислению. Автореферат дис.... канд. техн. наук, Краснодар – 2008.

#### REFERENCES

- 1 Ataulayev L.H., Spinov R.I., Sovershenstvovaniye tehniki i tehnologii v hlopkovo-maslojirovoy promishlennosti. / Maslojir. prom., T.1. - 1978. - s. 31-54.
- 2 Tehnologiya pererabotki jirov/ N.S. Arutyunyan, E.P. Kornena, L.I. Yanova i dr. / Pod red. Prof. N.S. Arutyunyana. 2-ye izd., pererab. i dop. - M.: Pishpromizdat, 1998.- 452 s.
- 3 Shmidt A.A. Teoretitseskiye osnovi rafinatsii rastitelnih masel / M.: Pishpromizdat, 1960. - 340 s.
- 4 Metod fermentnoy gidratatsii masla. Pat. Velikobritanii № 2267108 A1. Borch S.J.; zayavitel i patentoobladatel Danisko A.S. - 10174207.0; zayavl. 18.07.2005; opubl. 29.12.2010.
- 5 Sposob gidratatsii rastitelnogo masla. Pat. Ros. Federatsii №. 2358006. Martavshuk V., Berezovskaya O., Gulushanyan A., Martavshuk E., Illarionova V. - zayavl. 2007145863/13, 10.12.2007; opubl. 27.12.2009.
- 6 Berezovskaya O.V. Razrabotka visokoeffektivnoy tehnologii polucheniya rafinirovannih rastitelnih masel, ustoychivovih kokisleniyu. Avtoreferat dis. ... kand. tehn/ nauk, Krasnodar. - 2008.

Надилов К.С., Жантасов М.К., Надилова Ж.К., Садырбаева А.С., Кутжанова А.С., Досмухамбет М.П.

#### **Мақта майын гидратациялау әдісінің госсиполдың тазалығына, қасиеті мен шығымына әсері**

**Түйіндемe.** Соапстоктан госсиполды бөліп алуға гидратация сатыларының әсері зерттелді және мақта майын гидратациялау технологиясын жетілдіру бойынша зерттеу нәтижелері келтірілген. Госсиполдың тазалығы мен толық бөлінуі бойынша гидрлеуші реагентінің шамаланған құрамы: : ақуызды тұнба : мақта майның фосфолипидтері :су – 2:2:100, май массасына байланысты реагент мөлшері - 2%.

**Түйін сөздер:** гидратация, мақта майы, госсипол қасиеті, ақуызды тұнба, фосфолипидтер, ферментті препарат.

Nadirov K.S., Zhantasov M.K., Nadirova Zh.K., Sadyrbayeva A.S., Kutzhanova A.N., Dosmuhambet M.P.

#### **Effect of hydration method cottonseed oil output the properties and purity of gossypol**

**Summary.** The results of studies on the improvement of technology hydration cottonseed oil and study the influence of hydration step on subsequent isolation of gossypol soapstock. From the standpoint of completeness and purity of gossypol allocation is optimal use of hydrating reagent composition: protein sucks : phospholipids cottonseed oil : water - 2:2:100 , reagent - 2 % by weight of oil.

**Key words:** hydration, cottonseed oil, the properties of gossypol sucks protein, phospholipids, an enzymatic preparation .



УДК 37.018.43

**А.Р. Сыздыкпаева, Р.О. Азангулова**

(Восточно-Казахстанский государственный университет им. С.Аманжолова,  
Усть-Каменогорск, Республика Казахстан, cit@vkgu.kz)

## **ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ ПОРТАЛА ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ВКГУ ИМ. С.АМАНЖОЛОВА**

**Аннотация.** В связи с тем, что дистанционная форма обучения является основным направлением модернизации образования, развитие этой формы является первостепенной задачей каждого вуза Казахстана. В статье предложена методика оценки портала дистанционного обучения, которая позволит выявить основные направления по дальнейшему развитию. Проведен анализ портала дистанционного обучения ВКГУ имени С.Аманжолова по предложенной методике.

**Ключевые слова:** портал, дистанционное обучение, критерий, анализ, методика, оценка, функциональность, надежность, стабильность, мультимедийность.

Сегодня внедрение дистанционного обучения является одной из важных задач, стоящей перед вузами Казахстана. С 2010 г. ВКГУ им.С.Аманжолова участвует в эксперименте по внедрению системы ДО. За прошедший период был разработан портал дистанционного обучения, создан контент и разработана система администрирования. На сегодняшний день стоит задача усовершенствования программной инфраструктуры системы ДО.

Для выявления этапов работ по усовершенствованию портала авторами разрабатывается методика оценки, для построения которой на данный момент основные критерии взяты с ГОСО РК 5.03.004-2009 **Организация обучения по дистанционным образовательным технологиям**, СТ РК 34.016-2004 «Технические и программные средства дистанционного обучения. Общие технические требования». К основным критериям выбора средств организации электронного обучения отнесены следующие:

– Функциональность, основные критерии представлены в таблице 1. Обозначает наличие в системе набора функций различного уровня, таких как форумы, чаты, анализ активности обучаемых, управление курсами и обучаемыми, а также другие [1, 2, 3]

– Надежность, основные критерии представлены в таблице 2. Этот параметр характеризует удобство администрирования и простоту обновления контента на базе существующих шаблонов. Удобство управление и защита от внешних воздействий существенно влияют на отношение пользователей к системе и эффективности ее использования;[2]

– Стабильность, основные критерии представлены в таблице 3. Означает степень устойчивости работы системы по отношению к различным режимам работы и степени активности пользователей;[2]

– Наличие средств разработки контента, основные критерии представлены в таблице 4. Встроенный редактор учебного контента не только облегчает разработку курсов, но и позволяет интегрировать в едином представлении образовательные материалы различного назначения;[7]

– Система проверки знаний, основные критерии представлены в таблице 5. Позволяет в режиме онлайн оценить знания студентов. Обычно такая система включает в себя тесты, задания и контроль активности обучаемых на форумах;[1, 3, 4]

– Удобство использования, основные критерии представлены в таблице 6. При выборе новой системы необходимо обеспечить удобство ее использования. Технология обучения должна быть интуитивно понятной. В учебном курсе должно быть просто найти меню помощи, должно быть легко переходить от одного раздела к другому и общаться с инструктором.[5]

– 100% мультимедийность, основные критерии представлены в таблице 6. Возможность использования в качестве контента не только текстовых, гипертекстовых и графических файлов, но и аудио, видео, gif- и flash-анимации, 3D-графики различных файловых форматов.[2]

– Качество технической поддержки, основные критерии представлены в таблице 7. Возможность поддержки работоспособности, стабильности СДО, устранения ошибок и уязвимостей как с привлечением специалистов компании разработчика СДО, так и специалистами собственной службы поддержки организации.[2]

Таблица 1. **Функциональность (Ф)**

Наименование функции	Ki = 1, при наличии свойства; Ki = 0, при отсутствии свойства.
K1 - наличие форума	
K2 - наличие чата	
K3 – видеоконференция	
K4 – блог	
K5 - наличие анализа активности обучаемых	
K6 - наличие управление курсами и обучаемыми	
K7 – вики	
K8 - система обмена сообщениями	
K9- календарь	
K10 - использование HTML-редактора WYSIWYG	

$$\Phi = \frac{\sum_{i=1}^4 K_i}{10} * 100, \%$$

Таблица 2. **Надежность (Н)**

Критерии (K)	Ki = 1, при наличии свойства; Ki = 0. при отсутствии свойства.
K1 – администрирования	
K2 - простота обновления контента на базе существующих шаблонов	
K3 - организацией бесперебойного питания технических средств	
K4 - использование лицензионного программного обеспечения	
K5 - защита информации, испытания программных средств на наличие компьютерных вирусов	
K6 - предоставление оборудования, вычислительная мощность которого соответствует нагрузкам на Систему, вызываемую потоком пользователей	
K7 - время восстановления после отказа	
K8 - отказы из-за некорректных действий оператора	
K9 - регулярное выполнение приказа министерство образования и науки РК	

$$H = \frac{\sum_{i=1}^5 K_i}{9} * 100\%$$

Таблица 3. **Стабильность**

Критерии (K)	Ki = 1, при наличии свойства; Ki = 0. при отсутствии свойства.
K1 – степень устойчивости работы системы по отношению к различным режимам работы	
K2 – степень активности пользователей	

$$C = \frac{\sum_{i=1}^5 \hat{E}_i}{2} * 100\%$$

Таблица 4. **Наличие средств разработки контента**

Критерии (К)	К <sub>і</sub> = 1, при наличии свойства; К <sub>і</sub> = 0. при отсутствии свойства.
К1 - возможность использования текстовых файлов	
К2 - возможность использования гипертекстовых файлов	
К3 - возможность использования графических файлов	
К4 - возможность использования различных файловых форматов	

$$Cp = \frac{\sum_{i=1}^5 K_i}{4} * 100\%$$

Таблица 5. **Система проверки знаний**

Критерии (К)	К <sub>і</sub> = 1, при наличии свойства; К <sub>і</sub> = 0. при отсутствии свойства.
К1 – тесты	
К2 – задания	
К3 - контроль активности обучаемых на форумах	
К4 – глоссарий	
К5 - база данных	
К6 – опрос	

$$Пз = \frac{\sum_{i=1}^6 K_i}{6} * 100\%$$

Таблица 6. **Удобство использования**

Критерии (К)	К <sub>і</sub> = 1, при наличии свойства; К <sub>і</sub> = 0. при отсутствии свойства.
К1 – модульность	
К2 - обеспечение доступа	
К3 - масштабируемость и расширяемость	
К4 - кросс-платформенность СДО	
К5 - перспективы развития платформы	
К6 - наличие (отсутствие) казахской локализации продукта.	
К7 - поддержка SCORM.	

$$У = \frac{\sum_{i=1}^7 K_i}{7} * 100\%$$

Таблица 7. **Мультимедийность**

Критерии (К)	К <sub>і</sub> = 1, при наличии свойства; К <sub>і</sub> = 0. при отсутствии свойства.
К1 - аудио	
К2 – видео	
К3 - gif- и flash-анимации	
К4 - 3D-графики	

$$M = \frac{\sum_{i=1}^4 K_i}{4} * 100\%$$

Таблица 8. **Качество технической поддержки**

Критерии (К)	K <sub>i</sub> = 1, при наличии свойства; K <sub>i</sub> = 0, при отсутствии свойства.
K1 - надежность, легкая расширяемость и масштабируемость	
K2 - автоматически синтезируемый в соответствии с ролью пользователя интерфейс	
K3 - информационная безопасность: использование защищенного протокола передачи данных и многоуровневой системы проверки полномочий	
K4 - легкая интеграция с другими информационными системами	
K5 - работоспособность на Windows, UNIX, Linux-платформах и Sun Solaris	
K6 - модульная структура, упрощающая доработку системы под конкретные нужды учебного заведения	

$$K = \frac{\sum_{i=1}^5 K_i}{6} * 100\%$$

Итоговая оценка портала дистанционного обучения вычисляется путем вычисления арифметического среднего всех оценок

$$ИО = \frac{\Phi + H + C + Cp + Пз + У + М + К}{8}, (\%)$$

В результате проведенного по данной методике анализа и оценки портала дистанционного обучения ВКГУ имени С.Аманжолова итоговая оценка составила 86,9%, что говорит о высокой степени развития системы вуза.

$$ИО = \frac{90 + 88,8 + 100 + 75 + 83,33 + 100 + 75 + 83,33}{8} = 86,9\%$$

На данный момент выявлены задачи, требующие первоначального решения:

- Внедрение системы видеоконференции;
- Увеличение времени восстановления после отказа;
- Возможность использования различных файловых форматов;
- Использование 3D-графики.

В дальнейшем будут рассмотрены проблемные задачи для оптимального решения выявленных недостатков по техническому сопровождению портала ДО.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Организация обучения по дистанционным образовательным технологиям **ГОСО РК 5.03.004-2009**.
2. Технические и программные средства дистанционного обучения. Общие технические требования СТ РК
3. <https://moodle.org> (Сайт Moodle)
4. <http://inno.cs.msu.su/implementation/it-university/07/> (Якушев А. Анализ технологий и систем управления электронным обучением).
5. <http://www.infoco.ru/mod/data/view.php?id=39> (Дьяченко А., Цыганцов Е., Мязотс В. Среда дистанционного обучения Moodle/А. Дьяченко, Е. Цыганцов, В. Мязотс)
6. Артемова О.Г., Мальцева Н.А. Проблемы использования дистанционного обучения. Материалы научно-методической конференции. – Вязьма: ВФ ГОУ МГИУ, 2011. – 282с.
7. Шаров В. С. Дистанционное обучение: форма, технология, средство // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2009. – С.45-47.

REFERENCES

1. Organizasya obucheniya po distansionnym obrazovatelnyim tehnologiyam GOSO RK 5.03.2009.
2. Tehnicheskie I programmnye sredstva distansionnogo obucheniya. Obchie tehnicheskie trebovaniya ST RK 34.016-2004.
3. <https://moodle.org> (Sait Moodle)
4. <http://inno.cs.msu.su/implementation/it-university/07/> (Yakushev A. Analiz tehnologii I system upravleniya elektronnyim obucheniyam).
5. <http://www.infoco.ru/mod/data/view.php?id=39> (Dyachenko A., Sygansov E., Myaeots V. Sreda distansionnogo obucheniya Moodle/A. Dyachenko, E. Sygansov, V. Myaeots)
6. Artemova O.G., Malseva N.A. Problemy ispolzovaniya distansionnogo obucheniya. Materialy nauchno-metodicheskoi konferensii. – Viyazma: VF GOU MGIU, 2011. -282s.
7. Sharov V. S. Distansionnoe obuchenie: forma, tehnologiya, sredstvo. – Zhurnal: Izvestiya Rossiskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta A.I.Gersena. 2009.

Сыздықбаева А.Р., Азанғұлова Р.О.

**С.Аманжолова атындағы шкму. Модернизациялық портал жұмыстарының негізгі бағыттары**

**Түйіндемe:** Бұл мақалада қашықтықтан оқыту порталын бағалау әдістемесі келтірілген. Бағалау үшін негізгі критерилер қолданылды: функционалдык, сенімділік, тұрақтылық, контентті өңдеу құралының болуы, білімді бағалау жүйесі, қолдану ыңғайлылығы, мультимедиялық, техникалық демеу сапасы. Жоғарғы оқу орнының қашықтықтан оқыту порталының қалпын бағалау жүйені басқарудағы әлсіз жерлерді анықтауға мүмкіндік берді. Құрастырылған критерилердің негізінде С.Аманжолов атындағы ШҚМУ қашықтықтан оқыту порталын бағалау және талдауда оның қорытынды бағасы анықталды.

**Негізгі сөздер:** портал, қашықтықтан оқыту, критерилер, талдау, әдістеме, бағалау, функционалдык, сенімділік, тұрақтылық, мультимедиялық.

Сыздықбаева А.Р., Азанғұлова Р.О.

**Основные направления работ по модернизации портала ДО ВКГУ им. С.Аманжолова**

**Резюме:** В данной статье предложена методика оценивания портала дистанционного обучения. Для оценивания были использованы основные критерии: функциональность, надежность, стабильность, наличие средств разработки контента, система проверки знаний, удобство использования, мультимедийность, качество технической поддержки. Оценка состояния портала дистанционного обучения вуза позволило выявить слабые места в управлении системы. На основе разработанных критериев анализа и оценки портала дистанционного обучения ВКГУ имени С.Аманжолова была определена его итоговая оценка.

**Ключевые слова:** портал, дистанционное обучение, критерий, анализ, методика, оценка, функциональность, надежность, стабильность, мультимедийность.

Sizdikpaeva A.R., Azangulova R.O.

**The main directions of modernization of distance learning portal EKSU. S.Amanzholov**

**Summary:** This paper proposes a method of estimating distance learning portal. For the evaluation were used basic criteria: functionality, reliability, stability, availability of content development, system testing knowledge, ease of use, multimedia, quality of technical support. Assessment of portal distance learning university revealed weaknesses in management systems. On the basis of criteria developed analysis and evaluation of distance learning portal VKGU name S.Amanzholov was determined his final grade.

**Key words:** portal, distance learning, test, analysis, methodology, evaluation, functionality, reliability, security, multimedia.

УДК: 622.276.42

**М.Б. Нурабаев**

(Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева,  
Алматы, Республика Казахстан)

**ПРИЧИНЫ ОБРАЗОВАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЕЙ И  
АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ**

**Аннотация.** В этой статье исследованы причины образования тяжелых нефтей и сделан анализ методов их разработки, а также подготовке нефти к переработке.

**Ключевые слова:** тяжелые нефти, анализ, методы, переработка.

Нефть – природная многокомпонентная органическая жидкость. Ее основу составляет смесь нафтеновых, ароматических и парафиновых углеводородов. Присутствуют также производные углеводородов: кислород-, серо- и азотсодержащие вещества, высокомолекулярные продукты окисления и окислительной конденсации, металлоорганические соединения, углеродистые частицы (карбены и карбоиды) и некоторые другие вещества. В сырой нефти, получаемой путем заводнения, неизбежно содержится большое количество воды, неорганические соли, частицы горных пород и газы. Содержание этих компонентов может варьироваться в широких пределах. Оно зависит от месторождения нефти. Водонефтяные эмульсии обычно формируются под действием сдвиговых напряжений и градиентов давления при прохождении перфорационных отверстий, задвижек, сужений и изгибов трубопроводов. Битумные эмульсии закачивают в продуктивные нефтяные пласты для контроля их проницаемости по отношению к воде.

Результаты многочисленных исследований минерального состава пластовых вод показывают, что основную долю растворенных веществ составляют хлориды натрия, магния и кальция. Кроме них (в зависимости от месторождения) могут присутствовать йодистые и бромистые соли щелочных и щелочноземельных металлов, сульфиды натрия, железа, кальция, соли ванадия, мышьяка, германия и других. Но в отличие от хлоридов, содержание которых исчисляется процентами и десятками процентов от общего количества растворенного вещества, содержание остальных солей выражаются сотыми, тысячными и еще меньшими долями процентов. В связи с этим минерализацию пластовой воды часто измеряют по содержанию ионов хлора в единице объема с последующим пересчетом на эквивалент натриевых солей [1].

Помимо измерения минерализации свободной пластовой воды при подготовке нефти и переработке измеряют содержание солей в единице объема нефти. Сама нефть не содержит хлорных солей. Они попадают в нее вместе с эмульгированной водой. Наличие солей в нефти вызывает особенно тяжелые и разнообразные осложнения при переработке. Содержание солей в нефти нередко достигает 2000–3000 мг/л и в отдельных случаях доходит до 0,3–0,4%. Нормальная переработка таких нефтей оказывается совершенно невозможной. К числу осложнений из-за наличия солей в нефти можно отнести следующие.

Соли отлагаются, главным образом, в горячей аппаратуре. Растворенные в воде соли выделяются при испарении воды. Поскольку последнее происходит в основном на поверхности нагрева или в непосредственной близости от нее, часть выкристаллизовавшихся солей прилипает к этим поверхностям, оседая на ней в виде прочной корки. Иногда эти соляные корки отламываются, извлекаются потоком нефти далее и осаждаются в последующей аппаратуре.

Коррозия аппаратуры: коррозия, т.е. разъедание нефтепромысловых оборудований при подготовке нефти вызывается выделением свободной соляной кислоты в процессе гидролиза некоторых хлористых солей.

Отложение солей в трубах, уменьшающее их проходные сечения, обуславливает резкое понижение производительности. Уменьшение ассортимента вырабатываемых продуктов. Соли в основном, так же как и при наличии механических примесей, концентрируются только при перегоне в мазутах и гудронах. По имеющимся, наблюдениям, в аппаратуре осаждаются только 10–20% солей, содержащихся в исходном сырье.

В научно-технической литературе существует несколько определений понятия «эмульсия», но наиболее общим является следующее: эмульсия – это гетерогенная система, состоящая из двух несмешивающихся или малосмешивающихся жидкостей, одна из которых диспергирована в другой в виде мелких капелек (глобул) диаметром, превышающим 0,1 мк. Дисперсная система с более мелкими частицами принадлежит уже к коллоидному раствору.

Эмульсии относятся к микрогетерогенным системам, частицы которых видны в обычный оптический микроскоп, а коллоидные растворы – к ультрамикрогетерогенным системам, их частицы не видны в обычный микроскоп.

Процесс разделения водонефтяной эмульсии можно представить в виде следующей схемы: нагревание водонефтяной эмульсии – ввод и растворение деэмульгатора – адсорбция синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) – вытеснение природных эмульгаторов – коалесценция глобул воды – седиментация капель [1].

Агрегативная устойчивость эмульсий измеряется временем их существования и для разных нефтяных эмульсий колеблется от нескольких секунд до многих лет. Установлено что, агрегативная устойчивость эмульсии является кинетическим понятием, так как удельная свободная межфазная

энергия системы определяется средней кинетической энергией теплового движения, а не минимумом термодинамического потенциала.

По Ребиндеру [1], устойчивость эмульсии определяется временем ее существования  $\tau$  (с):

$$\tau = \frac{H}{v}, \text{сек} \quad (1)$$

где  $H$  – высота столба эмульсии, см;  $v$  – средняя линейная скорость самопроизвольного расслоения системы, см/с.

Самопроизвольные процессы в таких системах являются односторонними, и устойчивое состояние соответствует полной коалесценции и расслоению системы на две объемные фазы с минимальной поверхностью раздела.

При смешивании нефти с водой возможно образование эмульсии двух типов вода в нефти (В/Н) и нефть в воде (Н/В). Способность двух взаимно нерастворимых жидкостей образовывать эмульсии того или иного типа предложено характеризовать величиной  $\gamma$ , которое определяется следующей формулой (2):

$$\gamma = \frac{\tau_B}{\tau_H} \cdot \frac{V_H}{V_B} \quad (2)$$

С увеличением показателя  $\gamma$  возрастает способность к образованию эмульсий типа В/Н, а с уменьшением – к образованию эмульсий типа Н/В. Соотношение времени жизни капель нефти  $\tau_H$  и воды  $\tau_B$  на границе раздела фаз является мерой способности системы к обращению фаз, определяющей выживание эмульсии первого или второго типа.

В условиях образования нефтяных эмульсий при добыче и обессоливании нефти на границе раздела нефть – вода могут существовать более продолжительное время капли воды ( $\tau_B > \tau_H$ ), поэтому образуется эмульсия типа В/Н.

Наиболее важным фактором, определяющим устойчивость нефтяных эмульсий, является образование на поверхности капелек воды адсорбционно-сольватных слоев и повышение их структурно-механических свойств. От концентрации эмульгаторов – стабилизаторов эмульсии в нефти и их состава главным образом зависит устойчивость образующихся нефтяных эмульсий. Серб–Сербиной Н.Н. и др. установлено, что элементарная устойчивость времени эмульсии возрастает с увеличением концентрации стабилизаторов до насыщения адсорбционного слоя или, как показано Трапезниковым А.А. [1], до достижения оптимальных структурно-механических свойств слоя.

Неорганическая часть эмульгаторов состоит из глины, песка и горных пород, находящихся в высокодисперсном состоянии в нефти или в пластовой воде. Неорганическая часть эмульгаторов часто прочно связана с органической и трудно от нее отделяется.

Для высокопарафинистых нефтей основными стабилизаторами эмульсий являются микрорекристаллы парафина и церезина, т.е. те инертные высокоплавкие вещества, на которые деэмульгаторы оказывают слабое действие, особенно при сравнительно низких температурах. Для разрушения поверхностного слоя высокопарафинистых нефтей необходимо совместное действие деэмульгатора и более высокой температуры ( $\approx 80^\circ\text{C}$ ), что и подтверждается практикой деэмульгирования эмульсий этих нефтей.

В настоящее время наиболее распространены тепловое воздействие и использование деэмульгаторов для ускорения осаждения капель при отстое.

Влияние температуры на эффективность процессов деэмульсации нефти многосторонне. При ее увеличении уменьшается вязкость нефти; ускоряется процесс осаждения капель пластовой воды; увеличивается разность плотностей воды и нефти; повышается эффективность действия деэмульгаторов (вследствие возрастания подвижности их молекул); ослабляются бронирующие оболочки путем растворения; происходит десорбция отдельных компонентов; снижаются вязкости тонких прослоек нефти и улучшаются условия контакта при сближении капель.

Деэмульгирование нефтяных эмульсий лежит в основе обоих процессов подготовки нефти к переработке – ее обезвоживания и обессоливания. При обезвоживании деэмульгированию подвергают исходную эмульсионную нефть, при обессоливании – искусственную эмульсию, создаваемую при перемешивании нефти с промывной водой.

Механизм разрушения нефтяных эмульсий можно разбить на три элементарных стадии столкновения глобул воды: слияние их в более крупные капли; выпадение капель или выделение в виде сплошной водной фазы. Чтобы обеспечить максимальную возможность столкновения глобул воды, увеличивают скорость их движения в нефти различными способами: перемешиванием в смесителях, мешалках, при помощи подогрева, ультразвука, электрического поля, центробежных сил и др. Однако для слияния капель воды одного столкновения недостаточно, нужно при помощи деэмульгаторов или других способов ослабить структурно-механическую прочность слоев, обволакивающих глобулы воды, и сделать их гидрофильными.

Поверхностно-активными являются вещества, которые, находясь в растворе, обладают способностью скапливаться (адсорбироваться) на его границе раздела и снижать поверхностное натяжение. Это может происходить только в том случае, если молекулы вещества взаимодействуют с молекулами растворителя намного слабее, чем молекулы растворителя между собой. В то же время большое различие в строении молекул растворенного вещества и растворителя приводит к тому, что вещество перестает растворяться, как, например, вода и углеводороды нефти. Таким образом, высокая поверхностная активность вещества обеспечивается слабым взаимодействием его молекул с молекулами растворителя и достаточной растворимостью вещества. Сочетание таких двух противоположных свойств в поверхностно-активном веществе связано с амфифильной природой его молекулы. Для типичного поверхностно-активного вещества, каким, например, является обычное мыло (натриевая соль высших жирных кислот, например, стеариновой, пальмитиновой и др.), имеющая структурную формулу  $\text{CH}_3-(\text{CH})_{17}-\text{COO}^-\text{Na}^+$  характерно сочетание в молекуле длинного неполярного углеводородного радикала, слабо взаимодействующего из-за своего неполярного характера с водой, но обладающего большим сродством к ней из-за наличия полярного карбоксильного аниона. Таким образом, молекула поверхностно-активного вещества состоит из неполярного, гидрофобного (липофильного) углеводородного радикала и полярной, гидрофильной части. Причем от соотношения этих частей в молекуле вещества, или, как принято называть, от его гидрофильно-липофильного баланса зависят растворимость их в воде и углеводородах, поверхностная активность, смачивающая способность и ряд других поверхностных свойств.

В настоящее время имеется широкая номенклатура СПАВ: водорастворимые деэмульгаторы: НЧК, «Дисольван-4411», «Дисольван-4422», «Дисольван-4490», ОЖК, «Проксанол-905», L-1632, «Проксалин», «Прогалит НМ20/40», X-2647; нерастворимые деэмульгаторы: «Виско К-3-Е», «Сепарол-29», «Сепарол-У-3071», «Сепарол СЕ-5014», «Проксамин НР-71Р», «Доуракс», R-11, СНПХ-44, СНПК-4101 и др.

В связи с этим процесс разрушения нефтяных эмульсий является больше физическим, чем химическим процессом, зависящим от:

- компонентов состава и свойств защитных оболочек природных стабилизаторов обрабатываемых нефтяных эмульсий;
- типа, коллоидно-химических свойств и удельного расхода применяемого деэмульгатора;
- температуры, интенсивности и времени перемешивания нефтяной эмульсии с деэмульгатором [1].

В работе предлагается состав для разрушения водонефтяных эмульсий и защиты нефтепромыслового оборудования от коррозии. Состав для водонефтяной эмульсии включает в себя блок-сополимер этилен и пропиленоксидов, в качестве которого используется простой полиэфир, получаемый полимеризацией окиси пропилена с глицерином или гликолем при последующей сополимеризации с окисью этилена и имеющий молекулярную массу 4000–6000. В качестве добавки состава служит продукт взаимодействия указанного простого полиэфира с карбоновой кислотой, которая представляет собой фракцию  $\text{C}_5-\text{C}_9$ , или  $\text{C}_{10}-\text{C}_{16}$ , или  $\text{C}_{16}-\text{C}_{22}$  синтетических жирных кислот, либо олеиновую кислоту, либо дикарбоновую малоновую кислоту, а в качестве растворителя состав содержит либо спирт  $\text{C}_1-\text{C}_3$ , либо ароматический углеводород при следующем соотношении компонентов, мас. %: простой полиэфир – 5–50; простой полиэфир с кислотой – 3–50; растворитель – остальное. В преимущественном варианте состав дополнительно содержит первичный амин  $\text{C}_{10}-\text{C}_{14}$  в количестве 0,5–5,0%. Способ дает возможность эффективного разделения при низких температурах.

Предлагается состав [2] для обезвоживания и обессоливания нефти, содержащий неионогенный деэмульгатор типа блок-сополимера окисей этилена и пропилена и растворитель. Он отличается тем, что включает дополнительно кубовый остаток производства бутиловых эфиров этиленгликоля и диэтиленгликоля, (%): моноэтиленгликоль – 0,2–1,6; диэтиленгликоль – 0,2–1,6; бутиловый эфир



этиленгликоля – 0,6–5,2; бутиловый эфир диэтиленгликоля – 3,7–30,0; смесь бутиловых эфиров три-, тетра- и пентаэтиленгликолей – 0,2–1,6. Таким образом соотношение компонентов (%) следующее: блок-сополимер окисей этилена и пропилена – 15–50; кубовый остаток – 5–40; растворитель – до 100.

Для деэмульгирования сырой нефти используют композицию [2], состоящую из продуктов сополимеризации полиолов, полиалкиленоксидов и ароматических углеводородов с функциональными группами типа глицидэфирных групп или ОН-групп, связанных с углеводородными радикалами. Отношение ОН-групп, содержащихся в полиолах, к ОН-группам, имеющимся в ароматических соединениях, 0,1:1,2. В частности, композиция содержит продукт реакции бисфенола А и эпихлоргидрина.

К сырой нефти добавляют  $(1-1000) \cdot 10^{-4}\%$  деэмульгатора и 0,5–3,0 об.% промывочной воды в случае, если концентрация рассола в сырой нефти < 3 об.%. Рассол отделяют от сырой нефти и деэмульгатора путем электростатического обессоливания при 105–150°C и напряжении 20–200 В/мм в течение 1–30 мин. Деэмульгатор содержит (%): 35–75 растворителя типа дипропиленмонобутилового эфира, изопарафиновых и циклопарафиновых углеводородов, диэтиленгликольмонобутилового эфира и бензилового спирта; 5-15 тяжелой ароматической нефти; 10–60 диспергатора эмульсии.

Состав для обезвоживания и обессоливания нефти, включающий простой полиэфир, высококипящие фракции М-2, флотореагент – оксаль Т-66 и смесь этиленгликоля и воды в объемном соотношении, равном 1,85:1, отличается тем, что в качестве простого полиэфира он содержит полиэфир 5002-2Б-40 при следующем соотношении компонентов (мас.%): простой полиэфир 5002-2Б-40 – 30–50; высококипящая фракция М-2 – 15–20; флотореагент – оксаль Т-66 – 30–40; смесь этиленгликоля воды в объемном соотношении 1,85:1 – 5–10. Устройство для разрушения водонефтяных эмульсий, состоит из цилиндрического корпуса, приспособление для закручивания потока нефти с тангенциальными входными отверстиями, патрубка ввода воды; оно снабжено также вихревой камерой в виде параболоида вращения для создания акустического волнового поля, установленной соосно корпусу в патрубке ввода воды, и успокоителем [3].

Многообразие деэмульгаторов обуславливается месторождениями сырья, а также тем фактом, что каждый продукт обладает высокой деэмульгирующей способностью только при обработке эмульсий ограниченной группы нефтей с определенными физико-химическими свойствами, как самой нефти, так и, эмульгируемой воды. Многообразие деэмульгаторов является также следствием различных технологических параметров обработки водонефтяных эмульсий, таких как температура обработки, гидродинамические параметры нефтяного потока в установке и т.д.

Таким образом, эффективность деэмульгаторов определяется: их расходом; качеством подготовленной нефти – содержанием в ней остаточных хлористых солей, воды и механических примесей; минимальной температурой и продолжительностью подготовки нефти. При оценке деэмульгатора необходимо принимать во внимание также чистоту выделенной при деэмульгировании воды (т.е. содержание в ней нефти) и возможность повторного образования эмульсии. При слишком большом расходе неионогенного деэмульгатора вместо расслоения эмульсии можно получить даже более стабильную эмульсию.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Мищенко И.Т. Скважинная добыча нефти //РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. - г. Москва, 2007 – С. 826
- 2 Левченко Д.Н., Бергштейн Н.В., Николаева Н.М. Технология обессоливания нефтей на нефтеперерабатывающих предприятиях. – Москва: Химия, 1985. – 168 с.
- 3 Разработка нефтяных месторождений /Под ред. Н.И. Хисамудинова, Г.З. Ибрагимова /ВНИИОЭНГ. – М., 1994. – Т. 3. – 149 с.

#### REFERENCES

- 1 Mischenko I.T. Oil production from well // Gubkin Russian state university of oil and gas. – Moscow, 2007 – P. 826.
- 2 Levchenko D.N., Bergshtein N.V., Nikolayeva N.M. Technology of oil desalting in refineries. – Moscow: Chemistry, 1985. – P. 168.
- 3 Oil field development / Edited by Hisamutdinov N.I., Ibragimova G.Z./VNIIOENG. – Moscow, 1994. – Т. 3. – P. 149.

Нұрабаев М.Б.

**Ауыр мұнайлардың пайда болу себептері және оларды игерудің әдістері**

**Түйіндеме.** Бұл мақалада ауыр мұнайлардың пайда болу себептеріне зерттеулер жасалды және оларды игерудің, сонымен қатар өндіруге дайындау жұмыстарының әдістері жасалды.

**Түйін сөздер:** ауыр мұнайлар, анализ, әдістер, өндіру.

Nurabaev M.

**Causes of the formation of heavy oil and analysis of methods of their treatment**

**Summary.** This paper shows causes of the formation of heavy oil and produced analysis of methods of their development, and preparation of oil for treatment.

**Key words:** heavy oil, analysis, methods, treatment.

УДК 004.02

**А.Н. Хамитов**

(Международный университет информационных технологий  
Алматы, Республика Казахстан, alikhamt@umail.iu.edu)

### **РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ МАРШРУТИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОННЫХ АВТОМАТОВ САМООБСЛУЖИВАНИЯ**

**Аннотация.** Данная работа посвящена вопросу общего построения алгоритма маршрутизации транспортных средств (в частности, общественного транспорта) и разработки транспортной схемы. Рассматриваются вопросы моделирования микро- и макро- уровней системы и корректировка ее параметров. Также автор приводит примеры применения системы для решения глобальных и локальных задач. Более того, рассматривается вопрос применения модели в электронных автоматах самообслуживания.

**Ключевые слова:** алгоритм маршрутизации, электронный автомат самообслуживания, электронная коммерция, логистика.

Задачи маршрутизации транспортных средств (Vehicle Routing Problems – VRP) возникают при перевозке грузов в коммерческом или общественном транспорте. Целью VRP является определение маршрута и расписания движения транспортных средств в целях удовлетворения клиентских заказов и минимизации операционных издержек. Обычно целью является минимизация длительности рейса, его протяженности, издержек или числа используемых транспортных средств. Дополнительно должны быть выполнены условия по многим ограничениям, как-то: ограничения по вместительности транспортного средства, длительности маршрута, временным окнам и т. д.

В прошлом составители маршрутов транспортных средств и диспетчеры действовали независимо друг от друга и без обмена информацией, или же только с совсем незначительным. Местоположение транспортных средств на линии маршрута не было известно, и было не всегда возможно установить хорошую связь с водителем. Последние достижения в информационных и коммуникационных технологиях существенно улучшили качество коммуникации между водителем и диспетчерским центром. Теперь информация о поступлении новых заказов или изменениях в маршрутах может без труда передаваться водителям, что способствует улучшению уровня сервиса и снижению издержек. Более того, современные системы навигации способны предоставлять в реальном времени информацию о ситуации на дороге и состоянии погоды, позволяя избежать пробки.

Основная цель написания статьи следует из задачи разработки навигационной системы по общественному транспорту мегаполисов с использованием программного обеспечения и электронных автоматов самообслуживания. Главными функциями системы являются:

\* Система показывает все номера маршрутов различных типов общественного транспорта для получения информации, как добраться с пункта отправления (пункт А) до пункта назначения (пункт В)

\* Система показывает местоположение общественного транспорта в режиме реального времени

\* Система показывает способы пересадки с одного транспорта на другой

\* Система предоставляет функцию поиска по достопримечательностям и способам, как до них добраться кратчайшим путем

С помощью данной системы, представляющей собой макроуровень моделирования, возможно решение следующих более глобальных основных задач:

- планирование транспортной инфраструктуры и общественного транспорта;
- графическая обработка сети для облегчения решений транспортных задач и проблем с трафиком;
- анализ и оценка транспортных сетей с последующей оптимизацией;
- прогноз запланированных мероприятий с применением общественного транспорта и городских дорожных коммуникаций;
- создание платформы для транспортно-информационных систем.

Главным достоинством системы является возможность прогноза запланированных мероприятий по организации движения транспортных средств. Это позволит смоделировать развитие транспортной сети с учетом реконструкции или строительства новых улиц, устройства пересечений в разных уровнях, изменения организации дорожного движения, строительства новых районов города, планирования последствий аварийных ситуаций и т.д. Также основная задача состоит в реализации государственной политики в сфере информатизации общественного транспорта в части автоматизации государственных услуг.

Задачами, решаемые системой, являются:

- 1) реализация бизнес-процессов оказания государственных услуг в целях их оптимизации и автоматизации с выработкой предложений;
- 2) опосредованное участие в реализации проектов «электронного правительства», направленных на оказание государственных услуг;
- 3) выработка предложений по формированию политики автоматизации государственных услуг в сфере общественного транспорта.

С помощью системы, представляющей собой макроуровень моделирования, возможно решение следующих основных задач:

- планирование транспортной инфраструктуры и общественного транспорта;
- графическая обработка сети;
- анализ и оценка транспортных сетей;
- прогноз запланированных мероприятий;
- создание платформы для транспортно-информационных систем.

При необходимости перехода на микроуровень, то есть при планировании движения на отдельном перекрестке или группе перекрестков и наглядной демонстрации полученных изменений, применяется математическая модель.

Для моделирования транспортных потоков и решения обозначенных задач необходимо формирование банка данных, который включает следующие параметры:

- подробная схема улиц города;
  - фактическая интенсивность движения и состав транспортного потока;
  - скорость движения транспортных средств (в свободном состоянии и при полной загрузке улиц движением);
  - геометрические параметры и пропускная способность улиц и дорог;
  - организация движения на улицах города;
  - схема и расписание движения общественного транспорта;
  - размещение остановок общественного транспорта и время, затрачиваемое на остановки;
- транспортные блоки - участки однородные по плотности населения, уровню развития промышленности и торговых предприятий, места привлекательные для отдыха населения и т.д.
- численность населения, численность трудоспособного населения, количество рабочих мест и количество людей занятых в сфере услуг (для каждого блока).

В навигационной системе все данные о транспортной сети хранятся в виде баз данных SQL.

Реализацию системы для электронных автоматов самообслуживания можно разделить на несколько этапов:

Первым этапом создания транспортной схемы является вставка карты города с приведением её масштаба в соответствии с описанием проекта. Она будет служить фоновым изображением при нанесении транспортной сети города.

Затем назначаются системы транспорта, для которых задается название, максимальная и минимальная скорости движения. Для упрощения обрисовки улиц назначают типы отрезков, которые классифицируют согласно их назначению и параметрам. Каждому типу присваивают название, и задают следующие характеристики: максимальная скорость движения транспортных средств, пропускная способность, разрешенные для движения системы транспорта, количество полос движения и т.д. Все перечисленные параметры можно задать отдельно для каждого направления.

Создание транспортной схемы начинают с нанесения узловых точек, которые характеризуют изменение геометрических параметров улицы, скорости движения, пропускной способности, а также наличие остановочных площадок. Расставленные узлы соединяют отрезками соответствующего типа. Для каждого отрезка присваивают название и производят детальную корректировку его параметров (скорость движения, пропускная способность, системы транспорта и т.д.).

Следующим шагом является расстановка остановочных площадок, назначение маршрутов общественного транспорта и составление расписания его движения. При расчете расписания движения программой учитывается продолжительность остановки автобуса, время начала и окончания работы маршрута, а также интервал движения.

Одним из самых важных этапов, от которого зависит достоверность последующих результатов, является разделение исследуемой территории на транспортные блоки. Для каждого блока назначают центр тяготения и связи – виртуальные отрезки, через которые осуществляют вход и выход индивидуального транспорта из центра тяготения на улицы блока. Для связей задают такие параметры, как разрешенные системы транспорта и доля индивидуального транспорта, движущегося по данному направлению. Также необходимы связи, показывающие перемещение пассажиров от остановочных площадок к центру тяготения района.

Далее рассматривают организацию движения транспортных средств. Здесь учитывают ограничение для отдельных видов транспорта или полный запрет поворотов на пересечениях (примыканиях) улиц и дорог, принимают во внимание организацию движения транспортных потоков на развязках в одном или нескольких уровнях, а также организацию одностороннего движения и т.д.

Банк параметров улично-дорожной сети предназначен для расчета в программном комплексе матриц затрат времени населения на поездки. Затраты могут так же выражаться в денежном виде, либо с помощью произвольных параметров.

С помощью полученных матриц затрат и статистических данных о населении города составляют матрицы корреспонденций индивидуального и общественного транспорта. Основными статистическими данными необходимыми для создания матриц корреспонденций являются:

- численность населения каждого из выделенных блоков;
- численность трудоспособного населения;
- количество рабочих мест;
- количество людей, занятых в сфере услуг.

Полученные матрицы корреспонденций индивидуального и общественного транспорта подставляют в программный комплекс и производят распределение перемещений населения и индивидуального транспорта. Результат распределения представляют в виде эпок.

Для получения более стабильных результатов расчет матриц корреспонденций, а следовательно и матриц затрат времени, тестирование необходимо осуществить несколько раз (до тех пор пока система не придет в равновесие).

Последним шагом, обеспечивающим достоверность распределения транспортных потоков, является корректировка параметров модели, а также ручная корректировка значений интенсивности движения согласно натурным наблюдениям.

Программа для визуализации транспортной схемы дает возможность вынести на отрезки различную информацию, например: интенсивность движения, скорость, пропускную способность, название отрезка т.д. Также существует возможность классификации по различным признакам отрезков, узлов, остановок и других атрибутов, выделяя тем самым их из общей массы (по цвету, толщине полосы, форме, размеру, типу линии и т.д.)

Главным достоинством алгоритма маршрутизации является возможность прогноза запланированных мероприятий по организации движения транспортных средств. Это позволяет моделировать развитие транспортной сети с учетом реконструкции или строительства новых улиц, устройства пересечений в разных уровнях, изменения организации дорожного движения, строительства новых районов города, планирования последствий аварийных ситуаций и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Джеймс Р. Сток, Дуглас М. Ламберт, "Стратегическое управление логистикой". 2005
2. Чернышев С. В., "Модели, методы и алгоритмы эффективного решения задачи маршрутизации транспорта на графах больших размерностей", 2011, <http://www.hse.ru/sci/diss/38371855>
3. Пожидаев М. С., "Алгоритмы решения задачи маршрутизации транспорта", 2010, <http://www.dissercat.com/content/algorithmy-resheniya-zadachi-marshrutizatsii-transporta>

REFERENCES

1. James R. Stock, Douglas M. Lambert, "Strategic management of logistics." 2005
2. Chernyshev S.V., "Models, methods and algorithms for the efficient solution of the problem of routing transport on large-scale graphs," 2011, <http://www.hse.ru/sci/diss/38371855>
3. Pozhidaev M.S., "Algorithms for solving the problem of routing transport", 2010, <http://www.dissercat.com/content/algorithmy-resheniya-zadachi-marshrutizatsii-transporta>

Хамитов А. Н.

**Өзін-өзі басқару автоматтары электронды жүйесінде транспортты құрылғылардың маршрутизация есебін шығару.**

**Түйіндеме.** Жұмыс транспорттық жүйе құру мен транспортты құрылғыларды (қоғамдық транспорттар) маршрутизациялау алгоритмін жалпылама құру есебіне арналған. Жүйенің микро және макро деңгейіндегі модельдеу мен олардың параметрлерін түзеу мәселелері қарастырылады. Сонымен қатар, автор ауқымды және локалды есептерді шешу үшін жүйені қолдану мысалдарын келтіреді. Модельді электронды өзін-өзі басқару автоматтарында қолдану мысалдары қарастырылады.

**Негізгі сөздер:** бағдарғылаудың алгоритмы, өзін-өзі басқару электрондық автоматы, электрондық коммерция, логистика.

Хамитов А. Н.

**Решение задачи маршрутизации транспортных средств в системе электронных автоматов самообслуживания**

**Резюме.** Данная работа посвящена вопросу общего построения алгоритма маршрутизации транспортных средств (в частности, общественного транспорта) и разработки транспортной схемы. Рассматриваются вопросы моделирования микро- и макро- уровней системы и корректировка ее параметров. Также автор приводит примеры применения системы для решения глобальных и локальных задач. Более того, рассматривается вопрос применения модели в электронных автоматах самообслуживания.

**Ключевые слова:** алгоритм маршрутизации, электронный автомат самообслуживания, электронная коммерция, логистика.

Khamitov A. N.

**Solution of the problem of routing vehicles in the electronic self-service machines**

**Summary.** This work is devoted to the construction of a general algorithm for vehicle routing (particularly, public transport) and the development of the transport scheme. The author discusses modeling of micro and macro levels of the system and adjustment of its parameters. Also, the author gives examples of the application of the system to deal with global and local problems. Moreover, the article shows the application of the model in the electronic self-service machines.

**Key words:** routing algorithm, electronic self-service machines, e-commerce, logistics.

УДК: 622.276.43

**Т.К. Ахмеджанов, Е.С. Орынгожин, М.Б. Нурабаев**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБОВ ДОБЫЧИ И ПОДГОТОВКИ НЕФТИ ПРИ  
ИСПОЛЬЗОВАНИИ ХИМИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ**

**Аннотация.** В этой статье были установлены способы добычи и подготовки высоковязкой нефти при совместном использовании химических реагентов и физических воздействий.

**Ключевые слова:** Высоковязкая нефть, химические реагенты, физические воздействия, добыча, подготовка.

Прогрессивным направлением совершенствования технологии добычи и подготовки нефти является внедрение в процесс аппаратов, воздействующих на нефтеводную систему другими полями различной физической природы: акустическими, магнитными, микроволновыми. Для каждого поля характерно свое специфическое воздействие на составляющие такой системы, которое в ряде случаев позволяет достигнуть высокой степени подготовки нефти там, где это было невозможно при использовании термических и химических методов. Эффективное применение подобных технологий требует обоснования метода подбора режима работы аппаратов в условиях конкретного месторождения. В настоящее время своеобразным препятствием для широкого внедрения подобных аппаратов является недостаточная изученность их эффективности воздействия на водонефтяные системы.

В данной работе рассмотрена возможность использования роторно-пульсационного акустического (РПАА) и микроволнового аппаратов в процессах обезвоживания и обессоливания водонефтяных эмульсий. Изучено совместное воздействие этих аппаратов и реагенто-деэмульгаторов на эмульсии физических полей. Рассмотрены некоторые способы борьбы с промежуточными слоями, образующимися в процессах деэмульсации, и методы, предотвращающие их образование и предложены меры по ее ингибированию.

Роторно-пульсационный акустический аппарат предназначен для интенсификации процессов диффузии, смешения, растворения, гомогенизации и диспергирования. Используемый в работе лабораторный РПАА представляет собой лопаточную машину с необтекаемыми лопатками, в которой концентричные (коаксиальные) ряды лопаток ротора (вращающийся элемент аппарата) чередуются в радиальном направлении с рядами лопаток статора (неподвижные элементы аппарата). Диск ротора выполненный из титановых сплавов, которые обладают высокими акустическими свойствами, совершает веерные, зонтичные или комбинированные (веерно-зонтичные) колебания различной формы, частоты и интенсивности. В таком аппарате за счет пульсации и акустического воздействия создаются вращательные и колебательные движения. В РПАА имеется возможность регулирования числа оборотов вращения диска ротора в неподвижном статоре за счет изменения силы тока подаваемого напряжения.

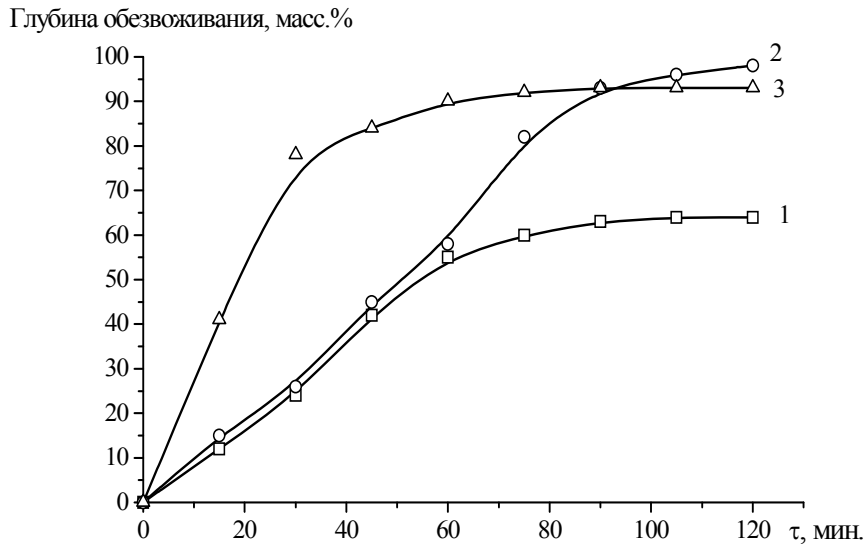
На первом этапе работы с РПАА был изучен процесс обезвоживания нефтей с применением реагентов, аппарата и при их совместном действии.

Исследования проводили на естественных нефтяных эмульсиях, взятых непосредственно из скважин различных месторождений (табл. 1). Температурный режим отстоя и объем дозировки реагента выбирали исходя из устойчивости эмульсии. При обезвоживании с помощью РПАА в аппарат наливали водонефтяную эмульсию, дозировали определенное количество реагента. Смешение в аппарате проводили в течение 30–120 с (выбор режима аппарата) с различной скоростью вращения ротора (800–7700 об/мин). Для каждой нефти экспериментально подбирался оптимальный режим работы аппарата. Далее эмульсию сливали в мерный стакан и замеряли отстой воды от нефти через каждые 15 мин при температуре бани 20 и 70°C в течение 1 ч.

Таблица 1. Характеристика нефтей и эмульсий на их основе

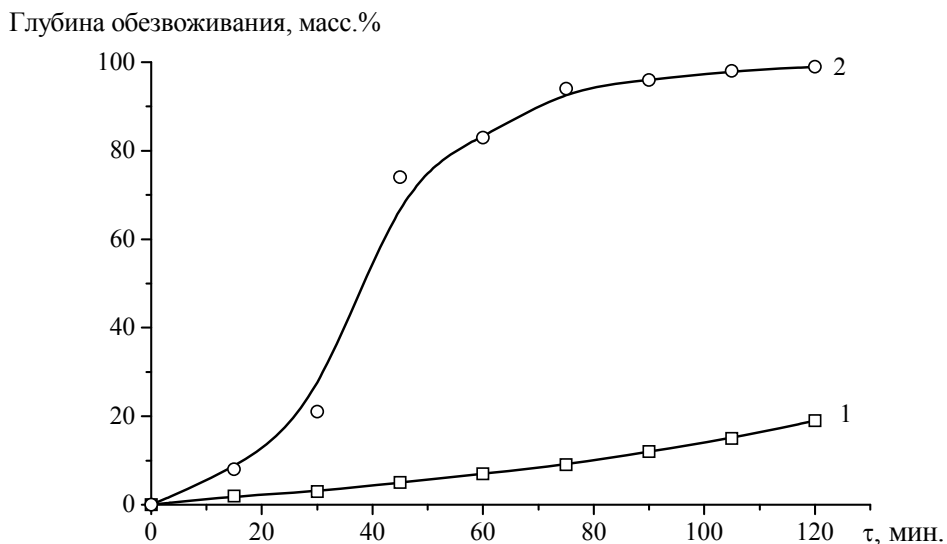
№ эмульсии	Характеристика эмульсий		Характеристика нефти				
	Обводненность, мас. %	Месторождения нефти	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Содержание, мас. %:			
				серы	парафинов	смола	асфальтенов
1	22	Каражанбас	902	4,15	18,6	15	1,6
2	54	Смесь Каражанбаса и Жетыбая (1:1)	882	3,21	24,96	15,63	3,63
3	20	Бузачи	894	5,4	10,4	9,4	4,2
4	84	Жыланкабак	897	3,1	21,6	7,8	1,7
5	22	Жанаозен	876	3,4	11,4	8,4	5,2

Совместное воздействие на нефтяные эмульсии деэмульгаторов и РПАА оказалось избирательным: в одном случае обработка в аппарате эмульсий не дает необходимого эффекта (рис. 1), в другом – подобная обработка обеспечивает более динамичный отстой воды и высокую степень обезвоживания нефти вплоть до полного отделения воды (рис. 2). На основе анализа времени формирования исследуемых эмульсий был сделан вывод, что критическим фактором, определяющим эффективность воздействия аппарата на водонефтяную эмульсию, является время «старения» последней. Чем свежее эмульсии, тем наиболее динамично и полно она разрушается.



1 – «Диссолван-4411», 100 г/т, термохимия; 2 – «Диссолван-4411», 50 г/т, РПАА, 800 об/мин, 60 сек;  
3 – «Диссолван-4411», 50 г/т, термохимия

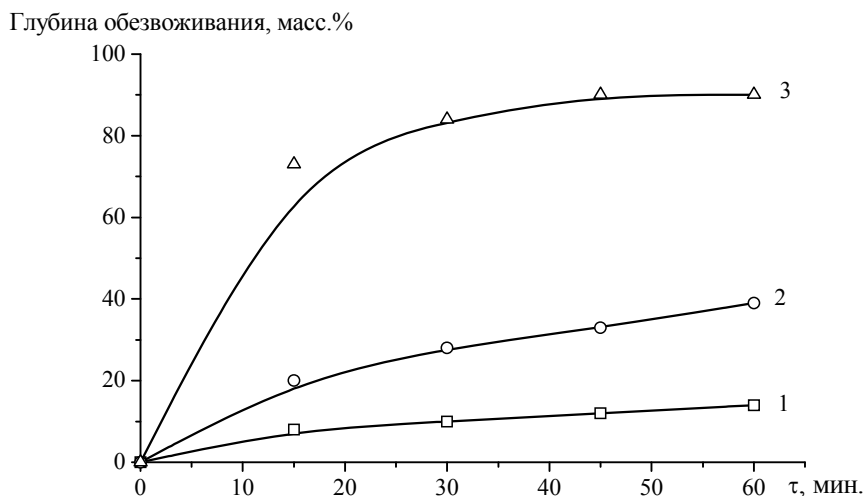
**Рис. 1.** Кинетика обезвоживания эмульсии № 2



1 – «Диссолван-4411», 50 г/т, термохимия; 2 – «Диссолван-4411», 50 г/т, РПАА, 800 об/мин, 60 сек

**Рис. 2.** Кинетика обезвоживания эмульсий № 3

И, напротив, утолщение, и упрочнение адсорбционных оболочек на глобулах воды с течением времени, по нашему мнению, является главной причиной, препятствующей проявлению РПАА деэмульгирующих функций (рис. 3).



1 – 7-дневная эмульсия; 2 – 3-дневная эмульсия; 3 – свежая эмульсия

**Рис. 3.** Кинетика обезвоживания эмульсионных нефтей с различным временем формирования реагентом – «Диссолван-4411» (25 г/т) и РПАА (2500 об/мин, 2 мин)

Последующие испытания РПАА на свежих водонефтяных эмульсиях показали, что для каждой эмульсии существует свой оптимальный режим обработки в РПАА.

Таким образом, существенного снижения склонности реагентов к образованию промежуточного слоя можно добиться деэмульгирующим композиционным составом, используя в качестве присадок поверхностно-активные вещества, улучшающие смачивающую способность основного деэмульгатора по отношению к природным эмульгаторам.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Бабалян Г.А., Ованесов Г.П. и др. Применение поверхностно-активных веществ с целью увеличения нефтеотдачи. – М.: Недра, 1970. С. 112.
- 2 Сургучев М.Л., Жданов С.А., Малютин Г.С. О надежности применения методов повышения нефтеотдачи пластов (на основе опыта США). – Нефтяное хозяйство, 1981. № 7. С. 70 – 78.

#### REFERENCES

- 1 Babalyan G.A., Ovanesov G.P. and other. Application of surfactants for enhanced oil recovery. – M.: Nedra, 1970. P. 112.
- 2 Surguchev M.L., Zhdanov S.A., Malutin G.S. About the reliability of the use of EOR methods (based on the US experience). – Oil industry, 1981. № 7. P. 70 – 78.

Ахмеджанов Т.Қ., Орынгожин Е.С., Нұрабаев М.Б.

#### **Мұнай игеру және дайындауда химиялық реагенттерді қолдану тәсілдері**

**Резюме:** Бұл мақалада мұнай игеру және дайындау барысында химиялық реагенттер мен физикалық әсерлерді біріктіре отырып, қолданылатын үрдістер тағайындалған.

**Ключевые слова:** Жоғарытұтқырлы мұнай, химиялық реагенттер, физикалық әсерлер, игеру, дайындау.

Ahmedzhanov T., Oryngozhin E., Nurabaev M.

#### **Improving the preparation of oil during joint use of chemicals**

**Summary:** This paper describes processes of production and preparation of heavy oil during joint use of chemicals and physical impact.

**Key words:** Heavy oil, chemical reagents, physical impact, production, preparation.



УДК 621. 793

Г.С. Жетесова, О.М. Жаркевич, Е.А. Плешакова, Д.С. Жунуспеков  
(Карагандинский государственный технический университет, Республика Казахстан)

## ИМПУЛЬСНАЯ КОНТАКТНАЯ ПРИВАРКА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВАЛОВ СТРОИТЕЛЬНО-ДОРОЖНЫХ МАШИН

**Аннотация.** Наплавкой восстанавливают более половины всех ремонтируемых деталей строительно-дорожных машин. В статье приведены основные способы восстановления валов строительно-дорожных машин. Приведены преимущества импульсной контактной приварки металлического слоя. Приведены результаты экспериментальных исследований по определению прочности сцепления стальной ленты с основой, микротвердости, износа. Установлены оптимальные режимы наплавки.

**Ключевые слова:** восстановление, наплавка, вал, стальная лента

Многие дорожно-строительные предприятия из-за высокой стоимости и дефицита запасных частей широко применяют восстановленные детали.

В зависимости от потребности в запасных частях и технической оснащенности предприятия работы по восстановлению деталей могут выполняться различными способами, как собственными силами, так и в ремонтных организациях. Характерные дефекты деталей строительных и дорожных машин связаны с износом посадочных поверхностей под подшипники: наружных цилиндрических валов и внутренних цилиндрических отверстий картеров агрегатов и других механизмов.

Основными способами восстановления таких валов являются: наплавка (под слоем флюса, в среде углекислого газа, вибронаплавка), нанесение электролитических покрытий, установка дополнительных деталей [1]. Однако все эти способы имеют следующие недостатки, снижающие эффективность ремонтного производства.

При всех видах наплавки:

- почти весь наплавленный слой во время последующей механической обработки вала снимается в стружку;

- усталостная прочность деталей при наплавке снижается на 25-30%;

- затраты материальных, трудовых и энергетических ресурсов большие [1].

И основными недостатками наплавки под слоем флюса можно считать:

- высокую стоимость оборудования. Как правило, оборудование, применяемое в ходе наплавки под слоем флюса, стоит дороже, чем оборудование для ручной дуговой наплавки с применением стержневых электродов с покрытием;

- большую зону нагрева, из-за чего этот вид наплавки не может быть применен в тех случаях, когда детали обладают достаточно сложной формой;

- снижение усталостной прочности металлической детали до 40%.

К недостаткам наплавки в среде с углекислым газом относится то обстоятельство, что легирование наплавленного металла ограничивается химическим составом электродной проволоки.

Широко применяется способ вибронаплавки при восстановлении деталей строительных и дорожных машин, сущность которого заключается в том, что электродной проволоке при движении в зону дуги придаются дополнительные продольные колебания высокой частоты. Достоинствами данного метода является возможность восстановления деталей небольшого размера, а также вибродуговая наплавка отличается малой глубиной зоны термического влияния и незначительным нагревом детали. Основные недостатки - снижение усталостной прочности деталей и сложность последующей обработки [2].

Вследствие большой газонасыщенности наплавленного металла исключена возможность повторной наплавки другими способами без предварительного полного удаления покрытия, полученного вибродуговым способом. Также можно отметить, что вибронаплавка применяется для восстановления только наружных цилиндрических поверхностей, а не внутренних.

Нанесение электролитических покрытий (хромирование) не нашло широкого распространения из-за сложности технологического процесса. Еще электролитическое хромирование имеет ряд недостатков:

- высокая пористость покрытия;

- наличие в осаждающемся слое напряжений растяжения, которые будут тем больше, чем больше толщина слоя хрома;
- снижение усталостной прочности;
- большой расход электроэнергии (62 кВт·ч) и времени (19 часов на хромирование при толщине слоя 30 мкм) [3].

Восстановление методом установки дополнительных деталей связано со значительным снижением прочности восстановленной детали, сложностью технологического процесса и большой трудоемкостью. Одна из актуальных проблем ремонтного производства – восстановление чугунных корпусных деталей, которые в значительной степени определяют ресурс машин.

Сложность ремонта таких деталей объясняется наличием у них значительного количества дефектов, основными из которых являются дефекты посадочных отверстий: изменение их формы, нарушение геометрических размеров и отклонения в их взаимном расположении. Износ сверх допустимого имеют около 35% посадочных поверхностей в корпусных деталях. Однако с учетом деформаций деталей требуется восстанавливать практически все отверстия корпусных и базисных деталей.

Применяемые для восстановления посадочных поверхностей технологии в большинстве случаев не обеспечивают достаточной производительности, требуемого качества, низкой себестоимости ремонта. Одним из перспективных способов восстановления изношенных посадочных мест деталей является импульсная контактная приварка металлического слоя (ленты, металлического порошка, проволоки и т.п.).

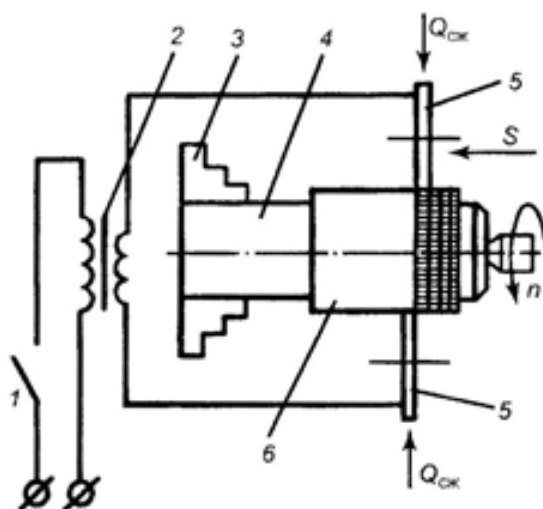
Импульсная контактная приварка металлического слоя по многим показателям превосходит вышеперечисленные способы восстановления деталей. Ее преимуществами являются:

- малая толщина и высокая твердость наносимых металлопокрытий, отсутствие пор и раковин, возможность нанесения различных металлов на детали из чугуна, стали и сплавов;
- небольшое термическое воздействие на основу, отсутствие потерь металла на разбрызгивание, минимальные потери и практическое отсутствие выгорания химических элементов присадочного материала;
- высокая производительность, составляющая в среднем 60 см<sup>2</sup>/мин, что в 2 - 2,5 раза превышает производительность вибродуговой наплавки;
- возможность восстановления как под номинальный, так и под ремонтный размер детали типа "вал", резьбовых участков валов (приваркой проволоки между витками резьбы), посадочных поверхностей в корпусных деталях, поясков, гильз цилиндров, отверстий головок шатунов, фасок клапанов и т.п.;
- благоприятные санитарно-гигиенические условия работы оператора.

Сущность способа заключается в приварке к наружной поверхности детали стальной ленты (проволоки, порошка металлов) регулируемые импульсами тока (рисунок 1) [4].

Приварка металлического слоя происходит в месте контакта с ним электрода (ролика) в результате нагрева и расплавления некоторых объемов материала детали и присадочного материала от тепла, выделяемого импульсами тока, а также сжатия нагретых участков сварочными электродами. При пропускании импульсов тока присадочный материал в контакте электрода с деталью разогревается и при достижении температуры провала упругости осаживается под усилием электрода.

Приварка производится в результате обкатки ленты роликами 5 по винтовой линии с усилием сжатия  $Q_{сж}$  в пределах 1000 - 2000 Н. Свариваемые материалы приводятся в пластическое состояние за счет подаваемых от трансформатора 2 импульсов тока силой 4 - 30 кА и длительностью 0,02 - 0,16 с. Импульсный характер тока обеспечивается прерывателем 1, в качестве которого часто используют регулятор, применяемым в серийных машинах контактной сварки, или за счет конденсаторных источников питания. Для уменьшения контактного электрического сопротивления между привариваемым материалом и роликовыми электродами, последние изготавливают из специальных медных сплавов типа БрХ, БрНБТ и др [5].



1 - прерыватель тока; 2 - трансформатор; 3 - патрон; 4 - восстанавливаемая деталь; 5 - ролики (электроды); 6 - привариваемая лента, S – подача суппорта, Q<sub>ок</sub> - усилие сжатия роликов (электродов); n – число оборотов  
**Рис. 1.** Схема приварки металлической ленты на деталь типа вал

Перекрытие сварочных точек между собой достигается за счет частоты импульсов тока, частоты вращения детали и скорости перемещения сварочной головки.

Полная сцепляемость с основой достигается в результате перекрытия единичных сплавленных площадок по длине валика и смежных витков металлопокрытия между собой. Приварка ведется по винтовой линии. В момент осадки часть разогретого до пластического состояния присадочного материала выдавливается из-под ролика в направлении его движения. При этом разрушаются и выносятся из зоны сварки плотные окисные пленки, препятствующие образованию доброкачественного соединения. Благодаря непрерывному охлаждению водой глубина зоны термического влияния не превышает 0,2 - 0,5 мм для различных режимов приварки, что исключает воздействие нагрева на состав, структуру и свойства ниже расположенных слоев материала детали, значительную ее деформацию [6].

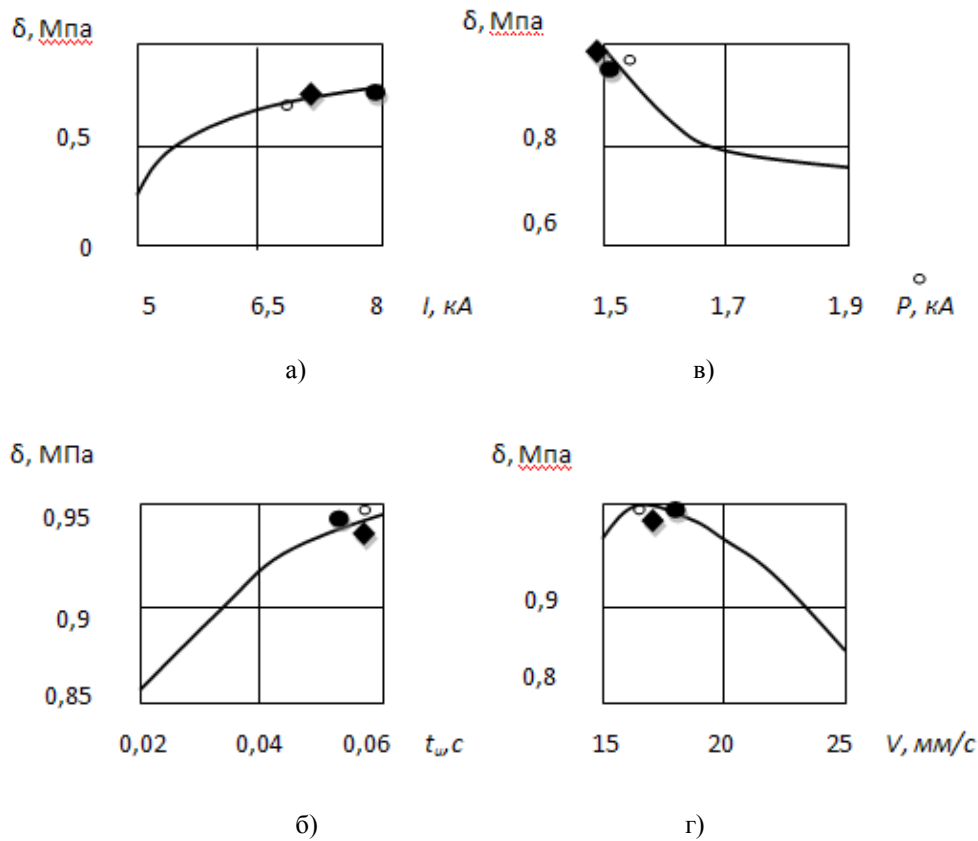
Качество сцепления покрытия с основным металлом зависит от технологических факторов восстановления изношенной детали.

В результате проведенного эксперимента были определены основные характеристики наплавленного металлического слоя на наружные поверхности валов в зависимости от режимов наплавки (таблица 1).

**Таблица 1. Режимы импульсной электроконтактной приварки стальной ленты в зависимости от диаметра вала при усилии сжатия роликов (электродов) 1,5 кН**

Диаметр вала, мм	Частота вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup>	Подача суппорта, мм/об	Сварочный ток, кА	Длительность, с	
				Импульс тока	Паузы
20	6,0-7,0	3	4,7-5,3	0,06-0,07	0,08-0,12
25	6,0-7,0	3	4,8-5,3	0,06-0,08	0,10-0,12
30	6,0-7,0	3	5,0-5,5	0,06-0,08	0,10-0,12
35	5,0-6,0	3	5,2-5,5	0,06-0,08	0,10-0,12
40	4,0-4,5	3	5,2-5,5	0,06-0,08	0,10-0,12
55	3,0-3,5	4	6,5-7,0	0,06-0,10	0,10-0,12
60	3,0-3,5	4	6,4-6,8	0,06-0,10	0,10-0,12
100	1,5-2,0	4	7,0-7,5	0,10	0,10

Зависимость прочности сцепления покрытия (сталь 40, сталь 40Х, 65Г) от режимов приварки приведены на рисунке 2.



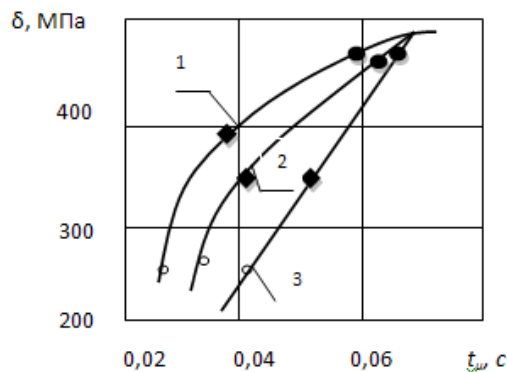
а) зависимость  $\delta$  от силы тока; б) зависимость от длительности импульса тока; в) от усилия на ролике (электроде); г) от скорости приварки

**Рис. 2.** Зависимость прочности сцепления покрытия с основным металлом  $\delta$

Проанализировав полученные зависимости, можно сделать вывод, что оптимальным является следующее сочетание режимов:

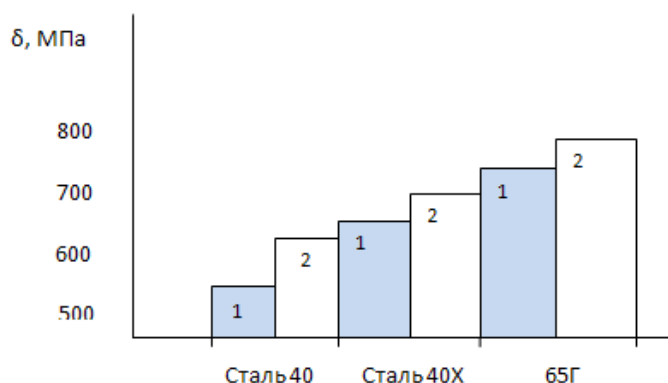
- сила тока 7,5 кА;
- длительность импульса тока 0,06 с;
- усилие на электроде 1,5 кН;
- скорость наплавки 20 – 25 мм/с.

Прочность сцепления покрытия зависит также от предварительной обработки восстанавливаемой поверхности (рисунок 3).



1 - дробеструйная обработка; 2 – шевронная накатка; 3 – точение до 3 класса шероховатости  
**Рис. 3.** Прочность сцепления покрытия зависит также от предварительной обработки восстанавливаемой поверхности (проволока ГОСТ 2246-70)

При использовании в качестве присадочного материала стальной ленты распределение микротвердости в поперечном сечении сварного шва и на его поверхности приведено на рисунке 4.

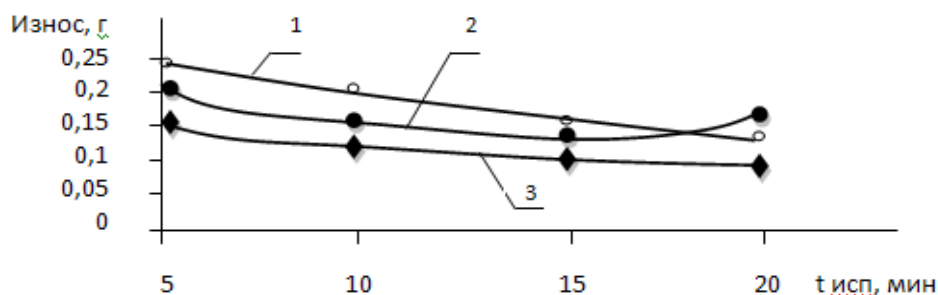


1 – на перекрытии шва; 2 – на поверхности шва

**Рис. 4.** Распределение микротвердости стальной ленты в поперечном сечении шва и на поверхности

Материал ленты следует подбирать с учетом твердости, которую необходимо получить на восстанавливаемом участке детали. Твердость приваренного слоя зависит от материала ленты, содержания в ней углерода и легирующих элементов.

Поскольку восстанавливаемые валы строительно-дорожных машин работают в сопряжении с другими деталями, немаловажным показателем, определяющим срок службы, является износ. Для определения износостойкости проводили испытания на машине трения МИ-8 по схеме подшипник – вал. Испытывали три сочетания пар трения (с лентой Сталь 40, Сталь 40Х, 65Г) по пять образцов в каждой паре. Испытания проводили в четыре этапа длительностью по 5 мин: три этапа с нагрузкой 20 кг и последний - с нагрузкой 30 кг. Общее время испытаний каждой пары 20 мин. После каждого этапа проводили контрольное взвешивание образцов и определяли износ. Динамика среднего по пяти парам износа подшипников и дисков представлена на рисунке 5.



**Рис. 5.** Износ при испытаниях на трение

Наиболее износостойкой является лента 65Г, износ которой составляет 0,1 - 0,15 г.

Как показывают исследования, при соблюдении оптимальных технологических режимов импульсной наплавки ресурс отремонтированных деталей строительно-дорожных машин увеличивается в 1,5 - 2 раза, что снижает стоимость и продолжительность ее ремонтов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Применение современных материалов для изготовления и ремонта деталей машин /Н.Р. Шоль, В.Д. Лосев, Л.Я. Иконникова, В.Ю. Прохоров. – Ухта: УГТУ, 2004. – 251 с.
2. Толстов И. А., Коротков В. А. Справочник по наплавке. - Челябинск: Металлургия, 1990. - 341 с.
3. Гинберг А.М. Повышение антикоррозионных свойств металлических покрытий. – М.: Металлургия, 1984. – 168 с.
4. Фролов В.И., Спичко Д.В. Восстановление деталей импульсной контактной приваркой металлического слоя //Строительные и дорожные машины. – 2000. – №1. – С.41 - 43.

5. Сидоров А.И. Восстановление деталей машин напылением и наплавкой. - М.: Машиностроение, 1987. - 192 с.
6. Клименко Ю. В. Электроконтактная наплавка. - М.: Metallurgy, 1998. - 128 с.

REFERENCES

1. The use of modern materials for the manufacture and repair of machinery parts /N.R. Scholl, V.D. Losev, L.Y. Ikonnikova, V.Y. Prokhorov. – Ukhta: UGTU, 2004. - 251 p.
2. Tolstov I.A., Korotkov V.A. Handbook on surfacing. – Chelyabinsk: Metallurgy, 1990. - 341 p.
3. Ginberg A.M. Increasing the anticorrosive properties of the metal coatings. - М.: Metallurgy, 1984. - 168 p.
4. V.I. Frolov, D.V. Spichko. Restoring parts by impulse welding of the contact metal layer // Building and road machines. - 2000. - №1. - P.41 - 43.
5. A.I. Sidorov. Restoration of machine parts and coated surfacing. - М.: Mechanical Engineering, 1987. - 192 с.
6. V. Klimenko. Electrocontact surfacing. - М.: Metallurgy, 1998. - 128 p.

Жетесова Г.С., Жаркевич О.М., Плешакова Е.А., Жунуспеков Д.С.

**Импульсная контактная приварка для восстановления валов строительно-дорожных машин**

**Резюме:** Наплавкой восстанавливают более половины всех ремонтируемых деталей строительно-дорожных машин. В статье приведены основные способы восстановления валов строительно-дорожных машин. Приведены преимущества импульсной контактной приварки металлического слоя. Приведены результаты экспериментальных исследований по определению прочности сцепления стальной ленты с основой, микротвердости, износа. Установлены оптимальные режимы наплавки.

**Ключевые слова:** восстановление, наплавка, вал, стальная лента

Zhetesova G.S., Zharkevich O.M., Pleshakova E.A., Zhunuspekov D.S.

**Pulse contact welding for the restoration of road-building machinery parts**

**Summary.** Surfacing is reduced more than half of the repaired parts for road construction machinery. The paper presents the main ways to restore shafts of road construction machinery. The advantages for pulse contact welding of metal layer are described. The article describes results of experimental studies to determine the adhesion strength of steel tape to the substrate, the microhardness, wear and tear. The optimal regimes surfacing are determinate.

**Key words:** restoration, surfacing, shaft, steel tape

УДК 54.052+54.057

**К.С. Надиров, М.К. Жантасов, Ж.К. Надилова, А.У. Джусенов, М.П. Досмухамбет**

(Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,  
Шымкент, Республика Казахстан)

**ПОЛУЧЕНИЕ СЫРЬЯ ДЛЯ СИНТЕЗА ДЕЭМУЛЬГАТОРА ИЗ ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ  
ПЕРЕРАБОТКИ МАСЛА ХЛОПЧАТНИКА**

**Аннотация.** Показана возможность применения нового сырья – жировой части госсиполовой смолы - для проведения реакции оксипилирования, продукты которой при производственных испытаниях проявили свойства деэмульгатора. При использовании полученного деэмульгатора содержание остаточной воды в нефти снижается до 0,09% процента, а солей до 108 мг/л.

**Ключевые слова:** госсиполовая смола, деэмульгатор, омыление, нейтрализация.

Одним из эффективных направлений в создании деэмульгаторов комплексного действия является компаундирование поверхностно-активных веществ различного строения, позволяющее при наличии определенного набора исходных компонентов получить составы с различными свойствами. Сырье для синтеза таких деэмульгаторов должно быть, в первую очередь, разнообразным, чтобы обеспечить выполнение поставленной задачи, а также недорогим и технологичным, так как одной из важнейших тенденций развития промышленной органической химии, направленной на повышение экономической эффективности производства, является создание новых технологических процессов, базирующихся именно на более доступном и дешевом сырье. Сырьевая база промышленности органического синтеза включает в себя следующие источники сырья: сырье растительного и животного происхождения, твердые горючие ископаемые, нефть и природный газ [1]. Отличительной

особенностью сырья растительного и животного происхождения является непрерывная возобновляемость, поэтому в последние годы интерес к многотоннажным возобновляемым отходам сельского хозяйства, как к перспективному сырью для получения материалов, полезных человеку, резко повысился. Проблема эффективной переработки отходов и вторичных ресурсов с получением конкурентоспособной продукции является актуальной для всех индустриально развитых стран. Однако, несмотря на важность и экономическую целесообразность *наиболее* полной переработки вторичных ресурсов, уровень их использования в настоящее время все еще недостаточен и далек от оптимального [2]. Учитывая потенциал масложировых предприятий юга Казахстана, задача эффективной переработки вторичных ресурсов масложировой промышленности выходит за рамки отрасли и приобретает государственное значение [2,3]. Основной составляющей вторичных ресурсов, получаемых в процессе переработки растительных масел, являются соапстоки и госсиполовая смола. На территории Южно-Казахстанской области создается экономическая зона, ориентированная, в том числе, на развитие хлопкового кластера [4]. Ежегодный объем хлопка-сырца, выращенного на юге Республики, должен составить около 400 тысяч тонн. Однако с ростом объемов по переработке хлопковых семян на хлопковое масло будет накапливаться ежегодный объем госсиполовой смолы – токсичного отхода (гудрон дистилляции жирных кислот). Исходя из этого, проблема утилизации госсиполовой смолы является актуальной и требует решения. В данной работе обозначенные выше проблемы решаются комплексно: за счет использования отходов масложирового производства – госсиполовой смолы будет синтезирован деэмульгатор - ценный импортозамещающий продукт.

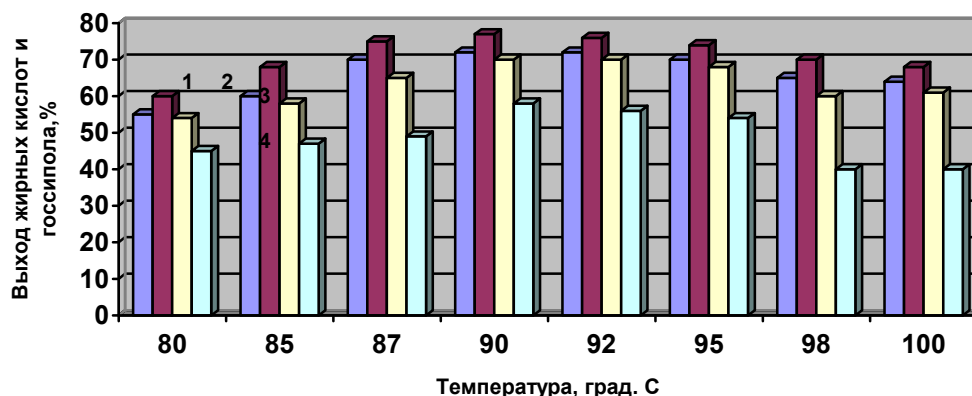
Основной целью наших исследований является получение деэмульгатора методом компаундирования поверхностно-активных веществ различного строения с использованием отходов масложирового производства – госсиполовой смолы. В данной статье приведены результаты исследования процесса выделения жирных кислот (ЖК) - исходного сырья для получения деэмульгатора - из госсиполовой смолы в свободном виде после стадии их омыления.

Содержание мыла и ЖК в госсиполовой смоле после щелочной обработки определяли по модифицированной методике ГОСТ 5480-59 – «Масла растительные и натуральные жирные кислоты. Методы определения мыла». Для контроля содержания ЖК в модельных системах и в реальных смолах использовали метод определения кислотного числа по ГОСТ Р 52110 – 2003. Измерение значений pH реакционной смеси проводили на pH-метре АНИОН 4100 (класс точности 0,05). Для определения содержания ЖК в госсиполовой смоле использовали метод косвенной pH-метрии - измерение значений pH специальной реакционной смеси. Исследование влияния различных примесей в составе госсиполовой смолы на погрешность измерения значения pH реакционной смеси показало, что погрешность достигает 10-15%, поэтому нами также в отдельных случаях использовали другие методы. В частности, массовую долю ЖК в госсиполовой смоле определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии по методике Свидетельства №36-08 от 04.03.2008 ФР.1.31.2008.04633 [5]. Реологические свойства различных технологических смесей с госсиполовой смолой и мыльных основ определяли на приборе «Ротационный вискозиметр “Полимер” РПЭ-1М». Оценку результатов и их статистической достоверности осуществляли с использованием прикладных программ «MathCAD» и «Statistica».

Нами в процессе работы использована госсиполовая смола АО «Шымкентмай», отобранная из верхнего слоя сливной ямы в сентябре 2012 года, и установлено, что омылением госсиполовой смолы раствором щелочи можно получить омыляемую фракцию солей ЖК и госсипола. Ранее нами были проведены исследования кинетики процесса омыления ЖК госсиполовой смолы и определен наиболее благоприятный режим нейтрализации ЖК госсиполовой смолы, обеспечивающий впоследствии наибольший выход деэмульгатора: эффективная концентрация раствора щелочи соответствует 10-15%, избыток щелочи составляет 20%, количество добавки омыленной госсиполовой смолы – 9-12%, температура – 105-110°C, продолжительность процесса – 120 минут. В продолжение этих работ показано, что разложением полученной омыленной фракции минеральными кислотами можно выделить смесь ЖК и госсипола. Для достижения требуемого качества необходимо соблюдать следующие условия: разложению подвергать разбавленные растворы, используя разбавленную серную кислоту при интенсивном перемешивании. Для большинства способов разложения соапстоков – прототипов нашей технологии - технологические режимы аналогичны: разложение ведется при температуре 85 - 90 °С, концентрация соапстока перед разложением 5 – 10 %, концентрация серной кислоты 5 - 10%, при её избытке против теоретически необходимого - не более 10%. В целом, технологический процесс разложения омыленной фракции

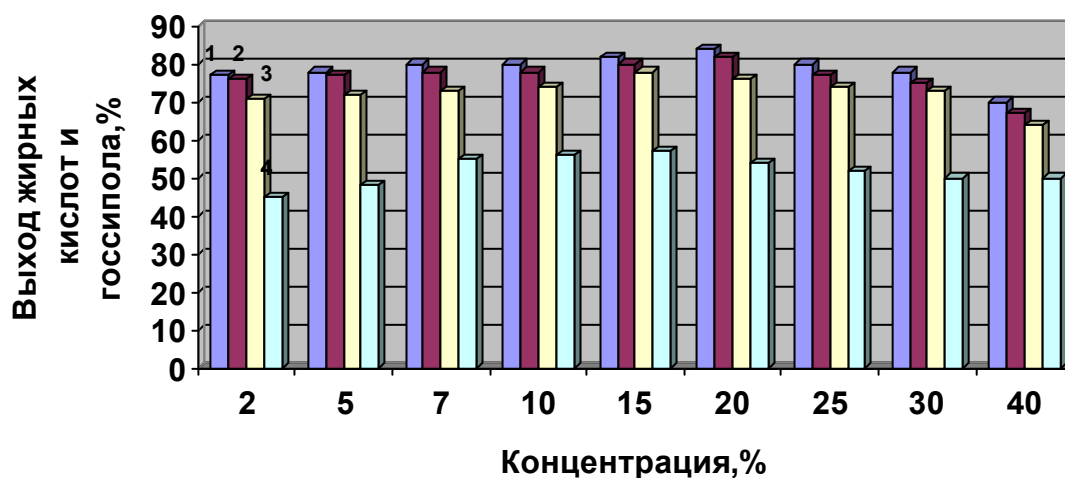
можно представить следующими основными стадиями: дозирование и смешение мыльных растворов и серной кислоты; разделение образовавшихся фаз ЖК - госсипол - кислые воды; промывка выделенных кислот и госсипола водой для удаления серной кислоты; нейтрализация кислых вод раствором кальцинированной соды (при необходимости).

С целью оптимизации процесса исследовано влияние различных технологических факторов на процесс с учетом рекомендаций по обработке соапстоков. В качестве критерия оптимизации выбран выход ЖК в расчете на теоретически возможный, рассчитанный по содержанию кислот в госсиполовой смоле (без учета выхода госсипола). Выход госсипола определяли после экстракции ЖК из реакционной смеси бензином.



Условия: концентрация омыляемой фракции перед разложением, % 1 – 10, 2,4 – 20, 3 - 30, концентрация серной кислоты – 10% , избыток серной кислоты – 5%, 1,2,3- выход ЖК, 4 – выход госсипола.

Рис.1. Влияние температуры разложения омыляемой фракции на выход ЖК



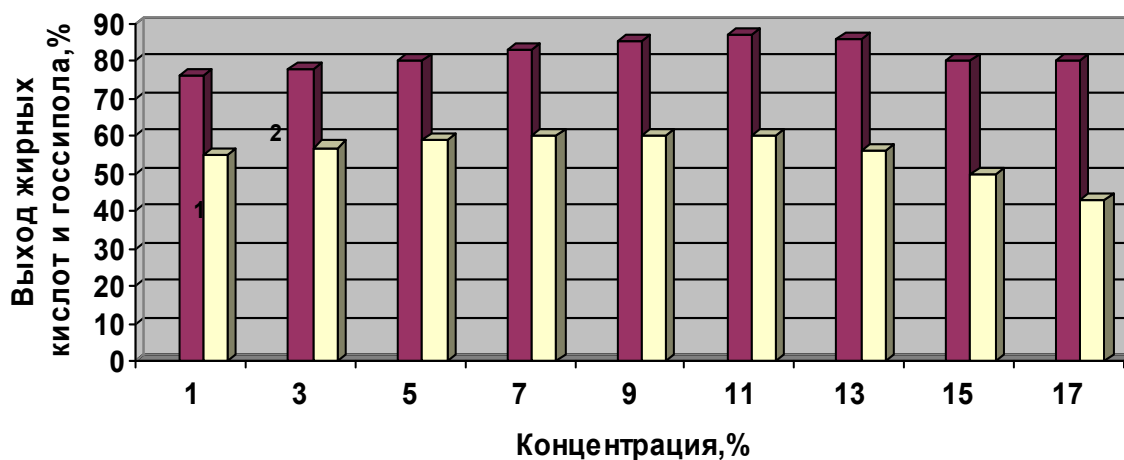
Условия: температура – 90 °С, избыток серной кислоты, %: 1 – 3, 2,4 – 5, 3 – 7, концентрация серной кислоты – 10%, 1,2,3- выход ЖК , 4 – выход госсипола.

Рис. 2. Влияние концентрации омыляемой фракции перед разложением на выход ЖК

Из данных рисунка 1, который показывает влияние температуры разложения на выход кислот, видно, что наибольший выход ЖК обеспечивает проведение процесса при 87- 92°С, что показывает на правильный выбор аналога изучаемой реакции. Концентрация омыляемой фракции перед разложением оказывает влияние на выход продукта. Поэтому это влияние исследовано дополнительно и показано на рисунке 2. В отличие от режима разложения мыл в соапстоке, в данном случае можно использовать более концентрированные растворы (до 20%), что выгодно с

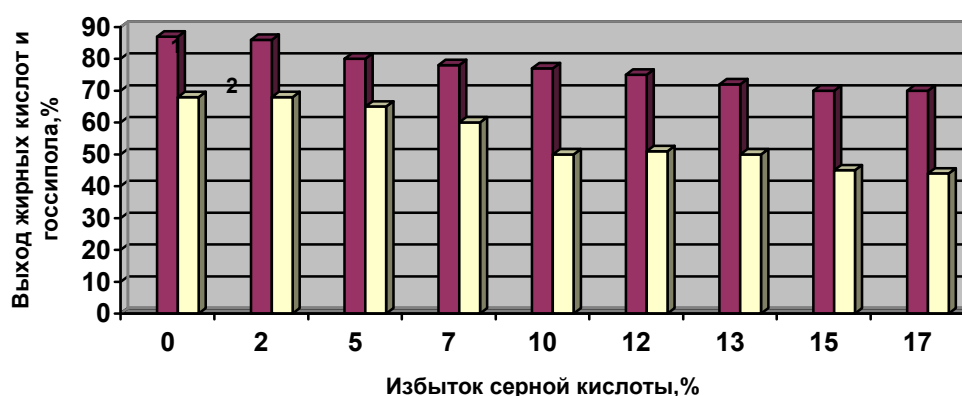


экономической точки зрения и упрощает технологию последующих операций. Концентрацию серной кислоты также можно повысить до 9-13%, причем при таких концентрациях избыток кислоты не требуется, т.к. он понижает выход кислот и госсипола (рисунки 3,4).



Условия: температура – 90 °С, концентрация омыляемой фракции перед разложением – 20 %, избыток серной кислоты – 5%, 1 – выход ЖК, 2 – выход госсипола.

Рис. 3. Влияние концентрации серной кислоты на выход ЖК



Условия: температура – 90 °С, концентрация омыляемой фракции перед разложением – 20%, концентрация серной кислоты – 11%. 1 – выход ЖК, 2 – выход госсипола.

Рис. 4. Влияние избытка серной кислоты на выход ЖК

Методы, используемые для выделения свободных ЖК, должны удовлетворять следующим условиям: обуславливать максимальную избирательность взаимодействия ЖК с реагентами, применяемыми для нейтрализации; обеспечивать наибольшую скорость реакции; способствовать быстрому и полному разделению образующихся фаз; обеспечивать максимальное извлечение ЖК из получаемых продуктов нейтрализации. Для нашего метода выделения оптимальными параметрами процесса являются: температура – 90 °С, концентрация омыляемой фракции перед разложением – 20 %, концентрация серной кислоты – 11%. Избыток серной кислоты не требуется, т.к. он понижает выход ЖК. Такие условия проведения процесса обеспечивают выход ЖК в количестве 85-87% от их содержания в исходной госсиполовой смоле. Госсипол, как в свободном, так и в связанном виде, позволяющем определить его содержание, извлекается при этом на 65-68%.

Обработку серной кислотой проводили в сосуде, облицованном свинцовой футеровкой. Омыленную фракцию разбавляли водой и добавляли к ней техническую серную кислоту, количество которой предварительно определяли, рассчитывая по количеству общей (свободной и связанной в форме мыла) щелочи. Эту обработку вели при кипячении открытым паром. При отстаивании

происходит разделение слоев: кислые ЖК и госсипол всплывают наверх, водная фаза с солями и со многими загрязнениями опускается вниз. Водный слой после обработки спускали в канализацию, а масляный промывали несколько раз водой до исчезновения кислой реакции, обусловливаемой присутствием следов серной кислоты. После этого ЖК и госсипол готовы для синтеза деэмульгатора.

Проведены лабораторные испытания полученного сырья. Следует отметить, что различные группы реагентов-деэмульгаторов имеют не только ряд положительных свойств, но и проявляют некоторые недостатки. Так, некоторые реагенты обеспечивают отделение чистой воды, но эмульсии разрушаются недостаточно быстро. Другие реагенты способствуют быстрому разрушению эмульсии, но дренажные воды содержат много нефтепродуктов. Многие из реагентов недостаточно эффективно отделяют механические примеси. Поэтому в последние десятилетия стали разрабатываться композиции, в составе которых несколько индивидуальных соединений, в смеси проявляющих синергетический эффект. На основании анализа литературных данных и с учетом выбранного сырья – ЖК - было решено получать неионогенное ПАВ методом оксиэтилирования с целью последующего создания на его основе композиции, в составе которой будет несколько индивидуальных соединений, в смеси проявляющих синергетический эффект. Выделенная из госсиполовой смолы жировая часть имеет темно-коричневый цвет, удельный вес -  $0,981 \text{т/м}^3$ , кислотное число -112,8 мг КОН/г, число омыления - 228,3 мг КОН/г, эфирное число - 155,43 мг КОН/г, йодное число – 1,44 г  $\text{I}_2/100 \text{г}$ , температура застывания –  $57^\circ\text{C}$ . Для установления жирнокислотного состава жировой части смолы применялся метод газожидкостной хроматографии. Результаты анализа показали, что в составе жировой фракции содержатся 11 ЖК, в основном, ненасыщенные - 7 кислот (72,8 мас.д., %), преимущественно линолевая (30,5 мас. д., %) и олеиновая кислоты (26,5 мас. д., %).

Оксиэтилированные производные ЖК и госсипола получали действием этиленоксида на ЖК и производные госсипола, содержащиеся в продукте, выделенном из омыляемой фракции госсиполовой смолы. Реакцию проводили при  $120\text{-}130^\circ\text{C}$  и  $0,2\text{-}0,7 \text{МПа}$ . В лабораторных исследованиях нами использовался реактор, который представляет собой модель идеального смешения периодического действия. Учитывая, что в сложных последовательно – параллельных реакциях структура материальных потоков оказывает значительное влияние на распределение компонентов реакционной смеси, все технологические параметры проведения процесса синтеза на начальном этапе были зафиксированы на уровне, определенном из литературных данных. Стандартная установка была предназначена для предварительной отработки способа получения деэмульгатора на основе выделенных ЖК и наработки партии продукта для испытаний на поверхностно-активные и деэмульгирующие свойства. На данной установке при степени оксиэтилирования 5 была наработана опытная партия деэмульгатора в количестве 1380 грамм, ей было присвоено название «Госсильван - 1», в таблице 1 представлены основные характеристики деэмульгатора.

**Таблица 1. Основные показатели деэмульгатора «Госсильван - 1» и зарубежного товарного деэмульгатора Dissolvan 4411**

Показатели	Значение	
	«Госсильван - 1»	Dissolvan 4411
Внешний вид при комнатной температуре	светло-коричневая жидкость	желтоватая жидкость
Плотность, $\text{г/см}^3$ при $20^\circ\text{C}$	$0,95 \pm 0,02$	$0,90 \pm 0,02$
Температура застывания, $^\circ\text{C}$	36	38
Вязкость, $\text{мПа} \cdot \text{с}$ при $20^\circ\text{C}$ , при $-20^\circ\text{C}$	25 400	37 412
Значение pH (1% в дистиллированной воде при $20^\circ\text{C}$ )	9,0	8,5
Температура вспышки, $^\circ\text{C}$	11	15
Гидроксильное число, мг КОН/Г, не более	160	150
Содержание, %: оксиэтильных групп	40	38
зола	0,25	0,33
полиэтиленгликолей, не более	3	4
Биоразложение, %	не менее 80	-

В таблице 2 приведены результаты использования деэмульгатора «Госсильван» для обезвоживания и обессоливания сырой нефти месторождения Кумколь.

Таблица 2. **Результаты использования деэмульгатора «Госсильван» для обезвоживания и обессоливания сырой нефти**

Нормы расхода деэмульгатора «Госсильван», г/м <sup>3</sup>	Содержание воды, %	Содержание солей, мг/л
0	15	2680
2,50	10	1955
5,00	6	1260
10,00	3	654
15,00	1	234
20,00	0,2	189
25,00	0,09	108

Таким образом, показана возможность применения нового сырья – жировой части госсиполовой смолы - для синтеза неионогенного деэмульгатора, который при производственных испытаниях показал, что полученное в лабораторных условиях соединение проявляет свойства деэмульгатора, который обеспечивает хорошую степень обессоливания и обезвоживания при нормах расхода 20-25 г на тонну сырой нефти. При использовании деэмульгатора «Госсильван» содержание остаточной воды в нефти снижается до 0,09% процента, а солей до 108 мг/л. Деэмульгатор «Госсильван» послужит основой для создания высокоэффективного наномодифицированного деэмульгатора из нескольких химических соединений с синергетическим эффектом с более ценным комплексом свойств.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ланге К.Р. Поверхностно-активные вещества / К.Р. Ланге. – М.: Химия, 2004. – 252 с.
- 2 Макаров С.В. Принципы экологии и ресурсосбережения в масложировой промышленности: учеб. пособие / С.В. Макаров, Н.В. Степичева, Т.Е. Никифорова. Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2011. - 240 с.
- 3 Масложировая промышленность Казахстана: бизнес отчет 2013: Business Analytic Center - исследования рынков. – 2013. - 213с.
- 4 Указ Президента РК № 958 «Государственная программа по форсированному индустриально-инновационному развитию Республики Казахстан на 2010 - 2014 годы», Астана, Акorda, 19 марта 2010 года.
- 5 Методика выполнения измерений массовой доли жирных кислот в жирах и маслах животных и растительных, маргаринах, жирах для кулинарии, кондитерской и хлебопекарной промышленности методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. / Свидетельство №36-08 от 04.03.2008. - ФР.1.31. 2008.04633.

#### REFERENCES

- 1 Lange K.R. Poverhnostno-aktivniye veshstva / K.R.Lange. – M.: Chimiya, 2004. – 252 s.
- 2 Makarov S.V. Principi ekologii i resursosberejeniya v maslojirovoy promishlennosti: ucheb. posobiye / S.V. Makarov, N.V. Stepicheva, T.E. Nikiforova. Ivan. gos. him.-tehnol. un-t. - Ivanovo, 2011. - 240 s.
- 3 Maslojirovaya promishlennost Kazahstana: biznes otchet 2013: Business Analytic Center - issledovaniya rinkov. – 2013. - 213s.
- 4 Ukaz Prezidenta RK № 958 «Gosudarstvennaya programma po forsirovannomu industrialno-innovatsionnomu razvitiyu Respubliki Kazahstan na 2010 - 2014 godi», Astana, Akorda, 19 marta 2010 goda.
- 5 Metodika vipolneniya izmereniy massovoy doly jirnih kislot v jirah i maslah jivotnih i rastitelnih, margarinah, jirah dlya kulinarii, konditerskoy i hlebopekarnoy promishlennosti metodom visokoeffektivnoy jidkostnoy hromotografii. / Svidetelstvo №36-08 ot 04.03.2008. - FR.1.31. 2008.04633.

Надилов К.С., Жантасов М.К., Надилова Ж.К., Джусенов А.У., Досмухамбет М.П.

#### **Мақта майын өңдеудегі жанама өнімдерден деэмульгатор синтезіне қажетті шикізат алу**

**Түйіндеме.** оксиполды реакциясын жүргізуде госсиполды шайырдың – май бөлігінің жаңа шикізат ретінде қолдану мүмкіндігі көрсетілді, ол өндірістік сынақтарда деэмульгатор қасиеттер көрсетті. Алынған деэмульгаторды қолданған уақытта мұнай құрамындағы қалдық судың мөлшері 0,09% дейін, ал тұздың мөлшері 108 мг/л. Дейін төмендеді

**Түйін сөздер:** госсиполды шайыр, деэмульгатор, сабындау, бейтараптандыру.

Nadirov K.S., Zhantasov M.K., Nadirova Zh.K., Dzhusenov A.U., Dosmuhambet M.P.

**Preparation of raw materials for the synthesis of demulsifier processing byproducts cottonseed oil**

**Summary.** The possibility of using new raw materials - fatty part gossypol resin - for ethoxylation reaction products during production testing which showed properties demulsifier. By using the resulting residual water content of the demulsifier in the oil is reduced to 0.09 % percent and the salts up to 108 mg/l.

**Key words:** gossypol resin, demulsifier, saponification, neutralization.

УДК 621.472:00

**Ш.А. Садырбаев, Т. Айтжан, А. Орынбасарова**  
(Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті,  
Қазақстан Республикасы, Алматы, e-mail:[chyngyzkhan@list.ru](mailto:chyngyzkhan@list.ru))

**ИНСТАЛЛЯЦИЯЛЫҚ БӨЛШЕКТЕРІ ҚИЮЛАСТЫРЫЛҒАН СУРЕТКЕСКІН  
СИПАТТАМАЛАРЫН ЗЕРТТЕУ**

**Резюме:** Зерттеулік жұмыстар 25.10.2013 жылы, сағат 7.00-ден бастап, 18.30-ға дейінгі уақыт аралығында, Қазақстан Республикасы, Алматы облысы, Алматы қаласы, N 43°13'50<sup>II</sup> E 76°46'33<sup>II</sup> координаталары бойынша ендікте орналасқан аймақта орындалды [8].

Дегенмен, мұндай айырмашылықтарға сүйене келе жай қарапайым стационарлы ФМ-ды стационарлы концентраторлы ФМ-мен салыстыратын болсақ, арасындағы айырмашылық шамамен 9.4%-ды құрайды. Яғни, жай орнатылған ФМ-ге қарағанда, шағылыстырушы концентраторлы ФМ-дер 9.4% көбірек қуат өндіре алатындығын байқаймыз [9-10].

Инсталляциялық бөлшектері комбинирленген ФМ құрастырылды, және де стационарлы ФМ-мен салыстырғанда, оның тиімділігі 57,78%-ға жоғары болып келді.

**Кілттік сөздер:** комбинирленген, фотомодуль, монокристалл, поликристалл, кремний, пельтье.

Қазіргі таңда дүниежүзілік энергетика нарығындағы күн энергетикасының алатын үлесі өте аз шамада екені белгілі. Алайда, Қазақстан Республикасының территориясы географиялық 42 және 55 градус аралықтарындағы ендіктерді қамтуына байланысты, жылдық күн радиациясы шамамен 1300 – 1800 кВт.сағ/м<sup>2</sup> мөлшерін құрайды. Континентальды климат аясында жылдық күндік уақыт шамасы 2200- ден 3000 сағатқа дейін жетеді. Күн фотомодульдерін (ФМ) дайындап шығаруға қажетті арнайы кварцтік шикізаттың жалпы қоры 267 млн.тонна болатын болса, өте сирек кездесетін галлий, кадмий, германий және мышьяк сияқты минералдарды өндіретін өнеркәсіптік кен орындарының болуы дәлел болып табылады. Аталмыш шикізаттар негізінде атап айтатын болсақ соңғы 20 жылдықта дүниежүзілік фототехнологиясы өзінің даму үрдісін тауып отырғаны анық [1]. ФМ-дердің орташа п.э.к. көрсеткіші 15-22% аралығын қамтиды. Дегенмен, ғылыми техникалық прогресс тұсында бұл көрсеткіштің едәуір жоғарылауы әлдеқайда мүмкін. ФМ пайдалы әсер коэффициенті (ПӘК) шамасын жоғарылату мақсатында, дүние жүзі ғалымдары бірнеше негізгі және альтернативті әдіс тәсілдер бойынша жұмыс жасап келеді.

Күн энергиясын үлкен көлемде электр энергиясына түрлендіріп пайдалануды ҚР Президентінің 28-ші тамыз 2006 жылғы бұйрығындағы «Қазақстан Республикасының 2015 жылға дейінгі территориялық даму стратегиясында» мақсат ретінде қабылдаған [2]. Бағдарламаның көздегені «аймақтық және дүниежүзілік бәсекеге лайықты мамандықтарды түзу, халықты жерлестіру және экономикалық потенциалды рационалды түрде ұйымдастыру негізінде мемлекеттің тұрақты дамуын және халықтың қолайлы өмір сүру алғышарттарын қамтамасыздандыру» болып табылады. Сонымен қатар, өмір сүру алғышарттарын қамтамасыздандыру бойынша басты приоритеті барлық территория және тұрғылықты пункттерге қатысты су, жылу және электрэнергиясының қолжетімділігін ұйымдастыру болып табылады. Қазақстан республикасының энергобалансында 2020-жылға қарай баламалы энергетика үлесінің өсуі байқалатын болады, алайда, жоғарғы мүмкіндіктерге және потенциалдарға ие бола отыра мұндай үлестің өзі біршама аздық қылуы мүмкін. Атақты серб физигі, Никола Тесла айтқандай: «біздің ғалам ұлан-ғайыр энергия мұхитына малынған, біз жоғарғы жылдамдықпен шексіздік аясында ұшып барамыз. Айналаның барлығы қимыл үстінде, барлығы –

энергия. Алдымызда өте үлкен мақсат – осы энергияны алу жолын табу. Сонда ғана, сарқылмас көзден энергия алып отырып, адамзат үлкен қадамдармен дамуға мүмкіндік алатын болады».

Қазақстан Республикасы өз аймағы бойынша 2,5 млрд кВт/сағ. күн энергиясы қуатына ие. Бұл энергия көздеріне жаңа тұтынушылар қосылмақ, ең басты кезекте ауыл-аймақ және алыс қашықта орналасқан 6 мың тұрғыны бар шабандық шаруашылықтары тұр. Сол себепті күн энергиясын тұтыну мәселесі өте актуалды тақырып болып тұрғаны анық [3].

**Жобаны модельдеу.** Суыту жүйесінсіз ФМ-дің жұмыс жасау уақытында үлкен мөлшерде жылу бөлінеді, сол себепті оның жұмыстық температурасы біршама артады. Температура шамасының өсуі заряд тасымалдаушы бөлшектердің концентрациясына әсер етіп, күн радиациясының қабылдану үрдісіне кері зардабын тигізеді. Өз кезегінде мұндай құбылыс ФМ-дің шығыстық көрсеткіштерінің өзгеруіне алып кеп соқтырады. ФМ температурасы негізінен ауа температурасы және жылу алмасу интенсивтілігін анықтаушы жел жылдамдықғына байланысты болып келеді [4]. Жылу алмасу – ол жылу тасымал. Демек, атомдардың, молекулалардың және электрондардың жылулық қозғалысы, яғни макроскопиялық емес, керісінше микроскопиялық жылу тасымал екендігін байқай аламыз.

Жылу тізбегіндегі әрбір үрдісті келесідей түрде көрсетуге болады [5]:

$$P_{Tf} = \frac{T_1 - T_2}{R_{Tf}} = - \frac{\lambda A \Delta T}{\Delta x} \quad (1)$$

$$P_{Tf} = - \frac{424 \cdot 0,0064 \cdot 351}{100} = 9,524 \frac{\text{Вт}}{\text{мм}}$$

мұндағы,  $P_{Tf}$  – температура шамасы  $T_1$  ыстық беткейінен, температура шамасы  $T_2$  суық беткейіне бағытталған жылулық ағын;

$R_{Tf}$  – термиялық кедергісі (біздің жағдайда алюминий және дюралюминий);

$\lambda$  – жылу өткізгіштік коэффициенті, Вт/(м•К), (дюралюминий үшін 424 Вт/(м•К)), теріс мән – пластина қалыңдығы бойынша жылу кему бағытына бағытталғанын байқатады;

A – беткей ауданы;

$\Delta x$  – пластина қалыңдығы.

Беткей температураларының айырымы:

$$\Delta T = T_1 - T_2 \quad (2)$$

$$\Delta T = 85 - 7 = 78 \text{ } ^\circ\text{C} = 351 \text{ K}$$

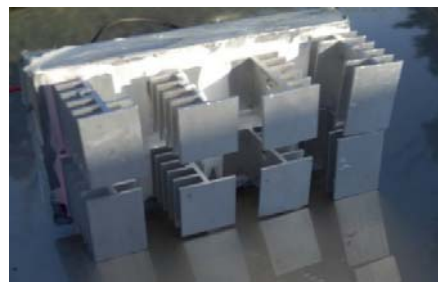
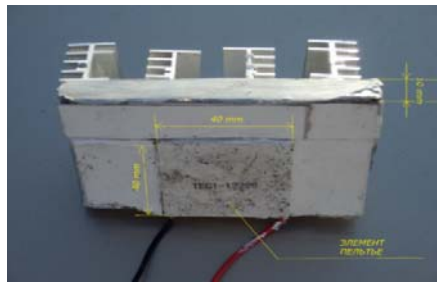
Дюралюминийдің термиялық кедергісі:

$$R_{Tf} = - \frac{\Delta x}{\lambda A} \quad (3)$$

Кремнийлі ФМ-дер үшін температуралық фактордың кері әсерін ескере отырып, күн ФМ-нің беткейінің артық температурасын жоятын салқындатушы жүйесін құрастырдық. Ол 1 – суретте көрсетілген. Суытушы жүйесіне жылу шығарушы радиаторы бар Пельтье элементін пайдаландық.

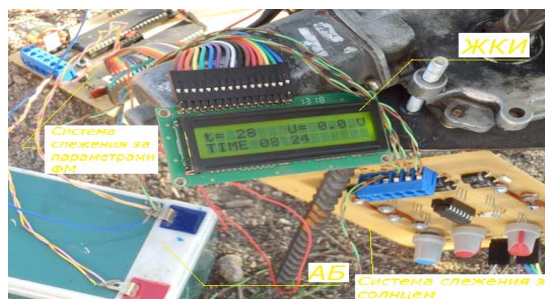
Пельтье элементі – термоэлектрлік түрлендіргіш, жұмыс жасау принципі Пельтье эффектісімен байланысты. Ток ағыны кезінде температуралық айырымы пайда болады.

Электр тогы параллеліпедтер арқылы тізбектей өтеді. Ток бағытына байланысты жоғарғы беткей салқындап, төменгі беткейі керісінше, ысыды. Осыған орай, электр тогы жылуды бір беткейден екінші беткейге қарай тасымалдап отырады, соның есебінен температуралық айырым пайда болады[6].

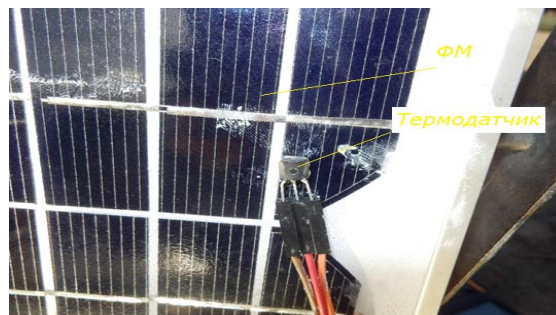


**1-сурет.** Пельтье элементі негізіндегі суыту жүйесінің көрінісі  
а – элементтің суытушы беткейі, б – жылу бөлетін беткейі (жылу таратушы радиаторымен)

**Комбинирленген инсталляциялық бөлшекті ФМ.** Монокристаллды кремнийлі ФМ-ін жетілдіру мақсатында келесідей инсталляциялық бөлшектері орнатылды: ФМ-дің шығыстық сипаттамаларын бақылаушы жүйесі бар екі осьтік күн жол жүрісін бақылаушы жүйесі 2-суретте, суыту жүйесі 1-суретте және тегіс айна беткейлі концентраторлары 4-суретте көрсетілген. Осы орнатылған қосымша жүйелер мен бөлшектер ФМ-дің күндік радиациясын генерациялау тиімділігін біршама жоғарылатып, кейбір ФМ жұмысына кері әсерін беруші факторлардан, атап айтқанда асқын температуралардың алдын алып, ФМ-ге нормалды жұмыс режимін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.



**2-сурет.** Инсталляциялық бөлшектер комбинирленген ФМ



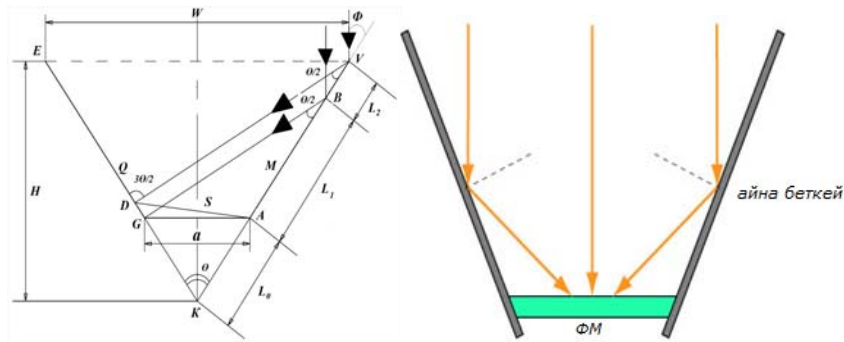
**3-сурет.** Монокристаллды кремнийлі ФМ беткейіндегі термодатчик



**4-сурет.** Пельтье элементі негізіндегі суыту жүйесі



Көрсетілген 5 – сурет бойынша, күн сәулелерін қабылдаушы тегіс  $S$  беткейі көрсетілген.  $S$  беткейге қатынасты  $Q$  және  $G$  тегіс айна беткейлері орнатылған. Айналардың бір біріне қатысты ашылу бұрышы  $\theta$ -ға тең және ені  $a$ -ға тең.



5-сурет. Күн сәулесінің  $\Phi=90^\circ$  бұрышымен түскен кезіндегі тегіс беткейлі қабылдағышқа қатысты концентрациялану коэффициентін анықтауға арналған конструкцияның есептік моделі.

Шағылыстырушы концентраторлаға түсіп, шағылысқан  $VD$  және  $BG$  параллель болып келеді. Концентратор құрылысы, оған шағылысып түскен күн сәулелері бірінші реттік шағылысудан немесе бірнеше реттік шағылысудан кейін міндетті түрде  $S$  қабылдаушы беткейге түсетіндей етіп есептеліп құрастырылған.

Мұндай құрылысты концентраторлар үшін негізгі геометриялық өлшем бірліктерін анықтау үшін бастапқы теңдеулері келесідей ретпен табылады [7]:

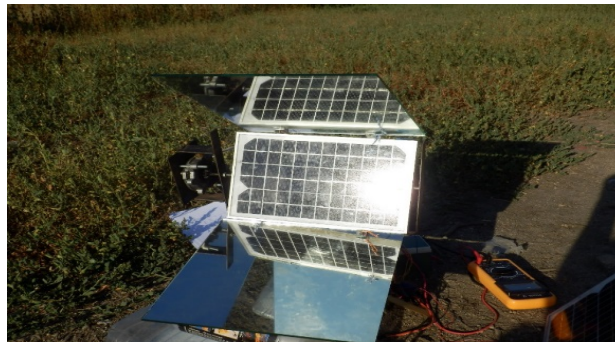
$$\Delta GKA\text{-дан : } L_0 = \frac{a/2}{\sin(\frac{\theta}{2})} \quad (4)$$

$\Delta ABG$  үшбұрышынан шағылу бұрышын  $\angle GBA = \theta/2$  –ға тең деп аламыз.  $\angle GAB = (\theta/2 + 90^\circ)$ - құрылғыға сәйкес,  $\angle AGB = (90^\circ - \theta)$ - ішкі бұрышы ретінде қабылданады.

Синустар теоремасы бойынша  $L_1$  аралығын анықтау үшін келесідей өрнек түрін шешеміз:

$$L_1 = \frac{a \cdot \sin(90^\circ - \theta)}{\sin(\theta/2)} \quad (5)$$

$$L_2 = \left( \frac{a \cdot \sin(90^\circ - 2\theta)}{\sin(\frac{\theta}{2})} + \frac{a}{2 \cdot \sin(\frac{\theta}{2})} \right) \cdot \frac{\sin(180^\circ - \frac{2\theta}{2})}{\sin(\frac{\theta}{2})} - \frac{a \cdot \sin(90^\circ - \theta)}{\sin(\theta/2)} + \frac{a}{2 \cdot \sin(\theta/2)} \quad (6)$$



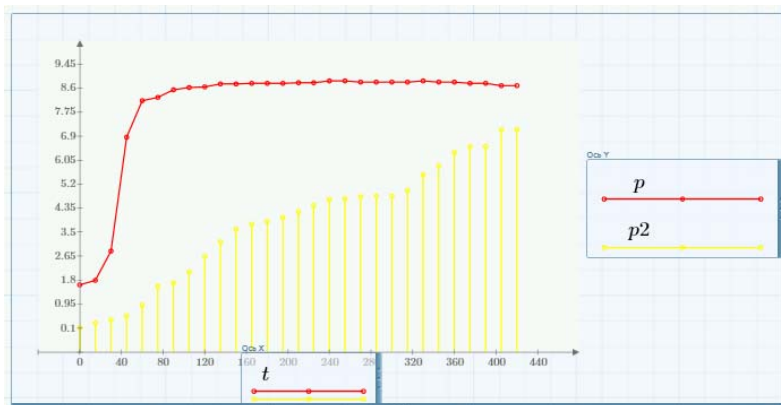
6-сурет. Тегіс айна беткейлі концентраторлар комплексі

## • Техникалық ғылымдар

Уақыт мерізімі 24.06.2014-ге сәйкес, инсталляциялық бөлшектері комбинирленген ФМ бойынша зерттеулік жұмыстары жүргізілді. Зерттеулер нәтижесінде, 1 – кестесіндегі мәндерге сәйкес, инсталляциялық бөлшектері орнатылған ФМ тиімділігі стационар орнатылған ФМ тиімділігімен салыстырғанда шамамен 57,78%-ға жоғары болып келді.

1-кесте. Монокристаллды кремнийлі ФМ (24.06.2014)

	комбинирленген			стационарлы			
уақыт	$I_1$ , mA	$U_1$ , V	$P_1$ , Вт	$I_2$ , mA	$U_2$ , V	$P_2$ , Вт	$\eta$ , %
6.00	97	18.3	1.78	8	12.5	0.1	
6.15	90	20.1	1.8	19	14.5	0.27	
6.30	143	20.4	2.91	20	16.0	0.32	
6.45	337	20.4	6.87	32	17.9	0.58	
7.00	400	20.6	8.24	45	18.5	0.83	
7.15	402	20.9	8.41	87	18.8	1.64	
7.30	403	21.1	8.5	95	18.9	1.8	
7.45	400	21.3	8.53	100	19.2	1.9	
8.00	404	21.3	8.6	135	19.7	2.65	
8.15	406	21.3	8.64	169	19.9	3.37	
8.30	404	21.3	8.61	173	20.2	3.5	
8.45	406	21.3	8.64	184	20.1	3.7	
9.00	405	21.3	8.63	189	20.1	3.79	
9.15	404	21.3	8.61	188	20.3	3.82	
9.30	406	21.3	8.64	191	20.3	3.87	
9.45	405	21.3	8.62	214	20.3	4.35	
10.00	405	21.3	8.63	216	20.9	4.51	90.9
10.15	404	21.3	8.61	215	21.0	4.52	90.4
10.30	406	21.2	8.61	219	21.0	4.6	87.17
10.45	406	21.2	8.61	219	21.0	4.6	87.17
11.00	407	21.2	8.62	219	21.0	4.6	87.3
11.15	407	21.2	8.63	229	21.0	4.81	79.2
11.30	406	21.3	8.64	270	21.1	5.7	51.2
11.45	406	21.2	8.61	287	21.1	6.05	42.47
12.00	406	21.2	8.6	309	21.3	6.59	30.8
12.15	407	21.1	8.59	315	21.3	6.71	28.01
12.30	407	21.1	8.59	313	21.3	6.73	27.63
12.45	410	20.9	8.57	325	21.2	6.9	24.20
13.00	410	20.9	8.57	324	21.2	6.87	24.74
						жалпы	57.78%



6-сурет. Стационарлы және инсталляциялық бөлшектері бар ФМ-дердің қуаттарының салыстырмалы графиктері.  $P$ - комбинирленген,  $P_2$ - стационарлы



REFERENCES

1. Nauchno-populyarnyy ekologicheskiy zhurnal «Terra zher-ana» №10 2004 g., s.3-6.
2. Ukaz Prezidenta Respubliki Kazakhstan ot 28 avgusta 2006 goda N 167 O Strategii territorial'nogo razvitiya Respubliki Kazakhstan do 2015 goda. <http://ru.government.kz/docs/u060167~3.htm>
3. Ye.Butyrina, Solntse, veter i voda, zhurnal «Central Asia Monitor», <http://camonitor.com/11983-solnce-veter-i-voda.html>
4. A.V.Yurchenko, A.V.Volgin, A.V.Kozlov. Statisticheskaya model' kremniyevykh solnechnykh batarey, rabotayushchikh pod vozdeystviyem prirodnykh i apparatnykh faktorov. Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. 2009. T. 314.№4, 142-148bb.
5. Dzh.Tvaydell, A.Ueyr. Vozobnovlyayemye istochniki energii. M.: Energoatomizdat, 1990. – 45-46str[https://ru.wikipedia.org/wiki/Элемент\\_Пельтье](https://ru.wikipedia.org/wiki/Элемент_Пельтье)
6. Rudenko M.F., Turkpenbayeva B.ZH., Chivilenko YU.V. Teoreticheskiye osnovy ekologicheski bezopasnoy gelioenergeticheskoy tekhniki dlya proizvodstva teploty. Aktau: 2008, 165b.
7. Sadyrbayev S. A., Bekbayev A.B., Orynbayev S., Kaliyev Z.Z. Design and research of dual-axis solar tracking system in condition of town Almaty. Middle East Journal of Scientific Research (MEJSR) 17(12): 1747-1751 pp, 2013
8. S.A.Sadyrbayev, A.B.Bekbayev, A.Zhumayev, D.Yertayev and D.Ybyraiymkul. Design and Research of Mirror Augmented Photovoltaics in Condition of Town Almaty. World Applied Sciences Journal 31 (1): 128-132, 2014.
9. Sadyrbayev SH.A., Bekbayev A.B. Issledovaniya i razrabotka solnechnykh kontsentratorov dlya fotomodulye v usloviyakh goroda Almaty. Mezhdunarodnaya konferentsiya «Satpayevskiye chteniya», may, 2014g., Almaty, Kazakhstan..

Садырбаев Ш.А., Айтжан Т., Орынбасарова А.

**Инсталляциялық бөлшектері комбинирленген фотомодуль сипаттамаларын зерттеу**

**Резюме:** Экспериментально –исследовательские работы проводились 25.10.2013 года, в период времени начиная с 7.00 до 18.30, в координатах N 43°13'50" E 76°46'33", Алматинской области, Республики Казахстан [8].

При сравнении значения стационарного фотомодуля с фотомодулем, имеющим дополнительные зеркальные концентраторы, определились разности к.п.д. на 9,4% в пользу фотомодуля с зеркальными концентраторами [9-10].

Сравнение стационарного фотомодуля с фотомодулем имеющей комбинированные инсталляционные части, разность к.п.д. составила 57,78% в пользу фотомодуля с инсталляционными частями.

**Ключевые слова:** комбинированный фотомодуль, монокристаллический, поликристаллический, кремний, пельтье.

Sadyrbayev Sh., Aytzhan T., Orynbasarova A.

**Research of photomodule characteristics with combined installation parts**

**Summary:** An experimental-researching work was carried out, the 25.10.2013, in the time period, starting from 7.00 to 18.30, in the coordinates N 43°13'50" E 76°46'33", Almaty region, Republic of Kazakhstan [8].

When comparing the value of the stationary photo module with photo module having additional mirror concentrators, determine the difference in efficiency 9.4% in favor of the photo module with mirror concentrators [9-10].

Comparison of steady-state photo module with photo module having a combination of the installation, the difference in efficiency was 57.78% in favor of the photo module with installation parts.

**Key words:** combined, photomodule, monocrystalline, polycrystalline, silicon, peltier.

ОӘК 621.865.8

**Т.М. Мухидинов, Е.А.Алтай, А.Т. Абдуллаев**

(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті,  
Қазақстан, Алматы, [kazakh-rk@bk.ru](mailto:kazakh-rk@bk.ru), [aeldos@inbox.ru](mailto:aeldos@inbox.ru))

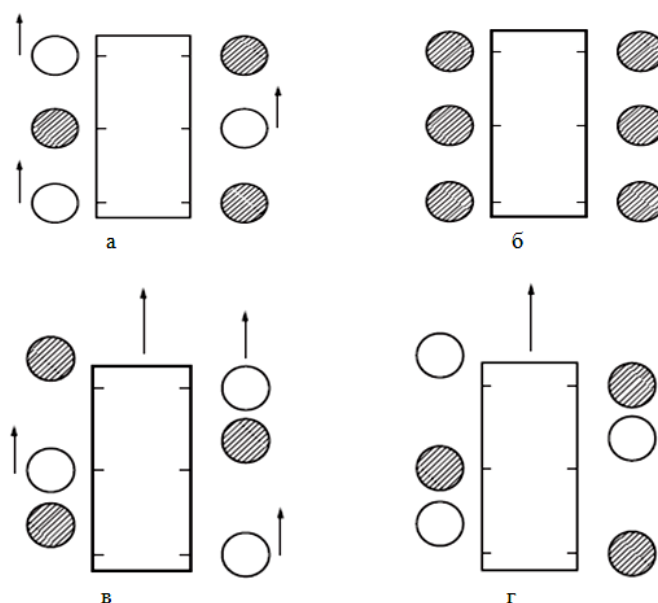
**АЛТЫ АЯҚТЫ ҚАДАМДАУШЫ РОБОТҚА СТАТИСТИКАНЫҢ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ**

**Аңдатпа.** Мақалада алты аяқты қадамдаушы мобильді роботтың негізгі тапсырмалары қарастырылып, статистиканың әдістерімен шешілді. Matlab бағдарламасының көмегімен Кохенон нейрожелісі иерархиялық емес кластеризациямен оқытылды.

**Түйін сөздер.** Қадамдаушы роботтар, мобильді робот, сервомотор, скатерография, кластеризация.

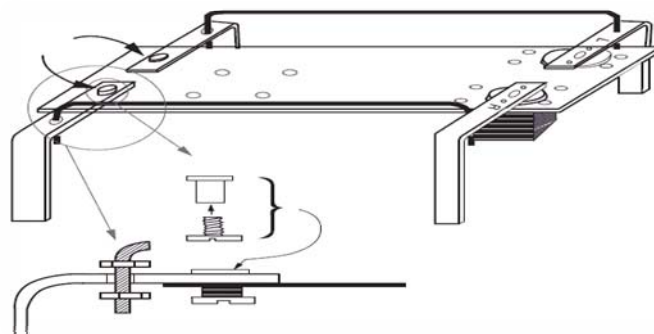
Роботты құрастырар алдында роботтың қалай қозғалатынын талдаймыз. Бұл құрастырмада үш аяқты жүріс қолданылған.

Роботтың алдыңғы бөлігінде екі сервомотор бекітілген. Сервомоторлардың әрқайсысы роботтың сәйкес жағынан алдыңғы және артқы аяқтарын басқарады. Алдыңғы аяқ сервомотор роторына тікелей бекітілген және алға және артқа қарай тербеле алады. Арты аяқ алдыңғымен керме көмегімен байланысқан. Керме артқы аяққа алдыңғының алға–артқа қозғалуын қайталауға көмектеседі. Екі орталық аяқтар үшінші сервомотормен басқарылады. Бұл сервомотор орталық аяқтарды бойлық осьпен  $20^\circ$ –тан  $30^\circ$  бұрышқа сағат тілі бағытымен және қарсы бұрады, бұл роботты оңға немесе солға бұгеді.



**1-сурет.** Роботтың қозғалысы

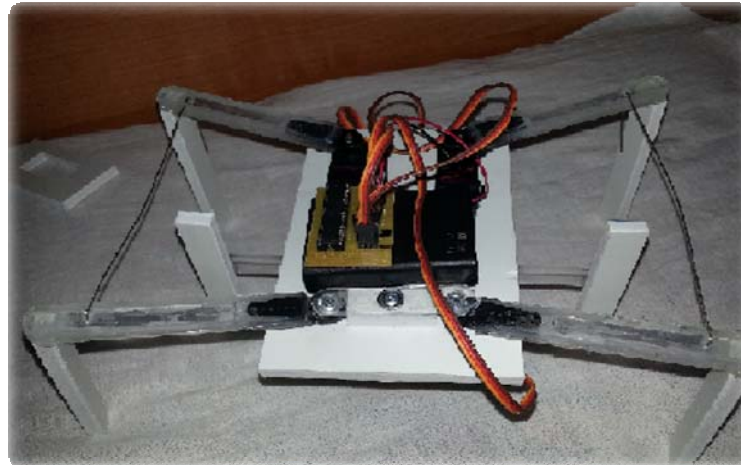
Робот «денесі» негізіне мен өлшемі  $150 \times 100 \times 8$  мм пластина бетін алдым. Сервомоторлар пластинаның алдыңғы бөлігіне бекітілген (2–сурет). Сервомоторлар асындағы саңылау белгісі сызбадан көшірілуі тиіс және алюминий бетіне ауыстырылады. Мұндай көшірме сервомоторлардың бекітілуі астындағы саңылау күйінің дәлдігін қамтамасыз етеді. 4,3 мм диаметрлі төрт саңылау ортаңғы сызықтың сәл артқа орналасқан және орталық сервомоторды бекітуге арналған. Осы төрт саңылау оң жиекке ығысқан. Бұл орталық сервомотордың фланеці «дененің» ортасы бойынша дәл орналасуы үшін орындалады. Екі артқы саңылау артқы аяқтардың қозғалмалы тіректері үшін арналған.



**2-сурет.** Роботтың құрылысы

Саңылаулар орталығын белгілеу үшін бұрғы ретінде кернер қолданылады. Қарсы жағдайда саңылауларды бұрғылау кезінде бұрғыны «алып кетуі» мүмкін. Егер кернер болмаса үшкір шегемен алмастыруға болады.

Робот аяқтары ені 8 мм және қалыңдығы 15 мм пластина жолағынан жасалған (2-сурет). Алдыңғы аяқтарда төрт саңылаудан бұрғыланады. Артқы аяқтарда екі саңылау: бірі қозғалмалы тірек үшін, екіншісі керме тірегі үшін. Артқы аяқтар алдыңғылардан 6 мм-ге қысқа. Бұл алдыңғы аяқтарға бекітілетін сервомотор фланеці биіктігін ескеру қажеттігімен түсіндіріледі. Артқы аяқтарды қысқарту платформа күйін тегістейді.



**3-сурет.** Алдыңғы және артқы аяқтары

Қажетті саңылауларды бұрғылағаннан кейін жазық жолақты қажетті пішінге бұгу қажет. Жолақты бұрғыланған саңылаулар жағынан 25 мм қашықтықта қысады. Пластинаға басып, оны 90° бұрышпен бүгеді. Пластинаны еріндіктер айналасында басу қажет. Бұл кезде пластина аяқтың «төменгі» бөлігінің иілу қаупінсіз 90° бұрышпен бүгіледі.

Орталық аяқтар бір пластина бөлшегінен жасалған. Роботқа бекіту кезінде орталық аяқтар алдыңғы және артқы аяқтардан 6 мм-ге қысқа болады. Сонымен, ортаңғы күйде олар жерге тимейді. Бұл аяқтар роботтың оңға және солға иілуіне арналған. Орталық сервомоторлар айналғанда аяқтар роботты шамамен ±20° бұрышқа иеді.

Орталық аяқтарды дайындау кезінде 150x100x8 мм өлшемді пластина жолағында сервомотор фланеці астынан үш орталық саңылаулар оң жағынан бұрғыланады. Одан соң пластина жолақ қысқыш бекітіледі, қысқыш еріндері жоғарғы жиегі бойынша жолақты жолақ орталығынан 20 мм қашықтықта тіркейді. Жолақты кемпірауыз көмегімен қысқыштардың жоғарғы жиегінен 12 мм қашықтықта басыңыз. кемпірауызды қысып тұрып пластиналық жолақты 90° бұрышқа абайлап бұрады. Операцияны баяу жүргізбесе пластинаны оңай сындырып алуға болады. Пластинаны басқа жағынан бұраймыз.

90° бұрышқа бұрғаннан кейін пластинаны екі жерден 90° бұрышқа қосымша бүктейміз.

Сервомоторларды орнату. Алдыңғы сервомоторлар пластикалық винттер мен гайкалар көмегімен пластиктік негізге бекітіледі. Пластикалық винттерді оңай бүктеуге болады және пластинадағы бұрғыланған саңылаулар мен сервомотордағы бекіту саңылауларының сәйкестенбеуі үлкен болмайды.

Аяқтар сервомотордың пластикалық фланеціне бекітіледі. Ол үшін 2 мм-лік винттер мен бұрандалар қолданылады. Сервомотор ернеуіне бекіту кезінде әр аяқ орташа перпендикуляр күйден бірдей бұрышқа алға-артқа ауытқи алатынына көз жеткізу керек.

Қозғалтқышының желідегі қажетті қуаты былай анықталады:

$$P_{\text{ж}} = K_{\text{ж}} \cdot V_{\text{ж}} \cdot F, \text{ Вт} \quad (1)$$

мұнда  $K_{\text{дп}} = 1.2 - 1.5$ -қозғалыстың динамикалық режимі үшін қажетті қуаттың мүмкін ұлғаюын ескеретін қор коэффициенті;

$V_{\text{макс}}$ -түйін манипуляторының араласуының максималды сызықты жылдамдығы, м/с.

Онда:  $P_H = 1.4 \cdot 0.7 \cdot 560 = 548.8 \text{ Вт} = 0.5488 \text{ кВт}$ ; ПӘК  $\eta = 70 \%$ .

Қозғалтқыштың бастапқы таңдауы әдетте номиналды қуат есебі қорытындысымен анықтамалық әдебиеттерден алынады. 1-кесте қозғалтқыш параметрлері көрсетілген.

1-кесте.

Қозғ. типі	$P_H$	$n_{\text{ном}}$	U	$I_a$
	кВт	об/мин	В	А
4ПО80А1	0,55	3000	220; 110	3,8; 7,9
4ПО80А2	0,55	2200	220; 110	3,5; 8,0
4ПО80В1	0,55	1500	220; 110; 75; 50	3; 7,7; 10,2; 14,5
4ПО100S1	0,55	1000	220; 110	3,8; 8,4

Төрт қозғалтқыштың тек біреуін таңдау қажет. Ол үшін әр қозғалтқыштың энергетикалық сипаттамасын тұрғызу керек, содан кейін сәйкес шартқа және параметрге байланысты сәйкес қозғалтқыштың типін анықтау міндетті.

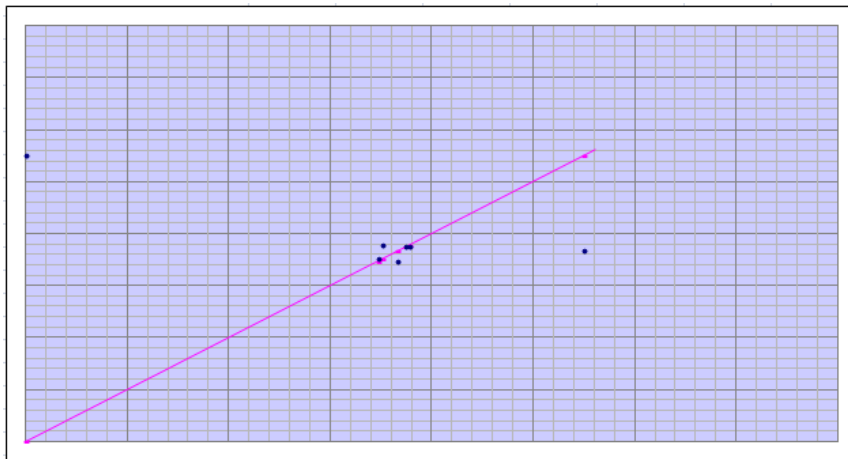
Қозғалтқыштардың сипаттамасы, әр қозғалтқыштың энергетикалық сипаттамасы қозғалтқыштың номиналды бұрыштық жылдамдығымен және қозғалтқыштың номиналды айналу моментімен анықталады. Ол (2,3) формулада көрсетілген.

$$\Omega_H = \frac{\pi \cdot n}{30} \cdot \frac{P_H}{e} \quad (2)$$

$$M_H = \frac{P_H}{\Omega_H} \cdot H \cdot M; \quad (3)$$

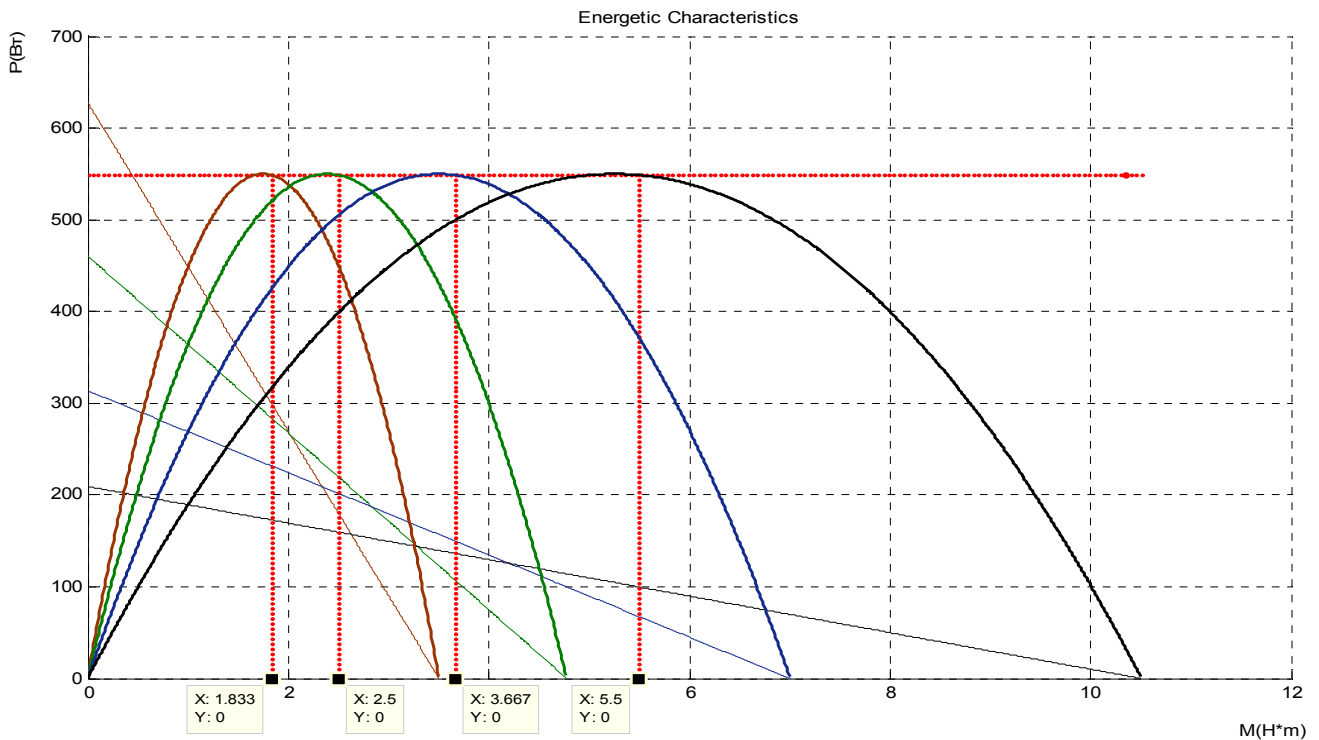
мұнда  $n$  – қозғалтқыштың айналуының номиналды жиілігі.

(2,3) формула арқылы есептелініп алынған нәтижелерді, скатерографиялық нәтижесінен талдау жүргіземіз. Скатерографиялық нәтиже жасалған макет бойынша аналитикалық параметрлерінің дұрыстығын және макетке сәйкестігін көрсетті. Сондай-ақ корреляциялық анализ нәтижесі оң мәнін берді  $r=0.77$ .



4-сурет. Скатерографиялық нәтиже.

Тұрақты токтың қозғалтқышы  $2 \div 2,5$  есе токты жүктеу берілсе, онда есепті айналу моментінің мәні  $M_{\text{макс}} = (2-2,5) \cdot M_{\text{ном}}$ . деп алуға болады. Сипаттаманың құрылымы  $\Omega(M)$ ,  $P_{\text{энерг}}(M)$  координаттарында орындалады.



7-сурет. Қозғалқыштың энергетикалық сипаттамасы

Қажетті моментті есептейміз. Ол үшін тістегеріш диаметрі 0,03м тең. Қажетті бұрыштық жылдамдық:

$$\omega_{\text{треб}} = \frac{2V_{\text{дв}}}{D_{\text{ш}}}, \text{ с}^{-1}; \quad (4)$$

Қозғалқыштың есепті айналу моментін біле отырып, редуктордың таратушы санының ориентирленген мәнін есептейміз.

$$i_{\text{р}} = \frac{M_{\text{треб}}}{M_{\text{дв}}(0)}; \quad (5)$$

Ориентирленген таратушы саны бар редуктордың шығысында сызықты жылдамдық анықталады:

$$V_{\text{ред}}^{\text{с}} = \frac{\omega_{\text{р}} D_{\text{ш}}}{i_{\text{р}}^2}; \quad (6)$$

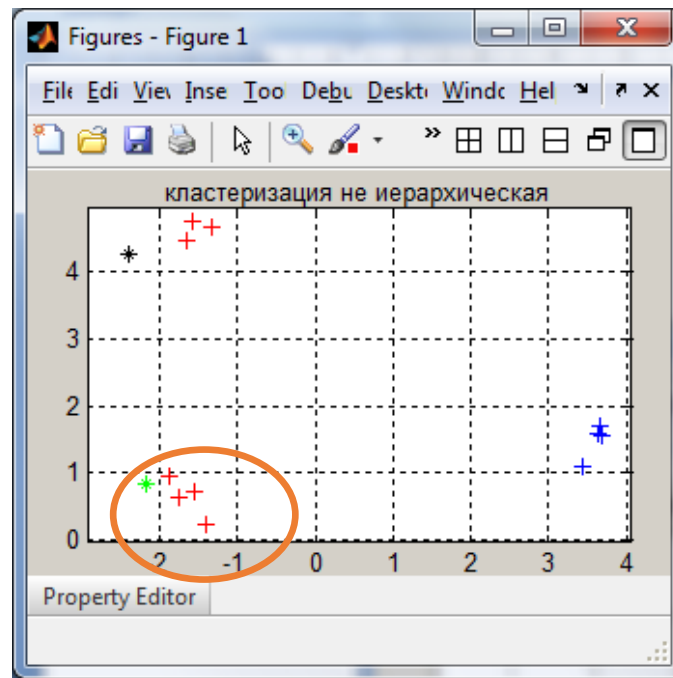
Қабылданған шартты қанағаттандыратын, алынған жылдамдық мәні:

$$V_{\text{ред}}^{\text{с}} = \pm 10\% \cdot V_{\text{шп}}; \quad (7)$$

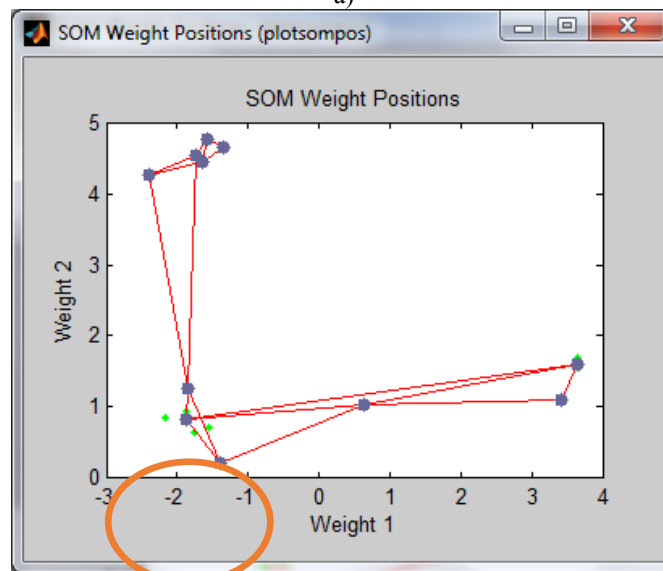
Редуктордың номиналды таратушы саны есебімен сызықты жылдамдығын қайта есептейміз:

$$V_{\text{ред}} = \frac{\omega_{\text{р}} D_{\text{ш}}}{i_{\text{ред}}^2}; \quad (8)$$

Сондай-ақ (4-8) формуладан алынған мәндерді Кохонен нейрожелісін қолдана отырып иерархиялық емес кластеризациялаймыз. Кластеризация нәтижелері өзінің параметрлеріне сәйкес ұқсас топтарға топтастыры. Статистикалық анализдердің қорытындысы бойынша жасалған робот макеті анықталған негізгі параметрлері бойынша сәйкестігін көрсетті.



а)



б)

**8-сурет.** а) ұқсас нәтижелі мәндері бойынша топтастырылуы;  
б) нейрожелілердің салмақтық позицияларының орналасуы.

Мақаланы қорытындылай келе, Matlab бағдарламасы арқылы нейрожелі құрастырылып адымдаушы роботтың мәндері иерархиялық емес кластеризацияланып, скатерографиялық және корреляциялық анализдерді қолдана отырып динамикалық теңдеулерінің мәндері жасалған робот макетіне сәкес келетінділігі қарастырылды. Кластерлік анализдің және салмақтықтардың позициясының сәйкестігі тура келді.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. М.: Наука, 1975
2. Фу К., Гонсалес Р., Ли К. Робототехника М.: Мир, 1989.
3. Юденич В.З. Лабораторные работы по ТММ М.: Высшая школа, 1962.
4. Manzhula V.G., Fedyashov D.S., Kohonen neural networks and fuzzy neural networks in data mining //Technical sciences. - 2013. -4. -P 108-114.
5. Christopher M. Pattern Recognition and Machine Learning., SPRINGER SCIENCE, 2012. -373p

REFERENCES

1. Artobolevskii I.I. Teoriya mehanizmov i mashin. M.: Nauka, 1975.
2. Fu K., Gonsales R., Li K. Robototekhnika M.: Mir, 1989.
3. Uydenich V.Z. Laboratornie raboti po TMM M.: Visshaya shkola, 1962.
4. Manzhula V.G., Fedyashov D.S., Kohonen neural networks and fuzzy neural networks in data mining // Technical sciences. - 2013. -4. -P 108-114.
5. Christopher M. Pattern Recognition and Machine Learning., SPRINGER SCIENCE, 2012. -373p

Мухидинов Т.М., Алтай Е.А., Абдуллаев А.Т.

**Применение статистических методов к шестиногим шагающим мобильным роботам**

**Резюме.** В статье были рассмотрены основные задачи шагающих мобильных роботов, и решены с помощью статистических методов. С помощью программного продукта Matlab проведено обучение нейронной сети Кохонена, методам неиерархической кластеризаций.

**Ключевые слова.** Шагающие роботы, мобильный робот, сервомотор, скатерография, кластеризация.

Mukhidinov T.M., Altai E.A., Abdullaev A.T.

**The application of statistical methods to six many walking mobile robots**

**Summary.** The article examined the main tasks of walking mobile robots, and resiny using statistical methods. Using the software Matlab trained neural network Kohonen, non-hierarchical methods of clustersize.

**Key words.** Walking robots, mobile robot, servo, sterographic clustering.

УДК 622.611; 622.612

**С.Ш. Асанов**

(Жезказганский университет имени О.А.Байконурова,  
Жезказган, Республика Казахстан, seitbeka@mail.ru)

**ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ ОТВАЛА (НОЖА) БУЛЬДОЗЕРА ДЛЯ РАБОТЫ В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

**Аннотация.** Одним из эффективных направлений повышения производительности бульдозера является разработка конструкции универсального отвала (ножа), позволяющий бульдозеру эффективно работать как при перемещении крупнокусковой скальной и полускальной горной породы в стесненных условиях так и при планировке площадок, дорожных полотен и тд. В статье рассмотрены факторы, влияющие на производительность, на компоновку машин, проведены анализ этапов развития конструктивных схем отвалов бульдозеров. На основе анализа этих факторов, патентно-информационных материалов и ранее проведенных исследований установлен рациональная конструкция отвала (ножа) бульдозера. Выбран телескопический отвал (нож), приведено описание его конструкции и принцип действия. Установлено условие выбора минимальной ширины отвала при работе в стесненных местах.

**Ключевые слова:** Бульдозер, отвал, механизм поворота, крайние секции, крупнокусковая горная масса, ширина захвата, угол поворота отвала в плане, телескопический отвал, кусковатость, усилие, уголь внутреннего трения, призма волочения, суммарное сопротивление,

Рабочие органы землеройных машин предназначены в общем случае для отделения грунта от массива и перемещения его к месту отвала или месту погрузки в транспортные средства. Являясь одной из основных частей землеройных машин, рабочие органы должны, в зависимости от назначения, выполнять различные виды земляных работ: подготовительные, основные, отделочные.

К подготовительным работам можно отнести снятие поверхностного слоя почвы, которое выполняется рабочими органами отвального или ковшового типа. Основные виды земляных работ включают в себя разработку карьеров, выемок, котлованов, траншей, резервов и производятся рабочими органами одноковшовых и многоковшовых экскаваторов, и различных землеройно-транспортных машин (скреперов, бульдозеров, грейдеров-элеваторов, стругов). Отделочные работы, к которым относятся планировка площадок различных типов земляных сооружений, планировка откосов выемок, насыпей, каналов, нарезка кюветов и др., выполняются рабочими органами автогрейдеров, одноковшовых и многоковшовых планировщиков.

На рисунке 1 приведена схема классификации рабочих органов землеройных машин. Как видно из схемы отвал (нож) бульдозера относится к сложному виду рабочих органов машин, в виду



сложности и многообразием выполняемых бульдозером технологических операций, взаимодействия с грунтами различными физико-механическими свойствами. Так отвалы (ножи) бульдозеров предназначенных для работы горнорудных карьерах, карьерах по добычу строительных материалов при процессе взаимодействует со скальными и полускальными грунтами, разрыхление которых во многих случаях осуществляются взрывными работами ввиду чего разрыхленная масса получается крупнокусковым.

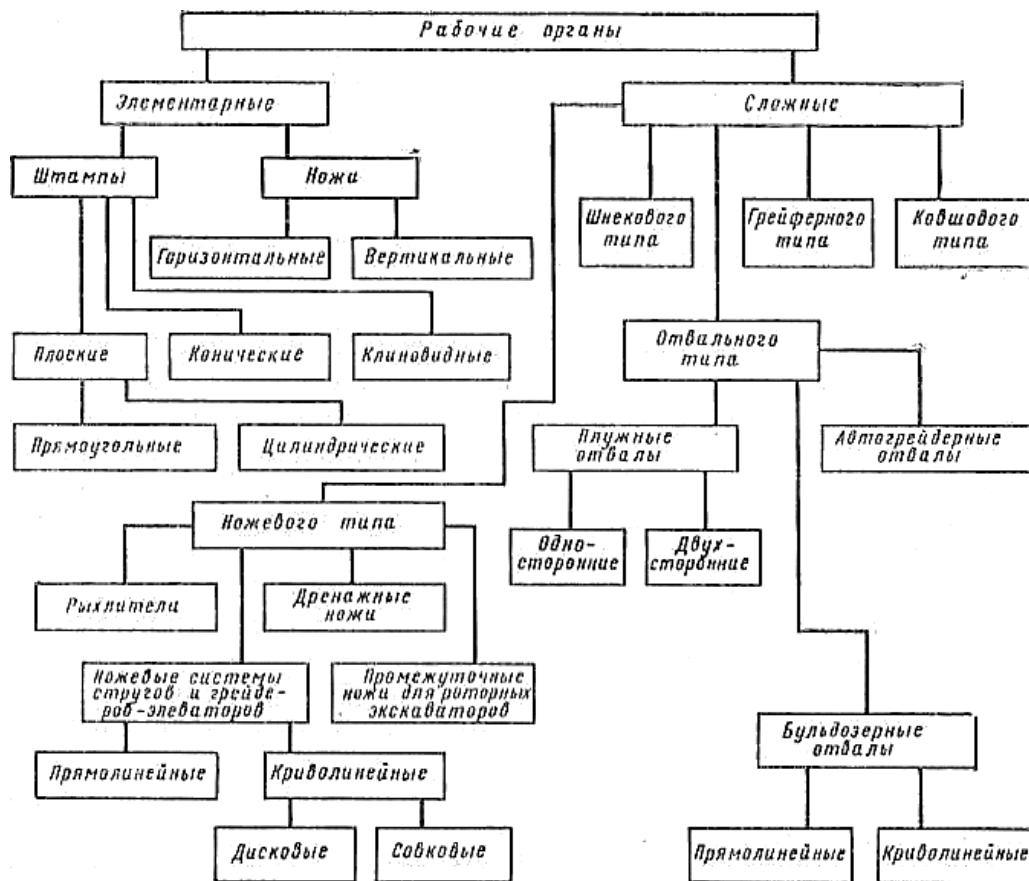


Рис. 1. Схема классификации рабочих органов землеройных машин

Поэтому основной задачей разработки рабочего оборудования бульдозера является выбор конструкции наиболее полно отвечающим требованиям бульдозирования крупнокусковой горной массы. Для этого оценим факторы, определяющие рациональную конструкцию рабочего оборудования.

Как показывает классификация факторов (рис.2) на производительность бульдозера влияют конструктивные, технологические и эксплуатационные факторы. Среди них наиболее определяющим является конструктивный фактор, так как основные параметры рабочего органа бульдозера: длина, высота, установочные углы в процессе эксплуатации не изменяются или изменяются мало.

Существенное влияние на производительность также оказывает энергонасыщенность, технология работы, автоматизация управления рабочим процессом, универсальность машины, надежность её конструкции.

Конструктивные факторы, в свою очередь можно подразделить как на относящиеся к базовому трактору, к рабочему органу и к бульдозерному агрегату в целом. Рабочий орган бульдозера включает в себя основных узла: механизм управления отвалом и самого отвала. Усовершенствование каждого из них как в отдельности, так и в целом, повышают эффективность рабочего органа. Одним из факторов существенно снижающим эффективность бульдозера в горно-технологических условиях является относительно высокая кусковатость горной массы (технологический фактор), а объективное



исследование процессе взаимодействия с грунтом позволит определить оптимальные параметры рабочего органа, повысить надежность конструкции.

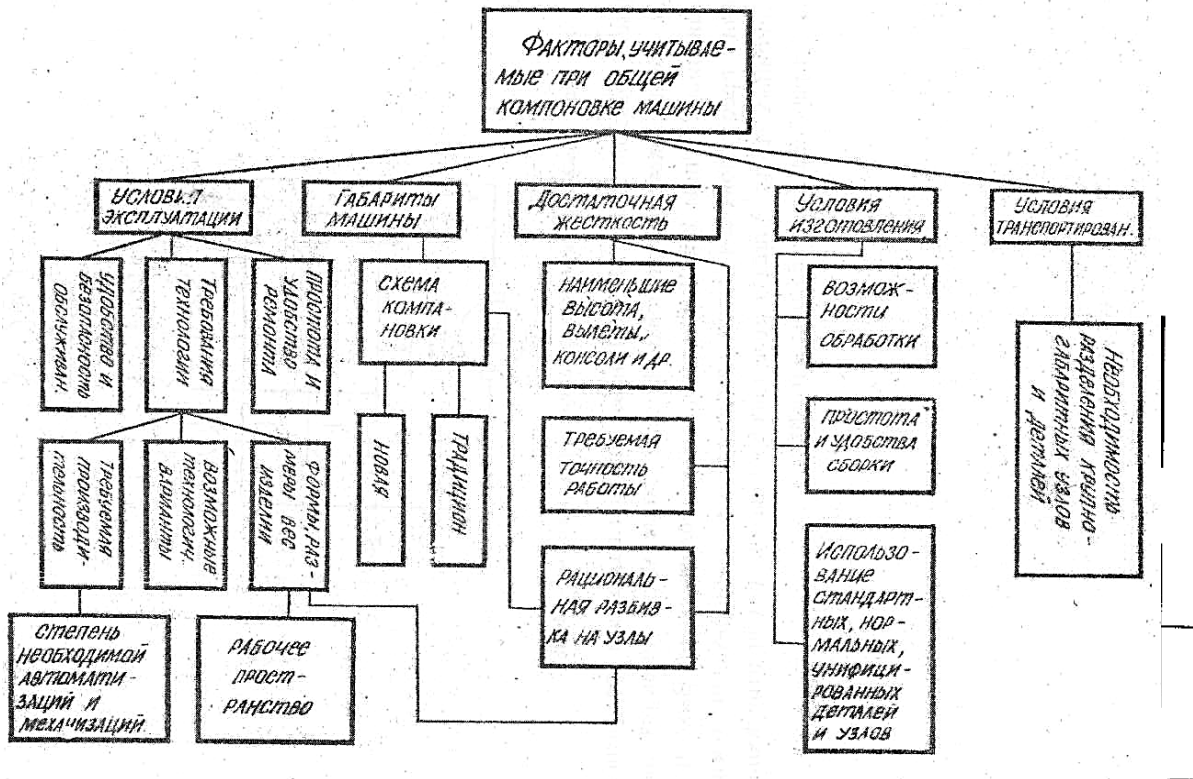


Рис. 2. Классификация факторов, влияющих на производительность и конструкцию отвала бульдозера

При создании бульдозера, применительно к специфическим условиям (стесненность рабочего пространства, взаимодействие с крупнокусковой горной массой, неровности скалистой почвы и т.д.) особо важную роль играет учет факторов, влияющих на компоновку, конструкцию машин (рис.3) От учета и выявления взаимосвязи этих факторов зависит оптимальность варианта конструкции, её приспособляемость к данным конкретным условиям, срок введения в эксплуатацию.

Классификация факторов, учитываемых при компоновке конструкции машин, была сформулирована по принципу от общего к частному.

В общем случае компоновка машин зависит от многих факторов, часть из которых взаимосвязаны между собой и влияют на формирование того или другого параметра. Из классификация (рис.3) видно, что фактор рациональной разбивки связан со схемой компоновки конструкции, которая в свою очередь влияет на габариты, машины. Этот же фактор влияет на форму, массу узлов.

Анализ факторов, влияющих на производительность машины и компоновку конструкции при создании рабочего оборудования указывает на возможность универсализации узлов бульдозеров путем применения блочной конструкции гидравлического механизма поворота отвала в плане, которая может являться самостоятельным узлом (блоком).

Необходимо отметить, что главным препятствием в увеличении мощности универсальных бульдозеров являлась недостаточная жесткость как самой конструкции отвала, так и системы "отвал-рама", а наиболее эффективные конструкции универсальных бульдозеров (БПД-2Д, Д-522) имеет большую конструктивную массу П-образной рамы.

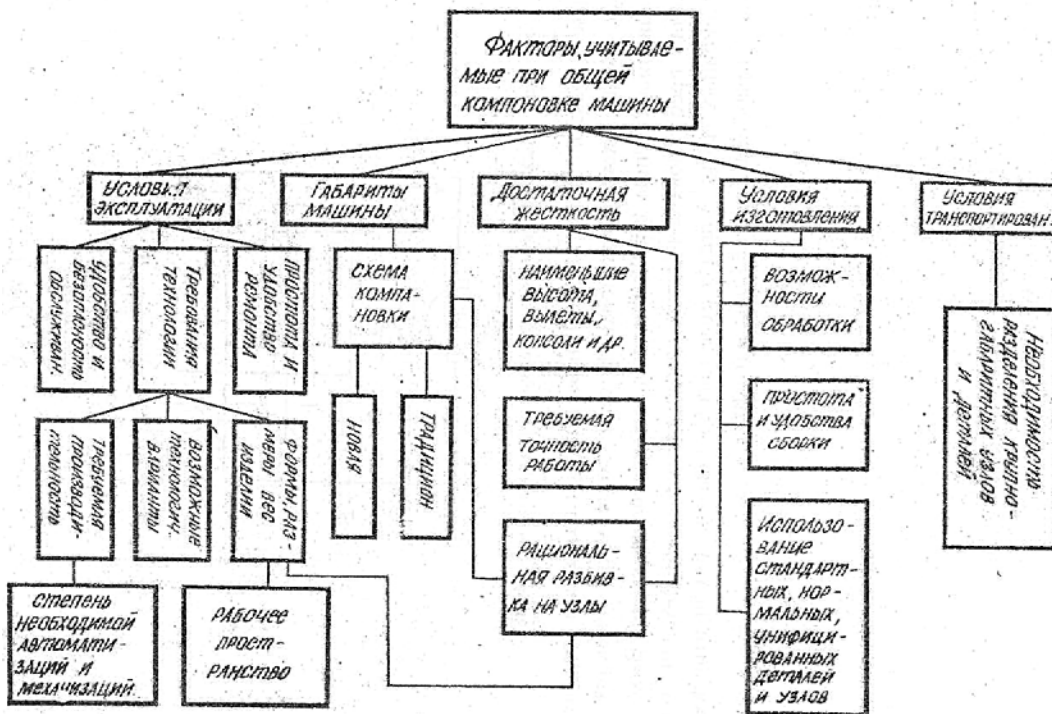


Рис. 3. Классификация факторов, влияющих на компоновку машин

Факторы, приведенные на рис.2 и 3 указывают на необходимость:

- закладывать в конструкции бульдозера предпосылки интенсификации использования в эксплуатации путем повышения их универсальности и надежности;
- максимально увеличивать степень автоматизации процесса управления отвала с целью повышения производительности;
- последовательно выдерживать принцип агрегатности, конструировать узлы рабочего оборудования бульдозера в виде независимых блоков, устанавливаемых в собранном виде;
- придавать конструкции отвала высокую жесткость способами, не требующими увеличения массы;
- уменьшить массу конструкции отвала и механизма поворота путем увеличения компактности их, применения рациональных кинематических и силовых схем;
- изучать тенденцию развития используемых конструкций рабочего оборудования с целью определения перспективной разработки.

Следует отметить, что наиболее важными из рассмотренных факторов являются конструктивный фактор, определяющий тип и параметры рабочего оборудования, и технологический фактор (условия эксплуатации), характеризуемый видом взаимодействия с отвалом грунта.

Анализ этапов развития бульдозерного оборудования (рис.4), проведенный позволил выявить основные направления, по которым идет усовершенствование их конструкции [4,6]:

- придание конструкции отвалов накопительной способности (поз.2...5);
- применение устройств, повышающих интенсификацию рабочих процессов (поз.9, 10);
- придание подвижности конструкциям отвалов (поз.4, 6, 7, 8).

Наряду с этим анализ состояния исследования и конструкторских работ в области бульдозеров позволили сформулировать к конструкции рабочего органа бульдозера использующих при работе на скальных крупнокусковых породах следующие требования

- адаптироваться в различных эксплуатационных условиях;
- иметь наименьшее количество шарнирных соединений и сочленений с целью повышения жесткости связи систем и точности изготовления;
- иметь способность изменять размеры по ширине и обладать подвижностью;
- проектироваться в виде блочной конструкции для повышения ремонтпригодности.

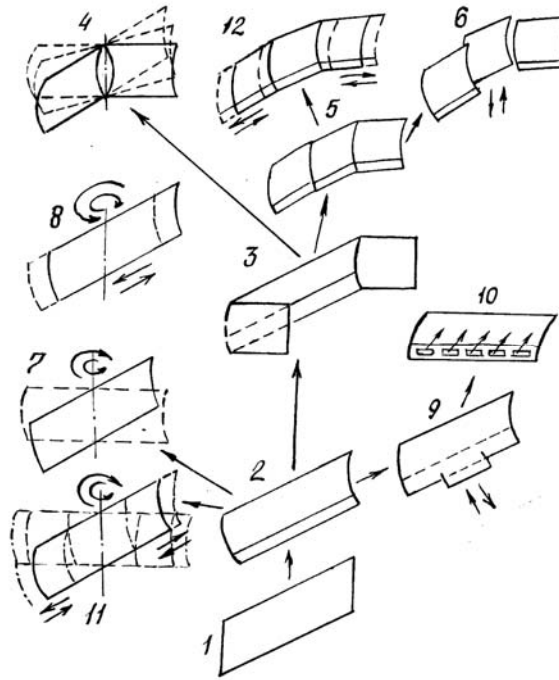


Рис. 4. Схема развития конструкции отвалов бульдозеров

Один из важных мероприятий при создании нового типа и определении параметров конструкции рабочего оборудования бульдозера, применяющихся в стесненных условиях является изучение тенденции и развития использующихся конструкций с целью определения перспективной разработки, бульдозерных отвалов для работы в стесненных условиях с крупнокусковой горной породой.

Применение бульдозера для перемещения крупнокусковой горной массы в стесненных условиях предъявляет к конструкции отвала также специфические требования, как высокая жесткость и надежность, прочность соединений узлов, возможность изменения их конструктивных параметров.

Возможность изменения ширины имеют конструкции отвалов (поз.7, 8) Однако, они в основном предназначены для строительно-дорожных работ (на грунтах III-V категорий) и связанные с ним конструктивные недостатки (слабая прочность и жесткость) не позволяют применять эти конструкции отвалов для перемещения крупнокусковой горной массы.

Поэтому нами разработан телескопический отвал (поз.11) наиболее полно отвечающий требованиям эффективного перемещения крупнокусковой горной массы в стесненных условиях работы.

Этот отвал (а.с.775241) (рис.5), состоящий из основной и двух выдвижных секций, снабженные гидроцилиндрами, обеспечивает повышение производительности труда, обладает адаптационным свойством, необходимым для применения в различных эксплуатационных условиях. Выдвижные секции позволяют более эффективно использовать мощность базового трактора. Прочность и надежность отвала достигается применением коробчатой конструкции центральной секции и отсутствием у него шарнирных соединений.

Работа бульдозера, в стесненных (например, в шахте) условиях в отличие от обычных (строительство и дорожные работы) характеризуется ограниченным сечением подземных выработок и необходимостью обеспечить безопасную проходимость бульдозера по этим выработкам. Ширина захвата отвала такого бульдозера должна удовлетворять условию:

$$B_{штр} - 2a \geq B_{тг} \geq \frac{1.02B_{тг}}{\sin\alpha}, \text{ м,}$$

где  $B_{штр}$ ,  $B_{тг}$  - ширина соответственно штрека и трактора

$d$  – безопасная ширина штрека для пешехода,

$\alpha_1$  – угол захвата отвала в плане.

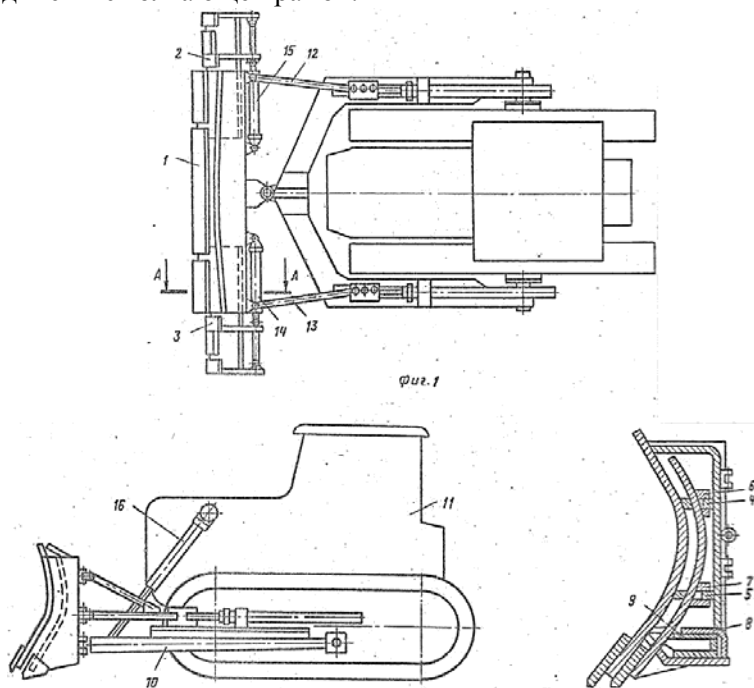
Этому условию наиболее полно отвечает конструкция телескопического отвала с двумя выдвижными крайними секциями. Учитывая, что ширина выдвигаемой части крайних секций этого отвала величина переменная, целесообразно в расчетах параметров телескопического отвала использовать относительную ширину  $K_{в.с}$

$$K_{в.с} = \frac{B_{в.с}}{B_{ц.с}}$$

где  $B_{в.с}$ ,  $B_{ц.с}$  – соответственно ширина центральной и выдвигаемой части крайних секций.

Указанная цель достигается тем, что секционный отвал выполнен из одной центральной и двух боковых секций, причем толкающая рама связана с центральной секцией, а каждый из гидроцилиндров выдвижения соединен с центральной секцией и с одной из боковых.

Рабочий орган включает составной отвал, выполненный из средней секции 1 и боковых 2 и 3, которые могут перемещаться по направляющим 4 и 5, принадлежащим средней секции 1, взаимодействуя пазами 6 и 7, принадлежащими боковым секциям. На нижней части средней секции 1 имеются направляющие 8 и 9 коробчатой конструкции, перемещающиеся одна внутри-другой и служащие для повышение прочности конструкции. Средняя секция 1 шарнирно соединена с толкающей рамой 10. Противоположные концы толкающей рамы 10 соединены с базовой машиной 11. На толкающей раме установлены раскосы 12 и 13, соединенные со средней секцией. На задней стенке средней секции 1 установлены корпуса гидроцилиндров 14 и 15 выдвижения секций, штоки которых соединены с соответствующей боковой секцией. Базовая машина снабжена цилиндрами 16, штоки которых соединены с толкающей рамой.



Фиг.2

Фиг.3

**Рис. 5.** Бульдозер с телескопическим отвалом (ножом)  
1 - бульдозер, (вид сверху); 2 - то же, вид сбоку; 3 - разрез А-А.

Работает бульдозер следующим образом. При необходимости изменения ширины отвала гидроцилиндрами 14 и 15 производится выдвижение боковых секций. Изменение угла резания осуществляется раскосами 12 и 13. Подъем и опускание 15 отвала производят силовые цилиндры 16.

Выполнение отвала их трех секций и соединение средней секции с толкающей рамой и раскосами повышает надежность бульдозера, а следовательно, 20 увеличивает срок его службы.

Развитие сферических отвалов [2,6] с косоустановленными крайними секциями (поз.5) в настоящее время характеризуется созданием отвалов с выдвигаемыми щеками (поз.12), которые позволяют обеспечить увеличение единичного объема призмы волочения. Эти щеки снабжены приводами для их выдвижения»

Одним из способов придания подвижности отвалу является возможность его поворота вокруг вертикальной оси (поз.7), осуществляемого с помощью механизма поворота отвала.

#### Выводы

Анализ развития землеройных машин, и в частности анализ патентных материалов, показывает следующие основные тенденции в развитии рабочих органов: увеличение их размеров и емкости соответственно повышению мощности машин; разделение на функциональные элементы и узлы в соответствии с особенностями процессов взаимодействия с грунтом; транспортирование и разгрузку грунта; применение устройств, обеспечивающих оптимизацию параметров в процессе работы в зависимости от выполняемых операций. Таким наиболее рациональным рабочим органом бульдозера удовлетворяющим условиям его работы, а именно для работы в особо стесненных местах с крупнокусковой горной породой и эффективным в использовании является телескопический отвал.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Асанов С.Ш. Пути повышения эффективности применения подземных бульдозеров в условиях шахт ДГМК. - В кн.: Научно-технический прогресс в области механизации подземных горных работ. - Алма-Ата: 1979 с, 158-159.
2. Музгин С.С. Артамоновский О.Ю. О рациональном типе подземного бульдозера, - Изв. АН КазССР, сер. «Горное дело», 1960, вып. I, с. 59-64
3. Навесное тракторное оборудование для разработки высокопрочных грунтов - авт. Захарчук В.З., Шлойдо Г.А. и др. - М.: «Машиностроение» 1979. - 189 с.
4. Недорезов И.А. Интенсификация рабочих органов землеройных машин. - М.: 1979. - 50 с.
5. Недорезов И.А. и др. Новые отвалы совкового типа для бульдозера. Строительные и дорожные машины 1976, 2, с. 10-12.
6. Федоров Д.И. Рабочие органы землеройных машин. - М.: Машиностроение, 1977. - 288 с.
7. А. с. № 775241 (СССР) Бульдозер /Музгин С.С. и Асанов С.Ш. Оpubл. в бюллетень. изобретений, 1980, 40.

#### REFERENCES

1. SS Asanov. Vias ad augendae efficaciam in cuniculis subterraneis bulldozers DGMK . Ann. , Disciplinarum naturalium et technicae artis progressionones in mechanization sub mining . - Alma- Ata 1979 s, 158-159 .
2. Muzgin SS OJ Artamonovskii Sed rationalis typus of bulldozer sub - Math . Academia Scientiarum Kazakh SSR Ser «Mining» , 1960 , vol . I , p . 59-64
3. Tractor Attachments progressionem ad progressum princeps solo – auth. Zakharchuk VZ , GA Shloydo M.: "Ipsum" 1979, 189 s.
4. IA Nedorezov Intensio machinas faciens corpora earthmoving - M.: 1979. «machinativa», 50 с.
5. IA Nedorezov New - type dumps soviet bulldozer Building apparatus statio 1976, 2, с. 10-12.
6. Fedorov DI Lorem machinas corpora earthmoving - M.: «machinativa», 1977. - 288 с.
7. A.p. Numeri 775241 (SSSR) bulldozer SS Muzgin, SS Assanov Publ . in elit. 1980, Numeri 40

Асанов С.Ш.

**Қысыңқылық жағдайда істейтін бульдозердің отвалының (қалағының) тиімді конструкциясын негіздеу**

**Түйіндеме.** Мақалада машинаны құрастырғанда ескерілетін және оның өнімділігіне әсер ететін факторларды жіктеу схемалары келтірілген. Осы факторларды талдау негізінде және бульдозердің жұмыс бағытын еске ала отырып, яғни өте қысыңқы жерлерде ірі кесекті тау жыныстарымен істеу үшін, қыйын жағдайға жеңіл бейімделетін бульдозер қалағының бейімді конструкциясы анықталды. Ондай тиімді конструкциялы қалақ, бульдозердің жұмыс бағытын қанағаттандыратын, өте қысыңқы жерлерде ірі кесекті тау жыныстарымен жұмыс істей алатын телескопты қалақ.

**Түйінді сөздер:** Бульдозер; қалақ; бұру механизмі; шеткі секциялар; ірі бөлшекті тау жынысы; қамту ені; қалақты жазықтықта бұру механизмі; телескоптік қалақ, кесектік, итеру, ішкі үйкеліс бұрышы, сырғытылатын үйінді, қосынды қарсылықтық.

Asanov S.S.

**Ground of rational construction of dump (knife) of bulldozer for work in the straitened terms**

**Summary.** To the article charts are driven classifications of factors, influencing on the productivity and taken into account at general choice of construction of machines. On the basis of analysis of these factors and taking into account the condition of work of bulldozer, namely works in the especially straitened places with a large-sized mountain breed are certain the most rational construction of dump, easily adapting oneself to the heavy terms. By such most rational working organ of bulldozer, to the satisfying terms of his work and effective in the use for work in the especially straitened places with a large-sized mountain breed there is a telescopic dump.

**Key words:** A bulldozer blade, turning mechanism, the extreme section, lumpy rock mass, width, angle of the blade in the plane, telescopic blade, lumpiness, effort, angle of internal friction, Dozing, the total resistance.

ЖОК 532.58

**Ж. Шопанбек, А.Ж. Тұрмұхамбетов**

(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті,  
Алматы [akylibek.turmukhambetov@gmail.com](mailto:akylibek.turmukhambetov@gmail.com))

**СФЕРАЛЫҚ ДЕНЕНІҢ ҚЫСАҢШЫЛЫҚ ЖАҒДАЙДА ТҮТҚЫР  
ОРТАДАҒЫ ҚОЗҒАЛЫСЫ**

**Түйіндеме.** Тұтқыр ортада қозғалған сфералық дененің гидродинамикалық кедергісі зерттелген. Зерттеу негізіне авторлардың бірінің тәжірибелік өлшеулерінің нәтижелері алынған. Фракталдар теориясын қолдана отырып, гидродинамикалық кедергінің қысаңшылық дәрежесіне тәуелділігін бейнелейтін заңдылық табылған. Теориялық және тәжірибелік деректер салыстырылып, олардың өзара үйлесімдігі көрсетілген.

**Түйін сөздер:** қысаңшылық, турбуленттік тұтқыр орта, гидродинамикалық кедергі, фракталдар.

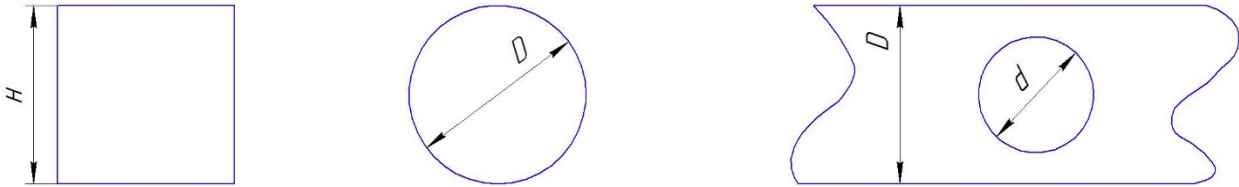
Құбырлар мен арналардағы кеңістіктік денелердің гидродинамикасы мен жылу алмасуы маңызды ғылыми – техникалық мәселелердің қатарына жатады. Денені гомогенді сұйық ортаның орап ағуына көптеген зерттеулер арналған. Басылымдарда физикалық және химиялық өзара әрекеттер ескеріліп, акустикалық, механикалық және жылулық әсерлер қарастырылады. Бірақ, зерттеліп отырған құбылыстың өте күрделілігіне байланысты, көбіне алынған теориялық шешімдер тәжірибе нәтижелерімен салыстыру деңгейіне дейін жетілдірілмейді, ал эксперименттер негізінде алынған жартылай эмпирикалық заңдылықтар құрамында физикалық негіздемесі жоқ тұрақтылар саны көп болады. Яғни, олар тек жеке эксперименттерді, әрі барса жеке технологиялық процесті сипаттайды, кең жалпылауға мүмкіндік бермейді.

Осы уақытқа дейінгі теория мен эксперименталдық нәтижелердің арасында қайшылық тудыратын тағы да бір фактор – шектеуші қабырғаға байланысты байқалатын ағын қысаңшылығының әсері. Яғни, реал процестерде дене шектелген ортада қозғалады. Зерттеулерге қарағанда дененің сұйық немесе газ ортамен динамикалық және жылулық өзара әрекеттері ағын қысаңшылығына бөлшекті – дәрежелік тәуелділікте болады [1]. Біз бұл жерде «қысаңшылық» деп дененің анықтаушы (негізгі) өлшемінің ағын өлшеміне қатынасын айтамыз. Соңғы кездерге дейін осы қысаңшылық факторы эмпирикалық заңдылықтарда ретсіз алынған көптеген тұрақтылар көмегімен ескеріліп келеді. Тек соңғы онжылдықтарда ғана осы бір күрделі есептің шешімі табылатындай жай туып отыр. Ол мүмкіндік фракталдар теориясымен байланысты. Яғни, заманауи көзқарастарға сәйкес [2-4] турбуленттіліктің фракталдық (құрылымдық, өз – өзіне ұқсастық) табиғаты бар. Фракталдық объектілер өлшемдері де бөлшекті болады. Олай болса, шектелген ортадағы дене қозғалысын фракталдар теориясын қолдана отырып, зерттеуге мүмкіншілік туады. Ұсынылып отырған жұмыста шектелген ортадағы дене қозғалысы осы тұрғыдан қарастырылған.

Құбырдағы шардың гидродинамикасын тәжірибелік зерттеу нәтижелері [1] жұмыста мейлінше толық көрсетілген. Негізінен Рейнольдс (Re) санының 0.1÷300 аймағында өткізілген өлшеулер, басқа авторлардың зерттеулерімен қосыла, қысаңшылық дәрежесінің  $\chi = 0.074; 0.154; 0.238; 0.493$  мәндері кезінде тік бұрышты (құбырдың тіктөртбұрышты қимасы кезінде эффективті диаметр Н ретінде көлденең қимасының ауданына тең цилиндрлік құбыр диаметрі алынады) және  $\chi = 0.126; 0.261$  кезінде цилиндрлік құбырда жүргізілген. (1 – суретті қараңыз).



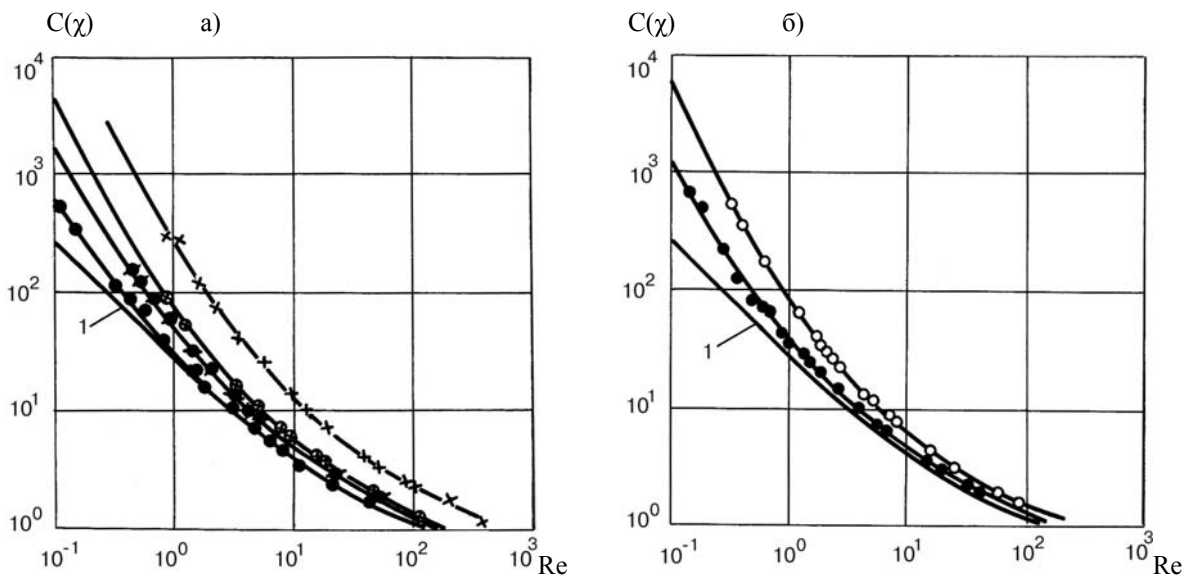
Эксперименталдық нәтижелерді өңдеу бір тұрғыдан жүру үшін  $S=S'=S''$  ( $S'$ - квадрат қиманың,  $S''$ - дөңгелек қиманың аудандары) деп алсақ,  $S = H^2 = \frac{\pi D^2}{4}$ , яғни  $H_{\text{эфф}} = \frac{\sqrt{\pi}}{2} D$  болады. Онда қысаңшылық дәрежесі  $\chi = \frac{d}{H_{\text{эфф}}}$ , немесе  $\chi = \frac{d}{D}$  қатынастарымен есептеледі. Яғни,  $0 \leq \chi \leq 1$  болуы мүмкін, мұндағы  $\chi=0$  жағдай не ағында бөгде дене жоқ ( $d=0$ ), не шектеулі қабырға алыста орналасқан жағдайға сәйкес ( $D \gg d$ ), ал  $\chi=1$  жағдай дененің көлденең қимада кептеліп ( $d=D$ ), ағынның толық тежелуін – «тығын» эффектісін өрнектейді.



1-сурет. Қысаңшылық дәрежесіне түсініктеме.

$H$  – көлденең қима – квадраттың жағы,  $D$  – цилиндрлік құбырдың диаметрі,  $d$  – ағында орналасқан сфераның диаметрі

Тәжірибие нәтижелері 2-суретте график түрінде көрсетілген, бұдан ағын қысаңшылығының Рейнольдс санына тәуелді гидродинамикалық кедергі коэффициентіне әсерінің өзгеруі көрініп тұр.



2-сурет. Сфералық дененің тіктөрбұрышты (а) және цилиндрлік (б) құбырлардағы қозғалысы.

1 – қисық – сфераны шектелмеген ағынның орап ағуы кезіндегі кедергі коэффициенті. а) тіктөрбұрышты қабырғадағы сфераның қозғалысы; белгілеулер: ● -  $\chi=0.074$ ; ■ -  $\chi=0.154$ , ⊙ -  $\chi=0.238$ ; ✕ -  $\chi=0.493$ . б) цилиндрлік құбырдағы сфераның қозғалысы; белгілеулер: ● -  $\chi=0.126$ ; ○ -  $\chi=0.261$

Рейнольдс санының дербес мәндері үшін бұл әсер ең қысқартылған түрде мына қатыспен көрсетілуі мүмкін

$$C(\chi) = C(0) / S(\chi), \quad (1)$$

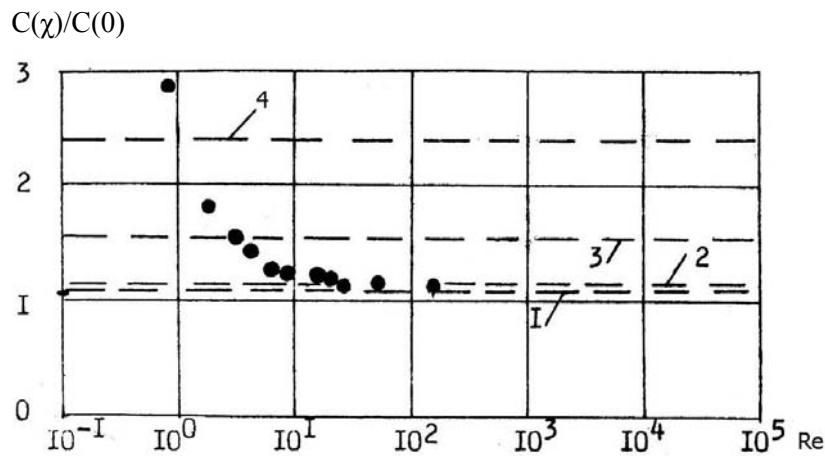
мұнда,  $C(\chi), C(0)$  – шардың қысаңшылық жағдайдағы және шектелмеген ағындағы гидродинамикалық кедергі коэффициенті;  $S(\chi)$  – қысаңшылық әсері.

Яғни,

$$C = \frac{F}{\rho V^2 S}, \quad (2)$$

мұнда,  $F$  – кедергі күш,  $(\lambda)$  - ағынның орташа жылдамдығы,  $S$  – шардың ең үлкен қимасының ауданы.

3-суретте Рейнольдс санының берілген аймағында жартылай эмпирикалық формулалармен өрнектелетін, сызық түрінде көрсетілген басқа авторлардың тәжірибелік мәліметтерімен біздің нәтижелердің салыстыруы келтірілген.



**3-сурет.** Қысаңшылықтың және Рейнольдс санының шардың гидродинамикалық кедергісіне әсері.

Белгілеулер: 1- Исатаев С.И., Ползик В.В. нәтижелері, 2 – Кеммер А.С., 3– Розенбаум Р.Б., 4 – Happel J., Вурпе В.Л., нүктелер– Исатаев.С.И., Тұрмұхамбетов А.Ж. (бұл басылымдарға тиісті сілтемелер [1]-де көрсетілген)

Рейнольдс санының үлкен мәндерінде олардың арасында қанағаттандырылғылық сәйкестік, ал  $Re$  аз мәндерінде үлкен алшақтық байқалады. Тәжірибелік мәліметтерді өңдеуден мынадай қорытындылар жасауға болады:

- құбыр қимасының пішіні зерттелген қысаңшылық дәрежесінің өзгеру аумағында қозғалған дене гидродинамикасына әсері айтарлықтай маңызды емес. Яғни, цилиндрлі құбыр қимасының ауданы бойынша, жоғарыда айтылғандай эффективті диаметрді есептеуге енгізуге толық мүмкіндік бар;

- Рейнольдс санының салыстырмалы үлкен мәндерінде, яғни, турбуленттіліктің қалыптасу және дамыған аумақтарында тәжірибелік нәтижелердің біршама үйлесімдігі оларды теориялық бір тұрғыдан қарастыруға мүмкіндік береді. Дәлірек айтқанда, құрамында бірнеше тәжірибелік тұрақтылар бар, қолдану аумағы шектелген эмпирикалық заңдылықтардың орнына физикалық негіздемесі бар қарапайым өрнектер алу қажет.

Қазіргі уақытқа дейін қысаңшылық жағдайда қозғалған сфераның кедергісін сипаттайтын ешқандай қанағаттандырылғылық аналитикалық шешу жоқ екенін атап өту керек. Теориялық есептеулер тек Рейнольдс санының  $Re < 2$  шектелген аймағын қамтиды және қазірде Стокс, Озеен, Гольдштейннің байырғы шешімдеріне сүйенеді. Тәжірибелік зерттеулерге келсек, жоғарыда айтылғандай, әр автордың алған деректері құрамында эмпирикалық тұрақтылары көп (1) тәріздес есептеу формулаларымен өрнектеледі. Мысалы, 2 – суретте бейнеленген тәжірибелік мәліметтер құрамында 5 тұрақты бар төмендегі формуланы қанағаттандырады [1]:

$$C(\lambda, Re) = C(0, Re) \left[ \left( \frac{1}{1-\lambda^2} \right)^{2.33} + \frac{28\lambda^2}{Re} \right] \quad (3)$$

(1), (3) сияқты белгілі көптеген жартылай эмпирикалық формулалардың бір пайдасы, олар нақты процестер жүріп жатқан турбуленттік аумақтың бөлшекті өлшемділігін көрсетеді, яғни турбуленттіліктің фракталдық объектілермен ұқсастығын дәлелдейді. Екінші бір түбегейлі жағдай турбуленттік аумақтардың да, фракталдық объектілердің де құрылымдығымен байланысты. Сонымен, құрылымдық, өз – өзіне ұқсастық және заңдылықтардың бөлшекті дәрежелері турбулентті процестер мен фракталдық объектілерді бір тұрғыдан қарастыруға мүмкіндік береді. Басқаша айтқанда, турбуленттік араласу фракталдық бетпен шектелген көлемде жүреді деуге болады. Турбуленттік ортаның құрылымдығы энергия диссипациясы бүкіл көлемде емес, көлемнің  $1/5$  – ке



пропорционал жеке бөліктерінде, яғни диссипация “кеуек” көлемде жүреді деуге мүмкіндік береді. Онда сондай кеуектерді шектейтін фракталдық бет мынаған тең:

$$S = S_0 \left( \frac{L}{L_0} \right)^{\gamma}, \quad (4)$$

мұнда  $S_0 \sim L^2$  – турбуленттік ортаның сипаттаушы көлемін шектеп тұрған аудан,  $L$  - турбулентті ағыстың сипаттаушы өлшемі,  $L_0$  - минималды диссипативтік масштаб,  $\gamma$  - құйындардың каскадтық бөлшектену процесінің геометриялық моделіне тәуелді беттің масштабы – инварианттық деформация (скейлинг) көрсеткіші. Скейлингтің кейбір мәндері қарапайым модельдер негізінде алынуы мүмкін [5]. Мағынасына қарағанда дамыған изотропты турбуленттілікке симметриялы деформация, ал ығысу ағындарға (немесе турбуленттіліктің жаңадан пайда болу кезеңіне) тән анизотропты турбуленттілікке біржақты симметриялы емес деформация сәйкес. Осындай геометриялық тұрғыдан турбуленттілік тасымалдаудың әмбебап қасиеттерін бейнелейтін скейлингтің екі шекті мәні анықталған [5,6]. Дәлірек айтқанда, біртекті

$\gamma = \gamma_0 = 0.7925$ , изотропты (колмогоровтық) турбуленттілікке, яғни Рейнольдс санының үлкен мәндеріне сәйкес болса,  $\gamma = \gamma_1 = 0.4650$  мәні анизотроптың жергілікті (шекаралық) шарттарға (шектеуші қабырға, жылуалмасу, көпфазалық және т.б.) байланысты туындайтын  $Re$  үлкен мәндерінде де, турбуленттілік жаңадан басталып, даму барысында, яғни Рейнольдс санының төмен мәндерінде де қолданылуы мүмкін. Беттері қисық сызықты денелердің құбырлардағы қозғалысы туралы мәселе физикалық тұрғыдан қарағанда ағын параметрлеріне тәуелді өзгерісін турбуленттілік сипаттамаларымен, ағыс құрылымының өзгерулерімен байланысты. Қарастырып отырған есептің негізгі параметрінің бірі жоғарыда айтылған ағынның қысаңшылық дәрежесі дене бетіндегі, дене артындағы аумақтағы күрделі турбуленттік құйындардың кеңістіктік масштабтарын анықтайды. Біз қысаңшылық дәрежесін

$$\frac{S_0 - S}{S_0} = 1 - \chi^2, \quad (5)$$

түрінде өрнектей аламыз. Мұнда  $S_0, S$  – құбырдың көлденең және шардың Мидель кималарының аудандары.

Аққан дене беті мен қабырға арасында ағын турбулентті болады. Қабырға мен дене беттерінде күрделі құйындар – өзара әрекеттесетін фракталдық объектілер пайда болады. Шектелген ортадағы сұйықтық қозғалысының мұндай күрделіленуінің салдарынан дене мен қабырға арасындағы саңлаудың эффективтік ауданы – ағыстың сипаттаушы өлшемі ламинар қозғалысқа да, еркін турбуленттік қозғалысқа қарағанда да айтарлықтай кішірейеді. Бұл жағдай аққан дененің гидродинамикалық кедергісін өсіреді, сондықтан саңлаудың эффективті ауданын сұйықтық қозғалысының фракталдық сипаттамаларымен байланыстырамыз.

Мультифракталдық объект Реньенің  $D_q$  жалпыланған өлшемдігімен байланыстыруға болатын  $M(q, \delta)$  өлшемнің үлестірілуімен сипатталады [4]

$$D_q = \frac{1}{(q-1)\delta^{-1}} \lim_{\delta \rightarrow 0} \frac{\ln M(q, \delta)}{\ln \delta}, \quad -\infty \leq q \leq +\infty, \quad (6)$$

мұнда  $q$  – мультифракталдық моменттің реті,  $\delta$  – объектінің құрылымдық элементтерінің минималды сипаттаушы өлшемі,  $M(q, \delta)$  – кез келген аддитивті қосылатын шама: ұзындық, аудан, көлем, заряд, масса және т.б.

Зерттеліп отырған мәселе үлкен көлемде пайда болған құйындардың өлшемі  $\delta$  фракталдық ұяшықтар деп қарастырсақ, бір жағынан (6) – дан

$$N(\delta) \sim \delta^{-D}, \quad (7)$$

(мұнда  $N(\delta)$ - ұяшықтар саны) алуға болады, екінші жағынан (1) – ден

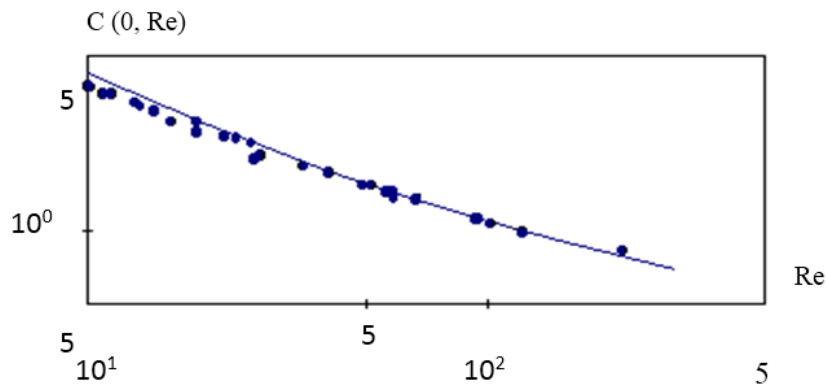
$$N(\delta) \sim \frac{1}{S(\chi)}, \quad (8)$$

екенін көреміз.

Фракталдық құрылымдардың ұяшықтар өлшемдерінің дене беті мен қабырға арасындағы саңлау ауданына айқын тәуелді екенін ескеріп, (1) және (8) – ден мынадай нәтижеге келеміз

$$C(\chi) = C(0)(1 - \chi^2)^{-D}, \quad (9)$$

мұндағы  $D_i = d + \gamma_i - 1$ ;  $d$  – ағыс аумағының топологиялық өлшемдігі,  $i$  – турбуленттіліктің ерекшеліктерін ескере отырып,  $\gamma$ - ның мәндерін таңдауға мүмкіншілік беретін индекс. Яғни, егер турбуленттілік анизотропты болса,  $\gamma = \gamma_1 = 0.4650$ ; изотропты, біртекті болса,  $\gamma = \gamma_0 = 0.7925$ .



**4-сурет.** Шардың гидродинамикалық кедергісінің теориялық (тұтас сызық) және тәжірибелік (нүктелер) мәндерін салыстыру

Алынған нәтиже 2 және 3 – ші графиктердегі тәжірибелік мәліметтермен 4 – суретте салыстырылып отыр. Графиктегі тұтас сызық – теориялық есептеу нәтижесі (Рейнольдс санының әсері ескерілген), нүктелер – орташаланған тәжірибелік мәліметтер. Рейнольдс санының әсері, яғни 3 – суретте көрсетілгендей  $Re$  – ның төменгі мәндеріндегі кедергі коэффициентінің қарқынды өсуін фракталдық тұрғыдан есептеуге болатынын атап кету керек.

Сонымен, 4 – суретке қарағанда ұсынылып отырған теориялық есептеу формуласы мен тәжірибе арасында қанағаттанарлық үйлесімдік бар. Олай болса, фракталдар теориясын пішіндері басқа денелердің де гидродинамикалық кедергісін зерттеуге қолдануға болады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1. Исатаев С.И., Ақылбаев Ж.С., Турмухамбетов А.Ж. Аэрогидродинамика и теплообмен криволинейных тел. - Алматы: Гылым, 1996.-437с.
2. Климонтович Ю.Л. Турбулентное движение и структура хаоса.-М.: Наука, 2007.-322с.
3. Жанабаев З.Ж. Структурная теория гидродинамической турбулентности.- Алматы: КазГУ, 1997.-54с.
4. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы.- М.: Институт компьютерных исследований, 2002.- 656 с.
5. Штерн В.Н. Элементарная структурная модель турбулентного перемешивания.-В сб. Структурная турбулентность. Под ред. М.А. Гольдштিকা.-Новосибирск:- 1982.-166с.
6. Жанабаев З.Ж., Тарасов С.Б., Турмухамбетов А.Ж. Фракталы, информация, турбулентность.- Алматы:Изд-во ВАК РК, 2000.-228с.

#### REFERENCES

1. Isataev S.I., Akylybaev Zh.S., Turmukhambetov A.Zh. Aerogidrodinamika I teploobmen krivolineinyh tel. - Almaty: Gylym, 1996.-437s.
2. Klimontovich Yu.L. Turbulentnoe dvizhenie I struktura khaosa. M.: Nauka, 2007.-322s.
3. Zhanabaev Z.Zh. Strukturnaya teoriya gidrodinamicheskoi turbulentsnosti.- Almaty: KazGU, 1997.-54s.
4. Mandel'brot B. Fraktal'naya geometriya prirody.- M.: Institut komp'yuternykh issledovaniy, 2002.-656 s.
5. Shtern V.N. Elementarnaya strukturnaya model' turbulentnogo peremeshivaniya.-V sb. Strukturnaya turbulentsnost'. Pod red. M.A. Gol'dshtika.-Novosibirsk:- 1982.-166s.
6. Zhanabaev Z.Zh., Tarasov S.B., Turmukhambetov A.Zh. Fraktaly, informatsiya, turbulentsnost'. - Almaty:Izd-vo VAK RK, 2000.-228s.

Шопанбек Ж., Турмухамбетов А.Ж.

#### **Движение сферического тела в стесненных условиях в вязкой среде**

**Резюме.** Исследуется гидродинамическое сопротивление сферического тела, движущегося в вязкой среде. В основу исследования взяты результаты экспериментальных измерений одного из авторов. Используя теорию фракталов получена закономерность, описывающая зависимость гидродинамического сопротивления шара от степени стесненности потока. Показано совпадение результатов измерений и теоретического расчета.

**Ключевые слова:** степень стесненности, турбулентная вязкая среда, гидродинамическое сопротивление, фракталы

Shopanbek Zh., Turmukhambetov A.Zh.

**The movement of the spherical body in cramped conditions in a viscous medium**

**Summary.** We investigate the hydrodynamic resistance of a spherical body moving in a viscous medium. The study results of experimental measurements taken one of the authors. Using the theory of fractals obtained regularity, describing the dependence of the hydrodynamic resistance of the ball on the degree of constraint flow. The coincidence measurements and theoretical calculations.

**Key words:** the degree of constraint, turbulent viscous medium, hydrodynamic resistance, fractals

ӘОЖ 628.3:574

**Ғ. И. Исаев**

(Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік педагогикалық институты,  
Шымкент, Қазақстан Республикасы)

**АТМОСФЕРА АУАСЫНЫҢ ЛАСТАНУЫНА КЕН БАЙЫТУ ҚАЛДЫҚТАРЫНЫҢ ӘСЕРІ**

**Аннотация:** Бұл мақалада тау-кен өндірісінің жұмыс істеуі барысында қоршаған ортаның экологиялық тепе-теңдігін қалыпты жағдайдан ауытқытады да, оның ішінде жер беті және жер асты суларының ластануы жиі кездесетіні мен кен байыту қалдықтарының әсері қарастырылған.

**Негізгі сөздер:** су тазалау әдістері, сорбциялық әдісі, тау-кен өндірісі, қоршаған орта, экологиялық тепе-теңдік, шахта сулары, ауыр металдар.

Елбасы Н.Н.Назарбаевтің Қазақстан халқына жолдауында Қазақстанның агроөнеркәсіп кешенін инновациялық бағытқа түсіру маңызды, бұл – біздің дәстүрлі саламыз. Азық-түлікке деген қажеттілік арта береді. Бұл секторға инвестиция көбірек салынады. Сондықтан бүгінгі фермерлер тек уақытша әрі ауа райына байланысты кездейсоқ жетістіктерді малданып қалмай, өндірістің өсімі жөнінде ойлануға тиіс деген болатын.

Қазіргі кезде су тазалау әдістерінің түрлері көп болғанымен, су тазалаудың сорбциялық әдісі зерттеушілердің назарын өзіне көбірек аударуда. Себебі бұл әдіс су тазалау үрдісін қарапайымдау мен тазалау эффектілігінің жоғары болуымен ерекшеленеді.

Тау-кен өндірісінің жұмыс істеуі барысында қоршаған ортаның экологиялық тепе-теңдігін қалыпты жағдайдан ауытқытады да, оның ішінде жер беті және жер асты суларының ластануы жиі кездеседі. Сондықтан, тау-кен өндірісінде ластанған суды тазалау мәселесіне көңіл бөлінбесе, қоршаған ортаның экологиялық жүйесіне үлкен мөлшерде зиян келетіндігі белгілі. Бұл табиғи немесе шахта суларының ауыр металдармен немесе басқа химиялық элементтермен ластануы мен түсіндіріледі.

Қоршаған ортаның және ауыл шаруашылығын өнеркәсіп өндірісі қалдықтарымен ластануы көбінесе тірі ағзалардың жаппай өліміне әкеліп соқтырады. Өз кезегінде мұндай бүкіл бір ағза тобының өлуіне сыртқы ортаның физика-химиялық параметрінің аса бір қатты өзгерісі себеп болуы да мүмкін, мұндай жағдай суда өмірсүретін ағзалардың толығымен құрып кетуіне әкеліп соқтыруы да мүмкін. Осыған орай экожүйеде жүріп жататын өзгерістерді дәл болжау да табиғи су көздеріне биотестілеу жұмыстарын жүргізу экологиялық мониторинг жүргізуге және қоршаған табиғи ортаны қорғауда маңызды болып табылады.

Себебі, басқа әдістер суаттар мен су қоймасының ластануының биологиялық тиімділігін бағалауға мүмкіндік бермейді және де суға түсетін улы заттар әсерінің нәтижесін анықтай алмағандықтан табиғи және ағызынды су сапасын гидрохимиялық әдіс көмегімен бақылау тиімді болмайды. Елімізде судың ластану деңгейі химиялық және бактериялық көрсеткіштермен анықталады. Оның арасында бірқатар елдерде (АҚШ, Америка, Японияда) табиғи және ағызынды су сапасын бақылау әдісі ретінде биотесттік әдіс қолданады. Ол су ортасының мониторингтік әдісінің құрамдас бөлігі, және де ағызынды судың улылығының негізгі көрсеткіші болып та табылады.

Аса улы болып табылатын кен байыту қалдықтарының әсер ету өтінде жатқан Кентау - Түркістан өңірінің жер ауданы негізінен жазықтықта орналасқан. Себебі геологиялық құрылымы жөнінен бұл өңір тұран жазығында орналасқан. Климатологиялық аудандарға бөліну тұрғысынан, «СНиП – 82 - Строительная климатология и геофизика» құжатының анықтамасы бойынша Кентау - Түркістан өңірі ІҮ климаттық ауданға жатады да, ол ауданның атмосферасына тасталатын зиянды

заттар баяу сейілетіндігімен ерекшеленеді. Қазақстан бойынша климаттың континенталдығы мен құрғақтығы Кентаудың Қаратау түбінде орын тепкендігіне байланысты әлсірейді. Себебі Қаратау климаттық шекара болып табылады да, мұндағы қыс қаһары әлсіреп, жаңбыр жиі жауады. Осыған байланысты жиі соққан желдің әсерінен аспанға көтерілетін өндірістің зиянды қалдықтары [1,2,3], олардың түзілу көзінен көп ұзамай жер бетіне шөгіп, су көздері мен топырақты үлкен деңгейде ластайды. Бұл өңірде орташа температураның өзгеру диапазоны минус 5,6 °С –дан плюс 28,3 °С аралығында жатады. Қыстың күндері бұл орташа температура минус 38 °С – ға дейін төмендеп, ал жазда қоршаған орта температурасы плюс 46 °С – ға дейін артуына байланысты, аңызакқа айналады. Осының салдарынан қалдық сақтау қоймасынан атмосфера ауасына өндіріс қалдықтарының көтерілу мүмкіндігі артады. Қаратаудың тау жоталары жауын-шашынының түзілуіне және таралуына үлкен ықпалын тигізеді. Себебі тау жоталарындағы жауын-шашын деңгейі 1050 мм-ге дейін жетсе, Кентау қаласында олар 400 мм-ге дейін, ал Түркістан қаласында 350 мм-ге дейін азаяды. Жыл бойындағы жауын-шашын деңгейі жаз айларында күрт төмендеп, ал жылдың күз-қыс және қыс-көктем айларында жоғарылайды. Осыған байланысты көктемнің наурыз айынан бастап жауын-шашын деңгейі 60 мм, ал тау жоталарында 110 – 120 мм шамасында болады. Желтоқсан айында бұл көрсеткіш 50 – 100 мм аралығында болады. Бұл өңірдің ең құрғақ айларына шілде – қыркүйек айлары жатады да, жылдың бұл айларындағы жауын – шашын мөлшерінен артық болған күннің өзінде 11 мм-ге дейін – ақ жетеді. Жылы айларға саналатын сәуір – тамыз айлары аралығында жыл бойындағы жауын – шашынның 30% ғана жауады. Сондықтан жауын – шашынды күндер жылдың 70 – 80 күндерін ғана құрайды. Жауын – шашынды күндердің ең жоғарғы деңгейі, яғни айына 12 күнге дейін созылатын күндер, жылдың қыс – көктем айларына орайлас келеді. Керсінше, жаз айларындағы жауын – шашын 1 – 5 күндерге ғана жетеді.

Кен байыту қалдықтарын сақтау қоймасы орналасқан Кентау – Түркістан өңіріндегі желдің жиірек соғатын бағыттары шығыс және солтүстік – шығыс бағыттары болып табылады да, кейде оның жылдамдығы 15 м/сек – қа дейін жетеді де, 10 м/сек –қа жететін орташа жоғары жылдамдықтағы желдің соғуы 30 – 40 күнге дейін созылады. Аталған жергілікті жердің метеорологиялық сипаттары мен атмосфера ауасына көтерілетін зиянды заттардың сейілуіне әсер ететін коэффициенттер 1 – кестеде көрсетілген.

Атмосфера ауасының ластану сипатына, оны ластану көздерінің маңындағы су көздері үлкен әсерін тигізеді. Себебі олар бриз тудырады да, күндіз олар су көздерінен жағалауға, ал түнде жағалаудан су көздеріне қарай бағытталады. Бриздің туындауына су қоймаларындағы үлкен көлемдегі судың күндіз – баяу жылып, кешке баяу салқындауына байланысты. Сондықтан туындайтын ауа ағындары өндіріс қалдықтарын сақтайтын қойма беттерінен зиянды заттардың көтерілуіне үлкен үлес қосады. Себебі «Қосқорған» су қоймасы кен байыту қалдықтарын сақтайтын қоймадан 1300 м қашықтықта ғана жатқандықтан су көздерінен пайда болатын бриз байыту қалдықтарының аспанға көтерілуіне септігін тигізіп, су қоймасы көбірек ластанады. Кен байыту қалдықтары сақталынған ауданның метеорологиялық сипаттары 1 – кестеде көрсетілген.

**Кесте 1. Кен байыту қалдықтары сақталынған ауданның метеорологиялық сипаттары**

Сипаттары	Көрсеткіштер	
Стратификация коэффициенті, А	200	
Жылдың ең ыстық жазғы айларының орташа температурасы, ° С	28,3	
Қыстың ең суық айларының орташа температурасы, ° С	- 5,6	
Жер бетінің коэффициенті, η	1	
Жылдың орташа температурасы, ° С	12,3	
Жел бағыттары, %	қаңтар	шілде
Солтүстік	5	12
Солтүстік – шығыс	11	26
Шығыс	32	15
Оңтүстік – шығыс	12	4
Оңтүстік	6	4
Оңтүстік – батыс	6	4
Батыс	11	12
Солтүстік – батыс	17	23
Штиль	26	11

Кент байыту қалдықтарын сақтау қоймасы ұйымдастырылмаған ластау көзі болып табылады да, жел жылдамдығы 10 м/с шамасында болған кезде атмосфера ауасына тасталынатын кен байыту қалдықтарының шамасы сағатына 167 тонна немесе 46389 г/сек – қа дейін жетеді. Атмосфера ауасына көтеріліп, ол кен байыту қалдықтарының ШРК нормасына дейін сейілуі жергілікті жердің гидрометеорологиялық жағдайына тәуелді болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Биргер Г.И. «Метаболизм водных беспозвоночных в токсической среде». – Киев: Наукова думка, 1979. – 130 с.
2. Лемзяков С.Р., Шереметьев А.К. «Стабильный малогабаритный блок питания фотоэлектронного умножителя» - Прибор и техника эксперимента. 1976, N5, - С. 172-173.
3. Л.Д.Воронова, Г.В.Попова, И.Г.Пушкарёв. «Загрязнение водоемов пестицидами». – В кн.: Общая экология, биоценология, гидробиология. Т.3. Водная токсикология. – Москва: 1976, с. 48

Исаев Ф. И.

**Атмосфера ауасының ластануына кен байыту қалдықтарының әсері**

**Түйіндеме:** Бұл мақалада тау-кен өндірісінің жұмыс істеуі барысында қоршаған ортаның экологиялық тепе-теңдігін қалыпты жағдайдан ауытқытады да, оның ішінде жер беті және жер асты суларының ластануы жиі кездесетіні мен кен байыту қалдықтарының әсері қарастырылған.

**Негізгі сөздер:** су тазалау әдістері, сорбциялық әдісі, тау-кен өндірісі, қоршаған орта, экологиялық тепе-теңдік, шахта сулары, ауыр металдар.

Исаев Г.И.

**Влияние отходов обогащения сырья на загрязнение атмосферы**

**Резюме:** Рассмотрены вопросы отклонения экологического равновесия среды от устойчивого состояния при работе горно-добывающей промышленности, частого загрязнения поверхностных и подземных вод и влияния обогащения отходов.

**Ключевые слова:** способы очистки воды, сорбционный способ, горно-добывающая промышленность, окружающая среда, экологическое равновесие, шахтные воды, тяжелые металлы.

Isaeyev G.I.

**Influence of waste of enrichment of raw materials on pollution of the atmosphere**

**Summary:** in this article questions of deviation of ecological equilibrium of the environment from a steady state are considered during the work of the mining industry, frequent pollution of surface and underground water and influences of enrichment of waste.

**Key words:** ways of water purification, sorption way, mining industry, environment, ecological equilibrium, mine waters, heavy metals.

ӘОЖ 628.544:669.63(574.5) : 504

<sup>1</sup>Ж.Е. Дәрібаев, <sup>2</sup>А.Н. Құтжанова, <sup>3</sup>Ф.И. Исаев

(<sup>1</sup>Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ, Алматы, Қазақстан Республикасы,

<sup>2</sup>М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті,

<sup>3</sup>Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік педагогикалық институты,

Шымкент, Қазақстан Республикасы)

**ӨНДІРІС ҚАЛДЫҚТАРЫНАН ДАЙЫНДАЛҒАН ТҮЙІРШІКТЕР ҚҰРАМЫНДАҒЫ ҚАТТЫ  
ОТЫННЫҢ ЖАНУ КИНЕТИКАСЫН ЗЕРТТЕУ**

**Аннотация.** Бұл мақалада қалдықтардан жасалынған түйіршіктерді күйдіру кезінде қатты отынның жану үрдісін анықтайтын факторларға бастапқы кеннің минералдық құрамы, қатты отынның мөлшері және күйдіру параметрлері қарастырылды. Сонымен қатар, шихтаны термоөңдеу температурасы мен оның құрамына байланысты қатты отынның жану кинетикасы зерттелінді.

**Негізгі сөздер:** өндіріс, кен байыту қалдығы, ЖЭО күлі, күйдіру агрегаты, утилизациялау, агломерациялық күйдіру, температура.

Қоршаған табиғи ортаның ластануының алдын-алу қажеттілігімен негізделген, әртүрлі өндіріс салалары қалдықтарын утилизациялау мен қайта өңдеу мәселелерін тиімді шешудің әдісіне өндіріс қалдықтарынан құрылыс материалдарын жасайтын шағын кәсіпорындарды салу болып табылады. Сондықтан мұндай өндіріс қатты қалдық түзетін өндіріс орындары орналасқан аймақтарда (кен байыту қалдығы, ЖЭО күлі және т.б.) салынуы тиіс.

Өндірістің қатты қалдықтарын пайдалану арқылы қуысты толтырғыштарды өндіруде керамзит өндіру технологиясы аглопорит технологиясына қарағанда тиімсіз болып есептеледі. Ол мынадай себептерге байланысты: 1) керамзитті өндіру үшін күйдіргенде ісінетін шикізат материалдары қажет, ал бұл өндіріс қалдықтарын қолдануға мүмкіндік бере бермейді; 2) күйдіру барысында айналмалы трубалы пеште  $1 \text{ м}^3$  керамзит алуда шамамен 50 кг-нан астам шаң түзіледі. Күйдіру агрегатының көп болуы және шаңұстағыш қондырғылардың көлемінің үлкен болуы керамзит өндірісін кіші масштабты жағдайда жүргізуге кедергі келтіреді [1].

Ал агломерациялық күйдіру әдісін қолдану арқылы қуысты толтырғыштарды алу тиімді тәсіл болып табылады. Бұл жағдайда шикізат материалдарының химиялық құрамына байланысты түзілген қалдықтардан аглопорит алу мүмкіндігі артады.

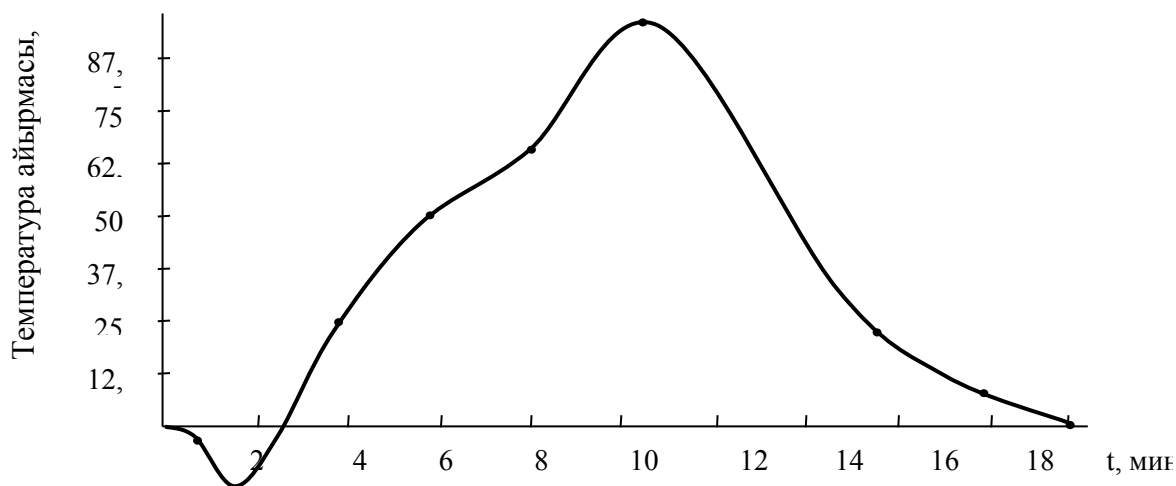
Шикізат материалдарын күйдіру кезінде қатты отынның жану үрдісі, басым жағдайда, негізгі көрсеткіштер – күйдірудің вертикаль жылдамдығы, агломерациялық қондырғының өнімділігі мен алынған аглопориттің физика-техникалық қасиеттерін сипаттайды [2].

Қалдықтардан жасалынған түйіршіктерді күйдіру кезінде қатты отынның жану үрдісін анықтайтын факторларға бастапқы кеннің минералдық құрамы, қатты отынның мөлшері және күйдіру параметрлері жатады. Сондықтан, шихтаны термоөңдеу температурасы мен оның құрамына байланысты қатты отынның жану кинетикасы зерттелінуі тиіс.

Қатты отынның жану үрдісі шихта үлгілерінен оларды термоөңдеу кезіндегі екі кезеңде зерттелді: бірінші кезең – пеш температурасын  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -тан  $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ -ға дейін біртіндеп жоғарылату арқылы, екінші кезеңде – фиксацияланған температуралар ( $700 - 1000 \text{ }^\circ\text{C}$ ) шамасындағы түйіршік құрамындағы қатты отынның жану кинетикасы зерттелді.

Үлгілерді термоөңдеу кезінде түйіршікке сызаттардың түзілуін шектеу үшін олардың құрамына салмағының 3 % көлемде сұйық шыны енгізілді.

Жұмыстың бірінші кезеңінде, қоспалардың қатысынсыз кен байыту қалдықтарының өзін күйдіруде күкірттің жану үрдісі зерттеліп, пеш температурасы  $30 \text{ }^\circ\text{C}/\text{мин}$  жылдамдықпен бөлме температурасы  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -дан  $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ -ға дейін біркелкі көтеру арқылы зерттелді (1-сурет).



**1-сурет.** 20-1000  $^\circ\text{C}$  аралығында кен байыту қалдығын күйдіру термограммасы (көмір ұнтағы қосылмаған жағдайда)

1-суретте көрсетілген график эндотермиялық эффект түзіліп жатқан минералдар құрамындағы қабатаралық және кристаллизацияланған судың булануымен түсіндіріледі.

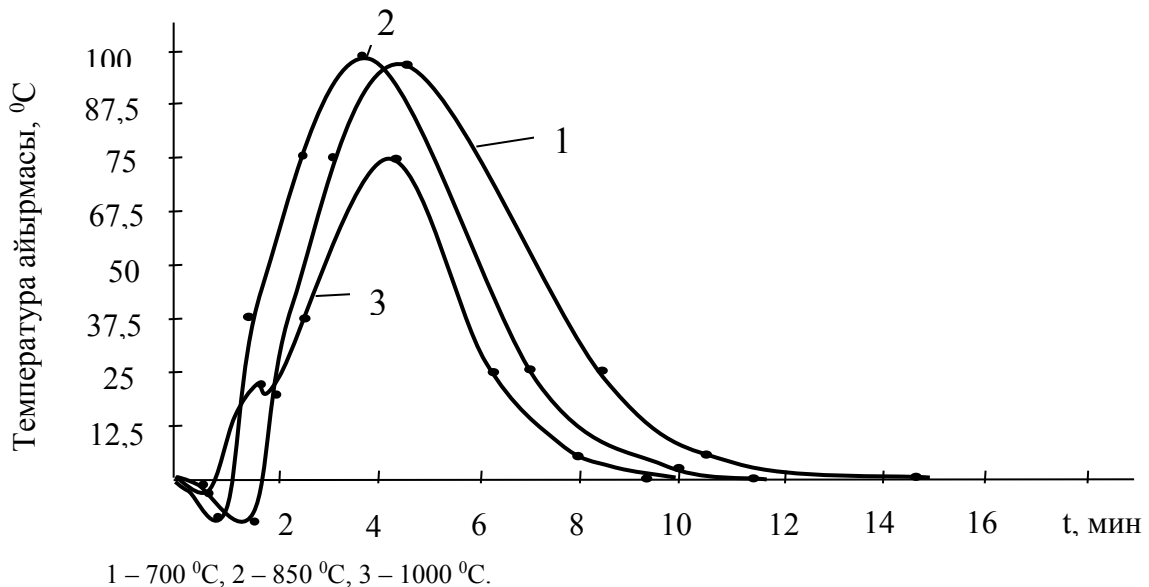
Бұл қисықтағы алғашқы экзотермиялық эффект кен байыту қалдықтарында болатын ұшқыш органикалық заттардың жануымен түсін-діріледі де, температуралық шың (пик) күкірт қосылыстарының толықтай тұтанып жануын білдіреді. Сынамадағы ұшқыш қосылыстардың тұтануы 2,5 мин кейін басталып, ал жану ұзақтығы, яғни күкірттің жану үрдісінің аяқталуы 20 мин-ты құрайды.

Күкірттің жану үрдісіне талдау жүргізу үшін 2-кезеңде пештің фиксацияланған температураларында: 700, 850 және 1000 °С-да зерттеулер жүргізілді.

Сынамалардағы күкірттің жану үрдісін зерттеу кезінде мұндай температуралардың таңдалуы мынадай жағдайлармен түсіндіріледі: 700 °С температураның қабатаралық сусыздандыру үрдісінің әсері болмайды және сынамалардағы дегидратация үрдісі механикалық қосылыстары судың булануымен аяқталады. Ал, 850 °С температура кезінде кен байыту қалдықтарының кристалдық торының бұзылуы және жаңа фазалар мен минералдардың түзілуі жүреді де, ол өз кезегінде күкірттің жануына әсер етеді.

Пеш температурасын 1000 °С-ға көтерген жағдайда зерттеу сынамасында түзілген балқыма негізінен күкірттің жану жылдамдығына және ауа оттегісі диффузиясының өзгеруі нәтижесінде күкірттің толық жануына мүмкіндік береді. Келесі 2-суретте 700, 850 және 1000 °С-да температуралардағы күкірттің жануына байланысты қисықтар келтірілген.

1, 2, 3-қисықтардағы эндотермиялық эффект гидратация үрдістеріне тікелей байланысты болады.



**2-сурет.** Кен байыту қалдығынан дайындалған сынамаларды фиксацияланған температураларда күйдіру кинетикасы (көмір ұнтағы қосылмаған жағдайда)

Түйіршік құрамындағы отынның жануы кинетика-диффузиялық факторларға қаншалықты тәуелді екендігін Колмогоров-Ерофеев тәсілімен (1) графикалық-математикалық теңдеуді өңдеу арқылы анықтауға болады:

$$\alpha = 1 - \exp \{ - K t^n \} \quad (1)$$

Мұндағы:  $t$  – уақыт;  $K$  – химиялық реакцияның жылдамдық константасы;  $n$  – реакцияның жүру механизміне байланысты параметр.

Зырян қорғасын кен байыту қалдығынан дайындалған түйіршікті термиялық пеште күйдірудің термограмма мәліметтері 1, 2-кестелерде келтірілген. Арнайы фиксацияланған температураларда ЗҚК байыту қалдығынан дайындалған түйіршікті термиялық пеште күйдіру негізінде алынған мәліметтер Колмогоров-Ерофеев теңдеуімен өңделді.

Реакцияның белгілі бір уақыттағы жүру дәрежесі ( $\alpha$ ) термограмма ауданына тура пропорционал. Сондықтан жану кезіндегі отынның тотығу дәрежесі мынадай формуламен есептеледі:

$$\alpha_{\tau_i} = S_i/S_{max} \cdot q_c/q_b \cdot 100, \quad (2)$$

Мұндағы:  $\alpha_{\tau_i}$  –  $\tau$  уақыт аралығында үрдістің жүру дәрежесі;  $S_i$  –  $\tau$  уақыт аралығындағы термограмма ауданы;  $q_b$  – бастапқы көміртегі массасы, г;  $q_c$  – үрдіс соңындағы көміртегі массасы, г.

1-кесте. Зырян кен байыту кешенінің қалдығынан дайындалған түйіршікті термиялық пеште күйдіру термограммасына қатысты ауданды есептеу мәліметтері (көмір ұнтағы қосылмаған)

700 °C											
Өлшем бірлігі	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>	S <sub>8</sub>	S <sub>9</sub>	S <sub>10</sub>	S <sub>11</sub>
мм	90	177,5	647,5	1395,5	1821,7	2213	4353	4603	4873	4974	5005
%	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$	$\alpha_8$	$\alpha_9$	$\alpha_{10}$	$\alpha_{11}$
	1,72	3,40	12,4	26,7	34,86	42,35	83,3	88	93,3	95,20	95,8
	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$	$\tau_5$	$\tau_6$	$\tau_7$	$\tau_8$	$\tau_9$	$\tau_{10}$	$\tau_{11}$
мин	0,6	0,8	1,8	2,9	3,5	4	8	9,1	11	12,5	14,25
	$\ln\tau_1$	$\ln\tau_2$	$\ln\tau_3$	$\ln\tau_4$	$\ln\tau_5$	$\ln\tau_6$	$\ln\tau_7$	$\ln\tau_8$	$\ln\tau_9$	$\ln\tau_{10}$	$\ln\tau_{11}$
мин	-0,51	-0,22	0,59	1,00	1,25	1,39	2,08	2,21	2,39	2,53	2,66
850 °C											
Өлшем бірлігі	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>	S <sub>8</sub>	S <sub>9</sub>	S <sub>10</sub>	-
мм	120	470	730	1255	1579	2065	3715	4065	4301,75	4413,75	-
%	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$	$\alpha_8$	$\alpha_9$	$\alpha_{10}$	-
	2,61	10,24	16	27,4	34,4	45	81	87	93,7	96,2	-
	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$	$\tau_5$	$\tau_6$	$\tau_7$	$\tau_8$	$\tau_9$	$\tau_{10}$	-
мин	0,6	1,3	1,7	2,4	2,8	3,4	6,4	7,4	9,15	11,65	-
	$\ln\tau_1$	$\ln\tau_2$	$\ln\tau_3$	$\ln\tau_4$	$\ln\tau_5$	$\ln\tau_6$	$\ln\tau_7$	$\ln\tau_8$	$\ln\tau_9$	$\ln\tau_{10}$	-
мин	-0,51	0,26	0,53	0,87	1,03	1,22	1,86	2,0	2,21	2,45	-
1000 °C											
Өлшем бірлігі	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>	S <sub>8</sub>	S <sub>9</sub>	S <sub>10</sub>	S <sub>11</sub>
мм	42,5	120,75	450,1	783,25	1703,2	1334,2	1651	7451,2	2601	2691	2699
%	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$	$\alpha_8$	$\alpha_9$	$\alpha_{10}$	$\alpha_{11}$
	1,53	4,32	16,17	28,14	47,23	47,93	59,34	88,1	93,47	96,70	97
	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$	$\tau_5$	$\tau_6$	$\tau_7$	$\tau_8$	$\tau_9$	$\tau_{10}$	$\tau_{11}$
мин	0,5	0,95	2,05	2,7	3,4	3,6	4,1	6,1	7,1	8,6	9,4
	$\ln\tau_1$	$\ln\tau_2$	$\ln\tau_3$	$\ln\tau_4$	$\ln\tau_5$	$\ln\tau_6$	$\ln\tau_7$	$\ln\tau_8$	$\ln\tau_9$	$\ln\tau_{10}$	$\ln\tau_{11}$
мин	-0,69	-0,05	0,71	0,99	1,22	1,28	1,41	1,81	1,96	2,15	2,45

2-кесте. Зырян кен байыту кешенінің қалдығынан дайындалған түйіршікті Колмогоров-Ерофеев теңдеуімен өңдеу нәтижелелері

№	A	1- $\alpha$	$\ln(1-\alpha)$	$\ln[-\ln(1-\alpha)]$	$\tau_{мин}$	$\ln\tau$
700 °C						
1	12,39	0,876	-0,132	-2,02	1,8	0,59
2	26,7	0,733	-0,310	-1,168	2,9	1,06
3	34,86	0,651	-0,429	-0,846	3,5	1,25
4	42,35	0,576	-0,552	-0,594	4	1,39



5	83,30	0,167	-1,789	0,581	8	2,08
6	88	0,12	-2,120	0,75	9,1	2,21
7	93,26	0,07	-2,659	0,98	11	2,39
8	95,20	0,048	-3,036	1,11	12,5	2,53
9	95,8	0,042	-3,170	1,15	14,25	2,66
850 °C						
1	2,61	0,97	-0,03	-3,51	0,6	-0,51
2	10,24	0,90	0,10	-2,30	1,3	0,26
3	16	0,84	-0,17	-1,77	1,7	0,53
4	27,4	0,73	-0,31	-1,17	2,4	0,88
5	34,4	0,66	-0,41	-0,89	2,8	1,03
6	45	0,55	-0,60	-0,51	3,4	1,22
7	81	0,19	-1,66	0,51	6,4	1,86
8	87	0,13	-2,04	0,71	7,4	2,0
9	93,7	0,06	-2,81	1,03	9,15	2,21
10	96,2	0,04	-3,22	1,17	11,65	2,45
1000 °C						
1	1,53	0,98	-0,020	-3,91	0,5	-0,69
2	4,32	0,96	-0,041	-3,19	0,95	-0,05
3	16,17	0,84	-0,174	-1,75	2,05	0,72
4	28,14	0,22	-0,514	-0,41	2,7	0,99
5	43,24	0,56	-0,58	-0,54	3,4	1,22
6	47,93	0,52	-0,653	-0,43	3,6	1,28
7	59,34	0,41	-0,892	0,11	4,1	1,41
8	88,1	0,12	-2,120	0,75	6,1	1,81
9	93,47	0,06	-2,813	1,03	7,1	1,96
10	96,7	0,03	-3,51	1,25	8,6	2,15
11	97	0,03	-3,51	1,25	9,4	2,24

Көмір ұнтағы қосылмай және көмір ұнтағы қосылып байыту қалдығынан дайындаған түйіршіктерді фиксацияланған температураларда күйдірген кезде, отынның жану дәрежесінің температура мен күйдіру уақытына тәуелділігі бойынша логарифмдік қисықтары өңделді.

Есептеу нәтижесінде құрамына көмір ұнтағы қосылмай күйдірілген түйіршіктің активтендіру энергиясының мәні 5,36 кДж/моль болатындығы анықталды.

**Қорытынды:** Бұл жүргізілген зерттеу жұмыстарынан мынадай қорытынды жасауға болады:

– байыту қалдықтарын көмірсіз күйдіру кезінде дайындалған түйіршіктер, оларды термоөңдеу кезінде толық піспейді. Бұл құрамындағы күкірттің тез жанып кетуі себептерімен және түйіршіктерде тотықсыздандырғыш ортаның болмауымен түсіндіріледі;

– түйіршік құрамына шихта массасының 5 % мөлшерде көмір ұнтағын қосу түйіршіктерде қатты отынның жану ұзақтығын арттыруға және үш валентті темірді екі валентті күйге тотықсыздандыруға мүмкіндік береді. Сондықтан, көмір ұнтағы қосылып күйдірілген түйіршіктердің беріктілігі артады;

– құрамына көмір ұнтағын қоспай, шихта құрамын тек Зырян кен байыту кешенінің қалдығынан дайындау кезінде жасалынған түйіршіктерді термиялық күйдіру кезіндегі активтендіру энергиясының мәні 5,36 кДж/моль, ал оған 5 % көмір ұнтағын қосу арқылы дайындалған түйіршіктерді күйдіру кинетикасының активтендіру энергиясының мәні 2,48 кДж/моль болатындығы анықталып, көмір мен күкірттің түйіршік құрамында бірге жану теңдеуі анықталды.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Құтжанова А.Н. Мұнай шламы мен күлді агломерациялық өңдеу арқылы залалсыздандыру. Канд. диссерт. – Тараз, 2007
2. Кутжанова А.Н., Дарибаев Ж.Е., Шевко В.М. Оценка загрязнения окружающей среды промышленными отходами в Кентау-Туркестанском регионе // Региональная экология РАН. – 2005. – №3-4(25)

Дәрібаев Ж.Е., Құтжанова А.Н., Исаев Ф.И.

**Өндіріс қалдықтарынан дайындалған түйіршіктер құрамындағы қатты отынның жану кинетикасын зерттеу**

**Түйіндеме.** Бұл мақалада қалдықтардан жасалынған түйіршіктерді күйдіру кезінде қатты отынның жану үрдісін анықтайтын факторларға бастапқы кеннің минералдық құрамы, қатты отынның мөлшері және күйдіру параметрлері қарастырылды. Сонымен қатар, шихтаны термоөңдеу температурасы мен оның құрамына байланысты қатты отынның жану кинетикасы зерттелінді.

**Негізгі сөздер:** өндіріс, кен байыту қалдығы, ЖЭО күлі, күйдіру агрегаты, утилизациялау, агломерациялық күйдіру, температура.

Дарибаев Ж.Е., Кутжанова А.Н., Исаев Г.И.

**Исследование кинетики сгорания твердого топлива находящегося в составе образований, полученных из производственных отходов**

**Резюме.** В этой статье рассмотрены, факторы, определяющие процесс горения твердого топлива во время сжигания образований, полученных из отходов, минеральный состав первичного сырья, объем твердого топлива и параметры сжигания. А также исследованы температура термореконструкции шахты и связанная с ее содержанием кинетика горения твердого топлива.

**Ключевые слова:** производство, отходы обогащающие сырье, пепел теплоэнергоцентра, агрегат сжигания, утилизация, агломерационное сжигание, температура.

Daribayev Zh.Ye., Kutzhanova A.N., Isayev G.I.

**Research of kinetics of combustion of the solid fuel which is in structure of the educations got from production waste**

**Summary.** In this article are considered, the factors defining process of burning of solid fuel during burning of the educations got from waste, mineral structure of primary raw materials, volume of solid fuel and parameters of burning. And also temperature of thermoreconstruction of mine and the kinetics of burning of solid fuel connected with its contents are investigated.

**Key words:** production, waste the enriching raw materials, ashes of the heatpower center, the burning unit, utilization, agglomerative burning, temperature.

УДК 631.15

**О.М. Жаркевич, О.А. Нуржанова, А.В. Максимова, А.В. Мерсиянцева**

(Карагандинский государственный технический университет,  
Караганда, Республика Казахстан)

**АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ И ФОНДА ОПЛАТЫ ТРУДА  
В СТАЛЬНОМ ДЕПАРТАМЕНТЕ АО «АРСЕЛОР МИТТАЛ ТЕМИРТАУ»**

**Аннотация:** В статье приведена оценка трудовых ресурсов АО «Арселлор Миттал Темиртау». Определено значение коэффициента текучести кадров в компании с 2010 по 2013 годы. Произведен анализ структуры работников по уровню образования. Показана динамика среднемесячной заработной платы отдельных рабочих АО «Arcelor Mittal» в 2010-2013 годах. Приведены достигнутые результаты в рамках программы «Здоровье». Приведены результаты опроса респондентов об удовлетворенности условиями труда.

**Ключевые слова:** анализ, трудовые ресурсы, оплата труда, управленческие решения

Говоря о деятельности крупной производственной структуры, нельзя не сказать о возросших объемах производства. За первые и последние годы они возросли в десять раз, что позволяет с уверенностью говорить о перспективном росте и процветании.

Все сотрудники имеют профессиональное образование, с каждым годом повышают квалификацию и с умением применяют передовые технологии производства. Объем выполняемых

работ и стабильные тенденции роста компании достигают благодаря качественному и добросовестному труду, характеризующий уровень профессионализма каждого сотрудника.

АО «Arcelor Mittal» использует ресурсный подход к управлению развитием организации. Компания заинтересована в разработке долгосрочной стратегии развития данной сферы экономики, позволяющей не только сохранить имеющиеся производственные мощности, но и обеспечить их качественное обновление и дальнейшее развитие.

В основу решения данной проблемы положены комплексный учет и оценка всей совокупности производственных ресурсов, которыми располагает компания (трудовых, финансовых, материальных и нематериальных активов, сложившейся деловой репутации и др.), а также потребностей рынка в тех или иных видах продукции, услуг [1]. При этом главной задачей является определение сбалансированности производственных возможностей организации и их текущей и перспективной рыночной востребованности. Такой подход является основой управления развитием организации, он учитывает ее внутренние производственные возможности и положение в рыночной среде, позволяет своевременно избавиться от излишних ресурсов, если уровень их использования в связи со сложившимися тенденциями на рынке снижается, или сохранять и наращивать необходимые ресурсы, если тенденции развития рынка являются благоприятными. Важно отметить, что если для наращивания материальных активов требуется лишь наличие финансовых средств, то для восстановления квалифицированного кадрового ресурса требуются и денежные средства, и время. Для эффективного управления ресурсами большое значение имеет их оценка, т. е. определение их текущей рыночной ценности. Категория стоимости является основой для разработки стратегии развития организаций. Поэтому определение рыночного стоимостного эквивалента представляет собой важнейшую задачу и выступает обязательным условием эффективного функционирования субъектов хозяйствования в современной экономической системе.

Началом процедуры разработки и принятия управленческих решений должна быть оценка ресурсов предприятия: основных средств с указанием необходимых характеристик (при этом при определении рыночной стоимости ресурсов должны учитываться как собственное имущество предприятия, так и существующие права на него: аренда, лизинг и пр.) и профессионально-квалификационного состава рабочих кадров [2].

Важным этапом подготовки эффективных управленческих решений является определение производственных возможностей организации. Производственные возможности можно трактовать как технологически сбалансированную совокупность производительных сил и средств производства, при помощи которых можно создавать определенный объем продукции. То есть, рекомендуется качественное и количественное сопоставление активной части основных производственных фондов и кадрового ресурса организации.

Одним из важнейших условий эффективного управления является учет внешней среды организации как открытой системы, поэтому необходимо оценить не только возможности, но и способность реализовать результаты деятельности организации.

Так же определяется рыночная востребованность - объем продукции (услуг), который организация имеет возможность реализовать на том сегменте рынка, где она осуществляет свою хозяйственную деятельность. Рыночная востребованность определяется емкостью рынка.

При определении рыночной востребованности оценивается деловая репутация, определяемая уровнем управления, технологий, технической оснащенности и т. п.

Для прогнозирования емкости рынка подрядных работ применимы статистические методы прогнозирования, позволяющие установить тенденции развития рынка в ближайшие три года [3].

В результате анализа и сопоставления производственных возможностей компании с рыночной востребованностью с учетом тенденций их изменения может оказаться, что производственные возможности превышают рыночную востребованность либо недостаточны для удовлетворения рыночного спроса. Поэтому должны быть приняты управленческие решения по разработке стратегии ее развития. Это может быть:

- избавление от лишних производственных мощностей (ресурсов) при недостаточной рыночной востребованности и неблагоприятных изменениях инвестиционного климата;
- изыскание финансовых ресурсов для наращивания мощностей при недостаточности производственных возможностей и положительной тенденции изменения рынка;
- продажа несбалансированных ресурсов;

- диверсификация производства в целях сохранения кадрового ресурса при благоприятных тенденциях изменения рынка и др. [4].

В условиях повышения социальной ответственности государства и бизнеса на передний план выходят вопросы развития кадрового потенциала и качества «человеческих ресурсов». Данная задача неразрешима без установления справедливой системы оплаты труда на всех уровнях, создания адекватных условий труда, решения жилищных и иных вопросов тружеников.

Основной целью совершенствования системы управления человеческими ресурсами – это внедрить систему привлечения, подготовки и удержания в компании высококвалифицированных кадров, их профессиональное развитие и мотивированность на эффективный труд [5].

Численность работников АО «Arcelor Mittal» с 2010 по 2013 год уменьшилась с 9800 до 9735 человек, средний показатель убытия составляет 1,5%. Основной акцент в обеспечении предприятий национальной компании делается на молодежь – выпускников вузов, профессиональных средних учебных заведений, колледжей (Таблица 1).

Таблица 1. Списочная численность АО «Arcelor Mittal» Темиртау

Показатель	2010 г.	2011 г.	Прирост к предыдущему году, %	2012 г.	Убытие к предыдущему году, %	2013 г.	Убытие к предыдущему году, %
Количество занятых работников	9800	9820	0,2	9780	0,07	9735	1,5
Примечание – Составлено и рассчитано по первичным данным АО							

Прием работников ведется в незначительных масштабах в основном только из учебных заведений, которые сейчас имеют специальное подразделение для подготовки по рабочим специальностям. Значительная часть обеспечения работниками необходимых потребностей приходится на внутреннее перемещение (ротация) кадров. При этом необходимо отметить, что возможность получения более значительных должностных положений в иерархии предприятий национальной компании для потенциальных работников является значимым стимулом к развитию собственных навыков и повышению квалификации.

Анализ структуры работников по уровню образования показал, что наибольшее количество работников среди руководителей имеют высшее образование, причем их удельный вес за период с 2010г. по 2013г. увеличился на 3,4%.

Также большая часть среди специалистов имеет высшее образование, в 2013г. доля специалистов, имеющих высшее образование, составила 49,8%. Среди категории служащих наибольший удельный вес имеют специалисты со средним образованием. Их доля в 2013г. составила 45,5%, что больше на 6,7%, чем в 2010г.

Изучение спектра причин выбытия работников, что характеризует систему управления персоналом, выявляет общие и особенные в социальной политике и политике стимулирования работников компании АО «Arcelor Mittal». Причиной увольнения по собственному желанию является неудовлетворенность размером заработной платы, сменой местожительства и тяжелыми условиями труда. При анализе причин выбытия работников из-за нарушения трудовой дисциплины, относится к несоблюдению правил трудовой безопасности выполнения работ на участках с повышенным риском получения производственных травм.

Значение коэффициента текучести кадров в компании характеризуется динамикой в сторону небольшого увеличения (Таблица 2).

Таблица 2. Расчет коэффициентов текучести рабочей силы

Показатель	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
Коэффициент текучести кадров	0	0,045	0,074	0,11
Примечание: рассчитано на основе данных АО				

Таким образом, процессы текучести в АО «Arcelor Mittal» имеют небольшие тенденции к увеличению, которые выражаются в повышении среднего значения коэффициента текучести кадров по компании. Одной из важнейших причин данного явления стало увеличения внимания руководства компании к социальным нуждам работников, расширение программ помощи семьям работников по различным направлениям.

Эффективность систем оплаты труда во многом определяется уровнем и темпами роста заработной платы работников. С этой точки зрения в работе проведен анализ данных показателей на примере отдельных профессий рабочих (Таблица 3).

Таблица 3. **Динамика среднемесячной заработной платы отдельных рабочих АО «Arcelor Mittal» в 2010-2013 гг., тенге**

Наименование профессии	2010 г.	2011 г.	2012г.	2013 г.
Генеральный директор	180 000	180 000	190 000	200 000
Советник генерального директора	160 000	170 000	175 000	180 000
Заместитель генерального директора	140 000	145 000	150 000	160 000
Технический секретарь	40 000	40 000	45 000	50 000
Директор по экономическим вопросам	85 000	90 000	90 000	100 000
Директор по финансовым вопросам	85 000	90 000	90 000	100 000
Директор по общим вопросам	85 000	90 000	90 000	100 000
Гл. бухгалтер	105 000	110 000	110 000	120 000
бухгалтер	65 000	75 000	75 000	80 000
Зам. директора по экономическим вопросам	80 000	85 000	90 000	90 000
Ведущий инженер планово-экономического отдела	65 000	65 000	65 000	70 000
Инженер планово-экономического отдела	40 000	40 000	40 000	50 000
Наименование профессии	2010 г.	2011 г.	2012г.	2013 г.
Инженер экономического отдела	40 000	40 000	40 000	50 000
Техник по подготовке производства работ ПЭО	30 000	35 000	40 000	45 000
Начальник отдела материальных ресурсов	55 000	65 000	67 000	70 000
Ведущий инженер отдела материальных ресурсов	50 000	45 000	55 000	60 000
Зав.складом отдела материальных ресурсов	25 000	27 000	30 000	30 000
Инженер технического надзора	40 000	40 000	40 000	50 000
сторож	20 000	20 000	20 000	20 000
водитель	30 000	30 000	30 000	40 000
уборщица	20 000	20 000	20 000	20 000

Проведенный сопоставительный анализ показывает, что наибольший уровень заработной платы наблюдается у работников управленческого состава, что вполне объясняется сложностью их труда и высокой квалификацией. Сравнительно высокая величина заработка. На достаточно высоком уровне находится средняя оплата труда у специалистов и инженеров, электромонтеров и электромехаников высокой квалификации. В то же время относительно низкий заработок характерен для водителей, уборщицы и сторожей.

В 2013 году были достигнуты следующие результаты в рамках программы «Здоровье»:

- снижение уровня общей заболеваемости, контроль уровня абсентеизма;
- снижение расходов по временной нетрудоспособности по 3 департаментам;
- выполнение в рамках бизнес плана капитальных ремонтов медицинских пунктов, оснащение их оборудованием;
- выделение и освоение инвестиций на медицинское оборудование: приобретение 2 мобильных рентген установок, стационарного рентген оборудования и оборудования для оперативного лечения;
- ведется работа врачебно-инженерных бригад, внутреннего аудита, действуют программы «Алкоголь и наркотики», контроль гипертонии на производстве, профилактическая работа – выпущена брошюра по профилактике профзаболеваний;
- предоставление работникам АО «Arcelor Mittal» бесплатной амбулаторной, стационарной медицинской помощи по договору с КГКП «Поликлиника №1 г. Темиртау» и ТОО «Медсанчасть

ШахтерИспатКармет», предоставление льготной стоматологической помощи, приобретение нового стоматологического оборудования и ремонт;

- финансирование текущего содержания санаториев «Жартаc», «Самал», дома отдыха «Шахтер» для осуществления профилактического лечения и реабилитации работников АО «Arcelor Mittal».

Основные показатели деятельности в 2013 г.:

- количество несчастных случаев на производстве с потерей рабочего времени;
- сертификация подразделений на соответствие ISO 14001;
- сертификация подразделений на соответствие OHSAS 18001;
- обучение штатных сотрудников и персонала.

Для выявления удовлетворенности условиями труда, среди работников отрасли был проведен социологический опрос. Вопросы касались как возможности карьерного роста, повышения квалификации, так и размеров заработной платы.

По результатам опроса респондентов наибольшее число ответов «совершенно неудовлетворен» приходится на вопрос о размерах и условиях оплаты труда. Многие работники отмечают, что система премирования несовершенна. Так, если человек занят на участке работы, от которого зависит результаты деятельности отделения, то при перевыполнении плана он получает премиальные. Если же сотрудник занят в непроизводственной сфере, то подчас он не получает бонусы и премии.

Таким образом, необходимо отметить, что бюджет социальных расходов АО «Arcelor Mittal» в 2013 году составил – 1761,5 млн. тг., что обеспечило социальную поддержку 9800 работников АО.

Компания АО «Arcelor Mittal» принимает активное участие в мероприятиях, направленных на увеличение доли казахстанского содержания и развития малого и среднего бизнеса. В созданном департаменте решаются задачи по налаживанию системы мониторинга казахстанского содержания в закупе товаров, работ и услуг. А содействие в локализации предприятий вокруг АО «Arcelor Mittal» позволило создать более тысяч рабочих мест. На данный момент уже подписаны меморандумы о сотрудничестве с несколькими предприятиями Карагандинской области.

Исходя из вышеприведенного анализа предприятия АО «Arcelor Mittal» за период 2010-2013гг. можно сделать ряд выводов:

- 1) в современных условиях сформировалась концепция управления персоналом, представляющая собой дальнейшее развитие концепции оргструктуры, которая рассматривает трудовой потенциал работника, как ключевой ресурс общественного производства;
- 2) происходит постоянное развитие модели работника как «социального человека», то есть фактора общественного производства, качественные характеристики которого во многом определяются не только внутренней средой организации, но и внешней (окружающим его социумом);
- 3) эффективность (производительность) организации зависит от трех важнейших условий:
  - благоприятной деловой окружающей среды;
  - правильной стратегии компании;
  - качества персонала (особенно управленческого).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Авдошина З.А. Совершенствование производственной структуры / Авдошина З.А. // Управление компанией. – 2008. - №3. – С. 34-37.
2. Коротнев В.Д., Винничек Л.Б., Кочетова Г.Н. Организация и управление производством / М.: Колос, 2007. – 305 с.
3. Мазур И.И. Корпоративный менеджмент. – М.: Омега – Л, 2007. – 376 с.
4. Максимцев М.М. Менеджмент: Учебник / М.М. Максимцев, А.В. Игнатьева, М.А. Комаров. - М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 2000. – 343 с.
5. Ямпольская Д.О. Менеджмент: Учебное пособие / Д.О. Ямпольская, М.М. Зонис, - Спб.: Издательский дом "Нева", 2003. – 288с.

#### REFERENCES

1. Avdoshina Z.A. Improvement of the production structure // Management company. - 2008. - №3. - P. 34-37.
2. Korotnev V.D., Vinnichек L.B., Kochetova G.N. Organization and management of production. - M.: Kolos, 2007 - 305 p.
3. Mazur I.I. Corporate management. - M.: Omega - L, 2007. - 376 p.

4. Maksimtsev M.M. Management: Textbook /M.M. Maksimtsev, A.V Ignatiev, M.A. Mosquitoes. – M.: Banks and stock exchanges, Unity, 2000. - 343 с.

5. Yampolskaya D.O. Management: Textbook /D.O. Yampolsky, M.M. Zonis - Spb.: Publishing House "Neva", 2003. – 288 p.

Жаркевич О.М., Нуржанова О.А., Максимова А.В., Мерсиянцева А.В.

**«Арселор Миттал Теміртау» АҚ болат департаментінде еңбек ресурстарын қолдану және еңбекақы төлеу қорын талдау.**

**Түйіндеме.** Мақалада «Арселор Миттал Теміртау» АҚ еңбек ресурстарын бақылауы келтірілген. 2010-жылдан бастап, 2013-жылға дейін компаниядағы кадрлардың тұрақтамау коэффициенті анықталған. Білім беру деңгейі бойынша қызметкерлер құрылымының талдауы жасалған. 2010-2013 ж. «Arcelor Mittal» АҚ жеке жұмыскерлерінің орташа айлық жалақасының динамикасы көрсетілген. «Денсаулық» бағдарламасы шеңберінде қол жеткізілген нәтижелер келтірілген. Респонденттердің еңбек жағдайларын қанағаттанушылығы туралы сауалнама нәтижелері көрсетілген.

**Негізгі сөздер:** талдау, еңбек ресурстар, еңбек ақы, басқару шешемдер.

Zharkevich O.M., Nurzhanova O.A., Maximova A.V., Mersiyantseva A.V.

**Analysis of the use for labor resources and the wage fund in the steel department of JSC "ArcelorMittal Temirtau"**

**Summary.** The article describes the evaluation of labor resources of JSC "Arcelor Mittal Temirtau". The value of the coefficient for staff turnover in the company is determined from 2010 to 2013. The analysis of employee's structure by level of education is done. The dynamics of the average monthly wage for individual workers of JSC «Arcelor Mittal» is presented in 2010-2013. Article gives achieved results in the framework of the program "Health". The results of respondent's survey about job satisfaction are given.

**Key words:** analysis, labor, wages, management decisions

УДК 628.517

**Е.Б. Утепов, Р.С. Омирбай, М.К. Малгаждарова**  
(КазНТУ имени К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан)

## **ДЕМПФИРУЮЩИЕ СПЛАВЫ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ШУМА СОУДАРЕНИЙ**

**Аннотация.** Были проведены акустические испытания на малошумных направляющих трубах токарных автоматов.

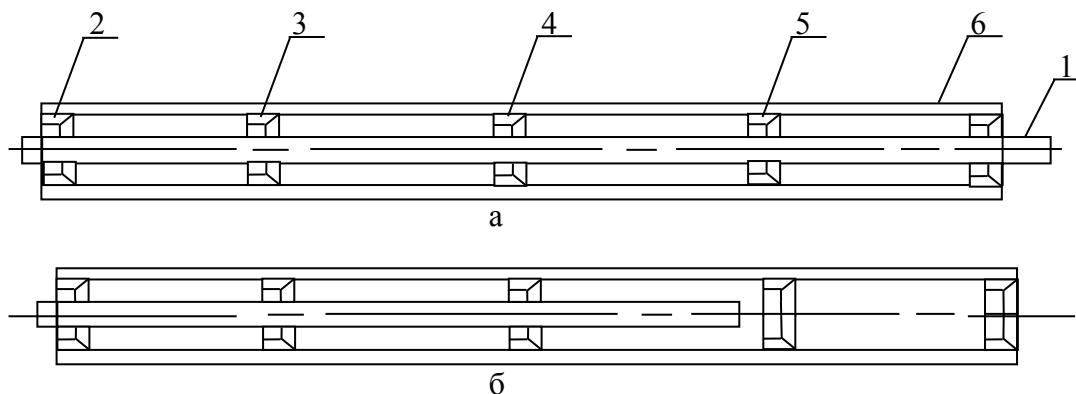
**Ключевые слова:** направляющая труба, токарный автомат, демпфирование, звукоизлучение, сталь, сплав, демпферы, звуковое давление.

На предприятиях машиностроения в цехах токарных автоматов источником повышенного уровня шума являются токарные автоматы, в которых происходит соударение вращающегося прутка с неподвижной направляющей трубой. На автоматных участках машиностроительных предприятий уровни звукового давления превышают нормативные характеристики на 10-15 дБ. На производстве используются направляющие трубы токарных автоматов (НТТА) разных модификаций [1].

Известны устройства для снижения шума направляющих труб токарных автоматов, в которых используются демпферы для снижения шума вращающегося прутка с использованием сборных демпфирующих элементов (эластичная втулка, металлические износостойкие втулки с трапециевидными формами), направляющая труба шестишпиндельного токарного автомата с демпфирующими втулками, малошумная направляющая труба токарного автомата с подпружиненными подшипниками; малошумная направляющая труба токарного автомата для определенного размера прутка, малошумная направляющая труба токарного автомата с наклонными роликами, малошумная направляющая труба токарного автомата с солидолом, малошумная направляющая труба токарного автомата с демпфирующими роликами, малошумная направляющая труба токарного автомата с ленточными волнообразными пружинами [2].

При внедрении новых синтезированных сплавов с высокими демпфирующими свойствами испытания проводили на направляющих трубах токарных автоматов, состоящих из наружной

металлической трубы и демпфирующих втулок из сплава с повышенными демпфирующими свойствами.



1 – обрабатываемый пруток; (2-5) – демпфирующие металлические втулки из СВД; 6 – направляющая металлическая труба токарного автомата; а – для случая: пруток длиннее трубы; б – для случая: пруток короче трубы

**Рис. 1.** Схема малозумной направляющей трубы токарного автомата [3]

Втулки устанавливались внутри наружной трубы на определенном расстоянии. Внутренняя поверхность втулок имела коническую поверхность, которая обеспечивала свободное прохождение прутка в трубе (рисунок 1) [3].

Эффективность демпфирующих конических втулок направляющих труб представлена в таблице 1. Акустические характеристики направляющих труб токарных автоматов представлены на рисунках 2-5.

Таблица 1. **Уровень звукового давления (УЗД) шумозащитных конструкций**

Токарный автомат (ТА)	Марка стали демпфирующих элементов	УЗД, дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									УЗ, дБА
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
ТА 1	11	71	67	73	76	79	83	79	77	63	81
ТА 2	32	73	68	71	75	77	77	75	73	60	76
	Ст.45	73	68	73	79	83	87	80	79	68	85
ТА 3	Ст.15	70	66	73	72	82	80	85	80	67	84
	22	69	64	71	73	80	81	84	79	65	81
	Ст.20	70	65	72	78	80	90	83	81	64	89
ТА 4	Ст.20	70	65	72	73	79	82	85	78	66	83
	22	71	66	73	75	77	78	76	75	63	75

Как видно из рисунка 2, общий уровень шума оценивается в 80 дБА. Максимум УЗД наблюдается на частоте 1000 Гц, что нежелательно, т.к. это наиболее чувствительная частота для человеческого слуха. Но в целом можно констатировать, что норматив шума на рабочем месте автоматчика соблюдается, поэтому демпфирующие металлические втулки из сплава высокого демпфирования (СВД) 11 (0,04 % С; 1,45 % Се; 0,73 % Nb; 0,32 % Mn; 0,86 % Si; 0,10 % Ti; 0,05 % V; 0,08 % Cr; ост.–Fe) обеспечили эффективную защиту от ударного шума.



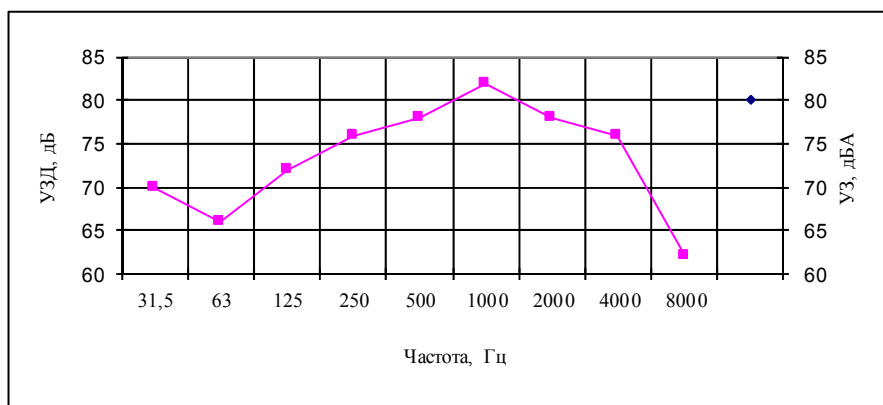


Рис. 2. Уровни звукового давления при работе направляющей трубы токарного автомата с демпфирующими втулками из сплава 11 (ТА 1)

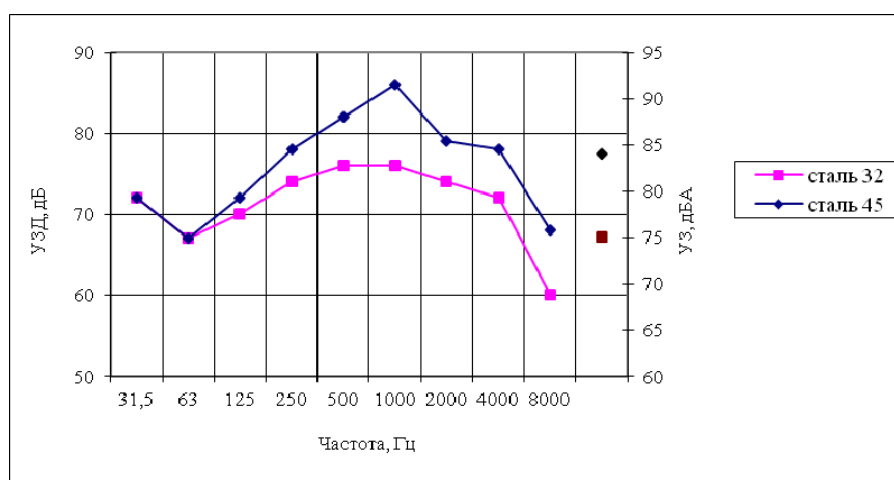


Рис. 3. Уровни звукового давления при работе направляющей трубы токарного автомата со специальными втулками из стандартной стали 45 и разработанной легированной стали с повышенными демпфирующими свойствами марки 32 (ТА 2)

Из рисунка 3 видно, что демпфирующие металлические втулки из стали 45 (широко используемая сталь в промышленности) и из СВД 32, по разному обеспечивают гашение ударного шума при работе токарного автомата.

В таблицах 1 и 2 представлен химический состав опытных и стандартных сталей.

Таблица 2. Химический состав выплавленных сплавов

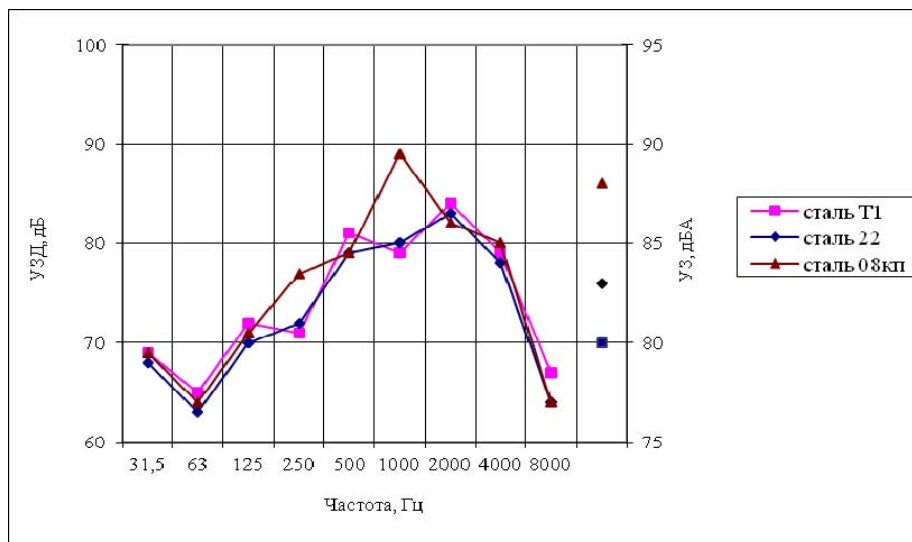
Маркировка образца	Химический состав, %								
	C	Se	Nb	Mn	Si	Ti	V	Cr	Fe
11	0,04	1,45	0,73	0,32	0,86	0,10	0,05	0,08	Ост.
32	0,06	1,30	-	0,95	0,87	1,09	-	0,48	Ост.

Таблица 3. Химический состав широко используемых сталей

Химический состав, %				Марка сталей	ГОСТ
C	Mn	Si	Cr		
0,48	0,62	0,28	≤ 0,25	Ст.45	ГОСТ 1050-74
0,14	0,49	0,25	≤ 0,25	Ст.15	ГОСТ 1050-74
0,21	0,39	0,10	< 0,25	Ст.20	ГОСТ 4543-71

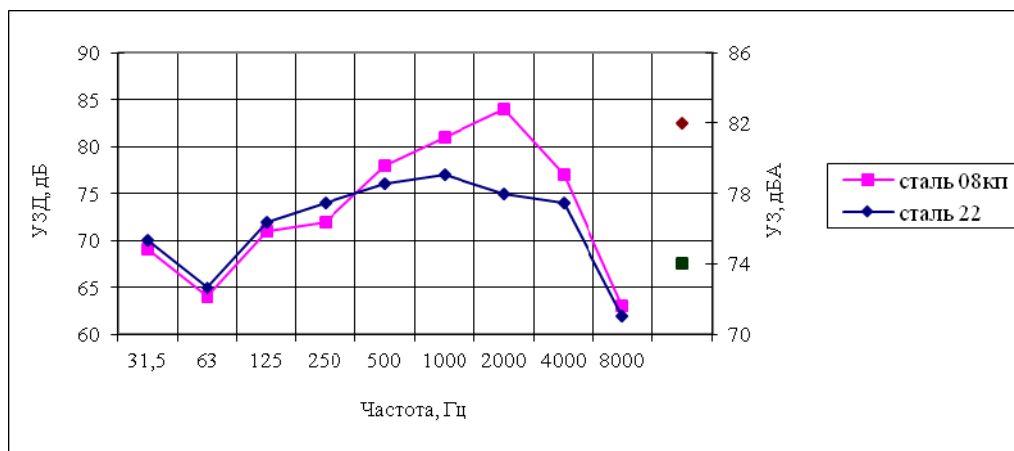
Втулки из стали 32 были подвергнуты закалке и высокому отпуску. Структура тростобейнита характеризуется повышенной плотностью дислокаций. Хотя мартенситная структура лучше демпфирует удары, но тростобейнитная структура обладает достаточными демпфирующими и повышенными прочностными свойствами.

По уровню звука сталь 32 на 9 дБА эффективнее гасит шум соударений по сравнению со сталью 45. Это объясняется различным химическим составом этих сталей – отсюда и различающейся структурой, которая определяет эффект диссипации. Примечательно то, что втулки из стали 32 эффективно снижают шум соударений на высоких частотах (1000, 2000, 4000, 8000 Гц), которые наиболее вредные для человеческого уха.



**Рис. 4.** Уровни звукового давления при работе направляющей трубы одношпиндельного токарного автомата с коническими втулками из сплавов 22, Ст.15 и Ст.20 (ТА 3)

Звукоизлучение втулок из сталей 22, Ст.15 и Ст.20 (рис. 4) характеризуется максимумом УЗД на частотах 1000 и 2000 Гц. Эффективнее гашение шума соударений в направляющей трубе токарного автомата обеспечивают втулки из сталей 22 и Ст.15. Демпфирующие втулки из стали после закалки и низкого отпуска, имеющие структуру мартенсита отпуска обеспечивают эффективное гашение шума соударений. Максимальная концентрация дислокаций в структуре мартенсита характеризуется повышенной диссипацией.



**Рис. 5.** Уровни звукового давления при работе направляющей трубы одношпиндельного токарного автомата с коническими втулками токарного автомата из стали 22 и Ст.20 (ТА 4)

Из рис. 5 видно, что демпфирующие втулки из стали 22 по сравнению со сталью Ст.20 (без стали Ст.15) обеспечивают эффективное снижение шума.

Заключение. Использование металлических втулок с повышенными демпфирующими свойствами в направляющих трубах токарных автоматов эффективно обеспечивает гашения шума соударений. Эффект гашения шума соударений существенно зависит от диссипативных свойств материала демпфирующих втулок. Высокие демпфирующие свойства характерны для структуры мартенсита железоуглеродистых сплавов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лагунов Л.Ф. Борьба с шумом в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1980 – 150 с.
2. Керженцев В.В., Деденко Л.Г. Математическая обработка и оформление результатов эксперимента. – М.: МГУ, 1971. – 110 с.
3. Утепов Е.Б., Сулеев Д.К., Бисакаев С.Т. и др. Акустическая экология: демпфирующие материалы и конструкции. – Алматы, 2001. – 330 с.

#### REFERENCES

1. Lagunov L.F. Bor'ba s shumom v mashinostroenii. – M.: Mashinostroenie, 1980 – 150 s.
2. Kerzhentsev V.V., Dedenko L.G. Matematicheskaya obrabotka i oformlenie rezul'tatov eksperimenta. – M.: MGU, 1971. – 110 s.
3. Utefov E.B., Suleev D.K., Bisakaev S.T. i dr. Akusticheskaya ekologiya: dempfiruyushchie materialy i konstrukcii. – Almaty, 2001. – 330 s.

Өтепов Е.Б., Өмірбай Р.С., Малгаждарова М.К.

**Соғылу кезіндегі шуды азайтуға арналған демпфирлеуші корытпалар**

**Түйіндеме.** Были проведены акустические испытания на малозумных направляющих трубах токарных автоматов.

**Негізгі сөздер:** демпфирлеу, дыбыс шығару, болат, корытпа, дыбыс қысымы, виброудеу, вибрация.

Utefov E.B., Omirbai R.S., Malgazhdarova M.K.

**Communication of acoustic and vibration characteristics of metallic materials in collisions**

**Summary.** Acoustic tests were conducted on low-noise stilling wells of automatic lathes.

**Key words:** damping, sound radiation, steel, alloy, sound pressure, vibration acceleration, vibration.

УДК 622.17

**Н.Т. Филимоненко<sup>1</sup>, Б.Т. Ратов<sup>2</sup>, А.А. Кожевников<sup>3</sup>**

(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина

<sup>2</sup>Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева,  
г.Алматы, Республика Казахстан

<sup>3</sup>Национальный горный университет» г. Днепропетровск, Украина, ratovbt@mail.ru)

#### **КЛАССИФИКАЦИЯ ПОДАЧ ЖИДКОСТИ НАСОСАМИ ОБЪЕМНОГО ТИПА**

**Аннотация.** Научные исследования и практика буровых работ показывают позитивное влияние импульсной промывки скважин на эффективность процессов разрушения горной породы и очистки скважины от шлама. Импульсная промывка создается путем подачи жидкости нестационарным потоком с помощью насосов объемного типа. Импульсы подачи таких насосов характеризуются различными амплитудно-частотными характеристиками. В настоящее время для характеристики неравномерности подачи объемного насоса используют показатель «степень неравномерности подачи», показывающий отношение максимальной и средней подачи в период рабочего цикла. Однако этот показатель характеризует больше насос, чем подачу, поскольку имеет конкретное значение для конкретного насоса. Разработка классификации подачи жидкости насосами объемного типа позволила конкретизировать типы подачи жидкости при импульсной промывке скважин нестационарным потоком. В перспективе актуальными представляются исследования влияния конкретного типа подачи на интенсификацию процессов разрушения горной породы и очистки скважины от шлама. В статье приводится классификация подач жидкости насосами с механическими и пневматическими

вытеснителями. Показано, что такие насосы могут осуществлять подачу переменным, пульсирующим и прерывистым потоком. Каждый тип подачи характеризуют параметры, имеющие дискретное значение или спектр изменения, характерный для конкретного типа подачи.

**Постановка проблемы и ее связь с важнейшими научными задачами.**

Вследствие глобального экономического и энергетического кризиса наблюдается дефицит энергоносителей для обеспечения энергоемких отраслей промышленности и бытовых нужд. Только после проведения буровых работ возможно получить объективную информацию по переоценке старых и прогнозированию новых объемов запасов энергоносителей. Поэтому неизбежно в этом случае увеличение масштаба бурения.

Одним из распространенных факторов, осложняющим буровые работы, является поглощение промывочной жидкости. Без новых, экономичных технологий бурения скважин, это негативно скажется на технико-экономических показателях буровых организаций.

В статье [1] научно обосновывается возможность разработки прогрессивной технологии промывки скважин с помощью погружных насосов (ППН) вытеснения, снижающей стоимость буровых работ в условиях поглощения промывочной жидкости. Одной из причин, сдерживающих их применение, является нестационарность потока промывочной жидкости, поскольку до недавнего времени считалось, что только постоянный расход промывочной жидкости, рассчитанный применительно к конкретным условиям бурения, создает благоприятные условия для эффективной реализации очистительной функции промывочной жидкости.

Нестационарный поток, создаваемый насосами объемного типа, объясняется тем, что при их работе циклично изменяются объем рабочей камеры (пластинчатые, импеллерные, перистальтические) или скорость движения вытеснителя (поршневые, плунжерные). Последние широко применяются при буровых работах, но, как правило, требуют наличия компенсаторов, которые необходимы для сглаживания подачи в нагнетательной линии насоса. Что же касается ППН, то причина неравномерности подачи вызвана особенностью его рабочего цикла, заключающейся в подаче жидкости не на всей части рабочего цикла [1, 2]. Импульсы подачи объемных насосов имеют различные амплитудно-частотные характеристики. При этом понятие «нестационарный поток» имеет общий характер, поскольку не установлены параметры (коэффициенты), имеющее только присущее конкретному типу подачи жидкости дискретное значение или конкретный спектр изменения. Следовательно, задача разработки классификации подачи жидкости насосами объемного типа весьма актуальна, поскольку не только позволит конкретизировать типы подачи жидкости нестационарным потоком, но и назвать конкретные типы насосов, способных создавать конкретные типы подачи и показать место этих насосов в данной классификации.

Классификация типа подачи ППН позволит установить только ей присущее изменение за время импульса подачи. Применительно к внутрискважинной промывке – это весьма важно, поскольку изменение подачи в течение рабочего цикла ППН будет влиять на закон движения твердой фазы (бурового шлама), находящейся в восходящем нестационарном потоке жидкости, и формировать ее локализацию в гидравлическом контуре скважины.

До настоящего времени для характеристики неравномерности подачи объемного насоса используют показатель «степень неравномерности подачи», показывающий отношение максимальной и средней подачи в период рабочего цикла. Однако этот показатель характеризует больше насос, чем поток, поскольку имеет конкретное значение для конкретного насоса.

Качественные признаки потока жидкости не могут дифференцировать типы подач жидкости. Для этой цели нужны количественные параметры, конкретная величина или конкретный спектр их изменения на импульсе подачи определял бы ее тип.

Форма импульса подачи жидкости показывает закономерность ее изменения по времени  $Q = f(t)$  в течение импульса подачи (рис. 1). Продолжительность импульса подачи  $T_u$  – время вытеснения жидкости из камеры. На одном рабочем цикле насоса объемного типа продолжительностью  $T_u$  может возбуждаться один импульс подачи (рис. 1,а), (рис. 1,б) или несколько (рис. 1,в), (рис. 1,г). Длительность импульса подачи может совпадать по времени с рабочим циклом (рис. 1,а) или быть меньше продолжительности рабочего цикла (рис. 1,б), если таких камер несколько.

На рис. 1, г  $\Delta Q$  – амплитуда переменной составляющей подачи при многокамерных поршневых или плунжерных насосах.

Теоретически импульсы подачи могут быть симметричные или несимметричные. В первом случае закономерность  $Q = f(t)$  на следующих друг за другом импульсах подачи совпадает. Во втором – нет. Закон движения вытеснителей в течение импульса подачи неизменный и обусловлен постоянной частотой вращения ротора (пластинчатые, импеллерные, перистальтические) или вала (поршневые, плунжерные). Это не позволяет получить несимметричные импульсы подачи.

Для дифференцирования типов подач жидкости нестационарным потоком предлагаются коэффициент импульсности  $k_{им}$  (1), коэффициент стационарности  $k_{ст}$  (2) и коэффициент прерывистости  $k_{пр}$  (3).

$$k_{им} = \frac{\Delta Q}{Q_{max}}, \quad (1)$$

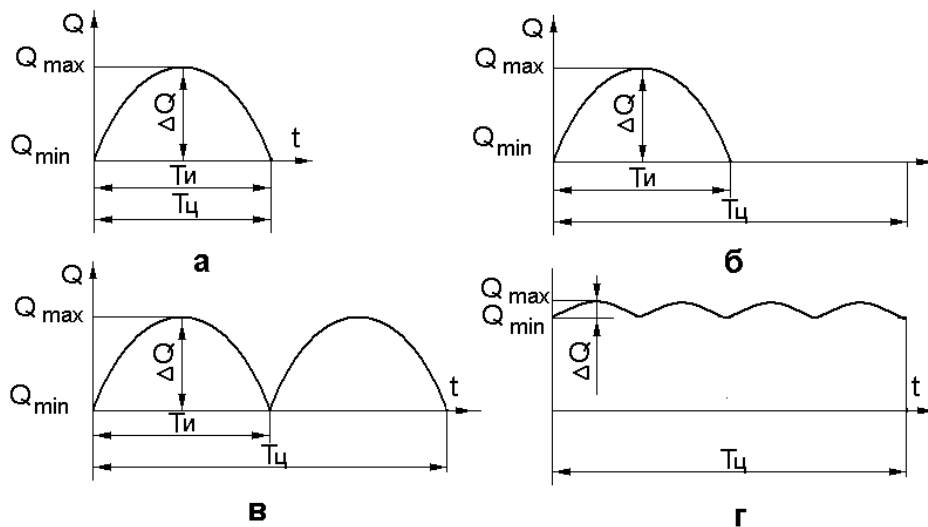


Рис. 1. Возможные формы импульсов подачи насосов объемного типа

где  $\Delta Q$  – амплитуда переменной составляющей подачи;  $Q_{max}$  максимальная подача.

$$k_{ст} = \frac{Q_{min}}{Q_{max}}, \quad (2)$$

где  $Q_{min}$  – минимальная составляющая переменной части подачи насоса.

$$k_{пр} = \frac{t_{паузы}}{T_u}, \quad (3)$$

где  $t_{паузы}$  – продолжительность паузы между импульсом подачи;  $T_u$  – продолжительность импульса подачи.

Значения коэффициентов  $k_{им}$  и  $k_{ст}$  в отличие от параметра «степень неравномерности подачи» показывают не постоянное, а текущее значение этих коэффициентов на импульсе подачи.

При наличии пауз между импульсами подачи жидкости коэффициент прерывистости  $k_{пр}$  показывает величину отношения продолжительность паузы между импульсом подачи  $t_{паузы}$  к продолжительности импульса подачи  $T_u$ .

Таким образом  $k_{им}$  и  $k_{ст}$  количественно характеризуют изменение подачи, а  $k_{пр}$  – степень прерывистости подачи.

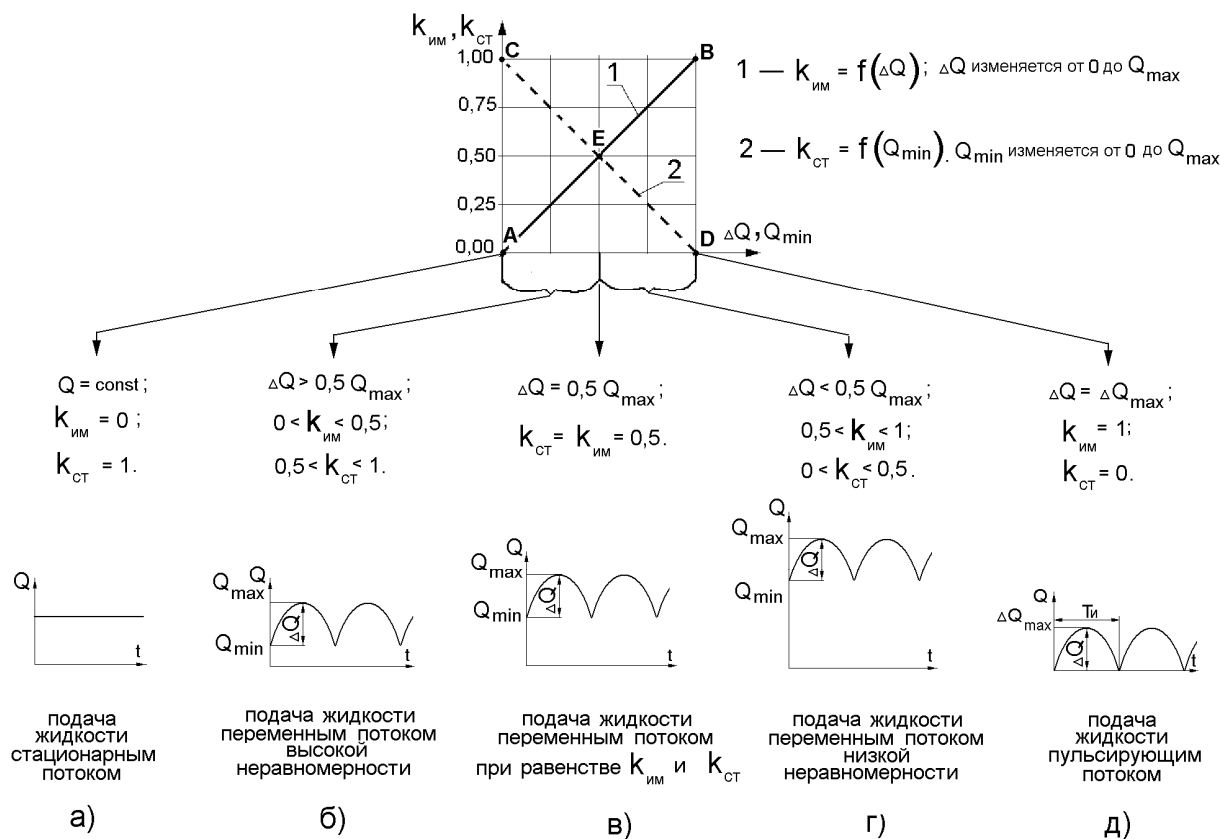
Эти параметры переменны, величина или спектр изменения которых могут дифференцировать тип подачи жидкости. Кроме этого коэффициент импульсности и коэффициент стационарности связаны между собой поскольку

$$k_{им} = \frac{\Delta Q}{Q_{max}} = \frac{Q_{max} - Q_{min}}{Q_{max}} = 1 - \frac{Q_{min}}{Q_{max}} = 1 - k_{ст}. \quad (4)$$

Следовательно

$$k_{им} + k_{ст} = 1. \quad (5)$$

Рис. 2 иллюстрирует переход типов подач жидкости от стационарного в пульсирующий в зависимости от конкретного значения  $k_{им}$  и  $k_{ст}$  при условии, что между импульсами подачи нет пауз, т. е.  $k_{пр} = 0$ . Значения  $k_{им}$  в характерных точках А, Е и В на зависимости 1 ( $k_{им} = f(\Delta Q)$ ) и величина  $k_{ст}$  в точках С, Е и D на зависимости 2 ( $k_{ст} = f(Q_{min})$ ), а также между характерными точками определяют конкретный тип подачи.



**Рис. 2.** Переход типов подач жидкости от стационарного в пульсирующий в зависимости от конкретного значения  $k_{им}$  и  $k_{ст}$

При подаче жидкости стационарным потоком  $k_{им} = 0$ , а  $k_{ст} = 1$  (рис. 2,а).

С увеличением  $k_{им}$  и уменьшением  $k_{ст}$  подача насоса стационарным потоком переходит в качественно другой тип подачи. Назовем ее подачей переменным потоком. Степень неравномерности такого потока характеризует соотношение величин  $\Delta Q$  и  $Q_{max}$ , т.е. численное значение  $k_{им}$ .

С возрастанием  $k_{им}$  от 0 до 0,5 (участок между точками А и Е на зависимости 1 и убыванием  $k_{ст}$  от 1 до 0,5 (участок между точками С и Е на зависимости 2, подача жидкости стационарным потоком переходит в подачу жидкости переменным потоком высокой неравномерности (рис. 2,б) При этом  $\Delta Q > 0,5 Q_{max}$ .

В точке **Е** зависимости 1 и 2 пересекаются. Эта точка характеризует подачу насоса переменным потоком с одинаковым значением  $k_{им}$  и  $k_{ст}$ , равным 0,5. При этом  $\Delta Q = 0,5Q_{max}$  (рис. 2,в).

При дальнейшем увеличении  $k_{им}$  от 0,5 до 1,0 (участок между точками **Е** и **В** на зависимости 1 и убыванием  $k_{ст}$  от 0,5 до 0 (участок между точками **Е** и **Д** на зависимости 2, подача жидкости переменным потоком характеризуется низкой неравномерностью. Для такой подачи характерно  $\Delta Q < 0,5Q_{max}$  (рис. 2,г).

В точке **В** на зависимости 1 значение  $k_{им} = 1$ . В точке **Д** на зависимости 2 величина  $k_{ст} = 0$ . Таким образом, точки **В** и **Д** характеризуют переход подачи жидкости переменным потоком в новое качество – подачу пульсирующим потоком (рис. 2,д), при которой  $\Delta Q = Q_{max}$ .

С появлением одинаковых по времени пауз между одинаковыми по продолжительности импульсами подачи пульсирующая подача жидкости переходит в новое качество – становится прерывистой.

Рис. 3 иллюстрирует переход подачи жидкости пульсирующим потоком в прерывистый.

Точка **А** на зависимости  $k_{пр} = f(t_{паузы})$  (рис. 3,а) соответствует подаче жидкости пульсирующим потоком. Пульсации следуют друг за другом без пауз, т.е.  $t_{паузы} = 0$ . Следовательно,  $k_{пр}$  в этой точке = 0.

С увеличением  $k_{пр}$  подача жидкости пульсирующим потоком переходит в прерывистую подачу разной степени прерывистости. При нахождении величины коэффициента прерывистости в спектре  $0 < k_{пр} < 1,0$  (участок между точками **А** и **В**) наблюдается подача жидкости малопрерывистым потоком (рис. 3,б). Здесь  $t_{паузы} < T_{и}$ .

В точке **В**  $k_{пр} = 1$ . Эта точка характеризует прерывистую подачу жидкости с равным по времени значением  $t_{паузы}$  и  $T_{и}$  (рис. 3,в).

При дальнейшем возрастании  $k_{пр}$  (участок от точки **В** до точки **С**) подача становится высокопрерывистой (рис. 3,г). На этом участке  $t_{паузы} > T_{и}$ .

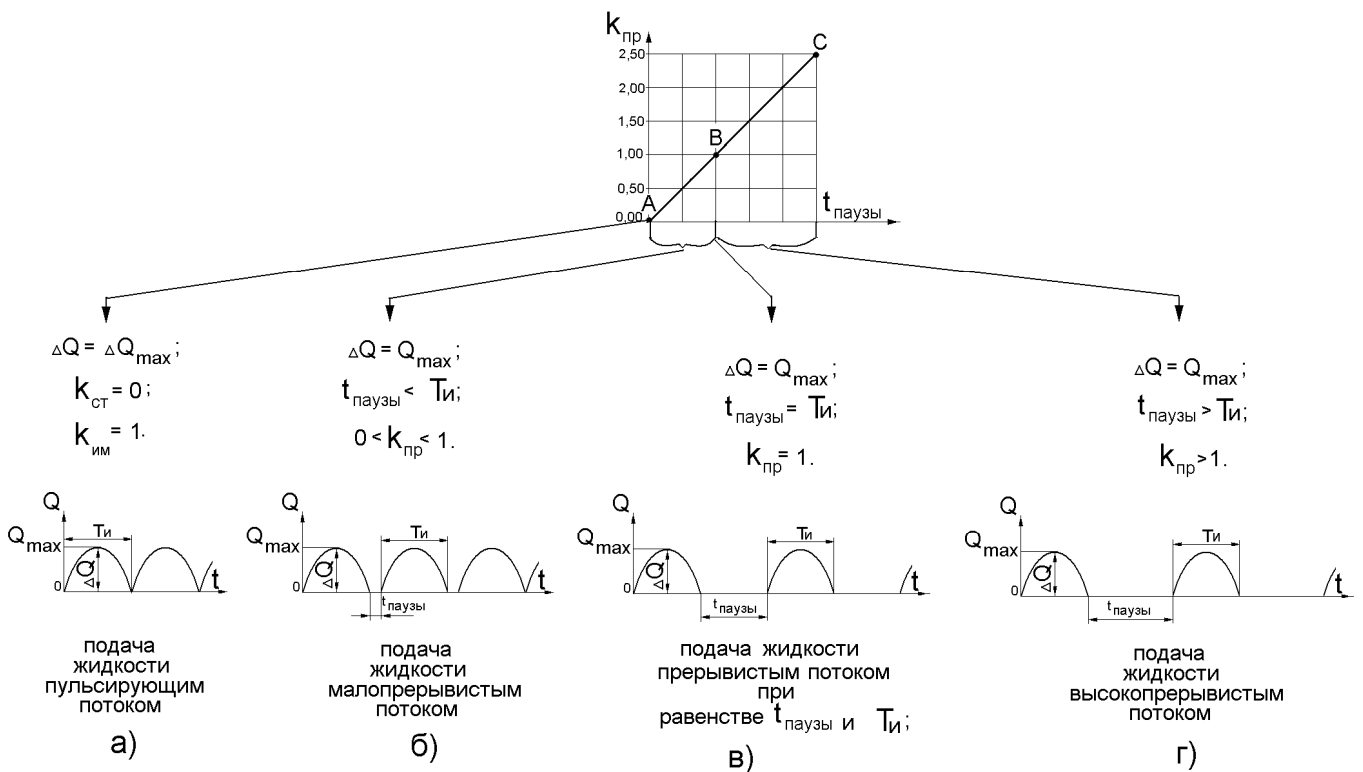


Рис. 3. Переход типов подач жидкости от пульсирующего в прерывистый в зависимости от конкретного значения  $k_{им}$ ,  $k_{ст}$  и  $k_{пр}$

Следует отметить, что точка **С** на зависимости  $k_{пр} = f(t_{паузы})$  не ограничивает значение  $k_{пр}$ . Теоретически  $k_{пр}$  может возрастать до бесконечности. В этом случае это будет означать прекращение подачи жидкости.

При подаче жидкости прерывистым потоком любой степени прерывистости  $k_{cm} = 0$ ,  $k_{um} = 1$ .

Из рис. 3 видно, как с изменением  $k_{np}$  подача жидкости пульсирующим потоком переходит в подачу прерывистым потоком с разной степенью прерывистости. Следовательно, конкретные дискретные значения и спектры изменения  $k_{np}$  определяют разновидность типов подачи жидкости прерывистым потоком.

**ВЫВОДЫ**

1. Подача жидкости насосами объемного типа может быть осуществлена переменным, пульсирующим и прерывистым потоком. Каждый тип подачи характеризуют параметры, имеющие только присущее конкретному типу подачи дискретное значение или конкретный спектр изменения (табл. 1).

Таблица 1. **Типы подачи жидкости и значения параметров, определяющие конкретный тип подачи.**

Тип подачи жидкости		Значения параметров, определяющие конкретный тип подачи	Объемные насосы, создающие данный тип подачи
1	2		
Переменным потоком	Высокой неравномерности	$0 < k_{um} < 0,5$ $0,5 < k_{cm} < 1$ $k_{np} = 0$	Пока неизвестны
	При равенстве $k_{um}$ и $k_{cm}$	$k_{um} = k_{cm} = 0,5$ $k_{np} = 0$	Пока неизвестны
Переменным потоком	Низкой неравномерности	$0,5 < k_{um} < 1,0$ $0 < k_{cm} < 0,5$ $k_{np} = 0$	Двухпоршневые двойного действия, трехплунжерные насосы
Пульсирующим потоком		$k_{cm} = 0$ $k_{um} = 1,0$ $k_{np} = 0$	Однопоршневые двойного действия, пульсационные насосы
Прерывистым потоком	Малой степени прерывист	$k_{cm} = 0$ $k_{um} = 1,0$ $0 < k_{np} < 1,0$	ППН одинарного действия
	При равенстве $t_{назв}$ и $T$	$k_{cm} = 0$ $k_{um} = 1,0$ $k_{np} = 1,0$	Однопоршневой гидравлический насос, ППН одинарного действия
	Высокой степени прерывистости	$k_{cm} = 0$ $k_{um} = 1,0$ $k_{np} > 1,0$	ППН одинарного действия



2. Подача прерывистым потоком жидкости характерна для ППН одинарного действия.
3. Согласно предложенной классификации следует, что промывка скважины с помощью ППН одинарного действия названа пульсирующей совершенно неправильно. Также необоснованно эти ППН названы пульсационными насосами.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ратов Б. Т., Филимоненко Н. Т. Развитие научных основ расчета рабочего цикла пневматического насоса вытеснения // Геология и охрана недр. Казахское геологическое общество «КазГЕО» – 2014. - №1 – (50) – С. 77–82.
2. Филимоненко Н. Т. Пневматические насосы вытеснения. Донецк: Изд-во «Ноулидж» (Донецкое отделение), 2012. – 296 с.
3. Кожевников А. А., Филимоненко Н. Т., Жикаляк Н. В. Импульсная промывка скважин. Донецк: Изд-во «Ноулидж» (Донецкое отделение), 2010. – 275 с.

#### REFERENCES

- 1 Ratov B.T., Filimonenko N.T. Development of scientific bases for calculating the duty cycle of the pneumatic pump displacement // Geology and protection of natural resources. Geological Society of Kazakhstan "KazGeo" - 2014. - №1 - (50) - 77-82.
- 2 Filimonenko N.T. Pneumatic pumps displacement. Donetsk: Edition of "Noulidzh" (Donetsk branch), 2012 - 296 p.
- 3 Kozhevnikov A.A, Filimonenko N.T., Zhikalyak N.V. Pulse washing skva-Jin. Donetsk: Edition of "Noulidzh" (Donetsk branch), 2010 - 275 p.

Филимоненко Н.Т., Ратов Б.Т., Кожевников А.А.

#### **Көлемдік типтегі сораппен сұйықты беруді топтастыру**

**Түйіндеме.** Мақалада механикалық және пневматикалық сораппен көлемдік сұйықты беру классификациясы келтірілген. Мұндай сораптардың сұйықтықты берісі бірқалыпсыз, лықыл және үздік ағынмен жұмыс жасай алады. Нақты берісі типі үшін, спектр өзгерісіне және дискретті мағынасын сипаттайтын параметр бар. Мақала мүмкін бұрғылау технологиясымен айналысатын мамандарға қызығушылық туғызуы мүмкін.

**Негізгі сөздер:** ұңғы, топтастыру, жиілік, шаю, сұйықтық.

Филимоненко Н.Т., Ратов Б.Т., Кожевников А.А.

#### **Классификация подач жидкости насосами объемного типа**

**Резюме.** В статье приводится классификация подач жидкости насосами с механическими и пневматическими вытеснителями. Показано, что такие насосы могут осуществлять подачу переменным, пульсирующим и прерывистым потоком. Каждый тип подачи характеризуют параметры, имеющие дискретное значение или спектр изменения, характерный для конкретного типа подачи. Статья может быть интересна для специалистов, занимающихся вопросами технологии бурения.

**Ключевые слова:** скважина, классификация, частота, промывка, жидкость.

Filimonenko N.T., Ratov B.T., Kozhevnykov A.A.

#### **Classification innings fluid displacement type pumps**

**Summary.** The article provides a classification of the liquid feed pumps with mechanical and pneumatic-mi propellants. It is shown that these pumps can perform in the cottage variables, pulsating and intermittent flow. Each type of feed-form a characteristic parameters having a discrete value or range of changes characteristic of a specific type of supply. The article may be of interest to professionals involved in drilling technology.

**Key words:** well, the classification rate, flushing liquid.

УДК 004

**А.Н. Абеустанова**  
(Әль-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,  
Алматы, Қазақстан Республикасы, [happiness\\_love\\_01@mail.ru](mailto:happiness_love_01@mail.ru))

## **МАШИНАЛЫҚ АУДАРМАНЫҢ НАРЫҚТАҒЫ ЖӘНЕ ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ КҮЙІ**

**Аннотация.** Машиналық аудармада қолданылатын қазіргі жүйелер екі тілге ғана (орысша-қазақша, ағылшынша-орысша, ағылшынша-қазақша, немісше-ағылшынша т.с.с.) бағытталған, сонымен қатар енгізілетін және аударылған тілдер арасындағы аралық деңгейде немесе сөзбе-сөз аударма жасау деңгейінде ғана қолданылады. Дегенмен, көп жұмысты қажет ететін машиналық аударма жүйесі кез келген қоданушыға жақсы жәрдем болмақ. Әсіресе, қазіргі таңда ағылшын тілі мен қазақ тіліне күннен-күнге сұраныс артуда. Пайдаланушы көп тілді жақсы меңгермесе де, электронды аударма нәтижесінде алынған «алғашқы мәтінді» қарай отырып, мәтіннің жалпы мағынасын тезірек түсіне алады. Бұл жұмыста машиналық аудармаларға кішігірім салыстырмалы мәліметтер берілген. Нарықта және көбіне қолданатын қолданушылардың машиналық аудармашылар сапасы сипатталған.

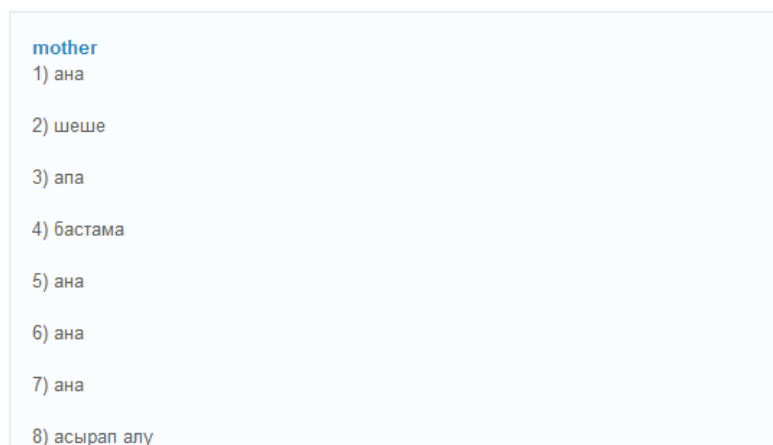
**Кілттік сөздер** *машиналық аударма, сапа, сөздік, қазақ тілі*

Қазіргі таңда IT- индустрияның дүниежүзілік сахынасында ағылшын-орыс, орыс-неміс сөздіктері әлдеқашан іске асырылған, ал орысша-қазақша тілмаштарына келетін болсақ, оны жүзеге асыру идеясы кемінде 20-25 жыл бұрын пайда болған[1]. Бірақ 1990-1995 жылдары осы мәселемен айналысқан фирмалардың бұл істеріне мемлекет тарапынан ешқандай қолдау болмағандықтан тек идея түрінде ғана болып қала берді. Жобаның іске асырылуы баяу дамыды, тек 2006 жылы ҚР мәдениет және ақпарат Министерлігінің жанындағы тілдер Комитетінде, компьютерлік технологияда қазақ тілін дамытуға байланысты бірнеше тендерлер өткізілді. Соның ішінде компьютерлік қазақша-орысша және орысша-қазақша сөздіктерін өңдеуге де тендерлер жарияланған болатын[2].

Қазіргі таңда машиналық аударма идеясын іске асыруда әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Абай атындағы АМУ және де тағы басқа Қазақстанның ірі жоғарғы оқу орындарымен қатар бірнеше Қазақстандық «Санасофт», «Алтон», «Бимаш» және «Ізет» сияқты фирмалар жұмыс атқарауда және «электронды аудармашылары» бар сайттарда жетіп артылады. Мысалы, INDEX GROUP интернет агенттігінің қолдауымен жасалған «SOZDIK.KZ» орысша-қазақша сөздік жобасы, 4 бағытта аударма жасайтын «ILK.KZ» онлайн-аудармашысы бар. Көп сөздіктерде кездеспейтін, кейінгі кездерде қажет етіп жүрген балама сөздерді тізіп шығарып береді[3-7].

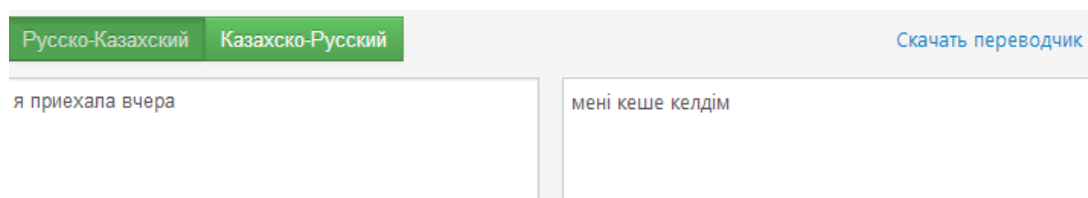


### **Ағылшынша-қазақша сөздік:**



**1-сурет.** «ILK.KZ» онлайн-аудармашысы

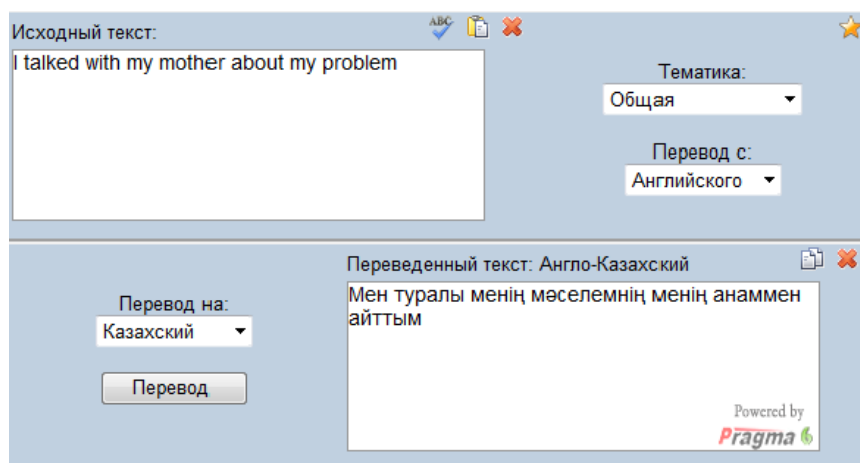
Сөздік көлемі 750 мыңнан артық сөз бен сөзтіркестерінен тұратын «SOYLEM» аударма жүйесі. Дегенмен, аудару сапасы әлі де түзетулерді қажет еткенімен, кез-келген қолданушыға қолжетімді.



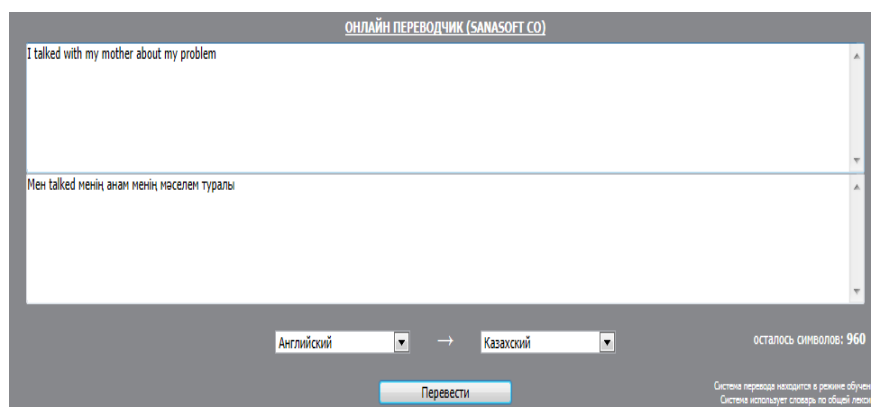
2-сурет. «SOYLEM» аударма жүйесі

Аталған автоматты аударма жасау жүйесінің басым бөлігі тек жалғыз сөзді ғана аударуға арналған. Ал сөз тіркестерін, сөйлемдерді аударатын аударма программасын «Ізет» фирмасы «Тілмаш» деген атпен ұсынған болатын. Бірақ фирма директоры Ізетәлі Тілешовтің: «Бағдарламада қазақ тіліндегі сөздер 120 мың шамасында, оның бер жағында нақты саны 6127 жұрнақ-жалғау топтастырылды деп айтқанымызбен, бұл әлі толықтыруды, жетілдіруді қажет етеді. Өйткені, қазақ тілі — бай тіл. Рас, “Тілмаштың” тіліміздегі тұрақты тіркестер мен еркін тіркестерді аударуға шамасы жетпейді. Осы тұрғыдан алғанда, бағдарлама аудармашыға көмек құралы болғанымен, онымен бірдей дәрежеде жұмыс істей алмайды. Сондықтан біз өз жұмысымызға жоғары оқу орындарының жүздеген ғалымдарын жұмылдырсақ дейміз. Сол кезде бұдан да жақсы нәтиже беретініне сеніміміз мол.» - деп айтуына қарағанда қазіргі уақытқа дейін барлық талапты қанағаттандыратын машиналық аударма құралы жоқ деуге болады.

Салыстыру ретінде ағылшын тілінен қазақ тіліне аударатын машиналық аударманың мысалдары келтірілді. Екі машиналық аудармашы, «Прагма» мен «Санасофт» жүйелері әлі де қатемен жұмысты талап етеді[15].



3-сурет. «Прагма» аударма жүйесі



4-сурет. «Санасофт» аударма жүйесі

Салыстыру мақсатында шетелден құралған мамандардан шыққан аудармашыны айтатын болса, Google аудармашы – 64 тілде автоматты аударма жасайтын тегін аударма қызметі. Google аудармашы қызметі арқылы Сіз сөз, сөйлем және тұтас веб-парақшаларды бір тілден екінші тілге еркін аударма аласыз, осы арқылы қайсыбір тілде жарияланған ақпарат Сіз үшін қолжетімді және пайдалы болмақ[16]. Google аудармашы аударма жасау барысында сізге сапалы аударма мәтінін беру үшін жүздеген миллион құжаттардан үлгілер іздей бастайды. Бұрын аударылған құжаттардан табылған үлгілердің СІЗ аударуға берген мәтінге сәйкестігін тексереді. Көлемді мәтіндердегі үлгілерді іздеу статистикалық машиналық аударма деп аталады. Компьютер арқылы жасалғандықтан аударма нәтижесінің барлығы сапалы болмайды. Қай тілде адамдар көбірек аударма жасап және аудармаларын Google аудармашының талдауына ұсынған болса, сол тілдегі машиналық аударма сапасы арта түседі. Аударма дәлдігінің әр тілде әртүрлі болуы осыдан келіп шығады. Қорыта келе сапалы және тек сөздерді ғана емес, сөйлемдерді де аударатын машиналық аудармашы, үлкен, ауқымды жұмыс пен қаржылай көмекті де талап етеді.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1. Виноград Т. Работа с естественными языками. М.: Высшая школа, 1986
2. Марчук Ю.Н. Проблемы машинного перевода. М., Наука, 1983
3. Жолковский А.К., И.А.Мельчук. К построению действующей модели языка "Смысл - Текст". - В кн.: Машинный перевод и прикладная лингвистика. Вып. 11. - М., 1969
4. Людсканов А. Селективная стратегия при машинном переводе. - В кн.: Международный семинар по машинному переводу. М., ВЦП, 1975
5. «О Государственной программе функционирования и развития языков на 2001-2010 годы». Указ Президента Республики Казахстан от 7 февраля 2001 года № 550.
6. Мырзатай Серғалиев «Қазақ тілі методикалық оқу құралы», Алматы, Атамұра 1992 ж., 80 б.
7. Ж. Түймебаев «Қазақ тілі грамматикалық анықтағыш», Алматы, Картпредприятие МСХ КазССР, 1991 ж., 83 б.
8. Рысбаева Г.Қ. Қазақ тілі. Грамматикалық анықтағыш. –Алматы: Сөздік-Словарь, 2000. -192 бет.
9. М.А. Беляева «Грамматика английского языка», Москва, Высшая школа 1997 г., 333 с..
10. Ахмет Байтұрсынов «Ақ жол», Алматы, 1991 жыл.
11. Терминология: теория және тәжірибе. Жинақ, Астана, 2001 жыл.
12. Терминологиялық хабаршы, № 3 (5), Астана, 2003 жыл.
13. Ағылшын тілінің грамматикасы (<http://www.native-english.ru/grammar/adverbs>)
14. Ербол Панабердиевтің ағылшын-орысша-қазақша онлайн аударма жасау жобасы (<http://ilk.kz/>).
15. Index Group интернет агенттігінің орысша-қазақша онлайн аудару сөздігі ([http://\\_sozdik.kz](http://_sozdik.kz)).
16. Google сайтының аударма қызметі (<http://translate.google.com/>).
17. ПРОМТ электронды аударма қызметі (<http://www.translate.ru/>).

Абеустанова А.Н.

#### **Состояние машинного перевода на рынке и в Казахстане**

**Резюме.** Компьютер вряд ли когда-нибудь заменит переводчика во всех областях, однако машинный перевод уже активно применяется как полезный инструмент, пусть и подходящий для решения строго определённых задач. Для того чтобы понять, в каких случаях стоит и в каких не стоит прибегать к машинному переводу, и чтобы полученный результат не разочаровал, важно знать принципы работы МП, его ограничения и область его применимости. В этой работе описаны и показаны особенности качества перевода часто используемых переводчиков.

**Ключевые слова** машинный перевод, качество, словарь

Abeustanova A.

#### **Condition of machine translation in the market and in Kazakhstan**

The computer will hardly sometime replace the translator in all areas, however machine translation is already actively applied as the useful tool, let and suitable for the solution of strictly certain tasks. To understand, in what cases costs and in what you shouldn't resort to machine translation and that the received result didn't disappoint, it is important to know the principles of work of MT, its restriction and area of its applicability. In this work features translation quality of often used translators are described and shown.

**Key words** machine translation, quality, lexicon

**В.В. Поветкин, Б.А. Аймуханбет**

(Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,  
Алматы, Республика Казахстан)

### РАСЧЕТ СБОРКИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ С НАТЯГОМ СПОСОБОМ ТЕРМОВОЗДЕЙСТВИЯ

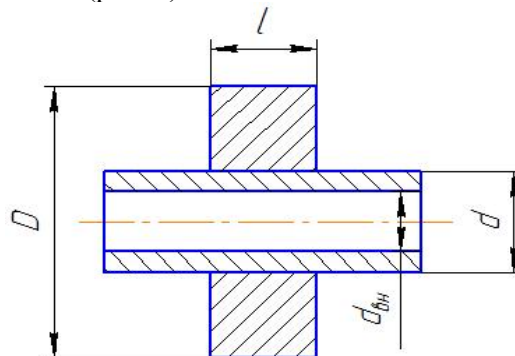
**Аннотация:** Рассматривается способ сборки цилиндрических соединений с нагревом охватывающей детали. Использование таких способов позволяет повысить прочность посадок с натягом, снизить натяг и напряженно-деформированное состояние сборочных единиц, сократить временные и энергетические затраты на сборку.

**Ключевые слова:** цилиндрические соединения, нагрев, сборка, термический способ.

Одной из главных проблем машиностроения на современном этапе является повышение эксплуатационной надежности различных изделий, которая в значительной степени определяется прочностью соединений с натягом [1].

Широкое применение для сборки таких соединений получили технологические способы формирования с использованием термических способов нагрева охватываемых деталей. Использование таких способов позволяет повысить прочность посадок с натягом, снизить натяг и напряженно-деформированное состояние сборочных единиц, сократить временные и энергетические затраты на сборку.

Соединения с натягом являются неподвижными неразъемными. Относительная неподвижность деталей в соединении обеспечивается сцеплением поверхностей сопряжения, которое создается силами упругой деформации материала, пропорциональными натягу. Сопрягаемые поверхности деталей чаще всего цилиндрические (рис. 1).



**Рис. 1.** Цилиндрическое соединение с натягом

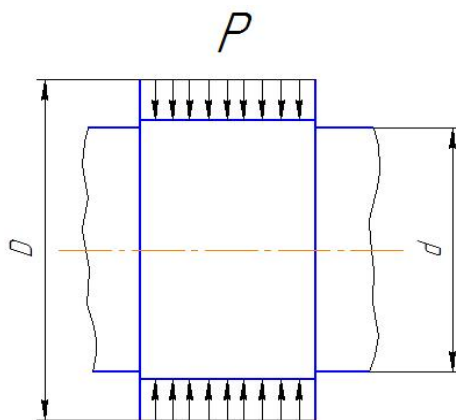
Прочность соединения определяется способностью сопротивляться взаимному смещению деталей под действием внешней осевой силы  $P$  (сдвиг) (рис. 2) и крутящего момента  $M_K$  (поворот). Условия прочности выражаются неравенствами

$$P \leq \pi d l p (f - \operatorname{tg} \alpha) \quad (1)$$

$$M_K \leq 0,5 \pi d^2 l p f \quad (2)$$

где  $d$  – номинальный диаметр;  $l$  – длина контакта сопрягаемых поверхностей;  $p$  – среднее давление на контактирующих поверхностях;  $f$  – коэффициент сцепления при осевом сдвиге или кручении;  $\alpha$  – угол уклона конуса; для цилиндрических соединений  $\alpha=0$ .

При практических расчетах соединений стальных деталей коэффициент сцепления принимают равным при сборке с нагревом охватываемой детали  $f=0,14$  [2].



**Рис. 2.** Цилиндрическое соединение при нагружении соединения осевой силой  $P$

Требуемое удельное давление  $p$  на посадочной поверхности цилиндрического соединения с натягом определяется по следующей формуле:

$$p = \frac{1}{d} \frac{N_p}{\left( \frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2} \right)} \quad (3)$$

Здесь  $N_p$  – расчетный натяг;  $E_1$  и  $E_2$  – модули упругости материалов соответственно охватываемой (1) и охватывающей (2) деталей;  $C_1$  и  $C_2$  безразмерные коэффициенты:

$$C_1 = \frac{d^2 + d_0^2}{d^2 - d_0^2} - \mu_1; C_2 = \frac{D^2 + d^2}{D^2 - d^2} + \mu_2 \quad (4)$$

где  $d_0$  – диаметр отверстия пустотелого вала: при сплошном вале  $d_0=0$  и  $C_1=1-\mu_1$ ;  $\mu_1, \mu_2$  – коэффициенты Пуассона для тех же материалов;  $D$  – диаметр наружной поверхности втулки.

Расчетный натяг  $N_p$  цилиндрического соединения вычисляется по формуле

$$N_p = pd \left( \frac{c_1}{E_1} + \frac{c_2}{E_2} \right) \quad (5)$$

где  $p$  – удельное давление, которое определяется по формуле

$$p = \frac{P}{\pi dl(f - \operatorname{tg} \alpha)} \quad (6)$$

Измеренный натяг  $N_H$ , который обеспечит заданную точность соединения, должен быть больше расчетного  $N_p$  на величину, равную смятию вершин микронеровностей:

$$N_H = N_p + 1,2(R_{Z1} + R_{Z2}) \quad (7)$$

где  $R_{Z1}$  и  $R_{Z2}$  – высоты микронеровностей на сопрягаемых поверхностях соответственно вала и втулки.

Высоты неровностей  $R_{Z1}$  и  $R_{Z2}$  сопрягаемых поверхностей соединяемых деталей (рис. 3) принимаются в зависимости от принятых классов чистоты этих поверхностей [3].

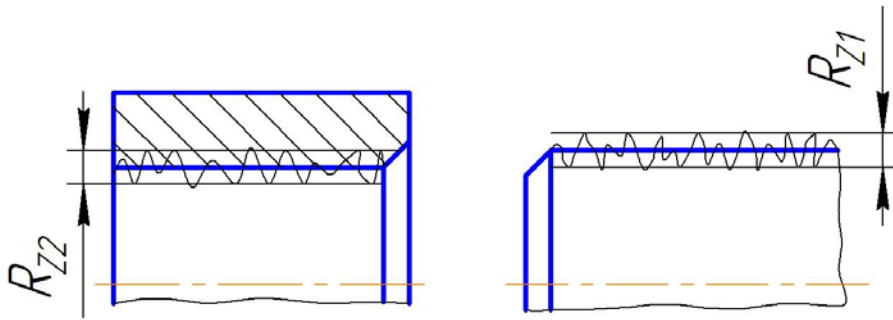


Рис. 3. Высоты неровностей  $R_{z1}$  и  $R_{z2}$  сопрягаемых поверхностей соединяемых деталей

Если втулки имеет более высокий коэффициент линейного расширения и соединение работает при высоких температурах, то вводят поправку на уменьшение натяга  $\Delta N$ :

$$\Delta N = (K_{\alpha 2} - K_{\alpha 1})d\Delta T \quad (8)$$

где  $K_{\alpha 1}$  и  $K_{\alpha 2}$  – коэффициенты линейного расширения материала соответственно вала и втулки;  $\Delta T$  – превышение эксплуатационной температуры над температурой окружающей среды.

Пластические деформации на отдельных участках сопряжения, вызванные неравномерностью давления вследствие дискретности контакта, не оказывают существенного влияния на величину  $p$ . Если пластические деформации существенны, расчеты на прочность ведут по уточненным зависимостям.

Размеры деталей соединений после сборки цилиндрического соединения с нагревом изменяются: внутренний диаметр охватываемой детали уменьшается на  $U_1$ , наружный диаметр охватывающей детали увеличивается на  $U_2$ , а толщина охватывающей детали  $S$  уменьшается на  $\Delta S$ .

$$U_1 = \frac{2pd^2d_0}{E_1(d^2 - d_0^2)}$$

$$U_2 = \frac{2pd^2d_2}{E_2(D^2 - d^2)} \quad (9)$$

$$\Delta S = \frac{2\mu_2pSd}{E_2(D^2 - d^2)}$$

Эти изменения размеров необходимо учитывать. Для высокоточных соединений следует проводить окончательную обработку соответствующих поверхностей после сборки.

Сборка под термовоздействием (нагревом охватывающей или охватываемой детали) обеспечивается благодаря созданию зазора между соединяемыми деталями. Скрепление деталей происходит в результате изменения их размеров с изменением температуры окружающей среды. Прочность таких соединений в 1,5...2,5 раза больше, чем полученных запрессовкой, что объясняется взаимным внедрением микронеровностей.

Сборку под термовоздействием применяют для ответственных и крупных соединений. Температура должна быть по возможности минимальной для сокращения расхода энергии. Средняя температура, до которой следует нагревать и охлаждать деталь:

$$T = \frac{N + i + \Delta d}{K_\alpha d} \pm T_0 \quad (10)$$

где  $N$  – натяг в соединении;  $i$  – термический зазор;  $\Delta d$  – изменение диаметра посадочной поверхности вала и втулки вследствие изменения температуры при транспортировании и базировании;  $K_\alpha$  – коэффициент линейного расширения материала;  $T_0$  – температура окружающей среды, которую принимают со знаком «+» при нагреве и со знаком «-» при охлаждении.

Температуру контролируют с помощью термоэлектрических термометров. Скорость нагрева или охлаждения детали ограничивается допустимыми температурными напряжениями и деформациями ее материала.

Для ускорения сцепления собранное соединение прогревают (или охлаждают) потоком воздуха. При сборке с нагревом возможно использование распыленной антикоррозионной жидкости.

Проверочный расчет соединяемых деталей производится по формулам:

а) охватывающей детали:

на растяжение

$$\sigma_p = p_{\max} \frac{1 + \left(\frac{d}{d_2}\right)^2}{1 - \left(\frac{d}{d_2}\right)^2} \leq [\sigma_p] \quad (11)$$

и на сдвиг

$$\tau_c = \frac{p_{\max}}{1 - \left(\frac{d}{d_2}\right)^2} \leq [\tau_c] \quad (12)$$

б) охватываемой детали на сжатие:

$$\sigma_c = p_{\max} \leq [\sigma_c] \quad (13)$$

где значения допускаемых напряжений  $[\sigma_p]$ ,  $[\tau_c]$  и  $[\sigma_c]$  принимаются в зависимости от материала и назначения соединяемых деталей,  $p_{\max}$  – возможное максимальное удельное давление соединения, определяется по следующей формуле:

$$p_{\max} = \frac{1}{d} \frac{N_{\bar{\sigma}p}}{\left(\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2}\right)} \quad (14)$$

где  $N_{\bar{\sigma}p}$  – наибольший расчетный натяг соединения, вычисляется по формуле:

$$N_{\bar{\sigma}p} = N_{\bar{\sigma}} - 1,2(R_{Z1} + R_{Z2}) \quad (15)$$

где  $N_{\bar{\sigma}}$  – наибольший натяг соединения.



При выборе вида термовоздействия следует руководствоваться правилом, что охлаждать и нагревать следует наименее металлоемкую деталь и при этом учитывать ее технологичность.

Следует при этом отметить, что при сборке цилиндрических соединений с нагревом очень важно знать, какое может быть распределение температуры в сопрягаемых деталях на момент их начального контактирования. Это позволит при разработке технологии более точно определять температуру нагрева, увеличение диаметра посадки охватывающей и охватываемой деталей, величину временного сборочного зазора и временные затраты на технологических операциях сборочного цикла.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Оборский И.Л., Шалай В.А., Зенкин А.С. Обеспечение качества соединений с натягом, формируемых термическими методами. «Качество, стандартизация, контроль: теория и практика». Сборник: Материалы 8-й международной научно-практической конференции. 2008 г., г. Ялта: - Киев: АТМ Украины, 2008. С. 101-105.
2. Гречищев Е.С., Ильяшенко А.А. Соединения с натягом: Расчеты, проектирование, изготовление. – М., «Машиностроение», 1981 – 247 с.
3. Гузенков П.Г. Краткий справочник к расчетам деталей машин. - М., «Высшая школа», 1964 – 325 с.

Поветкин В.В., Аймұханбет Б.А.

#### **Жылумен әрекеттесу цилиндрлік байланыс әдісіндегі тартудың есеп жинағы**

**Түйіндеме:** Мақалада орамды бөлшекті қыздыру арқылы цилиндрлік қосылыстарды құрастыру әдісі қарастырылады. Мұндай әдістерді қолдану арқылы керілісті отырғызудың беріктігін нығайтамыз, керілісті және құрастырылатын бөлшектердің кернеулік-деформациялық күйін төмендетеміз, құрастыруға жұмсалатын уақыттық және энергиялық шығындарды азайтамыз.

**Түйін сөздер:** цилиндрлік қосылыстар, қыздыру, құрастыру, термиялық әдіс.

Povetkin V., Ayimukhambet B.

#### **Calculation of assemblage of cylindrical connections with overpull by the method of thermal influence**

**Summary:** The article considers a method of assembling cylindrical compound with heating of the embracing member. The use of such methods can improve strength of landings with tightness, reduce tightness and stress-strain state assembly units, reduce the time and energy costs for the assembly.

**Key words:** cylindrical compound, heating, assembly, thermic method.

УДК 54.052+54.057

**Г.Ж. Бимбетова, К.С. Надиров, М.К. Жантасов, А.С. Садырбаева,  
М.П. Досмухамбет, О.С. Оразбеков**

(Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,  
Шымкент, Республика Казахстан)

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА СЫРЬЯ НА СВОЙСТВА ДЕЭМУЛЬГАТОРОВ СЕРИИ «ГОССИЛЬВАН»**

**Аннотация.** Разработан способ выделения жирных кислот из смеси жировых компонентов госсиполовой смолы, исследованы закономерности процесса их оксиэтилирования и установлено влияние состава сырья на свойства синтезированных деэмульгаторов.

**Ключевые слова:** жирные кислоты, госсиполовая смола, исследования, деэмульгатор.

Ранее нами был разработан состав на основе оксиэтилированных жирных кислот госсиполовой смолы «Госсильван», который при испытаниях проявил свойства достаточно эффективного деэмульгатора [1]. Однако к современным деэмульгаторам предъявляются более жесткие требования: они должны обладать максимально высокой деэмульгирующей активностью, быть биологически легко разлагаемы, нетоксичными, дешевыми, доступными; не должны обладать бактерицидной

активностью (от которой зависит эффективность биологической очистки сточных вод) и корродировать металлы [2]. Определенное влияние на свойства деэмульгатора и ТЭП его производства оказывает подготовка сырья, в частности, чистота жирных кислот (ЖК), извлекаемых из госсиполовой смолы. Поэтому целью данного исследования является разработка способа выделения чистых жирных кислот из смеси жировых компонентов госсиполовой смолы, исследование закономерностей процесса их оксигенирования и установление влияния состава сырья на свойства синтезированного деэмульгатора. ЖК госсиполовой смолы, обладающие длинными цепями атомов углерода с карбоксильной группой и углеводородным радикалом, проявляют ярко выраженную хемосорбционную способность, благодаря этому они представляют практическую ценность для получения деэмульгаторов (ПАВ) [3].

Выделенная из госсиполовой смолы жировая часть (смесь компонентов госсиполовой смолы) представляет собой густую, вязкую массу (кинематическая вязкость - 2340 сСт, при 25°C), которая имеет темно-коричневый цвет, удельный вес - 0,981т/м<sup>3</sup>, кислотное число - 112,8 мг КОН/г, число омыления - 228,3 мг КОН/г, эфирное число - 155,43 мг КОН/г, йодное число - 1,44 г I<sub>2</sub>/100 г, температура застывания - 37°C. Высокая вязкость смеси обусловлена наличием в её составе насыщенных ЖК, которые при температуре ниже 50-70°C представляют собой кристаллические вещества, но за счет частичной растворимости в ненасыщенных ЖК полученная смесь имеет консистенцию смолы. Для установления жирнокислотного состава жировой части смолы применялся метод ВЭЖХ. Результаты анализа показали, что в составе жировой фракции содержатся 11 ЖК, в основном, ненасыщенные - 7 кислот (75,6 мас. %), преимущественно линолевая (31,1 мас. %), линоленовая (25,2 мас. %), и олеиновая кислоты (19,3 мас. %), из насыщенных ЖК большая часть приходится на пальмитиновую (18,0 мас. %). Компоненты смеси идентифицировали в сравнении со стандартными образцами метиловых эфиров жирных кислот и по относительным временам удерживания.

В рамках поставленной задачи нами выполнен комплекс исследований по экстракции ЖК из полученной смеси компонентов госсиполовой смолы с целью отделения их от технического госсипола, его соединений и других примесей (четыре метода), т.к. на процесс оксигенирования любые примеси оказывают неоднозначный эффект. Для получения ПАВ с высокой деэмульгирующей способностью требуется получить оптимальное соотношение числа гидрофильных и гидрофобных групп (гидрофильно-липофильного баланса) [4]. В процессе оксигенирования длина оксигенированных цепей, присоединенных к отдельным молекулам исходного вещества, не бывает одинаковой, поэтому всегда получается смесь молекул с оксигенированными цепями различной длины. Полученное неионогенное соединение характеризуется по средней величине его оксигенированных цепей. Обычно считается, что для достижения требуемого качества и потребительских свойств получаемого продукта необходимо, чтобы распределение оксигенированных полимеромологов в реакционной смеси было максимально узким. Однако в нашем случае, учитывая сложный и непостоянный состав жировой части госсиполовой смолы, а также поставленную задачу по получению композиционных деэмульгаторов из нескольких химических соединений при условии, что между этими соединениями проявляется синергетический эффект, процесс оксигенирования проводился нами на основании выбранного критерия - максимального выхода целевого оксигенированного продукта из неочищенной смеси компонентов госсиполовой смолы и чистых ЖК.

Поэтому нами, в соответствии с поставленной целевой задачей - использование ЖК госсиполовой смолы для производства деэмульгатора, проверено влияние степени очистки ЖК на процесс оксигенирования и деэмульгирующие свойства полученного продукта. Были исследованы 4 варианта подготовки ЖК к синтезу деэмульгатора.

1. Использование выделенной из госсиполовой смолы неочищенной жировой части вышеописанного состава.

2. Использование сырых ЖК с содержанием посторонних примесей около 1,2-1,3%, полученных экстракцией бензином из жировой части госсиполовой смолы в роторно-пульсационном аппарате.

3. Использование дистиллированных ЖК с содержанием посторонних примесей около 0,2-0,3%, полученных из сырых ЖК.

4. Использование очищенных ЖК с содержанием посторонних примесей около 0,02-0,04%, полученных из дистиллированных ЖК по методу [5]. Для получения очищенных кислот по этому методу этерификацию проводили соляно-кислым метанолом, а выделение метиловых эфиров ЖК

осуществляли посредством адсорбции на ионно-обменной смоле "IRA-400" с последующими элюированием гексаном и упариванием в вакууме при 30 ° С. Для отделения примесей насыщенных ЖК осуществляли однократную перекристаллизацию в ацетоне. Применение анионта "IRA-400" обусловлено его характеристиками, так как он содержал поверхностно-активные группы электрофильного характера, способные связываться определенным образом с двойными связями ЖК с образованием нестойких электронных комплексов, которые элюировались в дальнейшем гексаном.

В таблице 1 представлены сравнительные результаты исследования эффективности проведения процессов оксиэтилирования сырья, полученного в соответствии с условиями вариантов 1-4, и деэмульгирующих свойств полученного продукта при деэмульгировании кумкольских нефтей. Нефть месторождения Кумколь легкая (плотность 0,82-0,83 г/см<sup>3</sup>), малосернистая (0,33-0,55 %) с высоким содержанием парафина (11-14 %) [6]. Высокое содержание парафина определяют её высокие температуры замерзания от +6 до 16°С, и соответственно является причиной уменьшения текучести нефти при ее транспортировке в осенне-зимний период.

Таблица 1. **Эффективность проведения процессов оксиэтилирования различного сырья и деэмульгирующие свойства продуктов**

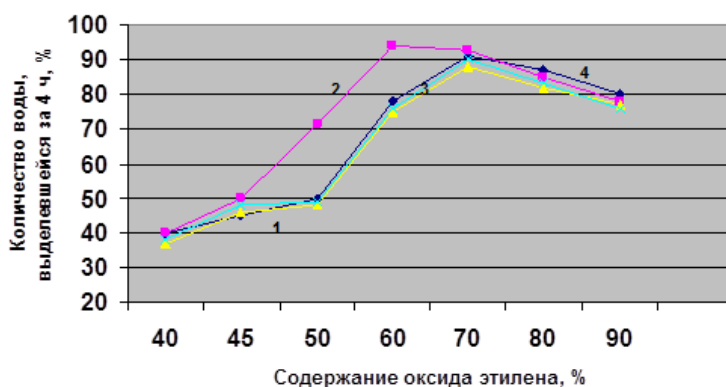
Показатели	Значение параметра			
	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
Плотность, г/см <sup>3</sup> при 20°С	0,95 ± 0,02	0,93 ± 0,02	0,91 ± 0,02	0,90 ± 0,02
Температура застывания, °С	36	37	38	39
Вязкость, мПа * с при 20°С, при -20°С	25 400	38 510	30 412	33 416
Содержание, %: оксиэтильных групп зола	38 0,25	41 0,25	42 0,25	43 0,24
полиэтиленгликолей, не более	3	3	3	3
Биоразложение, %	80	78	76	74
Содержание воды, % при норме расхода деэмульгатора, г/м <sup>3</sup>				
10	3,3	0,6	3,0	2,1
20	2,2	0,5	1,9	1,3
30	0,9	0,4	0,7	0,5
40	0,9	0,3	0,6	0,4
Содержание солей, мг/л % при норме расхода деэмульгатора, г/м <sup>3</sup>				
10	2135	153	2005	1988
20	1670	98	1580	1320
30	750	95	720	700
40	729	90	678	565

Применение любого из вариантов подготовки ЖК обеспечивает получение деэмульгатора, позволяющего получить товарную нефть, но эффективность действия полученных оксиэтилированных производных ЖК различна (таблица 1). Так, использование выделенной из госсиполовой смолы жировой части (низшая степень очистки) позволяет получить при оксиэтилировании продукт, проявляющий свойства деэмульгатора нефти и позволяющий обеспечить получение нефти третьей группы с содержанием воды 0,9% и хлористых солей – 750 г/м<sup>3</sup> при норме расхода 30 г/м<sup>3</sup>.

Дальнейшее повышение количества используемого деэмульгатора не эффективно, т.к. при этом не происходит существенного количественного изменения основных контролируемых показателей. Повышение степени чистоты ЖК вызывает незначительное увеличение эффективности действия деэмульгатора (вариант 3 и 4), а использование варианта 2 – резкое изменение характеристик конечного продукта, которое обеспечивает получение нефти первой группы при норме расхода уже 20 г/м<sup>3</sup> и свидетельствует о влиянии других факторов, связанных с составом исходного сырья. При изменении степени очистки исходного сырья характер и эффективность процесса оксиэтилирования меняются незначительно: увеличение степени очистки позволяет увеличить содержание

оксиэтильных групп от 38 до 43. С учетом технико-экономических показателей процесса подготовки, а именно, затрат на очистку ЖК, а, главное, показателей качества готового продукта-деэмульгатора, как наиболее эффективное и перспективное сырьё для проведения процесса оксиэтилирования нами определено сырье, полученное по варианту 2, т.е. сырые ЖК с содержанием посторонних примесей около 1,2-1,3%, полученные экстракцией из жировой части госсиполовой смолы в роторно-пульсационном аппарате.

Установлено, что содержание оксида этилена в продуктах, полученных на основе разного сырья, и степень очистки исходных ЖК оказывает влияние на деэмульгирующую активность оксиэтилированных производных, причем наблюдается аномальное отклонение в свойствах продукта, полученного на основе сырых ЖК с содержанием посторонних примесей около 1,2-1,3% (рисунок 1). Максимальное значение количества воды, выделившейся из водонефтяных эмульсий, составляет 94% для продукта на основе сырых ЖК при содержании оксида этилена 60%. Остальные варианты сырья обеспечивают отделение воды в количестве 91% при содержании оксида этилена 70%.



Вариант сырья: 1 – 1, 2 – 2, 3 – 3, 4 – 4. Характеристика вариантов: 1. Смесь компонентов госсиполовой смолы. 2. Сырые ЖК с содержанием посторонних примесей около 1,2-1,3%. 3. Дистиллированные ЖК с содержанием посторонних примесей около 0,2-0,3%. 4. Очищенные ЖК с содержанием посторонних примесей около 0,02-0,04%.

**Рис. 1.** Деэмульгирующая активность оксиэтилированных продуктов

Проведенные исследования подтверждают поверхностную активность оксиэтилированных продуктов, наилучшие показатели обеспечивает содержание в них 60- 70% оксида этилена, в зависимости от степени очистки исходного сырья. Показано, что присутствие в сырье госсипола в количестве 0,5-1,0% , что характерно для сырых ЖК, вызывает значительные изменения в структуре полученных продуктов, что влияет на их вязкость, поверхностную активность и деэмульгирующие свойства. На лабораторной установке была наработана опытная партия деэмульгатора в количестве 2350 грамм, ей было присвоено название «Госсильван - 3». В таблице 2 приведены результаты использования деэмульгатора «Госсильван-3» для обезвоживания и обессоливания сырой кумкольской нефти в лабораторных исследованиях.

**Таблица 2. Результаты использования деэмульгатора «Госсильван-3» для обезвоживания и обессоливания сырой кумкольской нефти (лабораторные исследования)**

Нормы расхода деэмульгатора «Госсильван», г/м <sup>3</sup>	Содержание воды в нефти, %	Содержание солей в нефти, мг/л	Содержание нефтепродуктов в воде, мг/л
0	20	3240	1670
5	10	2180	1230
10	6	1340	670
20	2,5	560	360
30	0,5	210	170
40	0,1	150	60
60	0,08	60	50

Таким образом, показана эффективность применения нового сырья - очищенных ЖК госсиполовой смолы - для синтеза неионогенного деэмульгатора методом оксиэтилирования. Результаты производственных испытаний деэмульгатора «Госсильван - 3» показали, что при его использовании содержание остаточной воды в нефти снижается до 0,08-0,5 %, нефти в воде – до 50-170 мг/л, а солей до 60-210 мг/л, т.е. полученное ПАВ «Госсильван - 3» является деэмульгатором, который обеспечивает хорошую степень обессоливания и обезвоживания при нормах расхода 30- 60 г на тонну сырой нефти. Данные исследования проводились благодаря финансированию Комитета науки Министерства образования и науки РК.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Надиров К.С и др. Деэмульгатор для обезвоживания и обессоливания сырой нефти. Инновационный патент (19) KZ (13)A4(11)26788. Бюл. № 4. опубл. 15.04. 2013.
- 2 Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа. - Уфа: Гилем – 2002. - 672с.
- 3 Глушенкова А.И., Назарова И.П. Госсипол, его производные и их использование.- Ташкент: Фам - 1993. - 78 с.
- 4 Шенфельд Н. Поверхностно-активные вещества на основе оксида этилена – М.: Химия, - 1982. – 748 с.
- 5 Патент SU 1803121. Способ получения полиеновых жирных кислот/ Г. С. Авхутская, Н.С. Мотавкина и Т. К. Каленик // приоритет. 04.12.90, опубл. 23.03.93.
- 6 Акжигитов, А. Ш. Реологические свойства нефти месторождения Кумколь/ А.Ш. Акжигитов, Б.У. Уразгалиев // Изд. АН КазССР. - 1989. - № 1. - С. 70-73.

#### REFERENCES

- 1 Nadirov K.S i dr. Deemulgator dlya obezvozhvaniya i obessolivaniya syroy nefiti. Innovatsionnyiy patent (19) KZ (13)A4(11)26788. Byul. № 4. opubl. 15.04. 2013.
- 2 Ahmetov S.A. Tehnologiya glubokoy pererabotki nefiti i gaza. - Ufa: Gilem – 2002. - 672s.
- 3 Glushenkova A.I., Nazarova I.P. Gossipol, ego proizvodnyie i ih ispolzovanie.- Tashkent: Fam - 1993. - 78 s.
- 4 Shenfeld N. Poverhnostno-aktivnyie veschestva na osnove oksida etilena – M.: Himiya, - 1982. – 748 s.
- 5 Patent SU 1803121. Sposob polucheniya polienovyih zhirnyih kislot/ G. S. Avhutskaya, N.S. Motavkina i T. K. Kalenik // prioritet. 04.12.90, opubl. 23.03.93.
- 6 Akzhigitov, A. Sh. Reologicheskie svoystva nefiti mestorozhdeniya Kumkol/ A.Sh. Akzhigitov, B.U. Urazgaliev // Izd. AN KazSSR. - 1989. - № 1. - S. 70-73.

Бимбетова Г.Ж., Надиров К.С., Жантасов М.К., Садырбаева А.С., Досмухамбет М.П., Оразбеков О.С.

**"Госсильван" топтамасындағы деэмульгаторлардың қасиетіне шикізат құрамының әсерін зерттеу Түйіндеме.** Госсиполды шайырдың майлы компоненттер қоспасынан май қышқылын бөлу әдісі өңделді, оларды оксиэтилдеу үрдісінің заңдылықтары зерттеліп, синтезделген деэмульгаторлардың қасиеттеріне шикізат құрамының әсері анықталды.

**Түйін сөздер:** май қышқылдары, госсиполды шайыр, зерттеу, деэмульгатор.

Bimbetova G.Zh., Nadirov K.S., Zhantasov M.K., Sadyrbayeva A.S., Dosmuhambet M.P., Orazbekov O.S.

**Investigation of the influence of raw materials on the properties of emulsion breakers series "Gossilvan"**

**Summary.** Developed a method of separating a mixture of fatty acids from fat components gossipolovoy resin, the regularities of the process of ethoxylation and established the influence of the feed composition on the properties of the synthesized demulsifiers.

**Key words:** fatty acids, gossypol resin, research, demulsifier.

**Ж.Е. Дәрібаев, Н.Г. Дәрібаева, А.Н. Құтжанова, М.К. Жантасов, Б.А. Абдікерімов**  
(М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті,  
Шымкент, Қазақстан Республикасы)

**МҰНАЙ ӨНДІРІСІ ҚАЛДЫҚТАРЫН АГЛОМЕРАЦИЯЛЫҚ ӘДІСПЕН КҮЙДІРУ КЕЗІНДЕ  
АЛЫНҒАН АГЛОПОРИТ ҚИЫРШАҒЫНЫҢ ФИЗИКАЛЫҚ-ТЕХНИКАЛЫҚ  
ҚАСИЕТТЕРІН АНЫҚТАУ**

**Түйіндеме.** Бұл мақалада мұнай өндірістік қалдықтарының агломерациялық күйдіру кезінде алынған аглопорит гравийдің зерттеудің физико-химиялық қасиеттері туралы мәліметтер көрсетілген.

**Кілтті сөздер:** мұнай сінген топырақ, мұнай шламы, құрылыс материалы, аглопорит

Елбасымыздың қазақ еліне деген 2014 жылғы «Қазақстан жолы – 2050: Бір мақсат, Бір мүдде, Бір болашақ» атты Жолдауы, 2012 жылдың желтоқсан айының 14 жұлдызындағы Жолдауының жалғасы іспеттес келеді. Онда Елбасымыз Қазақстанның 2050 жылға дейінгі Стратегиясын анықтап және Қазақстанның қалыптасқан ел екенін, оның саяси бағыты бар екендігін өз халқына дәлелдей отырып, өзінің кезекті Жолдауының мәтінін жариялады. Бұл Жолдаудың негізгі мақсаты – Қазақстанның дамыған 30 мемлекетінің қатарынан көріну. Бұл мақсатқа жету үшін, әрбір бесжылдықта орындалатын жұмыстар туралы, неге көңіл аудару қажеттігі дәйекті түрде келтірілген. Ең басты қазақ халқының денсаулығы, әлеуметтік жағдайы және болашақ тұрмыс барысы осы Жолдауда кеңінен көрсетілген.

Сондай-ақ, Жолдауда ел экономикасын көтерудің жолдары, барлық салада еңбек өнімділігін көтеру шарасы мен әлеуметтік саланы дамытудың басты бағыттары, ғылымның пайдасы мен маңызы турасында айтылып, әсіресе, сапалы бірегей білім беру жүйесіне, ұлттық білім берудің барлық жолдарын жақсартуды, мектепке дейінгі, орта білім беру жүйесіндегі жүйелі істерге, сонымен қатар жоғары оқу мекемелерінің келешегіне тоқталған [1].

Ел Президентінің басты ұстанымы – Қазақстандағы қоршаған ортаны қорғау және табиғат байлықтарын үнемдеу мәселелері болып отыр. Адамзат баласының экологиялық білімі мен тәрбиесінің әлі де кем соғып тұрғандығын, осы мәселеде алдыңғы қатарлы елдер секілді мұндай жағдайларға терең үңіле отырып, табиғи қорларды тиімді пайдалану, оларды қалдықсыз технологиямен кешенді түрде өңдеу, ең бастысы экологиялық білімді дамыту маңызды шешім болып табылатындығын өз Жолдауларында жеткізеді [2, 3].

Дегенмен, қазіргі кезде Үкімет тарапынан қомақты қаржы бөлініп, қоршаған ортаны қорғауға бет бұрғанда экология мәселесіне аса сақ болған жөн. Табиғи ортадағы тірі биоәлемнің қоректік заттарының тазалығы мен сапасы қазір Қазақстандық ғалымдардың басты назарындағы мәселе.

Мәселен, Шымкент қаласындағы «ПетроКазахстанОйлПродактс» ААҚ-ы (бұрынғы «ШНОС» ААҚ-ы) өндірісінен шығарылатын мұнай шламының мөлшері елеулі болып отыр. Қазақстанда мұнай шламының жалпы мөлшері шамамен 30 мың тоннадан астам болса, оның 6 мың тоннасы Шымкент мұнай зауытының үлесіне тиесілі [4]. Ал мұнай шламы басқа өндіріс газдарымен бірге қоршаған ортаны ластаушы көз ретінде жақын маңайда орналасқан аудандардың экологиялық жағдайларын нашарлатып отыр. Зауытқа жақын орналасқан «Жұлдыз» елді-мекеніне көп мөлшерде зиянды қалдықтар құйылып, су айдыны өзін-өзі тазарту мүмкіндігінен айрылды. Мұнда ауыр металдардың, пестицидтердің, фенолдардың мөлшері өсті және өлі сулар пайда болды. Мұнайды сақтау үшін резервуарда түзілген мұнай шламы құрамы және қасиеті бойынша, тазартқыш қондырғылардың мұнайлы шламдарынан өзгешеленеді.

Шлам жинағыштарда мұнайлы шламдарды сақтау кезінде және оларды шламның жаңа бөліктерімен толықтыру кезінде, олардың өздігінен араласуы және тұнуы жүреді. Араласу нәтижесінде, шламның кезекті мөлшерін алу кезінде жүйенің шартты тепе-теңдігі бұзылады. Жүйе біртіндеп бастапқы тепе-теңдігіне жетеді, бірақ тұнбаның сулану дәрежесі артады да, соның салдарынан оның көлемі ұлғаяды. Ұзақ уақыт сақтау және коллоидты жүйелерге тән жүретін физико-химиялық үрдістер нәтижесінде, тұнбаның концентрленуі артады. Мұнай шламдарын сақтау кезінде үш қабат түзіледі: жоғарғысы – мұнай өнімдерінің сумен және механикалық қоспаларымен (5 %-ға дейін) қиын бөлінетін эмульсия, мұнда қабат тереңдеген сайын мұнайлы өнімдердің және

коспалардың мөлшері төмендейді; ортаңғы шені – мұнайлы өнімдер және қалқымалы бөлшектермен ластанған су; төменгісі–70 % мөлшері, мұнай өнімдерімен (5-10 %) және сумен (25 %) сіңірілген қатты фазадан тұратын түбіне жететін тұнба. Мұнайлы өнімдердің мөлшері салыстырмалы түрде тұрақты, ал механикалық қоспалардың мөлшері тереңдеген сайын артады.

Қоршаған ортада жинақталып, негативті әсерін тигізіп жатқан қалдықтарды өңдеп, олардан құрылыс материалын алу тек экологиялық тұрғыдан ғана емес, экономикалық тұрғыдан да тиімді болары сөзсіз. Әсіресе, ел президенті Н.Ә.Назарбаевтың тұрғын үй мәселесі жөніндегі жолдауында өзекті міндеттердің бірі – тұрғын үй мәселесін жеделдете отырып шешу деп атап көрсетілген. Онда қазір тұрғын үй құрылысы бағдарламасын жүзеге асыру басталып, онда өндірістің құрылыс саласын дамыту экономикамызды сүйреуші қуатты күш екендігіне басты назар аударылған [1].

Құрылысты индустрияландыру және тұрғын үй пәтерлерінің өзіндік құнының бағасын арзандату – тұрғын үй мәселесін шешуге ықпалы зор деп есептеуге негіз бар. Тұрғын үй құрылысының өзіндік құнын төмендету үшін, құрылыс материалдарын жасауға кететін шығынды азайту қажеттілігі туындайды. Ал, бұл мәселені шешудің тиімді жолы – пайдалануға ыңғайлы – майдаланған түрде болатын, құны аса арзан өндіріс қалдықтарын шикізат көзі ретінде пайдалану болып табылады. Мұндай бағыт индустриалды құрылысты дамытып, құрылыс пен тұрғын үй салу жұмыстарын жылдамдатады. Себебі өндіріс қалдықтарынан жасалынатын құрылыс материалдарының өзіндік құнының азаюына байланысты, олардан салынатын тұрғын үйлердің де өзіндік құны арзандайды.

Шикізатты түйіршіктерді қабатты күйдіру әдісінің басқа әдістерге қарағанда артықшылығы – күйдірілетін қабаттағы қатты отынның қарқынды түрде жануы жүреді [5]. Сондықтан агломерация әдісімен шикізатты қабатты күйдіру дамып келе жатыр. Бірнеше жылдар бойынша еліміздің ғылыми зерттеу институттары шикізаттың әр түрлерінен аглопорит алу, алынған өнімнің сапасын жақсарту және осы өндірістің негізгі технологиялық параметрлерін жасау жұмыстарын зерттеумен айналысып келеді.

Үздіксіз ізденістердің нәтижесінде табиғи минералды шикізаттармен қатар қатты отынды жағу электростансаларының күлін, домналық шлактарды, құрамында отын болатын байыту қалдықтарын, қорғасын-мырыш кендерін байыту қалдықтарын, сондай-ақ, карбонатталған жыныстарды қолдана отырып, аглопорит алудың әртүрлі әдістері анықталған [6].

Ұсынылып отырған зерттеу жұмысы мұнай сіңген топырақпен оған отын ретінде қосымша қосылып отырған мұнай шламын пайдалана отырып, құрылыс материалы аглопорит алуға негізделді. Жұмыстың бастапқы бөлігінде, салыстырмалы түрде мұнай сіңген топыраққа 5 % көмір және 5 % пластикалық саз және 10% мұнай шламы қосылып күйдірілді [7].

Мұнай сіңген топыраққа жүргізілген тәжірибелік жұмыста қалдықтардың жинақталу қабілеттігі 0,2-0,28 аралығында болатындығын көрсетті, яғни В.М.Витюгин көрсеткен классификацияға сәйкес, олар түйіршік түзеді (түйіршіктеледі).

Осыған орай жинақталу коэффициенті жоғарылату мақсатында қалдықтарды шарлы диірменде 20 минут бойы ұнтақталды. Нәтижесінде жинақталу көрсеткіші 0,35-ке дейін көтеріліп, бұл қалдықтарды тарелкалы грануляторда жинақтауға болатындығын көрсетті.

Мұнаймен ластанған топырақ негізінде көмір қосу арқылы алынған шихтаны зерттеу оның тарелкалы грануляторда түйіршіктелуге болатындығын байқатты.

Күйдірілетін шикізат түйіршіктерінің ірілігін анықтау үшін Шеффе жоспары бойынша тәжірибелерді математикалық жоспарлау әдісі қолданылды (1-кесте).

**1-кесте. Тәжірибені жоспарлау матрицасы мен зерттеулердің нәтижелері**

Жос- парға сәйкес №	Шикізат түйіршік- терінің ірілігі, мм			Күйдірудің вертикальды жылдамдығы, мм/мин	Еңбек өнімділігі, м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> сағ	Еркін тығыздығы, кг/м <sup>3</sup> (фракция, мм)		Сығымдау беріктігі, МПа (фракция, мм)	
	2-5	5-10	10-20			5-10	10-20	5-10	10-20
1	100	0	0	5,333	0,467	670	590	1,13	1,2
2	0	100	0	7,050	0,423	790	700	2,41	2,1
3	0	0	100	6,0	0,240	830	790	2,8	2,4
4	50	50	0	5,581	0,341	800	690	2,1	1,5
5	50	0	50	5,854	0,400	800	790	2,15	1,7
6	0	50	50	6,857	0,428	810	740	1,6	1,9
7	33,3	33,3	33,3	3,0	0,367	800	740	1,9	1,4

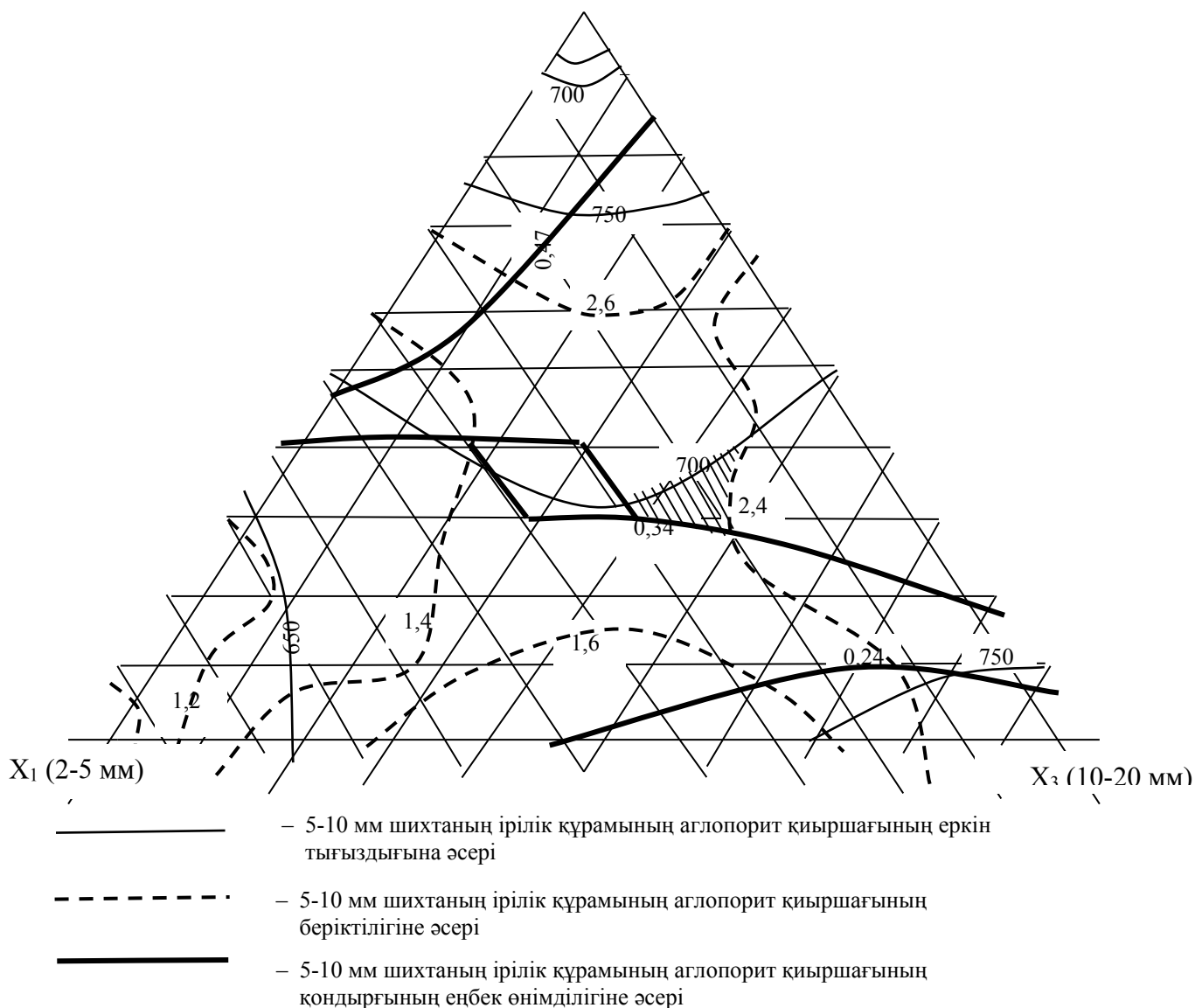
Мұнда келесі компоненттерден тұратын шихта қолданылды (массалық үлес, %): мұнай сіңген топырақ – 80, көмір ұнтағы – 5, пластикалық саз – 5, мұнай шламы - 10. Күйдірілетін шикізат түйіршіктерінің тәуелсіз айнымалылары ретінде келесі өлшемдер алынды, мм:  $X_1 = 2 - 5$ ,  $X_2 = 5 - 10$ ,  $X_3 = 10 - 20$ .

Шихтаның ірілік құрамының күйдіру үрдістерінің көрсеткіштеріне және оның негізінде «құрам-қасиет» диаграммасына әсерін зерттеу жұмыстарының нәтижелерін біріктірілген түрдегі диаграммасы 1-суретте келтірілген.

Ал, әртүрлі құрамда агломерациялық күйдіру нәтижесінде алынған аглопорит қиыршақтарының физика-техникалық сипаттамалары келесі 2-кестеде келтірілген.

1-суретте 5-10 мм шихтаның ірілік құрамдарына байланысты МСТ-қа көмір майдасын қосу арқылы дайындалған түйіршіктерден аглопорит қиыршағын жасау көрсеткіштерінің біріккен диаграммалары бойынша тиімді параметрлерді анықтауға мүмкіндік берді.

$X_2$  (5-10 мм)



**3-сурет.** 5-10 мм шихтаның ірілік құрамдарына байланысты мұнай сіңген топыраққа көмір майдасы мен мұнай шламын қосу арқылы дайындалған түйіршіктерден аглопорит қиыршағын жасау көрсеткіштерінің біріккен диаграммалары



Нәтижесінде физика-техникалық қасиеттері бойынша аглопорит қиыршағының еркін тығыздығы – 700 кг/м<sup>3</sup>; еңбек өнімділігі – 0,34 беріктілігі –2,4 МПа мәндерді көрсетіп, өндірістік тиімді параметрлер анықталды.

2-кесте мәліметтері бойынша агломерациялық қондырғыда әр түрлі құрамда күйдірілген аглопорит қиыршақтарының қуыстылығы жоғары және еркін тығыздығы төмен, беріктілігі бойынша төзімді материал ретінде мұнай сіңген топырақ – 80, көмір ұнтағы – 5, пластикалық саз – 5, мұнай шламы – 10 % қосылып күйдірілген аглопорит қиыршағын алу – жеңіл бетон тотырғышын алуға жарамды екендігін көрсетті.

2-кесте. **Әртүрлі құрамда дайындалып, күйдірілген аглопорит қиыршағының физика-техникалық қасиеттері**

Қасиеттері	Мәндері			
	Құрамына 70% мұнай сіңген топырақ пен 10% мұнай шламы қосылып дайындалған аглопорит қиыршағы	Құрамына 75% мұнай сіңген топырақ пен 10% мұнай шламы қосылып дайындалған аглопорит қиыршағы	Құрамына 78% мұнай сіңген топырақ пен 12% мұнай шламы қосылып дайындалған аглопорит қиыршағы	Құрамына 80% мұнай сіңген топырақ пен 10% мұнай шламы қосылып дайындалған аглопорит қиыршағы
Еркін тығыздығы, кг/м <sup>3</sup>				
фракциясы 5-10 мм	880	820	940	880
фракциясы 10-20 мм	870	710	810	690
Цилиндрде сығымдау беріктілігі, МПа				
фракциясы 5-10 мм	2,1	2,0	1,8	2,1
фракциясы 10-20 мм	1,4	1,6	1,9	1,4
Қуыстылығы, %	42	45	36	42
Су сіңіргіштігі, %				
1 сағ ішінде	20,8	22	19	20,8
48 сағ ішінде	29,5	30,5	25	29,5
Массасы жоғалтуы, %				
күйдіру кезінде	1,6	1,6	1,2	1,2
силикатты ыдырау	1,4	1,7	1,5	1,4
темір ыдырау кезінде	4,6	4,8	3,9	4,6
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ерітіндісінде сынау	3,8	4,0	3,2	3,8
Аязға төзімділігін 15 цикл ішілік сынау	4,1	5,8	3,4	4,1

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1. Назарбаев Н.Ә.«Қазақстан жолы – 2050: Бір мақсат, Бір мүдде, Бір болашақ» атты Жолдауы. Алматы: Білім, 2014. – 54-58 б.
2. Назарбаев Н.Ә. Қазақстан – 2030. Ел президентінің Қазақстан халқына Жолдауы. – Алматы: Білім, 2001. – 58-59 б.
3. Құтжанова А.Н. Мұнай шламы мен күлді агломерациялық өндеу арқылы залалсыздандыру. Техн. ғылымд. канд. Диссертация, Тараз, 2007.
4. М.А.Киреев, Н.К.Надилов. Экологические проблемы нефтедобывающей отрасли Казахстана и пути их решения //Нефть и газ Казахстана. -1998. - №4-С. 3-13.
5. Кутжанова А.Н., Дарибаев Ж.Е., Шевко В.М. Оценка загрязнения окружающей среды промышленными отходами в Кентау-Туркестанском регионе // Региональная экология РАН. – 2005. – №3-4(25)
6. Дәрібаев Ж.Е., Құтжанова А.Н., Шалабаева Г.С., Утепова Д., Масақбаева Қ. Қорғасын кен байыту қалдығын қайта өндеу негізінде құрылыс материалы – аглопорит алу технологиясының экологиялық маңызы. Тараз мемлекеттік педагогикалық институты, «Жас ғалым-2009» атты Халықаралық ғылыми-практикалық конференция – Тараз, 2009.

7. Дәрібаев Ж.Е., Құтжанова А.Н., Шалабаева Г.С. Өндіріс қалдықтарын агломерациялық әдіспен күйдіру кезінде қоршаған ортаның жағдайын жақсарту мәселелері. Тараз мемлекеттік педагогикалық институты, «Білім беруді реформалау: ұлттық басымдылықтар және олардың шешімін табу жолдары» атты Халықаралық ғылыми-практикалық конференция – Тараз, 2008.

#### REFERENCES

1. Nazarbaev N.A. «Kazakstan zholy – 2050: Bir maksat, Bir mudde, Bir bolashak» atty Zholdauy. Almaty: Bilim, 2014. – 54-58 b.
2. Nazarbaev N.A. Kazakstan – 2030. El prezidentinin Kazakstan halkyna Zholdauy. – Almaty: Bilim, 2001. – 58-59 b.
3. Kutzhanova A.N. Munaj shlamy men kuldi aglomeracijalyk ondeu arkyly zalalsyzdandyru. Tehn. gylymd. kand. Dissertacija, Taraz, 2007.
4. M.A.Kireev, N.K.Nadirov. Jekologicheskie problemy nefteobryvayushhej otrasli Kazahstana i puti ih reshenija //Nef't' i gaz Kazahstana. -1998. - №4-S. 3-13.
5. Kutzhanova A.N., Daribaev Zh.E., Shevko V.M. Ocenka zagryaznenija okruzhajushhej sredy promyshlennymi othodami v Kentau-Turkestanskom regione // Regional'naja jekologija RAN. – 2005. – №3-4(25)
6. Daribaev Zh.E., Kutzhanova A.N., Shalabaeva G.S., Utepova D., Masakbaeva K. Korgasyn ken bajytu kaldygyn kajta ondeu negizinde kurylys materialy – agloporit alu tehnologijasynyn jekologijalyk manyzy. Taraz memlekettik pedagogikalыk instituty, «Zhas galym-2009» atty Halykaralyk gylymi-praktikalыk konferencija – Taraz, 2009.
7. Daribaev Zh.E., Kutzhanova A.N., Shalabaeva G.S. Ondiris kaldyktaryn aglomeracijalyk әdispen kujdiru kezinde korshagan ortanyн zhagdajyn zhaksartu maseleleri. Taraz memlekettik pedagogikalыk instituty, «Bilim berudi reformalau: ul'ttyk basymdylyktar zhane olardyn sheshimin tabu zholdary» atty Halykaralyk gylymi-praktikalыk konferencija – Taraz, 2008.

Дарибаев Ж.Е., Дарибаева Н.Г., Кутжанова А.Н., Жантасов М.К., Абдикеримов Б.А.

**Исследование физико-химических свойств аглопоритового гравия, полученных при агломерационном обжиге нефтяных производственных отходов**

**Аннотация.** В этой статье приведены данные исследования физико-химических свойств аглопоритового гравия, полученных при агломерационном обжиге нефтяных производственных отходов.

**Ключевые слова:** нефтешлам, строительный материал, аглопорит

Daribaev J.E., Daribaeva N.G., Kutzhanova A.N., Zhantasov M.K., Abdikerimov B.A.

**Research of physical and chemical properties of agloporithed gravel, received at sintering roasting of the oil industrial waste**

**Summary.** In this article the given researches of physical and chemical properties of agloporithed gravel, received are cited at agglomeration roasting of an oil industrial waste.

**Key words:** oilbitumen breed, oilwaste a building material, agloporit

УДК 622.054

**В.Г. Голубев, К.С. Надиров, В.П. Бондаренко, М.К. Жантасов, Г.Ж. Бимбетова, А.У. Джусенов**  
(Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,  
Шымкент, Республика Казахстан)

#### **КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ГОССИПУРПУРИНА В ПРИГОТОВЛЕНИИ БУРОВОГО РАСТВОРА**

**Аннотация.** В данной статье представлены результаты исследований определения содержания госсипурпурина в приготовлении бурового раствора. Получены исследования ИК-спектра модифицированной госсиполовой смолы. Полученные результаты экспериментов показали хорошие результаты, рекомендуемые их к дальнейшему использованию.

**Ключевые слова:** поверхностно-активные вещества, госсиполовая смола, буровой раствор, исследования.

При получении госсиполовой смолы, являющейся сырьем в технологии получения бурового раствора, то для этого необходимо определение ее составляющих. Так как госсипол и его

производные содержатся в значительном количестве в составе госсиполовой смолы то практический интерес представляют методы количественного определения их в госсиполовой смоле. В данной работе количественное содержание госсипурпурина определялось спектральным и экстракционным методами. В спектре поглощения госсипурпурина наблюдается резко выраженный максимум при 560 – 570 нм [1-2].

Количественное определение госсипурпурина в госсиполовой смоле определяли следующим образом. Вначале проводили экстракцию вещества хлороформом, раствор фильтровали и в мерную колбу емкостью 50 см<sup>3</sup> и снимали спектр в области 450 – 650 нм.

Процентное содержание госсипурпурина в госсиполовой смоле определяли по формуле:

$$X = \frac{50 \cdot D}{256 \cdot p \cdot d}$$

где: D – оптическая плотность хлороформного раствора при 560 нм;

256 – коэффициент поглощения раствора госсипурпурина в хлороформе;

p – масса смолы;

d – толщина кюветы, см.

Для определения влияния функционального состава и наличия карбоксилатных групп в транс-положении на реологические свойства водных модифицированной госсиполовой смолы была исследована зависимость эффективной вязкости от напряжения сдвига (Таблица 1).

**Таблица 1. Исследование физико-коллоидных свойств растворов модифицированной госсиполовой смолы**

Концентрация госсиполовой смолы в составе бурового раствора	Структурная вязкость	Удельная электропроводимость	pH	Оптическая плотность
0,01	0,134	3,9	10,57	0,81
0,03	0,164	7,9	10,65	0,89
0,05	0,180	15,9	10,80	0,91
0,1	0,257	38,3	12,15	1,0
0,3	0,322	111,9	12,95	1,2
0,5	0,390	115,5	13,15	1,2
1,0	0,745	256,7	13,67	1,3
3,0	1,558	729,5	13,95	1,55
5,0	2,376	1315,7	14	2,0

ИК-спектры исходной госсиполовой смолы были сняты на двухлучевом спектрофотометре SPECORD 751R при скорости развертки спектра 164см<sup>-1</sup>/мин, при коэффициенте 0,3 (рисунок 1). Масштаб по оси абсцисс 7,5мм/100см<sup>-1</sup>. Были обнаружены следующие полосы поглощения, принадлежащие к структурным группам. Полосы спектра при 3570см<sup>-1</sup> принадлежат к свободным фенольным группам, которые содержатся в составе молекулы госсипола и его производных. Полосы при 3050см<sup>-1</sup> относятся к группам ≡C–H. Интенсивность полос при 1700см<sup>-1</sup>, по видимому, связана с функциональными группами -C=O, которая содержится в госсиполе (альдегидная группа) и в жирных кислотах (карбоксильные группы). Полосы 1316см<sup>-1</sup> принадлежат – ( - CH<sub>2</sub> - ) и δ ( - CH<sub>3</sub>) ароматическим, 1380см<sup>-1</sup> – ( - CH<sub>3</sub>) алифатическим цепям. Интенсивность полос при 1316см<sup>-1</sup> связана с наличием CH<sub>3</sub>- групп в составе госсипола (изопропиловые группы в положениях 5,5'). Полосы при 1640 - 1600см<sup>-1</sup> принадлежат к ароматическим эфирам и кетонам, которые присутствуют в кубовом остатке дистилляции жирных кислот (госсиполовой смолы) [3].

Полосы поглощения в области 1685 см<sup>-1</sup> свидетельствуют об образовании в макромолекулах -COOH-групп. Это говорит о том, что процесс омыления промежуточных амидных и имидных групп продолжается до появления групп — COOH. Присутствие в продуктах омыления полиакрилонитрила групп -COOH, не связанных с ионами натрия, может быть обусловлено тем, что для осуществления реакции щелочь берется нами не в эквимолярном соотношении с нитрильными группами.

Валентные колебания в области  $900\text{см}^{-1}$ ,  $1300\text{см}^{-1}$ ,  $2660\text{см}^{-1}$  принадлежат ОН-группам, что свидетельствует о взаимодействии молекул соединений, содержащихся в составе госсиполовой смолы, с КО-1.



Рис. 1. ИК-спектры модифицированной госсиполовой смолы

Полосы поглощения с частотой  $2240\text{см}^{-1}$  характерны для нитрильных групп  $-\text{C}=\text{N}$ , что свидетельствует о неполном омылении полиакрилонитрила.

В ИК-спектре модифицированной госсиполовой смолы (МГС) были обнаружены также полосы поглощения при  $940\text{см}^{-1}$ , что соответствует валентным колебаниям атомов водорода, присоединенных к атомам кислорода и водорода, т.е.  $\text{C}-\text{O}-\text{C}$ . Полосы поглощения при частотах  $1120\text{см}^{-1}$ , которые присутствуют в исходном продукте, мы приписываем валентным колебаниям группы атомов  $\text{C}-\text{N}$ . Полосы поглощения при частотах  $1610\text{см}^{-1} - 1695\text{см}^{-1}$ , которые обычно принадлежат колебаниям альдегидной группы госсипола, не были обнаружены нами в целевом продукте. Присутствие полос поглощения при  $3750-3800\text{см}^{-1}$  соответствует, по-видимому, валентным колебаниям свободных  $\text{C}-\text{OH}$  групп, что свидетельствует о наличии гидроксильной группы.

Наличие кислотных и основных функциональных групп в макромолекулах позволяет полученный нами МГС к полиамфолитам. Поскольку ИК-спектроскопическое исследование полиэлектролитов показало, что в макромолекулах присутствуют как кислотные, так и основные группы, значит, существует такое значение  $\text{pH}$ , при котором количества отрицательных и положительных зарядов совпадают и суммарный заряд полиамфолита в этой изоэлектрической точке равен нулю.

При увеличении  $\text{pH}$  среды макромолекула разворачивается, а при уменьшении  $\text{pH}$  сворачивается в клубок. Таким образом,  $\text{pH}$  среды оказывает огромное влияние на конформацию макромолекулы, следовательно, регулируя  $\text{pH}$  среды можно добиться желаемого состояния макромолекулы. Макромолекулы могут принимать различные формы от вытянутой до компактного клубка, включая промежуточные формы. Способность макромолекулы принимать ту или иную форму в зависимости от  $\text{pH}$  среды является отличительной особенностью полиэлектролитов.

Измерение поверхностного натяжения водных растворов МГС позволило обнаружить уменьшение значений поверхностного натяжения  $\alpha$  на границе жидкость-газ с повышением концентрации раствора. По сравнению с низкомолекулярными ПАВ высокомолекулярные ПАВ вызывают незначительное понижение поверхностного натяжения. Это связано с медленным изменением конформации и ориентации макромолекул в поверхностных слоях, а также медленным формированием равновесного адсорбционного слоя.

Выбор бурового раствора для отдельной местности и группы площадей, сходных по геологическим условиям является необходимым условием при разработке технологических регламентов буровых растворов. Выбранные буровые растворы должны быть не только наиболее эффективными в данных условиях, но и должны приготавливаться на основе доступных и дешевых реагентов и материалов [4-5].

При переработке семян и масла масличных культур, в частности, хлопчатника образуются соапстоки, которые подвергаются нейтрализации и затем вакуумной дистилляции с целью получения жирных кислот для производства хозяйственного мыла. Гудрон вакуумной дистилляции жирных кислот, так называемая госсиполовая смола, является ценным сырьем для получения дешевого компонента буровых растворов. С целью оптимизации технологических параметров буровых растворов используются различные виды химических реагентов, применение которых позволяет поднять технико-экономические показатели процесса бурения скважин, а также улучшить технологические свойства самих растворов [6-10].

На основе жирных кислот, а также других производных, содержащихся в составе госсиполовой смолы, нами получены новые ПАВ, которые, как показали экспериментальные исследования, являются эффективной добавкой при составлении рецептуры бурового раствора. Данные исследования проводились благодаря финансированию Комитета науки Министерства образования и науки РК.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Послание Президента Республики Казахстан «Новое десятилетие – Новый экономический подъем – Новые возможности Казахстана» // Казахстанская правда от 30.01.2010.- С. 1-3.
- 2 Исламов Х.М. Регулирование содержания и состава твердой фазы в буровом растворе //Научно-технический журнал «Нефть и газ» - №1, 2008.
- 3 А.А. Кудрин, А.Р. Арсланбеков, С.Г.Соловьев, В.А. Мосин, А.В. Королев, Д.В. Колобов. О роли типа бурового раствора в первичном вскрытии пластов группы БУ 8-9 на Юрхаровском месторождении//Специализированный журнал Бурение & нефть. Москва - Россия, июль-август, 2009.
- 4 Басарыгин Ю.М., Булатов А.И., Проселков Ю.М. Бурение нефтяных и газовых скважин: Учеб. пособие для вузов. - М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2002.- 632 с.
- 5 Абдиров А.А. Прогнозирование поглощений бурового раствора и оценка степени их тяжести//научно-технический журнал «Нефть и газ» - №3 (57) – 2010
- 6 Бабаян Э.В., Громовой Э.А., Шурыгин М.Н. Новая реологидравлическая программа углубления скважин // Неф- хозяйство, №2, 2000. С.23-26.
- 7 Бадковский Н.А., Файман В.П. Борьба с осложнениями при бурении глубоких скважин за рубежом. - М.: ВИЭСМ, 1996,- 76 с.
- 8 Борисенко Л.В. Промывочные жидкости для бурения горизонтальных нефтяных и газовых скважин. Зарубежный опыт. Доклад. Семинар «Горизонтальные скважины». Москва, ГАНГ им. И.М. Губкина, 1998.
- 9 Бурение наклонных и горизонтальных скважин: Справочник/Под ред. А.Г. Калинина. М.: Недра,1997.
- 10 Бухман Ю.А., Липатов В.И., Литвинов А.И. и др. Реодинамика нелинейных вязкопластинчатых сред. – J. Non-Newtonion Fluid Mechanics, 2002, v.10, №3-4, p.215.

#### REFERENCES

- 1 Poslanie Prezidenta Respubliki Kazahstan «Novoe desyatiletie – Novyy ekonomicheskiy pod'em – Novyye vozmozhnosti Kazahstana» // Kazahstanskaya pravda ot 30.01.2010.- S. 1-3.
- 2 Islamov H.M. Regulirovanie soderzhaniya i sostava tverdoy fazyi v burovom rastvore //Nauchno-tehnicheskiy zhurnal «Neft i gaz» - №1, 2008.
- 3 A.A. Kudrin, A.R. Arslanbekov, S.G. Solovev, V.A. Mosin, A.V. Korolev, D.V. Kolobov. O roli tipa burovogo rastvora v pervichnom vskrytii plastov gruppyi BU 8-9 na Yurharovskom mestorozhdenii//Spetsializirovannyiy zhurnal Burenie & nef. Moskva - Rossiya, iyul-avgust, 2009.
- 4 Basaryigin Yu.M., Bulatov A.I., Proselkov Yu.M. Burenie neftyanyih i gazovyih skvazhin: Ucheb. posobie dlya vuzov. - M.: ООО «Nedra-Biznestsentr», 2002.- 632 s.
- 5 Abdirov A.A. Prognozirovanie pogloscheniy burovogo rastvora i otsenka stepeni ih tyazhesti//nauchno-tehnicheskiy zhurnal «Neft i gaz» - №3 (57) – 2010
- 6 Babayan E.V., Gromovoy E.A., Shuryigin M.N. Novaya reologidravlicheskaya programma uglublenniya skvazhin // Nef- hozyaystvo, №2, 2000. S.23-26.
- 7 Badovskiy N.A., Fayman V.P. Borba s oslozhneniyami pri bureнии glubokih skvazhin za rubezhom. - M.: VIESM, 1996,- 76 s.
- 8 Borisenko L.V. Promyivochnyye zhidkosti dlya bureniya gorizontalnyih neftyanyih i gazovyih skvazhin. Zarubezhnyiy opyt. Doklad. Seminar «Gorizontalnyie skvazhiniy». Moskva, GANG im. I.M. Gubkina, 1998.
- 9 Burenie naklonnyih i gorizontalnyih skvazhin: Spravochnik/Pod red. A.G. Kalinina. M.: Nedra,1997.
- 10 Buhman Yu.A., Lipatov V.I., Litvinov A.I. i dr. Reodinamika nelineynyih vyzkoplastinchatyih sred. – J. Non-Newtonion Fluid Mechanics, 2002, v.10, №3-4, r.215.

Голубев В.Г., Надилов К.С., Бондаренко В.П., Жантасов М.К., Бимбетова Г.Ж., Джусенов А.У.

**Бұрғылау ерітінділерін даярлауда госсипурпурин мәнін сандық анықтау**

**Түйіндеме.** Берілген мақалада бұрғылау ерітінділерін даярлауда госсипурпурин мәнін анықтау мақсатындағы зерттеу нәтижелері көрсетілген. Түрлендірілген госсиполды шайырдың ИҚ-спектрлік зерттеуі алынды. Тәжірибеден алынған зерттеу нәтижелері оларды болашақта қолдануға ұсынуға болатын жақсы көрсеткіштер көрсетті.

**Түйін сөздер:** беттік-активті зат, госсиполды шайыр, бұрғылау ерітіндісі, зерттеу.

Golubev V.G., Nadirov K.S., Bondarenko V.P., Zhantasov M.K., Bimbetova G.Zh., Dzhusenov A.U.

**Quantitative determination of gossipurpurin in drilling fluid**

**Summary.** This article presents the results of studies determining the content gossipurpurina in drilling muds. Researches of the IR spectrum of the modified gossypol resin. The obtained experimental results have shown good results, recommending them for further use.

**Key words:** surfactants, gossypol resin, drilling fluid, research.

УДК 621; 669

**Сариев Б.Е., Тагауова Р.З.**

(Казахский национальный технический университет им.К.И.Сатпаева  
Алматы, Республика Казахстан, bsariev@mail.ru)

**АНАЛИЗ СОСТАВА ПЫЛИ В ЛИНИИ НЕПРЕРЫВНОГО ШИРОКОПОЛОСНОГО СТАНА  
1700 АРСЕЛОР-ТЕМИРТАУ**

**Аннотация.** Состав пыли и окалины, выделяемой прокатываемой полосой, изменяется в зависимости от температуры самой полосы, а также от усилий прокатки.

**Ключевые слова:** прокатное производство, окислы железа, гематит, магнетит, вюстит

Технологический процесс прокатки является завершающей стадией металлургического производства. Большая часть выплавляемой стали проходит обработку давлением, в частности прокатку. Прокатное производство характеризуется наличием станов горячей и холодной прокатки. Большинство профилей металла можно получить только из нагретого металла, в связи с чем большое распространение получила горячая прокатка. Значительное место в объеме производимого проката занимает листопрокатное производство.

В процессе горячей прокатки на каждой технологической операции образуется большое количество окалины (следовательно и пыли), которая сбрасывается в подстановый тоннель вместе с водой, а пыль также уносится в воздушное рабочее пространство и осажается на поверхности технологического и вспомогательного оборудования. В пролетах листопрокатных цехов основным источником пылевыведений являются рабочие клетки; пыль образуется от размалывания окалины в очаге деформации при обжатии металла рабочими валками. Наличие пыли в рабочем пространстве является весьма вредным как для организма людей, обслуживающих механизмы, так и для работы самих механизмов [1].

Различный характер окалины и пыли на различных участках непрерывного широкополосного прокатного стана 1700 (НШПС-1700) определяется, очевидно, некоторыми различиями в ее химическом составе и механических свойствах. Что касается химических свойств этих окислов, то вюстит и магнетит считаются растворимыми в кислоте, но растворимость их сравнительно невелика. Гематит рассматривают как нерастворимое соединение. Значение механических свойств окалины, пыли и их компонентов состоит в том, что они определяют в микромасштабе форму и концентрацию трещин, образованных при разрушении окислов. Окалина на металле, образовавшаяся при высокотемпературном длительном окислении, состоит из трех слоев окислов: внутреннего слоя – вюстита, содержащего некоторое количество кубического заэвтектоидного магнетита, среднего слоя – магнетита и наружного слоя – гематита [2,3].

Количество поступивших загрязнений и их состав на различных участках прокатки неодинаково и зависит от назначения той или иной технологической операции. По данным НПО

«Энергосталь», наибольшее поступление окалины, а следовательно и пыли, наблюдается при работе черновых окалиноломателей и черновых клетей с гидросбивами. Минимальное количество окалины поступает от участков охлаждения полосы и моталок [4].

В соответствии с поставленной задачей нами были взяты образцы пыли с подкрановых путей по длине листопрокатного цеха, начиная от зоны методических печей до моталок. Всего было взято шесть проб:

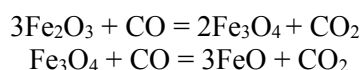
- 1 проба – над зоной методической печи;
- 2 проба – над 4<sup>ой</sup> клетью черновой группы;
- 3 проба – после 5<sup>ой</sup> клетки (переход от черновой клетки к промежуточному рольгангу);
- 4 проба – над 11<sup>ой</sup> клетью;
- 5 проба – над 12<sup>ой</sup> клетью (переход от чистой группы к отводящему рольгангу);
- 6 проба – над зоной моталок.

Затем был проведен качественный рентгенофазовый анализ полученных таким образом образцов пыли. Съемки проводились на рентгеновском дифрактометре ДРОН-3М в излучении Co-K $\alpha$ , сила тока 30 мА, напряжение на рентгеновской трубке 30 кВ. Результаты рентгеновского анализа по оксидам железа приведены в таблице 1.

Таблица 1. **Качественный состав пыли**

№ пробы	Содержание ( по мере убывания)
1(метод. печи)	FeO, Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , $\alpha$ -SiO <sub>2</sub>
2 (4 клеть)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> , FeO
3 (5 клеть)	FeO, Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
4 (11 клеть)	FeO, Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
5 (12 клеть)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> , FeO
6 (моталки)	$\alpha$ -Fe, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>

В зоне методических печей ( $t \approx 1250^\circ\text{C}$ ) газовая атмосфера продуктов горения содержит значительное количество оксидов углерода, т.е. создаются необходимые термодинамические условия для диссоциации оксидов железа. Превращение оксидов железа может быть оценено по графикам  $\Delta G^\circ = f(t)$  зависимостей стандартной энергии Гиббса  $G^\circ$  от температуры для реакций диссоциации оксидов железа. Анализ этих зависимостей показывает, что наименее прочным при этих температурах является Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, затем Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> и FeO соответственно, т.е. возможно прохождение следующих реакций:



Наличие в рентгенограмме  $\alpha$ -SiO<sub>2</sub> показывает, что происходит износ и унос мелких частиц теплоизоляционных материалов методической печи (футеровки) в околочное пространство.

В следующих зонах НШПС-1700 образование окалины и пыли будет связано температурой прокатки, усилиями при прокатке, скоростями прокатки и охлаждения, а также с составом паровоздушной атмосферы, обусловленной наличием паров воды от душирующих установок и продуктов горения от загрязнений различными смазочно-охлаждающими жидкостями. Все эти факторы и будут влиять на характер окисления и восстановления оксидов железа [5-9].

В зоне 4 клетки предполагаются максимальные допустимые относительные обжатия, которые приводят к росту дефектности кристаллических решеток магнетита и вюститита, что, в свою очередь, приводят к неустойчивости решеток FeO и Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> и превращению их в решетку гематита Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Таким образом эта зона характеризуется, как область более устойчивого существования Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и поэтому содержание в пыли гематита должно быть больше остальных окислов [5,6].

В зонах 5 и 11 клетей при температурах от 900 до 1080 $^\circ\text{C}$  по графикам  $\Delta G^\circ = f(t)$  более устойчивым оксидом является вюстит, затем магнетит и наименее прочным оксидом является гематит, что и подтверждается соответствующими рентгенограммами. Гематит при этих температурах образует на полосе очень тонкий слой, имеющий непрерывную корку [6].

В зоне 12 клетей температура прокатки составляет 820-850°C. При этих температурах для восстановления оксидов железа требуется более высокое по сравнению с СО парциальное давление  $H_2$  в газовой фазе. Восстановление оксидов железа протекает в несколько стадий последовательно от высшего оксида до металла [6].

Вследствие высоких скоростей прокатки на 12 клетки реакции восстановления не успевают пройти до конца и поэтому в этой зоне содержание гематита более высокое, чем остальных оксидов.

В зоне моталок в пыли присутствует чистое  $\alpha$ -Fe и  $Fe_2O_3$ . При температурах смотки 600-650°C система должна быть невариантной, так как теоретически в равновесии находятся четыре фазы ( $\alpha$ -Fe,  $Fe_2O_3$ ,  $Fe_3O_4$  и FeO) и поэтому число степеней свободы системы равно нулю. Вследствие того, что упругость диссоциации высшего оксида железа гематита ниже упругостей диссоциации остальных оксидов,  $Fe_3O_4$  и FeO будут окисляться до  $Fe_2O_3$ . В случае же восстановления оксидов гематит восстанавливается до магнетита, а магнетит при этих температурах ( $< 840^\circ K$ ) восстанавливается сразу до железа, минуя стадию восстановления вюстита, что также соответствует диаграмме равновесий оксидов железа с газовой фазой CO - CO<sub>2</sub> и  $H_2 - H_2O$ . На распад магнетита большое влияние оказывает скорость охлаждения рулона. При относительно медленном охлаждении рулонов широкой полосы превращение магнетита происходит наиболее полно. Также вследствие неустойчивого характера вюстита при малой скорости охлаждения внутренний слой окалина, состоящий в основном из вюстита, при температурах ниже 570°C претерпевает следующее превращение:



#### ЛИТЕРАТУРА

1. Б.М.Злобинский. Охрана труда в металлургии. М.: Металлургия, 1975
2. С. Гарбер. О структуре окалина на низкоуглеродистой стальной ленте. М.: Metallurgizdat, 1963, с. 37-54.
3. Ю.В.Коновалов, А.Л.Остапенко. Температурный режим широкополосных станов горячей прокатки. М.: Металлургия, 1974.
4. Г.Н.Красавцев, Ю.И.Ильичев, А.И.Кашуба. Рациональное использование и защита водных ресурсов в черной металлургии. М.: Металлургия, 1989.
5. Г.Г.Улиг, Р.У.Реву. Коррозия и борьба с ней. Ленинград: Химия, Ленинградское отделение, 1989.
6. Н.П.Жук. Курс теории коррозии и защиты металлов. М.: Металлургия, 1976.
7. Теория металлургических процессов, под ред. Д.И.Рыжонкова. М.: Металлургия, 1989.
8. В.И.Коротич, С.Г.Братчиков. Металлургия черных металлов. М.: Металлургия, 1987.
9. Горячая прокатка полос в листопрокатном цехе №1. Технологическая инструкция ТИ-309-ПГ-01-88. Темиртау: 1988.

#### REFERENCES

1. B.M.Zlobinsky. Ohrana truda v metallurgy. M.: Metallurgy, 1975.
2. S. Garber. O srukture okaliny na nizkouglерodistoi stalnoi lente. M.: Metallurgizdat, 1963, page 37-54.
3. Yu. V. Konovalov, A.L.Ostapenko. Temperaturnyi rezhim shirokopolosnyh stanov goraychei prokatki. M.: Metallurgy, 1974.
4. G.N.Krasavtsev, Yu.I.Ilyichev, A.I.Kashuba. Racionalnoe ispolzovanie i zashita vodnyh resursov v chernoі metallurgy. M.: Metallurgy, 1989.
5. G.G.Ulig, R.U.Revi Corrozia i borba s nei. Leningrad: Chemistry, Leningrad otdelenie, 1989.
6. N.P.Zhuk. Kurs teori korrozii b zashity metalov. M.: Metallurgy, 1976.
7. Teory metallurgicheckih processov /pod red. D.I.Ryzhonkova. M.: Metallurgy, 1989.
8. V.I.Korotich, S.G. Bratchikov. Metallurgy chernyh metalov. M.: Metallurgy, 1987.
9. Goryachay prokatka polos v listoprokatnom sehe №1. Technologicheskay instrucsya TI-309-PG-01-88. Temirtau: 1988.

Сариев Б.Е., Тагайова Р.З.

#### **Арселор-Темиртау 1700 үздіксіз кентілкемді стан тізбегіндегі шаң құрамын талдау**

**Түйіндеме.** Мақалада Арселор-Темиртау 1700 үздіксіз кентілкемді станның тізбегіндегі шаңы талданған. Келесі көрсеткіштер зерттелген: пайда болған шаңмен қақтың химиялық құрамы, илемдеу температурасы, илемделген тілкемнің температурасы, суыту жылдамдығы. Осы көрсеткіштерді білу болат тілкемдерді илемдеу режимдерін дәлірек реттеуге мүмкіндік береді.

**Негізгі сөздер:** илемдеу өндірісі, темір тотықтары, гематит, магнетит, вюстит



Сариев Б.Е., Тагауова Р.З.

**Анализ состава пыли в линии непрерывного широкополосного стана 1700 Арселор-Темиртау**

**Резюме.** В статье проведен анализ состава пыли в линии непрерывного широкополосного стана 1700 Арселор-Темиртау. Были изучены такие вопросы как: химический состав образовавшейся пыли и окалины, температура прокатки, температура прокатываемой полосы, скорость охлаждения. Знание таких показателей позволяет более точно регулировать режимы прокатки стальных полос.

**Ключевые слова:** прокатное производство, окислы железа, гематит, магнетит, вюстит

Sariev B.E., Tagauova R.Z.

**The analysis of structure of a dust in the line of a continuous broadband camp 1700 Arselor-Temirtau**

**Summary.** In article the analysis of structure of a dust is carried out to lines of a continuous broadband camp 1700 Arselor-Temirtau. Such questions as were studied: chemical composition of the formed dust and scale, rolling temperature, temperature of a rolled strip, cooling speed. The knowledge of such indicators allows to regulate modes of rolling of steel strips more precisely.

**Key words:** rolling production, iron oxides, hematite, magnetite, vustit

**М.М. Орынбет, К.Б. Оспанбеков**

(Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,  
Алматы, Республика Казахстан, [orynbet.marat@mail.ru](mailto:orynbet.marat@mail.ru))

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ  
ЛЕНТОЧНОГО ПОДШИПНИКА КОНЕЧНОЙ ШИРИНЫ. Сообщение 1.**

**Аннотация.** Статья посвящена построению математической модели напряженно-деформированного состояния ЛП конечной ширины. Используется аналитический подход на основе теории безмоментных оболочек и теории газовой смазки. Проанализированы характерные особенности, основные параметры ЛП. Главная особенность предлагаемого в работе исследования заключается в попытке учесть изменения продольного и поперечного натяжения, вызванного действием на ленту вязкого слоя воздушной смазки со стороны смазочного слоя. А также рассмотрены уравнения процессов взаимодействия, имеющих место в ЛП.

**Ключевые слова:** Ленточный подшипник, газовая смазка, абсолютно гибкая лента, уравнение Рейнольдса, математическая модель ЛП.

**Введение**

Ленточные подшипники (ЛП) привлекли к себе внимание исследователей в последние годы благодаря их широкому использованию (случайно ли или специально ли) в различных отраслях промышленности и техники.

ЛП представляет собой сложную кинематическую пару, состоящих из двух разнородных поверхностей: одна- практически жесткая, а другая – гибкая. Эти поверхности взаимодействуют между собой через тонкий слой газа (жидкости), создаваемый между ними за счет движения одной из двух или, гипотетически, обеих поверхностей. При этом образующийся смазочный слой составляет единицы, в лучшем случае десятки микрометров.

В различных практических случаях ЛП выполняет в основном две роли: первое – когда ЛП выступает в роли направляющего (подающего) ролика, второе- когда ЛП выступает в роли несущей опоры.

По принципу действия ЛП принято разделять на три класса.

1. Самогенерирующие ленточные подшипники (СЛП).
2. ЛП с внешним поддувом.
3. Комбинированные ЛП.

В СЛП смазываемая воздушная пленка образуется за счет высокой скорости двух или одной поверхности, вследствие чего формируется избыточное давление между двумя поверхностями, называемое эффектом самогенерации. В ЛП с внешним поддувом пленка образуется посредством подачи избыточного давления извне, когда скорости поверхностей недостаточны для формирования несущей воздушной пленки. В комбинированных ЛП присутствуют как эффект самогенерации, так эффект внешнего поддува.

В современных объектах машиностроения, текстильной промышленности и приборостроения находят большое применение технические системы, использующие процессы с газодинамической смазкой.

Газовая смазка находит интересные применения в различных типов подшипниках, и в частности в так называемых ленточных подшипниках (ЛП). ЛП, смазываемые воздухом или другим газом, дают современное техническое решение, обладающее значительными преимуществами перед другими техническими решениями. В ЛП, смазываемых воздухом, трение значительно меньше. Температура трения настолько мала, что ею можно пренебречь. Износ ЛП, смазываемых газом, гораздо меньше. Применение внешнего питания газом под давлением значительно расширяет область применения таких подшипников, так как в этом случае они успешно работают как на очень незначительных, так и на больших скоростях и усилиях.

Благодаря перечисленным преимуществам ЛП, несмотря на технические трудности изготовления и относительно малую несущую способность, успешно применяются для транспортировки и направления гибкого магнитного носителя в различных аппаратах точной магнитной или оптической записи и в накопителях информации. Однако это совсем не означает, что применение ЛП ограничено использованием их во входных и выходных механических устройствах электронных систем обработки информации. ЛП часто используются в технологических процессах непрерывного производства и обработки пластической пленки, металлической ленты, бумаги, текстильных материалов и волокон. ЛП используются в качестве самоустанавливающихся опор повышенной устойчивости для высокоскоростных роторов.

Процессы протекающие в ЛП, как правило, описываются системами уравнений в частных производных относительно основных взаимосвязанных параметров, характеризующих состояние ЛП. Такими параметрами являются прежде всего толщина воздушной пленки между гибкой и жесткой поверхностью, избыточное давления, формируемое за счет относительного движения двух поверхностей и натяжения гибкой ленты в зоне их взаимодействия через тонкий слой воздуха. Процессы происходящие в ЛП являются сложными физико-механическими процессами, и обеспечения желаемого состояния ЛП с требуемыми значениями основных параметров в зоне взаимодействия гибкой и жесткой поверхностей не всегда достигается на практике. Так например, при записи информации на гибких носителях качество информации и технические характеристики системы в значительной мере определяются геометрией воздушной пленки т.е. конфигурацией и напряженно-деформированным состоянием ленты. Конкретные числовые значения этих показателей зависят от большого числа факторов и в процессе работы могут выходить из допустимых пределов. Поэтому актуальной является задача более точного расчета параметров ЛП и поддержания их на требуемых уровнях.

Известно, что эффективность функционирования указанных технических систем может быть достигнута за счет непрерывного поиска оптимальных условий протекания процессов на основе оперативной обработки информации об их состоянии, а также оптимальной стратегии управления процессами в реальном масштабе времени. Для чего требуется построение математических моделей и алгоритмов оптимального управления протекающими в них процессами. Эффективное управления такими сложными техническими системами возможно только в том случае, когда основные присущие им закономерности, связи между входными и выходными параметрами процесса, протекающих в ЛП, изучены и представлены в виде математических моделей, отражающих динамические характеристики процесса. Модели являются основой для создания алгоритма управления, т.е. формализации принятия решения по целенаправленному формированию характеристик ЛП и показателей качества его функционирования. А алгоритм управления является единственным средством, обеспечивающим непрерывный поиск оптимального режима работы ЛП.

В этой связи весьма актуальной при автоматизации управления процессами, протекающими в ЛП, представляется проблема создания более адекватных математических моделей и алгоритмов оптимального управления конфигурацией ленты или создание максимального несущего слоя.

Решения указанных проблем возможно на основе аппарата математической физики и теории оптимального управления процессами с распределенными параметрами. Математические аспекты этой проблемы были разработаны в трудах А.Г.Бутковского [3,4], Т.К.Сиразетдинова [13], А.И.Егорова [6,7], К.А. Лурье [11], Ж.Л. Лионса [9] и других исследователей.

### Постановка задачи

В настоящее время имеются хорошо развитые и даже почти завершённые теории ряда отдельных процессов различного рода: газовой смазки, упругих тонких оболочек, тепло-массопереноса, электромагнетизма и ряда других. Однако развитие науки техники с необходимостью требует рассмотрение все более сложных комплексных процессов, причем каждый из входящих из них процессов может иметь свою, отличную от других, физическую природу. Можно привести множество примеров такого рода сложных технических систем из различных отраслей науки и техники. Одним из замечательных примеров такой сложной взаимосвязанной системой является ЛП.

Для построения математической модели напряженно-деформированного состояния ЛП конечной ширины используется аналитический подход на основе теории безмоментных оболочек (мягких оболочек) и теории газовой смазки. Схема исследуемого ЛП и направление координатных осей показаны на рис.1, где  $R_0$  – радиус вращающегося барабана,  $h(\varphi)$  – толщина несущего воздушного слоя в зоне активного контакта,  $T(\varphi)$  – натяжение ленты в зоне активного контакта,  $P(\varphi)$  – избыточное давление в зоне активного контакта,  $\varphi$  – текущая угловая координата,  $\omega$  – угловая скорость вращения барабана,  $V_1$  – линейная скорость вращения барабана,  $V_2$  – линейная скорость движения ленты,  $T_0$  – натяжение ленты на входе,  $T_x$  – натяжение ленты на выходе,  $B$  – ширина ленты. Основные параметры ЛП в зоне активного контакта будем обозначать  $T$  – натяжение ленты,  $P$  – избыточное давление и  $h$  – толщина несущего воздушного слоя. Построение ведется при следующих допущениях:

1. Условия контакта рассматриваются в стационарном режиме;
2. Лента считается абсолютно гибкой;
3. В качестве смазки используется воздух при условии не сжимаемости с постоянной динамической вязкостью ( $\mu = \text{const}$ ), процесс считается изотермическим;
4. Натяжение ленты в зоне активного контакта пространственно неравномерно.

Это достаточно естественные допущения при имеющихся место параметрах относительного движения поверхностей и их конструктивных формах. Главная особенность предлагаемого в работе исследования заключается в попытке учесть изменения продольного и поперечного натяжения, вызванного действием на ленту вязкого слоя воздушной смазки со стороны смазочного слоя, чтобы достичь более глубокого понимания существа вопроса и подготовить его для использования имеющихся и разработки новых методов анализа более сложных моделей, которые возникают на практике. В работах [1,2] уже учитывалось вязкое взаимодействие между смазочным слоем и лентой, однако рассмотрение этой проблемы оказалось неполным. В частности, нормальное напряжение в направлении поперек ленты и влияние поперечных касательных напряжений сдвига на деформацию ленты не учитывалось.

### Построение математической модели ленточного подшипника конечной ширины.

С учетом выше указанных особенностей постановки задачи рассмотрим уравнения процессов взаимодействия, имеющих место в ЛП. Уравнение распределения давления (уравнение Рейнольдса) для несущего воздушного слоя [8] в цилиндрических координатах имеет следующий вид:

$$\left(\frac{1}{R_0^2}\right) \frac{\partial}{\partial \varphi} \left( h^3 \frac{\partial P}{\partial \varphi} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( h^3 \frac{\partial P}{\partial z} \right) = \left(\frac{\mu \omega}{R_0}\right) \frac{\partial h}{\partial \varphi} \quad (1)$$

где  $\mu$  – динамическая вязкость воздуха,  $X = R_0 \varphi, u = V_1 + V_2$ .

Дифференциальное уравнение равновесия напряженно-деформированного состояния круговой цилиндрической оболочки для абсолютно гибкой ленты [5], соответствующей схеме на рис.1 имеет следующий вид:

$$\frac{\partial}{\partial z} (RT_x) - \frac{\partial R}{\partial z} T_x + \frac{\partial T_{xz}}{\partial \varphi} + RP_x = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial T_x}{\partial \varphi} + \frac{\partial}{\partial z} (RT_{xz}) + \frac{\partial R}{\partial z} T_{xz} + RP_z = 0 \quad (3)$$

$$T_x + RP_y = 0 \quad (4)$$

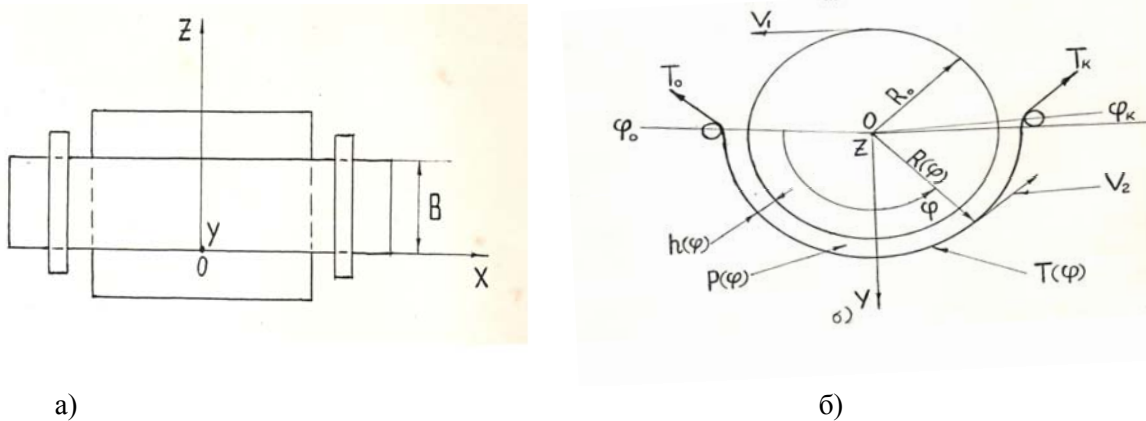


Рис.1. Схема исследуемого ЛП  
а) вид с боку со стороны ленты, б) вид сверху

где  $P_x, P_y, P_z$  - составляющие внешней нагрузки со стороны воздушной смазки, действующие на ленту (оболочку) с размерностями давления, соответственно вдоль координатных осей  $x, y, z$ ;  $T_x, T_z$  - внутренние погонные нормальные усилия в ленте, направленные вдоль координатных осей соответственно  $x$  и  $z$ ;  $T_{xz}$  - сдвиговая составляющая внутренних погонных усилий;  $R = R_0 + h$  - радиус ЛП.

Для определения составляющих внешней нагрузки  $P_x, P_y, P_z$  рассмотрим бесконечно малый элемент напряженно-деформированной поверхности ленты вместе с воздушным смазочным слоем (рис.2) где  $\delta\varphi$  - бесконечно малый угол, вырезающий на ЛП бесконечно малый элемент,  $T$  и  $(T + \delta T)$  - натяжение ленты, приложенные к элементу гибкой ленты в начале и в конце,  $P$  и  $(P + \delta P)$  - избыточное давление, приложенное к элементу гибкой ленты в начале и в конце со стороны воздушного слоя,  $h$  и  $(h + \delta h)$  - толщина воздушного слоя в начале и в конце элемента,  $\varphi$  и  $(\varphi + \delta\varphi)$  - бесконечно малый угол, образующийся при напряженно-деформированном состоянии элемента гибкой ленты соответственно в начале и в конце,  $\tau$  - напряжение сдвига, приложенное к элементу гибкой ленты со стороны воздушного слоя.

Уравнение равновесия ленты в проекции на нормаль в соответствии со схемой на рис.2а запишется в следующем образом:

$$RP_0 \delta\varphi - \Psi T_x + (T_x + \delta T_x) [\Psi + (\delta\Psi - \delta\varphi)] + (P + \delta P) (h + \delta h) \delta\varphi = 0 \quad (5)$$

После преобразований, пренебрегая дифференциалами высших порядков, получим:

$$PR_0 + Ph + \delta T_x \Psi + T_x \frac{\delta\Psi}{\delta\varphi} - T_x = 0 \quad (6)$$

где  $\Psi = \frac{\delta h}{R_0 \delta\varphi}$  или

$$P(R_0 + h) + \left(\frac{1}{R_0}\right) \frac{\partial}{\partial\varphi} (T_x \frac{\delta h}{\delta\varphi}) - T_x = 0 \quad (7)$$

Уравнение равновесия ленты в проекции на касательную к ленте  $\varphi$  с учетом касательных сил со стороны воздушной пленки соответствующей схеме 2а будет:

$$-T_x + T_x + \delta T_x + Ph - (P + \delta P) (h + \delta h) + \tau R_0 \delta\varphi = 0 \quad (8)$$

После преобразований, и пренебрегая дифференциалами высших порядков получим:

$$\frac{\partial T_x}{\partial \varphi} - \frac{\partial (Ph)}{\partial \varphi} + \tau R_0 = 0 \quad (9)$$

где  $\tau = \mu \frac{V_1 - V_2}{h}$

Обозначим  $V = V_1 - V_2$  и  $\tau = \mu \frac{V}{h}$ , тогда (9) запишется

$$\frac{\partial T_x}{\partial \varphi} - \frac{\partial (Ph)}{\partial \varphi} + \mu \frac{V}{h} = 0 \quad (10)$$

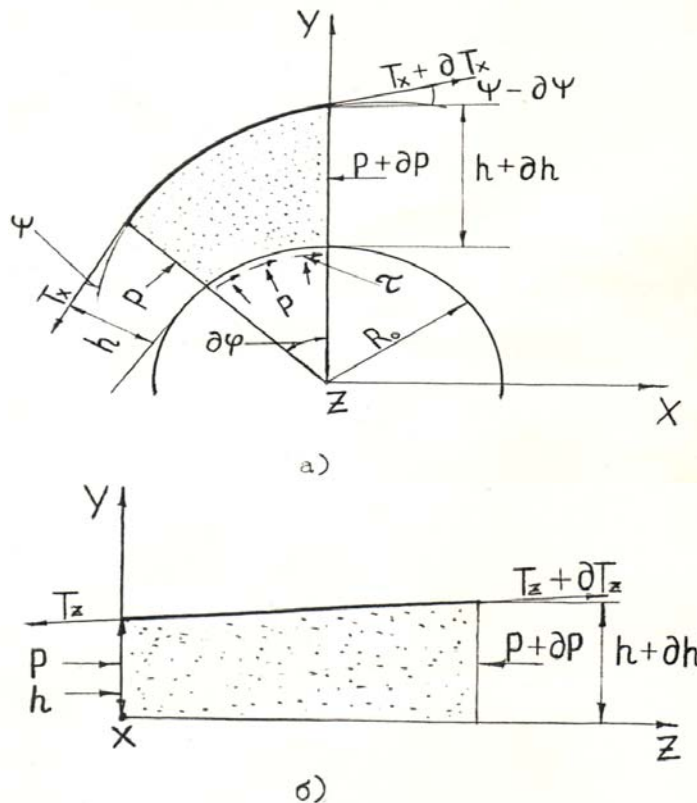


Рис. 2. Схема сил, приложенных к элементу гибкой ленты, вырезаемой вместе с элементом воздушного слоя а) вдоль координатной оси  $X = R_0 \varphi$ , б) вдоль координатной оси  $Z$

Уравнение равновесия ленты в проекции на образующую цилиндрической поверхности в соответствии со схемой 2б запишется

$$-T_x + T_x + \partial T_x + Ph - (P + \partial h)(h + \partial h) = 0 \quad (11)$$

После преобразования, и пренебрегая дифференциалами высших порядков получим:

$$\frac{\partial T_x}{\partial \varphi} - \frac{\partial (Ph)}{\partial \varphi} = 0 \quad (12)$$

С учетом (7), (10), (12) дифференциальные уравнения (2), (3), (4) примут следующий вид:

$$\frac{\partial}{\partial z} (RT_x) - \frac{\partial R}{\partial z} T_x + \frac{\partial T_{xz}}{\partial \varphi} + R_0 \frac{\partial (Ph)}{\partial z} = 0 \quad (13)$$

$$\frac{\partial T_x}{\partial \varphi} - \frac{\partial}{\partial z} (RT_{xz}) + \frac{\partial R}{\partial z} T_{xz} - \frac{\partial (Ph)}{\partial \varphi} + \mu R_0 \frac{V}{h} = 0 \quad (14)$$

$$P(R_0 + h) + \left(\frac{1}{R_0}\right) \frac{\partial}{\partial \varphi} \left(T_x \frac{\partial h}{\partial \varphi}\right) - T_x = 0 \quad (15)$$

Уравнение Рейнольдса (1) и дифференциальная система уравнений напряженно-деформированного состояния ленты (13) – (15) образуют математическую модель в усилиях ЛП.

Полученная систем дифференциальных уравнений является неопределенной, что вызывает повышенные трудности при ее решении. Для получения определенной системы перейдем к разработке математической модели в перемещениях.

Запишем закон состояния (закон Гука), связывающий усилия  $T_x, T_z, T_{xz}$  с деформациями  $\epsilon_x, \epsilon_z, \gamma_{xz}$  [5]:

$$T_z = \frac{2EH}{1-\gamma^2} (\epsilon_z + \gamma\epsilon_x) \quad (16)$$

$$T_x = \frac{2EH}{1-\gamma^2} (\epsilon_x + \gamma\epsilon_z) \quad (17)$$

$$T_{xz} = \frac{EH}{1+\gamma} \gamma_{xz} \quad (18)$$

где  $E$  – модуль упругости (Юнга),  $\gamma$  – коэффициент Пуассона материала,  $H$  – толщина ленты,  $\epsilon_x, \epsilon_z$  – нормальные составляющие линейной деформации вдоль координатных осей соответственно  $x$  и  $z$ ,  $\gamma_{xz}$  – сдвиговая составляющая линейной деформации. Введем следующие обозначения:

$$\alpha = \frac{2EH}{1-\gamma^2}, \quad \beta = \frac{EH}{1-\gamma}$$

Поставляя вместо  $T_x, T_z, T_{xz}$  из выражения (16) – (18) в (13) – (15) и сделав соответствующие математические преобразования, получим математическую модель ЛП в деформациях.

$$\alpha(1-\gamma)\epsilon_z \frac{\partial h}{\partial z} + \alpha(\gamma-1)\epsilon_x \frac{\partial h}{\partial z} + \alpha R \frac{\partial \epsilon_z}{\partial z} + \alpha \gamma R \frac{\partial \epsilon_x}{\partial z} + \beta \frac{\partial \gamma_{xz}}{\partial \varphi} - R \frac{\partial(\rho h)}{\partial z} = 0 \quad (19)$$

$$\alpha \frac{\partial \epsilon_x}{\partial \varphi} + \alpha \gamma \frac{\partial \epsilon_z}{\partial \varphi} + 2\beta \gamma_{xz} \frac{\partial h}{\partial z} + \beta R \frac{\partial \gamma_{xz}}{\partial z} - \frac{\partial(\rho h)}{\partial \varphi} + \mu R_0 \frac{v}{h} = 0 \quad (20)$$

$$PR + \alpha \frac{\partial h \partial \epsilon_z}{\partial \varphi^2} + \alpha \epsilon_x \frac{\partial^2 h}{\partial \varphi^2} + \alpha \gamma \frac{\partial h \partial \epsilon_x}{R_0 \partial \varphi^2} + \alpha \gamma \epsilon_z \frac{\partial^2 h}{R_0 \partial \varphi^2} - \alpha \epsilon_x - \alpha \gamma \epsilon_z = 0 \quad (21)$$

Деформация определяется полем перемещений соотношений Коши. Используя эти соотношения получим математическую модель в перемещениях для ЛП конечной ширины. Для круговой цилиндрической оболочки эти соотношения примут следующий вид:

$$\epsilon_z = \frac{\partial u_z}{\partial z} \quad (22)$$

$$\epsilon_x = \frac{\partial u_x}{R \partial \varphi} + \frac{u_z \partial h}{R \partial z} + \frac{h}{R} \quad (23)$$

$$\gamma_{xz} = \frac{\partial u_z}{R \partial \varphi} + \frac{\partial u_x}{\partial z} - \frac{u_z \partial h}{R \partial z} \quad (24)$$

где  $U_z, U_x, h$  – составляющие перемещения точки срединной поверхности по координатным осям  $z, x, y$  соответственно.

Подставляя  $\epsilon_x, \epsilon_z$  и  $\gamma_{xz}$  из выражения (22) – (24) в (19) – (21) получим математическую модель в перемещениях:

$$\alpha(1-\gamma) \frac{\partial u_z \partial h}{\partial z^2} + \frac{\alpha(\gamma-1)}{R} \left( \frac{\partial h \partial u_x}{\partial z \partial \varphi} + u_z \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} + h \frac{\partial h}{\partial z} \right) + \alpha R \frac{\partial^2 u_z}{\partial z^2} + \alpha \gamma \left[ \frac{\partial^2 u_x}{\partial z^2} + \frac{\partial}{\partial \varphi} \left( u_z \frac{\partial h}{\partial z} \right) \right] + \frac{\beta}{R} \left[ \frac{\partial^2 u_z}{\partial \varphi^2} - \frac{\partial}{\partial \varphi} \left( R \frac{\partial u_z}{\partial \varphi} \right) - \frac{\partial}{\partial \varphi} \left( u_x \frac{\partial h}{\partial z} \right) \right] - R \frac{\partial(\rho h)}{\partial z} = 0 \quad (25)$$

$$\frac{\alpha}{R} \left[ \frac{\partial^2 u_x}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial}{\partial \varphi} \left( u_z \frac{\partial h}{\partial z} \right) + \frac{\partial h}{\partial \varphi} \right] + \alpha \gamma \left[ \frac{\partial^2 u_z}{\partial z \partial \varphi} + \frac{2\beta}{R} \left( \frac{\partial u_z \partial h}{\partial z \partial \varphi} + R \frac{\partial u_z \partial h}{\partial z^2} - u_x \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} \right) + \beta \left[ \frac{\partial^2 u_z}{\partial z \partial \varphi} + \frac{\partial}{\partial z} \left( R \frac{\partial u_z}{\partial z} \right) - \frac{\partial}{\partial z} \left( u_x \frac{\partial h}{\partial z} \right) \right] - \frac{\partial(\rho h)}{\partial \varphi} + \mu R_0 \frac{v}{h} = 0 \quad (26)$$



$$PR + \frac{\alpha}{R^2} \left( \frac{\partial h \partial^2 u_z}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2 h \partial u_z}{\partial z \partial \varphi^2} + u_z \frac{\partial^2 h}{\partial z \partial \varphi^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial \varphi^2} \right) + \frac{\alpha}{R^2} \left( \frac{\partial u_z \partial^2 h}{\partial \varphi^2} + u_z \frac{\partial^2 h}{\partial z \partial \varphi^2} + h \frac{\partial^2 h}{\partial \varphi^2} \right) + \left( \frac{\alpha \gamma}{R} \right) \frac{\partial}{\partial \varphi} \left( \frac{\partial h \partial u_z}{\partial z \partial \varphi} \right) - \frac{\alpha}{R} \left( \frac{\partial u_z}{\partial \varphi} + u_z \frac{\partial h}{\partial \varphi} + h \right) - \alpha \gamma \frac{\partial u_z}{\partial z} = 0 \quad (27)$$

Система дифференциальных уравнений включающая в себя (1), (25) – (27) описывает напряженно-деформированное состояние в перемещениях ЛП конечной ширины. Данная система замкнута и связана с помощью четырех зависимых переменных: избыточного давления  $P(\varphi, z)$ ; толщины воздушной пленки  $h(\varphi, z)$ ; перемещения точки срединной поверхности вдоль образующей  $U_z(\varphi, z)$  и перемещением точки срединной поверхности по касательной  $U_x(\varphi, z)$ . Независимыми переменными служат:  $\varphi$  – угловая координата, ограниченная длиной зоны активного контакта,  $z$  – координата вдоль образующей цилиндрической поверхности.

**Заключение.** Выведены необходимые и достаточные условия для построения математической модели напряженно-деформированного состояния ЛП конечной и бесконечной ширины. Рассмотрены все основные параметры и допущения ЛП, уравнения процессов взаимодействия, имеющих место в ЛП. Разработана математическая модели ЛП в перемещениях и в деформациях ЛП конечной ширины.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Барлоу. Ленточная газовая опора с внешним поддувом: Пер. с англ. // Теоретические основы инженерных расчетов.-1965.-№4.-С.151-159
2. Барлоу. Ленточные подшипники бесконечной ширины с газовой смазкой: Пер. сангл. // Теоретические основы инженерных расчетов.-1967.-№4.-С.266-280
3. Бутковский А.Г. Теория оптимального управления системами с распределенными параметрами.- М Наука, 1965. – 476с.
4. Бутковский А.Г. Методы управления системами с распределенными параметрами.- М Наука, 1975. – 568с.
5. Гольденвейзер А.А. Теория упругих тонких оболочек. - М. : Наука, 1976. – 512с
6. Егоров А.И. Об оптимальном управлении процессами в распределенных объектах. // Прикладная математика и механика. – 1963- Т. 27, № 4. – С.17-25
7. Егоров А.И. Об оптимальном управлении процессами в некоторых системах с распределенными параметрами. // Автоматика и телемеханика. – 1964- Т. 25, № 5. – С.85-91.
8. Константинову В.Н. Газовая смазка. – М.: Машиностроение, 1968,- 709с.
9. Лионс Ж.-Л. Оптимальное управление системами, описываемыми уравнениями с частными производными.- М: Мир, 1972.- 416с.
10. Лихт. Экспериментальное исследование упругогидродинамической смазки ленточных подшипников Часть 1. Смещение в центральной зоне: Пер. сангл. // Проблемы трения и смазки.-1968.-№3.-С.252-291
11. Лурье К.А. Оптимальное управление в задачах математической физики. – М.: наука, 1975. – 470с.
12. Сиразитдинов Т.К. Оптимизация систем с распределенными параметрами.- М. : Наука, 1987. – 480с.
13. Мэй . Исследование самогенерирующихся ленточных подшипников: Пер. с англ. // Теоретические основы инженерных расчетов. – 1965. – с. 23-42.
14. Шейнберг С.А., Жедр В.Н., Шипиев М.Д. Опоры скольжения с газовой смазкой. – М.: Машиностроение, 1969. – 336с.
15. Эшел. Динамический анализ поведения трехточечной опоры ротора в гидродинамического ленточного подшипника: Пер. с англ. // Проблемы трения и смазки. – 1979. - №1. – с. 90-93.
16. Эшел, Эррод. Теория самогенерирующихся ленточных подшипников бесконечной длины с абсолютно гибкой лентой: Пер. с англ. // Теоретические основы инженерных расчетов. – 1965. -№4.- с 16-17.

#### REFERENCES

1. Lurye K.A. Optimum control in problems of mathematical physics. – М.: science, 1975. – 470с.
2. Malakhov N. A. Filimov N. B., Orynbetov M. M. a problem of boundary management of a tape configuration in tape bearings//Control, management and automation in modern production: Collection докл. And messages. . All-Union N – т. конф. young scientists and experts with the international participation. – Minsk, 1990. – s88-91.
3. Mai. Research of being self-generated tape bearings: The lane with English//Theoretical bases of engineering calculations. – 1965. – page 23-42.
4. Sheynberg S. A. Zhedr V. N., Shipyev M. D. of the Sliding support with gas greasing. – М.: Mechanical engineering, 1969. – 336с.

5. Eshel. The dynamic analysis of behavior of a three-point support of a rotor in hydrodynamic tape bearing: The lane with English//friction and greasing Problems. – 1979 . - No. 1. – page 90-93.

6. Eshel, Elrod. The theory of being self-generated tape bearings of infinite length with absolutely flexible tape: The lane with English//Theoretical bases of engineering calculations. – 1965 . -№4. - from 16-17.

7. Lazovic T.: Influence of internal radial clearance of rolling bearing on load distribution between rolling elements, Journal of Mechanical Engineering Design, Vol.4, No. 1, pp. 25-32, 2001.

8. Lazovic T., Mitrovic, R. and Ristivojevic, M.: Load distribution between rolling elements of ball and roller bearings, in: *Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Conference “Research and Development in Mechanical Industry – RaDMI 2004”*, 19-23.09.2003, Herceg Novi, Montenegro, pp. 1807-1810.

9. Lazovic T.: *Investigation of Rolling Bearing Abrasive Wear*, PhD thesis, Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade, Belgrade, 2007 (in Serbian).

Орынбет М.М., Толебаева Г.Д.

#### **Шиеленісті-деформация күйіндегі ТП ақырғы енінің математикалық моделі**

**Түйіндеме.** Таспа подшипнигі өндірістік машиналарда кеңінен қолданылады. Мақалада шиеленісті-деформация күйіндегі ТП ақырғы енінің математикалық моделінің құрастыру міндеті қойылған. Бұл міндеттің мақсаты таспалық подшипниктің жоғарғы өндірімділікті қамтамасыз етуде мүмкіндіктерін кеңейту, подшипниктің кең диапазонды орнықтылығын жоғарғы тұрақтылықта қолдануды қамтамасыз ету. ТП ерекшеліктері, негізгі параметрлері зерттелді. Зерттеудің ең басты өзгешілігі майланатын қабат жағынан ауа майлағышының тұтқырлы қабатының таспаға ықпал етуінен пайда болған бойлық және көлденең керілістің өзгерісі ескеру болып табылады.

**Негізгі сөздер:** таспалық подшипник, газдық майлық, абсолютті икемді таспа, Рейнольдс теңдігі, ТП математикалық моделі.

Орынбет М.М., Оспанбеков К.Б.

#### **Математическая модель напряженно-деформированного состояния ЛП конечной ширины**

**Резюме.** Ленточный подшипник широко используется в промышленных машинах. В статье ставится задача построить математическую модель напряженно-деформированного состояния ЛП конечной ширины. Целью этой задачи является улучшение несущей способности ленточного подшипника при обеспечении высокой производительности, обеспечению широкого диапазона устойчивости подшипника для использования с более высокой стабильностью. Были изучены особенности, основные параметры ЛП. Главная особенность исследования заключается в попытке учесть изменения продольного и поперечного натяжения, вызванного действием на ленту вязкого слоя воздушной смазки со стороны смазочного слоя.

**Ключевые слова:** ленточный подшипник, газовая смазка, абсолютно гибкая лента, уравнение Рейнольдса, математическая модель ЛП.

Orynbet M.M., Ospanbekov K.B.

#### **A mathematical model of stress-strain State of TB ultimate width.**

**Summary.** Tape bearings are widely used in industrial machines. In the article, put the task to build the mathematical model of stress-strain State of TB ultimate width. The goal of this task is to improve the bearing capacity of a tape bearing while ensuring high performance, a wide range of sustainability of the bearing for use with higher stability. Been studied peculiarities, main parameters of LP. The main feature of the study is to try to accommodate changes in the longitudinal and transverse tension caused by the action of the air lubricant layer viscous belt of lubricating layer.

**Key words:** tape bearing, gas lubrication, absolutely flexible tape, Reynolds equation, a mathematical model of the TB.



УДК 624.042.7+699.841

**Ж.Б. Байнатов, Г.Б. Мурзалина, А.Е. Донаев**  
(Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева,  
Алматы, Республика Казахстан, gulshat\_mb@mail.ru)

## СЕЙСМОБЕЗОПАСНОСТЬ ЗДАНИЙ В ПРЕДЕЛЬНОМ СОСТОЯНИИ С УЧЕТОМ ФАКТОРА РИСКА

**Аннотация.** Задачи предельного равновесия решены кинематическим способом при этом рассмотрены реальные схемы разрушения рамы. Приведен анализ схемы разрушения рамы и установлена зависимость между несущей способностью и изгибающим моментом при различных степенях риска.

**Ключевые слова:** сейсмика, расчетная схема, случайные функции, виртуальная работа, закон распределения, предельное равновесие, пластические шарниры, механизм разрушения, несущая способность, теория риска

Срок эксплуатации здания оказывает существенное влияние на величину риска, принимаемого в расчетах. Когда внешние силы носят случайный характер и зависят от стихийных явлений, например землетрясений, то период их повторяемости должен учитываться при определении ожидаемой интенсивности внешних сил, вводимой в расчет при проектировании антисейсмических мероприятий. При большом периоде повторяемости землетрясений риск можно повысить и тем самым снизить расходы на антисейсмические мероприятия. Для зданий, рассчитанных на длительный срок эксплуатации, допустимый риск должен быть минимальным.

У нас в Республике и за рубежом предполагают, что на частые, но слабые землетрясения сооружения рассчитывают в упругой стадии. На сильные, но весьма редкие землетрясения, сооружения рассчитываются на реальные или синтезированные сейсмограммы прошедших землетрясений считается, что здесь основную роль играют резервы несущей способности сооружений, обусловленные работой конструкций за пределами упругости, пространственной работой, разрушения второстепенных элементов, совместной работой сооружения и основания, образования сильных фрикционных связей и т.д. Вообще сооружения считаются сейсмостойким, если в результате землетрясения не было человеческих жертв и удалось сохранить материальные и духовные ценности, даже если сооружения после землетрясения придется капитально ремонтировать или полностью разобрать.

На стадии проектирования осуществляется регулирование схемы работы сооружения, предельно допустимых величин усилий и перемещений (деформаций) элементов, т.е. как раз тех параметров, которые определяют регламентируемое нормами расчетное состояние [3,9].

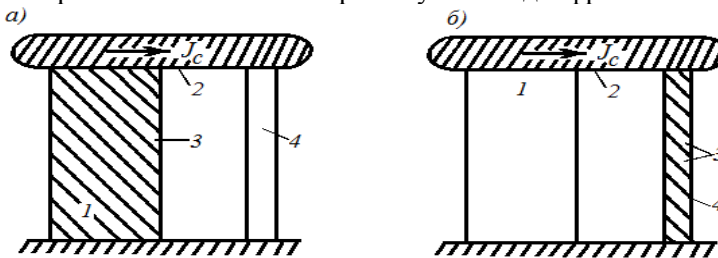
В зданиях традиционных решений регулирования, прежде всего, недопущение выхода из строя (отказа) элементов, которые обеспечивают общую прочность и устойчивость здания, даже в том случае, когда несущая и деформационная способность других, менее ответственных, элементов будет превзойдена и они получат повреждения. В зданиях с системами активной сейсмозащиты конструктивными мероприятиями назначается схема деформирования здания (устройство сейсмоизолирующего пояса, дополнительных включающихся или разрушающихся элементов, упоров и т.п.).

По многочисленным наблюдениям, большинство сейсмических разрушений зданий происходит после первых, наиболее мощных толчков, которые почти мгновенно срезают колонны и стены зданий, но не успевают раскачать здание, т.е. вызвать в нем появление опасных сил инерции.

Приведем наиболее наглядные и часто встречающиеся примеры реальных сейсмических разрушений [6,10,11].

На рисунке 1 представлены гибкие колонны каркаса и ядро жесткости, горизонтальная жесткость которой на два порядка выше жесткости колонн каркаса. В связи с этим сдвигающие напряжения, возникающие в ядре от горизонтальной сейсмической инерционной силы  $I_c$  приложенной к диску перекрытий, намного выше, чем в колоннах каркаса. Известно, что чем выше жесткость одного из двух параллельно работающих элементов, тем большую долю нагрузки он берет на себя.

Здание с гибкими каркасным 1-м этажом при отсутствии диафрагмы жесткости.

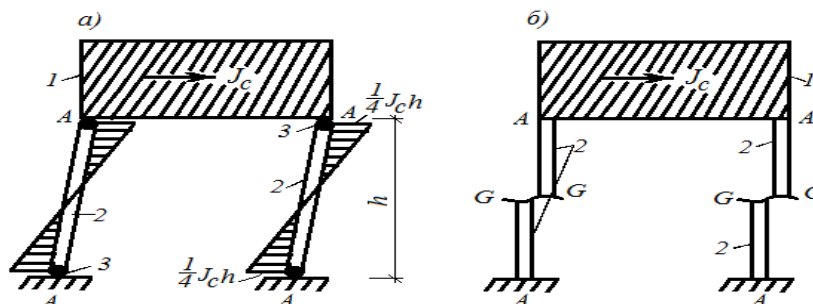


**Рис. 1.** Расчетная схема типового этажа каркасного здания  
а – ожидаемая схема разрушения; б – то же фактическая;

1 – диафрагмы жесткости – ядро жесткости; 2 – диск перекрытия; 3 – трещины; 4 – колонны.

Следовательно, при достижении силой  $I_c$  некоторого опасного предельного значения первым должен быть обязательно разрушиться более жесткий и более напряженный элемент, т.е. диафрагма. Однако при реальных сейсмических воздействиях с преобладанием частных толчков в зданиях не происходит ничего подобного, а наблюдается противоположенное: первыми разрушаются гибкие, а иногда и шарнирно опертые колонны, на которые почти не действует сила  $I_c$ , а жесткие ядро жесткости, воспринимающие почти всю силу остаются невредимыми (рисунок 1).

Согласно расчетной схеме такого здания (рисунок 2) в четырех опорных сечениях А гибких колонн возникают максимальные изгибающие моменты  $M_A^{\max} = \frac{1}{4}I_c h$  которые вызваны действием инерционной силы  $I_c$  приложенной к жесткой верхней части здания.



**Рис. 2.** Расчетная схема (а) и схема разрушения (б) здания с гибкими 1 этажом

1 – жесткий диск верхних этажей; 2 – колонна; 3 – пластические шарниры в колоннах от изгиба.

С ростом силы  $I_c$  моменты  $M_A^{\max}$  достигнут предельного значения  $M_0$ , что должно привести к появлению четырех пластических шарниров по концам колонн в точке А. В результате эта рама должна превратиться в классический изгибной механизм бокового смещения. Так, на практике разрушаются все аналогичные рамы подобной горизонтальной нагрузкой. Однако при воздействии землетрясений с частыми толчками такие рамы разрушаются иначе. В них возникает совершенно иной, сдвиговой механизм хрупкого разрушения, когда в наименее напряженных сечениях С (где  $M_c=0$ ) происходит поперечный срез колонн по наклонным сечениям. Появление такого механизма при действии горизонтальной инерционной силы  $I_c$  представляется невероятным и противоречит основным положениям теории предельного равновесия и строительной механике. При обычных, не сейсмических горизонтальных нагрузках, никогда не возникают подобные сдвиговые механизмы со срезом колонн в наименее нагруженных сечениях С-С, в наблюдается обычный – изгибной механизм.

Использование комплексной расчетной схемы открывает широкие возможности для уточнения задачи об оценке сейсмостойкости сооружений и для других задач динамики сооружений [4,5]. Так, например, можно проследить весь путь, который проходит поток сейсмической энергии, начиная от очага землетрясения до сооружения, получающего повреждение в результате сейсмического воздействия. Для схематизации задачи рассмотрим простейший случай – определение риска разрушения подвески висячего моста при растяжении, которое возникает от сейсмической нагрузки. Эта задача решается на основе сопоставления двух величин, а именно, внешней силы S,

определяемой теоретически, при которой должен произойти разрыв подвески моста, и силы предельного сопротивления стержня  $R$ , полученной экспериментально путем разрушения образцов, выполненных из материала подвески.

Обе силы рассматриваются как случайные функции и выражаются в одинаковых единицах измерения. Разрушение подвески характеризуется условием  $R < S$  или  $R - S < 0$ . Область  $m$  допускаемого риска определяется из условия [1,9,12]

$$m = R - S \quad (1)$$

При решении задачи используется для всех величин нормальный закон распределения, характеризуемый двумя параметрами – медианой и дисперсией  $(\tilde{R}, \tilde{S}, u, \tilde{m}, \sigma_R, \sigma_S, \sigma_m)$ . Для расчета применим следующие формулы [1,2].

$$\tilde{m} = \tilde{R} - \tilde{S} \text{ и } \sigma_m = \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_S^2} = \sigma_S \sqrt{1 + \frac{\sigma_R^2}{\sigma_S^2}} = a \sigma_S \dots \quad (2)$$

$$a = \sqrt{1 + \frac{\sigma_R^2}{\sigma_S^2}}. \quad (3)$$

Геометрический смысл формул (2 и 3) показан на рисунке 3а,б

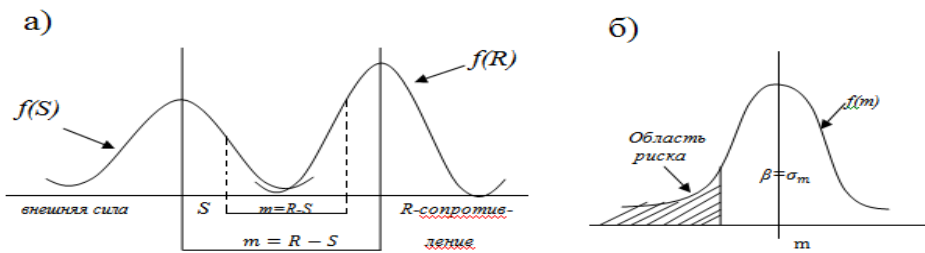


Рис. 3а, б. Нормальные распределения случайных величины  $f(S)$ ,  $f(R)$  и  $f(m)$

Используем следующие формулы теории вероятности [3,7,14].

Вероятность  $P(x)$

$$P(x) = \left( \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \right) \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(t-\xi)^2}{2\sigma^2}} dt \quad (4)$$

Вводя новую переменную  $u = \frac{x - \xi}{\sigma}$ , получим нормированную функцию распределения

$$\Phi(u) = \left( \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \right) \int_{-\infty}^u e^{-\frac{u^2}{2}} du \quad (5)$$

$$P(x) = \Phi(u) \text{ при } u = \frac{x - \xi}{\sigma} \quad (6)$$

Полагая в формуле (6)  $x = 0$  и  $\xi = m$ , и учитывая, что  $\Phi(u) + \Phi(-u) = 1$ , величину риска определим по формуле

$$risk = P\{(\tilde{R} - \tilde{S}) > 0\} = P\{\tilde{m} > 0\} = 1 - P(\tilde{m} < 0) = 1 - \Phi\left(\frac{0 - \tilde{m}}{\sigma_m}\right) = \Phi\left(-\frac{\tilde{m}}{\sigma_m}\right) \quad (7)$$

Например, если  $\tilde{S} = 0,86\tilde{R}$  и  $\sigma_R = \sigma_S = 0,05\tilde{R}$ , то  $\tilde{m} = 0,14\tilde{R}$  и  $\sigma_m = 1,41\sigma_R$ ;  
 $\sigma_{1m} = 1,41 \cdot 0,05R \quad risk = \Phi(-\tilde{m} / \sigma_m) = \Phi(-0,41) / R = \Phi(-2)$ .

По [1] для функции  $\Phi(u)$  при  $u = -2risk = \Phi(-2) = 0,023$ , т.е. из 1000 подвесок разорвутся 23. Силу сопротивления каждого стержня  $R_i$  находим экспериментально путем испытания  $n$  образцов. Затем вычисляем медиану  $R = (\sum R_i)/n$ . Расчетную внешнюю силу  $S$  найдем по нормам для материала, из которого сделана подвеска.

Дисперсию  $\sigma_R$  вычислим по формуле

$$\sigma_R^2 = \frac{1}{n-1} \sum (R_i - \tilde{R})^2. \quad (8)$$

Дисперсию  $\sigma_S$  примем для данного материала подвески.

Рассматриваемую задачу можно решать двумя способами. В первом способе, называемом кинематическим, необходимо выявить все возможные схемы разрушения системы. Для этого следует предположить, что в состоянии текучести перешло столько элементов и связей системы, сколько необходимо для превращения последней в механизм или кинематическую цепь. Это превращение может быть произведено различными способами. Каждому из этих способов, соответствующему своей схеме разрушения, будет отвечать определенное значение предельной нагрузки, уравнивающей внутренние силы в элементах, в том числе перешедших в состояние текучести. Нагрузка при этом считается заданной по направлению и по соотношениям между отдельными внешними силами, которые ее составляют. Определению подлежит лишь числовой коэффициент пропорциональности, характеризующий величину нагрузки.

Из всех полученных таким образом значений предельной нагрузки истинным будет наименьшее значение [7,8].

Рассмотрим различные схемы разрушения рамы в соответствии с предполагаемым зонам пластических шарниров. Образование того или иного механизма при полном исчерпании несущей способности зависит, во-первых, от геометрических и механических свойств конструкции, во-вторых, от вида нагрузки.

Предположим, что критическими будут сечения с первого по пятое (рисунок 4,а). Пусть их разрушающие моменты будут одинаковы в обоих направлениях изгиба и равны  $M_p$ . Влияние нормальной силы не учитываем. Допустим, что между  $P$  и  $H$  существует линейная зависимость  $P = \alpha H$ . Найдем несущую способность рамы, например  $H_p$ , допуская возможность всех трех видов разрушения конструкции. Используем кинематический способ расчета.

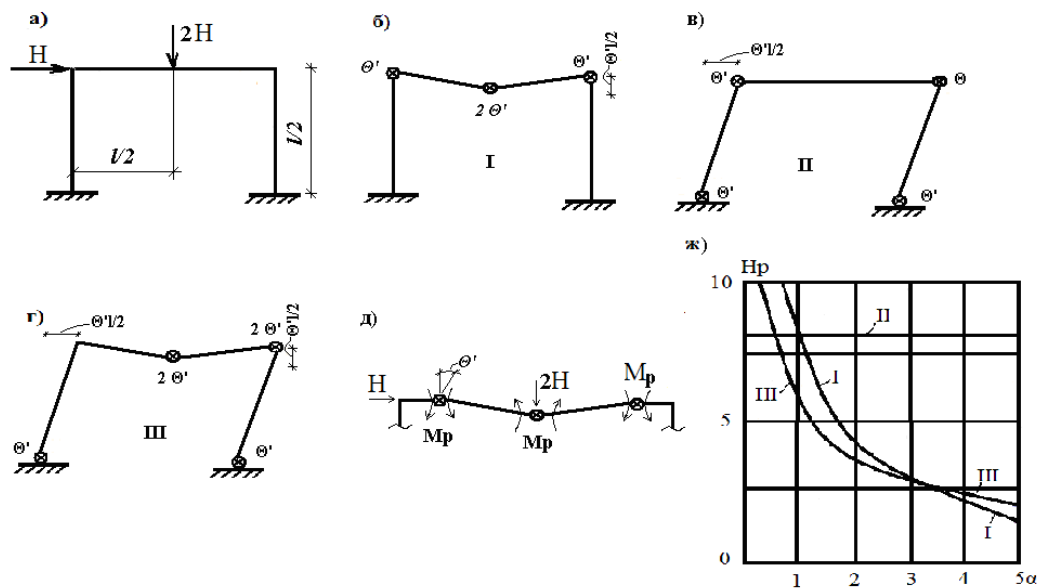


Рис. 4. Механизм разрушения рамы:

а – расчетная схема; б, в, г – механизм разрушения соответственно I, II, III; д – фрагмент кинематического механизма для составления уравнения.

В механизме разрушения вида I при полном исчерпании несущей способности работу совершает только сила  $P_p = \alpha H_p$ , в то время как точка приложения силы  $H_p$  не перемещается. Работу внутренних сил выполняют моменты  $M_p$ , действующие в сечениях 2, 3 и 4. Из геометрии системы вычислим перемещения и повороты, указанные на рисунке 5 (I). Для виртуальной работы будет справедливым уравнение [13,15].

$$\alpha H_p^I \theta' \frac{l}{2} = M_p \theta' + M_p 2\theta' + M_p \theta' \quad (9)$$

из которого получаем  $H_p^I = 8 \frac{M_p}{\alpha l}$ .

Для механизма разрушения вида II можно записать аналогичное уравнение

$$H_p^{II} \theta' \frac{l}{2} = M_p \theta' + M_p \theta' + M_p \theta' + M_p \theta' \quad (10)$$

в котором сила  $P_p = \alpha H_p$  отсутствует. Для несущей способности получаем следующее выражение:

$$H_p^{II} = 8 \frac{M_p}{l}$$

В механизме разрушения вида III виртуальную работу вылиняют оба вида внешней нагрузки:

$$H_p^{III} \theta' \frac{l}{2} + \alpha H_p^{III} \theta' \frac{l}{2} = M_p \theta' + M_p 2\theta' + M_p 2\theta' + M_p \theta' \quad (11)$$

Откуда 
$$H_p^{III} = 12 \frac{M_p}{(1 + \alpha)l}$$

Далее использую формулу (7) и рассматривая внешние нагрузки через  $\alpha(S)$  разрушающие моменты ( $M_p$ ) - через  $R$  легко могут быть определены риск для каждого механизма разрушения при различных  $\alpha$ .

Для заданного соотношения  $M_p/l$  (примем его, например, равным 1) можно построить диаграмму зависимости несущей способности от  $\alpha$  (рисунок 4,ж) из которой видно, что каждому значению  $\alpha$  соответствуют три различных значения несущей способности. Каждое из них соответствует одному определенному виду механизма разрушения. Требуется решить, какой из них может быть в действительности. Напрашивается вывод, что решающей всегда является наименьшая из величин несущей способности. Например, при  $\alpha = 0,25$  несущая способность  $H_p^{II}$ , если  $\alpha = 1$ , то  $H_p^{III}$ , а при  $\alpha = 5$  несущая способность  $H_p^I$ . В действительности так оно и есть, что можно теоретически доказать с помощью одного из двух основных положений метода предельного равновесия.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сеницын А.П. Расчет конструкций на основе теории риска. М.: Строй издат, 1985.-304 с
2. Абчук В.А. Теории риска в морской практике. Л.:Судостроение., 1983.-152 с.
3. Болотин В.В. Методы теории вероятностей и теории надежности в расчетах сооружений. М.: Стройиздат, 1982.-351с.
4. Амосов А.А., Сеницын С.Б. Основы теории сейсмостойкости сооружений. Изд.АСВ, М.: 2001.-96с.
5. Ньюмарк Н., Розенблюэт Э. Основы сейсмостойкого строительства, изд. Стройиздат, М.: 1980.-344с.
6. Байнатов Ж.Б., Нурмаганбетов Е.К. Расчет и проектирование сейсмостойких зданий и сооружений. КазГАСА. Алматы, 1997.-146с.
7. Байнатов Ж.Б., Кузютин А.Д. Вероятностные методы расчета надежности строительных и мостовых конструкций. Алматы.: изд. КазАТК, 2005.-227 с.
8. Байнатов Ж.Б., Кузютин А.Д. Оценка надежности и сейсмоусиления зданий. Межвузов. сб. науч. тр. –Алматы,1998. – С.45-50

9. Пилюгин Л.П. Оценка надежности строительных конструкций на надежность. – М.: Стройиздат, 1978.-239с.
10. Бойко М.Д. Диагностика повреждений и методы восстановления эксплуатационных качеств зданий.-М.: Стройиздат, 1975.-334с.
11. Вейц Р.И. Производственные дефекты в жилищном строительстве и меры их предупреждения.-М.: Стройиздат, 1976.-168с.
12. Болотин В.В. Статистические методы в строительной механике.-М.: Стройиздат, 1965. – 552с.
13. Хан Г., Шапиро С. Статистические модели в инженерных задачах.-М.:Мир,1969. – 261с.
14. Аугусти Г., Баратта А., Кашпати Ф. Вероятностные методы в строительном проектировании. М.: Стройиздат, 1988. – 415с.
15. Тихий М., Ракошник Й. Расчет железобетонных рамных конструкций в пластической стадии. Перераспределение усилий. Стройиздат, М.: 1976.-198с.

#### REFERENCES

1. Sinitsyn A.P. Raschet konstruksy na osnove teory riska. M.: Stroyizdat, 1985.-304s.
2. Abchuk V.A. Teory riska v morskoi praktike. L.:Sudostroenie., 1983.-152s.
3. Bolotin V.V. Metody teory veroyatnostei i teory nadezhnosti v raschetah sooruzheny. M.: Stroyizdat, 1982.-351s.
4. Amosov A.A., Sinitsyn S.B. Osnovy teory seismostoikosti sooruzheny. Izd.ACIV, M.: 2001.-96s.
5. Newmark N., Rozenblyuet E. Osnovy seismostoikogo stroytelstva, izd. Stroyizdat, M.: 1980.-344s.
6. Bainatov Zh.B., Nurmaganbetov E.K. Raschet i proektirovanie seismostoikih zdany i sooruzheny. KazGASA. Almaty, 1997.- 146s.
7. Baynatov Zh.B., Kuzyutin A.D. Veroyatnostnye metody rascheta nadezhnosti stroytelnyh i mostovyh konstruksy. Almaty.: izd. KazATK, 2005.- 227s.
8. Baynatov Zh.B., Kuzyutin A.D. Otsenka nadezhnosti i seismousileniya zdany. Mezhvuzov. sb. nauch. tr. – Almaty,1998.- S.45-50.
9. Pilyugin L.P. Otsenka nadezhnosti stroytelnyh konstruksy na nadezhnost. – М.: Stroyizdat, 1978.-239s.
- 10.Boiko M.D. Diagnostika povrezhdeny i metody vosstanovleniya expluatatsionnyh kachestv zdany.-М.: Stroyizdat, 1975.- 334s.
- 11.Veyts R.I. Proizvodstvennye defekty v zhilichnom stroytelstve i mery ih preduprezhdeniya.-М.: Stroyizdat, 1976.-168s.
- 12.Bolotin V.V. Statisticheskie metody v stroytelnoi mehanike.-М.: Stroyizdat, 1965.- 552s.
- 13.Khan G., Shapiro C. Statisticheskie modeli v inzhenernyh zadachah.-М.:Mir,1969.- 261s.
- 14.Augusti G., Baratta A., Kachpati F. Veroyatnostnye metody v stroytelnom proektirovaniy. M.: Stroyizdat, 1988.- 415s.
- 15.Tihy M., Rakosnik I. Raschet zhelezobetonnyh ramnyh konstruksy v plasticheskoi stady. Pereraspredelenie usily. Stroyizdat, M.: 1976.- 198s.

Байнатов Ж.Б., Мурзалина Г.Б., Донаев А.Е.

#### **Қауіп-қатер факторын ескерумен шектік жағдайдағы ғимараттың сейсмикалық қауіпсіздігі.**

**Түйіндеме:** Қауіп-қатер құрылыс шығындарымен тығыз байланысты: жобалауда қабылданған қауіп-қатер аз болған сайын, сондайлық конструкция қымбат болады. Конструкцияның шектік тепе-теңдігін ескерумен қауіп-қатер теориясын қолдану ғимараттың сейсмикалық тұрақтылығын дұрыс бағалауға мүмкіндік береді. Мәселе ең аз қирату күштерін анықтаумен және қауіп-қатер шамасын есептеумен әртүрлі қирау сұлбаларын салыстыру негізінде шешіледі.

**Түйінді сөздер:** сенімділік, сейсмика, есептік сұлба, кездейсоқ функциялар, виртуалды жұмыс, үлестірім заңы, шектік тепе-теңдік, пластикалық топсалар, қирау механизмы, іскерлік қабілет, қауіп-қатер теориясы, рама.

Bainatov Zh.B., Murzalina G.B., Donaev A.E.

#### **Seismic safety of buildings in a limit state taking into account risk factor.**

**Summary:** The risk is closely connected with expenses on construction: than the risk accepted at design there is less, those will be is more expensive by a design. Application of the theory of risk taking into account limit balance of a design will allow to estimate seismic stability of buildings more correctly. The problem is solved on the basis of comparison of various schemes of destruction with definition of the smallest ultimate loads and calculation of an assessment of risk.

**Key words:** reliability, seismicity, the settlement scheme, stochastic functions, the virtual work, the law of distribution, limit balance, plastic hinges, the destruction mechanism bearing ability, the theory of risk, a frame.

**Ы. Жақыпбек, Ж.Ж.Бердалиева**

(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті  
Алматы, Қазақстан Республикасы, moldir\_09@mail.ru)

### **ПАЙДАЛЫ ҚАЗБАЛАРДЫ АШЫҚ ӘДІСПЕН ИГЕРУДІҢ ҚОРШАҒАН ОРТАҒА ӘСЕРІН ЗЕРДЕЛЕУ**

**Андатпа.** Мақалада пайдалы қазбалар кенорындарын ашық әдіспен игеру кезінде тау-кен жұмыстарының қоршаған табиғи ортаға және адамның денсаулығына тигізген әсері көрсетілді де, осындай жағдайларды болдырмау мақсатында бұзылған жерлерді қайта қалпына келтіру жұмыстарының әртүрлі деңгейде жүргізілуі қарастырылған.

**Түйінді сөздер:** карьер, қоршаған орта, ландшафт, экология, жерлердің бұзылуы.

Қазіргі кезде өндірілетін қатты минералды шикізаттардың 75%-дан астамы ашық тау-кен жұмыстарымен қазылып алынады. Пайдалы қазбалар кенорындарын ашық әдіспен игергенде еңбек өнімділігі жоғары, өнімнің өзіндік құны төмен және жер қойнауындағы пайдалы қазбалардың жоғалымы аз болады. Осы жағдай пайдалы қазбалар кенорындарын ашық әдіспен игеру технологиясын жетілдіру және тау-кен жұмыстарын кешенді механикаландыру арқасында болып отыр. Кенорын игеру жүйесінің жіктемесі, карьер алаңдарын ашу сұлбалары, тау-кен массаларын тасымалдаудың технологиялары, тау-кен жұмыстарын кешенді механикаландыру құрылымдары, тау-кен жұмыстарының өндірістік үдерістері және пайдалы қазбаны тиімді өндіру жұмыстары жан-жақты қарастырылған. Сонымен қатар пайдалы қазбалар кенорындарын ашық әдіспен игерудегі карьердің негізгі параметрлерін және өндірістік қуатын анықтау, тау-кен жұмыстарының тиімді технологиясы мен механикаландырылуын таңдау, бұрғылау станоктарының және қазу-тиеу жабдықтарының өнімділігін айқындау, тау-кен жұмыстарының орындалу тәртібі мен ұйымдастырылуын басқару, барлық технологиялық үдерістерді жобалау, карьер алаңдарын геометриялық талдау және шекараларын анықтау әдістері келтірілген. Ашық кеніштің терең горизонттарын игеруде қазу жүйесінің параметрлері мен тау-кен көлік жабдығының өнімділігі арасындағы мәселелері баяндалған. Осында өндіру жұмыстарында теміржол көлігімен конвейерлік пойыздар кешенін пайдалану технологиялары, қайта тиеу барысында көмір сапасын қалыптастыру және тасқынды циклдық-тасқынды теміржолдық-конвейерлік көлікті және аршыма жұмысында тасымалдауға аршыма таужыныстарын гравитациялық дайындау мәселелері толыққанды қарастырылған. Жоғарыда аталған еңбектерге жұмыстағы алға қойылған кенорындарын ашық әдіспен игерудегі рекультивацияны басқару мәселелерін ойдағыдай шешуде жан-жақты сүйенуге болады.

Пайдалы қазбалар кенорындарын ашық әдіспен игерген кезде халық шаруашылығында пайдаланылатын едәуір мөлшердегі жерлерді алуға тура келеді. Яғни, осы жерлер ашық тау-кен жұмыстарын жүргізуге қажетті өнеркәсіптік, карьерлер және үйінділер алаңдары, технологиялық жолдар және қалдық қоймалары үшін пайдаланылады. Осының нәтижесінде халық шаруашылығына, геологиялық ортаға мен жер беті жамылғысының бұзылуына және табиғи ландшафтың тікелей өзгеруіне әсерін тигізеді [1]. Минералды шикізат кенорындарын ашық әдіспен игеру ауқымының жылдан-жылға қарқынды өсуіне байланысты қоршаған табиғи орта шаң-тозаңдармен, газдармен және зиянды химиялық заттермен ластанады да, экологиялық тепе-теңдік өзгереді (1-сурет).





**1-сурет.** Ашық тау-кен жұмыстарының экологиялық әсері

Пайдалы қазба кенорындарын ашық әдіспен игеру кезіндегі күрделі мәселелерге жердің тау-кен жұмыстарымен бұзылуы, аумақ топырағының антропогендік ластануы және игерілетін аудандардағы жерүсті және жерасты суының ластануы жатады. Бұдан басқа, гидрогеологиялық режимнің бұзылуы, ауаның шаң және газбен ластануы, уытты заттектердің флора мен фауна жасушаларына енуі, санитарлық-гигиеналық жағдайдың төмендеуі байқалады. Бұған дәлел карьердің (2-сурет) қоршаған ортамен қарым-қатынасына көз салғанда биосфераның барлық элементтерінің, жер қойнауының және жер ресурстарының бірсыпыра жағымсыз әсерге ұшырайтынын білеміз [2]. Сонымен қатар, байыту фабрикаларының қалдықтары және аршыма таужыныстарының үйінділері де қоршаған ортаға қолайсыз жағдай тудыруда. Осыған байланысты кенорындарын ашық әдіспен игеруде экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз ету, бұзылған жерлерді дер кезінде рекультивациялау, атмосфераға, литосфераға және гидросфераға тигізетін әсерді азайту, экологиялық мониторинг жүргізу және жер қойнауын тиімді пайдалану өзекті мәселе қатарына жатады.

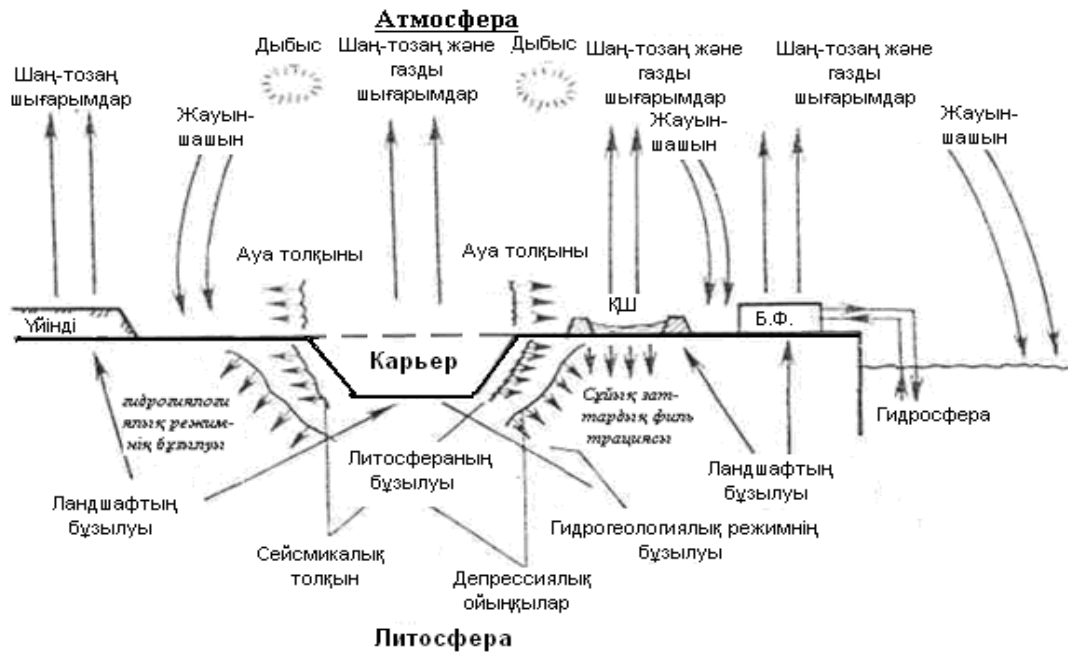
Пайдалы қазынды кенорындарын ашық әдіспен игеру кезіндегі бұзылған жерлерді рекультивациялауда топырақтың алатын орны ерекше болады. Топырақ – жердің жақсы қопсытылған, өлі табиғат пен тірі организмдердің межесінде жатқан құнарлы қабат. Топырақтың құнарлығы адамзатты тамақ ресурстарымен қамтамасыз етуде аса маңызды рөл атқарады. Олай болса, топырақ еш нәрсемен алмастыруға болмайтын және тіршілікті айқындайтын басты байлық көзі болып саналады.

Топырақтың құрамында қарашірінді бар үстіңгі құнарлы қабатының қалыңдығы сирек жағдайда ғана 20 сантиметрден асады. Оның түзілуі табиғатта 2-7 мың жыл бойы жалғасады. Жедел эрозия жағдайында бұл қабат 10-30 жыл ішінде толық жойылып бітеді, кейде оны бір жолғы нөсер-ак шаяды немесе дүлей шаңды дауыл ұшырып кетеді [3-4].

Ал топырақтың құнарлы қабаты мынадай қасиеттерге сай болуы қажет:

- құрамында өсімдіктер сіңіре алатын тиісті қоректік элементтер;
- өсімдіктерге оңай сіңіретін судың жеткіліктілігі;
- өсімдіктің тіршілігіне жеткілікті мөлшерде оттегінің болуы;
- тиімді су-ауа режимін және тамырдың жақсы өткізгіштігін қамтамасыз ететін қолайлы құрылымы;
- өсімдіктер үшін уытты қосындылардың болмауы.





2-сурет. Карьердің қоршаған ортамен қарым-қатынас сұлбасы

Кенорындарын ашық әдіспен игеруде бұзылған жерлерді рекультивациялау және қайта қалпына келтіретін жерлердің құнарлылығын арттыру мәселелерін шешу барысында тау-кен жыныстары жарамдылығы бойынша топтарға бөлінетіндігі, ашық тау-кен жұмыстары кезінде бұзылған жерлерді қайта қалпына келтірудің жолдары, бағыттары және кезеңдері, құнарлы топырақты қазып алудың, тасымалдаудың, үйінділеудің және төгудің технологиялық сұлбалары баяндалған. Сыртқы үйіндіні рекультивация талаптарына сәйкес қалыптастыру, технологиялық сұлбаларды жасау және үйіндіде таужыныстарын орналастыру және үйінді бетін жаймалау тәсілдері келтірілген. Сонымен қатар, пайдалы қазындыларды ашық әдіспен игерудегі бұзылған жерлерді биологиялық рекультивациялаудың мәселелері де қарастырылған. Осы еңбектерді кенорындарын ашық әдіспен игеру кезіндегі бұзылған жерлерді рекультивациялауды жүргізу кезінде пайдалану атқарылатын жұмыстардың тиімділігін арттыруға мүмкіндік тудырады.

Құнарлы топырақ қабатын геометрияландыру-топырақтың қажетті құрауыштарының уақыт аралығында өзгеру үдерістеріне байланысты топырақ қабатының пішінін, жату орнын және қасиетін негіздейтін сала болып саналады. Бұл жағдайды пайдаланып ашық тау-кен жұмыстарында бұзылатын жерлерден топырақты қазып алу кезінде туындайтын күрделі мәселені шешуге болады.

Жер қойнауын геометрияландырудың негізін қалаушы - профессор П.К. Соболевский [5]. Ол жер қойнауын геометрияландырудың екі бағытын ұсынған - теориялық және практикалық. Теориялық бағытта - физикалық-математикалық немесе геохимиялық өрістің геометриялық талдауы, ал практикалықта – өндірістік-геологиялық барлау және тау-кен жұмыстарын жоспарлау кезіндегі пайдалы қазындылар кенорнын геометрияландыру жасалынады.

Құнарлы топырақты геометрияландырудың негізгі әдісіне – изосызықтар тәсілі жатады. Бұл жағдайда планға сынама алынған нүктелер орындары түсіріледі де, сол нүктеде сынамалаудағы қарашіріндінің орташа құрамы жазылады, содан кейін осы нүктелерді интерполяция жасау негізінде геометрияландыру жүргізіледі. Қарашірінді құрамы бірдей нүктелерді бірқалыпты сызықтармен қосып, қазып алынатын құнарлы топырақтың қарашірінді құрамының изосызығы бейнеленеді [6].

Сонымен қатар, құнарлы топырақтың агрохимиялық және құрамдық сапасы ескеріліп, топырақ қабатын зерделеу торы айқындалады және эксплуатациялық сынама алудың тиімді параметрлеріне сәйкес геометрияландыру әдісі ұсынылады. Құнарлы топырақтың қарашірінді құрамына сәйкес құрылған изосызықтар арқылы оны қазып алу контуры анықталады. Құнарлы топырақтың барлық физикалық-химиялық қасиеттерін геометрияландыру күрделі үдеріс болып табылады. Өйткені, топырақ құрамының өзгеру дәрежесі топырақтың сынама алу торына және агрохимиялық талдауларға, физикалық-химиялық және биологиялық көрсеткіштеріне байланысты болады.

Соңғы жылдары дүние жүзінде экономиканың қарқынды дамуы және минералды шикізат кенорындарын игеру көлемінің жылдан-жылға артуы салдарынан жерлердің шөлейттенуі, тұздануы, топырақтың құнарсыздануы мен эрозияға ұшырауы маңызды мәселеге айналып отыр. Соның нәтижесінде қоршаған орта шаң-тозандармен, газдармен және зиянды химиялық заттермен ластануда, экологиялық тепе-теңдік өзгеруде, жергілікті тұрғындардың денсаулығына да қауіп төнетіндігі дәлелденуде.



3-сурет. Мышьяк және флюороздың адам денсаулығына әсері

Пайдалы қазбалар кенорындарын игеру кезіндегі бұзылған жерлерді қайта қалпына келтірудің дер кезінде жүргізілмегендігінен Қытай елінде Хынан өлкесінің 50 жылдай уақыт мышьяк және флюороз кенорындары игерілген аумағына жақын орналасқан тұрғылықты тұрғындардың әртүрлі тері, буын және тіс ауруларына шалдыққандығы нақты көрсетілген (3-сурет) [7]. Осындай жағдай кенорнын игеру барысында тау-кен жұмыстарымен бұзылған жерлердің уақтылы қалпына келтірілмегендігінен туындайды.

Осылайша пайдалы қазбалар кенорындарын ашық әдіспен игеру кезінде тау-кен жұмыстарының қоршаған табиғи ортаға, адамның денсаулығына және ландшафтың өзгеруіне әсері тиеді. Бұл жағымсыз жағдайларды болдырмау мақсатында бұзылған жерлерді қайта қалпына келтіру жұмыстары әр елде әртүрлі деңгейде жүргізіліп жатқандығы көрінеді.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 Жақыпбек Ы. Пайдалы қазбалар кенорнын ашық әдіспен игеру кезіндегі экологиялық проблемалар//Международная научно-техническая конференция. «Безопасность техносферы» труды конференции. – М.: НИТУ МИСиС, 2012. –С.148-149.
- 2 Нұрпейісова М.Б., Низаметдинов Ф.К., Ипалақов Т.Т. Маркшейдерлік іс. – Алматы, 2013. – 400 б.
- 3 Биғалиев А., Жамалбеков Е., Білдебаев Р. Қазақстан топырағы және оның экологиясы. – Алматы: Санат, 1995. – 128 б.
- 4 Гаврилюк Ф.Я. Критерии бонитировки почв // Почвоведение. – 1967. - №1. – С. 3-9.
- 5 Bi Yinli. Congzhijungen Peiyang Xinjishu Jiqi Dui Tudifukun Shengtaixiaoying. Geological Publishing House. – Beijing, 2007. – P118.
- 6 Соболевский П.К. Современная горная геометрия // Социалистическая реконструкция и наука. – 1932. - №7. – С. 42-78.
- 7 Попов И.И., Калыбеков Т. Маркшейдерское дело. Маркшейдерские работы при горнотехнической рекультивации нарушенных земель. – Алматы: Печатный дом, 2000. – 167с.

#### REFERENCES

- 1 Zhakyypbek Y. Paidaly kazbalar kenornyn ashyh adispenn igeru kezindegi ekologiyalyh problemalar // Mezhdunarodnaya nauchno-konferetsiya. "Bezopasnost tekhnocfery" trudy konferentsii. - M .: NITU MISiS, 2012 - P.148-149.
- 2 Nurpeysova M.B., Nizametdinov F.K., Ipalakov T.T. Marksheiderlik is. - Almaty, 2013. - 400 p.
- 3 Bihaliev A. Zhamalbekov E., Bildebaev R. Kazakhstan topyagy zhane onyh ekologiyasy. - Almaty: Category, 1995 - 128 p.

4 Gavrilouk F.Y. Kriterii bonitirovki pochv//Pochvovedeniye. - 1967. - №1. - P. 3-9.

5 Bi Yinli. Congzhijungen Peiyang Xinjishu Jiqi Dui Tudifukun Shengtaixiaoying. Geological Publishing House. – Beijing, 2007. – P118.

6 Sobolewski P.K. Sovremennaya gornaya geometriya // Sotsialisticheskaya rekonstruktsiya I nauka. - 1932. - №7. - P. 42-78.

7 Popov I.I., Kalybekov T. Marksheiderskoe delo. Marksheiderskoe raboty pri gornotekhnicheskoi rekultivatsii narushennykh zemel. - Almaty: Pechatnyi dom, 2000. – 167p.

Жакыпбек Ү., Бердалиева Ж.Ж.

**Изучение влияния открытой разработки месторождений на окружающую среду.**

**Резюме.** В статье показано влияние горных работ при открытой разработке месторождений полезных ископаемых на окружающую среду и здоровье человека и с целью недопущения таких случаев рассмотрены выполнение различных этапов рекультивации нарушенных земель.

**Ключевые слова:** карьер, окружающая среда, ландшафт, экология, нарушение земель.

Zhakypbek Y., Berdalieva J.

**Issledvany phenomenon on the surrounding environment during open-field**

**Summary.** The article shows the impact of mining operations at the open development of mineral deposits on the environment and human health and to prevent such cases considered the implementation of various stages of land reclamation.

**Key words:** careers, the environment, in landscaping, ecology, land disturbance.

УДК 622. 692. 4. 053 (574)

**Т. И. Иргібаев, М. Орынбасарқызы**

(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті,  
Алматы, Қазақстан Республикасы)

**«ӨЗЕН-АТЫРАУ-САМАРА» МҰНАЙ ҚҰБЫРЫ БОЙЫНДАҒЫ МҰНАЙ ҚОСПАСЫН  
ТАСЫМАЛДАУ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ**

**Андатпа.** Жұмыста антитурбулентті қоспаны қолдану арқылы мұнайды айдаудың технологиялық үрдісінің жалпы және экономикалық талдауы келтірілген. Мұнай құбырлары жұмыстарының параметрлерін жақсартуға арналған антитурбулентті қоспаларды қолдануға жүргізілген зерттеу нәтижесі көрсетілген.

**Кілттік сөздер:** «Өзен-Атырау-Самара» мұнайқұбыры, антитурбулентті қоспалар, мұнай тасымалдау, «ыстық» мұнайқұбыры.

Мұнайды тасымалдау аймағында жаңа технологияларды енгізу – еліміздің маңызды шешімі болып табылады. Тәуелсіздік жылдары Қазақстан Республикасында мұнай өндіру үш есеге өсті. Сонымен қатар, Батыс Қазақстанның мұнай тасымалдау жүйесінде көптеген өзгерістер байқалды. Республикамызда құбыраралық тасымалдау жүйесінің дамуына мұнайды қайта өңдеу салдарынан кен орынның жойылуына байланысты жаңа кен орындарын игеру әсер етті. Қайта айдау көлемімен қатар құбырлардың ұзындығы, олардың диаметрі, қуаты және қайта айдау қондырғысының жұмыс қысымы ұлғайды. Құбыраралық тасымалдауды темір жол арқылы тасымалдауға аударудың артықшылығы құбыраралық тасымалдау жүйесінің дамуына байланысты мұнайды тасымалдау құнын бірқалыпты түсіруге алып келді. Құбыраралық тасымалдаудың кемшілігі құбырларға кеткен шығын, экологиялық қауіптілік және т.б. болып табылады.

Қазіргі кезде Қазақстан жиырма ірі мұнай өндіретін елдердің қатарына кіреді және сонымен қатар көмірсутектердің 88% алыс және жақын шетелдер нарығында пайдаланылады. Көмірсутектердің жалпы болжамдық ресурсы шамамен 12-17 миллиард тоннамен бағаланады, оның ішінде 60% (8 миллиард тоннасы) Каспий теңізінің қазақстандық секторына жатады. Қазақстандық мұнайды тасымалдаудың маңызды сыртқы бағыты болып «Өзен-Атырау-Самара» мұнай құбыры болып табылады.

Барлығымызға мәлім, төменгі температура кезінде мұнайдың көптеген бөлігі және мұнай өнімдері ағымын жоғалтады немесе қатты күйге өтеді. Сол себепті, құбыр бойынша қайта айдау

айтарлықтай қиындай түседі, бірақ кей кезде тұтқырлықтың жоғарылауынан және реологиялық көрсеткіштердің өзгерістері салдарынан мүмкін емес болады. Жоғары тұтқырлықты мұнайды қайта айдау үшін қолданылатын технологиялық тәсілдер нақты шарттар кезінде тиімді болып табылады. Көбінесе қолданылатын жоғары тұтқырлықты мұнайды қайта айдау технологияларына мыналарды жатқызуға болады: ыстық күйде қайта айдау, араласу, химиялық реагенттермен қайта айдау, газға қаныққан мұнайды қайта айдау және т.б.

Әртүрлі топтарға жататын мұнайды бір құбыр арқылы бірігіп тасымалдау барысында, «Өзен-Атырау-Самара» мұнай құбыры арқылы Батыс Қазақстанның мұнайын сыртқа шығару жүзеге асырылады, арнайы белгіленген аймақтарда құрамы бойынша сонымен қатар реологиялық қасиеттері бойынша анықталатын мұнай қоспаларын қайта айдау жүзеге асырылады. Мұнай құбырының әртүрлі аймақтарында мұнай қоспаларын қалыптастыратын физика-химиялық қасиеттері сондағы мұнайдың сол немесе басқа топқа жататына байланысты болады. Мұның нәтижесінде, қайта айдалатын қоспаның реологиялық көрсеткіштері мұнай құбырының қозғалысы бойынша және оған әртүрлі топтағы мұнайдың келіп қосылуына байланысты өзгеріп отырады.[3]

Қазіргі таңда қазақстандық мұнайдың көп бөлігі «Өзен-Атырау-Самара» мұнай құбыры арқылы тасымалданады. Батыс Қазақстанның мұнай тасымалдау жүйесінің қалыптасуы Жетібай және Өзен кен орындарының жоғары парафинді маңғышлақ мұнайын тасымалдауға арналған «Өзен-Атырау-Самара» «ыстық» магистральді мұнай құбырын 1971-жылы пайдалануға берілуіне байланысты болды. Алайда бұл тәсіл айтарлықтай энергия шығындарына алып келді, сондықтан жоғары тұтқырлықты мұнайды тасымалдаудың экономикалық тиімді тәсілдері іздестірілуде. Қоспаның әсерінен мұнайдың реологиялық қасиеттерінің жақсаруы құбырлардың мынадай тәжірибелік есептерін шешуге мүмкіндік береді: қайта айдауға кеткен энергия шығындарын төмендету, өнімділікті жоғарылату, сонымен қатар құбырлар қабырғаларында парафиннің қалдықтарын төмендету. Алайда, бағаларының қымбат болу себебінен бұл технологиялар үлкен қолданысқа ие болмады. Қазіргі кезде «Өзен-Атырау-Самара» мұнай құбырына құрамы бойынша, сонымен қатар физика-химиялық қасиеттері бойынша ерекшелінетін «ыстық» мұнай құбырдың технологиялық режимін айтарлықтай өзгерткен 28 кен орының мұнайы келіп түседі.

Осылайша, мұнай құбырының бастапқы аймақтарында тасымалданатын мұнай қату температурасының төмендеуімен (20°C төмен) және кинематикалық тұтқырлықтың жоғары мәндерімен ерекшеленеді. «Өзен» ГНПС мұнай құбырына жоғары парафинді мұнайлардың біртіндеп келіп түсуі мұнай қоспаларының қату температурасының лезде өсуіне (27°C дейін) және оның тұтқырлығының төмендеуіне алып келеді. Батыс-қазақстандық мұнай қоспасының жеңіл және ембі, ақтөбелік мұнайлармен қосылысы оның реологиялық көрсеткіштерінің жақсаруына алып келеді: қату температурасының (7-9°C дейін) және кинематикалық тұтқырлығының төмендеуі. 2008-жылдың 20-қыркүйегінде белгілі максималды өткізгіштік қабілетін анықтау үшін антитурбулентті қоспалардың көп мөлшерін қолдану барысында «Атырау-Самара» мұнай құбырының қазақстандық-ресейлік аймақтарында өндірістік-тәжірибелік сынақтар өткізілді. Сынақтардың көрсетуі бойынша, антитурбулентті қоспаларды қолдану тасымалдау көлемінің жоғарылауын қамтамасыз етеді. Алғашқы көрсеткіштер бойынша «Атырау-Самара» аймағының құрылысы 2015 жылы аяқталуы тиіс. Болжамдық көрсеткіштерге сүйенсек қазақстандық көмірсутектердің өндіру деңгейі айтарлықтай өсетін болады, сәйкесінше, даму үстіндегі мұнай газ көлемі үшін тасымалдау көліктерін қамтамасыз ету өзекті мәселе болып табылады.

Асфальтендер ұзын полимерлер ретінде антитурбулентті қоспалар ролін ойнайды. Бұл компонентті мұнай қоспасына қосудың өзі астарлы ғылыми тәсілді талап етеді, сонымен қатар оның қоспаға қандай қасиет беретінін және қайта айдау шығындарын анықтайды. Бүгінгі таңда «Өзен-Атырау-Самара» магистральді мұнай құбыры бұрынғыдай Батыс Қазақстанның экспортының маңызды бағыты болып табылады. Құбыр арқылы айдалатын, қату деңгейі жоғары маңғышлақ мұнайының үлесі басқа кен орындарының дебитінің жоғарылау есебінен төмендеді.[2]

Мұнай транспортының дәстүрлі әдісіне көше отырып, «Өзен-Атырау-Самара» магистральді «ыстық» мұнай құбыры біртіндеп «суып барады» десек болады, бұл әрине энергияны көп қажет ететін, ескірген технологиядан бас тарту керектігін көрсетеді.

Оның үстіне мұнай қыздыратын пештер зиянды заттардың шығарылуының қуатты көзі болып табылады, ал олармен бірге жұмыстың атқарылуы сонымен қатар «ыстық» мұнай құбырында қосқанда пайдалану және жөнделу жұмыстары кезінде қиындық тудыратын апаттық жағдайлардың пайда болуымен байланысты. Ертеден келе жатқан және айтарлықтай келешектік экспорт

бағыттарына қарамастан, КТК және Қазақстан-Қытай құбыры сияқты, «Өзен-Атырау-Самара» магистральды мұнай құбырының рөлі мен маңыздылығын бағаламауға болмас.

Мұнай құбырларының өткізгіштік қабілетін жоғарылату және құбырлық көліктің жалпы энергиялық тиімділігін жоғарылатудың кең ауқымдағы белгілі тәсілдерінің бірі антитурбулентті қоспаларды қолдану болып табылады.[4]

Жаңа құбырларды салуға немесе ескілерді жөндеуге кеткен шығындарға қарағанда, антитурбулентті қоспаларды қолдану мұнай құбырларының өткізгіштік қабілетін жоғарылатудың аз шығынды тәсілі болып табылады. Мұнай өндіру даму кезінде гидродинамикалық кедергілерді төмендетудің тиімді агентін өңдеу өзекті мәселе болып табылады. Оларды концентрациялары мұнай тоннасына 10-30 г ағынға енгізу мұнай құбырының өткізгіштік қабілетін диаметріне байланысты 15-25% жоғарылатуға мүмкіндік береді. Көмірсутекті сұйықтықтар кедергілерін төмендетудің тиімді агенттерін өңдеу ағынның турбулентті режимі кезінде полимерлердің сұйылтылған ерітінділерінің әсер ету заңдылықтарын зерттеумен байланысты. М молекулярлық массасы және полимердің химиялық қоспасы, оның С концентрациясы гидродинамикалық кедергілерді төмендетудің тиімділігін көрсетеді. Өртүрлі жағдайда молекулярлық салмақтың көлемі гидродинамикалық кедергіні төмендету үшін полимердің қабілеттілігіне айтарлықтай әсер етеді, - М көп болған сайын концентрация аз болады. Берілген гидродинамикалық шарттар үшін М бастапқы мәні болады, одан төмен мәнде полимер гидродинамикалық кедергіні төмендетуге белсенділігі болмайды. Гидродинамикалық кедергілерді төмендету үшін антитурбулентті қоспаларды магистральды құбырларда 1979 жылы Трансаянск магистральды мұнай құбырында құбыр диаметрі 1200 мм кезінде қолдана бастады. Ресейде антитурбулентті қоспаларды өндірісте қолданылуы 2000 жылы «Транснефть» және «Транснефтепродукт» магистральды мұнай құбырларында басталды. Өндіріс технологияларының өзгерістері нәтижесінде қазіргі кезде қолданылатын дисперсиялық қоспалар жоғарғы тиімділікке ие. Жеңіл мұнай өнімдерін қайта айдауға арналған антитурбулентті қоспаларға ерекше талаптар ұсынылған. «Liquid Power» антитурбулентті қоспалары өртүрлі тұтқырлықтағы мұнайды тасымалдауға арналған. Құбырдың гидравликалық кедергісін төмендетудің тиімділігімен қатар олар ішкі қабырғалардағы коррозияны төмендетеді. Құбырдағы гидравликалық кедергіні оған қоспа қосу арқылы төмендету қоспа құрамындағы көмірсутекті полимердің ұзын молекулярлы тізімдерінің болуына байланысты. Тиімді әсер етуі үшін полимер молекуласының өлшемдері бірыңғай жоғары болуы керек. Сондықтан қоспаларда қолданылатын полимерлерде молекулалар көп болады, молекулярлық салмағы 106 жоғары. Сонымен қатар, полимерлер жиналған сұйықтықтардың өзара әсерлесуі үшін айтарлықтай икемділігі жоғары болуы тиіс және жеңіл еріп кетуі керек. Құбырға енгізілген қоспа құбыр қабырғасының бетін жаппайды және оған жабыспайды, сұйықтықтың жалпы көлемінде еріп кетеді, қоспалар жылжымалы ағынның құрамдас бөліктері болып табылады. Тәжірибе көрсеткендей, қоспаның тиімділігі жиналған сұйықтықтағы оның концентрациясына байланысты болады. Қоспаның концентрациясы жоғары болған сайын ағынның турбуленттілігі жоғары болады және қоспаның тиімділігі жоғары болады. Сол себептен қоспаның тиімділігі аз тұтқырлықты жеңіл көмірсутектерді қайта айдау кезінде едәуір жоғары болады. Айта кететін жайт, құбырға енгізілген қоспа енгізген орыннан белгілі қашықтықта жұмысын атқарады. Бұл қашықтық сұйықтық ағынының жылдамдығына, қоспаның еру уақытына және қоспаның қасиеттеріне байланысты.[1]

*Антитурбулентті қоспаны қолдану.* «Ыстық» мұнай құбыры арқылы мұнайды тасымалдау кезінде мұнайдың ағысы турбулентті режимде жүреді. Турбулентті ағында мұнай бөліктері әсерінен осьтік бағытта қозғалатын жылдамдықтың және қысымның пульсациялары пайда болады, сонымен қатар көршілес қабаттардың езілуін тудыратын көлденең ауыспалылық пайда болады. Турбулентті режим кезінде мұнай қозғалысы ламинарлы режимге қарағанда энергияның көп шығындарымен байланысты, себебі энергия көрші қабаттарда әр түрлі жылдамдықпен қозғалатын сұйықтардың ішкі үйкеліс күшінің алдын алумен қатар сұйықтықтағы қосымша жанама кернеуді тудыратын ауыспалылық үрдісіне жұмсалады.

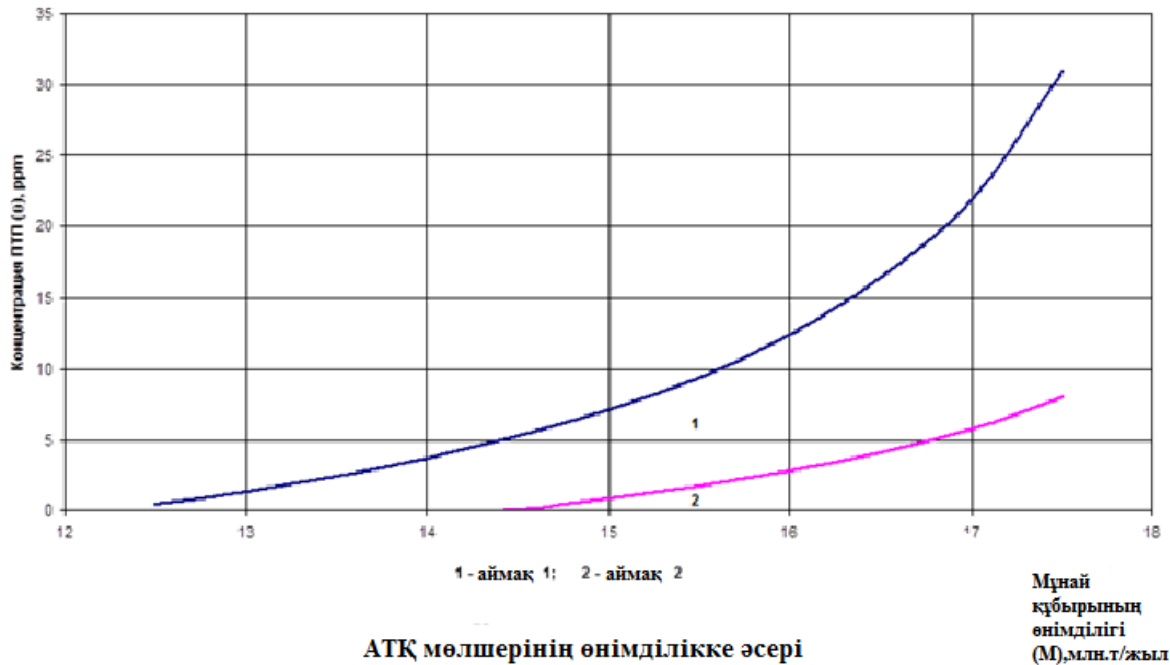
Қазіргі таңда гидродинамикалық кедергілерді төмендету үшін мұнай қоспаларының ағынына антитурбулентті қоспаларды қосады.

Практикалық жоспарда антитурбулентті қоспаларды енгізу кезінде гидравликалық кедергі коэффициентін төмендету келесі екі жағдайды қарастыруға мүмкіндік береді.

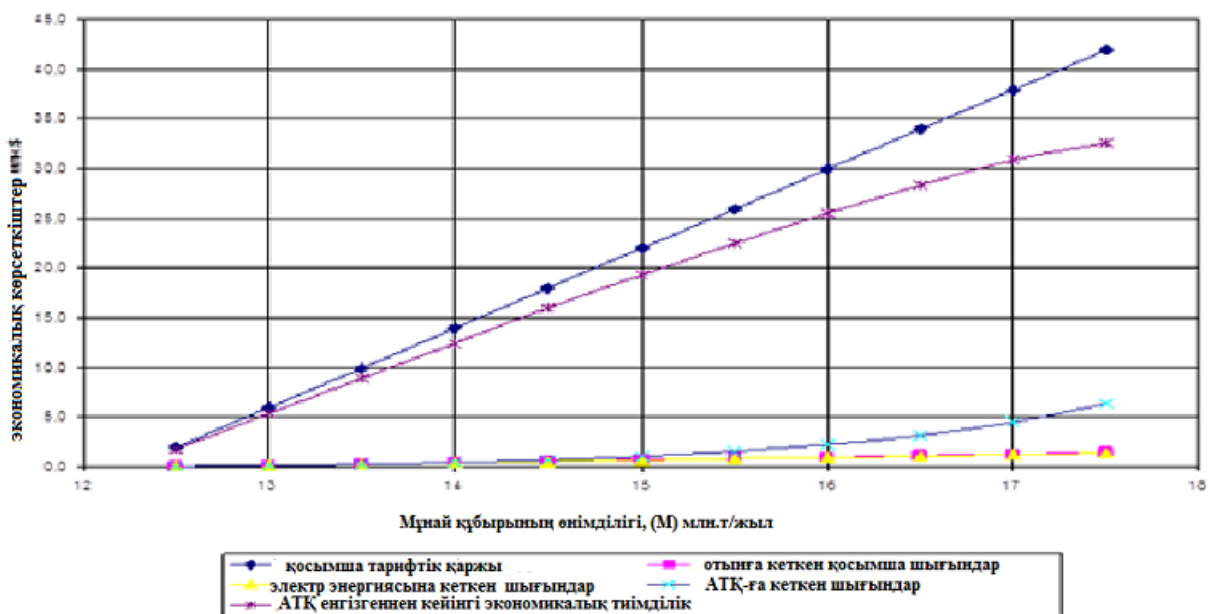
1. Мұнай ағыны шығыны тіркелген мәндері кезінде сорапты станцияларда үйкеліске жұмсалатын күштің жойылуын азайту және жұмыс қысымын төмендету.

2. Мұнай құбырының желілік аймақтарында қысымның тіркелген айырмасы кезінде құбырлардың өткізгіштік қабілетін жоғарылату.

FLO XL™ антитурбулентті қоспаны қолдану арқылы мұнайды қайта айдаудың технологиялық үрдісінің экономикалық көрсеткіші



Қазіргі уақытта Қазақстан Республикасының магистральді құбырлар жүйесі отандық өндіріс саласының барлық талаптарына жауап береді. Алайда, айтып өткеніміздей, болжау көрсеткіштері бойынша қазақстандық көмірсутектерді өндіру дәрежесі өсетін болады. Сәйкесінше, мұнай-газ көлемінің жоғарылауы үшін көлікпен қамтамасыз ету өзекті мәселе болып табылады. [5]



Атырау-Самара мұнай құбырының қуаттылығын жылына 20 млн. тоннаға сәйкесінше өсуі бойынша жылына 25 млн. тоннаға жоғарылату сұрағы талқыға салынып отыр.

Бүгінгі таңда Қазақстан үлкен ұтыс тігіп отырған Каспий шельфының перспективалық кен орындарын игеру кезеңінде мұнай тасымалдау инфраструктурасының дамуына көңіл бөлінген. Еліміздің маңызды әлемдік нарықтан географиялық ауытқуын ескере отырып көмірсутектерді тасымалдау мәселесін шешу өзекті мәселелердің бірі болып табылады, сол себепті мұнайлы кешеннің көлік инфраструктурасының дамуы келесі негізгі факторлармен байланысты:

- Батыс Қазақстанның дәстүрлі аудандарында өндіру төмендеу кезінде Каспий өңірінде мұнай өндірудің жаңа орталықтарының пайда болуы;
- Мұнай және газды сыртқа шығару жаңа бағыттарының құрылуының пайдалылығы;
- Мұнайды сыртқа шығаратын теңіз жеткізілімі үшін мұнай құйылатын терминалдардың қуаттылығын жоғарылату қажеттілігі;

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1. Белоусов Ю.П. «Противотурбулентные присадки для углеводородных жидкостей». - Новосибирск: Наука, 1986.-143с.
2. Ишмухаметов И.Т. и др. Сборник практических расчетов при транспортировке нефтепродуктов по трубопроводам. М.: Нефть и газ, 1997.-112с.
3. Вартанов В.Г., Зверева Т.В.: О состоянии разработки технологии перекачки высоковязких высокостабилизированных нефтей на современном этапе // Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов. 1987. - № 6. -С. 8-12.
4. Предпат. № 2003/0108.1 РК. Модуль для трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов / А.М. Отарбай, Т.К. Алдыяров, С.С. Кожабеков, Г.Б. Хаиров, Г.З. Казиев. Оpubл. 28:01.2003.
5. Мастобаев Б.Н., Дмитриева Т.В., Мовсумзаде Э.М. Депрессорные присадки для трубопроводного транспорта, высокопарафинистых нефтей и тяжелых нефтепродуктов // Транспорт и хранение нефтепродуктов. -2000.-Вып. 5.-С. 16-20.

Иргибаяев Т. И., Орынбасаркызы М.

#### **Повышение эффективности транспортировки смеси нефти по нефтепроводу «Узень-Атырау-Самара»**

**Резюме.** В работе проведен общий и экономический анализ технологического процесса перекачки нефти с применением противотурбулентной присадки. Показаны результаты исследования по применению противотурбулентных присадок для улучшения параметров работы нефтепроводов.

**Ключевые слова:** нефтепровод «Узень-Атырау-Самара», антитурбулентные присадки, транспортировка нефти, «горячий» нефтепровод.

Irgibayev T.I., Orynbasarkyzy M.

#### **Increase of efficiency of transportation of mix of oil on the «Uzen-Atyrau-Samara» oil pipeline.**

**Summary.** In work the general and economic analysis of technological process of pumping of oil with application of an antiturbulent additive is carried out. The result of research on application of antiturbulent additives for improvement of parameters of operation of oil pipelines is shown.

**Key words:** «Uzen-Atyrau-Samara» oil pipeline, anti-turbulent additives, oil transportation, «hot» pipeline.

УДК 004.67

**Г.Т. Балакаева, К.К. Нурлыбаева**

(Казахский национальный университет имени аль-Фараби,  
Алматы, Республика Казахстан, [Kalamkas.nurlybayeva@gmail.com](mailto:Kalamkas.nurlybayeva@gmail.com))

#### **АГОРИТМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОСТРОЕНИЯ СКОРИНГОВЫХ МОДЕЛЕЙ**

**Аннотация.** В настоящее время в информационно-техническом мире имеет место проблема резкого увеличения объемов данных. Поток различной информации ежедневно рождаются и собираются в хранилищах данных, происходит быстрый рост количества разнообразных многочисленных информационных систем, каждая из которых хранит огромные объемы информации. Данная статья рассматривает новые направления развития анализа данных, а также преимущества анализа больших объемов данных для бизнеса. Описываются предложения по оптимизации систем обработки данных, интеграции их в единую



инфраструктуру для получения более быстрых и «умных» бизнес-решений на примере построения модели кредитного скоринга.

**Ключевые слова.** Большие объемы данных, Data Mining, кредитный скоринг, принятие решения, анализ

На пути совершенствования управления бизнес-процессами и превращения потоков информации в «умные» цифровые ресурсы встает масштабная проблема больших данных. Понятие большие данные не имеет строгого общепринятого определения. Обычно под большими данными понимается процесс постоянного накопления самых разнообразных типов преимущественно неструктурированных данных [1]. Это понятие характеризует совокупность данных, растущих экспоненциально, которые велики, необработаны и неструктурированы для анализа методами реляционных баз данных. Терабайты ли или петабайты — точное количество не так важно, как понимание, где данные заканчиваются и как их можно использовать.

Информационная ценность больших данных, примеры задач, которые могут решаться при помощи анализа информационных потоков больших данных:

- Прогноз темпов оттока клиентов – на основании анализа данных колл-центров, служб технической поддержки и трафика веб-сайтов;

- создание прогнозирующих моделей

- выявление мошенничества в режиме реального времени

- анализ риска

- построение ситуационных комнат

- оперативная аналитическая обработка и т.д.

Одним из ярких примеров применения обработки больших объемов данных является скоринг, представляющий собой основу анализа риска банковской системы.

Статье рассмотрены основные методы и технологии разработки скоринговых моделей для банковской системы риск-менеджмента, включающих в себя алгоритмы обработки больших объемов данных. Эта задача решается при помощи оптимизации схемы документооборота заявок внутри подразделений банка и построении правильной и адекватной скоринговой модели с применением существующих технологий и разработкой новых алгоритмов. Автоматизация построения скоринговой модели играет важную роль. Одним из направлений оценки потенциального заемщика, физического, либо юридического лица, перед принятием решения о предоставлении ему кредита наряду с проверкой благонадежности и оценкой финансового положения является скоринговая оценка. Термин «скоринг» происходит от английского слова Score, имеющего такие значения, как оценка, счет очков в игре, сумма долга, основание, причина. Это понятие трактуется в широком и узком смысле.

Скоринг представляет собой математическую или статистическую модель, с помощью которой, исходя из кредитной истории клиентов, уже воспользовавшихся услугами банка, последний пытается определить, какова вероятность того, что клиент вернет кредит в установленный срок, т.е. это диагностика вероятности банкротства потенциального заемщика при рассмотрении вопроса его кредитования [2]. Итого оценки клиента с помощью скоринга становится присвоение клиенту определенного рейтинга, который допустит просрочку. Основным инструментом скоринга является скоринговая карта – математическая модель, позволяющая сопоставить характеристики заемщика с численными значениями и в итоге получить скоринговый рейтинг.

Различают кредитный (либо анкетный) скоринг (англоязычный эквивалент – application scoring), т.е. получение показателя кредитоспособности потенциального заемщика на основе некоторых его характеристик, прежде всего содержащихся в анкете заемщика; поведенческий скоринг (behavior scoring) – динамическая оценка ожидаемого поведения клиента по погашению кредита, основанная на данных об истории транзакций по его счетам и используемая, в частности, для предупреждения возникновения задолженности. Кроме того, выделяют коллекторский скоринг (скоринг взыскания, collection scoring), предназначенный для выбора приоритетных «плохих» заемщиков, имеющих задолженность, и направлений работы по взысканию их долга, а также скоринг среди лиц, претендующих на получение кредита. Последний вид скоринга в отечественной практике часто именуется проверкой благонадежности потенциального заемщика [3].

Несмотря на то, что сегодня на рынке доступны скоринговые решения, ряд проблем тормозят их широкое распространение в банковской среде. Автоматизированные банковские системы и скоринговые решения существуют отдельно и слабо интегрированы друг с другом. Потребительское



кредитование – это система, среди которой скорингу отводится важная, но не единственная роль. В классическом варианте она включает в себя следующие элементы: интерфейс удаленного заполнения анкет, схема документооборота заявок, скоринг, рабочие места сотрудников службы безопасности и кредитного инспектора, автоматическая генерация пакета документов и интеграция с учетной банковской системой. Именно реализация всех звеньев данной цепи позволяет создать эффективное кредитно-скоринговое решение, но никак не отдельно внедренная технология скоринга. Кроме того, сквозной характер бизнес-процессов, протекающих при обработке заявки заемщиков, приводит к тому, что время принятия решения по заявкам сильно зависит от взаимодействия подразделений банка. Поэтому развертывание кредитно-скорингового решения с применением системного подхода, реинжиниринг бизнес-процессов, процессного подхода к управлению представляют собой сложную и актуальную задачу.

Предметом исследования в данной статье являются средства построения математической модели рисков кредитной организации (скоринговой модели) в интегрированной банковской системе. Анализ разработки системы скоринга для потребительского кредитования, включающая в себя все перечисленные элементы.

В работе проведены комплексные исследования, направленные на построение интеллектуальных методов оценки рисков, что будет способствовать выявлению портретов заемщиков и разработки скоринговых моделей с применением методов Data Mining на больших объемах исторических данных, полученных из базы кредитной организации, либо из кредитных бюро, в случае отсутствия исторической базы, что особенно актуально при выходе на новые рынки кредитования.

Модели скоринга применяются в экономической практике при оценке кредитоспособности физических и юридических лиц, риска банкротства и решения других задач. В общем виде математическая модель скоринга выглядит следующим образом:

$$S = p_1 \bar{X}_1 + p_2 \bar{X}_2 + \dots + p_n \bar{X}_n$$

где  $S$  - значение обобщенной оценки объекта;  $\bar{X}_1, \bar{X}_2, \dots, \bar{X}_n$  – нормированные значения факторов, влияющих на анализируемую характеристику оцениваемого объекта;  $p_1, p_2, \dots, p_n$  - веса, характеризующие значимость соответствующих факторов для экспертов. Эта модель использована в данной работе.

Простейшей реализацией модели скоринга является взвешенная сумма различных характеристик заемщика, получившийся интегральный показатель затем сравнивается с выбранным пороговым значением, на основе чего и принимается решение о выдаче или невыдаче кредита [4]. Эта простейшая реализация хорошо отражает суть скоринговой оценки – разделение заемщиков на две группы: кому выдавать кредиты, а кому – нет.

Таким образом, сама суть скоринговой модели достаточно проста. Однако за внешней простотой скрывается ряд сложностей. Первой проблемой скоринга является сложность в определении, какие характеристики следует включать в модель, а какие весовые коэффициенты должны им соответствовать. Именно от выбора исходных данных в большей степени зависит качество итоговой оценки и, в конечном счете, эффективность оценки риска и доходность кредитного портфеля. К этой проблеме имеется несколько подходов, классическим подходом является, безусловно, обучающая выборка клиентов, о которых уже известно, хорошими заемщиками они себя зарекомендовали или нет. Размер выборки не является проблемой в западных странах, однако в нашей стране для разработки действительно эффективной системы нужны исторические данные по выданным кредитам, для этого нужно выдать кредиты, для этого нужна скоринговая система. Получается замкнутый круг, для нормально функционирования скоринговой системы необходимо иметь определенный размер выборки, опираясь на которую можно делать вывод о кредитоспособности заемщика. Но эта выборка в свою очередь берется как раз из скоринговой системы. Поэтому необходимо затратить определенное время и путем проб и ошибок начинать накопления информации, которая ляжет в основу скоринговой системы, адаптированной к действительности. В рамках данной статьи также используются данные по клиенту в кредитном бюро, данная информация также может быть использована для получения выборки для скоринга, при отсутствии должного количества информации в самой базе банка.

Теоретически, для разработки действительно эффективной системы скоринга необходима значительная выборка заемщиков за несколько лет с уже известными результатами (вернули/не

вернули кредит) и «обучение» системы на этой выборке, на во многих банках подобной статистики пока просто не существует. Использовать «готовые» западные системы, в свете всего вышесказанного, - это далеко не выход.

В работе реализован интерфейс для экспертов рикс-менеджмента для выбора переменных необходимых для анализа. После чего выполняется выборка всех необходимых данных по выданным кредитам за указанный промежуток времени, минимальный срок 3 г. Полученные данные в автоматическом режиме преобразовывается, из них отсекаются коррелированные данные. Согласно предоставленным данным получаем числовые данные отображающие степень кредитоспособности заемщиков прошлых лет. После преобразования и получения необходимых коэффициентов получаем таблицу с разбивкой баллов скоринга.

Пример скоринговой карты

Название	№	Значения	Балл
Имеется ли жилье	1	Да	5
	2	Нет	1
	3	Другое, не указано	-7
Возраст	1	52 года и более	5
	2	От 46 до 51	15
	3	От 36 до 45	3
	4	От 32 до 35	1

Скоринговая система должна «обучаться» на некоторой выборке, а если выборка мала, то можно использовать модели, эту выборку «размножающие» или имитирующие, исходя из имеющихся данных. Понятно, что обучить систему также эффективно, как и на реальных данных, в те же сроки таким образом невозможно, однако данный подход, безусловно, будет гораздо эффективнее, чем «готовые» системы.

Внедрение систем скоринга в практику банков необходима как для самих банков в плане уверенности в возврате кредита заемщиком, так и для заемщиков, для которого скоринговая система ощутимо сократит время на принятие банком решения о выдаче кредита.

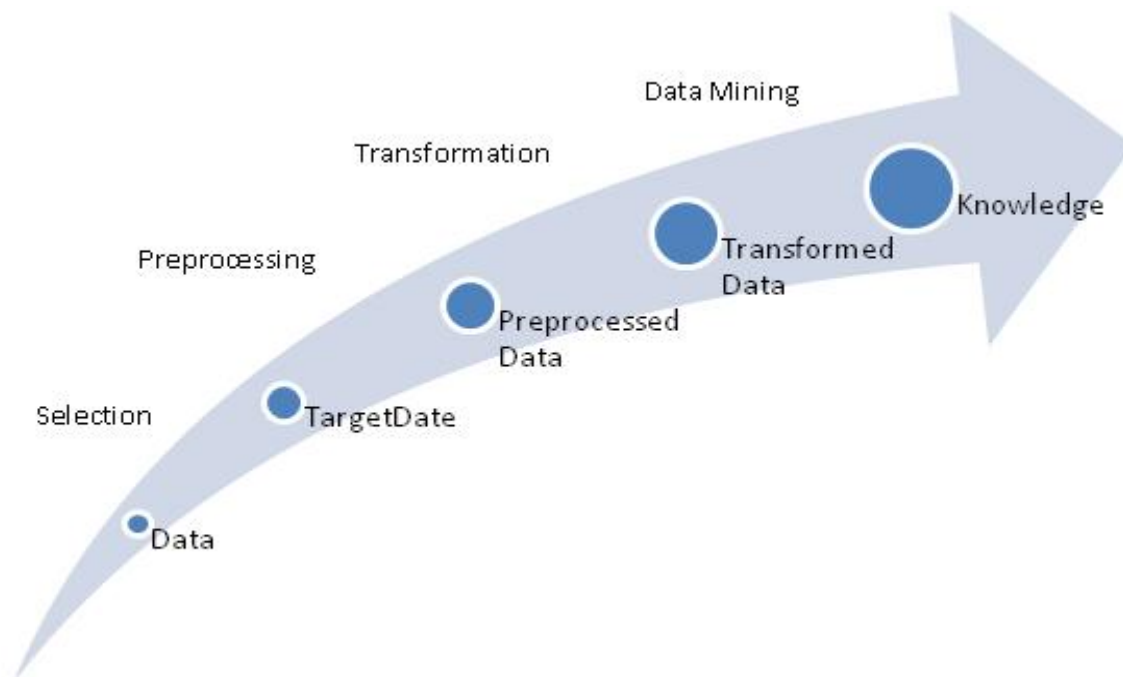


Рис 1. Этапы обработки данных

Как показано на рисунке 1 при построении скоринговой модели в нашей работе были проведены следующие этапы. Выборка данных из базы. Предобработка данных, т.е. удаление ненужной информации, пустых полей и т.д. Преобразование – представление тестовых полей в числовом формате. Data mining – нахождение полезной информации из огромного количества «сырых» данных, не представляющих интереса в первоначальном виде [5]. Интерпретация/оценка – получение готовых коэффициентов скоринговой модели для применения в потребительском кредитовании [6].

В работе была произведена автоматизация анализа данных для построения скоринговой карты. Многие рутинные процедуры на различных этапах анализа данных, которые имеют обоснованные алгоритмы решения были также автоматизированы, доказаны соответствующие математические теоремы, проведены успешные тестовые эксперименты и т.д., однако, требуют много времени, поскольку анализ данных – это итеративный процесс, и предъявляют повышенные требования к специальной подготовке аналитика данных [7]. В частности, на этапах Data cleaning («чистка» данных) – анализ резко выделяющихся наблюдений, удаление логических ошибок, заполнение пропусков в данных и т.д. Data modeling – спецификация, селекция и оценка моделей, в частности, добавление случайных ошибок, распределенных по различным законам для устойчивого оценивания параметров моделей и т.д. Post-processing, в частности скоринг – проверка устойчивости построенных моделей на новых данных, визуализация и т.д. [8]

Следует отметить, что скоринговая система решает не только вопрос анализа и оценки кредитоспособности заемщика, но и целый ряд производственных вопросов, которые в настоящий момент приобретают все большую актуальности для участников рынка розничного кредитования. А именно:

- Увеличение информационных потоков
- Необходимости снижения времени принятия решения
- Требования индивидуального подхода к каждому клиенту
- Автоматизация процесса принятия решения
- Снижение трудозатрат
- Быстрая адаптация под меняющиеся условия рынка.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Загоруйко Н.Г. Прикладные методы анализа данных. Новосибирск, 1984. – 5с.
- [2] Мельникова А.З., Шевчук Ю.З. Оптимизация процесса предкредитной обработки. Эффективное принятие решений. Банковское кредитование. №1. 2007.
- [3] Панюков А.В., Будина Е.С. Применение системы кредитного скоринга для организации процесса розничного кредитования. 2009. – 41-47с.
- [4] Пищулин А.С. Национальные особенности кредитного скоринга. Банковское кредитование №1. 2008.
- [5] Randal E. Bryant, Randy H. Katz, Berkeley Edward D. Lazowska Big-Data Computing: Creating revolutionary breakthroughs in commerce, science, and society. 2008.
- [6] Bollier D. The Promise and Peril of Big Data, 2010.
- [7] Heemink A. Mathematical Theory of Data Processing in Models (Data Assimilation Problems), 2008.
- [8] Moran W., La Scala B. Measurements in Mathematical Modeling and Data Processing, 2010.

#### REFERENCES

- [1] Zagurojko N.G. Prikhodnye metody analiza dannyh. Novosibirsk, 1984. 5с.
- [2] Melnikova A.Z., Shevchuk Y.Z. Optimizacija processa predcreditnoj obrabotki. Jeffectivnoe prinjatje reshenij. Bankovskoe kreditovanie. - 1. 2007. - 20-21с.
- [3] Panjukov A.V., Budina E.S. Primenenie sistemy kreditnogo skoringa dlja organizacii processa roznicnogo kreditovanija. 2009. - 41-47с.
- [4] K.K.Nurlybayeva, G.T.Balakayeva. Simulation of Large Data Processing for Smarter Decision Making. AWER Procedia Information Technology and Computer Science. 3rd World Conference on Information Technology WCIT-2012. 2012. Vol03, 2013. - 1253-1257с.
- [5] K.K.Nurlybayeva, G.T.Balakayeva. Processing of large amounts of data on a credit scoring example using neural network technology. Safety and Security Engineering V. 2013. - 165-171с.
- [6] Pishulin A.S. Nacional'nye osobennosti kredinogo skoringa. Bankovskoe kreditovanie. - 1. 2008.
- [7] Randal E. Bryant, Randy H. Katz, Berkeley Edward D. Lazowska Big-Data Computing: Creating revolutionary break throughs in commerce, science, and society. 2008. - 3-4с.
- [8] Bollier D. The Promise and Peril of Big Data, 2010. – 5с.

- [9] Heemink A. Mathematical Theory of Data Processing in Models (Data Assimilation Problems), 2008. - 10-13с.  
[10] Moran W., LaScalaB. Measurements in Mathematical Modeling and Data Processing, 2010. – 210-211с.

Балакаева Г.Т., Нұрлыбаева К.К.

**Скоринг модельдерін құрастыру процессін алгоритмдеу**

**Резюме.** Бұл мақала мәліметтерді талдаудың дамуының жаңа бағыттарын қарайды, сонымен бірге бизнес үшін мәліметтердің үлкен көлемдерінің талдаудың артықшылығы туралы айтылады. Сонымен бірге мақалада оптимизация туралы және біртұтас инфрақұрылымында мәліметтердің өңдеудің жүйелері ұсынылады, бұл мәліметтерді жылдамырақ алып және шешімдердің тез арада ұйғарылуына несие скоринг үлгінің құрылысын мысалында көрсетіледі.

**Түйін сөздер:** Үлкен көлемді мәліметтер, Data mining, кредиттік скоринг, шешім қабылдау, мәліметтерді талдау

Balakayeva G.T., Nurlybayeva K.K.

**Algorithmization of the scoring models construction process**

**Resume.** This article examines new developments in data analysis, as well as the benefits of analyzing Big data for business. The article also considers proposals for optimization of data processing systems, integrating them into a single infrastructure for faster and more "smart" business decisions, for example, constructing credit scoring models.

**Key words:** BigData, DataMining, Credit scoring, decision making, Data analysis.

УДК 656.225.073.235:

**А. И. Жүсіпбеков, А. М. Аманкулов**

(КазАТК им.М. Тынышпаева, г. Алматы, Республика Казахстан)

**ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ТЕХНОЛОГИИ ДОСТАВКИ**

**Аннотация.** В статье рассмотрены технико-экономические предпосылки моделирования технологии доставки. Основными экономическими позициями являются затраты, возникающие на маршруте Астана-Ақтау.

**Ключевые слова:** контейнеры, затраты, вагоны, транспорт.

Основными экономическими позициями, которые ставятся в настоящем исследовании в соответствие временным параметрам, являются затраты, возникающие на маршруте Астана - Ақтау по каждому из рассматриваемых вариантов, которые связаны [1]:

- с контейнерами;
- со средствами транспорта при доставке контейнеров из Ақтау- Астана к складам получателей и обратно;
- с ускоренным грузовым контейнерным поездом;
- со средствами автомобильного транспорта при доставке груженых контейнеров со станции назначения (Астана) к складам грузополучателей и завоз груженых контейнеров на станцию отправления ускоренного контейнерного поезда по маршруту Астана- Ақтау для передачи в порт.

Полезный результат (эффект) по каждой из рассматриваемых схем предлагается определить как разницу между доходом, полученным от перевозки груженых контейнеров и затратами за время выполнения единичного технологического процесса, соответствующего каждому из вариантов доставки контейнеров [2]. Общая формула будет иметь следующий вид:

$$D_i - Z_i \Rightarrow \max, \quad (1.1)$$

где  $D_i$  - доход, полученный от доставки груженых контейнеров по  $i$ -му варианту единичного технологического процесса ( $i= 1$  или  $2$ ), тенге;

$Z_i$  - эксплуатационные затраты, связанные с использованием технических средств при реализации  $i$ -го варианта единичного технологического процесса ( $i= 1$  или  $2$ ), тенге

К рассмотрению в расчетной модели по формуле (1.1) в настоящем исследовании принимаются следующие доходы: доходы  $D_1$  и доходы  $D_2$ .

Доходы  $D_1$  включают:

- доходы от погрузки контейнеров на автомобили в порту;
- доходы от перевозки груженых контейнеров от порта Актау до склада получателя в Астане;
- доходы от перевозки порожних контейнеров от складов грузополучателей до порта Актау.

При этом, доходы, полученные автомобильными перевозчиками нерезидентами Республики Казахстан, исключаются из общей суммы доходов и фактически должны быть рассмотрены как упущенная выгода и включаться в статью затрат или не учитываться вообще, поскольку затраты, связанные с техническими средствами автомобильного транспорта у перевозчиков нерезидентов, также должны быть исключены [3].

Доходы  $D_2$  включают:

- доходы от погрузки контейнеров на автомобили в порту;
- доходы от перевозок контейнеров ускоренным контейнерным поездом в обоих направлениях, то есть на маршруте Актау-Астана-Актау

В таблице 1.1 требуется пояснение определения удельного значения затрат на содержание ремонтной базы автомобильного транспорта по варианту 1 (позиция 16). В частности, на автомобильном транспорте эта величина рассчитывается исходя из норматива удельных капитальных вложений на один автомобиль хозяйства в год. Данная величина, в среднем, составляет 100 тыс. тенге. и является базой для дальнейшего расчета, в котором учитываются различные эксплуатационные факторы содержания и ухода за автомобилем. Эти факторы учитываются с помощью следующих корректирующих коэффициентов [4].

**Таблица 1.1. Техничко-экономические параметры, определяющие эксплуатационные расходы автомобильного транспорта на маршруте Актау - Астана - Актау**

№ п/п	Наименование показателя	Измеритель	Исходное значение	Принятое значение для расчета	Примечание
1	2	3	4	5	6
1.	Расстояние доставки от Актау до Астаны	км	705	1.410	
2.	Стоимость тягача	тенге	450.000		
3.	Срок службы	год	6,0		
4.	Норма амортизационных отчислений	б/р	0,17		
5.	Стоимость полуприцепа	тенге	270.000		
6.	Срок службы	год	10,0		
7.	Норма амортизационных отчислений	б/р	ОД		
8.	Потребление топлива	л/100 км	40,0		
9.	Стоимость топлива	тенге/л	13,5		
10.	Стоимость топлива на 1 рейс	тенге	8.700	8.700 на рейс	С учетом стоимости смазки
11.	Затраты на тех. обслуживание и ремонт (включая аварийный)	тенге	6.380	6.380 на рейс	Определено нормативом
12.	Затраты рабочей силы по доставке (зарплата водителей)	тенге	3.780	3.780 на рейс	Включая доплаты за экспедирование и пр

13.	Оплата ремонтных рабочих	тенге/ч	13,4	13,4	
14.	Амортизация полуприцепа	Тенге/Ч	3,08	3,1	Без учета пробега
15.	Амортизация тягача	тенге/год	153.000	17,5 тенге/ч	С учетом пробега и покрышек для полуприцепа, тенге/ч-автм
16.	Затраты на содержание ремонтной базы для автотранспорта на одно автотранспортное средство	тенге/год	555.000	63,36	Затраты отнесены на время рейса, тенге/ч-автм
17.	Затраты на страховку и организацию стоянок	Тенге/ч	6,5	6,5	Затраты отнесены на время рейса, тенге/ч-автм
18.	Затраты, отнесенные на перевозимые контейнеры	тенге/ч - 1 конт.	0,21	0,21	Затраты отнесены на все время от момента начала выгрузки с судна до возврата в порт, тенге/ч-конт

$k_1$  - коэффициент типа подвижного состава. Для грузовых автомобилей общего назначения большой грузоподъемности  $k_1 = 1,9$ ;

$k_2$  - коэффициент суточного пробега автомобиля рассчитывается по формуле:

$$k_2 = 0,90704 \cdot \lg L_{CE} - 1,15074,$$

где  $L_{CE}$  - среднесуточный пробег в км.

Для средних значений  $k_2 = 1.67$ .

$K_2$  - коэффициент, учитывающий способ хранения грузовых автомобилей. В частности, для предприятий, хранящих автомобили в одноэтажных закрытых помещениях  $A_1 = 1,3$ ;

$K_4$  - коэффициент использования прицепного состава. Для 100% использования прицепов  $k_4$  принимается равным 1,53;

$K_5$  - коэффициент, учитывающий условия эксплуатации. Для условий перевоза грузов по шоссе  $K_5 = 0,88$ ;

$K_6$  - коэффициент, учитывающий специализацию тягового подвижного состава. Для нашего случая  $k_1$  принимается равным 1.

Общий корректирующий коэффициент будет равен 5,55, откуда годовые затраты составят (при базовом значении 100 тыс.тенге) 555.000 тенге. Суточное (удельное) значение расходной ставки будет равно 63,36 тенге/ч-автм (при годовом часовом бюджете равном 8.760 ч). Сумма других затрат, отнесенных на время использования автомобиля в соответствии с данными табл. 4.1, будет равна 40,5 тенге/ч-автм. Общий показатель удельных затрат будет равен 103,86 тенге/ч-автм.

Время, затраченное автомобилями на доставку контейнеров от начала погрузки контейнеров в автомобили до возвращения их в порт с порожними контейнерами будет равно:

-для первого захода судна 35,07 ч/1 автм;

-для второго захода судна 34,39 ч/1 автм.

Общая занятость автомобилей по варианту 1 составила в часах:

$$t_{автм} = 12.35.07 + 17.34.39 = 1010.75$$

Общие затраты, рассчитанные по удельным часовым затратам составляют для варианта 1 - 104.976,5 тенге. Полные затраты с учетом затрат, отнесенных на весь единичный технологический процесс доставки, составили 652.227,9 тенге. [5]Обращает внимание, что затраты по использованию контейнеров за все время от прибытия в порт и возврата обратно (102,32 ч.) по графику составили всего 311,4 тенге. То есть эти затраты не могут заметно повлиять на общий объем затрат. Расчетные затраты по каждому варианту выполнены на основании данных таблице 4.1 и приведены в таблице 4.2.

Таблица 1.2. **Расчет затрат по вариантам доставки контейнеров на маршруте Актау-Астана-Актау**

№	Наименование затрат	Варианты		Примечание
		Авто (1)	Ж.д. (2)	
1	Затраты, комплексно относимые на весь рейс доставки контейнеров			
2	Заработная плата водителей, тенге	548100		
3	Стоимость топлива и смазочных материалов, тенге	1261500		
4	Затраты на техническое обслуживание и ремонт, тенге	925100		
5	Эксплуатационные затраты железнодорожного транспорта на маршруте Актау-Астана-Актау, тенге		1318925	на 41 ед.
6	Затраты, зависящие от времени			
7	Затраты, связанные с использованием контейнеров, тенге	1557	4914	
8	Суммарные эксплуатационные затраты, рассчитанны всего: тенге/ч-автм.	524882,5		
9	Затраты, связанные с доставкой контейнеров от (на) станции назначения (отправления) авто транспортом в Астане, тенге.	Входит в общие затраты по доставке контейнеров	1143090 807090	(на 41 конт.) (на 29 конт.)
10	Итого затрат	3261139,5	2466929 2130929	(на 41 конт.) (на 29 конт.)

ЛИТЕРАТУРА

1. Фомин Г.П. Математические методы и модели в коммерческой деятельности: Учебник. - М.: Финансы и статистика, 2001. - 544 с.
2. Чичагов П.К. Правовая основа структурной реформы железнодорожного транспорта, его монополизации и развития конкуренции. // Экономика железных дорог. - 2000 г. № 11, - с. 5 - 8.
3. Шобанов А.В. Исследование экономической эффективности железнодорожных контейнерных перевозок в международном сообщении. Автореф. дис. канд. эк. наук. / М.: МИИТ, 2000. - 24 с.
4. Шульга А.М., Смехова Н.Г. Себестоимость железнодорожных перевозок. - М.: Транспорт, 1985. - 280 с.
5. Экономика железнодорожного транспорта: Учеб. для вузов ж.-д. трансп./ Белов И.В., Терёшина Н.П., Галабурда ВТ. и др., Под. ред. Терёшиной Н.П., Лapidуса Б.М., Трихункова М.Ф. - М.: УМК МПС России, 2001. - 600 с.
6. Экономико-математические методы и прикладные модели: Учеб. пособие для вузов / В.В. Федосеев, А.Н. Гармаш, Д.М. Дайитбеков и др.; Под. ред. В.В. Федосеева. - М.: ЮНИТИ, 1999. - 391 с.

REFERENCES

1. Fomin G.P. Matematicheskie metody i modeli v kommercheskoy deyatel'nosti: Uchebnik. - M.: Finansyi i statistika, 2001. - 544 s.
2. Chichagov P.K. Pravovaya osnova strukturnoy reformy zheleznodorozhnogo transporta, ego demonopolizatsii i razvitiya konkurentsii. // Ekonomika zheleznih dorog. - 2000 g. # 11, - s. 5 - 8.
3. Shobanov A.V. Issledovanie ekonomicheskoy effektivnosti zheleznodorozhnyih konteylernyih perevozok v mezhdunarodnom soobschenii. Avtoref. dis. kand. ek. nauk. / M.: MIIT, 2000. - 24 s.
4. Shulga A.M., Smehova N.G. Sebestoimost zheleznodorozhnyih perevozok. - M.: Transport, 1
5. Ekonomika zheleznodorozhnogo transporta: Ucheb. dlya vuzov zh.-d. transp./ Belov I.V., TerYoshina N.P., Galaburda VT. i dr., Pod. red. TerYoshinoy N.P., Lapidusa B.M., Trihunkova M.F. - M.: UMK MPS Rossii, 2001. - 600 s.
6. Ekonomiko-matematicheskie metody i prikladnyie modeli: Ucheb. posobie dlya vuzov / V.V. Fedoseev, A.N. Garmash, D.M. Dayitbegov i dr.; Pod. red. V.V. Fedoseeva. - M.: YuNITI, 1999. - 391 s.

Жүсіпбеков А. И., Аманкүлов А. М.

**Жеткізу технологиясын моделдеудің техникалық экономикалық алғы шарттары**

**Түйіндеме.** Мақалада жеткізу технологиясын моделдеудің техникалық экономикалық алғы шарттары қарастырылған. Негізгі экономикалық позиция Астана - Актау бағытындағы туындаған шығын болып табылады.

**Кілтгі сөздер:** контейнерлер, шығындар, вагондар, көлік.

Zhusypbekov A., Amanjulov A.

**Technical-and-economic prerequisites of simulation of delivery technology**

**Summary.** The Article considers technical and economic prerequisites of simulation of the delivery technology. The main economic positions are the expenses, which arise on Astana-Aktau route.

**Key words:** container, expenses, wagons, transport.

УДК 539.3:622.24

**А.Б. Умбеткулова, Л.А. Хаджиева**

(Казахский национальный университет им. аль-Фараби  
Алматы, Республика Казахстан, Email: [aliya1988kz@mail.ru](mailto:aliya1988kz@mail.ru))

**О ВЛИЯНИИ ФОРМ ИЗГИБА ВРАЩАЮЩЕЙСЯ БУРОВОЙ ШТАНГИ НА ХАРАКТЕР ЕЕ ПОПЕРЕЧНЫХ КОЛЕБАНИЙ**

**Аннотация.** Рассматриваются шарнирно-опертые вращающиеся буровые штанги, применяемые в нефтегазодобывающей промышленности для бурения неглубинных скважин. Проводится динамический анализ изгибных колебаний сжато-скрученной штанги, вызванных переменными во времени осевой нагрузкой, крутящим моментом и инерцией вращения. При помощи вариационного метода Галеркина и разложения по собственным формам задача сводится к системам нелинейных дифференциальных уравнений. Изучено влияние форм изгиба буровой штанги на характер ее движения и амплитуду поперечных колебаний.

**Ключевые слова:** буровая штанга, нелинейные колебания, поперечные колебания, амплитуда колебаний, изгиб, перемещения.

**Введение**

В настоящее время все большие объемы нефти и природного газа добываются из сверхглубоких подземных резервуаров. В развитых угледобывающих странах наиболее распространенным способом строительства вертикальных скважин является бурение, которое является надежным и эффективным в различных горно-геологических условиях. Однако, практика строительства нефтяных и газовых скважин показывает, что еще нередки случаи, когда происходит искривление вертикального ствола скважины, что ставит под угрозу выполнение её геологического назначения. По данным Американского нефтяного института, в настоящее время успех бурения скважин составляет 76%, а для удлиненных скважин аварийной оказывается каждая третья [1]. Основной причиной искривления скважин является появление нештатных ситуаций, вызванных критическими состояниями квазистатического равновесия и колебаний буровой штанги. К ним относятся критические изгибные выпучивания буровой штанги и ее вибрации [2]. При бурении скважин в условиях, когда твердые породы залегают на небольшой глубине, буквально с первых метров, возникают значительные вибрации на бурильной колонне и оборудовании связанном с ней. При динамическом продольном осевом сжатии стержень может потерять устойчивость прямолинейной формы. По стержню распространяются продольные упругие волны, которые, в свою очередь, могут порождать интенсивные поперечные колебания, связанные с начальными отклонениями от прямолинейной формы стержня.

Не менее важным фактором браковки скважин является также вращение буровой штанги, в результате которого генерируются центробежные и кориолисовы силы инерции. Из-за большой длины штанги даже при малой угловой скорости вращения часто эти силы служат основной причиной потери устойчивости и исключают возможность колебаний системы по стационарным формам. Эти эффекты достаточно полно изучены в теории вращающихся упругих валов [3]. Однако в буровых штангах они реализуются в более сложных формах, поскольку происходят в комбинации с другими механическими явлениями.

Одной из основных задач бурения является сохранение формы буровой штанги при увеличении глубины бурения и, соответственно, увеличения длины и веса бурильной колонны. Оно обеспечивается решением проблем устойчивости движения буровых колонн, исключая потерю устойчивости формы и разрушение колонн при значительном превышении нагрузки. Таким образом, задачи моделирования критических состояний бурильных штанг в таких скважинах представляют существенный научный и прикладной интерес.



Среди работ по исследованию динамики буровых колонн многие посвящены моделированию и анализу их колебаний, вызывающих потерю устойчивости движения бурового оборудования и нарушению их прочностных свойств [1, 2, 4 и др.]. Большинство авторов допускают малость прогибов буровых колонн, в результате чего силы, действующие на стержень, можно считать линейными функциями перемещений, скорости и ускорения. Однако, с ростом амплитуд все в большей мере начинает проявляться влияние нелинейных факторов. Только эти факторы ограничивают бесконечное возрастание амплитуд, предсказываемое линейной теорией. Поэтому линейная теория не может дать ответ ни на вопрос об установлении колебаний, ни на вопрос о величине установившихся амплитуд. Другим допущением моделей является ограничение степеней свободы деформирования буровой штанги, то есть раздельное исследование составляющих их сложного пространственного деформирования, как это делают авторы работы [5]. Все это вызывает ограниченность моделей и существенно сужает представление о реалистичности моделируемых процессов в системе буровая штанга-скважина, так как не представляется возможным описание большого разнообразия осложняющих движение буровой штанги факторов.

**Целью данной работы** является исследование нелинейной модели поперечных колебаний сжато-скрученной буровой штанги при конечных деформациях и оценка влияния форм изгиба штанги на характер и амплитуду ее колебаний.

#### **Модель колебаний буровой штанги**

В качестве расчетной схемы буровой штанги достаточно большой длины  $l$  принимается гибкий упругий стержень, закрепленный по концам. В процессе бурения на штангу действуют переменные во времени внешние нагрузки, такие как сжимающая осевая нагрузка  $N(t)$  и крутящий момент  $M(t)$ . Осевая нагрузка  $N(t)$  складывается из собственного веса и усилия подачи, которое является периодической функцией времени. При вращении штанги на буровую коронку (долото) действуют силы сопротивления со стороны горной породы. Эти силы, а также силы трения о стенки скважины в случае касания преодолеваются за счет крутящего момента  $M(t)$ , передаваемого от двигателя, имеющего постоянную и переменную во времени составляющие.

К внешним нагрузкам относится также центробежная сила  $C$ , распределенная по длине вращающейся искривленной штанги. Величина этой силы зависит от угловой скорости  $\omega$ , и отклонения штанги от оси вращения. Номинальное значение скорости  $\omega$  постоянно, однако, вследствие периодического характера изменения крутящего момента угловая скорость также будет иметь малые отклонения, переменные во времени.

Рассматривая движение вращающейся сжато-скрученной буровой штанги под действием указанных факторов и центробежной силы при вращении со скоростью  $\omega$ , применяя принцип Даламбера, можно записать динамическую модель изогнутой оси штанги при конечных деформациях в следующем виде (ось  $x$  направлена вдоль оси стержня):

$$\begin{aligned}
 & EJ_V \left[ \frac{\partial^4 V}{\partial x^4} - \frac{3}{2} \left\{ \frac{\partial^4 V}{\partial x^4} \cdot \left( \frac{\partial V}{\partial x} \right)^2 + 6 \frac{\partial V}{\partial x} \cdot \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} \cdot \frac{\partial^3 V}{\partial x^3} + 2 \left( \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} \right)^3 \right\} \right] + M(t) \frac{\partial^3 U}{\partial x^3} + \\
 & + N(t) \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \rho F \omega^2 V = -\rho F \frac{\partial^2 V}{\partial t^2}, \\
 & EJ_U \left[ \frac{\partial^4 U}{\partial x^4} - \frac{3}{2} \left\{ \frac{\partial^4 U}{\partial x^4} \cdot \left( \frac{\partial U}{\partial x} \right)^2 + 6 \frac{\partial U}{\partial x} \cdot \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \cdot \frac{\partial^3 U}{\partial x^3} + 2 \left( \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \right)^3 \right\} \right] - M(t) \frac{\partial^3 V}{\partial x^3} + \\
 & + N(t) \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \rho F \omega^2 U = -\rho F \frac{\partial^2 U}{\partial t^2},
 \end{aligned} \tag{1}$$

где  $U(x, t)$  - перемещение точек упругой линии штанги в плоскости  $xOy$ ;

$V(x, t)$  - перемещение точек упругой линии штанги в плоскости  $xOz$ ;

$\omega$  - частота вращения;

$\rho$  - плотность материала;

$F$  - площадь поперечного сечения буровой штанги;  
 $EJ_u, EJ_v$  - жесткость штанги относительно осей  $y, z$ .

Система (1) задает динамическое состояние изогнутой оси буровой штанги. В основе модели лежит гипотеза плоских сечений [6]. Предполагаем, что поперечные сечения стержня при деформации остаются плоскими и перпендикулярными к его деформированной оси, а нормальные напряжения на площадках, параллельных оси, являются пренебрежимо малыми. Растяжением оси стержня пренебрегаем.

Для определенности стержень считается шарнирно опертым по концам, что выражает равенство нулю перемещения и изгибающего момента и задаются следующие краевые условия:

$$\begin{aligned} U(x, t) = V(x, t) = 0 \quad (x = 0, x = l) \\ EJ_U \frac{\partial^2 U(x, t)}{\partial x^2} = EJ_V \frac{\partial^2 V(x, t)}{\partial x^2} = 0 \quad (x = 0, x = l). \end{aligned} \quad (2)$$

### Численный анализ

Из-за сложности прямого интегрирования нелинейной модели (1) она приводится к виду, удобному для численного интегрирования. Для этого применяется известный вариационный метод разделения переменных – метод Бубнова-Галеркина, где форма изгиба оси буровой штанги задается спектром гармонических форм. Метод Галеркина предлагает простую и легко программируемую альтернативу для анализа отклонения буровых штанг. Его сходимости для системы доказана в работах [7, 8].

Согласно методу Бубнова-Галеркина решение системы (1) задается в виде:

$$U(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} \bar{U}_k(t) \sin\left(\frac{k\pi x}{l}\right), \quad V(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} \bar{V}_k(t) \sin\left(\frac{k\pi x}{l}\right), \quad (3)$$

где  $\bar{U}_k(t)$  и  $\bar{V}_k(t)$  – неизвестные функции времени, а функции  $\sin\left(\frac{k\pi x}{l}\right)$  – собственные формы поперечных колебаний стержня постоянного сечения.

При исследовании динамической устойчивости стержней, нагруженных изменяющимися во времени усилиями, обычно предполагается, что если величина продольной силы не слишком велика, то форма упругой линии лишь незначительно отличается по своему виду от первой собственной функции [9]. Однако, для случая больших продольных сил и нелинейной динамики движения буровой штанги учет лишь основной формы колебаний может не в полной мере отражать картину движения. Возникает необходимость учета высших форм колебаний в моделировании колебательного процесса.

В связи с чем, в данной работе исследуется влияние форм изгиба оси штанги на амплитуды ее колебаний с оценкой их вклада в решение исследуемой задачи.

### Колебания по основной форме

Рассматривается решение (1) в первом приближении, когда перемещения задаются в следующем виде:

$$U(x, t) = \bar{U}(t) \sin\left(\frac{\pi x}{l}\right), \quad V(x, t) = \bar{V}(t) \sin\left(\frac{\pi x}{l}\right) \quad (4)$$

Тогда, система с распределенными параметрами (1) приводится к виду:

$$\begin{aligned} \frac{\gamma F}{g} \bar{V}''(t) + \left[ EJ_V \frac{\pi^4}{l^4} - N(t) \frac{\pi^2}{l^2} + K_1 \right] \bar{V}(t) + \frac{3}{8} EJ_V \frac{\pi^6}{l^6} \bar{V}^3(t) &= 0, \\ \frac{\gamma F}{g} \bar{U}''(t) + \left[ EJ_U \frac{\pi^4}{l^4} - N(t) \frac{\pi^2}{l^2} + K_1 \right] \bar{U}(t) + \frac{3}{8} EJ_V \frac{\pi^6}{l^6} \bar{U}^3(t) &= 0. \end{aligned} \quad (5)$$

Ниже представлены результаты исследования влияния длины буровой штанги на ее колебания по основной форме. Установлено, что увеличение длины буровой штанги вызывает рост амплитуды ее колебаний (рис. 1).

Численный анализ динамической модели буровой штанги проведен с помощью пакета символьной математики Wolfram Mathematica (WM). Все расчеты проведены при значениях параметров: внешний диаметр штанги  $D = 0.2 \text{ м}$ , внутренний диаметр  $d = 0.12 \text{ м}$ . Исследованы дюралюминиевые буровые штанги с характеристиками модуля упругости  $E_{\text{дюр}} = 0.7 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ , и плотностью  $\rho_{\text{дюр}} = 2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ . Буровые штанги испытывают действие переменной продольной силы  $N(t) = [2.198 \cdot 10^6 + 2 \cdot 10^3 \sin(\omega t)] \text{ Н}$  и переменного крутящего момента  $M(t) = 10^4 \sin(\omega t) \text{ Нм}$ , скорость вращения штанги  $\omega = 120 \text{ об/мин}$ .

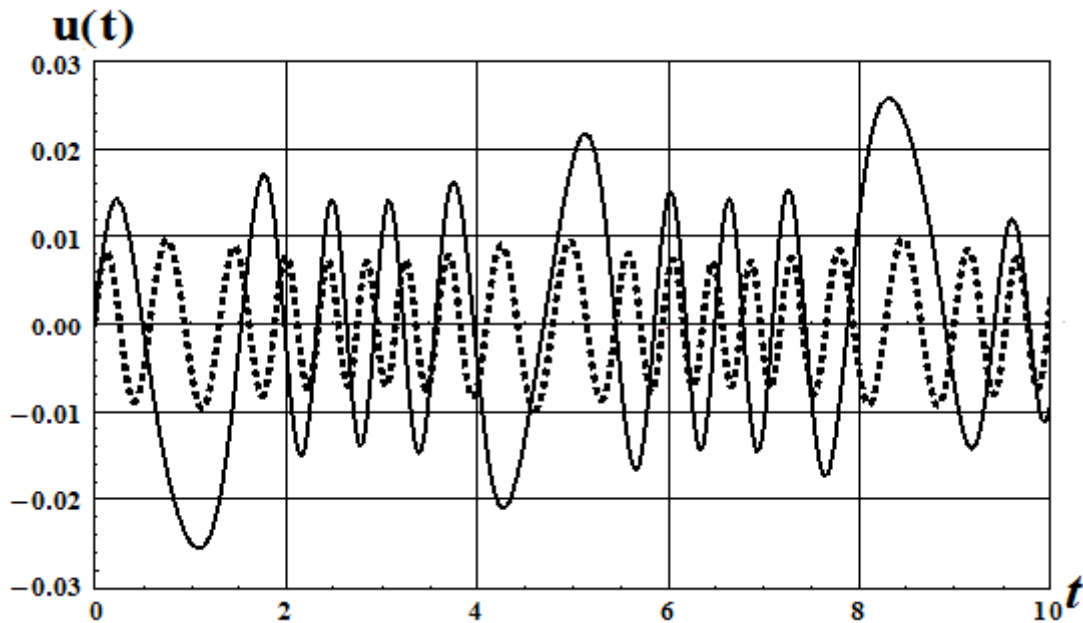


Рис. 1. Амплитуды колебаний стальной буровой штанги для первого приближения (----  $l=200 \text{ м}$ , \_\_\_\_\_  $l=450 \text{ м}$ )

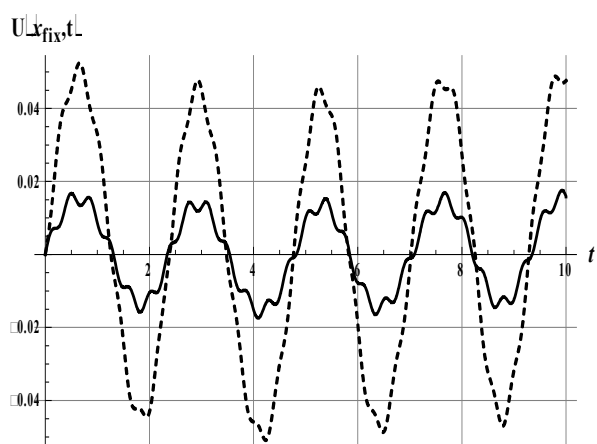
#### Колебания по первым трем формам

Рассматривается решение (1) в третьем приближении, когда перемещения задаются в виде суммы первых трех членов разложения:

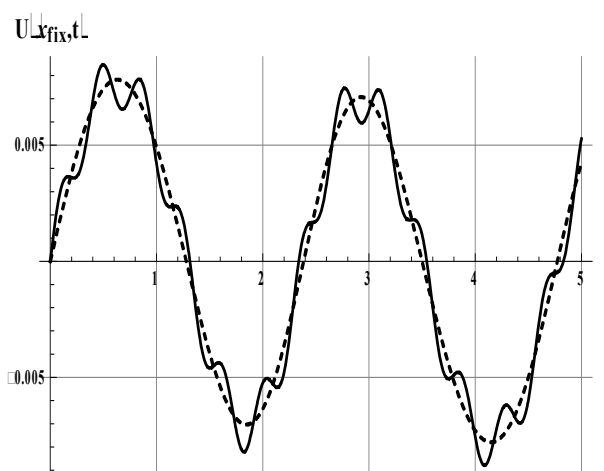
$$\begin{aligned} U(x, t) &= \sum_{k=1}^3 \bar{U}_k(t) \sin\left(\frac{k\pi x}{l}\right), \\ V(x, t) &= \sum_{k=1}^3 \bar{V}_k(t) \sin\left(\frac{k\pi x}{l}\right), \end{aligned} \quad (6)$$

В этом случае нелинейная система с распределенными параметрами (1) приводится к системе 6 нелинейных дифференциальных уравнений относительно  $\bar{U}_1(t), \bar{U}_2(t), \bar{U}_3(t), \bar{V}_1(t), \bar{V}_2(t), \bar{V}_3(t)$ . Ее решение представлено на рисунке 2. Показано изменение амплитуды колебаний дюралюминиевой буровой штанги с течением времени в различных сечениях. Из графиков видно, что максимальные величины поперечных колебаний приходятся на середину штанги  $x_{fix} = l/2$ . Ближе к концам штанги амплитуды ее колебаний уменьшаются, что не противоречит принятым граничным условиям шарнирного опирания штанги на концах, когда перемещения на них отсутствуют.

Сравнение результатов численного анализа колебаний штанги по основной и первым трем формам (рис.3), проведенных для дюралюминиевой буровой штанги длиной  $l=100$ м в сечении  $x_{fix} = 19l/20$ , свидетельствует, что уточнение формы колебаний буровой штанги ведет к существенному увеличению амплитуды колебаний, приближая решение исследуемой модели к реальности физического процесса, происходящего в буровых штангах. Дальнейшие исследования также будут проведены для сечения  $x_{fix} = 19l/20$  дюралюминиевой буровой штанги длиной  $l=100$ м.



**Рис. 2.** Колебания дюралюминиевой буровой штанги длиной  $l=100$ м в различных сечениях  
( - - - - -  $x_{fix} = l/2$ , \_\_\_\_\_  $x_{fix} = 4l/5$  )



**Рис. 3.** Колебания по форме изгиба в первом и третьем приближениях  
( - - - - - первая форма, \_\_\_\_\_ третья форма )

#### Колебания штанги с формами изгиба в пятом и седьмом приближениях

Для исследования влияния форм изгиба на амплитуду колебаний буровой штанги, здесь проведены дальнейшие уточнения решения (1). С этой целью рассматриваются его пятое и седьмое приближения, когда перемещения задаются в виде суммы первых пяти и семи членов разложения. Подставляя их в модель, получаются системы десяти и четырнадцати нелинейных дифференциальных уравнений, решение которых представлено ниже на рисунках 4-6.

Для выявления вклада каждой формы изгиба штанги в величину амплитуды ее колебаний проведен сравнительный анализ решения в третьем и пятом приближении (рис.4), пятом и седьмом приближениях (рис.5). В первом случае замечено отличие амплитуд, свидетельствующее о целесообразности расчета в пятом приближении (рис.4). Во втором же случае существенных различий между решением в пятом и седьмом приближениях не замечено. Поэтому дальнейшие уточнения форм, связанные с увеличением размерности решаемой системы нелинейных уравнений и, соответственно, увеличением расчетного времени решения задачи, не представляется целесообразным.

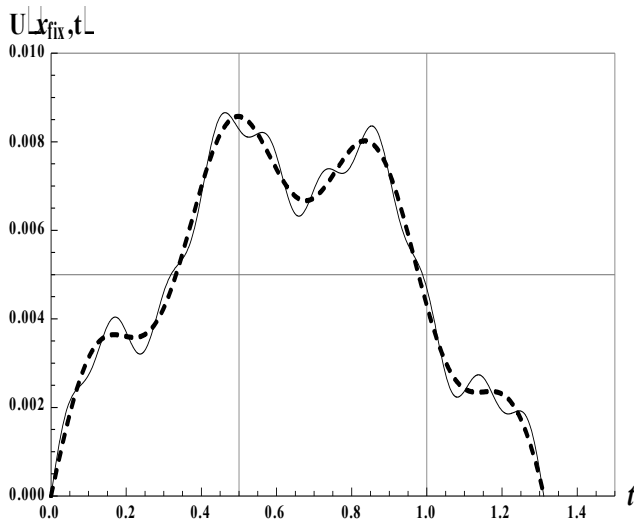


Рис. 4. Сравнение третьей и пятой формы колебаний ( - - - - - третья форма, \_\_\_\_\_ – пятая форма)

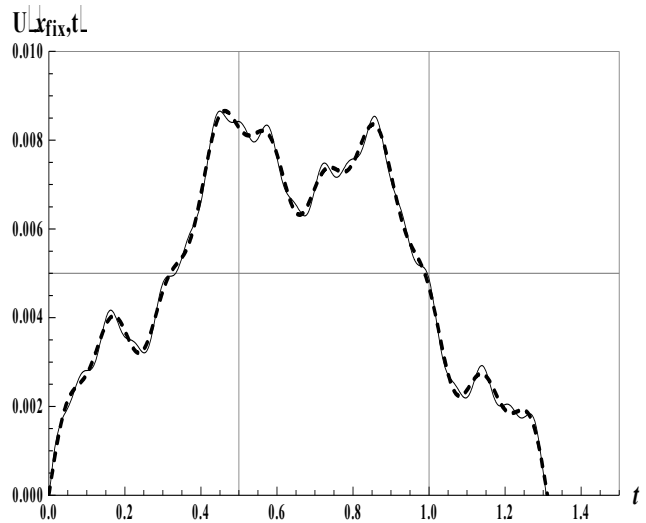


Рис. 5. Сравнение пятой и седьмой формы колебаний ( - - - - - пятая форма, \_\_\_\_\_ – седьмая форма)

В результате проведенных в работе исследований установлено влияние высших форм плоского изгиба на амплитуду колебаний буровой штанги и целесообразности проведенных расчетов. Результаты сравнения решения в первом и в пятом приближениях форм изгиба штанги (рис.6), свидетельствуют об этом.

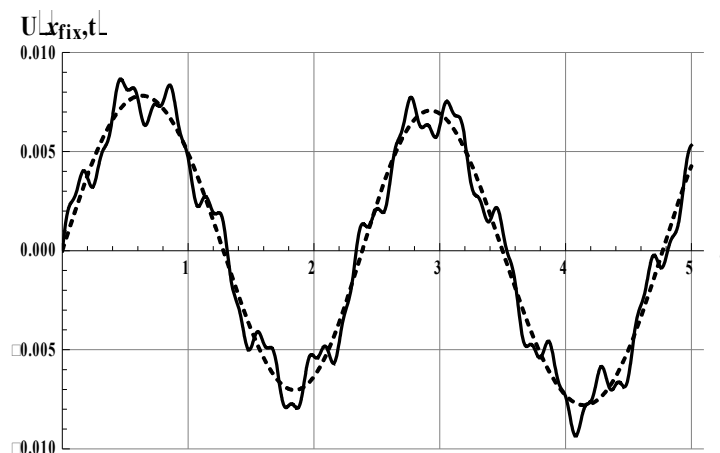


Рис. 7. Сравнение первой и пятой формы колебаний ( - - - - - первая форма, \_\_\_\_\_ – пятая форма)

### Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что при использовании метода разделения переменных – метода Бубнова-Галеркина, уточнение формы колебаний буровой штанги ведет к увеличению амплитуды колебаний, но частота колебаний не меняется и, в целом, характер колебаний остается неизменным. Первое приближение лишь сглаживает решение для третьего, пятого и седьмого приближений.

Также, по полученным данным можно судить о влиянии длины буровой штанги на ее отклонение от прямолинейной формы. Увеличение длины штанги влечет за собой возрастание амплитуды поперечных колебаний и длины их волн. По мере удлинения штанги повышается риск ее потери устойчивости.

Рисунок 4 показывает, что пятая форма колебаний штанги отличается от третьей и необходимо учесть большее число форм приближенного решения. Для чего и рассчитывается седьмая форма

поперечных колебаний. Из ее анализа следует, что последующие решения практически сходятся друг с другом. Это говорит о том, что данное число форм достаточно для получения решения, наиболее близкому к реальному процессу. Поэтому дальнейшие уточнения форм, связанные с увеличением размерности решаемой системы нелинейных уравнений и, соответственно, увеличением расчетного времени решения задачи, не представляется целесообразным.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 V.I. Gulyayev, O.I. Borshch. Free vibrations of drill strings in hyper deep vertical bore-wells. // Journal of Petroleum Science and Engineering. – 2011. – Vol. 78. – P. 759-764.
- 2 V. I. Gulyaev, S. N. Khudolii, O.I. Borshch. Wirl vibrations of the drillstring bottom hole assembly. // Strength of Materials. – 2010. – Vol. 42, No. 6. – P. 637-646.
- 3 Филиппов А.П. Колебания деформируемых систем. – Изд. 2-е, переработанное. – М.: Машиностроение, 1970. – 736 с.
- 4 Yigit, A.S., Christoforou, A.P. Coupled axial and transverse vibrations of oilwell drillstrings. // Journal of Sound and Vibration. – 1996. – Vol. 195 (4). – P. 617-627.
- 5 Christoforou, A.P., Yigit, A.S. Dynamic modeling of rotating drillstrings with borehole interactions. // Journal of Sound and Vibration. – 1997. – Vol. 206 (2). – P. 243-260.
- 6 Вибрации в технике. Справочник: в 6-ти т. М.: Машиностроение, 1978, Т.1., 352 с.
- 7 Э.И.Кучеренко Об одном видоизменении метода Галеркина для краевой задачи обыкновенного нелинейного дифференциального уравнения. // Украинский математический журнал. – 1981. – т.33, №5. – С. 597-603.
- 8 F. Dubeau, A. Ouansafi and A. Sakat. Galerkin methods for nonlinear ordinary differential equation with impulses. // Numerical Algorithms. – 2003. – Vol. 33. – P. 215-225.
- 9 B.V Viscomi, R.S Ayre. Nonlinear dynamics response of elastic slider-crank mechanism. // ASME J. Engng for Industry. – 1971. – Vol. 93 (1). – P. 251-264.

#### REFERENCES

- 1 V.I. Gulyayev, O.I. Borshch. Free vibrations of drill strings in hyper deep vertical bore-wells. // Journal of Petroleum Science and Engineering. – 2011. – Vol. 78. – P. 759-764.
- 2 V. I. Gulyaev, S. N. Khudolii, O.I. Borshch. Wirl vibrations of the drillstring bottom hole assembly. // Strength of Materials. – 2010. – Vol. 42, No. 6. – P. 637-646.
- 3 Philippov A.P. Kolebaniya deformiruemyh system. – Izd. 2, pererabotannoe. – M.: Mashinostroenie, 1970. – 736 c. (in Russ).
- 4 Yigit, A.S., Christoforou, A.P. Coupled axial and transverse vibrations of oilwell drillstrings. // Journal of Sound and Vibration. – 1996. – Vol. 195 (4). – P. 617-627.
- 5 Christoforou, A.P., Yigit, A.S. Dynamic modeling of rotating drillstrings with borehole interactions. // Journal of Sound and Vibration. – 1997. – Vol. 206 (2). – P. 243-260.
- 6 Vibracii v tehnikе, Spravochnik v 6-ti t. M., Mashinostroenie, 1978, T.1., 352 (in Russ.).
- 7 E.I. Kucherenko. Ob odnom vidoizmenenii metoda Galerkina dlya kraevoi zadachi obyknovennogo differencialnogo uravneniya. // Ukrainskiy matematicheskiy zhurnal. – 1981. – т.33, №5. – С. 597-603. (In Russ.).
- 8 F. Dubeau, A. Ouansafi and A. Sakat. Galerkin methods for nonlinear ordinary differential equation with impulses. // Numerical Algorithms. – 2003. – Vol. 33. – P. 215-225.
- 9 B.V Viscomi, R.S Ayre. Nonlinear dynamics response of elastic slider-crank mechanism. // ASME J. Engng for Industry. – 1971. – Vol. 93 (1). – P. 251-264.

Умбеткулова А.Б., Хаджиева Л.А.

**Айналмалы бұрғылау штангасының бүгіліс түрінің оның көлденең ауытқурларына келтіретін әсері туралы**

**Түйіндеме.** Мұнай және газ ұнғымасын бұрғылау үшін қолданылатын екі жағынан топсалы тірелген терең емес бұрғылау штангалар қарастырылған. Шеткі деформациядағы айналмалы тығыздалған және бұралған бұрғылау штангасының динамикалық талдауы өткізілген. Бұрғылау штангасына әсер ететін жүк-салмақ пен бұрау моменті уақыт аралығында өзгермелі болып саналады. Есеп Галеркин вариациялық әдіс арқылы және өзінің бүгілісінің нысанының спектрына жіктеу арқылы сызықсыз дифференциалдық теңдеулер жүйесіне айналады. Модельдің сандық талдау нәтижесі бойынша бұрғылау штангасының бүгілісінің нысанының саны оның көлденең ауытқуына және ауытқу амплитудасына әсері анықталды.

**Кілт сөздер:** бұрғылау штангасы, сызықсыз ауытқурлар, көлденең ауытқурлар, ауытқу амплитудасы, бүгіліс, ауыспалылық.

Umbetkulova A., Khajiyeva L.

**About the influence of the bending forms to the transverse vibrations of the rotating drill strings**

**Summary.** Drill strings for shallow drilling applied in oil-gas extractive industry is considered, conditions in the ends are accepted as hinged bearing. Performed a dynamic analysis of the rotating compressed and twisted drilling rods movement at finite deformations. The axial force and twisting moment acting on the drilling rod are relying time variable. By the Galerkin method and the expansion by the spectrum of its bending forms the problem is reduced to the system of nonlinear differential equations. The numerical analysis of the model established the influence of the number of forms of bending of the drill string on the nature of its movement and amplitude of vibrations.

**Key words:** drill string, nonlinear vibrations, cross vibrations, the amplitude of vibrations, curve, movement.

ӘОЖ 508.9.94.502.1.

**А.А. Масенова, Р.Н. Төлеуова**

(Батыс Қазақстан инженерлік-гуманитарлық университеті, Орал, Қазақстан Республикасы

*e-mail: Masenova\_Ayazhan@mail.ru*)

**ҚАРАШЫҒАНАҚ МҰНАЙ-ГАЗ КОНДЕНСАТ КЕН ОРНЫ МАҢЫНДАҒЫ ТОПЫРАҚ ҚҰРАМЫНДАҒЫ ФОСФОРДЫҢ ЖӘНЕ ОРГАНИКАЛЫҚ ЗАТТАРДЫҢ ДИНАМИКАСЫ**

**Аннотация:** Мақалада 2013-жылдың күз айында Қарашығанақ мұнай-газ конденсат кен орнының әртүрлі экожүйелерінен алынған топырақ үлгілерінің құрамындағы құнарлылық элементтерінің бірі фосфордың және органикалық заттардың динамикасы берілген.

**Кілт сөздер:** қоршаған орта, мұнай-газ, конденсат, топырақ, қалдықтар

Қазіргі таңда ғылыми-техникалық прогресстің алға басуына қарай көптеген мұнай, газ өндейтін өндіріс орындары салынып, олардан шыққан қалдықтар қоршаған ортаны, соның ішінде жердің топырақ қабатын бұза бастады. Мұнай, газ өндейтін ірі кен орындардың бірі – Батыс Қазақстан облысының Бөрлі ауданында орналасқан Қарашығанақ мұнай-газ конденсат кен орны. Қарашығанақ мұнай-газ конденсат кен орнының әртүрлі трансекталарынан алынған топырақ үлгілеріне құнарлы элементтер фосфорға Мем СТ 26261-84 бойынша зерттеулер жүргізілді.

Осы зерттеулерді жүргізудегі негізгі мақсат - мұнай-газ конденсат кен орнының топырақ құрамына, өсімдіктер жамылғысына, қоршаған ортаға әсерін зерттеп, құнарлық элементтерінің динамикасын құрып, ауытқуын салыстыру.

Топырақтың құнарлылығын арттыратын, өсімдіктердің өсуін жетілдіретін құнарлық элементтердің бірі фосфордың маңыздылығына тоқталып өтсек.

Топырақтың құрамында фосфор кездесетін органикалық және минералдық заттар болады, олар өсімдіктердің фосфорлық қоректенуінің көзі. Фосфордың органикалық қосылыстары қара топырақта көп, сұр топырақта аз. Фосфордың минералдық қосылыстары қиын еритін фосфаттар түрінде болады, олар бактериялардың көмегімен өсімдіктер сіңіре алатын күйге өтеді.

Өсімдіктер метаболизмінде фосфор ерекше зор роль атқарады. Ол барлық нуклеотидтердің құрамына кіреді, ал нуклеотидтердің өзі РНК мен ДНК-ның макромолекулаларын түзеді [1].

Фосфор тыныс алу, фотосинтез және ашу процестеріне пайдаланылатын моносахаридтерді фосфорлауға қатысады. Өсімдіктің топырақтан сіңірген анионы тамыр клеткаларының өзінде-ақ органикалық заттармен қосылады да, олардың құрамына енеді. Фосфорлық қоректену жетіспеген жағдайда өсімдік сіңіретін фосфордың барлық мөлшері органикалық формаға айналады. Егер өсімдік фосформен жеткілікті қамтамасыз етілсе, сіңірілген фосфордың бір бөлігі клеткада минералдық формада жиналады [2].

Өсіп жетілу барысында өсімдіктер ұзақ уақыт бойы фосфорға мұқтаж болады. Оны жас өсімдіктер неғұрлым қарқынды сіңіреді. Өсімдіктер тұқымында, әсіресе ұрығында фосфор көп болады. Тұқымның өнуі кезінде фосфор өсіп келе жатқан тамырлар мен өркендерге өтеді. Тұқым пісе бастағанда фосфор қайтадан тұқым мен ұрыққа жиналады. Барлық өсімдіктердің тұқымында фосфор көп болады. Мұны фосфордың белоктар мен нуклеин қышқылдарының синтезі үшін қажет болатындығымен түсіндіруге болады [3].

Төмендегі №1, №2, №3 кестелер мен графиктерде фосфор элементінің нәтижелері берілген.

1-кесте. № 2 Трансектадағы фосфор элементінің мөлшері

Топырақ горизонттары	A	B	Bc
P мөлшері, %	0,62 %	1 %	0,7 %

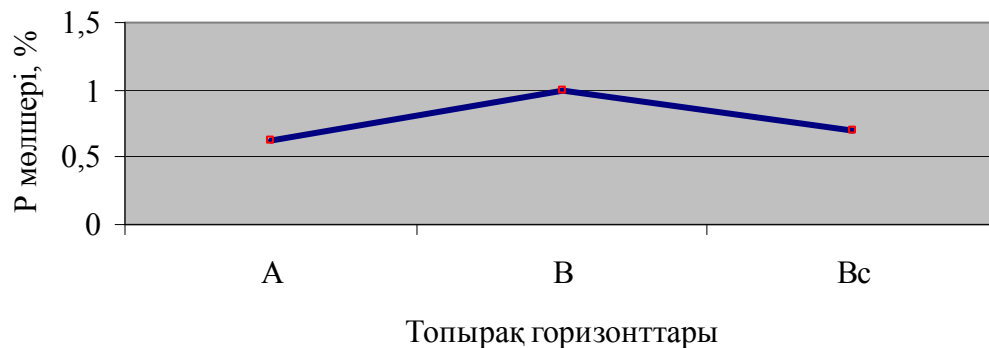


Диаграмма 1. № 2 Трансектадағы фосфор элементінің мөлшері

2-кесте. № 4 Трансектадағы фосфор элементінің мөлшері

Топырақ горизонттары	A	B	Bc
P мөлшері, %	0,4 %	0,61 %	0,42 %

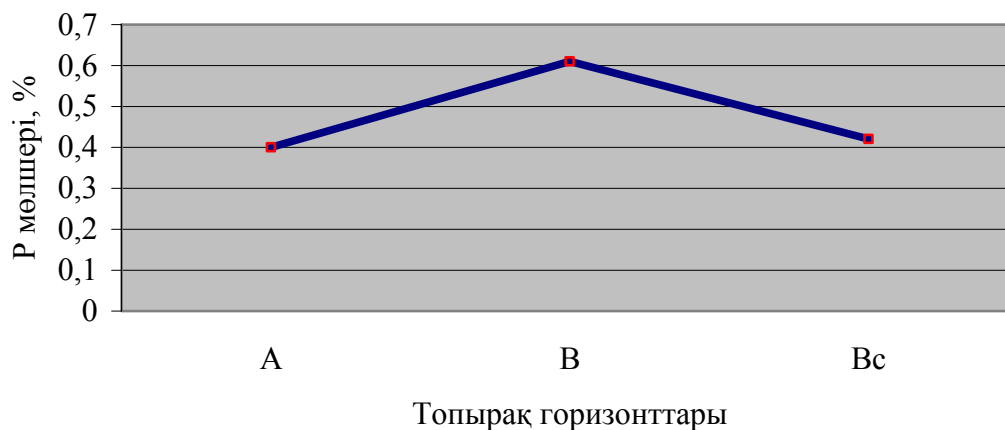


Диаграмма 2. № 4 Трансектадағы фосфор элементінің мөлшері

3-кесте. № 5 Трансектадағы фосфор элементінің мөлшері

Топырақ горизонттары	A	B	Bc
P мөлшері, %	1,1 %	1,02 %	0,82 %



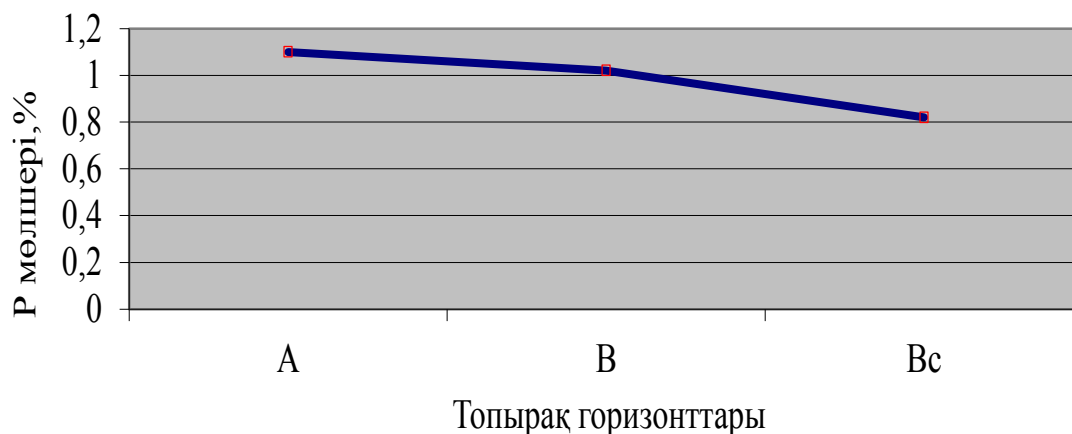


Диаграмма 3. № 5 Трансектадағы фосфор элементінің мөлшері

№1, №2, №3 кестеден көрініп тұрғандай, фосфор мөлшерінің көп мәні № 5 трансектадан алынған топырақтың А қабатында (1,1 %), ал ең аз мәні № 4 трансектадан алынған топырақтың А қабатында (0,4 %).

Топырақтың беткі қабаты дағдарысқа ұшырағандықтан құнарлылық В қабатына төмен түскен.

Жыл сайын көптеген өлі органикалық заттар топыраққа түседі. Топыраққа түскен органикалық заттар су-жылу жағдайларының алмасуына байланысты күрделі комплексті органикалық қосылыстар топырақ қарашірігін түзеді [4].

Топырақ қарашірігі құрамына кіретін органикалық заттардың бөлінуі және синтезделуі нәтижесінде жаңарып отырады.

Жердің тірі ағзаларына қажетті топырақтың органикалық беткі қабаты топырақ-өсімдік, топырақ-атмосфера, топырақ-табиғи су жүйесінде химиялық элементтердің циклді алмасуын реттеп, күн энергиясын жинақтайды, тасымалдайды.

Органикалық заттар топырақ түзілуде, өсімдіктердің өсуінің кезеңдерінде маңызды роль атқарады. Қарашірікте өсімдіктердің зольді элементтері және азот жинақталған [5].

**4-кесте. № 2 Трансектадағы органикалық заттардың мөлшері**

Топырақ горизонттары	A	B	Bc
Органикалық заттардың мөлшері, %	2,25 %	1,78 %	1,56 %

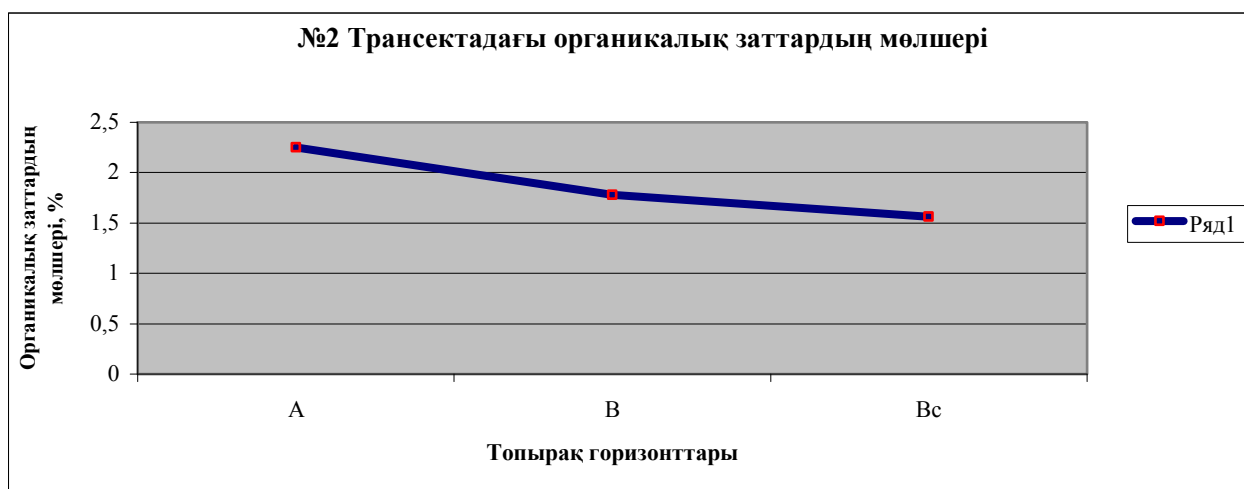


Диаграмма 4. № 2 Трансектадағы органикалық заттардың мөлшері

5-кесте. № 4 Трансектадағы органикалық заттардың мөлшері

Топырақ горизонттары	A	B	Вс
Органикалық заттардың мөлшері, %	2,77 %	2,75 %	2,23 %

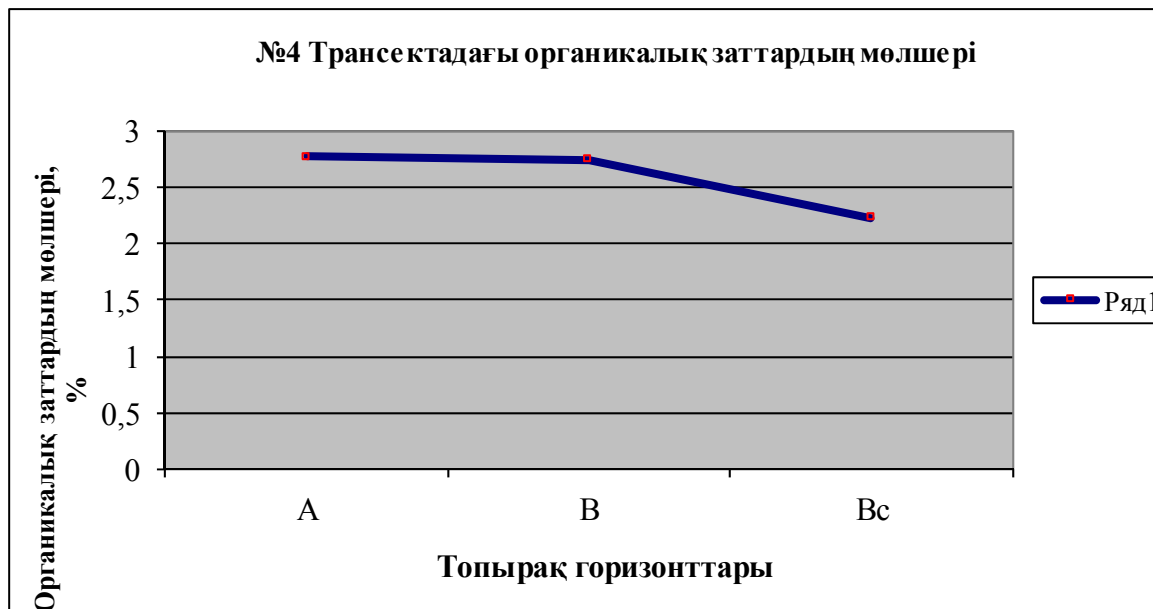


Диаграмма 5. № 4 Трансектадағы органикалық заттардың мөлшері

6-кесте. № 5 Трансектадағы органикалық заттардың мөлшері

Топырақ горизонттары	A	B	Вс
Органикалық заттардың мөлшері, %	2,82 %	1,94 %	1,73 %

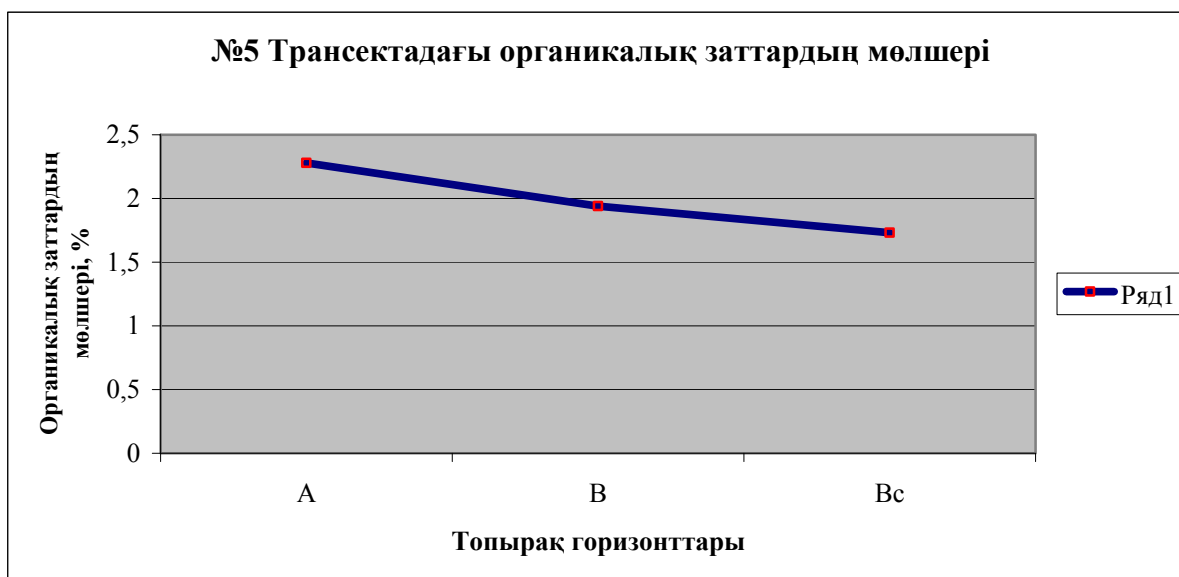


Диаграмма 6. № 5 Трансектадағы органикалық заттардың мөлшері

№4, №5, №6 кестеден көрініп тұрғандай, органикалық заттардың мөлшерінің көп мәні №5 трансектадан алынған топырақ үлгісінің А қабатында (2,82%), ең аз мөлшері №2 трансектадан алынған Вс қабатында (1,56%).

Қорыта келгенде жүргізілген зерттеулердің нәтижесіндегі анықталған фосфордың, органикалық заттардың мөлшері дала зонасының қою каштанды топырағына аз. Өткен уақыттармен салыстырғанда зерттеулердің нәтижесіндегі құнарлық элементі фосфордың, органикалық заттардың (қарашіріктің) мөлшері аз. Сондықтан Қарашығанақ мұнай-газ конденсат кен орны жалпы экожүйеге әсерін тигізуде, бірақ зерттеулер болашақта жалғасады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1. Жамалбеков, Е. Топырақ және топырақ географиясы мен экологиясы/ Е. Жамалбеков., Р. Білдебаева. - А.: Рауан, 2004. -386 б.
2. Биғалиев, А. Қазақстан топырағы және оның экологиясы/ А. Биғалиев., Е. Жамалбеков., Р. Білдебаева. - А.: Санат , 2002. – 278 б.
3. Качинский, Н.А. Топырақ, оның қасиеттері мен өмірі / Н.А. Качинский. – А.: Қазақ мемлекет баспасы, 2001. – 278 с.
4. Мукашева Т.Д. Современные технологии биоремедиации почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Вестник. КазГУ. Сер. Биол. – 2002. - №1. – 148-154 с.
5. Добровольский, Г.В. Охрана почв / Г.В. Добровольский, Л.А. Гришин. - М.: - Изд. Московского университета, 1985. - 150 с.

#### REFERENCE

1. Zhamalbekov, E. Topyrak zhane topyrak geografiasy men ekologiasy/ E. Zhamalbekov., R. Bildebaeva. - A.: Rauan, 2004. -386 b.
2. Bigaliev, A. Kazakstan topyragy jane onyn ekologiasy/ A. Bigaliev., E. Jamalbekov., R. Bildebaeva. - A.: Sanat , 2002. – 278 b.
3. Kajinskii, N.A. Topyrak, onyn kasietteri men omiri/ N.A. Kajinskii. – A.: Kazak memleket baspasy, 2001. – 278 s.
4. Mukasheva T.D. Sovremennye tehnologii bioremedacii pojб, zagreznennyh neftyu I nefteproduktami. Vestnik. KazGU. Ser. Biol. – 2002. - №1. – 148-154 s.
5. Dobrovolskii, G.B. Ohrana pojб / G.B. Dobrovolskii, L.A. Grishin. - M.: - Izd. Moskovskogo univrsiteta, 1985. - 150 s.

Масенова А.А., Толеуова Р.Н.

#### **Динамика органических веществ и фосфора в составе почв на территории Карачаганакского нефтегазоконденсатного месторождения**

Аннотация: В статье даны результаты исследования элементов плодородия (P) и органических веществ в составе образцов почв, взятых с различных экосистем Карачаганакского нефтегазоконденсатного месторождения осенью 2013 г.

**Ключевые слова:** окружающая среда, нефть-газ, конденсат, почва, отходы

Masenova A.A., Toleuova R.N.

#### **Dinamics of organic matter and phosphorus in the composition of the Karachaganak oil and gas condensate field**

Annotation: The results of the investigation of the elements of the fertility (P) in the structure of the soil models which are taren from the different ecosystems of KPO in the autumn 2013 are given in this article.

**Key words:** environment, oil-gas, condensate, soil, waste

**С.Ш. Асанов**

(Жезказганский университет имени О.А.Байконурова  
Жезказган, Республика Казахстан, [seitbeka@mail.ru](mailto:seitbeka@mail.ru))

**ТЕХНОЛОГИЯ БУЛЬДОЗИРОВАНИЯ И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ  
ТЕЛЕСКОПИЧЕСКОГО ОТВАЛА (НОЖА)**

**Аннотация.** В статье приведены наиболее возможные технологические операции бульдозера. Проведен анализ вариантов технологических операции бульдозера. На основе сравнения вариантов технологических операции определены основные параметры телескопического ножа.

**Ключевые слова.** Горная масса, выдвижная секция, призмы волочения, ширина ножа, манипулирования, косо установленный нож, центральная секция, высота секции, глубина основания призмы.

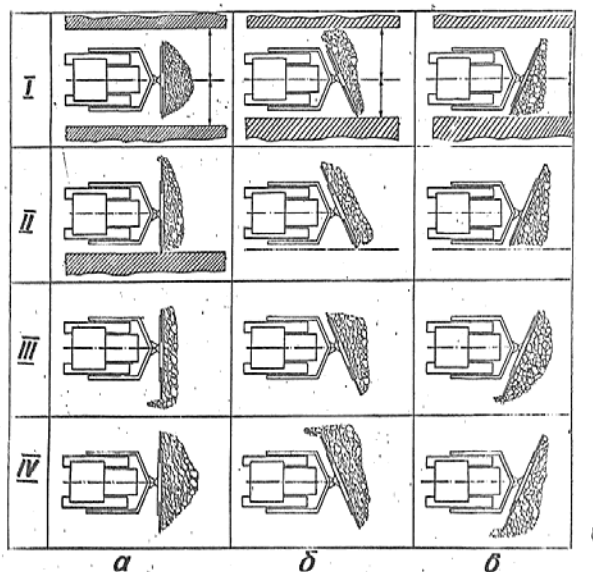
Работа бульдозера в условиях горнорудных карьеров, как и в строительстве, характеризуется многообразием выполняемого им операций - (перемещение горной массы, планировка и зачистка призабойных пространств, подземных дорог и т.д.). Это обстоятельство предъявляет к конструкции отвала (ножа) такие требования, как высокая адаптационная способность, возможность маневрирования не только самим бульдозером, но также его рабочим органом (ножом).

Перемещение горной массы в стесненных пространствах бульдозером с такими рабочими органами должен существенно отличаться от бульдозирования обычным ножом, так как наличие выдвижных секции обеспечивают бульдозеру высокую маневренность, полную реализацию мощности его при различных объемах призм, с уменьшением кусковатости горной массы.

Определение параметра (ширины) отвала и объема призмы волочения перед ним должно осуществляться с учетом стесненности пространство перемещения крупнокусовой горной массы и возможных способов (вариантов) манипулирования рабочим органом. Наиболее эффективным и отвечающим таким требованиям является рабочий орган с телескопическим отвалом (ножом) На рисунке 1 приведены возможные варианты манипулирования телескопическим отвалом (ножом) бульдозера.

Вариант I. Положение Ia - основное рабочее положение ножа, при котором производится перемещение горной массы. Исходное положение отвала: выдвижные секции отвала вдвинуты вовнутрь центральной секции. Параметры (ширина и высота) отвала в этом случае равны параметрам обычного ножа, угол установки в плане  $\alpha_{3ax} = 90$

Объем горной массы, сформированный перед ножом, определяется по формуле [1]:



**Рис. 1.** Схема бульдозирования крупнокусовой горной массы бульдозером с телескопическим отвалом (ножом)

$$V_1 = \frac{B_0 H_0 L_{np}}{2} K_p \quad (1)$$

где  $H_0$  - высота ножа, мм;

$L_{np}$  - глубина основания призмы волочения, мм;

$K_p$  - коэффициент разрыхления горной массы;

$B_0$  - ширина ножа, мм

Глубина основания призмы волочения может быть определена по формуле [1]:/:

$$L_{np} = H_0 (\operatorname{ctg}\varphi_0 - \operatorname{ctg}\beta_0) \quad (2)$$

при  $\beta_{uc} = 90^\circ$  глубина основания призмы будет равным  $L_{np} = H_0$

Положения отвала, указанные в п.п Ib и Iv, дают возможность перемещения горной массы в ту или иную сторону по отношению к направлению движения бульдозера. При этом угол захвата ножа в плане равен  $55^\circ$ . Эти положения необходимы при работе, когда бульдозер может совершать только челночные движения, так как сделать разворот в конце движения ему не позволяет размеры подземных выработок. Положение Ib соответствует повороту отвала в левую сторону, обеспечивая при движении бульдозера сход горной массы в ту же сторону, а положение Iv – в противоположенную сторону. Под этим на выступающем конце отвала не происходит накопления горной массы» Ширина ножа при этом варианте выбирается, исходя из **условий перекрытия центральной секцией ширины трактора**

$$B_0 = B_{ц.с} \geq k B_{mp} \quad (3)$$

где  $B_{ц.с}$  - ширина центральной секции телескопического ножа.

Однако, следует заметить, что при этом варианте бульдозер не может произвести очистку у груди забоя, так максимальное приближение его ограничено из-за небольшого запаса ширины обоих торцов ножа.

Вариант I Особенно удобен при переездах по узким местам.

Вариант II. Левая секция у бульдозерного ножа выдвинута, а правая остается в прежнем положении. Бульдозер производит зачистки правого борта по ходу своего движения. При положении IIб происходит набор горной массой выступающим вперед концом ножа. В положении IIв происходит формирование развала по правой стороне бульдозера, а по левой стороне можно произвести зачистку с более близкого расстояния от груди забоя. Этому способствует выдвижение левой секции.

Вариант III. По этому варианту бульдозер может производить те же работы, что и по варианту II. При этом варианте выдвигается правая секция, а левая не выдвигается. Бульдозер осуществляет операции от себя по левой стороне.

Объем призмы волочения по вариантам II и III равен:

$$V_{II\ III} = \frac{B_0 H_0^2}{2} \operatorname{tg}\varphi, \text{ м}^3 \quad (4)$$

Ширина ножа с одной выдвинутой секцией в (4) выражении определяется по формулой:

$$B'_0 = B_{ц.с} + B_{вс}, \text{ м} \quad (5)$$

$B_{вс}$  - ширина выдвинутой секции, и.

При этих вариантах бульдозер также эффективно работает по зачистке, а выдвинутые левая или правая секция позволяет увеличения зачищаемой площади.

Вариант IV. В этом варианте возможно одновременное выдвижение обеих секции, а работе бульдозера аналогична предыдущим вариантам.

Объем призма волочения по варианту IV определяется зависимостью:

$$V_{IV} = \frac{B_0 H_0^2}{2} \operatorname{tg}\varphi, \text{ м}^3 \quad (6)$$

где  $B_{\text{ц}}^{\text{н}}$  - ширина ножа с обоими выдвинутыми секциями, м.

Ширина ножа (6) образуется из значений ширины центральной и двух выдвижных секций:

$$B_{\text{ц}}^{\text{н}} = B_{\text{ц.с}} + 2B_{\text{вс}}, \text{ м} \quad (7)$$

При параметре телескопического ножа, установленного под  $\alpha_{\text{зах}} - 90^\circ$  и обеспечивающего полной реализации тяговой возможности базового трактора, ширина каждой выдвижной секции равна:

$$B_{\text{вс}} = (B_{\text{ц}}^{\text{н}} - B_{\text{ц.с}}) / 2 \quad (8)$$

По условию перекрытия ширины базового трактора телескопическим ножом при его косоустановленном в плане положении  $B_{\text{вс}}$  определяется по формуле:

$$B_{\text{вс}} = \frac{1,02 B_{\text{тр}}}{\sin \alpha_{\text{с}}} - B_{\text{тр}} \quad (9)$$

После преобразований (9) формула для определения ширины косоустановленного телескопического ножа с углом захвата ( $\alpha_{\text{зах}}$ ) в плане примет вид:

$$B_{\text{вс}} = 0,5 B_{\text{тр}} \operatorname{tg} \frac{\alpha_{\text{с}}}{2} \quad (10)$$

Высота  $H_{\text{вс}}$  выдвижных секций определяется в зависимости от высоты центральной секции, так как они расположены центральной секции и угла естественного откоса горной массы, при этом высота призмы волочения в зоне выдвижных секций должна быть меньше призмы в зоне основной секции и равна:

$$H_{\text{вс}} \geq 0,7 - 0,8 H_{\text{цс}} \quad (11)$$

Наибольшая производительность бульдозера достигается при варианте IV когда объем призмы  $V_{\text{з}}$  волочения формируется перед отвалом при полностью выдвинутых крайних секциях (рис.2), тогда

$$V_{\text{з}} = V_{\text{I}} + 2V_{\text{II}} \quad (12)$$

Первое слагаемое формулы (12) представляет собой единичный объем призмы волочения перед центральной секцией телескопического ножа:

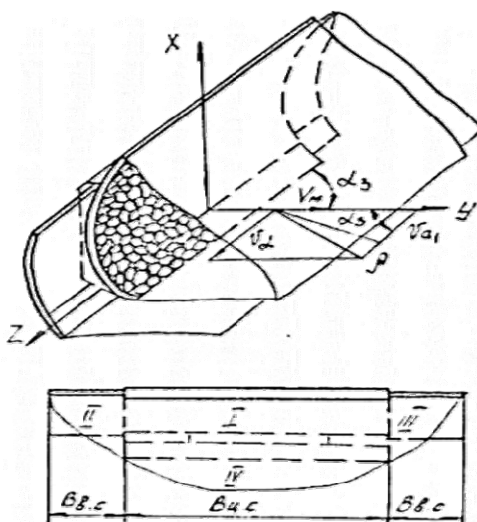


Рис. 2. Схема определения параметров телескопического отвала (ножа) призмы волочения

$$V_I = \frac{L_n B_{цс} H}{2} \operatorname{tg} \varphi_{\text{пр}} \quad (13)$$

где  $B_{цс}$  - ширина центральной секции ножа, м;

$L_n$  - глубина основания призмы, м;

$H$  - высота ножа, м;

$\varphi_{\text{пр}}$  - угол естественного откоса горной массы, град.

Второе слагаемое формулы (14) представляют собой суммарный объем треугольной пирамиды в зонах II

$$V_{II} = \frac{2L_n B_{цс} H}{3} \operatorname{tg} \varphi_{\text{пр}} \quad (14)$$

При учете (13) и (14) единичный объем призмы перед телескопическим ножом равен:

$$V_2 = (0,5B_{цс} + 0,7B_{вс})L_n H \operatorname{tg} \varphi_{\text{пр}} \quad (15)$$

Учитывая также, что ширина выдвижных секций величина переменная, целесообразно в расчетах использовать относительную величину

$$K_{вс} = B_{вс}/B_{цс} \quad (16)$$

Тогда для ширины выдвижных секций имеем

$$B_{вс} = K_{вс} B_{цс} \quad (17)$$

Подставив  $B_{вс}$  из (2.35) в формулу (2.33) получим:

$$V_{\Sigma} = (0,5 + 0,7K_{вс}) B_{цс} L_n H \operatorname{tg} \varphi_{\text{пр}} \quad (18)$$

Относительная ширина  $K_{вс}$  для выдвижных секций при расчетной величине объема  $V_{\Sigma}$  призмы «волочения» определенная из условия полной реализации тяговой возможности базовой машины равна:

$$K_{вс} = \frac{V_{\Sigma}}{0,7V_{цс} \operatorname{tg} \varphi_{\text{пр}}} - 0,7 \quad (19)$$

где  $V_{цс} = B_{цс} L_n H$ , м

Тогда абсолютная ширина выдвижных секций телескопического ножа с учетом (2.35) будет равна

$$B_{вс} = \left( \frac{V_{\Sigma}}{0,7V_{цс} \operatorname{tg} \varphi_{\text{пр}}} - 0,7 \right) B_{цс} \quad (20)$$

Следует отметить, что при наличии резервной возможности по тяговым условиям базовой машины для определения значений  $B_{вс}$  важное значение имеют конструктивный параметр - ширина  $B_{\text{тр}}$  трактора и ширина  $B_{\text{штр}}$  выработки в забоях карьера.

В этом случае для каждой секции, исходя из (2.18) и при условии  $B_{цс} = 1,02B_{\text{тр}}$  и  $\alpha_3 = 90^\circ$  минимальное значение  $K_{вс}$  не должно быть меньше 5 % от  $B_{цс}$ , т.е.  $K_{вс} \geq 0,05$ .

Максимальное значение  $K_{вс}$ , зависит от ширины центральной секции, так как общая возможная ширина выдвижных секций определяется из условия:

$$2B_{вс} \geq B_{цс}$$

Это условие обусловлено тем, что при варианте I обе секции должны быть выдвинуты во внутрь центральной секции, тогда  $K_{вс} \geq 0,4$ .

Для поворотного ножа изменение угла его захвата приводит к изменению  $K_{вс}$ . Так при уменьшении, приводящее к уменьшению проекции средней секции возникает необходимость увеличения минимальной ширины телескопического ножа для обеспечения ширины базового трактора. Это достигается увеличением  $B_{вс}$ .

На основании анализа конструктивных и горнотехнических условий для тракторов кл.100 кН предельные значения  $K_{вс}$  принята в интервале  $0,05 \leq K_{вс} \leq 0,4$ , а для абсолютной ширины выдвижных секций соответственно имеем  $0,15 \leq 2B_{вс} \leq 1,2$  (м).

Таким образом из вышеизложенного следует, что:

- наиболее рациональным типом рабочего органа (ножа) бульдозера удовлетворяющим его работы в стесненных условиях и эффективным в использовании является телескопический отвал (нож);

- зная значения  $B_{цс}$  и отвала, принимая  $K_{вс}$  в пределах принятых интервалов, можно найти ширину выдвинутой части крайних секций телескопического ножа;

- объем призмы волочения перед телескопическим отвалом бульдозера с телескопическим ножом зависит от величины  $K_{вс}$  - отношения ширины выдвижной секции к ширине центральной секции ( $K_{вс}$ ).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Машины для земляных работ. Под ред. Ю.В. Ветрова- Киев: Высшая школа, 1976
2. Домбровский Н.Г. Развитие механизации земляных работ.- Механизация в строительстве, 1967, № 8.
3. Любимова Н.Г., Магарилло Б. Л., Позин Б.М. и др. Исследование производительности бульдозерного агрегата с различными значениями расчетных тяговых усилий на рабочих передачах. - В кн.: Вопросы конструирования и исследования тракторов и тракторных двигателей. - Челябинск: 1972, с.106-112.
4. Магарилло Б.Л., Позин Б.М. и др. Влияние размеров отвала бульдозера на производительность тракторного землеройного агрегата.- В кн.: Вопросы конструирования и исследования тракторов и тракторных двигателей. Вып.2- Челябинск: 1973, с 117-120
5. Музгин С.С., Асанов С.Ш. Выбор рациональной конструкции рабочего органа подземного бульдозера. -В кн: Процессы методы обеспечивающие эффективную и безотказную технологию добычи переработки минерального сырья и окружающей среды. Дзержкаган, 1985.

#### REFERENCES

1. Terra movens . Ed. Y.V. Vetrova – Kioviensis: Graduate schola , 1976
2. Dombrowski NG. Progressum mechanization of fossio - Mechanization in constructione , 1967, № 8
3. Lyubimov N.G, Magarillo L., Posin V.M. Mush volutpat euismod machina cum copiis ad opus progressio incessus ratione ponendam. - n libro.: Quaestiones et investigationis consilium et tractors tractor engines. Chelyabinsk 1972 s.106-112.
4. Magarillo L., Posin V.M. Posset, quid magnitudine dozer ferrum in perficientur in tractor earthmoving agregata.- n libro.: Quaestiones et investigationis consilium et tractors tractor engines. Chelyabinsk 1973 s.117-120.
5. S.S Muzgin, S.S Assanov. Electio consilium operantes corpus sub Caterpillar rationalis. n libro.: Processus et efficax ratio libera minera productio technicae et elit processus. Dzhezkazgan 1985.

Асанов С.Ш.

#### **Бульдозірлеу технологиясы және телескопты отвалдың (қалақтың) параметрлерін бағамдау**

**Түйіндеме.** Мақалада бульдозердің ірі кесекті тау жыныстарын қысыңқы жерлерде сырғытқанда бейімделуге ыңғайлы бульдозердің қалағының, базалық трактордың тарту күші резервінің жеткіліктілігін пайдалана отырып, оның өнімділігін арттыруға бейімді телескопты қалақ алынған. Телескопты қалақтың негізгі параметрлерін анықтау бульдозердің телескопты қалақпен жұмыс істеудің технологиялық әдістердің нұсқалары жасалынып, соны талдау арқылы бағамдалған.

**Түйін сөздер:** Тау жынысы, шеткі секциялар, сырғытылатын үйінді, қалақтың ені, басқару, қиға орнықтырылған қалақ, орталық секция, секцияның биіктігі, үйіндінің табанының (қимасының ені) ені.

Асанов С.Ш.

#### **Технология бульдозирования и обоснование параметров телескопического отвала (ножа)**

**Резюме.** В статье рассмотрены технологические способы бульдозирования с телескопическим ножом, способный адаптироваться при перемещении крупнокусковой горной массы в стесненных местах, используя при наличии резерва тяговой мощности базового трактора, обеспечивающий повышения производительности бульдозера. Определение основных параметров телескопического ножа сделаны на основе анализа вариантов технологических операции бульдозирования.

Assanov S.S.

#### **Technology of bulldozer work and ground of parameters telescopic dump (blade dozer)**

**Summary.** In the article technological methods are considered bulldozer work with a telescopic knife, able to adapt oneself at transferring of large-sized mountain mass to the straitened places, using at presence of reserve of hauling power of base tractor, providing the increases of the productivity of bulldozer. Determination of basic parameters of telescopic knife done on the basis of analysis of variants of technological to the operation bulldozer works.

**Key words.** mountain mass, sliding section, prisms of dragging, width of knife, manipulation, obliquely set knife, central section, height of section, depth of founding of prism.



УДК 553.461

А.А. Ниязов<sup>1</sup>, Э.М. Ли<sup>1</sup>, С.Т. Шалгымбаев<sup>1</sup>, В.Ф. Митина<sup>1</sup>, К.Р. Плехова<sup>2</sup>, А.П. Слюсарев<sup>2</sup>,  
Ю.А. Сарсекеева<sup>3</sup>, О.А. Ишмуратова<sup>3</sup>, Г. А. Сулейманова<sup>3</sup>, М.Г. Нигметов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Филиал Республиканского государственного предприятия «Национальный центр комплексной переработки минерального сырья Республики Казахстан» Государственное научно-производственное объединение промышленной экологии «Казмеханобр», Казахстан, г. Алматы

<sup>2</sup>Институт геологических наук им. К. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы

<sup>3</sup>Рудоуправление «Казмарганец» филиал Акционерного общества «Транснациональная компания «Казхром», Казахстан, г. Актобе, e-mail: abdukhay18@mail.ru)

## ОБ ОСОБЕННОСТЯХ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА МАРГАНЕЦСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ТУР»

**Аннотация.** На основе изучения вещественного состава шести проб марганецсодержащей руды, отобранных с различных участков месторождения дана оценка их технолого – минералогической совместимости на технологических пробах характеризующих собой окисленный тип железо-марганцевой руды с высоким содержанием оксидов и гидроксидов железа от 6,95 до 17,47 % и содержанием марганца от 13,15 до 32,97%. Отличительной особенностью минеральной составляющей исследуемых проб руд от марганецсодержащих других месторождений является наличие в них марганецсодержащего минерала – жияншуита: гидроксид марганца и магнезия ( $Mg Mn_3^{4+} O_7 \cdot 3H_2O$ ), редкий и малоизвестный минерал определен с помощью рентгенофазового анализа. Рудные минералы проб представлены псиломеланом, жияншуитом, вернадитом, пиролюзитом, ориентитом и гематитом. Рудные минералы железа и марганца находятся в тесных сростаниях между собой и с породообразующими минералами. На основании данных минералогической характеристики классов крупности, результатов гранулометрического анализа 6 проб установлено: пробы ТП-1, ТП-2, ТП-3, ТП-4, ТП-5 имеют близкие технолого- минералогические характеристики и из них на стадии классификации или рудоразборки возможно выделение кондиционного марганцевого концентрата с содержанием марганца от 36,75 % до 42,6 %; проба ТП-6, в отличие от вышеуказанных проб, имеет сложный минеральный состав и для получения кондиционного марганцевого концентрата требуется ее обогащение.

**Ключевые слова:** марганецсодержащая руда, минералогический анализ, рентгенофазовый анализ, жияншуит, псиломелан, вернадит, пиролюзит и гематит.

Месторождение «Тур», с которого были отобраны пробы, приурочено к центральной части Айдагарлинской грабен-синклинали в Сарысу-Тенизском поднятии и характеризуется неоднородностью минерального состава.

Рудовмещающие породы представлены в кровле глиной со щебнем карбонатных пород, в подошве – выветрелым известняком фамена. Проявлена мощная кора выветривания. Широко развиты палеогеновые, неогеновые и четвертичные рыхлые отложения.

На площади 11 кв. км выявлено три пластово-линзовидных залежи в коре выветривания. Руды выдержаны по простиранию (северо-восточное), залегают почти горизонтально. Глубина залегания кровли от 0 до 66 м. Контакты с вмещающими породами резкие.

В таблице 1 представлены содержания основных элементов и соединений в исследуемых пробах руд.

Таблица 1. Содержание основных элементов и соединений

№ проб	Элементы и соединения, %				
	Mn	Fe	SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1	22,63	12,60	31,50	0,70	8,59
2	13,15	8,57	47,30	0,70	8,41
3	29,06	8,52	34,16	0,84	6,69
4	18,31	8,81	42,46	0,56	7,96
5	32,97	6,95	25,81	0,42	6,69
6	16,33	17,47	26,75	0,49	7,31

Анализ показал, что содержание основного элемента - марганца, представляющего практическую ценность, варьирует в достаточно широких пределах от 13,15 до 32,97 %. Основными сопутствующими соединениями в рудах являются оксиды кремния, алюминия и железа.

Определение минеральных составляющих исследуемых проб проводилось с использованием рентгенофазового, рентгенодифрактометрического и электронно-зондового анализов. Рентгенодифрактометрический анализ средних проб выполнен на дифрактометре ДРОН-4 с Cu – излучением, графитовый монохроматор. Условия съемки дифрактограмм: U=35 kV; I=20 mA; шкала: 2000 имп; постоянная времени 2с; съемка  $\theta$ - $2\theta$ ; детектор 2 град/мин.

Анализ на полуколичественной основе проводился по дифрактограммам порошковых проб с применением метода равных навесок и искусственных смесей. Определялись количественные соотношения кристаллических фаз.

Интерпретации дифрактограмм проводилась с использованием картотеки ASTM Powder diffraction file и дифрактограммы чистых от примесей минералов. Для основных фаз проводился расчет содержаний. Возможные примеси, идентификация которых не может быть однозначной из-за малых содержаний и присутствия только 1-2 дифракционных рефлексов или плохой окристаллизованности [1].

Идентификация минеральных фаз по данным рентгендифрактометрического анализа некоторых проб приведена на дифрактограммах, представленных на рисунках 1-6.

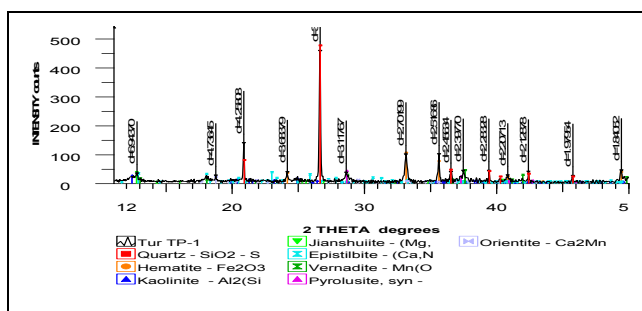


Рис. 1. Дифрактограмма пробы ТП-1

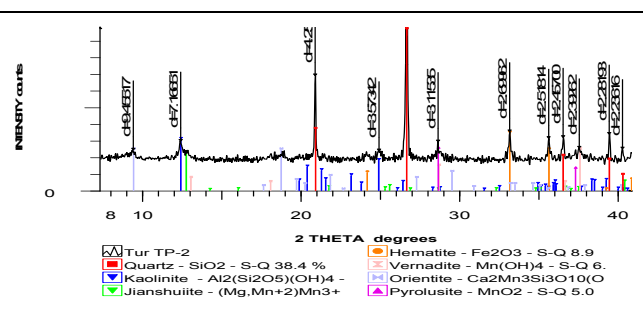


Рис. 2. Дифрактограмма пробы ТП-2

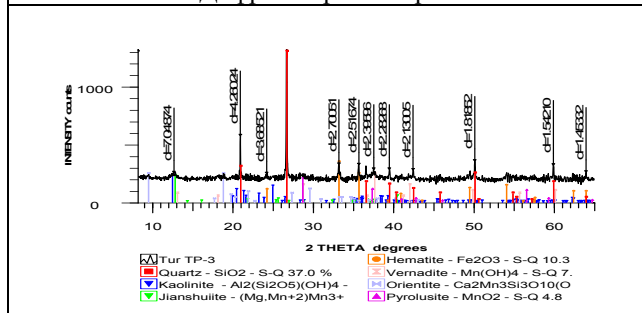


Рис. 3. Дифрактограмма пробы ТП-3

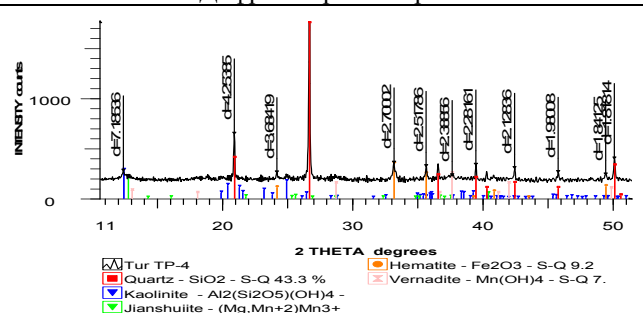


Рис. 4. Дифрактограмма пробы ТП-4

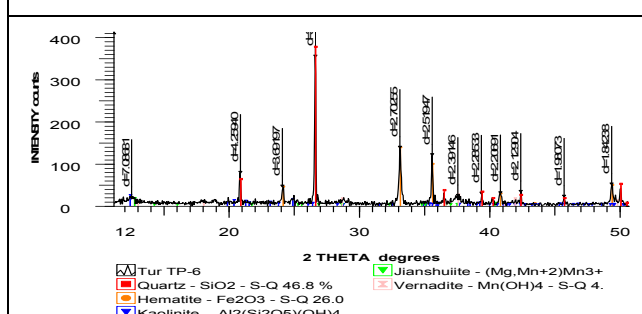


Рис. 5. Дифрактограмма пробы ТП-5

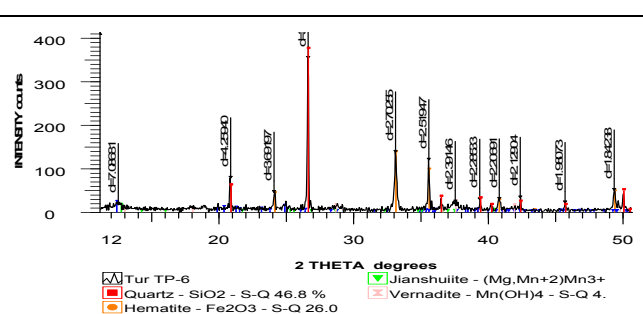


Рис. 6. Дифрактограмма пробы ТП-6

В таблице 2 приведен минеральный состав пробы руд.

Таблица 2. Минеральный состав пробы руд

№ проб	Минеральный состав, мас. %							
	Рудные					Породообразующие		
	Псило-мелан, жианшуиит	Пиролюзит	Вернадит	Ориентит	Гематит, гидроксиды Fe	Кварц	Каолинит	Прочие
1	20,0	8,0	3,0	3,0	18,0	23,0	22,0	3,0
2	17,0	5,0	6,0	6,0	10,4	34,0	25,0	2,0
3	17,0	9,6	7,5	7,9	14,0	26,0	16,0	2,0
4	20,0	8,0	6,0	-	12,0	34,0	20,0	-
5	34,1	6,0	8,9	8,9	7,1	17,0	16,0	2,0
6	27,0	3,0	4,0	-	26,0	18,0	20,0	2,0

Отличительной особенностью минеральной составляющей исследуемых проб руды от марганецсодержащих других месторождений является наличие в них марганецсодержащего минерала - жианшуиита.

**Жианшуиит** – гидроксид марганца и магния ( $Mg Mn_3^{4+} O_7 \cdot 3H_2O$ ) (рисунок 7 и 9), редкий и малоизвестный минерал определен с помощью рентгенофазового анализа.

По описанию цвет минерала коричневый переходящий в коричневатый-черный, твердость 1,5–2, плотность 3,5–3,6 г/см<sup>3</sup>. Сингония гексагональная. Минерал тонкозернистый – до 5 мкм, в виде пористых агрегатов. В отраженном свете непрозрачный, серовато-белый с коричневыми внутренними рефlekсами, анизотропный. Химический состав следующий (%):  $MnO_2$  – 67,65-68,49,  $MnO$  – 8,02-0,92,  $Fe_2O_3$  – 0,52-1,41,  $SiO_2$  – 1,20-3,94,  $Al_2O_3$  – 0,78-0,91,  $MgO$  – 5,29-8,52,  $CaO$  – 1,97-2,03,  $H_2O$  – 13,6-12,60,  $P_2O_5$  – 0,59-1,63. Марганец составляет 49,2 % [2].

#### Характеристика основных рудных и породообразующих минералов проб руды

**Псилломелан, жианшуиит** составляют в средней пробе около 17 %. Образуют они тесные сростания совместно с кремниевой вмещающей породой криптозернистого строения, имеющими колломорфно-зональную и оолитовую структуру. Практически постоянно с псилломеланом наблюдаются вторичные гидроксиды марганца (вернадит), интенсивно замещающие псилломелан и возможно жианшуиит. Сплошные поля гидроксидов марганца часто секутся прожилками слабонакристаллизованного пиролюзита и кремниевое вещества, интенсивно пигментированного в розовато-бурый цвет тонкой пылевидной вкрапленностью марганецсодержащих минералов.

**Пиролюзит** в средней пробе составляет около 5 %. Образует он в ассоциации с гидроксидами марганца гнезда размером 2–3 и более мм и вкрапленность мелких зерен 0,1–0,2 мм, находящихся в тесном сростании с породообразующими минералами. Наблюдается пиролюзит в виде двух разновидностей:

1– аморфного или слабонакристаллизованного в агрегатах с другими марганцевыми минералами (рисунки 7, 9, 10);

2 – кристаллического радиально-лучистого с ясной цветной анизотропией, возможно заместившего вернадит (рисунок 12).

Поздние образования пиролюзита выполняют различно ориентированные прожилки во вмещающей породе и в криптозернистой массе марганецсодержащих минералов. Мощность прожилков сотые и первые десятые доли мм с раздувами до 0,2–0,4 мм.

**Вернадит и ориентит** в сравнение с основными минералами имеют подчиненное значение, но присутствуют во всех типах руд.

**Гематит и гидроксиды железа** составляют 10,4 %. Образуют они тонкую пылевидную рассеянную вкрапленность в прослоях вмещающих пород, окрашивая их в бурый цвет различной интенсивности.

**Кварц** – основной минерал рудовмещающей породы, составляющий около 30-31 %. Он находится в тесной ассоциации с марганцевыми минералами и каолинитом, образуя сложные природные смеси, трудновскрываемые при рудоподготовке.

**Каолинит** – один из основных породообразующих минералов вмещающей породы, составляющий 24-25 %. Глина разных цветов, что определяется составом и содержанием примесных минералов: белая, серая, бурая, сиреневато-розовая. В массивных образованиях рудных прослоев

каолинит в ассоциации с тонкозернистым кварцем заполняет пустоты и межзерновые пространства оксидов и гидроксидов марганца.

Проведенным минералогическим анализом условно по текстурно-структурным признакам в каждой из исследуемых проб было выделено до 7 руд и пород:

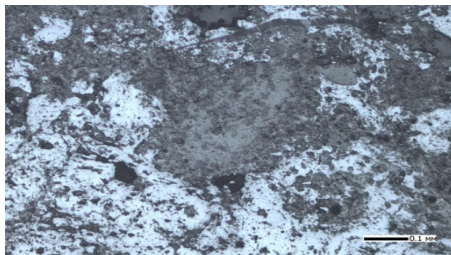
- черная массивная слоистая пиролюзит-пселомелановая руда;
- бурая пористая гематит-гидрооксидная железная руда;
- черно-бурая пористая порода;
- слоистая глинисто-кремниевая вмещающая порода.
- глинистая порода разной окраски, железо-марганцевым веществом (пелитолиты).



**Рис. 7.** Проба ТП-1. Пиролюзит с псиломеланом и жаншуитом (?). Аншлиф, отраженный свет, увел. 100



**Рис. 8.** Проба ТП-1. Кремнистая порода с гематитом (иглолочки и тонкая вкрапленность) и гидроксидами железа. Аншлиф, отраженный свет, увел. 100



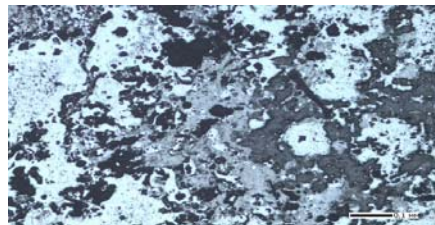
**Рис. 9.** ТП-2. Жианшуит в сростании с пиролюзитом. Аншлиф, отраженный свет, увел. 100



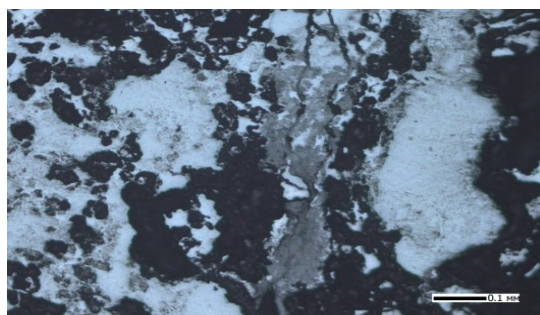
**Рис. 10.** Проба ТП-3. Пиролюзит-псиломелановая руда. Аншлиф, отраженный свет, увел. 150



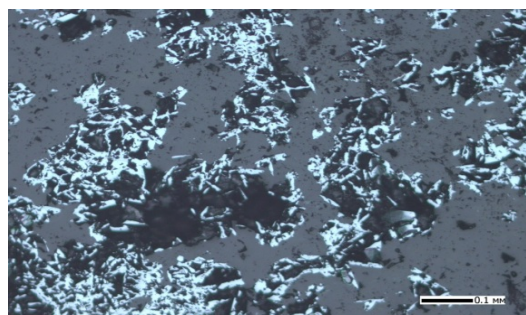
**Рис. 11.** Проба ТП-3. Манганокальцит с вернадитом (?) в пиролюзите. Аншлиф, отраженный свет, увел. 150



**Рис. 12.** Проба ТП-4. Псиломелан-пиролюзитовая руда с примесью вернадита (?). Аншлиф, отраженный свет, увел. 150



**Рис. 13.** Проба ТП-5. Коллоидные образования псиломелана с жаншуитом, в прожилке пиролюзит и нерудный минерал. Аншлиф, отраженный свет, увел. 100



**Рис. 14.** Проба ТП-6. Игольчатый гематит в кремнистой массе породы. Аншлиф, отраженный свет, увел. 150



Встречаются гнезда и прожилки радиально-лучистого кристаллического каолинита.

- марганцевая руда комковатой текстуры (оолиты псиломелана);

Все исследованные пробы относятся к окисленному типу железо-марганцевой руды месторождения с различным содержанием марганца, железа.

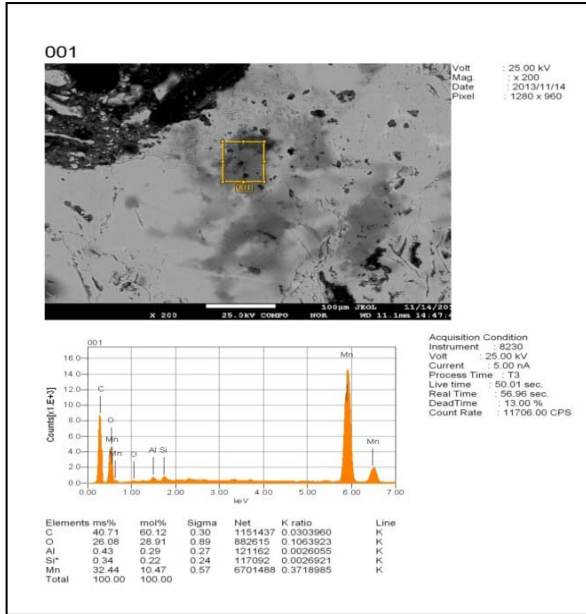


Рис. 15. Проба ТП-3. Электронно-зондовый анализ манганокальцита. Увел. 200

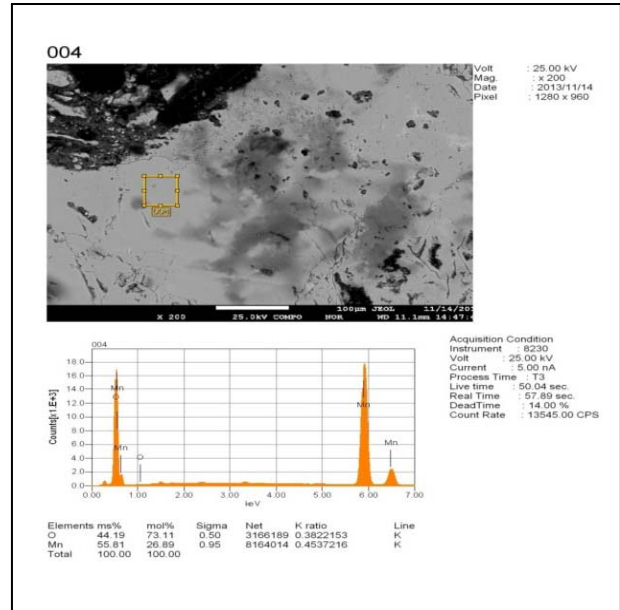


Рис. 16. Электронно-зондовый анализ пиролюзита. Увел. 200

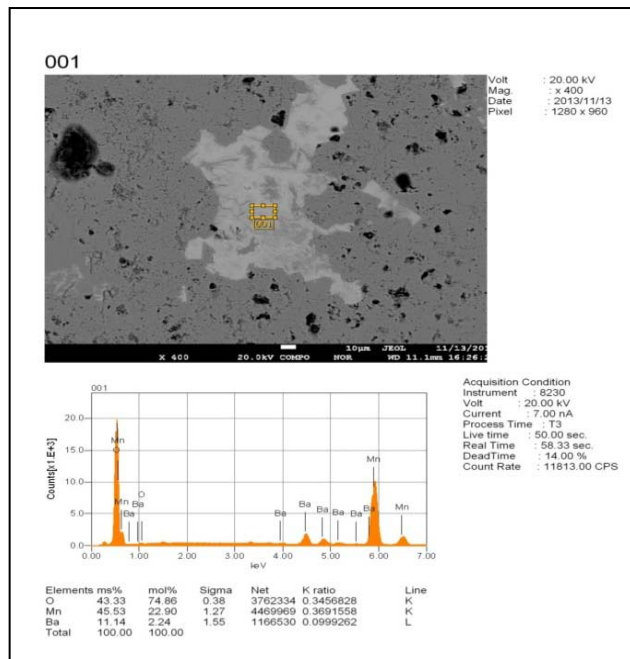


Рис. 17. Проба ТП-3. Электронно-зондовый анализ золота. Увел. 1500.

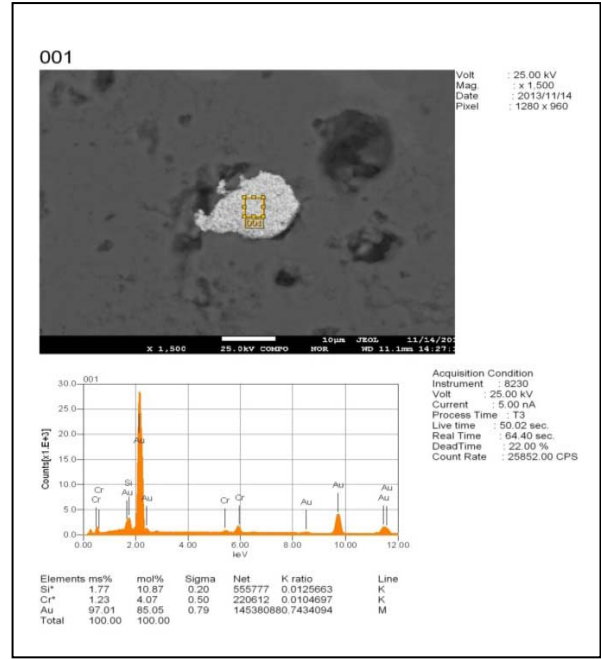


Рис. 18. Проба ТП-3. Электронно-зондовый анализ романешита. Увел. 400

**Манганокальцит** встречен в аншлифе, где на фоне основных марганцевых минералов выделяется по слабому розовому оттенку (рисунок 11). Его состав определен на электронно-зондовом микроанализаторе (рисунок 15).

**Романешит – бариевый псиломелан.** Формула  $BaMnMn_8O_{16}[OH]_4$ . Обнаружен в аншлифе из штуфного образца (рисунок 17). В руде составляет десятые доли процента.

В отраженном свете аналогичен псиломелану, но на снимке, выполненном на электронно-зондовом микроанализаторе, несколько отличается по цвету от псиломелана.

**Гематит и гидроксиды железа** составляют 14 %. Образуют они вместе с тонкозернистой кремниевой породой обособления с оолитовой структурой. Размер частиц гематита 0,005–0,02 мм. Цементированы оолитовые образования гидроксидами железа.

**Кварц и каолинит** - основные минералы рудовмещающей породы, составляющие в сумме около 42-43 %. Кремнистая масса криптокристаллическая, пропитанная гидроксидами железа и марганца

**Золото** - единичное зерно размером 0,005-0,01 мм (рисунок 18). Его состав (%): Au - 97,01, Cr - 1,23, Si - 1,77 (Cr и Si – примеси с подложки и кремнистого вещества).

Для определения содержания и распределения основных компонентов по классам крупности был проведен гранулометрический анализ, который проводился путем рассева исходной руды на классы крупности: минус 150+40 мм, минус 40+10 мм, минус 10+1 мм, минус 1+0,1 мм и минус 0,1+0 мм. Результаты гранулометрического анализа 6 проб руды приведены в таблице 3.

Таблица 3. Результаты гранулометрического анализа проб ТП-1-ТП-6

№ проб	Классы крупности, мм	Выход, %	Содержание, %			Распределение, %		
			Mn	Fe	SiO <sub>2</sub>	Mn	Fe	SiO <sub>2</sub>
ТП-1	- 150 + 40	15,78	51,25	1,67	11,26	35,74	2,09	5,64
	- 40 + 10	24,98	31,25	14,79	22,62	34,50	29,32	17,93
	- 10 + 1	17,04	20,10	15,91	31,04	15,14	21,51	16,79
	- 1 + 0,1	9,13	16,50	21,69	29,20	6,66	15,72	8,46
	- 0,1 + 0	33,07	5,45	11,95	48,76	7,96	31,36	51,18
	<b>Итого</b>	<b>100,0</b>	<b>22,627</b>	<b>12,60</b>	<b>31,51</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
ТП-2	- 150 + 40	3,21	36,75	1,73	29,60	8,97	0,65	2,01
	- 40 + 10	15,77	21,88	6,26	45,90	26,25	11,51	15,30
	- 10 + 1	14,74	22,88	10,24	38,04	25,66	17,60	11,85
	- 1 + 0,1	11,45	20,25	13,09	36,53	17,64	17,48	8,84
	- 0,1 + 0	54,83	5,15	8,25	53,68	21,48	52,76	62,00
	<b>Итого</b>	<b>100,0</b>	<b>13,145</b>	<b>8,574</b>	<b>47,30</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
ТП-3	- 150 + 40	17,21	52,50	2,11	12,63	31,09	4,26	6,36
	- 40 + 10	26,93	42,25	6,40	22,99	39,15	20,22	18,12
	- 10 + 1	16,86	29,75	9,67	33,49	17,26	19,13	16,53
	- 1 + 0,1	8,64	22,25	17,64	37,80	6,62	17,88	9,56
	- 0,1 + 0	30,36	5,63	10,81	55,62	5,88	38,51	49,43
	<b>Итого</b>	<b>100,0</b>	<b>29,06</b>	<b>8,52</b>	<b>34,17</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
ТП-4	- 150 + 40	12,43	41,75	4,60	18,12	28,34	6,49	5,30
	- 40 + 10	21,19	37,00	8,18	34,18	42,81	19,68	17,06
	- 10 + 1	13,64	17,40	14,23	32,70	12,96	22,04	10,51
	- 1 + 0,1	9,29	16,60	18,50	33,94	8,42	19,52	7,43
	- 0,1 + 0	43,45	3,15	6,54	58,34	7,47	32,27	59,70
	<b>Итого</b>	<b>100,0</b>	<b>18,31</b>	<b>8,81</b>	<b>42,46</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
ТП-5	- 150 + 40	23,74	55,00	1,34	6,60	39,61	4,57	6,07
	- 40 + 10	27,79	41,50	10,99	19,22	34,98	43,93	20,70
	- 10 + 1	16,09	33,50	6,83	24,74	16,35	15,81	15,43
	- 1 + 0,1	6,14	23,63	13,65	27,50	4,40	12,06	6,54
	- 0,1 + 0	26,24	5,85	6,26	50,42	4,66	23,63	51,26
	<b>Итого</b>	<b>100,0</b>	<b>32,97</b>	<b>6,95</b>	<b>25,81</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
ТП-6	- 40 + 10	55,51	22,50	19,37	20,48	76,48	61,55	42,51
	- 10 + 1	12,90	15,65	22,37	19,60	12,36	16,52	9,45
	- 1 + 0,1	4,43	16,00	13,21	18,56	4,34	3,35	3,07
	- 0,1 + 0	27,16	4,10	11,95	44,28	6,82	18,58	44,97
	<b>Итого</b>	<b>100,0</b>	<b>16,33</b>	<b>17,47</b>	<b>26,746</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Из представленных в таблице 3 данных следует, что наибольшее содержание марганца наблюдается в классе минус 150+40 мм. С уменьшением крупности классов снижается концентрация марганца. Так в классе минус 150+40 мм содержание марганца составляет 36,75 %, то в классе минус 0,1+0 мм – 5,15 %;

- с уменьшением крупности классов повышается содержание железа. Наибольшая концентрация наблюдается в классе минус 1+0,1 мм и составляет 13,09 %, в классе минус 150+40 мм содержание железа составляет 1,73 %;

- с уменьшением крупности классов повышается содержание двуокиси кремния. Так в классе минус 150+40 мм содержание составляет 29,60 %, то в классе минус 0,1+0 мм - 53,68 %.

Распределение металлов по классам крупности происходит в соответствии с выходами.

Результаты гранулометрического анализов дают основание констатировать, что в крупных классах сосредоточена основная масса марганца:

- в пробе ТП-1 в классе 150+10 мм сосредоточено 79,24 % марганца со средневзвешенным содержанием 39 %;

- в пробе ТП-2 в классе 150+40 мм находится 8,97 % марганца содержанием 36,75 %;

- в пробе ТП-3 в классе 150+1 мм сосредоточено 87,5 % марганца со средневзвешенным содержанием 41 %.

- в пробе ТП-4 в классе 150 +10 мм сосредоточено 71,15 % марганца со средневзвешенным содержанием 38,8 %.

- в пробе ТП-5 в классе 150 +0,1 мм сосредоточено 79,24 % марганца со 95,34 % средневзвешенным содержанием 42,6 %.

В таблице 4 представлены результаты минералогической характеристики проб, проведенные на классах гранулометрического анализа.

Таким образом на основании данных минералогической характеристики классов крупности, результатов гранулометрического анализа можно констатировать, что пробы ТП-1, ТП-2, ТП-3, ТП-4, ТП-5 легкообогатимы и из них на стадии классификации или рудоразборки возможно выделение кондиционного марганцевого концентрата.

В отличие от вышеуказанных проб, проба ТП-6 является рядовой и самое высокое содержание марганца 22,5 % отмечается в классе минус 40+10 мм.

Для получения марганцевого концентрата из данной руды, требуется ее подвергнуть обогащению.

Таблица 4. Минералогическая характеристика классов гранулометрического анализа пробы руд

Наименование проб	Классы крупности, мм	Содержание минеральных форм рудного вещества, % (относительное)					Сроки Mn содержащих минералов с породой	Всего
		Свободные Mn содержащиеся минералы	Mn содержащиеся минералы: пелло-мелан, пиролюзит, вернадит, гематит (рудного 80-85 %)	Mn содержащиеся минералы: пирролюзит, жиаунит, вернадит, ориентит, гематит (рудного 50-60 %)	Mn содержащиеся минералы: жиаунит, вернадит, ориентит, (рудного 30-40 %)	Убогие рудовещающие породы (кремнисто-глин.) (рудного ~2-5 %)		
ТП-1	-150+40	-	75	20	-	5	-	100,0
	-40+10	-	-	35	25	40	-	100,0
	-10+1	-	-	20	5	75	-	100,0
	-1+0,1 (брикет)	85	-	-	-	-	15	100,0
	-0,1+0 (брикет)	80	-	-	-	-	20	100,0
ТП-2	-150+40	-	75	5	10	10	-	100,0
	-40+10	-	-	40	20	40	-	100,0
	-10+1	-	-	20	20	60	-	100,0
	-1+0,1 (брикет)	75	-	-	-	-	25	100,0
	-0,1+0 (брикет)	50	-	-	-	-	50	100,0
ТП-3	-150+40	-	25	70	-	5	-	100,0
	-40+10	-	-	50	20	30	-	100,0
	-10+1	-	-	40	15	45	-	100,0
	-1+0,1 (брикет)	85	-	-	-	-	15	100,0
	-0,1+0 (брикет)	60	-	-	-	-	40	100,0
ТП-4	-150+40	-	80	10	5	5	-	100,0
	-40+10	-	-	20	30	50	-	100,0
	-10+1	-	-	15	35	50	-	100,0
	-1+0,1 (брикет)	80	-	-	-	-	20	100,0
	-0,1+0 (брикет)	30	-	-	-	-	70	100,0
ТП-5	-150+40	-	85	8	5	2	-	100,0
	-40+10	-	35	50	8	7	-	100,0
	-10+1	-	-	60	-	40	-	100,0
	-1+0,1 (брикет)	85	-	-	-	-	15	100,0
	-0,1+0 (брикет)	-	-	-	-	-	-	100,0
ТП-6	-150+40	-	-	35	50	15	-	100,0
	-40+10	-	-	60	-	40	-	100,0
	-10+1	-	-	-	-	-	-	100,0
	-1+0,1 (брикет)	75	-	-	-	-	25	100,0
	-0,1+0 (брикет)	40	-	-	-	-	60	100,0



ЛИТЕРАТУРА

- 1 Справочник. Технологическая оценка минерального сырья. Методы исследования. Под редакцией д.т.н. Остапенко П.Е. – М.: Недра, 1990 – 264 с.
- 2 «Жианшуиит»/Все о Геологии.-Геовикипедия wiki.web.ru

REFERENCE

- 1.Reference book. Tehnologicheskа otsenka mineralnogo syriya. Metody issledovaniya. Editor: Ostapenko P.E, PhD Moscow, Nedra. 1990. 264p.
- 2.“Zhianshuiit”/Vse o Geologii – Geowikipedia wiki.web.ru

Ниязов А.А., Ли Э.М., Шалғымбаев С.Т., Митина В.Ф., Плехова К.Р., Слюсарев А.П., Сарсекеева Ю.А.,  
Ишмуратова О.А., Сулейманова Г. А., Нигметов М.Г.

**«Тур» кенішінің марганецті кендерінің минералогиялық құрамының ерекшеліктері туралы Түйіндеме.** Мақалада, кеніштің әртүрлі телімінен іріктеліп алынған марганецті кендердің алты сынамасының технологиялық – минералогиялық сыйысымдылығын бағалау қорытындылары көрсетілген. Зерттеуге алынған сынаманың материалы темір-марганец кенінің тотықтырылған түрі құрамында оксиді жоғары және темір гидроксиді 6,95 - 17,47 % дейін және марганец 13,15 - 32,97% дейін.

Басқа марганецті кендерден кендердің зерттелетін сынамаларының минералды құрамының айырмалық ерекшелігі олардың құрамындағы сирек және атағы аз шыққан, рентгендік –фазалық саралау арқылы анықталған марганецті минерал – жианшуиит. Сынамалардың кендік минералдары өзара және таужыныстары пайда болатын минералдармен тығыз тұтасқан күйде псиломелан, жианшуиит, вернадит, пиролюзит, ориентит және гематитпен ұсынылған.

Ниязов А.А., Ли Э.М., Шалғымбаев С.Т., Митина В.Ф., Плехова К.Р., Слюсарев А.П., Сарсекеева Ю.А.,  
Ишмуратова О.А., Сулейманова Г. А., Нигметов М.Г.

**Об особенностях минералогического состава марганецсодержащей руды месторождения «Тур»**

**Резюме.** Приведены результаты оценки технолого – минералогической совместимости шести проб марганецсодержащей руды, отобранных с различных участков месторождения. Материал пробы для исследований представлял собой окисленный тип железо-марганцевой руды с высоким содержанием оксидов и гидроксидов железа от 6,95 до 17,47 % и марганца от 13,15 до 32,97%.

Отличительной особенностью минеральной составляющей исследуемых проб руд от марганецсодержащих других месторождений является наличие в них редкого и малоизвестного марганецсодержащего минерала – жианшуиита, определенного с помощью рентгенофазового анализа. Рудные минералы проб представлены псиломеланом, жианшуиитом, вернадитом, пиролюзитом, ориентитом и гематитом, находящихся в тесных сростаниях между собой и с породообразующими минералами.

Niyazov A.A, Li E.M, Shalgymbayev C.T, Mitina V.F, Plekhova K.R, Slyusarev A.P, Sarkeseyeva Y.A,  
Ishmuratova O.A, Suleimanova G.A, Nigmatov M.G

**About peculiarities of the mineralogical composition of the manganese ore in "Tour" field**

**Summaru.** In an article the results of assessment of technological-mineralogical compatibility of six samples of manganese containing minerals are given, which were collected in different areas of mineral field. Sample material for research appeared in a form of oxidized ferrum-manganese material with high concentration of oxide and hydroxide of iron from 6.95 to 17.47 % and manganese from 13.15 to 32.9 %.

Characteristics of mineral presence of samples of ore material differ from manganese containing materials of other mineral fields with presence of rare and little-known manganese containing mineral, jianshuiite, which has been identified with X-ray phase analysis. Ore minerals of samples are defined by psiломelane, jianshuiite, vernadite, manganous peroxide, orientate, gematite, which are in close intergrowth with each other and other similar minerals.

It is shown that in bigger classes the big portion of manganese is concentrated.

**Ж.Ж. Базилов, Е.Ж. Мырзаханов**

(Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева)  
Алматы, Республика Казахстан,

## **НОРМИРОВАНИЕ РАСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПОЛИГРАФИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

**Аннотация.** Полиграфическое производство характеризуется высокой материалоемкостью. Выпуская разнообразную по оформлению, сложности и тиражам продукцию, типографии используют широкий ассортимент материалов. Норма расходования - это количество материала, которое необходимо и достаточно для изготовления учетной единицы продукции заданного качества при определенных технических и организационных условиях производства. Нормирование расхода необходимо для эффективного использования материалов, планирования поставок, расчета себестоимости продукции. Нормы должны быть технически и экономически обоснованными.

**Ключевые слова:** нормирование, норма расходования, полиграфическое производство.

Норма расходования - это количество материала, которое необходимо и достаточно для изготовления учетной единицы продукции заданного качества при определенных технических и организационных условиях производства. Нормирование расхода необходимо для эффективного использования материалов, планирования поставок, расчета себестоимости продукции. Нормы должны быть технически и экономически обоснованными. При изготовлении некоторых видов печатной продукции на материалы приходится более половины производственных затрат, поэтому вопросы выбора материалов, а также рационального и экономного использования постоянно контролируются руководством предприятий. Экономия материальных ресурсов создает условия для снижения себестоимости продукции и увеличения прибыльности предприятия. Материалы, используемые в производстве полиграфической продукции, можно условно разделить на следующие группы:

- основные материалы, которые непосредственно используются для изготовления продукции - бумага, картон, краски, лаки, переплетные материалы, нитки, клей, проволока, фольга для тиснения, пленка для припрессовки и т.д;

- материалы технологического назначения, которые, не являясь составной частью продукции, необходимы для ее изготовления формные пластины, фототехническая пленка, химикаты для их обработки, концентраты увлажняющего раствора, противотмарывающий порошок и т.д. К этой группе относятся и материалы долговременного использования, например, офсетные резинотканевые полотна;

- вспомогательные материалы, необходимые для эксплуатации оборудования, такие как смывочные средства, смазочные материалы и т. д.

Для того чтобы правильно выбрать материалы и организовать их бесперебойную поставку на предприятие, необходимо решить следующие задачи:

- определить ассортимент необходимых для производства материалов с учетом их соответствия характеристикам имеющегося оборудования и требованиям к качеству продукции;

- провести анализ рынка, выбрать оптимальные для производства материалы;

- определить нормы расходования материалов, а также нормативы складских запасов;

- согласовать планы-прогнозы поставки материалов с поставщиками;

- выбрать способ поставки и организовать доставку материалов на склад.

По мере развития и совершенствования производства следует анализировать и при необходимости, корректировать нормативы. В настоящее время основные виды полиграфических материалов в изобилии представлены на рынке, поэтому типографии имеют возможность выбора. Зачастую главным критерием становится цена, но важно также учитывать и другие факторы: экономичность расхода материалов, их совместимость друг с другом, надежность и стабильность поставщика, сроки поставок, наличие информационной и технологической поддержки. Завышение норм расходования приводит к образованию сверхнормативных запасов материалов и, как следствие, к неэффективному использованию оборотных средств предприятия. Занижение норм может привести

к ухудшению качества продукции и увеличению простоев оборудования. Нормы расходования материалов устанавливаются на различные учетные единицы продукции: краскооттиск приведенного формата, единицу площади продукции, а также машиносмену, единицу оборудования. В общем и целом, нормативы расходования материалов можно классифицировать следующим образом:

- по способу определения (отраслевые, местные, рекомендованные производителями или поставщиками);
- по типам материалов (для основных и в вспомогательных материалах);
- по сроку действия (долгосрочные и временные);

Временные нормы обычно устанавливаются на время пуска оборудования или освоения новой технологии, а затем на их основе определяются долгосрочные нормативы. Существуют различные способы нормирования, основанные на расчетно-аналитических и статистических методах, а также на практическом опыте. Для более точного расчета расхода материалов с учетом конкретных производственных условий и характера продукции многие предприятия разрабатывают собственные нормативы. При расчете норм должны учитываться непосредственный расход материала для изготовления продукта (полуфабриката) или реализации технологического процесса, который устанавливается расчетным или опытным путем, и норматив отходов, основанный на технологических требованиях и анализе опытных данных:

$$H_{pm} = H_{осн} + H_{ота}, \quad (1)$$

где:  $H_{pm}$  - норма расхода материала на учетную единицу;

$H_{осн}$  - норматив минимально необходимого расхода материала на учетную единицу;

$H_{ота}$  - норма отходов, учитывающая потери различного рода.

При выборе материалов и расчете норм их расходования необходимо принимать во внимание тот факт, что расход у материалов различных марок может быть разным. Например, расход высокоинтенсивных красок ниже, поскольку требуемые параметры оптической плотности или спектрофотометрические характеристики достигаются при меньшей толщине красочного слоя. Соответственно, для таких красок параметр ( $H_{осн}$ ) будет ниже, чем для обычных.

Также расход краски может снижаться при использовании специальных программ цветodelения. Некоторые производители оборудования и материалов предлагают собственные расчетные программы или калькуляторы, позволяющие определить нормативы расхода и необходимое количество материалов. Для материалов, которые не полностью расходуются за один производственный цикл, при расчете нормативов необходимо обязательно учитывать продолжительность их службы. Например, различные марки проявителей для термальных StP пластин имеют продолжительность службы 2,4 или 6 недель. Соответственно, расход на обработку 1 м<sup>2</sup> пластин будет ниже у того проявителя, который способен работать дольше. На основании установленных норм расходования можно рассчитать необходимое и достаточное количество каждого материала на планируемый период времени или количество продукции, а также определить нормативы и способ пополнения складских запасов. Запасы материалов требуют немалых финансовых вложений, поэтому правильность их нормирования является одним из факторов, определяющих эффективность организации производства. Количество находящегося на складе материалов должно быть достаточным по ассортименту и количеству для обеспечения непрерывности технологических процессов. Нехватка материалов может стать причиной перебоев в работе, срывов сроков выполнения заказов и простоев оборудования. Для нормирования и оптимизации уровня запасов материалов используются различные методы расчета, статистический анализ и прогнозирование. Оптимальный запас это количество материалов, которое минимально необходимо для бесперебойной работы предприятия и выпуска продукции требуемого уровня качества.

Нормы производственных запасов материалов устанавливаются в календарных днях и в количестве каждого материала. Норматив запасов календарных дней ( $Z_{дн}$ ) можно рассчитать следующим образом:

$$Z_{дн} = Z_{мЕК} + Z_{pEЗ} \quad (2)$$

где:  $Z_{мЕК}$  - норма текущего запаса, которая соответствует периоду времени в календарных днях между двумя поставками материала на склад и включает время на транспортировку материала от поставщика до склада предприятия, время приемки, разгрузки и складирования, срок хранения материала на складе, а также время подготовки материала к производственному процессу (акклиматизация, резка на формат и т. п.);

$ZpE3$  - норма резервного запаса, которая устанавливается на основании практического опыта сотрудничества с поставщиком и учитывает возможные перебои в поставке материалов. Оптимальный норматив запаса ( $Zopt$ ) в количественном выражении определяется произведением среднего расхода материала в день ( $R_{дн}$ ) на норму запаса этого материала в днях ( $Z_{дн}$ ):

$$Zopt = R_{дн} \times Z_{дн} \quad (3)$$

В процессе производство материалы расходуются, и их запас с течением времени меняется. Максимального значения, равного нормативу ( $Zopt$ ), он достигает в момент очередной поставки материалов на склад, а минимального - накануне следующей поставки. Таким образом, при правильном нормировании запаса и грамотно организованной работе с поставщиком, материалы нужного качества и в необходимом количестве будут на складе всегда. Теоретически существует два основных метода нормирования поставок материалов. В первом случае нормируется объем поставки, а во втором - их периодичность. При фиксированном объеме поставок запас пополняется строго определенным количеством материалов. Оптимальным считается такой объем поставки, который обеспечивает минимум затрат на хранение запасов и транспортных расходов. Желая сэкономить на хранении материалов и снижая количество запасов, приходится увеличивать частоту поставок, что вызывает рост затрат на транспорт. Увеличение периода времени между поставками позволяет экономить затраты на транспортировку, но при этом приводит к потерям, связанным с содержанием дополнительных складских помещений. Кроме того, при увеличении загрузки склада вероятен риск появления неликвидных запасов. Реалии диктуют свои правила, поэтому предприятия, как правило, не могут руководствоваться при планировании закупок исключительно нормативами и общими методиками расчета. Зачастую материалы поставляются в производственные цеха практически «с колес», поэтому особое значение имеет правильное построение взаимоотношений с поставщиком, который должен быть способен прогнозировать потребность в материалах и поддерживать у себя необходимый складской запас. Таким требованиям могут соответствовать только крупные компании, поэтому очевидна тенденция к укрупнению компаний-поставщиков материалов, увеличению доли прямых продаж и сокращению количества мелких перекупщиков.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Журнал PrintCom Russia № 3/4 2010 год.
2. <http://twirpx.net/> нормы \_расхода\_ основных \_полиграфических\_ материалов.

#### REFERENCES

1. Journal PrintCom Russia № 3/4 2010 год.
2. [http://twirpx.net//normy\\_rashoda\\_osnovnyh\\_poligraficheskikh\\_materialov](http://twirpx.net//normy_rashoda_osnovnyh_poligraficheskikh_materialov).

Базиллов Ж.Ж. Мырзаханов Е.Ж.

#### **Полиграфиялық өндірісте материалдың шығын нормалары**

**Түйіндеме.** Мақалада яғни, полиграфия өндірісінде материал шығыны нормасы ол, керек материалдың санын жұмсаудың және жанында берілген сапаны есептік өнім бірлігінің жасауы үшін әжептеуір белгілі техникалық және өндірістің ұйымдастыру шарттары. Материалдарды тиімді пайдалану, жеткізілімдерді жоспарлау, өнімнің өзіндік құнының есептеуі үшін шығыстың мөлшерлеуі керек.

**Негізгі сөздер:** мөлшерлеу, шығын нормасы, полиграфиялық өндіріс, таралым, баспахана.

Базиллов Ж.Ж. Мырзаханов Е.Ж.

#### **Нормирование расходных материалов в полиграфическом производстве.**

**Резюме.** Рассматривается норма расходования. Норма расходования - это количество материала, которое необходимо и достаточно для изготовления учетной единицы продукции заданного качества при определенных технических и организационных условиях производства. Нормирование расхода необходимо для эффективного использования материалов, планирования поставок, расчета себестоимости продукции. Нормы должны быть технически и экономически обоснованными.

**Ключевые слова:** нормирование, норма расходования, полиграфическое производство, тираж, типография.

Bazilov Zh.Zh. Myrzakhanov E.Zh.

#### **Rationing of consumables in the printing industry.**

**Summary.** The article considers the consumption rate - this is the amount of material that is necessary and sufficient for the production of a unit of account specified quality products under certain technical and organizational conditions of production. Rationing flow necessary for efficient use of materials, supply planning, calculation of production costs. Rules should be technically and economically feasible.

**Key words:** setting of norms, norm of expense, printing, circulation, printing house.

УДК 656.212

**М.А. Кобдиков, М.Н. Айкумбеков, Н.Д. Адилова, Б. М. Исина, Е.Г. Гизатов**  
(Казахская академия транспорта и коммуникаций имени М. Тынышпаева  
Алматы, Республика Казахстан)

**СОЗДАНИЕ «БЕЗБУМАЖНОЙ ТЕХНОЛОГИИ» ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИНТЕРЕСОВ ОТРАСЛИ**

**Аннотация.** Рассмотрена своевременная и качественная доставка грузов в пункты назначения при минимальном потреблении ресурсов, основная задача транспорта, так как рыночные отношения повышают требования к качеству грузовой и коммерческой работы. Это область, которая должна обеспечивать повышение доходных поступлений за счет совершенствования связи с грузоотправителями и другими видами транспорта, прогнозирования объемов перевозки грузов, механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных работ и пр.

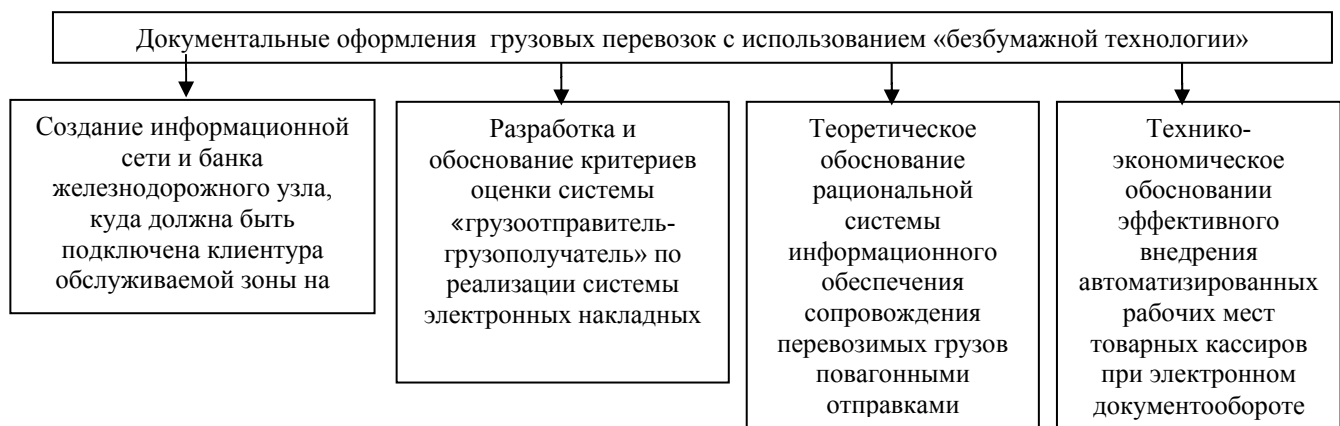
**Ключевые слова:** альтернативный маршрут, обработка информации, перевозочный процесс, информационные системы, перевозочный документ.

Повышение эффективности и расширение функциональных возможностей информационных технологий в отрасли с учетом изменения экономической среды, использования преимуществ информационных технологий является актуальной проблемой. Здесь наиболее приоритетны задачи, вытекающие из оснащения АРМами пунктов оформления договоров на перевозку на станциях массовой погрузки, реализация АСУ на сортировочных, грузовых с соседними железнодорожными администрациями станций, внедрение информационных систем, автоматизирующих функций и процессы управления, перевозками, а также обеспечение сервисных информационных услуг клиентуре [1].

Своевременная и качественная доставка грузов в пункты назначения при минимальном потреблении ресурсов, основная задача транспорта, так как рыночные отношения повышают требования к качеству грузовой и коммерческой работы. Это область, которая должна обеспечивать повышение доходных поступлений за счет совершенствования связи с грузоотправителями и другими видами транспорта, прогнозирования объемов перевозки грузов, механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных работ и пр.

Развитие системы автоматизации рабочих мест товарных кассиров должны решить проблему полноты и правильности начисления всех платежей, связанных с грузовыми перевозками и другими дополнительными услугами, оказываемыми станциями на договорной основе. Кроме того, автоматизация работы товарных контор в значительной степени решит такие проблемы, как создание «безбумажной технологии», внедрение дифференцированных тарифов за перевозку. Полная автоматизация работы товарных кассиров и переход на электронное досье позволит сократить время обработки документов на станциях отправления, в пути следования и на станциях назначения, а, кроме того, снизить эксплуатационные расходы на заказ бланков. Также будут решаться вопросы учета и отчета всех сборов и доходов, предоставления клиентам платных услуг по дополнительному информационному обеспечению о дислокации и планах подвода грузов на станции и подъездные пути.

Использование инновационных проектов в области информационных технологий и интеллектуального потенциала специалистов для полного удовлетворения запросов клиентов в информационном обеспечении перевозочного процесса.



**Рис. 1.** Информационное обеспечение перевозочного процесса.

Железнодорожные перевозки являются основным элементом транспортной инфраструктуры страны. Поэтому очевидно, что решение указанной проблемы требует сбалансированной и решительной стратегии, как на уровне Компании, так и на уровне Государства. Существующая модель регулирования отрасли и политика сдерживания тарифов не отвечают долгосрочным интересам потребителей.

Работникам Компании также необходимо осознать объективную важность сдерживания и сокращения затрат для увеличения инвестиционных ресурсов. В связи с этим требуется кардинально улучшить качественные показатели эксплуатационной работы:

- производительность вагонов, локомотивов, произвести оптимизацию малодеятельных участков, пересмотреть нормативы расходов сырья и материалов, задействованного персонала и т.д.

Эффективность создания электронной системы информационного сопровождения перевозок грузов (ЭСИС) оценивается:

- повышением эффективности использования вагонов на основе улучшения качества их распределения;

- улучшением условий труда приемосдатчиков и товарных кассиров повышением их квалификации и производительности труда;

- совершенствованием взаимодействия работы железнодорожных станций и грузоотправителей при выполнении перевозок грузов.

Экономический эффект от внедрения ЭСИС складывается из:

- экономии эксплуатационных расходов за счет сокращения времени нахождения вагонов на станциях погрузки и выгрузки на 3-5%.

- экономии текущих затрат за год, которая возникает в результате сокращения времени обработки и оформления перевозочных документов на 10-15%, снижения трудовых затрат и повышения эффективности обработки информации по учету и отчетности на 20-30%;

- прироста прибыли, который происходит вследствие освоения дополнительного объема перевозок на основе использования высвобожденного парка вагонов, уменьшения доли несохранных перевозок и исключения случаев разъединения грузов и документов.

Общее сокращение времени нахождения вагонов на станциях погрузки и выгрузки за год определяется по формуле:

$$NT_{zp} = N \cdot t_{zp} \cdot \kappa_{эк} \cdot 2, \text{ ваг-час} \quad (1)$$

где  $N$  - количество отправок, принятых к перевозке;

$t_{zp}$  - простой вагона под одной грузовой операцией, ч;

$\kappa_{эк}$  - коэффициент, характеризующий сокращение простоя вагона под одной грузовой операцией;

2 - число грузовых операций при перевозке (погрузка и выгрузка).

Экономия эксплуатационных расходов в результате сбережения вагоно-часов определяется по формуле:

$$C' = Nt_{zp} \cdot e_{в-ч}, \text{ тенге} \quad (2)$$

где  $e_{в-ч}$  - расходная ставка 1-го вагоно-часа простоя под грузовой операцией, тенге.

Годовая экономия текущих затрат определяется по формуле:

$$C'' = C_3 - C_{дон.}, \text{ тенге} \quad (3)$$

где  $C_3$  - экономия текущих расходов от уменьшения штата работников ТВК и ТК за счет сокращения ручного труда при переходе на машинное составление отчетности, выдачи машинных документов, ведения различных расчетов, связанных с перевозочным процессом на ЭВМ, тенге;

$C_{дон.}$  - дополнительные эксплуатационные расходы, связанные с дополнительным штатом на подготовку и передачу в ИС информации и обслуживание ЭСИС (ЭВМ, терминалов, каналов связи и пр.), тенге.

Величина  $C_3$  складывается из экономии, возникающей в связи с сокращением численности работников, занятых регистрацией, передачей, обработкой и выдачей информации, сопровождающей перевозочный процесс.

Экономия текущих расходов от уменьшения штата работников товарных и технических контор за счет сокращения ручного труда при переходе на машинное составление отчетности, выдачи машинных документов, ведения различных расчетов, связанных с перевозочным процессом, на ЭВМ определяется по формуле:

$$N_p = T_o * e_q * (1 + w + s), \quad \text{тенге} \quad (4)$$

где  $T_o$  - полная трудоемкость работ по ручному заполнению всех форм документов, сопровождающих перевозку грузов, учетных и отчетных форм, ч.;

$e_q$  - средняя часовая тарифная ставка работников, занимающихся оформлением перевозочных документов, учетных и отчетных форм, тенге/час;

$W$  - коэффициент, определяющий размер дополнительной заработной платы и отчислений на социальное страхование;

$S$  - коэффициент, определяющий размер накладных расходов.

Расчет полной трудоемкости работ по отдельным функциям управления определяется по формуле:

$$T_o = l \cdot T_{док}, \quad \text{ч.} \quad (5)$$

где  $l$  - коэффициент, учитывающий полную загрузку персонала;

$T_{док}$  - общая трудоемкость заполнения комплекта перевозочных документов, отчетных и учетных форм, ч.

Общая трудоемкость заполнения комплекта перевозочных документов, отчетных и учетных форм, сопровождающих перевозку, определяется по формуле:

$$T_{док} = \sum_{i=1}^n T_{cpi} \cdot L_i, \quad \text{ч} \quad (6)$$

где  $T_{cpi}$  - средняя трудоемкость работ по заполнению документа  $i$ -го наименования, ч;

$L_i$  - количество документов  $i$ -го наименования, обрабатываемых в единицу времени;

$i$  - количество наименований документов,  $i=1, \dots, n$ .

В соответствии с проведенным анализом количество документов заполняемых при отправке каждой перевозки, это комплект перевозочных документов (накладная, дорожная ведомость, корешок дорожной ведомости, квитанция приема груза), вагонный лист, а также те учетные формы, в которых находит информационное отображение каждая отправка: Книга приема грузов к перевозке; Книга нумерации грузовых отправок и т.д. Таких форм 18.

Кроме рассмотренных форм существуют еще ряд других, которые информационно отображают события, возникающие:

- при тех или иных вариантах ТС (таких форм 6);

- при внешних воздействиях на погруженный вагон, повлекших за собой его качественное изменение (например составление коммерческого акта ф.ГУ-22 или акта общей формы ф.ГУ-23). При расчете сменных затрат на ручное заполнение актов различных форм, экономия от автоматизации труда по вводу информации не учитывается, ввиду незначительного объема работ.

Тогда  $\sum_{i=1}^n T_{cpi}$  определяется как сумма двух частей, зависящей  $\sum_{k=1}^m T_{cpj}'$  и независящей  $\sum_{j=1}^0 T_{cpk}''$  от технологической схемы перевозки:

$$\sum_{i=1}^n T_{cpi} = \sum_{j=1}^m T'_{cpj} + \sum_{k=1}^0 T''_{cpk} \quad (7)$$

Затраты времени на ручную обработку документированной информации определяется двумя способами:

- по технологическим графикам обработки документов;
- на основании данных НИИТ труда о трудоемкости сложения человеком двух четырехзначных чисел, равной 9 секундам, и приведения к ней всех действий по обработке документации в пропорции, определяемой следующими коэффициентами:

- запись простая – 0,2;
- сравнение и округление – 0,2;
- сложение и вычитание – 1,0;
- умножение – 3,3;
- деление – 3,6.

При этом трудоемкость документа  $T_i$  может быть определена по формуле:

$$T_i = \left( \frac{Q_{zi}}{4} \cdot 0,2 + Q_{ni} \cdot 0,2 + \frac{Q_{ci}}{8} \cdot 1 + \frac{Q_{yi}}{8} \cdot 3,3 + \frac{Q_{di}}{8} \cdot 3,6 \right) \cdot 9, \text{ сек} \quad (8)$$

где  $Q_{zi}$  - общее количество символов, записанных в  $i$ -м документе;

$Q_{ni}$  - общее количество сравнений и округлений в  $i$ -м документе;

$Q_{ci}$  - общее количество символов всех слагаемых, уменьшаемых и вычитаемых в  $i$ -м документе;

$Q_{di}$  - общее количество символов всех делимых и делителей в  $i$ -м документе.

Преобразуя формулу (8) получаем:

$$T_i = 0,45 \cdot Q_{zi} + 1,8 \cdot Q_{ni} + 1,125 \cdot Q_{ci} + 3,71 \cdot Q_{yi} + 4,05 \cdot Q_{di}, \text{ сек} \quad (9)$$

В случае, если документ является информационным отображением какого-то конкретного технологического события (например «Книга нумерации грузовых отправок» ф.ГУ-35), или если форма ведется не при всех вариантах ТС, то для определения трудозатрат используется формула (9).

Если же документ сопровождает груз, и проходит через различные структурные подразделения, то суммарное время трудозатрат на работу с документом определяется по первому способу, с использованием технологических графиков обработки документов из [2].

Дополнительные эксплуатационные расходы, связанные с дополнительным штатом на подготовку и передачу ИС информации и обслуживание технических средств (ЭВМ, терминалов, каналов связи и пр.) -  $C_{дон}$ , состоят из затрат, связанных с передачей сообщений в вычислительную сеть  $C_{дон}^{сообщ}$  и содержанием обслуживающего персонала вычислительной сети  $C_{дон}^{г.с.}$ .

Затраты на подготовку и передачу сообщений ИС в вычислительную сеть определяются исходя из анализа по числу реквизитов и знаков в сообщениях, проведенного в [2]. Затраты времени на их подготовку и передачу в вычислительную сеть определяются по методике, с использованием ЕН и Р [5].

Общее количество сообщений передаваемых ИС в сутки определяется по числу соответствующих операций, затратами времени на его подготовку передачу в вычислительную сеть.

Основным показателем, характеризующим трудоемкость обработки документированной информации является количество необходимых нормо-смен, определяемых на основании действующих нормативов. Трудоемкость обработки информации в нормо-сменах (Т) рассчитывается по формуле:

$$T = \frac{Q}{H}, \text{ нормо-смен} \quad (10)$$



где  $Q$  - объем вводимой информации, натуральные единицы;

$H$  - норма выработки за смену, натуральных единиц/смену.

Реализация стратегии позволит сформировать устойчивую инфраструктурную основу для роста национальной экономики, существенно повлияет на инвестиционную привлекательность конкурентоспособность Казахстана.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Основные направления стратегии АО «НК «КТЖ» до 2020 года
2. Кобдиков М.А. Влияние изменений экономических отношений в ходе рыночных реформ на условия работы железнодорожного транспорта Казахстана // Сб.науч. тр. Современные проблемы управления процессами перевозок на железнодорожном транспорте // КазАТК Алматы -1999 -С.4
3. Техничко-экономические расчеты в эксплуатации железных дорог // под ред. И.Б. Сотникова. М.: Транспорт- 1988- С.254.
4. Кочнев Ф.П., Сотников И.Б. Управление эксплуатационной работой железных дорог. М.: Транспорт-1990- С.424.
5. Эксплуатация железных дорог // под ред. В.М. Акулинчева и В.В. Повороженко. М.: Транспорт-1982- С.382.

Кобдиков М.А., Айкүмбеков М.Н., Әділова Н.Д., Исина Б. М., Ғизатов Е.Ғ.

**Технология және экономика саласындағы «Қағазсыз технологияның» құрылуына деген қызығушылық**

**Түйіндеме.** Мақалада жүкті уақытында әрі сапалы жеткізу көліктің басты мақсаты, қазіргі нарықтық жағдайға байланысты жүк және коммерциялық жұмыстарға қойылатын талаптар жоғары екендігі қарастырылған. Жүк жөнелтушімен басқа да көлік түрлерінің байланысын жетілдіре отырып, кіріс көлемін ұлғайту, тасымалданатын жүктерді жоспарлай отырып тиеп-түсіру жұмыстарын автоматтандыру және механикаландыру айтылған.

**Түйіндеме сөздері:** альтернативті маршрут, ақпараттарды дайындау, тасымалдау үрдісі, ақпараттық жүйе, тасымалдау құжаттары.

M.Kobdikov, M.Ayikumbekov, N.Adilova, B.Isina, E.Gizatov

#### **Creation of «paperless technology» in supplying of technological and economic interests of the branch**

**Summary.** The article considers the timely and qualitative delivery of cargoes to the points of destinations with minimum resource consumption, which is the main purpose of transportation, as demands for quality of transporting cargoes and commercial work increase in market relations. This is an area that must provide the raised income by improving the communication with consigners and other transport types' holders, forecasting the volume of cargo, mechanization and automation of loading and unloading operations, etc.

УДК 004.891

<sup>1</sup>А.А. Қуатбаева, <sup>2</sup>А.П. Рыжов, <sup>1</sup>Т.А. Шмыгалева  
(<sup>1</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби,  
Алматы, Республика Казахстан, [ahamala@gmail.com](mailto:ahamala@gmail.com),

<sup>2</sup> Московский Государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва)

#### **СИТУАЦИОННЫЕ ЦЕНТРЫ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ В ПРОЦЕССАХ ГЛОБАЛИЗАЦИИ**

**Аннотация.** В свете Посланий Президента «Казахстан-2050», «Нұрлы жол», подготовке к проведению ЭКСПО-2017 г. и универсиады 2017 г. стоит необходимость планирования и внедрения ситуационных центров здравоохранения для этих глобальных мероприятий.

**Ключевые слова:** ситуационные центры здравоохранения, нечеткая логика, фазсификация.

За последние шесть лет более чем вчетверо увеличено финансирование системы здравоохранения Республики Казахстан, открыт доступ малоимущим слоям населения к получению льготных лекарств, каждый гражданин РК может свободно выбирать врача и поликлинику, два медицинских поезда «Денсаулық» помогают оказывать медпомощь людям в удаленных регионах. Указом Президента Республики Казахстан от 1 февраля 2010 года № 922 «О Стратегическом плане развития Республики Казахстан до 2020 года была инициирована Государственная программа

развития здравоохранения Республики Казахстан «Саламатты Қазақстан» на 2011 – 2015 годы». Программа «Саламатты Қазақстан» к 2015 году сделает отрасль более эффективной, направлена на закрепление успеха Единой Национальной Системы Здравоохранения, позволит сделать качественные медицинские услуги доступнее. К 2020 году реализация электронного здравоохранения Республики Казахстан должна обеспечить возможность автоматизированного получения своевременной, актуальной, достоверной, и достаточной информации, обеспечивающей безопасную, справедливую, качественную и устойчивую систему здравоохранения, ориентированную на потребности пациента [1-4].

Ключевым элементом электронного здравоохранения будет являться электронный паспорт здоровья, обеспечивающий логическую структуру для хранения и обмена ключевыми данными о здоровье человека и являющийся инструментом для реализации задач системы здравоохранения направленных на повышение доступности и качества медицинских услуг, а так же совершенствование менеджмента и обработки больших объемов медицинских данных на всех уровнях [5-8].

Среди ситуационных центров здравоохранения в мире следует отметить следующие:

В США – Центры по контролю заболеваний и превентивных мер, расположенном в г. Атланта, также национальные центры по борьбе с ВИЧ/СПИД, вирусным гепатитом, STD, и предотвращением туберкулеза, центрами по контролю за эпидемиями и мерам по их предотвращению. Также в США расположены 3 ситуационных центра по борьбе с онкозаболеваниями у детей. В США существует рейтинговая оценка «Лучшие больницы» от U.S.News & World Report используя ранжирование, а также вторая рейтинговая оценка Hospital Compare, которая сравнивает показатели деятельности, в том числе показатели эффективности лечения, без ранжирования, в виде сравнительных таблиц. Участие медицинских организаций в программе Hospital Compare является добровольным.

Веб-сайт Hospital Compare содержит более 50 индикаторов для оценки деятельности больниц, участвующих в федеральной программе Medicare, и оказывающих экстренную медицинскую помощь. Эти индикаторы измеряют деятельность больниц через призму 6 компонентов:

- 1) процесс лечения;
- 2) исход лечения;
- 3) использование средств диагностической визуализации;
- 4) степень удовлетворенности пациентов;
- 5) безопасность пациентов;
- 6) стоимость пролеченного случая или процедуры, и число пролеченных пациентов.

Расчет показателей эффективности производится на основании данных, представленных каждой больницей, с использованием установленных алгоритмов. В основе заложена оценка мнения потребителей о качестве поставщиков и системе медицинских услуг— это общенациональный, стандартизированный опрос пациентов больниц, в которых оказывается экстренная медицинская помощь

В Канаде реализация корпоративной аналитической платформы SAS помогла Министерству здравоохранения создать более эффективные модели прогнозирования для более глубокого понимания хронических заболеваний и позволила модернизировать программу финансирования объектов здравоохранения.

В Канаде не проводится рейтинговая оценка больниц с единым ранжированием. Однако вместо такой оценки на национальном уровне ведется огромная работа по разработке индикаторов для оценки деятельности больниц в частности, и системы здравоохранения страны в целом. В разрезе таких единых индикаторов осуществляется общее сравнение показателей деятельности больниц, без ранжирования и присуждения им порядкового номера в общем классификационном списке.

Разработка и выбор индикаторов для анализа деятельности больниц осуществляются по двум направлениям:

1. Показатели клинической деятельности;
2. Финансовая деятельность.

Индикаторы по клинической деятельности охватывают следующие аспекты:

- эффективность клинической деятельности (качество и результаты);
- безопасность пациентов;
- корректность лечения и доступность (как быстро можно получить медицинскую помощь).

Индикаторы по финансовой деятельности охватывают следующие аспекты деятельности больницы:

- финансовая состоятельность;
- соотношение эффективность/производительность;
- человеческие ресурсы.

В Гонконге с помощью построенной на базе SAS системы приема и автоматического разбора обращений граждан на объектах здравоохранения были оптимизированы и скорректированы действия и стратегия государственного управления с учетом текущей ситуации.

На Африканском континенте следует отметить ситуационные центры по контролю заболеваемости и эпидемий в Кении, центр по офтальмологическим заболеваниям в Замбии.

Информационная система «Ситуационный центр» (ИС «СЦ») обеспечивает планирование и мониторинг работы региона в рамках обеспечения процесса лечения по нозологиям. На этапе планирования в систему закладываются необходимые справочные данные и расчетные формулы для получения полной информации о ресурсном и финансовом обеспечении процесса в течение планового периода. При этом система позволяет производить динамический пересчет результирующих параметров в зависимости от значения переменных модели (планируемое количество операций, ресурсный фонд для их обеспечения, стоимость расходных материалов, зарплата специалистов и т.д.).

По результатам планирования согласованные параметры фиксируются в ИС «СЦ» и запускается процесс мониторинга. Актуальные данные, необходимые для расчетов, периодически поступают из ЛПУ в БД ИС «СЦ» и используются для иллюстрации текущей ситуации в регионе. В случае существенных отклонений от плановых показателей производится уведомление пользователей ИС «СЦ» о проблемах, даются рекомендации по исправлению ситуации.

ИС «СЦ» позволяет осуществлять следующие функции:

- моделирование ситуаций в системе здравоохранения региона;
- подбор оптимальных показателей использования ресурсов;
- поддержка бизнес-процессов по выверке и повышению качества данных (например, выявление дублирования данных пациентов, классификация не корректно введенных адресов, классификация диагнозов и т.п.);
- мониторинг ситуаций в системе здравоохранения в наглядном и понятном для управленца виде;
- конфигурирование индикаторов, которые автоматически информируют пользователей (в том числе по e-mail) при выходе ключевых значений за дозволенные пределы;
- представление данных с помощью Web-браузера в табличном, графическом и картографическом виде;
- построение интерактивных и картографических отчетов;
- выполнение отчетов по расписанию;
- массовая рассылка отчетов;
- импорт данных из программ-первоисточников в БД ИС «СЦ»;
- разграничение прав доступа на уровне системы.

Описание решения:

Первый уровень - сбор первичных данных.

Сбор первичных данных осуществляется исторически сложившимися ИС и, при необходимости, дополнительными программными модулями ввода агрегированной либо первичной информации.

На уровне ИС-первоисточников при этом требуется приведение структуры данных и справочников к единым классификаторам и определение для каждого классификатора, в рамках каких именно ИС он изменяется. Другие системы будут получать актуальные классификаторы из ИС «СЦ».

Второй уровень - интеграционная шина, целью которой является объединение данных систем-первоисточников в БД СЦ.

Специализированная интеграционная шина позволяет отделить логику преобразования данных из одной сущности в другую, от технических модулей связи с конкретными видами форматов данных (файл с разделителями, Fox Pro, Oracle и т.д.). Данный подход позволяет оперативно адаптировать систему к изменению в программах-первоисточниках и, при необходимости, относительно легко подключать новые программы и системы.

Третий уровень - слой выверки и повышения качества данных. Задачами этого уровня являются выявление и устранение дубликатов записей в реестре пациентов, классификация адреса проживания

и т.д. Поскольку будут применяться различные механизмы выверки данных, которые часто будут требовать вмешательства оператора, то целесообразно для этих целей использовать систему управления бизнес-процессами. Данный подход позволит минимизировать затраты на программирование при создании новых либо изменении уже используемых процессов выверки и корректировки данных.

Четвертый уровень - уровень анализа, аналитики и представления информации пользователям. Данный уровень реализуется с помощью одного из лидеров среди программных продуктов данного класса -Pentaho BI. Собираемая в рамках предыдущих уровней информация иллюстрирует набор конкретных ситуаций в системе здравоохранения региона.

Олимпийские и Паралимпийские Игры - это самый сложный микс технологий, процессов и людей. Это масштабный и сложный проект, в который вовлечено большое количество поставщиков самых сложных систем и решений. Кроме того, к этому событию приковано внимание всего мира, что практически не дает права на ошибку. Atos, один из лидеров мирового рынка информационных технологий, обеспечивает технологическую сторону проведения Олимпийских игр: Солт-Лейк-2002 (обеспечение информационной структуры от SchlumbergerSema), Афины 2004, Турин 2006, Пекин 2008, Ванкувер 2010, Лондон 2012, Сочи-2014 и Рио-де-Жанейро 2016 г. Atos делает уникальную экспертизу в области современных IT-решений и интеграции информационных систем, внедрения новейшего программного обеспечения, чтобы обеспечить мгновенные сообщения для спортсменов, зрителей, организаторов, официальных лиц, средств массовой информации, телевизионных зрителей и пользователей Интернета во всем мире. С 2001 года в качестве международного партнера и TOP-спонсора Олимпийских игр Atos обеспечивает Игры последними разработками в области информационных технологий. Atos является одним из международных лидеров информационных технологий (IT). Компания имеет ежегодный доход более чем в 5 миллиардов евро и насчитывает более чем 45 000 человек в 50 странах

В IT-системах, которые Atos создает для Олимпийских и Паралимпийских игр, используются решения, которые компания внедряет на других рынках по всему миру: управление проектами, управление контентом и знаниями, управление изменениями и рисками, big data, cloud, social collaboration, дата-центры и системы комплексной IT-безопасности.

На Олимпийских играх в Лондоне-2012, применялось ПО Atos Medical для автоматизации вызовов бригад скорой неотложной помощи, сокращения времени вызовов, улучшения качества оказания услуг спортсменам олимпийских и паралимпийских игр, поскольку спортсмены паралимпийских игр нуждаются в более тщательном уходе и оказанию экстренной скорой помощи.

В 2012 году на Олимпийских Играх Лондона было зафиксировано 50 812 обращений в Лондонскую Службу скорой медицинской помощи. Приблизительно в день 2,989 обращений. Во время Паралимпийских игр было зафиксировано 35,238 обращений, эквивалентно среднему количеству 2,937 обращений в скорую помощь в день. Для сравнения в 2012 г. во время проведения игр, самым загруженным днем для служб скорой медицинской помощи был первый день Олимпиады (Пятница 27 Июля 2012; n=3,529) [29].

На Олимпийских играх в Сочи применялось программное обеспечение Medical Headquarter, ситуационный центр работал как пункт сбора статистических талонов по одному конкретному обращению и их перекладывание в электронную систему ATOS. Аларм-центр, кризис-центр, центр прогнозирования, диспетчерский центр, и логистический центр – все в были реализовано в ручном централизованном управлении (классика российского проект-менеджмента). У города был «олимпийский» центр, который занимался диспетчеризацией вызовов скорой помощи («норка» на стадионе Фишт). Работа этого центра принципиально не отличалась от работы вне Игр – прием информации о вызове на объекте, команда запасной бригаде на ротацию, контроль приезда, регистрация. Одной из важных составляющих бесперебойной работы олимпийских структур стала медицина. Количество и качество оказания медицинских услуг неотложной помощи во время олимпиады в Сочи. По данным министра здравоохранения России, начиная с 25 января и до конца Паралимпиады помощь была оказана 8695 участникам и гостям Игр (без учета жителей Сочи). Из них 381 спортсмену, из которых 315 – иностранцев. Медпомощь в основном носила амбулаторный характер, а госпитализированы были 577 человек, из них 16 зарубежных спортсменов. В Горном и Прибрежном кластерах работали 38 медпунктов и три консультативно-диагностических центра. Отряд сочинских медиков пополнился на время Олимпиады 1268 врачами со специализацией по различным направлениям медицины, которые прошли практику у зарубежных коллег. Это 666 врачей из Краснодарского края, 222 из Татарстана, 380 – из Москвы. Кроме того, в Дагомысе, Красной

Поляне и Сочи к Играм были построены три высокотехнологичные клиники, а 35 медучреждений города привели в полную боевую готовность. Для работы на олимпийских объектах создавали 52 бригады «Скорой помощи». Была разработана такая их дислокация, чтобы через полторы минуты быть на месте ЧП, а через 15 - доставить пациента в больницу в случае необходимости. На стадионе «Фишт» создали подстанцию «Скорой». Работа медиков координировалась при помощи видеокарты, на которой были выведены все места нахождения машин в Горном и Прибрежном кластерах, это позволяло быстро менять маршруты, направлять кареты «скорой» на вызовы.

За время Олимпиады было выполнено 1899 вызовов, было госпитализировано 435, из них иностранцев – 119. Основное место в статистике занимают травмы, переломы, вывихи, растяжения и все, что связано с экстремальными видами спорта. Особенно напряженной была работа медиков в Горном кластере.

Среди Казахских медицинских информационных систем можно отметить следующие:

1. Портал облачных сервисов для медицины (Medicloud), функционал которого обеспечивает бесперебойную работу врача с сервисами по организации электронного документооборота онлайн для любого ЛПУ.

2. Коммерческий портал оценки качества деятельности врача ( формирование базы врачей оказывающих высококачественные услуги лечения пациентов)

3. Портал zdgrav.kz- по популяризации здорового образа жизни населения

4. Портал бюро госпитализации, функционал которого заключается в развитии сервисов для пациентов по Казахстану [9].

В Республике Казахстан действуют следующие ситуационные центры [10-15]:

1. Ситуационный центр совета безопасности Республики Казахстан (структурное подразделение Администрации Президента Республики Казахстан).

2. Ситуационные центры Комитета Национальной Безопасности Республики Казахстан

3. Ситуационный центр космического мониторинга Национального космического Агентства Республики Казахстан

4. Ситуационный центр Министерства юстиции Республики Казахстан (разработчик ТОО «ВЕЕ», технология BIRT).

5. Ситуационный центр Министерства внутренних дел Республики Казахстан

6. Ситуационный центр Министерства по чрезвычайным ситуациям в Республике Казахстан

7. Ситуационный центр Комитета по контролю автоматизации государственных услуг и координация деятельности центров обслуживания населения (подключены 159 ЦОН, введен в эксплуатацию в 2011 г.).

8. Ситуационный центр транспортного контроля Министерства Транспорта и коммуникаций (введен в 2014 г., контроль за восьми системами: осуществляется контроль за АИС взвешивания, передвижными и стационарными постами ТК, работой ЕИС «Техосмотр», процессом контроля уведомлений с российских и белорусских пунктов пропуска, работой дорожной техники)

9. Ситуационный центр финансовой полиции Республики Казахстан (интеграция с 49 БД более 40 государственных органов, а также анализ информации в открытом доступе)

10. Ситуационный центр акима г. Астана

11. Ситуационный центр акима Алматинской области

12. Ситуационный центр акима Восточно-Казахстанской области (введен с 2011 г.)

13. Региональный ситуационный центр в Кызылординской области

14. ИС «Ситуационный центр акимата города (района)» разработчик ТОО «ParasatBusiness Consulting» при поддержке ТОО «Казахстанские информационные технологии».

15. Ситуационный центр ГЦУСТ АО «Казахтелеком»

16. Ситуационный центр метрополитена КГП «Метрополитен» г. Алматы

17. Ситуационный центр АО «АрселорМитал Темиртау» и др.

В таблице 1 приведены сравнительные преимущества облачного ситуационного центра в отличие от обычного.

Таблица 1. Сравнительные преимущества облачного ситуационного центра

Оффлайновый СЦ в «обычном» понимании	Облачный СЦ
Физическая локальность даже в случае решения «mobile housing», уничтожимость оборудования и смена команды экспертов	Распределенность участников, экспертных инструментов и средств коммуникаций в «облаке» фактически реализует для СЦ принцип неуничтожимости всей системы управления
Сменяемость членов команды затруднена даже в случае оперативности связи с ними.	Сменяемость членов команды более оперативна и возможна в рамках: рекомендательного сервиса, наличия готового резерва экспертов (с различными степенями готовности), эвристических механизмов изменения группы в зависимости от изменений предметно-экспертных условий текущей ситуации. К тому же, распределенность членов экспертной группы не зависит от локализованности объекта управления / проблемного объекта и его точек контроля.
Формирование оперативного резерва членов СЦ затруднено даже в случае оперативности связи с ними.	Оперативный резерв формируется на основе: текущей оценки состояния экспертного сообщества (автоматически), а также оценки вероятного ожидания ситуации, требующей привлечения экспертов разного профиля (автоматически или самими экспертами). По результатам эвристического подбора сообщения об этом передаются на персональные СЦ (аккаунты) членов экспертного сообщества. Замена требуемого члена группы осуществляется путем оперативного оповещения резерва максимальной готовности.
Требуется дорогостоящее оборудование (включая сервис) и помещения.	Стоимость серверного оборудования и экспертного софта включает потенциал создания СЦ любой архитектуры на любой срок. Стоимость пользовательского оборудования ограничена персональными терминалами членов группы, имеющим доступ к комнате СЦ в облаке.
Требуется локальная настройка экспертного софта (включая сервис).	Локальная настройка экспертного софта не требуется, поскольку доступ в систему осуществляется через облачный интерфейс.
Требуется затраты на охрану помещения и поддержку конфиденциальности работы СЦ.	Охрана ограничена программными средствами администрирования доступа и защиты информации, а также протоколом сети.
Оперативное формирование заседаний по нештатным ситуациям требует присутствия членов группы в помещениях СЦ.	Формирование заседаний требует наличия действующего терминала и включенности в сеть
Преимущественно фиксированный интерфейс, зависящий от типа данных и связанных с ними точек данных.	Интерфейс оперативно меняется и настраивается под конкретные задачи заказчика-пользователя виртуального СЦ.
Возможность интеграции с дублирующими СЦ требует отдельного согласования и процедуры подключения.	Сеть виртуальных СЦ при необходимости может формироваться по принципу френдования, а быть ограниченными – по протоколу сети использования и совместности предмета.

В Республики Казахстан данное направление является актуальным, в связи с подготовкой к проведению универсиады 2017 и подготовкой к «EXPO-2017».

ЛИТЕРАТУРА

1. Послание Президента РК народу Казахстана «Казахстан-2050. Наша сила».
2. Государственная программа РК «Саламатты Қазақстан 2011-2015 гг.».
3. Стратегический план Республики Казахстан до 2020 года.
4. Программа развития онкологической помощи в Республике Казахстан 2012-2016 гг.

5. Стратегический план Министерства здравоохранения Республики Казахстан на 2014-2018 годы.
6. Государственная программа «Информационный Казахстан - 2020».
7. Концепция информационной безопасности Республики Казахстан до 2016 года.
8. Приказ 701 о развитии ЕИСЗ 2013 года.
9. Кодекс Республики Казахстан «О здоровье народа и системе здравоохранения».
10. Закон Республики Казахстан «О персональных данных»
11. Концепция развития электронного здравоохранения Республики Казахстан на 2013-2020 годы
12. Приказ об утверждении Дорожной карты на 2014-2020 годы по реализации Концепции развития электронного здравоохранения Республики Казахстан на 2013-2020 годы
13. Дорожная карта на 2014-2020 годы по реализации Концепции развития электронного здравоохранения Республики Казахстан на 2013-2020 годы
14. Материалы I-го заседания технического комитета № 83 «Электронное здравоохранение».

#### REFERENCES

1. President of Kazakhstan message to the people of Kazakhstan "Kazakhstan-2050. Our force".
2. State program of RK "Salamatty Kazakhstan 2011-2015".
3. The strategic plan of the Republic of Kazakhstan till 2020.
4. Program of development of the oncological help in the Republic of Kazakhstan of 2012-2016.
5. Strategic plan of Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan for 2014-2018.
6. A state program "Information Kazakhstan - 2020".
7. The concept of information security of the Republic of Kazakhstan till 2016.
8. Order 701 on EISZ development on 2013.
9. The code of the Republic of Kazakhstan "About health of the people and health system".
10. The law of the Republic of Kazakhstan "About personal information"
11. The electronic health care development concept at the Republic of Kazakhstan for 2013-2020
12. The order on the Road map for 2014-2020 statement on implementation for Republic of Kazakhstan electronic healthcare concept for 2013-2020 on development
13. A road map for 2014-2020 on implementation electronic healthcare development concept at the Republic of Kazakhstan for 2013-2020
14. Materials from the I-st meeting of technical committee No. 83 "Electronic healthcare".

Қуатбаева А.А., Рыжов А.П., Шмыгалева Т.А.

**Жаһандану үдерістеріндегі басқарудың құралының жағдайға байланысты денсаулық сақтаудағы орталары**

**Түйіндеме.** Қаралған жағдайға байланысты денсаулық сақтаудың орталарын мақаласында бұл экспонның жүргізуі (жаһандық шараларды жүргізу) жаһандану үдерісі, дайындықта басқарудың құралы - ҚРларға 2017 жыл және 2017 жылдың Бүкіләлемдік универсиадасы.

**Түйін сөздер:** жағдайға байланысты орталықтар, денсаулық сақтау, олимпиялық объектілер, жаһандану.

Қуатбаева А.А., Рыжов А.П., Шмыгалева Т.А.

**Ситуационные центры здравоохранения как инструмент управления в процессах глобализации**

**Резюме.** В статье рассмотрены ситуационные центры здравоохранения как инструмент управления в процессах глобализации (проведения глобальных мероприятий), подготовке к проведению ЭКСПО-2017 г. в РК и Всемирной универсиады 2017 г.

**Ключевые слова:** ситуационные центры, здравоохранение, олимпийские объекты, глобализация.

Kuatbayeva A.A., Ryjov A.P., Shmygaleva T.A.

**The healthcare situational centers as the management instrument in globalization processes**

**Summary.** In article the healthcare situational centers as the management instrument in globalization processes (carrying out global actions), preparation for carrying out EXPO-2017 in RK and the World Universiade 2017 are considered.

**Key words:** situational centers, healthcare, Olympic venues, globalization.

<sup>1</sup>Н.Н. Жантурина, <sup>2</sup>К.Ш. Шункеев, <sup>1</sup>Б.А. Алиев  
<sup>1</sup>Казахский национальный университет им. аль-Фараби  
 Алматы, Республика Казахстан, [nzhanturina@mail.ru](mailto:nzhanturina@mail.ru)

<sup>2</sup>Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова  
 Актобе, Республика Казахстан, [shunkeev@mail.ru](mailto:shunkeev@mail.ru)

### ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ЩЕЛОЧНОГАЛОИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ KBr И KCl

**Аннотация.** В статье описана температурная зависимость полос излучения в кристаллах KBr и KCl в интервале температур 10-325 К на основе экспериментов, проведенных на установке по измерению спектров рентгенолюминесценции в университете имени Н.Коперника в Торунь (Польша). При этом обнаружены полосы, интенсивность которых увеличивается при понижении температуры от 30 К, интерпретированные излучательной аннигиляцией экситонов с более «симметричной» конфигурацией, по сравнению со «strong-off». В кристалле KCl обнаружен рост интенсивности полосы реабсорбции F-центров при понижении температуры от 30 К. Обнаруженные полосы свечения и закономерности их поведения играют важную роль для создания сцинтилляционных и фотохромных материалов для записи голограмм.

**Ключевые слова:** рентгенолюминесценция, экситон,  $\pi$ -свечение, «strong-off»-конфигурация, автолокализация.

Люминесценция материалов является главной характеристикой для их использования в качестве сцинтилляторов, а также фотохромных материалов для записи голограмм. Запись голограмм ведется при низких температурах и различные полосы люминесценции и знание их закономерностей поведения при воздействии температуры является теоретической основой для создания условий для эффективных сцинтилляций, а также эффективных фотохромных материалов с заданными характеристиками. Одними из таких материалов, успешно используемых в качестве сцинтилляторов и записи голограмм являются щелочногалогидные кристаллы. С целью изучения поведения полос люминесценции в широком интервале температур мы проводили эксперименты.

Спектры рентгенолюминесценции и термолюминесценции кристаллов KBr и KCl в интервале температур 10÷325 К были получены в Институте экспериментальной физики университета Николая Коперника в Торунь (Торунь, Польша).

На рисунках 1, 2, 3, 4 показаны спектры рентгенолюминесценции кристаллов KCl и KBr.

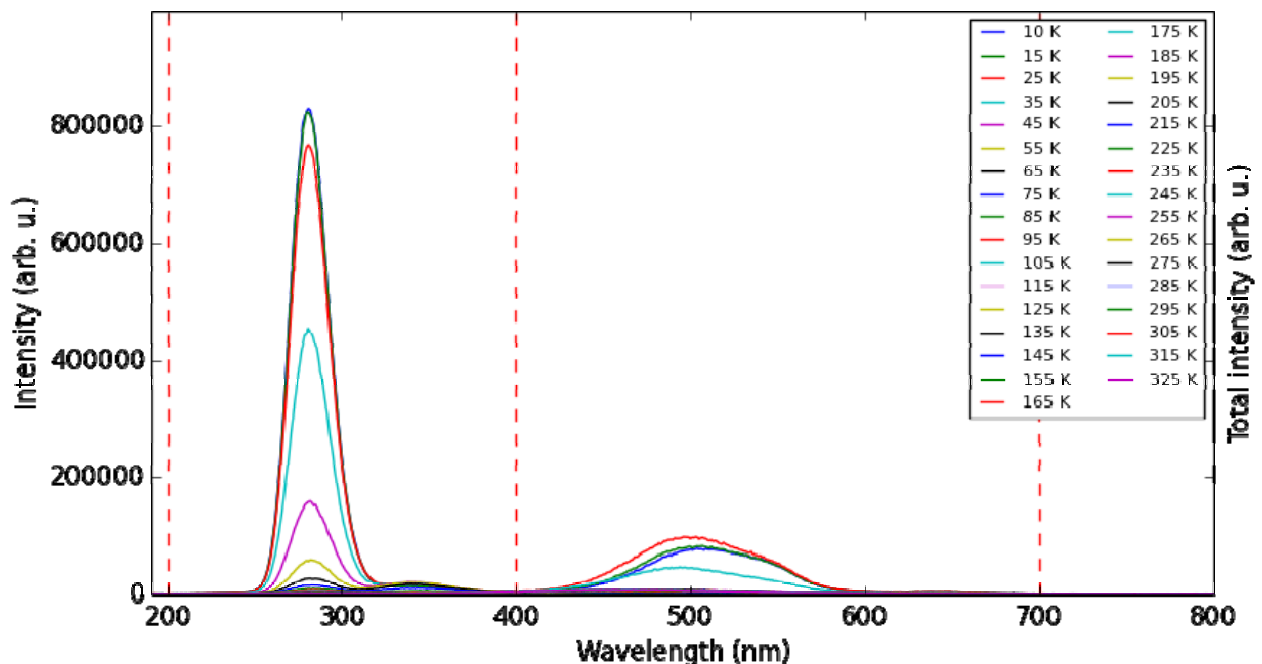
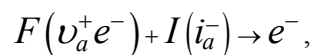


Рис. 4.1. Рентгенолюминесценция кристалла KBr в интервале температур 10-325 К

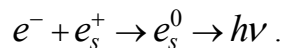


Как видно из рисунка 1, спектр рентгенолюминесценции кристалла КВг состоит из основных трех полос – при 4,42 эВ (280 нм), 3,58 эВ (340 нм) и 2,28 эВ (490 нм). Пик при 2,28 эВ – это  $\pi$ -свечение с триплетного состояния экситонов [1], ее интенсивность растет при уменьшении температуры от 25 К, затем начинает понижаться; при 4,42 эВ – это  $\sigma$ -люминесценция с синглетного состояния экситонов, достигающая своего максимума при низких температурах. С повышением температуры эти свечения тушатся так, что при 80 К интенсивность  $\sigma$ -свечения в 50 раз,  $\pi$ -свечения в 15 раз слабее чем при 25 К. Причем, для  $\pi$ -свечения рентгенолюминесценции в кристалле КВг выделяется следующая закономерность: с повышением температуры от 10 К интенсивность начинает увеличиваться до температуры в районе 30 К, затем происходит уменьшение. Этот экспериментальный результат отлично подтверждает нашу модель автолокализации экситонов в зависимости от температуры [2]. По нашим расчетам, потенциальный барьера автолокализации экситонов в кристалле КВг достигает минимума при температурах в районе 25-30 К. То есть интенсивность люминесценции АЛЭ растет до перехода большинства экситонов в автолокализованное состояние с дальнейшим спадом эффективности люминесценции. С понижением температуры кроме  $\sigma$ - и  $\pi$ -люминесценции в спектре рентгенолюминесценции появляется новая полоса свечения с максимумом при 3,58 эВ. Эта полоса находится в более высокоэнергетической части спектра, чем  $\pi$ -свечение, интенсивность увеличивается при понижении температуры от 40 К. По видимому, природа этой полосы связана с созданием АЛЭ более «симметричной» конфигурации, чем «strong-off», поскольку:

- излучение происходит в высокоэнергетической части спектра чем  $\pi$ -свечение;
- в литературе указываются рекомбинационные механизмы свечений при низких температурах в кристаллах с повышенным выходом радиационного дефектообразования [3];
- показано, что при низких температурах  $I$ -центры рекомбинируют с электронными центрами ( $F$ -центрами) по схеме:



что ведет к рекомбинационной люминесценции АЛЭ [4]



Но так как излучение АЛЭ происходит в КВг при 3,58 эВ, то, по-видимому, создается АЛЭ другой конфигурации по сравнению с сильно асимметричной.

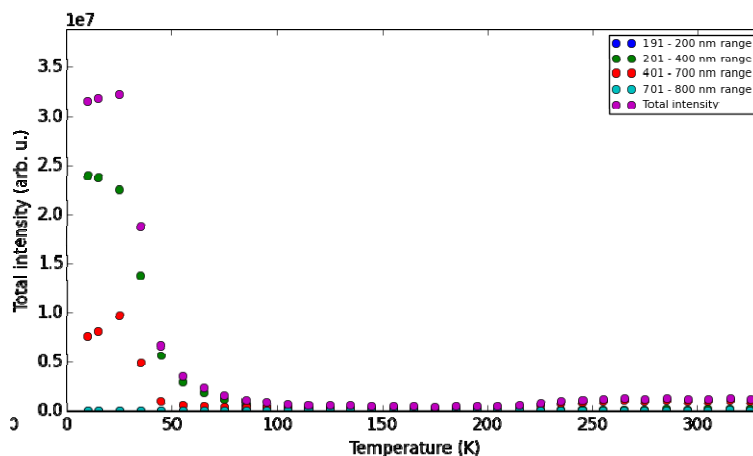


Рис. 2. Зависимость суммарной интенсивности рентгенолюминесценции кристалла КВг от температуры

По рисунку 2 можно проанализировать зависимость суммарной интенсивности рентгенолюминесценции кристалла КВг от температуры. Интенсивность излучения в интервале длин волн 201-400 нм (4,38 эВ) ослабевает при температуре близкой к 50 К, а излучения при 401-700 нм (2,5 эВ) при температуре близкой к 43 К. Интенсивность излучения в данном интервале длин волн является, в основном, излучением АЛЭ [5]. Четко можно заметить увеличение интенсивности до

температуры в районе 25-30 К и дальнейшее ее уменьшение, что еще раз подтверждает нашу теорию. Полное тушение рентгенолюминесценции происходит при температуре около 80 К.

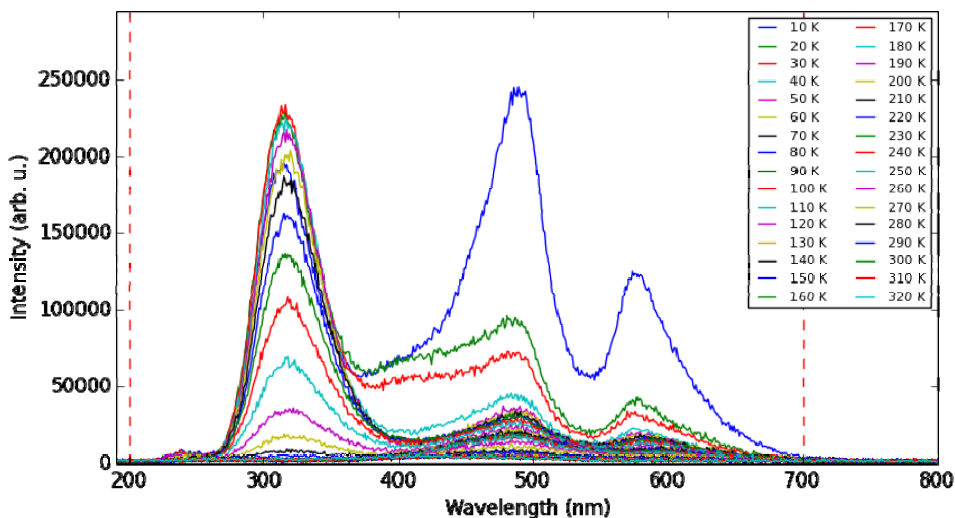


Рис. 3. Рентгенолюминесценция кристалла KCl в интервале температур 10-325 К

В спектре рентгенолюминесценции кристалла KCl при температурах ниже 80 К можно выделить 3 основные полосы - 3,88 эВ (320 нм), 2,3 эВ (482 нм), 2,15 эВ (580 нм). Максимум при 3,88 эВ появляется при понижении температуры от 80 К, и связан с туннельной перезарядкой между основными состояниями  $F'$  и  $V_k$ -центров. Природа этой полосы аналогична природе полосы при 3,58 в KBr. Пик при 2,3 эВ соответствует  $\pi$ -свечению. Из рисунка нетрудно заметить, что максимума своего значения интенсивность достигает при низких температурах. Полоса при 2,15 эВ связана с реабсорбцией  $F$ -центров [6]. При этом  $F$ -центр является своего рода сенсibilизатором. В случае туннельной перезарядки происходит рекомбинационная люминесценция, в то же время происходит поглощение  $F$ -центром собственного излучения, возникает полоса с максимумом при 2,15 эВ. Следовательно, провал в спектре излучения есть результат реабсорбции активаторного свечения радиационными дефектами  $F$ -центрами. Доказательством нашей интерпретации является отсутствие расщепления максимума при 2,82 эВ при температурах выше 80 К когда происходит отжиг  $F$ -центров. Этот эффект связан с высокой эффективностью дефектообразования в кристалле KCl и значительной плотностью радиационных дефектов [2].

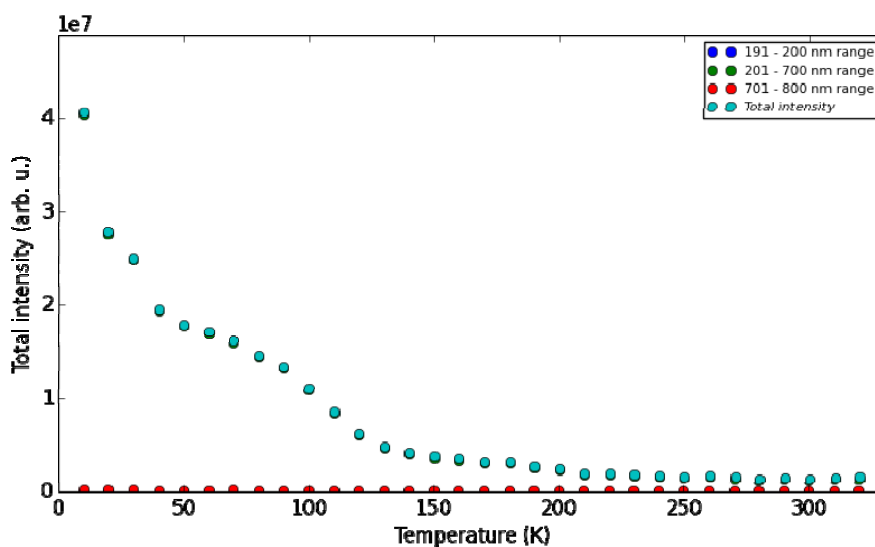


Рис. 4. Зависимость суммарной интенсивности рентгенолюминесценции кристалла KCl от температуры

В кристалле KCl в связи с тем, что созданные экситоны мгновенно автолокализуются, минимальная температура тушения [7,8]. Из рисунка нетрудно заметить, что излучение в интервале 191-200 нм, 201-700 нм полностью потушено уже при температуре около 10 К, суммарная интенсивность ослабевает при температуре около 130 К. Это связано со сборкой электронно-дырочных пар в кристалле KCl и возникновением экситоноподобного свечения в районе температуры 80 К.

ЛИТЕРАТУРА

1. Song K. S. Self-trapped excitons / K. S. Song, R. T. Williams. – Berlin : Springer Verlag, 1993. – 404 p.
2. Шункеев К.Ш., Жантурина Н.Н. Алиев Б.А. Воздействие термического флуктуирующего потенциала на динамику автолокализации экситонов в кристалле KI //Вестник КазНУ им. Аль-Фараби. –2012.– №2.– С.15–20.
3. Itoh N. Photochemistry of V-centres in alkali halides X- rayed at 200 K //J. Phys. Chem. Solides. – 1966. – Vol. 27. – P. 197– 203.
4. Шункеев К.Ш., Гиндина Р.И., Федорова О.А. Спектры рентгенолюминесценции и термостимулированной люминесценции KCl, KCl-Na, KCl-Li и KCl-Sr при 80-400 К //Труды ИФ АН ЭССР. – 1984.–Т.55.– С.143– 164.
5. Tanaka K., Kan'no K., Nakai Y. Lattice relaxation of self –trapped excitons in binary mixed crystals of KCl and KBr //J. of the Physical Society of Japan. – 1990. –Vol. 59, №4. – P. 1474–1487.
6. Шункеев К. Ш. Релаксация электронных возбуждений в щелочногалогидных кристаллах в поле точечных дефектов и напряжения одноосного сжатия при 4,2-300 К: дисс...док. физ.-мат. наук.: 01.04.07. – Тарту,1998. – 224 с.
7. Осмоналиев К., Арапов Б. Люминесценция электронных возбуждений и их распад с образованием дефектов в ионных кристаллах. – Бишкек: Илим, 1999. – 182 с.
8. Бекешев А.З., Васильченко Е.А., Сармуханов Е.Т., Сагимбаева Ш.Ж., Тулепбергенов С.К., Шункеев К.Ш., Эланго А.А. Влияние одноосного сжатия при 80 К на радиационное дефектообразование в кристаллах KCl, KBr и KI // "Физика твердого тела", 1998, Т. 40, вып. 1, С.73–78.

REFERENCES

2. Song K. S. Self-trapped excitons / K. S. Song, R. T. Williams. – Berlin : Springer Verlag, 1993. – 404 p.
2. Shunkeyev K.Sh., Zhanturina N.N. Aliev B.A. Vozdeistvie termicheskogo fluktiruiushego potentsiala na dinamiku avtolokalizacii eksitonov v kristalle KI //Vestnik KazNU im. Al-Farabi. –2012.– №2.– С.15–20.
3. Itoh N. Photochemistry of V-centres in alkali halides X- rayed at 200 K //J. Phys. Chem. Solides. – 1966. – Vol. 27. – P. 197– 203.
9. Shunkeyev K.Sh, Gindina R.I., Fedorova O.A. Spectry rentgenoluminescencii i termostimulirovannoi luminescencii KCl, KCl-Na, KCl-Li i KCl-Sr pri 80-400 K //Trudi IF AN ESSR. – 1984.–Т.55.– С.143– 164.
10. Tanaka K., Kan'no K., Nakai Y. Lattice relaxation of self –trapped excitons in binary mixed crystals of KCl and KBr //J. of the Physical Society of Japan. – 1990. –Vol. 59, №4. – P. 1474–1487.
11. Shunkeyev K.Sh. Relaksacia electronnih vzbuzhdenii v shelochnogaloidnih kristallah v pole tochechnih defektov i napryazhenia odnoosnogo szhantia pri 4,2-300 K: diss...dok. phys.-mat. nauk.: 01.04.07.– Tartu,1998. – 224 s.
12. Osmonaliev K., Arapov B. Luminescencia electronnih vzbuzhdenii i ih raspad s obrazovaniem defektov v ionnih kristallah. – Bishkek: Ilim, 1999. – 182 s.
13. Bekeshev A.Z., Vasilchenko E. A., Sarmukhanov E.T., Sagymbaeva Sh.Zh., Tulepbergenov S.K., Shunkeyev K.Sh., Elango A.A. Vlianie odnoosnogo szhatia pri 80 K na radiatsionnoe defektoobrazovanie v kristallah KCl, KBr i KI // "Physika tverdogo tela", 1998, Т. 40, vyp. 1, S.73–78.

Жантурина Н.Н., Шункеев К.Ш., Алиев Б.А.

**Температураның KBr және KCl сілтілі галогидты материалдардың сцинтилляциялық қасиеттеріне әсер етуі**

**Түйіндеме.** Мақалада Торундегі Николай Коперник атындағы университетіндегі (Польша) рентгенолюминесценция спектрлерін өлшейтін қондырғыда алынған KBr және KCl кристалдарының 10-325 К температуралар аралығындағы сәуле шығару жолақтарының температуралық тәуелділігі сипатталған. Мұнда «strong-off» конфигурациялы экситондарға қарағанда «симметриялау» экситондардың сәуле шығару аннигиляциясымен байланысты интенсивтілігі температура 30 К-нен төмендегенде пайда болатын жолақтар тіркелген. KCl кристалында температура 30 К-нен төмендегендегі F-орталықтарының реабсорбциясымен байланыстырған жолақ интенсивтілігі өсе келеді. Тіркелген сәуле шығару жолақтары және олардың өзгеру заңдылықтары сцинтилляциялық және голограмма жазуға арналған фотохромдық материалдардың жасақтауында маңызды рөл атқарады.

**Негізгі сөздер:** рентгенолюминесценция, экситон,  $\pi$ -сәуле шығару, «strong-off»-конфигурация, өздігінен қармалуы.

Жантурина Н.Н., Шункеев К.Ш., Алиев Б.А.

**Влияние температуры на сцинтилляционные свойства щелочногалогенидных материалов KBr и KCl**

**Резюме.** Описана температурная зависимость полос излучения в кристаллах KBr и KCl в интервале температур 10-325 К на основе экспериментов, проведенных на установке по измерению спектров рентгенолюминесценции в университете имени Николая Коперника в Торуне (Польша). При этом обнаружены полосы, интенсивность которых увеличивается при понижении температуры от 30 К, интерпретированные излучательной аннигиляцией экситонов с более «симметричной» конфигурацией, по сравнению со «strong-off». В кристалле KCl обнаружен рост интенсивности полосы реабсорбции F-центров при понижении температуры от 30 К. Обнаруженные полосы свечения и закономерности их поведения играют важную роль для создания сцинтилляционных и фотохромных материалов для записи голограмм.

**Ключевые слова:** рентгенолюминесценция, экситон,  $\pi$ -свечение, «strong-off»-конфигурация, автолокализация.

Zhanturina N.N., Shunkeyev K.Sh., Aliev B.A.

**Influence of the temperature on scintillation properties of alkali halide materials of KBr and KCl**

**Summary.** The article describes the temperature dependence of the emission bands in crystals of KBr and KCl in the temperature range 10-325 K on the basis of experiments conducted at the facility for the measurement of X-ray spectra at the University of Nicolaus Copernicus in Torun (Poland). At the same time found the band, the intensity of which increases with decreasing temperature of 30 K, interpreted radiative annihilation of excitons with a "symmetric" configuration, as compared with «strong-off». In the KCl crystal growth observed intensity of the band reabsorption of F-centers at low temperatures of 30 K. The observed luminescence bands and patterns of behavior play an important role in the establishment of scintillation and photochromic materials for recording holograms.

**Key words:** X-ray luminescence, exciton,  $\pi$ -emission, «strong-off»-configuration, self-trapping.

УДК 637.523

**А.А. Буламбаева, Я.М. Узаков, Н.К. Ахметова, А.М. Таева, Ж.Ж. Смаилова**  
(Алматинский технологический университет, Алматы, Республика Казахстан)

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНО-БЕЛКОВОЙ КОМПОЗИЦИИ  
НА ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЯСНЫХ МОДЕЛЬНЫХ  
ФАРШЕЙ ВАРеноЙ КОЛБАСЫ**

**Аннотация.** Приведены данные о влиянии растительно-белковой композиции, состоящей из соевого протеина, пищевых волокон бамбука и сушеных ягод годжи на функционально-технологические свойства мясных модельных фаршей. Установлено, что модельные фарши с гидратированной растительно-белковой композицией имеют высокие функциональные характеристики. Предлагаемое соотношение ингредиентов в растительно-белковой композиции обеспечивает в готовом продукте требуемую структуру, пищевую и биологическую ценность и высокие функционально-технологические свойства.

**Ключевые слова:** мясные продукты, растительно-белковая композиция, соевый протеин, пищевые волокна, сушеные ягоды годжи, мясной фарш, вареные колбасы.

**Введение**

В настоящее время известно множество продуктов питания, в которых присутствуют те или иные растительные белки. Основным направлением их использования является продукция мясоперерабатывающей промышленности, составляющая основу рациона питания, так как наряду с ценностью мясных продуктов по содержанию белков, они имеют и высокую энергетическую ценность. Кроме того, мясные продукты имеют высокое содержание жира. Одной из задач мясоперерабатывающей промышленности является производство продукции высокого качества, в том числе, с пониженным содержанием жира и большим количеством белка. В настоящее время с этой целью применяется введение в колбасные изделия растительных белков. Целесообразность ввода в состав колбас диктуется как биологическими свойствами растительного белка, так и его многофункциональностью.

Целью данной работы является исследование влияния растительно-белковой композиции на функционально-технологические свойства мясных модельных фаршей.

На основе теоретических исследований доказана целесообразность использования в производстве комбинированных мясных продуктов, в частности колбасных изделий, пищевых

добавок растительного происхождения. Показано, что использование соевых белковых продуктов является наиболее популярным способом улучшения качества фаршевых мясных продуктов. Установлено, что растительные волокна различной природы обладают антиоксидантной активностью.

**Материалы и методы**

Объектами изучения служили говядина, баранина, конина, соевый протеин, пищевые волокна бамбука и сушеные ягоды годжи, мясной фарш, колбасные изделия.

В результате проведенных исследований было выявлено, что сушеные ягоды годжи обладают высокой антиоксидантной активностью, содержат биофлавоноиды, витамины и другие биологически активные вещества.

Для определения рационального количества вводимых препаратов белков и пищевых волокон исследовали: величину рН, содержание влаги, водосвязывающую способность к общей влаге, влагоудерживающую и жирудерживающую способность модельных фаршевых систем и хранимоспособность готовой продукции.

На основе результатов исследований пищевой и биологической ценности мясного сырья определено оптимальное соотношение различных видов мясного сырья в рецептуре вареной колбасы: количественное содержание говядины составляет – 55 %, баранины 22,5%, конины — 22,5 %.

**Результаты**

В результате исследований на способность растительно-белковой композиции связывать и удерживать влагу, а также на скорость влагопоглощения определено оптимальное соотношение ингредиентов растительно-белковой композиции: соевый протеин : пищевые волокна : сушеные ягоды годжи в соотношении 2:1:1

В качестве контроля служил фарш вареной колбасы, выработанный по традиционной технологии. Опытными образцами являлись фаршевые системы с использованием говядины, конины, баранины и гидратированной растительно-белковой композиции.

Модельные фарши готовили на куттере. Растительно-белковую композицию вносили вместе с мясным сырьем на стадии составления фарша.

В мясной модельный фарш вносили гидратированную растительно-белковую композицию с различным соотношением ингредиентов. Полученные данные по исследованию функционально-технологических свойств представлены в таблице 1.

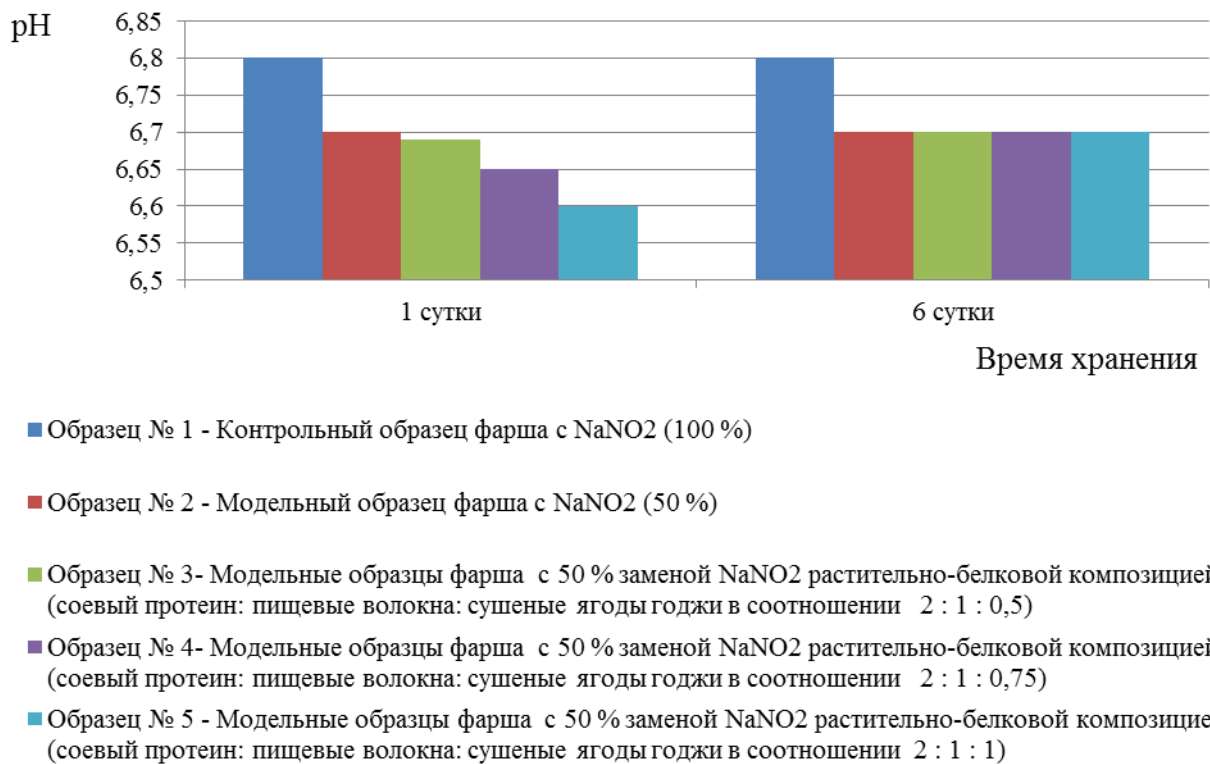
Установлено, что модельные фарши с гидратированной растительно-белковой композицией имеют высокие функциональные характеристики, которые превосходят аналогичные показатели контрольных образцов. Это свидетельствует о возможности получения рецептур комбинированных мясных продуктов с высокими функционально-технологическими свойствами.

**Таблица 1. Основные функционально-технологические свойства мясных фаршевых систем с различным уровнем растительно-белковой композиции**

Наименование образцов	Показатели, %			
	Содержание влаги	ВСС	ВУС	ЖУС
Контроль	65,4 ±1,2	63,5 ±0,8	48,5±1,8	52,4±0,9
Модельные образцы фарша с 50 % заменой NaNO <sub>2</sub> растительно-белковой композицией (соевый протеин: пищевые волокна: сушеные ягоды годжи в соотношении 2:1:0,5)	72,4 ±1,1	64,7±1,2	63,4±0,6	55,2±1,1
Модельные образцы фарша с 50 % заменой NaNO <sub>2</sub> растительно-белковой композицией (соевый протеин: пищевые волокна: сушеные ягоды годжи в соотношении 2:1:0,75)	73,2±1,4	64,2±1,1	64,3±1,2	55,3±1,2
Модельные образцы фарша с 50 % заменой NaNO <sub>2</sub> растительно-белковой композицией (соевый протеин: пищевые волокна: сушеные ягоды годжи в соотношении 2:1:1)	74,2±1,2	65,1±0,9	65,8±0,8	56,1±1,3

Среди факторов, воздействующих на технологические свойства мясных продуктов, особое место занимает величина рН. Динамика активной кислотности образцов вареных колбасных изделий

при температуре хранения 0–4 °С показала, что во всех опытных образцах сдвиг pH происходил в щелочную сторону. Так, при хранении вареных колбас в течение 6 суток уровень pH увеличился на 0,1 ед. (рисунок 1), что связано с накоплением продуктов жизнедеятельности микроорганизмов, вызывающих распад белков (аминов, азотистых оснований, аммиака). Необходимо отметить, что интенсивнее сдвиг уровня pH был отмечен в модельных образцах колбас с 50 % заменой NaNO<sub>2</sub> растительно-белковой композицией (соевый протеин: пищевые волокна: сушеные ягоды годжи в соотношении 2:1:1).



**Рис. 1.** Динамика изменения значения pH при хранении образцов вареных колбасных изделий при температуре 0-4 °С.

Анализ данных, полученных в ходе экспериментальных исследований, показал, что по функционально-технологическим свойствам представляют интерес модельные образцы фарша с 50 % заменой NaNO<sub>2</sub> растительно-белковой композицией (соевый протеин: пищевые волокна: сушеные ягоды годжи в соотношении 2:1:1)

Сравнение значений pH образцов на 6-е сутки хранения, показывает, что образцы не изменились и их значения равны - 6,70. Следует отметить, что только образец № 5 в небольшой степени увеличивает начальную pH вареных колбас.

Аминный азот определяли методом формольного титрования по Серенсену. Этот метод позволяет контролировать гидролиз белков, а также активность протеолитических ферментов на разных сроках хранения. Экспериментальные данные по изменению концентрации аминного азота представлены на рисунке 2.

В процессе низкотемпературного хранения образцов вареных колбас содержание аминного азота увеличивается. Представленные данные свидетельствуют о активности тканевых ферментов. Было определено влияние растительно - белковой композиции на содержание аминного азота. В первый день исследования самое высокое содержание аминного азота было обнаружено в образце № 5, а самое низкое в контрольном образце № 1 и № 2. По результатам исследований наибольший прирост аминного азота отмечается в образцах № 1 и № 2, а самый низкий в образцах № 3. Установлено, что с увеличением концентрации ягод годжи в образцах возрастает скорость протеолиза, т.к. происходит самое высокое накопление аминного азота. В образце № 5 определяется наибольшее накопление аминного азота.

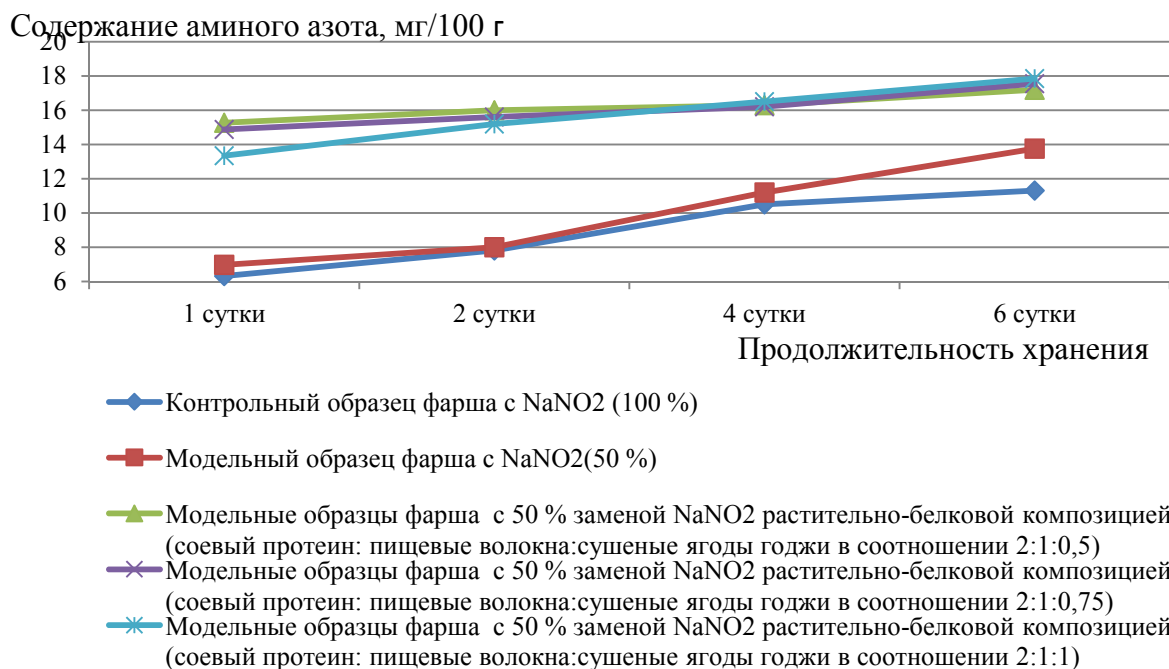


Рис. 2. Динамика изменения содержания аминного азота в модельных образцах вареных колбас с использованием растительно-белковой композиции в процессе хранения при температуре 0-4 °С в течение 6-ти суток.

Наиболее распространенный и легко обнаруживаемый тип повреждения белков - образование карбонильных групп при окислении аминокислот.

При хранении образцов вареных колбас наблюдается увеличение белковых карбониллов в каждом из исследуемых образцов, что свидетельствует об окислении белка (рисунок 3). Потребление колбас с пониженным содержанием карбонильных белков можно использовать для профилактики окислительного стресса.

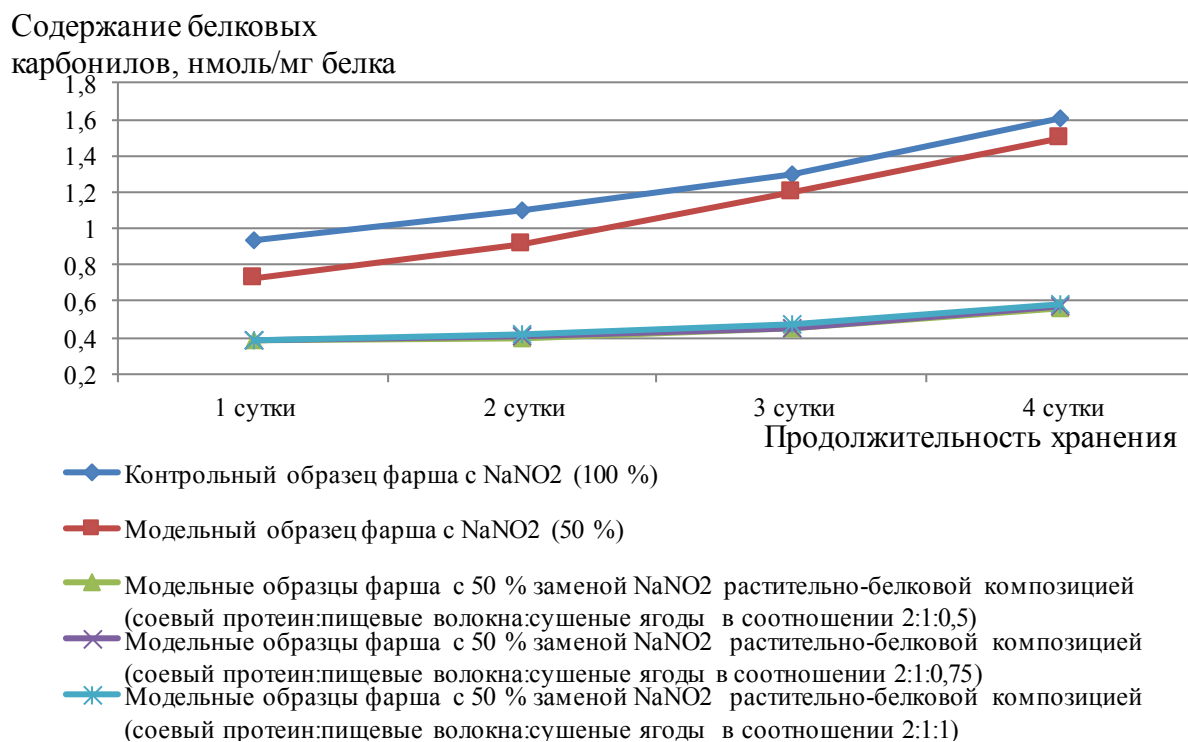
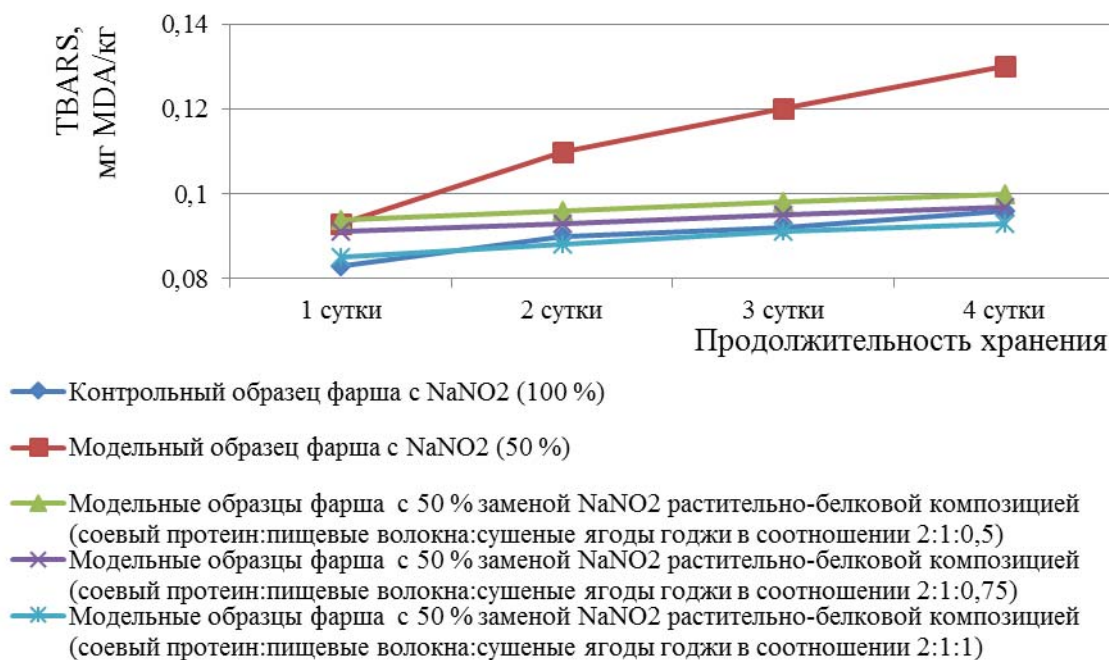


Рис. 3. Динамика изменения содержания белкового карбонила в модельных образцах вареных колбас с использованием растительно-белковой композиции в процессе хранения



Для определения влияния растительно-белковой композиции на сохранность липидов в образцах исследовали изменение показателей накопления продуктов окисленной порчи жира в процессе хранения, определяя величины кислотного и тиобарбитурового чисел. Так на шестые сутки хранения значение кислотного числа в контрольном образце, по сравнению с добавлением различных концентраций растительно-белковой композиции выше.

О порче образцов судили по реакции тиобарбитуровой кислоты с первичными продуктами окислительной порчи жиров. Образцы отбирали на 1 и 6-й дни хранения и измеряли их оптическую плотность (тиобарбитуровое число), поскольку с повышением значения этого показателя в образце увеличивается содержание продуктов окислительной порчи жиров.



**Рис. 4.** Динамика изменения тиобарбитурового числа в модельных образцах вареных колбас с использованием растительно-белковой композиции в процессе хранения

Уменьшение концентрации нитрита натрия увеличивает тиобарбитуровое число, что показывает сравнение образцов № 1 и № 2. Тиобарбитуровое число образца № 5 (соевый протеин : пищевые волокна : сушеные ягоды годжи в соотношении 2:1:1) ниже тиобарбитурового числа пробы № 3 (соевый протеин: пищевые волокна:сушеные ягоды годжи в соотношении 2:1:0,5). В первый день исследования значительного отличия в показателях тиобарбитурового числа не наблюдалось (рисунок 4).

При исследовании на шестой день хранения (Т=0-4°С) тиобарбитуровое число всех образцов незначительно увеличивается. Стабильность наблюдается в контрольном образце № 1 и в образце № 5.

Добавление растительно - белковой композиции в соотношении взятом в образце № 5 (соевый протеин : пищевые волокна : сушеные ягоды годжи в соотношении 2:1:1) позволяет сохранить липиды до степени окисления контрольного образца.

Изменение тиобарбитурового числа в образцах вареных колбас с добавлением растительно-белковой композиции было незначительным, что свидетельствует о неглубоком окислении липидов жировой ткани. Таким образом, добавление растительно-белковой композиции ингибирует процесс окисления липидов.

#### **Выводы**

На основании проведенных исследований по изучению влияния растительно-белковой композиции на функционально-технологические и свойства мясных модельных фаршей нами предложено использование соевого протеина в количестве 2 % от массы сырья, пищевые волокна – 1 %, сушеные ягоды годжи – 1 %. Предлагаемое соотношение ингредиентов в растительно-белковой композиции обеспечивает в готовом продукте требуемую структуру, пищевую и



биологическую ценность и высокие функционально-технологические свойства. Показано, что введение в состав продукта растительно-белковой композиции при гидратации в соотношении 1:5 в опытном образце по сравнению с контрольным увеличивается массовую долю влаги, белка, снижается содержание жира и соответственно энергетическая ценность продукта.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Антипова Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л.В. Антипова, И.А.Рогов. – М.:Колос, 2001. – 376 с.
2. Лисицын А.Б. и др. Функционально-технологические свойства соевых белков нового поколения // Мясная индустрия. – 2002. - №4. – С. 28-31.
3. Плотников Е.Е., Глазова Г.В., Ашихина Л.А., Гавриленко А.П., Жучков А.А., Толкунова Н.Н. Растительные антиоксиданты в производстве мясных изделий // Мясная индустрия. –2010. -№ 7. –с.26-28.

Буламбаева А.А., Узаков Я.М., Ахметова Н.К., Таева А.М.

**Өсімдікті-ақуызды композициялардың модельді ет турамасының функционалды - технологиялық қасиеттеріне әсерін зерттеу**

**Түйіндемесі.** Мақалада құрамына соя протеині, бамбуктың тағамдық талшықтары және кепкен годжи жидектері кіретін өсімдікті-ақуызды композицияның модельді ет турамасының функционалды-технологиялық қасиеттеріне әсері туралы мәліметтер келтірілген.

**Кілт сөздер:** ет өнімдері, өсімдікті-ақуызды композиция, соя протеині, тағамдық талшықтар, кепкен годжи жидектері, ет турамасы, пісірілген шұжық өнімдері.

Bulambaeva A.A., Uzakov Ya.M., Ahmetova N.K., Taeva A.M.

**Research of influence of plant-based protein composition on the functional and technological properties of chopped meat**

**Summary.** The article presents data about influence of plant-based protein composition, which consists of soy protein, dietary fiber of bamboo and dried goji berries on the functional and technological properties of chopped meat.

**Key words:** meat products, plant-based protein composition, soy protein, dietary fiber, dried goji berries

УДК 658.56

**Ж.Б. Кенесова, М.Н. Мухтарова, А.З. Нурмуханова, А.К. Нурсейтова, Б.О. Конакбаев**  
(Казахский национальный университет им. аль-Фараби  
Алматы, Республика Казахстан)

#### **АНАЛИЗ СТРАТЕГИИ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**Аннотация.** В статье изложена проблема повышения качества продукции, которая на сегодняшний день является самой главной задачей в развитии экономики нашей страны. Также приведены показатели назначения характеризующие полезный эффект от использования продукции по назначению.

**Ключевые слова:** повышение качества, рыночная экономика, надежность товара, безотказность, долговечность, ремонтпригодность, стандартизация.

В условиях перехода Казахстана к открытой рыночной экономике борьба за потребителя на внутреннем и внешнем рынках требует создания и производства конкурентоспособных товаров. Качество выступает как главный фактор конкурентоспособности товара, составляя его "стержень", основу.

Новые подходы к проблеме качества требуют все более полного учета изготовителями рыночного фактора, сдвига от административных рычагов контроля качества к преимущественно организационно-экономическим мерам управления качеством, перехода к гибкой системе стандартизации, позволяющей производителям оперативнее реагировать на меняющиеся требования внутреннего и внешнего рынка к качеству товаров, организации работы по переходу в перспективе к обеспечению высокого качества продукции [1].

**Проблема** повышения качества - одна из главных задач развития экономики нашей страны. В последние годы во всех передовых в техническом отношении странах отмечается растущий интерес к повышению качества продукции.

Проблема качества продукции носит в современном мире универсальный характер. Качество товара, его эксплуатационная безопасность и надежность, дизайн, уровень послепродажного обслуживания являются для современного покупателя основными критериями при совершении покупки, и следовательно, определяют успех или неуспех фирмы на рынке.

Современная *рыночная экономика* предъявляет принципиально новые требования к качеству выпускаемой продукции. Это связано с тем, что сейчас выживаемость любой фирмы, ее устойчивое положение на рынке товаров и услуг определяются уровнем конкурентоспособности.

В свою очередь, конкурентоспособность связана с действием нескольких десятков факторов, среди которых можно выделить два основных - уровень цены и качество продукции. При этом качество продукции постепенно выходит на первое место. Производительность труда, экономия всех видов ресурсов уступают место качеству продукции. Новейший подход к стратегии предпринимательства заключается в понимании того, что качество является самым эффективным средством удовлетворения требований потребителей и одновременно с этим - снижения издержек производства.

**Качество** - синтетический показатель, отражающий совокупное проявление многих факторов - от динамики и уровня развития национальной экономики до умения организовать и управлять процессом формирования качества в рамках любой хозяйственной единицы. Вместе с тем мировой опыт показывает, что именно в условиях открытой рыночной экономики, немислимой без острой конкуренции, проявляются факторы, которые делают качество условием выживания товаропроизводителей, определяющим результатом их хозяйственной деятельности [2].

Показатели назначения характеризуют полезный эффект от использования продукции по назначению и обуславливают область применения продукции. Для продукции производственно-технического назначения основным может служить показатель производительности. Данный показатель позволяет определить, какой объем продукции может быть выпущен с помощью оцениваемой продукции или какой объем производственных услуг может быть оказан за определенный промежуток времени.

Надежность товара - сложное свойство качества, которое зависит от безотказности, ремонтпригодности, сохраняемости, свойств и долговечности товара. В зависимости от особенностей оцениваемой продукции для характеристики надежности могут использоваться как все четыре, так и некоторые из этих показателей.

Безотказность - свойство надежности товара сохранять работоспособность в течении некоторой наработки в часах без вынужденных перерывов. К показателям безотказности относятся вероятность безотказной работы, средняя наработка до первого отказа, наработка на отказ, гарантийная наработка (ГОСТ 27.004. - 85. Надежность в технике. Системы технологические, термины и определения).

Безотказность - свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течении некоторого времени или некоторой наработки. Безотказность свойственна объекту в любом из режимов его эксплуатации. Именно это свойство составляет главный смысл понятия надежности.

Ремонтпригодность - свойство объекта, заключающееся в приспособлении к предупреждению причин возникновения отказов, повреждений и поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем проведения технического обслуживания и ремонтов.

Сохраняемость свойств качества объекта характеризует долю снижения важнейших показателей назначения, надежности, эргономичности, экологичности, эстетичности (дизайна), патентоспособности по мере использования товара [3].

Долговечность - свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта. Долговечность характеризует свойство надежности с позиции предельной длительности сохранения работоспособности объекта с учетом перерывов в работе. Сохранение работоспособности объекта в пределах срока службы или срока до первого капитального ремонта зависит не только от режима и организационно-технических условий работы, мероприятий восстановительного характера, проводимых в это время, но также способности сохранять эти свойства во времени [4].

Показатели технологичности характеризуют эффективность конструкторско-технологических решений для обеспечения высокой производительности труда при изготовлении и ремонте продукции именно с помощью технологичности обеспечивается массовость выпуска продукции,

рациональное распределение затрат материалов, средств труда и времени при технологической подготовке производства, изготовлении и эксплуатации продукции.

Важным элементом в системах управления качеством изделий является сертификация и стандартизация. *Стандартизация* - это нормотворческая деятельность, которая находит наиболее рациональные нормы, а затем закрепляет их в нормативных документах типа стандарта, инструкции, методики, требования к разработке продукции.

Главная задача стандартизации - создание системы нормативно-технической документации, определяющей прогрессивные требования к продукции, изготавливаемой для нужд народного хозяйства, населения, обороны страны, экспорта. Сюда же входит и контроль за правильностью использования этой документации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. KazEdu.kz>referat/41534.
2. otherreferats.allbest.ru.
3. menedzhmenta/p63.php.
4. ГОСТ 27.002-89 Надежность в технике. Основные понятия.

#### REFERENCES

1. KazEdu.kz"referat/41534.
2. otherreferats.allbest.ru.
3. menedzhmenta/p63.php.
4. GOST 27.002-89 Reliability in engineering. The basic concepts.

Кенесова Ж.Б., Мухтарова М.Н., Нұрмұханова А.З., Нұрсейтова А.К., Қонакбаев Б.О.

**Қазақстан Республикасында өндірісінде өнімнің сапасын тексеру барысында стратегиялық анализі**

**Түйіндемe.** Бүгінгі таңда біздің едлің экономикасының дамуында негізгі мәселе болып тұрған өнімнің жоғары сапасын шығару. Бұл мақалада осы өнімдерді қажеттілікке дұрыс және тиімді пайдалануда бағыт бағдар мен көрсеткіштер келтірілген.

**Түйін сөздер:** жалға сапа, нарықтық экономика, өнімнің сенімділігі, ұзактаға, жөндеу жұмыстарын жасауға болатын, стардартты.

Kenesova J. B., Mukhtarova M.N., Nurmukhanova A.Z., Nurseytova A.K., Konakbaev B. O.

**The analysis strategy of quality control at the enterprises of the Republic of Kazakhstan**

**Summary.** In this paper, the problem of improving product quality, which today is the most important task in the development of our economy. Also quantifies the purpose of characterizing the benefits from using the product as directed.

**Key words:** improving the quality, market economy, reliability of product, reliability, durability, maintainability, standardization.

УДК 621.771.23

<sup>1</sup>С.А. Машеков, <sup>2</sup>Х. Дыя, <sup>1</sup>Н.К. Смагулова, <sup>1</sup>А.С. Машекова

(<sup>1</sup> Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, <sup>2</sup> Ченстоховский Политехнический университет, Ченстохова, Польша)

### **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ ЛИСТА НА НЕПРЕРЫВНОМ ПРОДОЛЬНО-КЛИНОВОМ СТАНЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

(Сообщение 2)

**Аннотация.** Путем использования физического моделирования выполнен анализ влияния температурно-деформационных режимов обработки на микроструктуру стали А1 при прокатке на продольно-клиновом стане, рассмотрена кинетика роста и распада аустенита, отмечены условия образования мелкозернистой структуры, а также выбраны методы исследования с использованием установки Gleeble 3500, позволяющем реализовать широкий диапазон температурно-деформационных режимов.

**Ключевые слова.** Горячая прокатка, физическое моделирование, установка.

### **Введение**

Расширение номенклатуры изготавливаемых машин и конструкций, эксплуатируемых в сложных условиях нагружения, предъявляет все более жесткие требования к комплексу физико-механических свойств и точности геометрических размеров плоского проката из стали и сплавов [1].

Качество проката зависит от степени совершенства оборудования и технологий его производства [2]. В настоящее время при проектировании прокатного оборудования еще недостаточно внимания уделяется вопросам обеспечения качества продукции по структуре и пластичности металла, повышению точности геометрических размеров прокатываемых полос, а также температурным режимам прокатки.

Таким образом, совершенствование оборудования, исследование основных закономерностей формирования структуры и свойств металла при прокатке полос и лент имеют важное научное и практическое значение. Разработка на этой базе новых технологических и технических решений является актуальной задачей.

С целью получения качественных тонких полос из сталей и сплавов, а также уменьшения энергосиловых параметров нами предлагается продольно-клиновый стан (ПКС) новой конструкции [3]. Отличительной особенностью продольно-клинового стана является, то что клетки стана содержат рабочие и опорные валки постоянного диаметра, а в направлении прокатки последовательно расположенных клетях диаметр рабочих валков уменьшается, а диаметры опорных валков увеличиваются.

В предлагаемом стане горизонтальные оси верхних и нижних валков первых трех клеток без нажимного механизма смещены от оси прокатки в вертикальном направлении на величину  $\Delta x_i = 0,25 \cdot k_n \cdot D_{pi} \cdot \alpha_i^2$ , где  $D_{pi}$  – диаметр новых рабочих валков  $i$ -той клетки, мм;  $k_n$  – коэффициент переточки;  $\alpha_i$  – допускаемый угол захвата для валков  $i$ -той клетки.

Целью данной работы является путем физического моделирование прокатки на новом продольно-клиновом стане определение рациональных режимов технологического процесса прокатки и охлаждения, способствующих получению полос высокого качества.

### **Материалы и методика исследования**

Из экспериментальной стали А1 (С – 0,15; Mn – 0,95; Si – 0,29; P – 0,011; S – 0,012; V – 0,11; Ti – 0,012; Cu – 0,20; As – 0,020) изготовили прямоугольные в поперечном сечении образцы размером  $20 \pm 0,1 \times 15 \pm 0,1 \times 10 \pm 0,1$  мм. Аналогом экспериментальной стали А1 является сталь Ст3Гсп стран СНГ (С – 0,14...0,2; Mn – 0,8...1,1; Si – 0,15...0,3; P – до 0,04; S – до 0,05; Ni – до 0,3; Cr – до 0,3; N – до 0,008; Cu – до 0,3; As – до 0,08).

Осуществили два варианта механических испытаний. По первому варианту опыты на сжатие образцов выпуклыми бойками проводили на автоматизированной установке Gleeble 3500 с целью исследования реологии стали А1 (см. сообщение 1). В этих экспериментах на этапе активного нагружения при скоростях прокатки продольно-клинового стана произвели циклическое деформирование. В промежутках циклического деформирования после выключения электропривода установки образец оставался зажатым выпуклыми бойками, и активное нагружение сменялось стадией релаксации.

Испытание по второму варианту проводили для определения микроструктуры металла, получаемой в результате физического моделирования. В этом случае захваты установки после всех активных нагружения разводили, из контейнера вынимали образцы и в соответствии с планом эксперимента образцы охлаждали на воздухе и в воде (таблица 1).

В процессе исследования образцы нагревали в контейнере установки Gleeble 3500 до температур  $1100$  °С и выдерживали при этой температуре 15 мин. Такой нагрев обеспечила аустенизацию структуры металла образца. Нагретые образцы охлаждали до температуры испытания и испытывали в диапазоне температур  $900 \div 1100$  °С с шагом нагрева  $100$  °С. При проведении эксперимента варировали режимы обжатия (таблица 1). При этом соблюдая основной закон прокатки, то есть постоянство секундных объемов, определяли междеформационные паузы, получаемых при прокатке в пятиклетевом продольно-клиновом стане. После испытания деформированные образцы охлаждали в воде, а далее вырезали образцы для структурного исследования.

Таблица 1. План эксперимента физического моделирования

№ вар.	$\varepsilon_1$ , %	$t_1$ , с	$\varepsilon_2$ , %	$t_2$ , с	$\varepsilon_3$ , %	$t_3$ , с	$\varepsilon_4$ , %	$t_4$ , с	$\varepsilon_5$ , %	$\tau_{в.}$ , с	$\tau_{в.о.}$ , с
Температура испытания – 900 °С											
1	25	4	20	3	17	2,4	15	1,8	12	10	2
2	20	3	20	3	20	3	15	2	15	8	4
3	30	3	22	2,6	18	2,2	11	1,9	9	6	6
4	25	4	20	3	17	2,4	15	1,8	12	4	8
5	23	4	23	3	17	2,4	15	2	12	2	10
6	30	3	22	2,6	18	2,2	11	1,9	9	0	12
Температура испытания – 1000 °С											
7	25	4	20	3	17	2,4	15	1,8	12	10	2
8	20	4	20	3	20	2,4	15	2	15	8	4
9	30	3	22	2,6	18	2,2	11	1,9	9	6	6
10	25	4	20	3	17	2,4	15	1,8	12	4	8
11	23	4	23	3	17	2,4	15	2	12	2	10
12	30	3	22	2,6	18	2,2	11	1,9	9	0	12
Температура испытания – 1100 °С											
13	25	4	20	3	17	2,4	15	1,8	12	10	2
14	20	4	20	3	20	2,4	15	2	15	8	4
15	30	3	22	2,6	18	2,2	11	1,9	9	6	6
16	25	4	20	3	17	2,4	15	1,8	12	4	8
17	23	4	23	3	17	2,4	15	2	12	2	10
18	30	3	22	2,6	18	2,2	11	1,9	9	0	12

Примечание:  $\varepsilon_1$  - единичное обжатие в первой клетке;  $t_1$  - междеформационная пауза после первой клетки;  $\varepsilon_2$  - единичное обжатие во второй клетке;  $t_2$  - междеформационная пауза после второй клетки;  $\varepsilon_3$  - единичное обжатие в третьей клетке;  $t_3$  - междеформационная пауза после третьей клетки;  $\varepsilon_4$  - единичное обжатие в четвертой клетке;  $t_4$  - междеформационная пауза после четвертой клетки;  $\varepsilon_5$  - единичное обжатие в пятой клетке;  $\tau_{в.}$  - время охлаждения на воздухе;  $\tau_{в.о.}$  - время охлаждения в воде.

Шлифы для металлографического исследования готовили по традиционной методике на шлифовальных и полировочных кругах. Для травления образцов был использован концентрированный раствор азотной кислоты в этиловом спирте.

Металлографический анализ провели используя универсальный микроскоп NEOPHOT 32 (Karl Zeiss, Jena) (Германия). Микроскоп Neophot 32 предназначается для металлографической микроскопии и создания фотоснимков. Наблюдение может производиться методом светлого и темного поля, в поляризованном свете, с изменением кратностей увеличения. Увеличение микроскопа, крат: от 10 до 2000. Микроскоп оснащен цифровым зеркальным фотоаппаратом Olimpus с выводом полученного изображения и сохранения снимков на компьютер.

**Результаты и их обсуждение**

В таблице 2 показаны изменение температуры, а на рисунках 1 – 6 – микроструктура образцов из стали А1, полученных при температурно-деформационных режимах прокатки тонких листов на продольно-клиновом стане.

Исследование исходной структуры стали А1 показала, что в структуре образца находятся сравнительно крупные зерна со средним размером 135 мкм. Зерна распределены достаточно равномерно, при этом они вытянутые вдоль оси симметрии образца.

В микроструктура образцов деформированных и охлажденных по вариантам 1, 2, 7,8 и 13, 14 произошли значительные изменения (рисунки 1 и 2). Так структура образцов деформированных и охлажденных по вариантам 1 и 2 имеют грубопластинчатый перлит с межпластинчатым расстоянием  $n = 0,32 - 0,62$  мкм и размерами колонии 53 – 78 мкм, а также поласчатый феррит размером 38 – 91 мкм и избыточный цементит баллом 2 – 3 (рисунки 1,а и 2,а).

Наличие крупных зерен при осадке и охлаждение по вариантам 1 и 2 можно объяснить градиентом наклепа аустенитных и ферритных зерен по всему сечению полосы при пониженной температуре деформации (таблица 2). При медленном охлаждении рекристаллизация в условиях такой градации наклепа вызывает усиленный рост зерен по сечению образца.

Таблица 2. Температурные условия физического моделирования

№ вар.	Температура образца после прокатки в клети № (°С)				
	1	2	3	4	5
1	900	895	890	885	880
2	900	894	888	882	876
3	900	897	894	891	888
4	900	895	890	885	880
5	900	894	888	882	876
6	900	897	894	891	888
7	1000	995	990	985	980
8	1000	994	988	982	976
9	1000	997	994	991	988
10	1000	995	990	985	980
11	1000	994	988	982	976
12	1000	997	994	991	988
13	1100	1095	1090	1085	1080
14	1100	1094	1088	1082	1076
15	1100	1097	1094	1091	1082
16	1100	1095	1090	1085	1080
17	1100	1094	1088	1082	1076
18	1100	1097	1094	1091	1082

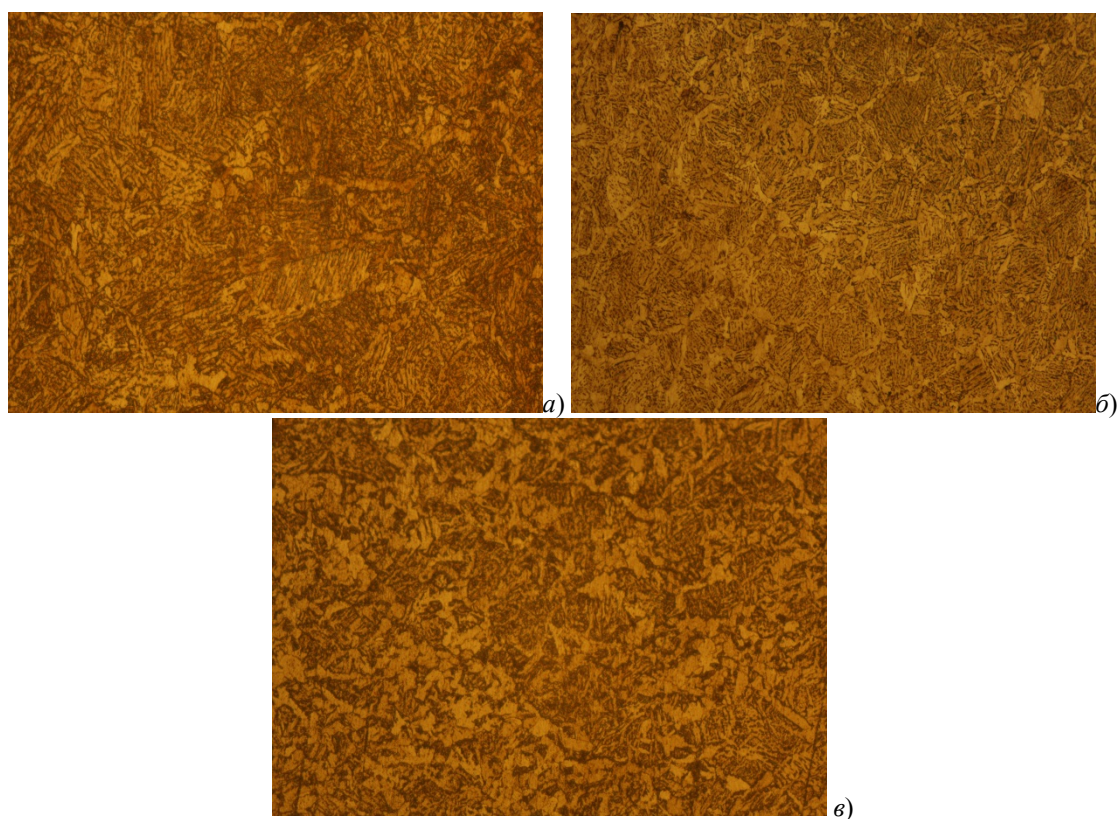


Рис. 1. Микроструктура стали А1 осажённые по варианту 1 (а), 7 (б) и 13 (в)



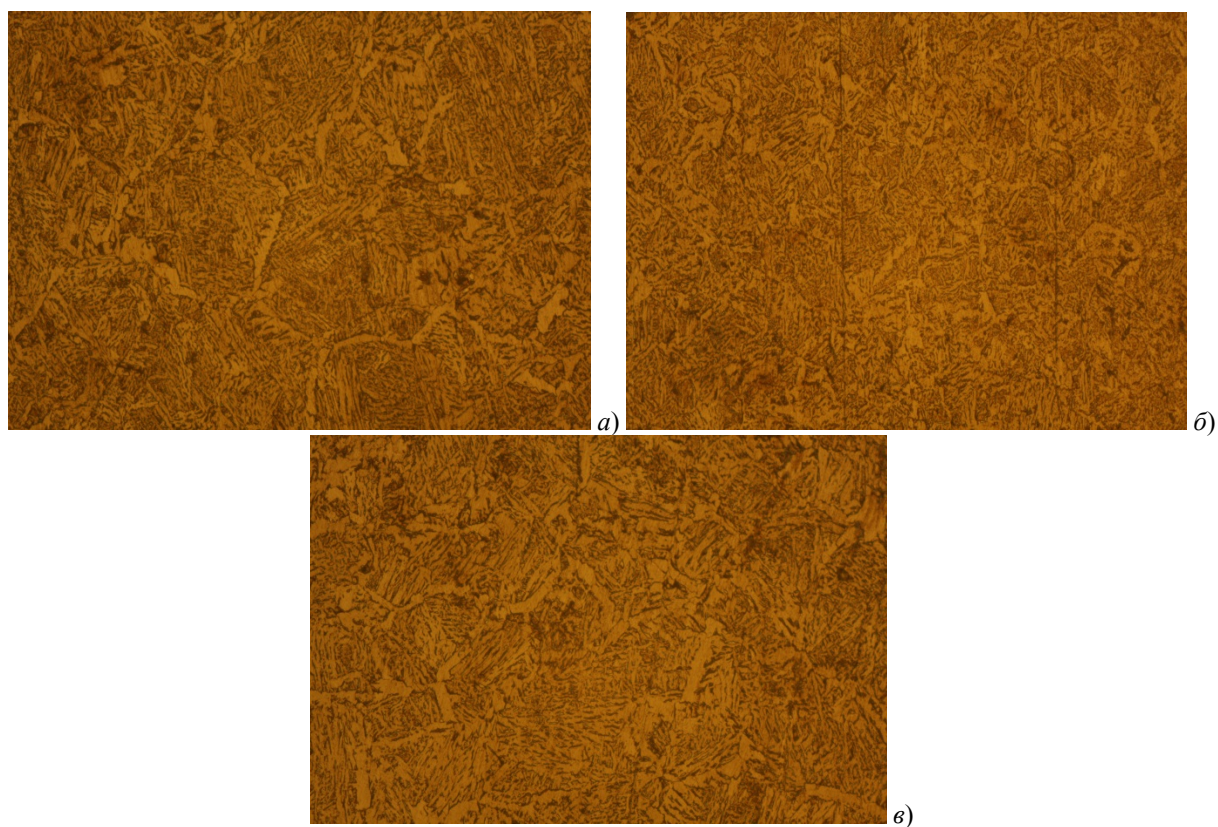


Рис. 2. Микроструктура стали А1 прокатанные по варианту 2 (а), 8 (б) и 14 (в)

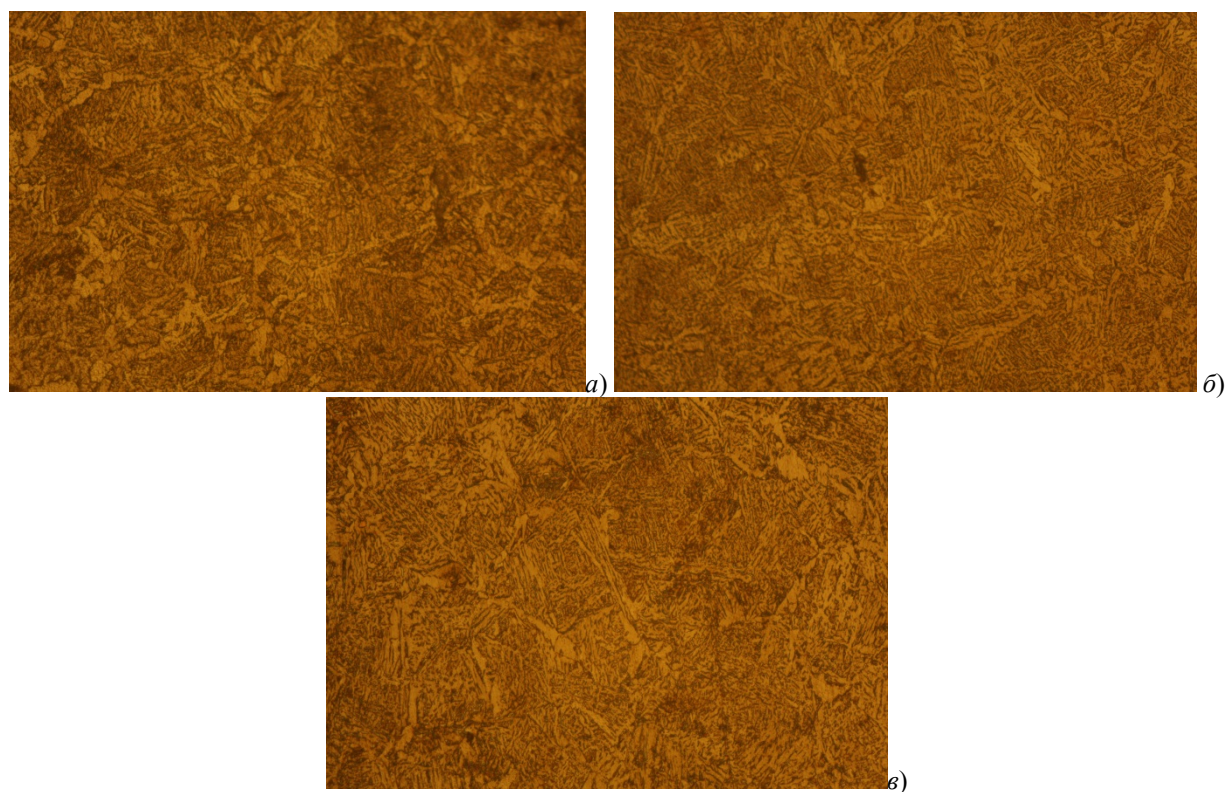
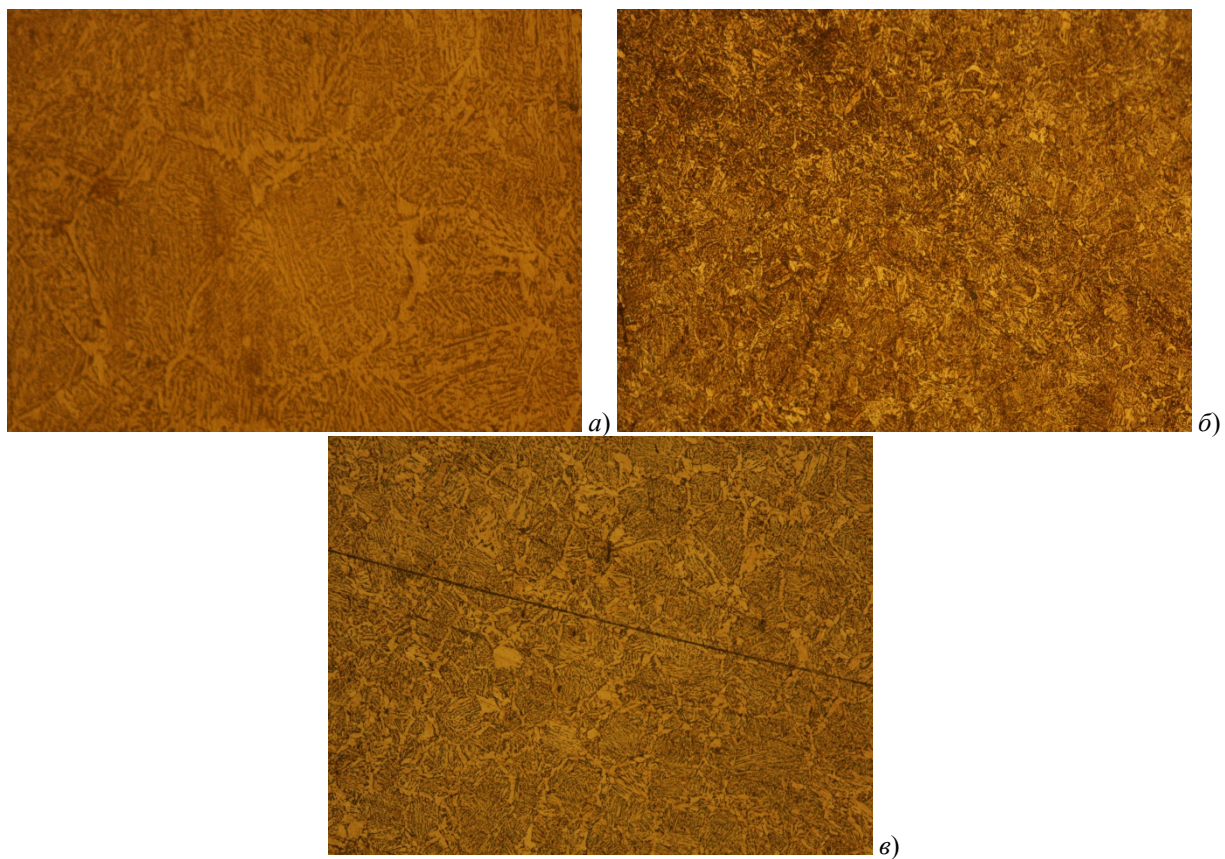
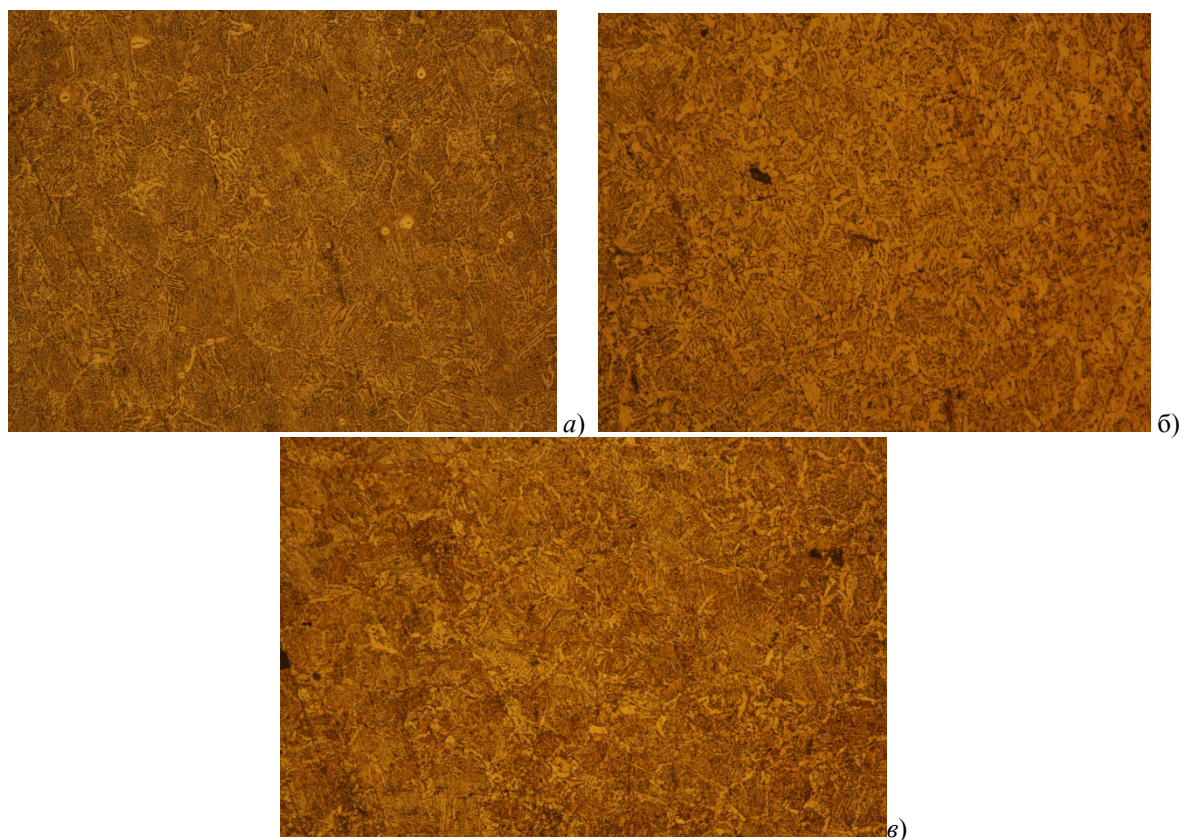


Рис. 3. Микроструктура стали А1 прокатанные по варианту 3 (а), 9 (б) и 15 (в)



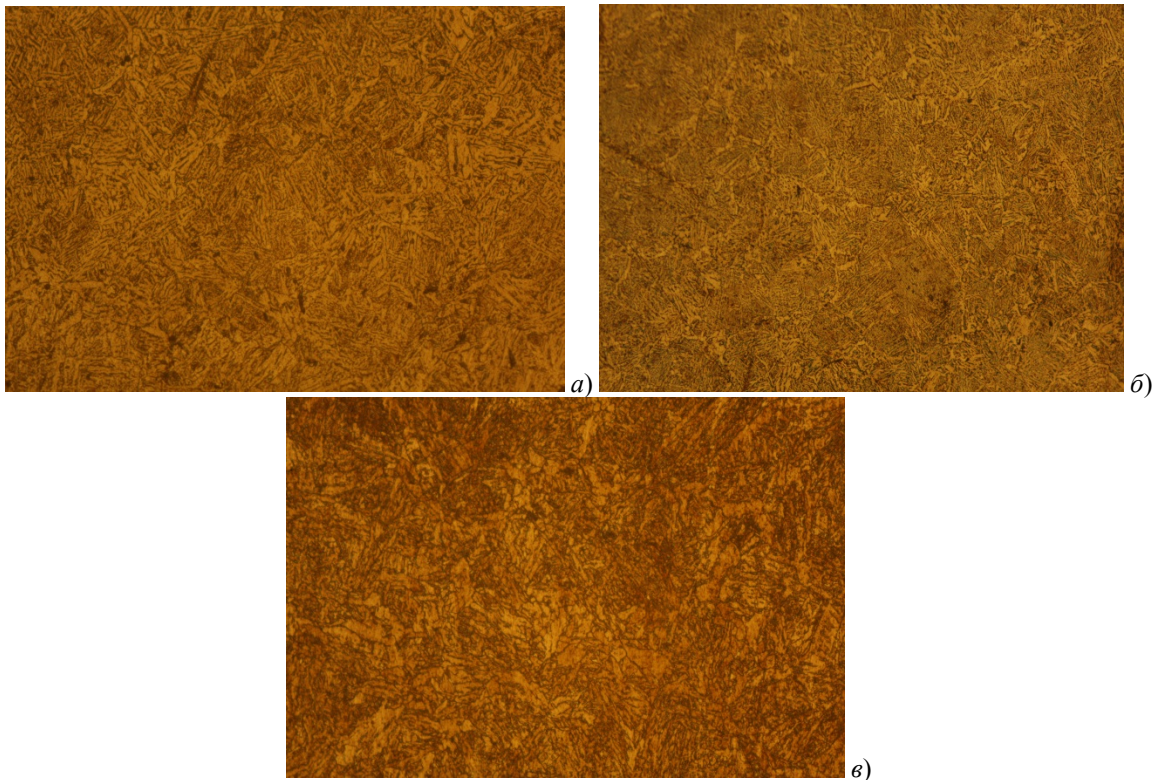


**Рис. 4.** Микроструктура стали А1 прокатанные по варианту 4 (а), 10 (б) и 16 (в)



**Рис. 5.** Микроструктура стали А1 прокатанные по варианту 5 (а), 11 (б) и 17 (в)





**Рис. 6.** Микроструктура стали А1 прокатанные по варианту 6 (а), 12 (б) и 18 (в)

Осадка и охлаждение образцов по вариантам 7 и 8 приводит к формированию структуры пластинчатого перлита с межпластинчатым расстоянием  $n = 0,48 - 0,64$  мкм и размерами колонии 38 – 52 мкм. Структура состоит из среднего феррита, размерами 28 – 62 мкм, и избыточного цементита 2 – 3 балла (рисунки 1,б и 2,б).

Формирование сравнительно среднезернистой структуры при осадке и охлаждении образцов по вариантам 7 и 8 можно пояснить прохождением первичной рекристаллизации в аустенитной матрице и наследованием среднезернистой структуры феррит + перлит металлом при медленном охлаждении. Однако величина цементитных выделений соответствует баллам 2 – 3, что является нерациональным.

По микроструктуре, полученной деформацией и охлаждением по вариантам 13 и 14, видно, что в зернах присутствуют субзерна (рисунки 1,в и 2,в). Кроме того, в микроструктуре имеются большие вытянутые зерна с развитой субструктурой внутри, что свидетельствует о прохождении динамической и статической рекристаллизации в ходе деформации и междеформационных паузах. Следует отметить, что доля этих зерен меньше чем равноосных.

Таким образом, образцы, осажденные и охлажденные по варианту 13 и 14, имеют структуру крупного феррита с размерами 66 – 104 мкм, толстопластинчатого перлита, состоящего из чередующихся пластин феррита и цементита, со средним межпластинчатым расстоянием  $n = 0,67 - 0,83$  мкм. Размер колоний грубопластинчатого перлита достигает 71 – 102 мкм (рисунки 1, в и 2, в), при этом размеры избыточного цементита соответствуют 2 – 4 баллу.

Образование крупнозернистой структуры при осадке и охлаждении по варианту 13 и 14 можно объяснить созданием условий для прохождения полной первичной рекристаллизации в деформированной аустенитной матрице при высокотемпературной осадке, а также увеличением размеров аустенитных зерен при высокой температуре. Известно, что чем больше размер исходного аустенитного зерна, тем крупнее наследуемая структура феррит + перлит.

Изучая микроструктур образцов деформированных по вариантам 3 и 4 при температуре 900 °С, можно сделать заключение, что по всему сечению образца в основном присутствуют сравнительно крупнозернистая структура (рисунки 3,а и 4,а). Деформирование по вариантам 3, 4 и охлаждение на воздухе и в воде приводит к формированию толстопластинчатого перлита с межпластинчатым расстоянием  $n = 0,53 - 0,91$  мкм и размерами колонии 62 – 113 мкм. При температурах окончания

ускоренного охлаждения по границам зерен феррита образуются мелкие выделения цементита (балл 2–3). По высоте образца зерна феррита имеют неправильную форму с плохо очерченными границами и различные размеры (28 – 94 мкм).

Наличие крупных зерен при осадке и охлаждение по вариантам 3 и 4 можно объяснить градиентом наклепа аустенитных и ферритных зерен по всему сечению полосы при пониженной температуре деформации (таблица 2). При дальнейшем охлаждении статическая рекристаллизация в условиях такой градации наклепа вызывает усиленный рост некоторых зерен по сечению образца.

Из анализа микроструктуры стали А1 можно сделать вывод, что равномерную мелкозернистую по толщине образцов структура получается при деформированные и охлажденные по вариантам 9 и 10 (рисунки 3,б и 4,б). Из анализируемых структур следует, что образцы, прокатанные и охлажденные по вариантам 9 и 10, имеют структуру феррит + перлит с размером зерна 12 – 24 мкм. Ускоренное охлаждение образца в температурном интервале интенсивного выделения цементита способствует образованию очень мелких выделений цементита (балл 1 – 2) (рисунки 3,б и 4,б).

Размеры зерен деформированных по вариантам 15 и 16 при температуре 1100 °С выросли (рисунки 3,в и 4,в) по сравнению с размерами зерен деформированных при температуре 1000 °С и охлажденных по вариантам 9 и 10. По нашему мнению все это связано с прохождением полной первичной рекристаллизации в аустенитной матрице, а также увеличением размеров аустенитных зерен при высокой температуре. При деформирование и охлаждение по данным вариантам по сечению образцов образуется крупнозернистая структура феррит + перлит с размером зерна 83–117 мкм. Анализ структуры показывает, что после охлаждения наблюдается сфероидизация перлита, феррита и избыточного цементита. При этом размер выделенного цементита равняется 2-3 баллам (рисунки 3,в и 3,в).

Исследование структуры стали А1 деформированных и охлажденных по вариантам 5 и 6 показало, что снижение температуры осадки в последних этапах дробного деформирования до температуры 870 – 880 °С, а также последующее быстрое охлаждение на воздухе и долгое охлаждение в воде или охлаждение только в воде приводит к образованию пластинчатого перлита с межпластинчатым расстоянием  $n = 0,21 - 0,52$  мкм и различными размерами колонии 29 – 72 мкм. Кроме того, происходит уменьшение размеров цементита (балл 1 – 2) и формируется феррит неправильной формы с плохо очерченными границами, а также с различными размерами (26 – 92 мкм) (рисунки 5,а, и 6,а).

Анализ микроструктуры стали А1 показывает, что равномерная мелкозернистая структура по сечению образца получается при использовании вариантов 11, 12, 17 и 18. Из анализируемых структур следует, что образцы, деформированные и охлажденные по вариантам 11, 12, 17 и 18, имеют структуру феррит + перлит с размером зерна 21 – 43 мкм. При этом образуется мелкие выделения цементита (балл 2 – 3) (рисунки 5,б, 6,б, 5,в и 6,в).

Однако, по нашему мнению, при деформирование о охлаждение по вариантам 11, 12, 17 и 18 образуется метастабильная структура тонкопластинчатого перлита, которая обладает повышенными уровнями прочности и твердости. Известно, повышенная прочность и твердость снижает обрабатываемость стали А1.

### **Выводы**

1. Установлено, что в диапазоне температур деформаций 900 ÷ 1100 °С и скоростях деформирования 1,5 ÷ 5 м/с в структуре стали А1 протекает динамическая и статическая рекристаллизация в зависимости от температурно-деформационных режимов обработки.

2. Физическим моделированием доказано, что для обеспечения структуры проката из стали А1 необходимо производить прокатку полос на продольно-клиновом стане с температурой прокатки 1000 °С и температурой охлаждения горячекатаных полос на отводящем рольганге по монотонному режиму охлаждения на воздухе, в воде и на воздухе.

3. Установлено, что при высокотемпературной аустенитной или аустенитно-ферритной прокатке в микроструктуре горячедеформированных тонких полос встречаются зерна неправильной вытянутой формы разных размеров с плохо очерченными границами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зотов, В.Ф. Производство проката. – М.: Интермет Инжиниринг, 2000. – 352 с.
2. Моделирование условий горячей прокатки на непрерывном стане / Мухин Ю.А., Шкатов В.В., Алдунин А.В., Бобылев И.Л. // Изв. вуз. Черная металлургия. – 1987. – № 2. – С. 44 – 48.
3. Патент 20969. Непрерывный стан для прокатки полос из сталей и сплавов/ С.А. Машеков, Е.З. Нугман, А.С. Машекова, и др. //Опубл. 16.03.2009, Бюл. №3.

REFERENCES

4. Zotov VF. Proizvodstva prokata. – M.: Internet Inzhiniring, 2000. – 352 s.
5. Modelirovanie uslovii goryachei prokatki na nepreryvnoy stane / Mykhin YuA, Shkatov VV, Aldunin AV, Bobylev IL // Izv.vuz. Chernaya metallurgiya. – 1987. – № 2. – S. 44 – 48.
6. Patent 20969. Npreryvnyi stan dlya polos iz stalei i splavov / Mashekov SA, Nugman EZ, Masheкова AS i dr. //Opubl. 16.03.2009, Byul. №3.

С.А. Машеков, Х. Дыя, Н.К. Смагулова, А.С. Машекова,

**Физикалық үлгілеу әдісін қолданып үздіксіз бойлық-сыналы орнақта қаңылтырды ыстықтай илемдеудің технологиясын жасау**

**Түйіндеме.** Мақалада А1 тәжірибелік болаттың микроқұрылымына температура-деформациялық режимдердің тигізетін әсері зерттелген. А1 тәжірибелік болатын өндеудің тиімді температура-деформациялық режимі ұсынылды.

**Түйін сөздер:** аустенит, феррит, перлит, микроқұрылым, нығаю, эксперимент, беріктену, беріксіздену, қайта катденелену.

Mashekov SA, Duya H, Smagulova N, Mashekov AS

**Technology development for hot rolled sheet continuous longitudinal wedge-mill with the use of physical simulation**

**Summary.** The article investigated the effect of temperature and deformation modes on the microstructure of the experimental steel A1. Recommended rational mode of temperature-deformation processing of steel A1.

**Key words:** austenite, ferrite, pearlite microstructure, hardening, experiment, hardening, softening, recrystallization.

УДК 631.95:634.42

**А.С. Сейтказиев, Н.О. Инкарбеков, К.К. Шилибек**

(Таразский государственный университет им.М.Х.Дулати ,Тараз, Республика Казахстан)

**МЕТОДЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОДНО-СОЛЕВОГО РЕЖИМОВ ПОЧВ НА ЗАСОЛЕННЫХ И СОЛОНЦОВЫХ ЗЕМЛЯХ**

**Аннотация.** На основе данных по почвенно-экологическим условиям сероземно-луговых засоленных и солонцовых почв, для эффективного использования водных ресурсов в орошаемых зонах разработаны методы улучшения эколого-мелиоративных мероприятий на фоне глубокого рыхления, а также установлены оптимальные нормы промывки исследуемого участка.

**Ключевые слова:** Геохимия, геосистема, гидрохимия, фитомелиораций, глубокое рыхления, водные ресурсы, нормы промывки.

**Введение**

Решение проблемы мелиоративного освоения засоленных и солонцовых комплексных земель выдвинула необходимость всестороннего познания почвы на новом качественном уровне. Существующие традиционные приемы обработки почвы в основном предполагает преобразование только пахотного горизонта, не влияя в значительной мере на подпахотный слой. Однако при освоении солонцов на основе специальных мелиоративных приемов глубина механической обработки значительно возрастает, независимо от применения различных технологических схем обработки почвы, будь то ярусная вспашка, плантаж или глубокое рыхление, задачей которых является преобразование именно подпахотного иллювиального горизонта. Многочисленные исследования в нашей стране и за рубежом говорят о значительном влиянии глубоких мелиоративных обработок на климат почвы, который складывается из теплового, водного и воздушного режимов. Ими определяется характер и направление совершающихся в почве процессов. Если с позиции улучшения плодородия солонцовых почв предлагаемые приемы оправданы, то на вопрос об

их влиянии на зональные почвы однозначно ответить без всестороннего изучения невозможно. Вопрос же этот неизбежно возникает, так как одной из особенностей солонцов является комплексность залегания, причем доля их залегания изменяется в широких пределах. Естественно, в этих условиях апробированные приемы регулирования водного, воздушного, теплового режимов нуждаются в пересмотре и корректировке сообразно новым требованиям.

Обоснованность применения глубоких мелиоративных обработок при освоении солонцов диктуется тем, что сами по себе отрицательные химические свойства солонцовых почв, в частности, высокое содержание натрия и магния еще не являются показателем возможности получения урожая на солонцах. Более важную роль играют отрицательные водно-воздушные свойства которые в основном зависят от плотности сложения почвы. Плотность почвы является наиболее важной физической характеристикой в этой связи, как в нашей стране, так и за рубежом, вся система обработки рассматривается с точки зрения регулирования плотности почвы под сельхозкультурами.

Таким образом, почти полное отсутствие данных о влиянии глубокой обработки на зональные почвы не позволяет сделать однозначный вывод об ее эффективности. Особенно это относится к орошаемым землям, так как большинство исследований проводились на пастбищах и в богарных условиях.

Другая причина, обусловившая постановку данного опыта – малая изученность безотвальной обработки солонцов на глубину более 40 см в условиях Северного Казахстана и Жамбылской области. Так, например, в опытах Кирюшина В.И. глубина рыхления составила 25-30 см, а плантажная вспашка – до 50 см, в опытах Г.Н.Кудашева рыхление производилось до глубины 35-37 см, а плантаж и ярусная вспашка до 45-50 см. На основании полученных данных делается вывод о большей эффективности плантажной и ярусной вспашки перед рыхлением. Не умоляя достоинств специальных видов вспашек, нельзя не отметить, что дополнительное преимущество перед рыхлением в этих опытах им даст и большая глубина обработки. С другой стороны, глубина рыхления определилась исходя из конструктивных показателей рыхлителей, так как использование рыхлителя в виде ножа-стойки на глубине более 0,30...0,35 м рыхление солонцового слоя производится лишь узкой стойкой и оказывается малоэффективным. В нашем случае рыхление производится глубокими рыхлителями РГ-0,5 и РГ-0,8, где глубина обработки зависит от конкретных почвенных условий и не влияет на качество разработки солонцового слоя в такой мере, как при использовании рыхлителей в виде ножа-стойки. Соответственно, изменяется при этом технология проведения рыхления, глубина и периодичность обработки, сочетание ее с другими видами обработок, сроки проведения и экономическая эффективность[1-3].

### **Материалы и методы исследования**

Проведение работ намечается в двух направлениях: лабораторные исследования водно-физических свойств почв солонцовых комплексных земель, динамики почвенной влаги при различных показателях плотности почвы; полевые производственные опыты в хозяйствах Жамбылской области с целью разработки технологии глубокого рыхления солонцовых почв.

Технология глубокого рыхления почв как способ структурной мелиорации изучалась в Жамбылской области на опытных участках хозяйствах «Кенес» и «Дихан». Схема опытов следующая[2-4]:

- районированная агротехника обработки почвы (контроль);
- глубокое рыхление на глубину 0,8...1 м на неорошаемом участке;
- глубокое рыхление на глубину 0,8..1 м и на орошаемом участке.

Агрохимические характеристики: содержание гумуса; валовое содержание азота, фосфора, калия; емкость поглощения; поглощенные основания; водная вытяжка. В настоящее время установлена география распространения засоленных почв, изучены составы солей в зависимости от факторов почвообразования, геохимических и гидрологических условий, технологии режимов орошения. Разработаны ресурсосберегающие направления мелиорации засоленных почв: промывки, дренаж, глубокое рыхление, влияние сорбентов, химической и фитомелиорации земель. На современном этапе актуальность приобретают более экономичные технологии управления массопереносом, воды и солей на орошаемых почвах при мелиоративных и эксплуатационных режимах. Для решения этой проблемы целесообразна разработка комплекса физико-математических задач, которые дадут описание законов их движения и распределения в корнеобитаемом слое почвогрунтов, количественную оценку содержания солей в почве.

При орошении земель в аридной зоне одним из обязательных элементов поддержания водно-солевого баланса является промывка почвы. В настоящее время для различных почв рассчитаны и рекомендованы промывные нормы. Однако эти расчеты базируются главным образом на экспериментальных данных. Для повышения эффективности промывки, а также экономии поливной воды необходимо исследовать механизм рассоления почвы при их промывании.

Водные мелиорации включает в производственный процесс такие важнейшие компоненты экосистемы, как почва, вода и растения, тесно связанные с потоками воды, энергии и веществ. Деградация почв, разрушение природных ландшафтов, снижение продуктивности мелиорируемых земель, истощение и загрязнение водных экосистем выдвигают экологические аспекты развития водных мелиораций в ряд приоритетных.

Изучение почвенных процессов позволяет получить более полное представление о свойствах самой почвы. С одной стороны свойства почвы определяют собой почвенный процесс, с другой – почвенные процессы образуют новые свойства почвы.

Загрязнение почв в виде засоления происходит в основном вследствие антропогенной деятельности человека, при неправильном ведении работ по улучшению земель, агротехнических и мелиоративных мероприятий. Это происходит в результате игнорирования выполнения взаимосвязанных законов, регулирующих природное равновесие эволюцию почв, а также гидрогеологических, гидрохимических и геохимических взаимодействий при проведении эколого-мелиоративных работ.

На основе данных по почвенно-экологическим условиям серезомно-луговых и темно каштановых карбонатных почв, возникает необходимость регулирования водного режима корнеобитаемого слоя, как главного фактора влаги и солепереноса зоны аэрации почвогрунтов.

Современные достижения новой технологии в экологии, экономической биоэнергетике и агроэкосистемы позволяют на основе системного изучения эколого – мелиоративных характеристик растений, разработать методы полноценного количественного прогноза продуктивности по заданным экологическим факторам [4-6].

Целью создания условий для улучшения почвообразовательного процесса обеспечивающих возможность расширенного воспроизводства плодородия почв в процессе геоэкосистеме. Для этого необходимо сохранять автоморфный режим почвообразования, грунтовые воды поддерживать на достаточно большой глубине, чтобы предупредить возможность вторичного засоления почв при минимальных затратах поливной воды.

Основной задачей промывки засоленных почв является рассоление корнеобитаемого слоя минимальными количеством воды. Промывка почв излишней промывной нормой может снизить их плодородие и ухудшить мелиоративно-экологическое состояние изучаемого массива орошения.

На сильнозасоленных орошаемых землях и солончаках при разработке комплекса мелиоративных мероприятий (орошение, промывка, рыхление и внесение удобрений), в том числе промывка засоленных земель, в зависимости от типа, степени засоления и свойства токсических солей, глубокое рыхление предусматривают на максимально возможную глубину 1,0м и более. Применение глубокого рыхления при промывках сильнозасоленных земель, приводит не только к улучшению структуры почв, но и обеспечивает существенное увеличение их влагозапаса перед посевом. Нашими исследованиями установлено, что запас влаги при глубоком рыхлении (сплошном и по полосам) увеличивается до 800... 1200м<sup>3</sup>/га, расстояние между отдельными полосами принимается: для тяжелосуглинистых 0,5...1,0м; для среднесуглинистых почв 1,0...3,0м. Величина оросительных норм в зависимости от механического состава почв уменьшилась на 20...25%. Впитывающая способность исследуемых почв увеличилась в 2,0...2,5 раза, что повысило водопоглощающую способность почвы.

Одним из важных показателей состояния почвы в период промывки и развития растений является степень аэрации (воздухообеспеченность) почвы, которая осуществляется с применением глубокого рыхления (РГ-08; 1,0), обеспечивающего вынос растворимых солей и доступ воздуха в корнеобитаемый слой почвогрунта.

Рекомендуемая разработка технологии являются восстановление засоленных и осолонцованных уплотненных почв на основе глубокого (Рг-0,8-1,0 м) рыхления на фоне временного дренажа глубиной (0,8-1,0 м) и химических мелиорантов.

**Цель исследования** - разработка ресурсосберегающих технологии и рассоления для вымывания солей с регулированием водно-солевых режимов почв на орошаемых засоленных землях.

Наиболее экономически эффективным средством борьбы с засолением почв является создание в корнеобитаемой толще нисходящего потока воды.

Для регулирования водного и солевого режимов почвогрунтов при освоении засоленных и подверженных засолению орошаемых земель и предупреждения их от вторичного засоления необходим правильный выбор режима и техники орошения сельскохозяйственных культур и комплекса агротехнических мероприятий.

Величина промывной нормы в значительной степени зависит от механического состава, степени и типа засоленности почвы и грунтовых вод.

Для обоснования промывных норм необходимо учитывать следующие зависимости: качество оросительной воды выращиваемой культуры, число поливов, равномерность распределения воды при поливе, водопроницаемость почвенного слоя и дренированность изучаемого массива орошения.

Основными методами регулирования гидрохимического режима являются воздействия на уровень грунтовых вод различными мероприятиями (орошение, промывка, рыхление почв на фоне дренажа). На формирование водно – солевого, теплового и пищевого режимов в расчетном слое почвогрунта непосредственно влияют водно – физические и физико – химические процессы. Это обусловлено тем, что в результате орошения и промывки с применением дренажа резко изменяются условия формирования приходных и расходных элементов водно – солевого баланса, запасов солей, скорости инфильтрации, изменения передвижения влаги, испарения, оттока грунтовых вод и другие. Применение комплекса эколого – мелиоративных мероприятий позволило вытеснить выщелачиваемые токсичные соли из расчетного слоя.

Для улучшения экологического состояния земель и эффективного использования водных ресурсов в орошаемых зонах, а также с применением гидротермического режима почвы можно установить суммарное водопотребление с минимальными затратами воды, и промыть засоленности почвогрунта по следующим промывным формулам [6-9].

$$N_H = 100H \cdot \gamma \cdot \beta_{HB} \quad (1)$$

$$N_B = N_T \exp\left(-g \cdot \bar{R}\right), \quad (2)$$

Выравнивая формулы (4) и (5) получим:

$$N_{об} = 100H\gamma \cdot \beta_{HB} + N_T \exp\left(-g \cdot \bar{R}\right), \quad (3)$$

где  $N_{об}$  – общие промывные нормы, м<sup>3</sup>/га;  $H$ - расчетный слой почвы, м;  $N_H$ - насыщение воды, м<sup>3</sup>/га;  $\gamma$  - плотность почвы; т/м<sup>3</sup>;  $N_T$ - теплые воды для промывки, м<sup>3</sup>/га;  $\beta_{HB}$  – наименьшая влагоемкость почвы, %;  $N_B$ - нормы промывки для вытеснения солей из расчетного слоя, м<sup>3</sup>/га;  $g$  – интенсивность испарения в долях;

$\bar{R}$  - изменение показателя гидротермического режима под влиянием орошения или промывных норм ( $\bar{R} = R/[L(O_c + N_p)]$ ) [4,7-10];

$N_p$  – разовая норма промывки зависимости от механического состава почвогрунтов, м<sup>3</sup>/га.

#### **Результаты исследования**

Перед вспашкой поля в почву вносили фосфогипс (6...8 т/га) в сочетании с органическими удобрениями (15-20 т/га). Производили вспашку поля на глубину 30...35 см плантажным плугом (ППН-40). Для обработки уплотненных слоев почвы проводили рыхление на глубину 60...70 см с использованием рыхлителя РН-80Б. Планировка поля производилась длиннобазовым планировщиком П-2,8.

Устройство валиков промываемых чеков высотой 35...40 см проводилось с помощью валикоделателей КЗУ-0,3Д и нарезка временных оросителей-канавокопателей КЗУ-0,3 с прицепом ДТ-75; нарезка временного дренажа с глубиной 1...1,2 м - канавокопателем (МК-16) с трактором К-701.

Промывка производилась круглосуточно. Для обеспечения эффективности промывного полива и с учетом коэффициента фильтрации почвогрунтов промываемые участки разбивались на чеки. Размер чеков зависит от уклона спланированного поля и свойств почв. Площадь чеков - от 0,125 до

1,0 га. Нарезаны временные дрены на расстоянии - от 25 до 50 м. Групповые временные дрены построены с расстояниями 200...300 м. Чеки заполнялись водой до создания слоя 10...12 см.

Промывку начинали с середины междурья и двигались к дренам. Вода из временного оросителя подавалась самостоятельно в каждый чек. Интервал между двумя разовыми поливами составлял следующие зависимости: при разовой норме 800... 1000 м<sup>3</sup>/га (размеры чеков 0,125...0,5 га) почвы легкие суглинистые - 3...4 дня; при средней суглинистой - 5...6 дней и при тяжелой суглинистой почве - 7...8 дней[6-12].

Результаты исследований по изучению механизма переноса солей в условиях левобережного Тентекского массива и апробация технологических схем промывки с учетом скорости инфильтрационного потока с применением постоянного дренажа на фоне временного приведены в таблице 1.

Практика показывает: вспашка с рыхлением ускоряет промывной сезон, чем обычным способом, соответственно, в 2,5-3 раза и сохраняет плодородие почвы от выноса всяких минеральных и органических веществ. А также, способствует быстрому движению растворимых концентраций вредных солей в расчетном слое; трактор, проходя по разрыхленной полосе, одновременно перекрывает верхние слои почвы, что способствует внесению растворенных концентраций солей.

При этом сохраняется плодородие почвы, улучшаются водно-физические свойства почв. Следовательно, для регулирования водно-солевого и пищевого режимов при сохранении и восстановлении плодородия почв, наиболее эффективным и деятельным средством является глубокое рыхление почв на неблагоприятных землях.

Глубокое рыхление и временный дренаж является эффективным средством для гипсоносных и тяжелосуглинистых солончаковых почв. В ТОО им. А.Суханбаева Жамбылской области, применяя этот метод, проведены промывки нормой 5-6 тысяч м<sup>3</sup>/га на сероземно-луговых среднесуглинистых почвах (таблица 1).

Из таблицы 1 видно, что рассоление почвы составило 82/64% от общего засоления в расчетной слое почвогрунтов за один осенне-зимний сезон при сохранении почвенного плодородия опытного участка.

Чтобы восстановить промытые поля или неблагоприятные земли, необходимо обогащение их органическими веществами, особенно нужен навоз и зеленое удобрение. Зеленое удобрение - это постоянно возобновляемый источник органического вещества, оно помогает бороться с сорняками и болезнями растений, способствует снижению засоленности почв, защищает почвы от эрозии.

В настоящее время имеется большой набор сидератов рекомендованных научными учреждениями для использования в самостоятельных и промежуточных посевах; из бобовых – донник, люцерна, клевер, шадар, эспарцет, из злаковых - озимая рожь, рейграсс однолетний и многолетний и т.д.

**Таблица 1. Содержание (Cl) и (SO<sub>4</sub>) до и после промывки сероземно-луговых среднесуглинистых почв нормой 5000 м<sup>3</sup>/га**

Слой почвы, м	До промывки. % Cl/SO <sub>4</sub>	После промывки			
		1000 м <sup>3</sup> /га		1500 м <sup>3</sup> /га	
		Без обработки	С рыхлением	Без обработки	С рыхлением
0.0-0.3	<u>0.0170</u>	<u>0.0085</u>	<u>0.0017</u>	<u>0.0076</u>	<u>0.0024</u>
	0.432	0.259	0.108	0.238	0.129
0.3-0.5	<u>0.0147</u>	<u>0.0076</u>	<u>0.0021</u>	<u>0.0070</u>	<u>0.0029</u>
	0.427	0.269	0.128	0.282	0.119
0.5-0.8	<u>0.049</u>	<u>0.029</u>	<u>0.0098</u>	<u>0.027</u>	<u>0.0147</u>
	0.437	0.306	0.175	0.323	0.2185
0.8-1.0	<u>0.028</u>	<u>0.020</u>	<u>0.0084</u>	<u>0.017</u>	<u>0.0110</u>
	0.446	0.357	0.323	0.326	0.245
0-1.0	<u>0.110</u>	<u>0.0651</u>	<u>0.022</u>	<u>0.0586</u>	<u>0.031</u>
	1.74	1.191	0.734	1.169	0.712

\* Примечание: Числитель-Cl. Знаменатель-SO<sub>4</sub>

Для восстановления плодородия почв, особенно на засоленных почвах. важное значение имеет биологическая мелиорация с помощью солевыносливых растений.



Среди которых наилучшими культурами является донник. Запашка надземной массы и корневой системы в некоторой степени способствует снижению соленцоватости почв. Мощной корневой системой донник извлекает из глубоких слоев почвы кальций, после запашки и минерализации, высвобождающийся кальций вытесняет натрий из почвенного поглощающего комплекса.

Для получения положительного эффекта после глубокого рыхления необходимо вносить органическое удобрение в жидком виде, потому что глубокие слои бедны азотом, количество которого в 1.5-3 раза меньше, чем других питательных веществ. Вынос солей из почвогрунтов при поливе рекомендуемых теплой водой представлены в таблице 2.

Таблица 2. **Определение промывной нормы метрового слоя почв.**

Механический состав	Плотность почвы $\gamma$ , т/м <sup>3</sup>	Наименьшая влагоемкость. $\beta_{\text{нв}}$ , %	Нормы насыщения $N_n$ , м <sup>3</sup> /га.	Разовые промывные нормы $N_p$ , м <sup>3</sup> /га	
1	2	3	4	5	
Легкие	1.33	15	2000	800	
Средние	1.45	24	3480	1000	
Тяжелые	1.48	26	3850	1500	
Количество осадков $O_c$ , м <sup>3</sup> /га	Суммы температуры $T, C^0$	Интенсивность испарения в долях g	Гидротермический коэффициент, R	Теплые воды для промывки $N_t$ , м <sup>3</sup> /га	Общие промывные нормы $N_{об}$ , м <sup>3</sup> /га
6	7	8	9	10	11
210	2800	0.12	2.9	4500	5169
220	3200	0.15	3.2	5500	6875
250	3500	0.20	2.8	6000	7279

### Обсуждения

Анализ водно-солевого баланса орошаемых геосистемах (Тасоткельский и Тентекский массивов) показывает, что при существующей технологии мелиоративных мероприятии оптимального опреснения почв трудно достичь необходимого уровня порог токсичности. Поэтому нужны более совершенные приемы мелиорации на основе новых технических и технологических средств.

Результаты исследования заключаются в определении особенностей изучаемых ландшафтов, типы почв которых относятся к сероземно-луговым и сероватым, солонцеватым, солончаковатым. Для изучения гидрохимического режима почв использованы дифференциальные формулы переноса солей и влаги, на основе этой формулы установлены оптимальные промывные нормы для засоленных почв [10-12].

В мелиоративной практике известно, что с передвижением зеркала грунтовых вод к поверхности земли, резко увеличивается их испарение, что приводит к засолению верхних корнеобитаемых слоев почвогрунтов.

Необходимость изучения режима грунтовых вод в условиях орошения и промывки связана с положением этих вод относительно поверхности земли, способствующие возникновению засоленных почв.

В настоящее время в мелиорации почв имеются следующие важные вопросы, которые считаются еще не решенными и требуют специального исследования для обоснования их значений. Они следующие: определение значений испарения с поверхности грунтовых вод, прогноз солевого режима в поливной период, установление значений критического залегания уровня грунтовых вод.



Сейтказиев А.С., Инкарбеков Н.О., Шилибек К.К.

**Тұзданған және сортаңданған жерлердегі топырақтың су-тұз алмасуларын реттеудің әдістері**

**Тұжырым.** Суғармалы аймақтағы су қорларын тиімді пайдалану үшін, тұзданған және сортаңданған сұрғылтты-шалғынды топырақтардың топырақ-экологиялық жағдайларына негізделіп, алынған мәліметтер бойынша, экологиялық – мелиоративтік шаралар арқылы терең қопсытып жақсарту әдістері дайындалды.

**Түйінді сөздер:** геохимия, геожүйе, гидрохимия, фитомелиорация, терең қопсыту, су қорлары, шаю мөлшері.

Seitkaziev A., Inkarbekov N., Shilibek K.

**Adjusting methods water-salt modes of soils on in salt and slijnsovyh**

**Summary.** On the basis of data on soil and environmental conditions of sierozem-meadow-saline soils, for efficient use of water in irrigated areas has developed methods to improve ecological-reclamation measures on the background of subsoiling and abandoned the optimal rule flushing of the plot.

**Key words:** Geochemistry, Geosystem, Hydrochemistry, fitomeliioracij, deep loosening, water resources, norms of washing.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глубокие мелиоративные рыхлители почвогрунтов //Вестн.сельхоз.науки..1980.№6.С.74-81.
2. Кирюшин В.И. Солонцы их мелиорация .Алматы. 1975.-157с.
3. Сейтказиев А.С. Регулирование солевого режима орошаемых земель (на казахском языке).-Алматы: РИО ВАК. 1999-140с.
4. Аверьянов С.Ф.Борьба с засолнием орошаемых змель.М.:Колос.1978.-288с.
5. Сейтказиев А.С..Буданцев К.Л. Моделирование водно-солевого режима почв на засоленных землях//Межвузов. Сб.научн.трудов. М.:2002.С.72-79.
6. Сейтказиев А.С.. Салыбаев С.Ж.. Байзакова А.Е.. Музбаева К.М. Экологическая оценка продуктивности улучшения засоленных земель в пустынных зонах республики Казахстан Тараз. 2011.-274с.
7. Seitkaziyev Adeubai, Shilibek Kenzhegali, Salybaiev Satipalde, Seitkaziyeva Karlygash.The Research of the Ground Water Supply Process on Irrigated Soils at Various Flushing Technologies // World Applied Journal 26(9):1168-1173,2013.
8. Сейтказиев А.С.. Мусаев А.И. Методы улучшения продуктивности засоленных земель //Гидрометеорология и экология. Алматы. 2010. №3. С. 163-173.
9. Сейтказиев А.С. Способ мелиорации солончаковой земли. Предварительный патент на изобретение. № 11450. 15.05.2002.. бюл. №5.
10. Сейтказиев А.С., Винокуров Ю.И., Алжанова Л.А. Экологическая оценка мелиоративного режима засоленных почв на орошаемых геосистемах //Международн науч. журнал, «Мир, науки, культуры, образование», ИВЭП СО РАН, Барнаул, 2010, №1 (20). С. 100-102.
11. Сейтказиев А.С., Мусаев А.И. Эколого-мелиоративное состояние засоленных земель аридной зоны Казахстана и методы улучшения их продуктивности.Тараз,2013.-260с.
12. Сейтказиев А.С. Комплекс мелиоративных мероприятия и моделирование переноса солей на засоленных почвах//Материалы Международн. Конф.Костяковские чтения.Москва, ВНИИГиМ, 2013,С.82-86

УДК 631.95:574.3

**Сейтказиев А.С., Шилибек К.К., Инкарбеков Н.О., Салыбаев С.Ж.**

(Таразский государственный университет им.М.Х.Дулати, Тараз, Республика Казахстан)

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕГУЛИРОВАНИЯ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЛЕКСНЫХ ФАКТОРОВ**

**Аннотация.** В статью рассматривались экологического состояния окружающей среды и основывая исследаванию многолетних данных загрязнение химическими веществами засоленными почвами, путем прогнозирования водно-солевого режима почв. Проведена экологическая оценка методов улучшения засоленных земель с учетом тепло- и влагообеспеченности на основе изучения гидротермического режима и по степени засоленности с определением экологического коэффициента.

**Ключевые слова:** гидротермический режим, водно-солевой режим, экологическая оценка, комплексные факторы, влагообеспеченность, грунтовых вод.

Состояние почв, грунтов имеет важнейшее значение для оценки экологического состояния той или иной территории, так как почвы представляют тройной интерес: как начальное звено пищевых

цепей, как интегральный показатель экологического состояния окружающей среды и как источник вторичного загрязнения приземного слоя атмосферы, поверхностных и грунтовых вод. Кроме вторичного негативного воздействия на здоровье населения через продукты питания или загрязнение вод и воздуха, возможно и прямое воздействие загрязненных почв на здоровье населения, особенно детей, за счет непосредственного контакта и поступления почвы в организм. К особо опасным последствиям влияния человека на почвы следует отнести эрозию, загрязнение химическими веществами, засоление, заболачивание, изъятие почв под различные сооружения.

Основными показателями и моделями для оценки биологического круговорота на орошаемых землях являются, для почвы:

- гидротермический режим радиационный «индекс сухости»

$$R = R / L(Oc + Op + W + g), \quad (1)$$

включающий водный (величины  $Oc$ ,  $Op$ ,  $W$ ,  $g$ ) и тепловой ( $R$ ) режимы;

- энергия, затрачиваемая на почвообразование ( $Q$ ), которая непосредственно связана с гидротермическим режимом ( $R$ ) и с характером использования орошаемых земель ( $Op$ ); изменение баланса гумуса; солевой режим и баланс корнеобитаемого слоя почвы на основе балансовых и дифференциальных уравнений движения солей и ионно-обменной сорбции катионов; изменение питательного режима в почвах на основе внутризонального распределения агрохимических свойств почв в зависимости от гидротермического режима ( $R$ ), для растений:

- биологическая продуктивность почв, которая при оптимальных значениях питательного и солевого режимов связана с гидротермическим режимом и структурой использования орошаемых земель;

При проведении комплексных мероприятий мелиорации сельскохозяйственных земель должно обеспечиваться равновесие всех указанных критериев. Это возможно при совместном их использовании с учетом взаимного влияния путем прогнозирования водно-солевого режима почв. При этом, интенсивность и направленность биологического и геологического круговоротов, формирование засоленности почв и грунтовых вод на орошаемых землях определяется комплексом природных и хозяйственных факторов.

В настоящее время, когда орошение становится массовым, возникает ряд принципиально новых вопросов, в том числе эколого-биологического характера. При этом одной из основных задач становится оценка возможных изменений гидротермического режима, решение которой требует развития теории современных почвообразовательных процессов в новых антропогенных условиях, когда принципиально меняется одно из основных условий почвообразовательного процесса – режим поступления и количество поступающей на поверхность почвы и в почву влаги.

Теория соленакопления и её роль в процессе солонцевания почв изложены в трудах Д.Г. Виленского, К.Д. Глинки, В.А. Ковды, И. Н. Антипова - Каратаева, В.М. Боровского и др [1-3]. Прежде чем склониться к той или иной точке зрения, предпримем эволюционно — генетический анализ трансформации катионного состава поглощающего комплекса солонцов Северного Казахстана в процессе их остепнения. Как было установлено В.А. Ковда [1], он сопровождается обновлением состава обменных оснований за счет накопления обменного кольца биогенного происхождения. Основным природоохранным мероприятием считался промывной режим орошения и дренаж, что вытекало из самой постановки вопроса о мелиорации земель, при этом основной проблемой считалось засоление орошаемых земель.

В процессе оптимизации экологической оценки мелиоративного режима необходим прогноз урожайности сельскохозяйственных культур в зависимости от складывающегося водно—солевого и питательного режимов почв. Один из наиболее приемлемых для практических целей методов прогноза урожайности является формула В.В. Шабанова [2]:

$$Y_i = Y_{max} - f_q \cdot K_l \sum_{\Xi}^n \cdot K \Delta l K_s K_{sar} \quad (2)$$

где  $Y_{max}$  - максимальная для данного сорта урожайность сельскохозяйственных культур при данной радиации  $R_F$ -, данном уровне обеспеченности питательными веществами конкретной почвы при оптимальной для растений влажности почвы;  $K_w$  - коэффициент, учитывающий отклонения влажности активной части корнеобитаемого слоя почвы;  $K \Delta l$  — коэффициент, учитывающий не оптимальность для растений глубины уровня грунтовых вод  $m$  - при близком их расположении;  $K_{si}$  -

снижения урожая из-за присутствия в почве токсичных солей;  $K_{sari}$  - коэффициент, учитывающий возможность снижения урожайности из-за солонцевания почвы;  $f_q$  - коэффициент, учитывающий изменения максимального урожая с отклонением  $\Phi AP$  от среднеголетних значений, оценивается по следующему отношению:

$$f_R = \frac{(R_{\sigma} - R_{\min})}{[0.5(R_{\max} + R_{\min}) - Q_{\min}]} \quad (3)$$

где  $Q_{\min}$  - минимальная величина  $\Phi AP$ , необходимая для выражения уровня,  $\text{кДж/см}^2$  - максимальная величина,  $\Phi AP$ , необходимая для урожая,  $\text{кДж/см}^2$   $Q_{\sigma}$ - фотосинтетическая активность радиации ( $\Phi AP$ ) за период вегетации определяются по следующей зависимости:

$$Q_{\sigma} = 13.93 + 0.0079 \sum t^{\circ}, \quad (4)$$

здесь  $\sum t^{\circ}$  - интегральная сумма температур воздуха за вегетационный период, выше  $10^{\circ}\text{C}$ ;  $K_i$  - коэффициент, характеризующий температурную обеспеченность природных условий:

$$K_i = \frac{\sum t_{\sigma}^0 C - \sum t_{\min}}{[0.5(\sum t_{\max} + \sum t_{\min}) - \sum t_{\min}]}, \quad (5)$$

где  $t_{\max}$  - максимальная (сумма) температура воздуха за вегетационный период для вызревания урожая;  $t_{\min}$  - минимальная (сумма) температура воздуха за вегетационный период для вызревания урожая. Максимально возможная урожайность сельскохозяйственных культур для конкретного года будет равна:

$$V_{\max} = \frac{R_{\sigma} \cdot K_R}{C \cdot \varphi n} K_i f_R, \quad (6)$$

где  $K_R$  - коэффициент использования солнечной энергии;  $C$  - калорическое значение единицы урожая органического вещества,  $\text{кДж/кг}$ ; ( $\varphi n$  - коэффициент перехода от урожая выращиваемой продукции к урожаю всей органической массы  $\varphi n = 0.4 - 0.9$ ).

Для простоты анализа проводим результаты численных экспериментов, выполненных с использованием модели формирования урожая кормового и зернового севооборотов в условиях Центрального Казахстана.

На основной территории Центрального Казахстана сумма эффективных температур достигает  $2300-2600^{\circ}\text{C}$ , величина солнечной радиации  $-32,1 - 34,47 \text{ ккал/см}^2$ . Для этой территории характерны слабый энергетический потенциал, однако, учитывая современную технологию прогноза программированного урожая, здесь можно получить хороший урожай сельскохозяйственных культур.

Нам необходимо знать следующие данные:

- коэффициент естественного увлажнения;
- вид сельскохозяйственных культур;
- гидрогеологические условия подземных и грунтовых вод;
- урожайность.

Таким образом, в условиях Центрального Казахстана тепло и светообеспеченность не лимитируют формирование биомассы зерновых и кормовых культур, а при необходимости можно получить 1,5-1,8 урожая.

На основе системного подхода при изучении геоэкосистем в разрезе природных зон и областей Центрального Казахстана в работе впервые на базе предложенных методик дана оценка экологических методов улучшения сельскохозяйственных земель в Центральном Казахстане.

Для созревания зерновых и кормовых необходима сумма минимальных температур воздуха за вегетационный период  $t_{\min} = 1450^{\circ}\text{C}$ , а максимальная  $W = 2600^{\circ}\text{C}$ . При этих условиях

коэффициент, характеризующий температурную обеспеченность природных условий для зерновых культур будет равен:

$$K_t = \frac{2300 - 1450}{[0.5(2600 + 1450) - 1450]} = \frac{850}{575} = 1,48$$

Можно считать, что для формирования урожайности они не оказывают влияния. Для накопления биомассы зерновых культур минимальное значение ФАР должна быть 11,45 ккал/см<sup>2</sup>, а максимальное значение ФАР - 20,54 ккал/см<sup>2</sup>. В условиях Центрального Казахстана величина солнечной радиации составляют - 32,1 ккал/см<sup>2</sup>, тогда  $\varphi$  - фотосинтетический коэффициент, характеризующий изменение максимального потенциала урожая с отклонением фАР от среднеголетних значений, оценивается:

$$f_0 = \frac{32,1 - 11,45}{[0.5(20,54 + 11,45) - 11,45]} = 4,54$$

Гидротермический режим, отражающий тепло- и влагообеспеченность территорий, в обобщенном виде характеризуется «индексом сухости» [5]

$$\bar{R} = Ro / L * Oc, \quad (7)$$

где  $Ro$  - радиационный баланс естественных условий, ккал/см<sup>2</sup>.  
Результаты расчетов приведены в таблицах 1-2.

Таблица 1. **Определение затраты солнечной энергии на почвообразования**

Влагообмен(Гидро), g <sub>г</sub>	культуры	Σ t, °C > 10°C	R <sub>ФАР</sub> , кДж/см <sup>2</sup>	Оростельные нормы, Ор, мм	Осадки Oc, мм;	Op+Oc, мм	R=R/Oc	R=R/(Oc+Op)	Тепловой поток Q <sub>т</sub> , кДж/см <sup>2</sup>	Испаряемость E, мм/месяц	Испарение мм/час	Влагообмен(Авто), g <sub>а</sub>
0,47	Люцерна	3200	165	800	220	1020	3,0	0,65	105	190	165	0,52
0,36	Озимая пшеница	1450	107	320	170	490	2,5	0,87	73	220	92	0,42
0,23	Кукуруза на зерно	2950	156	400	230	530	2,7	1,18	103	170	144	0,31
0,48	Сахарная свекла	2850	153	710	240	950	2,6	0,64	105	200	132	0,53
0,40	Овощи	2350	136	470	220	690	2,5	0,79	94	180	114	0,45

Энергия, затрачиваемая на почвообразование [5-6]:

$$Q_n = R / e^{-\alpha \bar{R}} \quad (8)$$

где  $Q$  – энергия, затрачиваемая на почвообразование, ккал/см<sup>2</sup>,  $\alpha$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности почвы.

Интенсивность влагообмена между почвенными и грунтовыми водами [5-6]:

$$\bar{g} = g / (Oc + Op) = \exp(-1.5 * \bar{R}). \quad (9)$$

– доля площади земель, подверженных ухудшению;  $a_o$ – коэффициент, характеризующий вид загрязнения;  $p$  – параметр, характеризующий глубину залегания грунтовых вод.

Установление способности почв удерживать доступную растениям воду зависит от определенных ее свойств. Любое дополнительное количество воды в виде осадков или орошение, подъема уровня грунтовых вод (УГВ) превышающее эту величину, является избыточным и может нарушить гидрологический баланс почв. В зависимости от водопроницаемости почв, рельефа, литологии и гидрографии избыток воды может инфильтроваться в грунтовые воды, перейти в заболачивание местности, что отразится на природном ландшафте, окружающей среде, на эколого-экономической деятельности, а также на плодородии почв, то есть является как фактор загрязнения. Полученные расчеты приведены в таблице 2 показывают, что количественная оценка экологической ситуации исследуемого объекта: уровень экологической опасности ( $ЭК=0,50-0,80$ )[6-7].

Таблица 2. **Определение экологического коэффициента, характеризующего уровни опасности почвогрунтов**

Показатели	Степень засоленности почвогрунтов		
	слабая	средняя	сильная
1	2	3	4
Площадь, $\omega_{нт}$ , га	600	600	600
Порозность, в долях	0,46	0,46	0,46
Начальная минерализация, г/л	2,2	3,5	4,5
Степень засоления, $S_0$ , %	0,35	0,48	1,2
Вытеснено солей, т/га, $\Delta S$	23,1	28,1	53,2
Уровень грунтовых вод(УГВ), м	2,8	2,8	2,8
Объем воды до УГВ, $W_{угв}$ , м <sup>3</sup> /га	12800	12800	12800
Промывная норма, нетто, $N_{нт}$ , м <sup>3</sup> /га	4700	5500	7000
Промывная норма брутто, $N_{бр}$ , м <sup>3</sup> /га	5500	6500	8000
Запас солей в ГВ, $S_{гв}$ , кг/га	28160	44800	57600
Допустимая минерализация в почвенном растворе $C_m = \Delta S + S_{гв} / W_{угв} + N_{бр}$ , г/л	2,8	3,8	5,3
Приток воды из каналов $Q$ , м <sup>3</sup>	0,2	0,2	0,2
Продолжительность промывки, $t = N_{нт} * \omega_{нт} / 86400 * \eta * Q$ , сут	197	230	293
Доля объема транзитных вод сбрасываемых в реку в процессе промывки $V_t = N_{нт} * \omega_{нт} / 86400 * Q$ , т	0,83	0,83	0,83
Осадки промывного периода $P$ , м <sup>3</sup> /га	270	270	270
Насыщение влагой в расчетном слое, $W_n$ , м <sup>3</sup> /га	3358	3358	3358
Испарение в процессе промывки, $E_0$ , м <sup>3</sup> /га	800	1000	1000
Доля объема промывных вод поступающих из КДС: $q = (N_{нт} + p - w_n E_0) / N_{бр}$	0,15	0,22	0,364
Химизм засоления(Хлористые-х)	X	X	X
Экологический коэффициент $\Theta = 1 - \exp(-C_m * V_t * q_k)$	0,29	0,50	0,80
Уровень экологической опасности	Умеренно опасно	Опасно	Очень опасно

**Выводы:**

1. Для формирования тепло- и воздухообмена почвы изучены теплофизическая характеристика почв и состояние ее поверхности и метеорологические факторы, как, температура воздуха, относительная влажность, осадки, скорость ветра, солнечная радиация и др.

2. На основе изученных данных по почвенно-климатическим условиям для темно-каштановых карбонатных почв, а также недостаточной влажности необходимо регулирование водного режима корнеобитаемого слоя. Для практического выполнения предлагаемой методики расчета – предлагается формула баланса влаги с помощью решения дифференциального уравнения влагопереноса.

3. Проведена экологическая оценка методов улучшения засоленных земель с учетом тепло- и влагообеспеченности на основе изучения гидротермического режима и по степени засоленности с определением экологического коэффициента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Переуплотнение пахотных почв// Под ред. В.А. Ковда.- М., 1987,- 80 с.
2. Сейтказиев Ә.С., Чакеев У.Н., Жапарова С.Б. и др. Регулирование гидрохимического режима засоленных земель. // Межд. научно-практ. конферен. Тараз, 2007, С.142 -146.
3. Шабанов В.В. Биоклиматическое обоснование мелиораций. -Л.1973,- 145с.
4. Айдаров И.П. и др. Оптимизация мелиоративных режимов орошаемых и осушаемых сельскохозяйственных земель.- М., 1990,- 256 с.
5. Хачатурян В.Х., Айдаров И.П. Концепция улучшения экологической мелиоративной ситуации в бассейне Аральского моря. //Мелиорация и водное хозяйство. М., 1990.- №12.- С5-12., 1991.- №1. С.2-9.
6. Сейтказиев А.С., Мусаев А.И. Методы улучшения продуктивности засоленных земель //Гидрометеорология и экология. Алматы, 2010, №3, С. 163-173.
7. Seitkaziyev Adeubai, Asanov Amankait, Shilibek Kenzhegali, Hoganov Nietbai. Saline Land Ecological Assessment in Gray-Meadow Soils Environment.//World Applied Journal 26(9):1234-1238,2013.

Сейтказиев А.С., Шилибек К.К., Инкарбеков Н.О., Салыбаев С.Ж.

**Кешенді ықпалдарды пайдаланып, тұзданған топырақтарды реттеуді экологиялық тұрғыда бағалау**

**Тұжырым.** Көп жылдық зерттеулер нәтижесінде, алынған тұзданған топырақтардағы химиялық заттектердің ластануына негізделіп, топырақтың сулы-тұзды алмасуларын болжамдау тәсілімен қоршаған ортадағы экологиялық күйі қарастырылады. Гидротермиялық алмасуларды зерттеу негізінде жылу мен ылғалды қамтамасыздандыруды ескеріп және тұзданудың дәрежелеріне сәйкес экологиялық коэффициенттер анықталып, тұзданған жерлерді жақсартудың экологиялық бағалау әдістері жүргізілді.

**Түйінді сөздер:** гидротермиялық алмасу, сулы-тұзды алмасу, экологиялық бағалау, кешендік ықпалдар, ылғалмен қамту, ыза суы.

Seitkaziev A., Shilibek K., Inkarbekov N., Salybayev S.

**Environmental assessment regulation of saline soils using complex factors**

**Summary.** Article were considered an ecological state of environment and basing research of long-term data pollution by chemicals by the salted soils, a way of forecasting of a water-salt mode of soils. The ecological assessment of methods of improvement of the salted lands taking into account warm and moisture security on the basis of studying of a hydrothermal mode and on salinity degree with determination of ecological coefficient is carried out.

УДК 665.6/.7

**Ж.М. Нигметова**

(Каспийский государственный университет технологий и инжиниринга имени Ш.Есенова  
Актау, Республика Казахстан, [Bisenova\\_1975@mail.ru](mailto:Bisenova_1975@mail.ru))

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

**Аннотация.** На сегодняшний день существует много способов разработки нефтяных месторождений. В настоящее время разрабатывается и осваивается ряд новых технологий строительства скважин, применение которых позволяет добиться повышения дебита скважин, нефтеотдачи пласта с низкими коллекторскими свойствами и пластовым давлением, рентабельности эксплуатации малопродуктивных залежей углеводородов. Эти новые технологии связаны с широким использованием горизонтальных, многозабойных и многоствольных скважин.

Одним из наиболее перспективных направлений в области разработки нефтяных месторождений, вовлечения в промышленное освоение трудноизвлекаемых запасов нефти наряду с совершенствующимися физико-химическими методами увеличения нефтеотдачи (МУН) являются горизонтальные технологии бурения.

Горизонтальные технологии как инструмент повышения эффективности разработки месторождений.

**Ключевые слова:** нефтяное месторождение, горизонтальная технология бурения, эффективность разработки.

При освоении нефтяных месторождений не всегда применяется весь потенциал горизонтальных технологий.

На крупных нефтяных месторождениях ухудшается структура остаточных запасов нефти, и это обуславливает поиск способа повышения интенсификации их выработки.

Для эффективности разработки нефтяных месторождений, вовлечения в промышленное освоение трудноизвлекаемых запасов нефти с прогрессирующими физико-химическими методами увеличения верным направлением является горизонтальные технологий бурения и добычи природных углеводородов. Эти технологии как инструмент повышения эффективности разработки месторождений.

Существует два основных направления развития данной технологии. Первое реализуется на основе заблаговременного геологического обоснования проекта строительства такой скважины, часто решения закладываются в проекты разработки и доработки нефтяных месторождений, научно-исследовательские работы по интенсификации добычи нефти. Бурение таких скважин происходит с условно-вертикальной верхней частью ствола, участком интенсивного набора кривизны и собственно горизонтальным участком, проводимым в толще продуктивного горизонта с той или иной степенью искривления от горизонтали. Разновидностью данной области «горизонтальных технологий» являются вновь строящиеся многозабойные (многоствольные) скважины — МЗС.

Существует и другое направление, которое набирает темпы и широко используется в последние годы. Это связано с неэффективностью или невозможностью эксплуатации пробуренного «старого» фонда скважин без изменения конфигурации их ствола. Это может быть связано как со снижением добывных возможностей скважины, то есть снижением притока нефти вследствие выработки запасов, обводнения продукции или непоправимого ухудшения фильтрационно-емкостных свойств пласта, так и с техническими причинами, то есть произошедшей аварией внутрискважинного оборудования или потерей крепи скважины — герметичности.

В этих случаях может быть применена технология зарезки боковых горизонтальных стволов (БГС) из основного ствола скважины. Причем боковые горизонтальные стволы могут быть пробурены как на уже эксплуатировавшийся до этого продуктивный горизонт, так и на другие нефтенасыщенные пласты. В данном случае также возможно создание одного или нескольких БГС.

Эта технология позволяет «реанимировать» пробуренный фонд условно-вертикальных скважин, реализовать выбор дополнительных запасов нефти, которые находились в недренируемых областях залежи, повысить общую величину КИН.

Хоть и горизонтальные технологии имеют ряд преимуществ, настоящая эффективность их значительно ниже теоретической возможной. Дебиты не всегда оправдывают ожидания, в некоторых случаях происходит быстрое обводнение продукции скважин. Причинами недостаточной эффективности ГС являются особые условия вскрытия продуктивного пласта горизонтальным стволом, т. е. длительное время воздействия промывочной жидкости на пласт, неосесимметричность воздействия на ПЗП различных химреагентов, влияние диаметра скважины на ее дебит, неоднородность геологического строения пласта-коллектора, несовершенство методов определения гипсометрического положения точки входа в продуктивный пласт, трещиноватости, отставание организации поддержания пластового давления и др. факторы.

Важнейший резерв повышения эффективности горизонтальных скважин — их полное математическое и информационное обеспечение, то есть детальное знание геологического строения месторождения и гидродинамики, закономерности изменения физических свойств коллекторов и физико-химических свойств нефти.

Для прогноза потенциальных дебитов используется следующая информация:

- геологический профиль (толщины и свойства пропластков);
- положение траектории на геологическом профиле;
- фильтрационные свойства коллекторов и насыщающих флюидов (проницаемость, пористость, вязкость);
- пластовые и забойные давления, давление на контуре питания;

Для выбора направления и оценки длины горизонтального участка ствола строится серия геологических разрезов по различным направлениям с учетом распределения коллекторских свойств.

В каждом конкретном случае обосновываются критерии выбора направления и длины условно-горизонтального участка ствола (УГУС) в плане:

- положение ГС относительно структурной поверхности;

- наличие и направление трещиноватости;
- точка входа в продуктивный пласт с учетом отметки ВНК;
- наличие минимальных кондиционных значений общих и эффективно нефтенасыщенных толщин, пористости, проницаемости, анизотропии;
- значение коэффициента песчаности, глинистости;
- с учетом врезных зон;
- с учетом наличия остаточных запасов нефти на участке заложения ГС.

Говоря о профиле горизонтального участка ствола скважины, следует отметить необходимость его оптимального размещения в наиболее продуктивных интервалах разреза преимущественно параллельно напластованию, если нет других веских оснований его модификации. Работы по оперативному геомоделированию и непрерывному геонавигационному и геолого-технологическому сопровождению позволяют управлять траекторией и размещать условно-горизонтальный участок ствола в наиболее продуктивных интервалах объекта.

К настоящему времени технология строительства ГС в целом достаточно отработана на карбонатные отложения турнейского, башкирского и фаменского ярусов. Но применяемые типы растворов и технологии вскрытия продуктивных пластов пока не обеспечивают сохранения естественных фильтрационных свойств коллекторов. На участках со сниженным пластовым давлением и при вскрытии трещиноватых коллекторов отмечаются поглощения буровых растворов в процессе вскрытия. Очевидно, в таких случаях следует применять полимерные растворы, обладающие коагулирующей способностью. Проблема качественного вскрытия продуктивного пласта остается актуальной и для терригенных коллекторов. Не применяются в достаточном объеме составы на основе полимергелевых и биополимерных растворов, показавшие преимущество в соседних с РТ регионах.

Технология строительства ГС на терригенный девон также нуждается в совершенствовании. Основные проблемы здесь связаны с обеспечением устойчивости ствола в интервале отложений кыновского возраста, представленных глинами.

Сегодня часть рассматриваемых проблем не решена в результате отсутствия соответствующего технического оснащения и растворов нового поколения.

Требуют дальнейшего совершенствования методы геофизических исследований горизонтальных скважин. Применяемый сегодня геофизический комплекс позволяет давать оценку вскрываемых карбонатных коллекторов лишь на качественном уровне. За счет влияния вмещающих пород (глин) иногда дается неверная характеристика насыщения и коэффициентов нефтенасыщенности, не выделяются зоны развития трещин, интервалы поступления воды, не определяются работающие интервалы. Особенно остро стоит вопрос интерпретации ГИС восходящего и горизонтального участка ствола ГС и для каждого отдельно взятого ствола многозобойных скважин (МЗС). Программные комплексы по интерпретации ГДИС (гидродинамические исследования скважин) горизонтальных скважин с восходящими, горизонтальными стволами и МЗС также далеки от совершенства.

Затронутые выше проблемы техники и технологии бурения и эксплуатации горизонтальных скважин, боковых горизонтальных стволов находятся в поле пристального внимания многих ученых и производителей.

Оптимизация схем размещения ГС. Следующим значимым по важности вопросом при использовании ГС является аспект сравнительной эффективности различных систем разработки. В проведенных работах по численному сравнению эффективности выработки залежей различными системами разработки с применением горизонтальной технологии показано, что в призабойной зоне ГС теряется лишь 2-4% прилагаемой на пласт депрессии, в то время как на вертикальных скважинах потери давления в ПЗП достигают 50%. Характеристики вытеснения в системах с применением ГС также существенно лучше, чем в вариантах с вертикальными скважинами. Наибольший рост производительности системы происходит при росте длины горизонтального участка до 50% межскважинного расстояния.

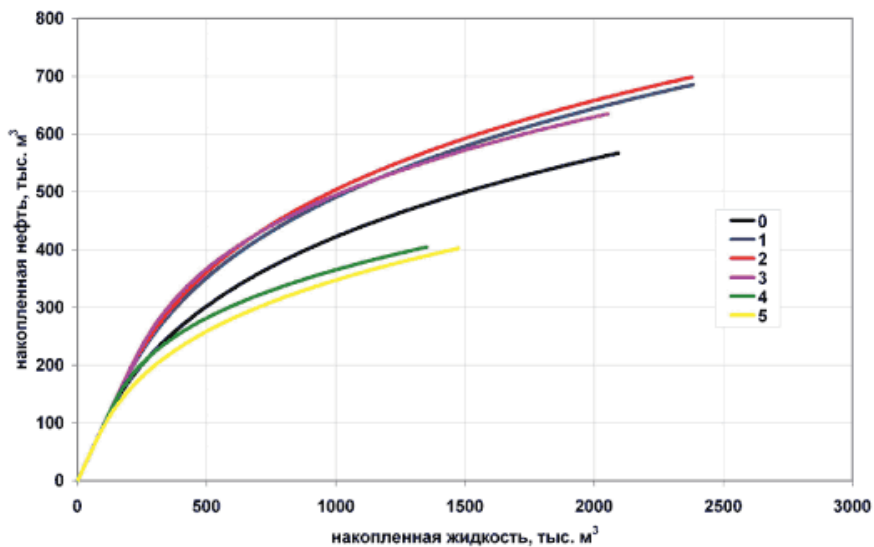
По результатам численного исследования на математической модели (рассматривался модельный участок размерности 2000x2000x10м<sup>3</sup>; начальное пластовое давление составляет 11Мпа, плотность нефти — 0,905 т/м<sup>3</sup>, плотность воды — 1,14 т/м<sup>3</sup>; пористость коллектора 0,14 д. ед., нефтенасыщенность коллектора — 0,7 д. ед., начальные балансовые запасы нефти 3925 тыс. м<sup>3</sup>) эксплуатации многорядных систем разработки с применением ГС предлагается горизонтальные скважины размещать в стягивающих рядах, поскольку их применение вблизи нагнетательных



скважин способно кратно снизить дебит внутренних рядов. В ряде аналитических исследований, посвященных оценкам производительности горизонтальных скважин как составной части систем разработки месторождений получены (методом расчета эквивалентных фильтрационных сопротивлений) приближенные формулы дебита однорядной системы разработки с применением вертикальных нагнетательных и горизонтальных добывающих скважин в однородном изотропном пласте. Необходимо отметить влияние слоистости продуктивного разреза на производительность ГС, влияние возможного неучета угла залегания пласта на потерю производительности таких скважин.

Оптимальное размещение добывающих и нагнетательных скважин, оптимизация и рациональное уплотнение сетки скважин на отдельных участках залежи, экономически и технологически обоснованное выделение самостоятельных объектов разработки остаются наиболее эффективным средством как поддержания уровня добычи, так и достижения высокой нефтеотдачи. Проведенные опытно-промышленные работы и эксперименты по применению горизонтальных скважин в различных системах разработки во многих нефтяных регионах доказали их технологическую и экономическую эффективность. Пройден путь от бурения отдельных горизонтальных скважин взамен вертикальных в традиционных схемах разработки до проектирования принципиально новых схем разработки с горизонтальными и нагнетательными скважинами.

Однако следует отметить, что большинство реализуемых схем расположения скважин нерациональны. Это видоизмененные площадные системы разработки с заменой добывающих вертикальных скважин горизонтальными и вертикальными нагнетательными.



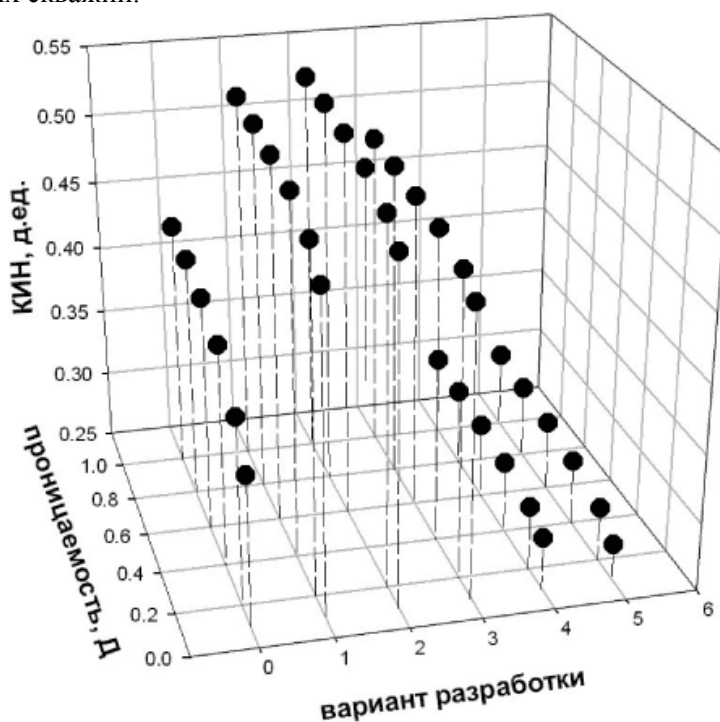
**Рис. 2. Характеристики вытеснения группы добывающих скважин при различных вариантах вскрытия пласта**

Усложнение линий тока в площадных системах разработки приводит к неравномерности вытеснения, образованию зон низких градиентов давления, а следовательно, к достижению низкого коэффициента охвата. Так, в случае применения рядных схем размещения горизонтальных скважин возрастает вероятность образования целиков нефти — невыработанных участков даже в зонально-однородном пласте. Только приближение протяженности горизонтального ствола к линейным размерам элемента позволяет уменьшить площади потенциальных целиков в таких системах. Достижение 100%-ного охвата элемента вытеснением не может произойти даже при равенстве линейных размеров элемента и длины горизонтального ствола.

Рядные же схемы расположения горизонтальных скважин лишены подобного недостатка, и высокий охват возможен при протяженностях горизонтальных стволов меньших линейных размеров элемента.

Полученные результаты показывают, что однорядная схема расположения скважин позволяет существенно снизить протяженность горизонтального ствола для достижения необходимого коэффициента нефтеотдачи, а следовательно, уменьшить капиталовложения.

Наиболее выгодно использование рядных сеток с шахматным расположением горизонтальных стволов. Даже при относительной протяженности горизонтального ствола 0,1 — коэффициент охвата составляет около 0,82, такое значение достигается в «пятиточечной» сетке расположения ГС при четырехкратном увеличении протяженности горизонтального ствола, а в рядном лобном расположении скважин — лишь при более чем трехкратном увеличении протяженности. Шахматное расположение горизонтальных стволов имеет значительное преимущество перед лобным при относительной длине горизонтального ствола менее 0,6, т. е. при протяженностях ГС, соответствующих сегодняшнему уровню строительства скважин. Необходимо отметить, что при незначительной относительной длине горизонтального ствола в пятиточечной сетке ГС и однорядной лобной сетке ГС коэффициент охвата может быть даже ниже, чем при пятиточечной сетке расположения вертикальных скважин.



**Рис. 3. Зависимость коэффициента нефтеизвлечения от проницаемости коллектора при различных вариантах разработки**

Качественно новые условия фильтрации в однорядных схемах расположения скважин создаются при увеличении относительной длины горизонтальных стволов более 0,6, что связано с уменьшением искривлений линий тока между скважинами; это подтверждается средним градиентом давления в элементе — параметром, характеризующим степень дренирования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Р.М.Батлер. Горизонтальные скважины для добычи нефти, газа и битумов. 2010 год.
2. Басарьгин Ю.М., Булатов А.И., Проселков Ю.М. Бурение нефтяных и газовых скважин: Учеб. пособие для вузов. - М.: ООО «Недра-Бизнесцентр» 2002
3. Булатов А.И., Проселков Ю.М., Шаманов С.А. Техника и технология бурения нефтяных и газовых скважин: Учеб. для вузов. - М.: ООО "Недра-Бизнесцентр" 2003
4. <http://npf-paker.ru/article/books/13154.html> (Особенности горизонтального бурения)

#### REFERENCES

1. R.M.Batler. Horizontal wells for oil, gas and bitumen. 2010.
2. Basarygin YM, Bulatov AI, Proselkov YM Drilling oil and gas wells: Proc. manual for universities. - M: LLC "Nedra-business centers" 2002
3. Bulatov AI, Proselkov YM, Shamans SA Engineering and technology of drilling oil and gas wells: Textbook for universities. - M.: ООО "Core-business centers" 2003
4. <http://npf-paker.ru/article/books/13154.html> (Features horizontal drilling)

Нигметова Ж.М.

**Мұнай кен орнын өңдеу тиімділігін арттыру**

**Түйіндеме.** Мақалада мұнай кен орнын игеруге көлденең технологияның мүмкіндігі көрсетілген. Көлденең ұңғымалардың ұңғы бағдарлауы мен қолайлы орналасуының таңдауының көмегімен кен орынның өңдеу тиімділігі арттырады деп көптеген нәтижелер мен мысалдар келтіріліген. Көлденең бұрғылаудың басқа да бағыттары көрсетілген.

Нигметова Ж.М.

**Повышение эффективности разработки нефтяных месторождений**

**Резюме.** В статье рассмотрен потенциал горизонтальных технологий при освоении нефтяных месторождений. Приведены результаты численного моделирования, которые подтверждают, что повысить эффективность разработки месторождений можно на основе оптимального (по критерию максимизации КИН) выбора местоположения, профиля и взаимной ориентации стволов горизонтальных скважин. Рассмотрены и другие направления технологии горизонтального бурения.

Ключевые слова: нефтяное месторождение, горизонтальная технология бурения, эффективность разработки.

Nigmatova Z.N.

**Improving the efficiency of oil field development**

**Summary.** The article considers the potential of horizontal technologies in development of oil fields. The results of numerical simulations that confirm that improve the efficiency of field development can be based on the optimal (by the criterion of maximizing oil recovery factor) to select a location, profile and the relative orientation of trunks horizontal wells. Considered other areas of horizontal drilling technology. Keywords: oil field, horizontal drilling technology, the efficiency of development.

# • ХИМИКО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 669.2/1(075)

**Т.А. Чепуштанова<sup>1</sup>, Е. Куатбай<sup>1</sup>, Ж.У. Нурмухамедов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева, Алматы

<sup>2</sup>Актюбинский завод ферросплавов филиал АО «ТНК Казхром»,  
Актюбинск, Республика Казахстан, [tanya2305@list.ru](mailto:tanya2305@list.ru)

## ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ХРОМИТОВОЙ РУДЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ КИНЕТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

**Аннотация.** Работа посвящена изучению кинетики восстановления хромитовой руды с применением кинетических моделей. Определено, что наиболее активным восстановителем является кокс РФ (С - 78,823 %) крупностью 5-8 мм. Установлено, что с повышением температуры константа скорости восстановления увеличивается в среднем на 3-4 % на 1 град, что указывает на диффузионный характер протекания процесса восстановления. Константа скорости восстановления хрома и железа из хромитовой руды коксом РФ имеет более высокие значения при крупности 5-8 мм. Установлено образование металло-шлаковой оболочки на поверхности частиц руды, представляющей собой твердый продукт сферической формы, данный вывод подтверждается результатами коэффициентов корреляции рассчитанные по модели Гистлингга-Брунштейна.

**Ключевые слова:** восстановление, хромитовая руда, кинетика, кинетическая модель, константа скорости.

Проблема ускоренного подъема выпуска продукции качественной металлургии в СНГ и в мире ставит задачу разработки энергосберегающих технологий выплавки металлического хрома и феррохромной продукции. Хром является важнейшим легирующим компонентом, поэтому производство феррохрома в мире достигло к настоящему времени 3 млн тонн. По укрупненным показателям в феррохроме ограничивается содержание кремния, фосфора и серы, регламентируется содержание хрома в сплавах (не ниже 60 %) и содержание углерода, за исключением передельного феррохрома. В последние годы резко возросло потребление углеродистого феррохрома в связи с широким введением в строй агрегатов аргоноокислородного рафинирования и вакуумных технологий ковшевого рафинирования. Однако при любом соотношении количества производимого углеродистого и малоуглеродистого феррохрома основным технологическим процессом получения хромистых ферросплавов является карботермический процесс, реализуемый восстановительной плавкой в низкошахтных рудотермических печах. Значительная часть фундаментальных работ в области теории и практики производства хромистых сплавов разного сортамента была выполнена Уральской школой металлургов, руководимой О.А. Еси-ным, П.В. Гельдом, В.И. Жучковым, Я.С. Щедровицким, Х.Н. Кадарметовым, М.А. Рыссом и др. В совершенствование процессов плавки и разработку новых технологий внесли свой вклад представители Московской школы металлургов В.П. Елютин, Н.П. Лякишев, О.С. Бобкова и др [1,2].

Комплексный подход к анализу строения руд, химического состава, физико-химических характеристик, термодинамики и кинетики процессов восстановления и плавки позволит в полной мере оценить возможность использования их для выплавки коммерческих сортов феррохрома. Знание этих свойств позволит выработать технологические рекомендации при освоении новых видов рудных материалов и использовании комбинации различных руд при составлении шихты.

Анализ литературного материала свидетельствует о крайней недостаточности сведений об особенностях восстановления и кинетики восстановления металлов из бедных хромистых руд.

Целью работы является – изучение кинетики восстановления хромитовой руды в зависимости от коксов с разным содержанием углерода и разной крупности.

**Методика экспериментов и анализа продуктов.**

Хромовая руда и кокс различного состава определялись весовым, рентгенографическим и химико-аналитическим методами. Пробы подвергались электронно-микроскопическому, рентгенофазовому анализу, исследовалась кинетика восстановления.

В работе использовался низковакуумный растровый электронный микроскоп Jeol JSM – 6490 LA. Увеличение до 300000 раз, разрешающая способность до 3 нм.

Использовался рентгеновский (высокотемпературный) дифрактометр XPert MPD PRO (PANalytical). База дифракционных данных – 2 составляет более чем 130 тысяч карточек.

Исходные материалы представлены в таблице 1.

Таблица 1. **Химический анализ различных видов кокса**

Вид кокса	C, %	A, %	V, %	W, %	S, %	P, %
кокс КНР*	66,315	27,9	4,7	0,7	0,37	0,015
кокс РФ*	78,823	17,1	3,1	0,53	0,41	0,037
спец. кокс	67,295	16	13,2	3,15	0,33	0,025

Кокс КНР\* - кокс Китайской Народной Республики; кокс РФ\* - кокс Российской Федерации.

В качестве исходных материалов использовались: хромовая руда и различные виды кокса, состав которых приведен в таблице 1. Химический анализ хромовой руды, %: Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 50,91; SiO<sub>2</sub> - 7,91; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 7,51; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 11,73; CaO - 0,42; MgO - 18,54; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 0,005; S - 0,015.

**Результаты рентгенофазового анализа исходных образцов.**

Задачей рентгенографического анализа было определение состава и структуры исследуемых образцов хромовой руды и кокса различного состава.

Результаты рентгенографического анализа хромовой руды показали, что хромовая руда обладает анизотропностью свойств и тетрагональной структурой, структурные линии и межплоскостные расстояния указывают на соединения хрома с гетероатомами (S, N, O).

Результаты рентгенографического анализа образцов крупностью 5-8 мм указывают на образование более амплитудных структурных линий, что указывает на более развитую удельную поверхность образцов. Образец кокс РФ с большим содержанием углерода C - 78,823 % имеет самую высокую интенсивность и амплитудность линий, а также более развитую удельную поверхность.

**Результаты высокотемпературной рентгенографии коксов различного состава.**

Результатами высокотемпературной рентгенографии установлено, что для кокса РФ – кокса с большим содержанием углерода характерно более плавное изменение межслоевого расстояния ( $d_{002}$ ) в низкотемпературной области. Вследствие худшей упорядоченности в процессе коксования ( $d_{002}$ ) кокс КНР – (A 3,4089), ниже, чем у кокса РФ – (A 3,4430). Кокс КНР только при 600 °C достигает уровня межслоевого расстояния, характерного для кокса РФ. Далее это запаздывание сохраняется и при дальнейшей термообработке до 1400 °C. Более высокий фактор формы появления слабого отражения (202) свидетельствует о наличии более совершенной структуры у кокса РФ.

**Результаты электронно-микроскопических исследований.**

В связи с тем, что на скорость восстановления хромовой руды оказывает влияние состояние поверхности восстановителя, были выполнены электронно-микроскопические исследования хромовой руды, кокса КНР и кокса РФ в зависимости от крупности.

Электронно-микроскопический анализ образцов крупностью 5-8 мм показал, что образец кокс РФ с содержанием углерода 78,823 % обладает более развитой поверхностью, чем остальные образцы. В целом поверхность образцов крупностью 5-8 мм на 40 % более развитая, чем в образцах крупностью 20-25 мм. Таким образом, установлено, что наиболее активным восстановителем является кокс РФ (C - 78,823 %) крупностью 5-8 мм.

**Результаты кинетических исследований восстановления хромитовой руды.**

**Методика эксперимента.** Исследование кинетики восстановления хромитовой руды коксом РФ различных классов крупности проводилось термогравиметрическим методом на установке непрерывного взвешивания. Установка состоит из печи Таммана, в которой достигается требуемая температура, и весов, позволяющих фиксировать изменение массы материала с точностью до 0,01г. В

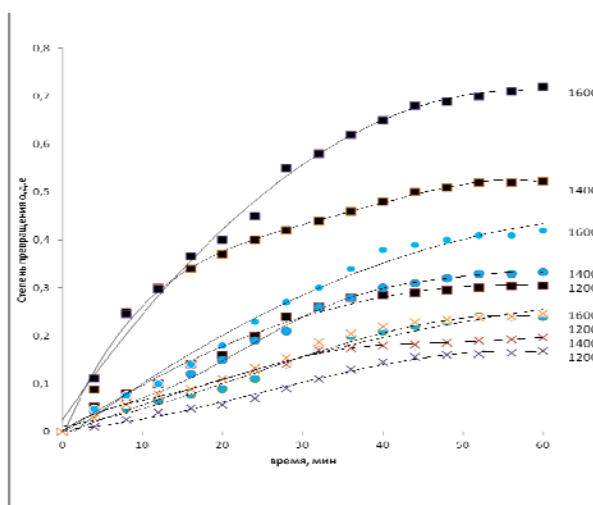
предварительно нагретую печь на молибденовой проволоке, прикрепленной к аналитическим весам, опускался графитовый тигель с подготовленной шихтой. После достижения необходимой температуры начинали регистрацию изменения массы материала. Изотермическая выдержка проводилась до прекращения убыли веса, но не более 1 часа. Необходимая температура в печи поддерживалась плавной регулировкой ее мощности.

После достижения материалом необходимой температуры отклонение от заданной температуры не превышало  $\pm 10^\circ\text{C}$ . Температура измерялась термопарой ВР 5/20. Хромитовая руда предварительно измельчалась до фракции 0,315-1,000 мм, восстановители - до класса 5-8мм, 8-10мм, 20-25мм. При обработке результатов вносились поправки на «холостой опыт» - изменение массы отдельных компонентов при заданной температуре. Нагрев материалов до заданной температуры достигался за 1-3 минуты. Исследование кинетики восстановления хромитовой руды проводили при температурах 1473К, 1673К, и 1873 К. Восстановители предварительно высушивались, а хромитовая руда прокаливалась при 1073 К. Масса хромитовой руды составила 50г, содержание восстановителя в шихте бралось из расчета на полное восстановление оксидов железа и хрома углеродом и составило 11 г.

#### Результаты кинетических расчетов восстановления.

Степень превращения ( $\alpha$ ) оценивалась как отношение количества отнятого кислорода к общему количеству кислорода в оксидах хрома и железа (в долях единицы). О степени восстановления шихты судили по потере веса, полагая, что при восстановлении руды углеродом в любой момент времени выделяется только газообразный продукт реакции восстановления - СО и его количество пропорционально количеству восстановленного Сг и Fe. Продукты лабораторных плавок подвергались химическому анализу на содержание  $\text{C}_{\text{общ}}$ ,  $\text{C}_{\text{мет}}$ ,  $\text{Fe}_{\text{общ}}$ ,  $\text{Fe}_{\text{мет}}$  и  $\text{C}_{\text{тв}}$ . На рисунке 1 приведены результаты экспериментальных данных.

Как видно из рисунка 1 скорость и степень восстановления хрома и железа из хромовой руды с уменьшением крупности кокса РФ при прочих равных условиях выше при всех температурах. С ростом температуры эксперимента возрастает скорость и завершенность процесса. Можно видеть, что кривые носят экспоненциальный характер и скорость реакции замедляются с продолжительностью опыта. Как и следовало ожидать, скорость восстановления хрома и железа из руды существенно зависит от размера частиц восстановителей. При крупности класса 20-25мм и температуре 1273 К скорость восстановления увеличивается на 18 %, при 1673 К составляет 20 %, и при 1873 К составляет 26 %. Из этого следует что наименее реакционный восстановитель является крупность 20-25мм. Даже при температуре 1873 К степень его восстановления становится равной восстановителю класса 8-10мм при температуре 1273К. Это означает что, повышение температуры на 473 К или уменьшение крупности класса на 8-10 мм результат не меняется. Следует заметить что, увеличение крупности на 2 раза приводит к экономии электроэнергии. Допустим при температуре 1473 К скорость восстановления составляет 23 %, при 1673К 33%, при 1873 К 42%. Также можно заметить, что на кинетику восстановления также оказывает влияние температура.



цифры у кривых - температура, °C

■ – шихта с коксом класса 5-8 мм; ● – шихта с коксом класса 8-10 мм ×- шихта с коксом класса 20-25 мм

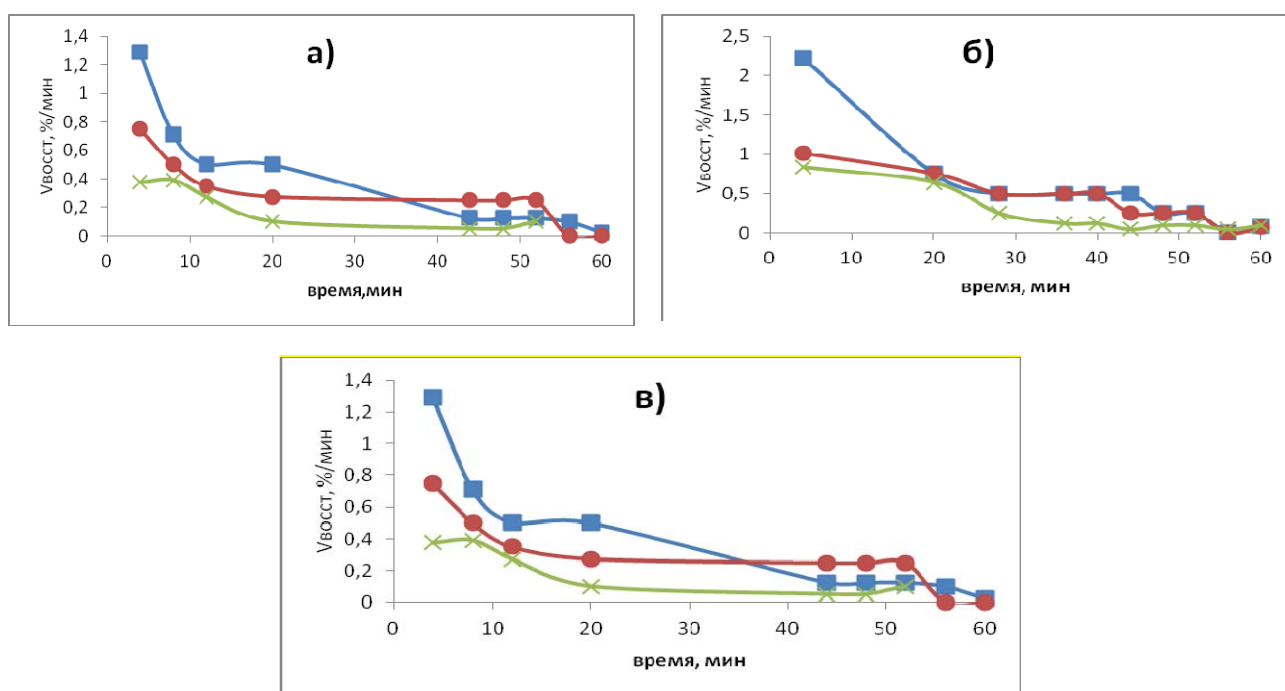
Рис. 1. Степень превращения ( $\alpha$ ) хромитовой руды



При крупности класса 5-8мм и температуре 1473 К скорость восстановления составляет 30 %, при 1673 К 52 %, при 1873 К 72%. Таким образом, следует, что при крупности 5-8 мм скорость восстановления в 3 раза выше, чем при крупности 20-25мм.

Таким образом, установлено, что мелкие классы крупности являются оптимальным вариантом для хорошего протекания восстановительных процессов. С ростом продолжительности опытов скорость восстановления руды коксом снижается. Очевидно, что на кинетику восстановления хромитовой руды оказывает влияние состояние поверхности восстановителя. С уменьшением крупности удельная поверхность кокса увеличивается.

Далее установлено, что по мере увеличения количества продуктов реакции происходит снижение и выравнивание скорости процесса для 3 фракций восстановителей, обусловленное образованием на поверхности руды метало-шлаковой оболочки создающей барьер для дальнейшего развития восстановительных процессов. Зависимость скорости восстановления представлены на рисунке 2.



■ – шихта с коксом класса 5-8мм ● – шихта с коксом класса 8-10мм ×-шихта с коксом класса 20-25мм  
 Рис. 2. Зависимость скорости восстановления ( $V_{восст}$ ) руды от времени при: 1473 К (а); 1673 К (б); 1873 К (в)

### Результаты применения кинетических моделей.

Для анализа экспериментальных данных использованы кинетические модели, предназначенные для анализа реакций, протекающих в диффузионном режиме. Результаты обработки по моделям Яндера, Гистлинга-Броунштейна и Журавлева показали близкие значения  $k$  и  $E_{акт}$ . При обработке данных по модели Гистлинга-Броунштейна экспериментальные точки ложатся на прямую с самым высоким коэффициентом корреляции. Константа твердофазного процесса в сферическом зерне по этой модели описывается уравнением [3]:  $1-(2/3 \cdot a)-(1-a)^{2/3}=kt$ .

График в координатах  $(1-(1-a)^{1/3})^2$ -т аналитически хорошо описывается уравнением прямой:  $y=kt+b$ .

Используя эти уравнения, были найдены численные значения констант скоростей и энергии активации процесса восстановления хромитовой руды РФ коксом при различной крупности. В таблицах 1 и 2 приведены результаты обработки экспериментальных данных по модели Гистлинга-Броунштейна. Константы скорости  $k$  восстановления хромитовой руды углеродом по модели Гистлинга-Броунштейна приведены в таблице 3.

Таблица 1. Результаты обработки данных при 1473 К

Крупность, мм	Время, мин	$1-(2/3\alpha)-(1-\alpha)^{2/3}/10000$		Уравнение	R
		эксперимент	расчет		
5-8	4	$3,02 \cdot 10^{-4}$	$2,24 \cdot 10^{-4}$	$y=2,450 \cdot 10^{-4}\tau - 7,563 \cdot 10^{-4}$	0,969
	36	$100,14 \cdot 10^{-4}$	$80,67 \cdot 10^{-4}$		
	40	$104,04 \cdot 10^{-4}$	$90,48 \cdot 10^{-4}$		
	52	$116,26 \cdot 10^{-4}$	$119,89 \cdot 10^{-4}$		
	60	$120,52 \cdot 10^{-4}$	$139,49 \cdot 10^{-4}$		
8-10	4	$1,01 \cdot 10^{-4}$	$-7,41 \cdot 10^{-4}$	$y=1,554 \cdot 10^{-5}\tau - 13,627 \cdot 10^{-4}$	0,977
	36	$48,93 \cdot 10^{-4}$	$42,32 \cdot 10^{-4}$		
	40	$54,23 \cdot 10^{-4}$	$48,54 \cdot 10^{-4}$		
	52	$71,97 \cdot 10^{-4}$	$67,19 \cdot 10^{-4}$		
	60	$71,97 \cdot 10^{-4}$	$79,62 \cdot 10^{-4}$		
20-25	4	$0,11 \cdot 10^{-4}$	$-4,27 \cdot 10^{-4}$	$y=0,725 \cdot 10^{-5}\tau - 7,168 \cdot 10^{-4}$	0,974
	36	$19,95 \cdot 10^{-4}$	$18,94 \cdot 10^{-4}$		
	40	$25,01 \cdot 10^{-4}$	$21,84 \cdot 10^{-4}$		
	52	$31,48 \cdot 10^{-4}$	$30,55 \cdot 10^{-4}$		
	60	$33,96 \cdot 10^{-4}$	$36,35 \cdot 10^{-4}$		

Таблица 2. Результаты обработки данных при 1873 К

Крупность, мм	Время, мин	$1-(2/3\alpha)-(1-\alpha)^{2/3}$		Уравнение	R
		эксперимент	расчет		
5-8мм	4	$14,47 \cdot 10^{-4}$	$-5,93 \cdot 10^{-4}$	$y=17,979 \cdot 10^{-3}\tau - 77,848 \cdot 10^{-4}$	0,989
	36	$620,34 \cdot 10^{-4}$	$569,43 \cdot 10^{-4}$		
	40	$700,22 \cdot 10^{-4}$	$641,34 \cdot 10^{-4}$		
	52	$851,93 \cdot 10^{-4}$	$857,10 \cdot 10^{-4}$		
	60	$920,05 \cdot 10^{-4}$	$1000,94 \cdot 10^{-4}$		
8-10мм	4	$2,61 \cdot 10^{-4}$	$-21,22 \cdot 10^{-4}$	$y=5,145 \cdot 10^{-4}\tau - 41,805 \cdot 10^{-4}$	0,982
	36	$152,87 \cdot 10^{-4}$	$143,44 \cdot 10^{-4}$		
	40	$195,66 \cdot 10^{-4}$	$164,03 \cdot 10^{-4}$		
	52	$232,14 \cdot 10^{-4}$	$225,78 \cdot 10^{-4}$		
	60	$245,19 \cdot 10^{-4}$	$266,94 \cdot 10^{-4}$		
20-25мм	4	$0,89 \cdot 10^{-4}$	$-4,35 \cdot 10^{-4}$	$y=1,557 \cdot 10^{-4}\tau - 10,582 \cdot 10^{-4}$	0,982
	36	$51,52 \cdot 10^{-4}$	$45,49 \cdot 10^{-4}$		
	40	$59,32 \cdot 10^{-4}$	$51,71 \cdot 10^{-4}$		
	52	$70,61 \cdot 10^{-4}$	$70,40 \cdot 10^{-4}$		
	60	$75,88 \cdot 10^{-4}$	$82,86 \cdot 10^{-4}$		

Таблица 3. Константы скорости k восстановления хромитовой руды углеродом по модели Гистлинга-Броунштейна

Температура, °С	Восстановитель в шихте	k
1200	5-8мм	$2,45 \cdot 10^{-4}$
	5-8мм	$7,09 \cdot 10^{-4}$
	5-8мм	$17,98 \cdot 10^{-4}$
1400	8-10мм	$1,55 \cdot 10^{-4}$
	8-10мм	$3,11 \cdot 10^{-4}$
	8-10мм	$5,15 \cdot 10^{-4}$
1600	20-25мм	$0,73 \cdot 10^{-4}$
	20-25мм	$0,91 \cdot 10^{-4}$
	20-25мм	$1,56 \cdot 10^{-4}$



С повышением температуры константа скорости восстановления увеличивается в среднем на 3-4 % на 1 град, что указывает на диффузионный характер протекания процесса. Диффузионный слой, представляющий собой сложную смесь, состоящую из продуктов взаимодействия хромшпинелида с твердым углеродом, а также частиц невосстановленной хромовой руды и шлакообразующих веществ снижает скорость восстановления.

Полученные результаты говорят в пользу образования металло-шлаковой оболочки на поверхности частиц руды и представляет собой твердый продукт сферической формы, что подтверждается результатами, [4]. В пользу данного предположения свидетельствует наиболее высокий коэффициент корреляции, полученный при обработке данных по модели Гистлинга-Броунштейна по сравнению с другими.

Таблица 4. Зависимость  $k$  от температуры и энергия активации  $E_{акт}$  процесса восстановления хромовой руды углеродом

К	Класс крупности	Уравнение	R	$E_{акт}$ кДж/моль
1473	5-8 мм	$\ln k=0,982-729/T$	-1,000	60,68
1673	8-10 мм	$\ln k=3,14-1209/T$	-1,000	100,50
1873	20-25 мм	$\ln k=9,09-1938/T$	-0,954	161,12

**Заключение.** С продолжительностью эксперимента скорость процесса определяется скоростью доставки углерода через диффузионный барьер к реакционной поверхности. Как следует из результатов обработки экспериментальных данных константа скорости восстановления хрома и железа из хромитовой руды коксом РФ имеет более высокие значения при крупности 5-8 мм. Показатель  $E_{акт}$  составляет соответственно 60,68 кДж/моль, таблица 4.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Чернобровин В.П., Пашкеев А.И., Михайлов Г.Г. Определение температуры затвердевания высокомагнезиальных шлаков производства углеродистого феррохрома//Изв. вузов. Черная металлургия. 1997.- № 5. - С. 25-27.
2. Чернобровин В.П. Физико-химические и технологические особенности выплавки передельного феррохрома с использованием руд Уральского региона: Дис. канд. техн. наук. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 1997. - 153 с.
3. Рьжонков Д.И., Сорин С.Б., Шишханов Г.С. Изучение кинетики совместного восстановления окислов железа и хрома. В кн.: Восстановительные процессы в производстве ферросплавов. М.: Наука, 1977, с. 145-148.
4. Van Staden, Y., [Beukes, J.P.](#) , Van Zyl, P.G., Du Toit, J.S., Dawson, N.F. Characterisation and liberation of chromium from fine ferrochrome waste materials // Minerals Engineering.–2014. – Volume 56.– P. 112-120.

#### REFERENCES

1. Chernobrovin V.P., Pashkeev A.I., Mikhailov G.G. Opredelenie temperature zatverdevania vusokomagnezialnux shlakov proizvodstva yglерodistogo ferrochrome / Izv. vyzov. Chernaya metallurgia. 1997.- № 5. - S. 25-27.
2. Chernobrovin V.P. Fiziko-himicheskie i technologicheskie osobennosti vuplavki peredel'nogo ferrochrome s ispolzovaniem ryd uralskogo regiona: Dissertacia cand.tehn. nauk. Chelyabinsk: Izd-vo UYrGY, 1997. – S.153.
3. Ruzhonkov D.I., Sorin S.B., Shishhanov G.S. Izuchenie kinetiki sovместного vosstanovlenia okislov ghelesa I hroma. V knige: Vosstanovitel'nye processy v proizvodstve ferrosplavov. M.: Nauka, 1977, S. 145-148.
4. Van Staden, Y., [Beukes, J.P.](#) , Van Zyl, P.G., Du Toit, J.S., Dawson, N.F. Characterisation and liberation of chromium from fine ferrochrome waste materials // Minerals Engineering.–2014. – Volume 56.– P. 112-120.

Чепуштанова Т.А., Куатбай Е., Нурмухамедов Ж.У.

#### Хромитті кенді тотықсыздандыру кинетикасын кинетикалық модельдерді қолданумен зерттеу

**Түйіндеме.** Ұсынылған жұмыс хромитті кенді тотықсыздандыру кинетикасын кинетикалық модельдерді қолданумен зерттеуге арналған. Зерттеу барысында ірілігі 5-88 мм РФ коксі (С - 78,823 %) ең белсенді тотықсыздандырғыш болып табылатындығы анықталды. Температураның жоғарылауымен тотықсыздану жылдамдығының константасы орташа алғанда 1 градуста 3-4 %-ға артатындығы белгіленді, бұл тотықсыздану процесінің диффузиялық сипатта болатындығын көрсетеді. Хромитті кендегі хром мен темірді РФ коксімен тотықсыздандыру жылдамдығының константасы 5-8 мм ірілігінде ең жоғары мәнге ие болды. Сонымен бірге кен бөлшектерінің бетінде сфералы пішінді қатты өнім болып табылатын металлшлақты қабықшаның түзілуі анықталды, бұл қорытынды Гистлинг-Броунштейннің моделі бойынша есептелген корреляция коэффициенттерінің нәтижелерімен дәлелденеді.

**Кілтті сөздер:** тотықсыздандыру, хромитті кен, кинетика, кинетикалық модель, жылдамдық константасы.

Chepushtanova T.A., Kuatbay E., Nurmukhamedov Zh.U.

**Studying of chromite ore kinetics reduction with using of kinetic models**

**Summary.** This manuscript dedicate to studying of chromite ore kinetics reduction with using of kinetic models. Determined that the most active reducing agent is coke RF (C - 78.823%) with particle size of 5-8 mm. It is found that with increasing temperature the rate constant of reduction increased on average by 4.3 % per 1 °C, indicating that the diffusion nature of the reduction process. The constant rate of recovery of chromium and iron from chromite ore by RF coke has higher values when size of 5-8 mm. The formation of metal-slag coating on the surface of the particles of ore, which is a solid spherical shape, this conclusion is confirmed by the results of the correlation coefficients calculated by the model of Gistling-Brounshtein.

**Key words:** reduction, chromite ore, kinetics, kinetic model, the rate constant.

УДК. 669. 539

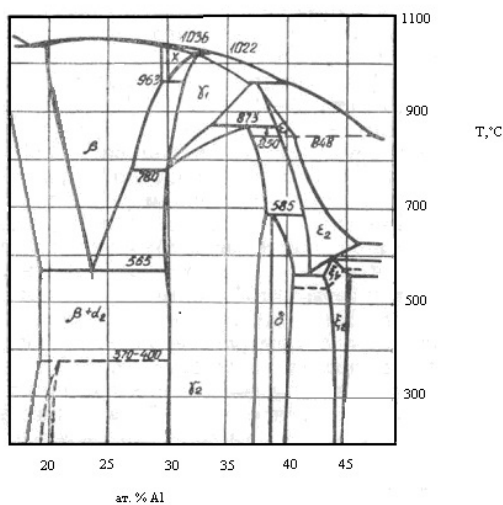
**Т.Б. Бегимов, М.З. Коканбаев, Д.А. Шомполова, А. Ығылымжан**  
(КазНТУ им.К.И.Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан)

**ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ ЭЛЕКТРОННОЙ ФАЗЫ С ЭЛЕКТРОННОЙ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ  $e_A = 21/13$  В СИСТЕМЕ МЕДЬ-АЛЮМИНИЙ**

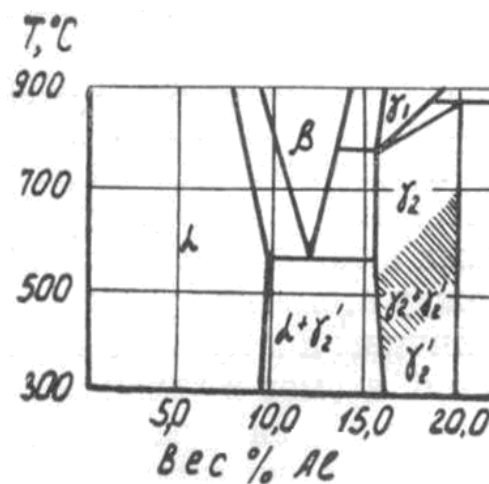
**Аннотация.** Изучены температурные изменения свойств сплавов системы медь-алюминий из области 30- 40 ат. % Al. Исследованы температурные зависимости как структурно- чувствительных свойств (прочность, пластичность), так и структурно- нечувствительные- коэффициент теплового расширения и электросопротивление. Установлено, что исследованные сплавы при высоких температурах претерпевают фазовые превращения которые не отражены на существующей диаграмме состояния.

**Ключевые слова-** термический коэффициент электросопротивления, пластичность, прочность, дилатометрия

Диаграмма состояния системы медь- алюминий на оснований многих работ приведена в справочнике М.Хансена и К.Андерко (рис.1). Подробные исследования сплавов системы медь-алюминий в области 20- 50 ат. % алюминия привели к дополнительным сведениям о строении её диаграммы. Обнаружены новые превращения сплавов в твердом состоянии, что свидетельствует о значительной сложности процессов, протекающих в медно- алюминиевых сплавах при изменении температуры. Наряду с указанными на диаграмме состояния превращений в работе [2] установлено существование при высоких температурах еще одного фазового перехода (рис.2).



**Рис.1.** Участок диаграммы состояния системы медь-алюминий [1]



**Рис.2.** Участок диаграммы состояния системы медь-алюминий [2]

Характер взаимодействия фаз в области концентраций 20- 40 ат. % Al системы медь-алюминий при повышенных температурах весьма сложен и свидетельствует о том, что низкотемпературные фазы с решеткой типа  $\gamma$ - латуни при нагреве неустойчивы.

Для того чтобы получить дополнительные сведения о характере превращений в медно-алюминиевых сплавах, происходящих при высоких температурах были выбраны для исследования как структурно-чувствительные свойства (прочность, пластичность), так и структурно-нечувствительные - коэффициент теплового расширения и электросопротивление. Причем в первом случае внимание уделялось изучению твердости при вдавливании, поскольку она относительно слабо зависит от внешних факторов. Однако отметим, что механические свойства, особенно прочность и пластичность, очень чувствительны к превращениям, протекающим в сплавах при нагреве, в связи с чем применялся метод кратковременного разрыва образцов.

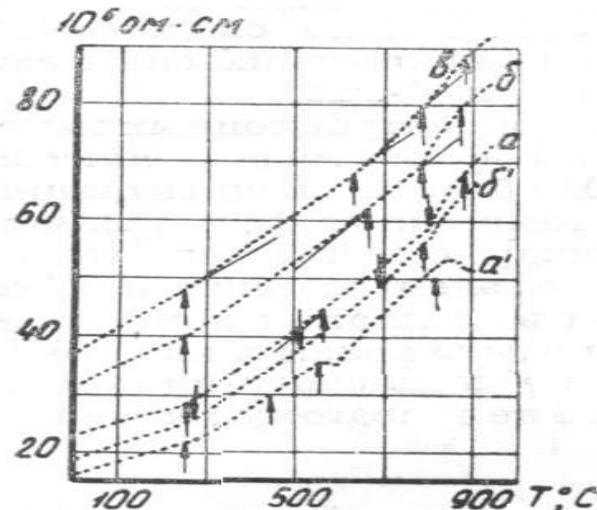


Рис.3. Удельное электросопротивление медно- алюминиевых сплавов, вес. % Al: а- с 16,2; б- с 17,0; а'- с 19,0; б'- с 20,3; в- с 19,7

Температурная зависимость удельного электросопротивления ( $\rho$ ) изучалась на образцах восьми составов, охватывающих концентрационный интервал от 15,1 до 22,0 вес. % Al (рис. 3). Такой характер изменения  $\rho$  при повышении температуры указывает на то, что сплавы обладают металлической проводимостью. Однако термический коэффициент электро-сопротивления сплавов не остается постоянным, а изменяется при некоторых температурах, характерных для каждого состава, так для образца с 16,2% Al скачкообразное изменение термического коэффициента электро-сопротивления ( $\alpha$ ) происходит при 250, 430, 550 и 800°C, хотя внутри областей 250-430, 430-550, 550-800°C коэффициент остается постоянным и электросопротивление нарастает с температурой линейно. Сопоставление температур этих критических точек с диаграммой состояния, а также учет данных работ [2,3] показало, что при 430°C изменение  $\alpha$  вызвано началом фазового перехода  $\gamma - \gamma''$  ( $\gamma''$ - это фаза, обнаруженная авторами [2,3]) а при 550°C - его концом; изменение  $\alpha$  при 800°C связано с фазовым превращением  $\gamma'' - \gamma$ .

Для всех исследованных сплавов вблизи 250°C наблюдается изменение термического коэффициента электросопротивления. Причем температура указанного эффекта не зависит от состава сплавов и остается постоянной. Таким образом, медно- алюминиевые сплавы при 250°C испытывают невариантное превращение, температура которого не зависит не только от состава, но и от структуры фаз, образующихся в интервале 20- 40 ат.% Al.

Дилатометрические исследования проб из области гомогенности  $\gamma$ ,  $\gamma'$  и  $\gamma''$ - фаз подтвердили наличие структурных переходов, обнаруженных нами при изучении изменений электросопротивления [4].

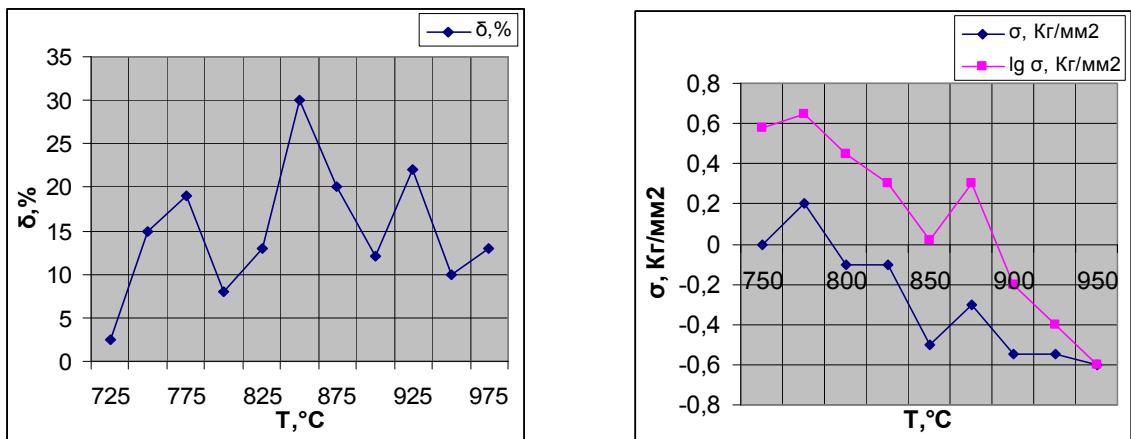


Рис.4. пластичность (δ), прочность (σ<sub>в</sub>) и lg σ<sub>в</sub> для сплава с 17,0 вес. % Al системы медь- алюминий

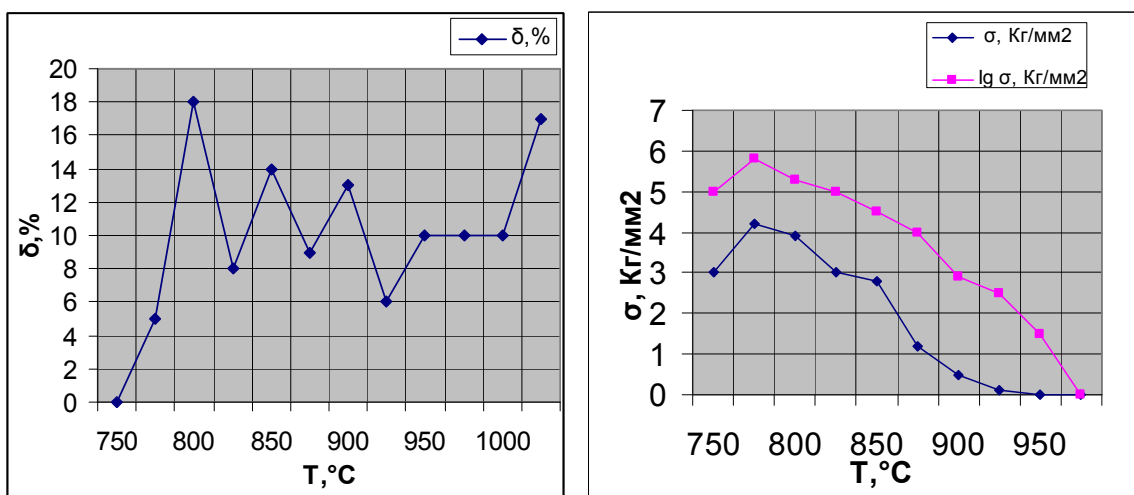


Рис.5. Пластичность (δ), прочность (σ<sub>в</sub>) и lg σ<sub>в</sub> для сплава с 18,0 вес. % Al системы медь- алюминий

Определение температурной зависимости показателей пластичности и прочности было проведено для сплавов методом кратковременного разрыва. Изученные образцы абсолютно хрупки вплоть до 740°C, 760°C, (для проб с 17 и 18 вес % Al соответственно), переход в пластическое состояние совершается в узком интервале около 10- 20° (рис. 4, 5). Существенно, что порог хладноломкости сплавов лежит вблизи температур фазового перехода  $\gamma + \gamma''' \rightarrow \gamma''$ . Изучением образцов на разрыв при нагреве выше порога хладноломкости установлено, что при общем низком уровне пластичности медно- алюминевых композиций (сужение во всех случаях менее 0,30) плавного увеличения ее с ростом температуры не происходит. Для каждого сплава можно отметить по три интервала температур, в пределах которых показатели пластичности аномально уменьшаются. Так, для сплава с 17 вес. % Al снижение пластических свойств происходит в областях (770 - 790°C), 830- 850°C и 910- 930°C, для сплава с 18% - в интервале 800- 820°C, 840-860°C и 880- 900°C. После снижения относительного сужения до минимальных значений пластичность вновь возрастает.

Сопоставление температур аномального изменения пластичности сплавов с температурами фазовых переходов (рис.3,4) показывает определенную их взаимосвязь. Например для обоих сплавов восстановление пластичности после ее некоторого снижения происходит в интервале температур фазового превращения  $\gamma'' \rightarrow \gamma'' + \gamma$  т.е. оно обусловлено начальным процессом гетерогенизации сплавов. Дальнейшее развитие этого процесса с повышением температуры приводит при наложении силового поля в момент растяжения к снижению показателей пластичности. Гетерогенизация сплавов сопровождается увеличением прочностных характеристик, вызываемых фазовым наклепом. Некоторое смещение температур аномального изменения пластических и прочностных свойств

образцов по сравнению с температурами превращений связано, вероятно, с тем, что изучение механических характеристик проводилось нами в несколько иных условиях.

Существует мнение [5], что сплавы в момент фазовых превращений обладают повышенной пластичностью вследствие увеличения подвижности атомов в процессе формирования новой решетки. В это время атомы теряют связь со старой решеткой, но еще не принадлежат новой, что приводит к резкому понижению сил связи между ними т.е. в момент перестройки решетки возникает состояние вещества, для которого характерно наличие «свободных», чрезвычайно подвижных атомов.

Таким образом, исследования пластических свойств медно-алюминиевых сплавов с 17,0 и 18,0 вес % Al показали, что переход их из хрупкого состояния в пластичное и аномалии пластических свойств, обнаруженные выше порога хладноломкости, обусловлены превращениями, протекающими в сплавах при повышении температуры. Изменения пластичности при нагреве подчинены тем же закономерностям, которые установлены для обычных твердых растворов.

Данные о механических свойствах сплавов были дополнены исследованиями твердости в зависимости от температуры. Хотя твердость и не является истинной мерой прочности материала из-за действия целого ряда побочных факторов, но как указывается в работе [2], для хрупких материалов, в частности для  $\gamma$ -фаз с решеткой типа  $\gamma$ -латуни при температурах ниже порога хладноломкости, она может служить более «надежным показателем уровня прочности...», чем пределы текучести или прочности.

Изменение твердости при нагреве мы изучили на 10 сплавах системы медь-алюминий из области 30-40 ат. % Al. Образцы в виде дисков толщиной 8 и диаметром 22мм, приготовленные из отожженного материала, перед испытанием были отшлифованы и затем отожжены при 250°C в течение 12 часов с целью снятия наклепа. Для каждого из сплавов изменение твердости с температурой происходит в общем по кривым, напоминающим экспоненту (рис.6). однако отдельные участки этих кривых имеют разные наклоны. При изучении наклона наблюдается некоторое повышение твердости в узком температурном интервале, что особенно заметно для проб с 16,2 и 18,4 вес. % Al, где этот переход протекает при относительно невысоких температурах. Такое повышение твердости мы связываем с фазовым наклепом при превращениях сплавов, что видно из сопоставления температур, при которых происходит отклонение  $H_k$  от экспоненты, с температурами превращений. Из результатов исследования твердости  $\gamma$ -фаз системы медь-алюминий в зависимости от температуры следует, что это свойство чутко реагирует на изменения фазовых равновесий в системе.

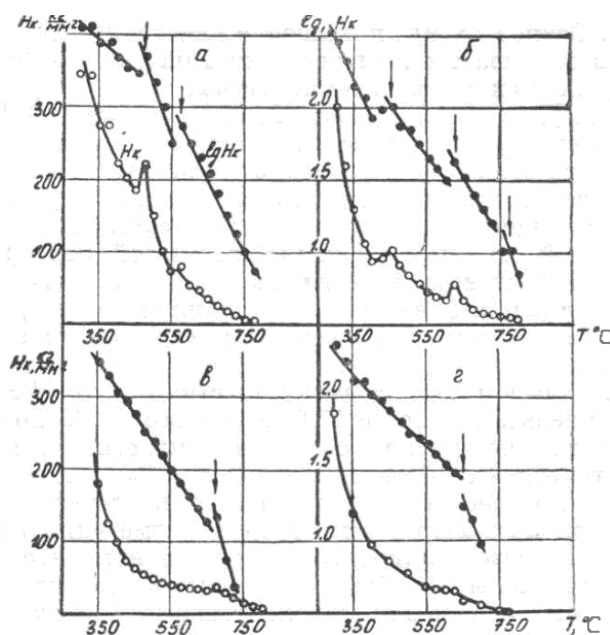


Рис. 6. Твердость медно-алюминиевых сплавов: а- с 16,2; б- с 18,4; в- с 19,7; г- с 20,3 вес. % Al в простых и полулогарифмических координатах

Таким образом, рассмотренные данные по изучению механических свойств (пластичность, прочность, твердость) и электросопротивления в зависимости от температуры сплавов системы медь – алюминий в области концентраций 20- 40 ат. % Al указывают на более сложный характер фазовых равновесий в системе, чем отражено на принятой диаграмме состояния [1].

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Хансен М., Андерко К. Структуры двойных сплавов. т. 1, 2. -М., 1962г.
- 2 Мак Д.Дж., Бёркль А.Дж., Крабсек В.А. Пластичность сложной кубической  $\gamma_2$  - фазы системы медь-алюминий. В сб.: «Механические свойства металлических соединений». -М., 1962г., 236с.
- 3 Алиев Н.А. О применимости закона Видемана- Франца к сплавом меди с алюминием. Тр. ин-та физики и математики АН Азербайджанской ССР. Т.8., 1986г., 101с.
- 4 Аширимбетов Ж.А., Бегимов Т.Б., Мелихов В.Д., Пресняков А.А. Влияние температуры на физико-механические свойства алюминиевых бронз. В сб. «Свойства меди и её сплавов». -Алма-Ата., 1979г.
- 5 Воробьев В.Г. Металловедение и обработка металлов. Т.3., 1958г.

#### REFERENCES

- 1 Khansen M., Anderko K. Struktury dvoynykh spлавov. T.1, 2. -M., 1962g.
- 2 Mak D.Dzh., Berkl A.Dzh., Krabsek V.A. Plastichnost clozhnoi kubicheskoi  $\gamma_2$  - fazy sistemy med-alyuminiy. V sb.: «Mekhanicheskie svoistva metallicheskikh soedineniy». –M., 1989, -608s.
- 3 Aliev N.A. O primenimosti zakona Videmana- Frantsa k splavam medi s alyuminiem. Tr. In-ta fiziki I matematiki AN Azerbaidzhanskoi SSR. T.8., 1986g., 101s.
- 4 Ashirimbetov Zh.A., Begimov T.B., Melikhov V.D., presnyakov A.A. Vliyanie temperatury na fiziko-mekhanicheskie svoistva alyuminiyevykh bronz. V sb. «Svoistva medi i ee spлавov». – Alma- Ata., 1979 g.
- 5 Vorobev V.G. Metallovedenie I obrabotka metallov. T.3., 1958g.

Бегимов Т.Б., Қоқанбаев М.З., Шомполова Д.А., Ығылымжан А.

**Мыс-алюминий жүйесіндегі электронды концентрациясы  $e/a=21/13$  электронды фаза қасиеттерінің температуралық өзгерістері**

**Түйіндеме.** Бұл жұмыста мыс- алюминий жүйесіндегі алюминидің 30- 40 ат. % аралығындағы қоспалар қасиеттерінің температураға тәуелділігі зерттелген.

**Түйін сөздер** – электр кедергінің жылулық коэффициенті, қаттылық, иірімділік, дилатометрия

Бегимов Т.Б., Қоқанбаев М.З., Шомполова Д.А., Ығылымжан А.

**Температурные изменения свойств электронной фазы с электронной концентрацией  $e/a=21/13$  в системе медь-алюминий**

**Резюме.** В работе изучены температурные изменения свойств сплавов системы медь-алюминий из области 30- 40 ат. % Al.

**Ключевые слова** – термический коэффициент электросопротивления, пластичность, прочность, дилатометрия

Begimov T.B., Kokanbaev M.Z., Shompolova D.A., Ygylymzhan A.

**Thermal changes of electron phase properties with electron concentration  $e/a=21/13$  in Cu-Al system.**

**Summary.** Thermal changes of the alloy properties of Cu-Al system with 30-40 atomic percentages of Al.

**Key words:** thermal coefficient of electrical resistance, plasticity, strength, Dilatometry.

**В.Г. Голубев, К.С. Надиров, М.К. Жантасов, Г.Ж. Бимбетова,  
М.У. Калменов, К. Исабекова**  
(Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,  
Шымкент, Республика Казахстан)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ САФЛОРОВОГО МАСЛА

**Аннотация.** Поставлена проблема бурения скважин, связанная с разнообразием и особенностью пород, имеющих различную связуемость и прочие факторы. Решение возможно на основе использования новых компонентов, позволяющих совершенствовать состав буровых промывочных жидкостей и технологии применения реагентов с высокими антикоррозионными и триботехническими свойствами. Представлены методы и методики исследования физико-химических свойств сафлорового масла. Приведены результаты исследований физико-химических свойств данного продукта.

**Ключевые слова:** Методика исследования, физико-химические свойства, сафлоровое масло, антикоррозионные и триботехнические свойства.

Результаты бурения геологоразведочных скважин и, как следствие, динамика прироста запасов полезных ископаемых, во многом зависят от эффективности проходки бурением интервалов скважин, представленных толщей слабосвязных и несвязных горных пород.

При бурении геологоразведочных скважин традиционными способами в слабосвязных и несвязных породах, представленных песками, валунно-галечными и моренными отложениями происходит сужение и обрушение ствола скважины, что приводит к прихватам бурового инструмента, перебурке уже пройденных интервалов и обуславливает усложнение конструкций скважин, увеличение металлоемкости за счет постановки дополнительных обсадных колонн и удорожание процесса бурения.

В настоящее время эта проблема решается либо путем создания технических средств и технологий бурения с одновременным креплением ствола скважины колонной обсадных труб, либо за счет разработки специальных составов промывочной жидкости, способной за счет своих крепящих свойств удерживать ствол скважины в устойчивом состоянии. Применение специальных составов промывочных жидкостей является неотъемлемой частью первого способа и по экономическим и технологическим параметрам более выгодно. Для достижения поставленной цели повышения качества буровых промывочных жидкостей совершенствованием состава и технологии применения реагентов с высокими антикоррозионными и триботехническими свойствами в представленной работе применялась комплексная методика лабораторных исследований триботехнических, антикоррозионных и общетехнологических показателей БПЖ с учетом и анализом ранее проведенных исследований в этой области [1-4]. Как известно, при разработке ингибиторов коррозии, а также добавок, повышающих противоизносные и смазочные свойства, возникает вопрос оперативного получения достоверных экспериментальных данных по определению эффективности разработанных продуктов. Работы эти трудоемки и связаны с наличием соответствующей квалификации у занятых этими работами специалистов и наличием достаточных материальных и временных ресурсов. В этом отношении очень выгодно привлечение современных электрохимических методов исследования, обладающих необходимым уровнем достоверности и требующих значительно меньшее время на получение надежных результатов. Поэтому нами обращено главное внимание на разработку новых методических приемов и методов электрохимического анализа разрабатываемых продуктов.

Особенно трудоемок процесс получения информации об уровне эффективности в случае применения реагентов, показывающих слабо отличающиеся друг от друга значения соответствующих показателей в данных конкретных условиях испытаний, в то время как при других параметрах испытаний эти продукты могут отличаться друг от друга по эффективности в несколько раз. Получение информации об антикоррозионных свойствах реагентов значительно менее трудоемко.

С целью исследования физико-химических свойств сафлорового масла авторами данной работы были разработаны и использованы методики качественного и количественного анализа предложенных препаратов сафлорового масла с применением методов ТСХ, ГЖХ и УФ-спектрофотометрии. Кроме того, были проведены исследования жирно-кислотного состава и



определение физико-химических характеристик масла из семян сафлора красильного. Осуществлялись следующие методы анализа: физические, химические, хроматографические, спектральные, статистические.

Физические методы анализа заключались в следующем.

Плотность образцов масла определяли с использованием набора ареометров общего назначения ИСП.А1 (ГФ РФ XII издания, ч.1, с. 40, метод 3) [9].

Показатель преломления измеряли с помощью рефрактометра «RL-3» согласно методике, описанной в ГФ РФ XII издания, ч.1, с. 52-53 [11].

Величину pH измеряли при помощи электронного pH-метра «MP-225» (ГФ РФ XII издания, ч.1, с. 89-90) [9].

Химические методы заключались в следующем.

а) Качественные реакции

Для обнаружения основных групп БАС и решения вопросов стандартизации ЛРС использовались следующие пробирочные реакции:

1. Цианидиновая реакция (проба Shinoda). К 1-2 мл исследуемого образца прибавляют 5 капель концентрированной хлористоводородной кислоты и 5-10 мг магния. Образуется красно-малиновое окрашивание (флавоноиды) [11].

б) Хроматографические методы

в) Тонкослойная хроматография

Для тонкослойно-хроматографического анализа водно-спиртовых извлечений указанных образцов сырья и выделенных соединений использовали пластинку «Сорбфил ПТСХ-АФ-А-УФ» (Россия). В опытах применяли системы растворителей:

1 - хлороформ-этанол, 19:1;

2 - хлороформ-этанол, 9:1; 36

3 – хлороформ-этанол-вода, 26:16:3;

4 – хлороформ-метанол, 6:1;

5 - н-бутанол-уксусная кислота-вода

г) Адсорбционная жидкостная колоночная хроматография

д) Газожидкостная хроматография

Изучение жирно-кислотного состава масла проводили методом газожидкостной хроматографии после предварительного перевода жирных кислот в метиловые эфиры по методике ГОСТ Р 51483-99 [8]. Лабораторную пробу жидкого растительного масла тщательно перемешивают, отобранную навеску массой 0,1 г помещают в стеклянную пробирку и растворяют в 1,9 см<sup>3</sup> гексана. В гексановый раствор вводят 0,1 см<sup>3</sup> раствора метилата натрия в метаноле молярной концентрации 2 моль/дм<sup>3</sup>. После интенсивного перемешивания в течение 2 мин реакционную смесь отстаивают 5 мин и центрифугируют в течение 10 мин. Отбирают для анализа верхний прозрачный слой – 1 мкл.

Полученные пробы анализировали на газовом хроматографе «Кристалл 5000» с детектором по ионизации в пламени. Подготовленную согласно ГОСТ Р 51483-99 [8] анализируемую пробу в объеме 1 мкл вводили в испаритель газового хроматографа. Использовали хроматографическую капиллярную кварцевую колонку с привитой фазой HP – FFAP, длиной 50 м, внутренним диаметром 0,32 мм, толщиной фазы 0,32 мкм. Газ-носитель – азот, скорость потока - 1 мл/мин.

Определение жирно-кислотного состава масла осуществляли по времени выхода соответствующих метиловых эфиров при следующих хроматографических условиях: температура испарителя – 200 °С; детектора -220 °С. начальная температура термостата 100 °С, затем колонку нагревали со скоростью 5 °С/мин до температуры 220 °С; общее время анализа – 2 ч.

Время удерживания каждого компонента жирного масла сравнивалось с результатами экспериментальных данных по времени удерживания, полученным при газохроматографическом анализе стандартов, в качестве которых используется смесь метиловых эфиров высших жирных кислот производства фирмы «SUPERO (CATALOG №: 47885 – U), страна производитель - США.

Спектральные методы заключались в следующем.

При изучении флавоноидного состава сафлора красильного использовались УФ-, ЯМР-спектроскопия, масс-спектрометрия, а также сочетание экстракционных методов и перекристаллизации.



а) УФ-спектрофотометрия

Спектрофотометрическое определение традиционно применено для качественной и количественной оценки содержания основных групп действующих веществ, относящихся к различным классам БАС, а также некоторых индивидуальных соединений. Для этих целей использовали метод прямой и дифференциальной спектрометрии на спектрофотометре «Specord 40» (Analytik Jena) в кюветах с толщиной слоя 10 мм. Раствором сравнения служил 40 %, 70 %, 95 % спирт этиловый и вода. Результаты измерений обрабатывались с помощью программы WinASPECT Excel.

При определении количественного содержания действующих веществ в сырье сафлора красильного нами были приняты за основу подходы к анализу, базирующиеся на определении суммы флавоноидов в пересчете на РСО сафлорозид методом УФ-спектрометрии [5, 6, 7, 12, 13, 14]. Кроме того, спектроскопию (с использованием различных ионизирующих и комплексообразующих добавок) применяли для идентификации выделенных веществ в совокупности с данными результатов химических превращений, данных масс - и ЯМР - спектров, ИК-спектров [12].

б) <sup>1</sup>H-ЯМР-спектроскопия и масс-спектрометрия.

Спектральные и физико-химические свойства выделенных веществ изучали с использованием следующих методов: <sup>1</sup>H-ЯМР-спектры регистрировали на приборе «Bruker AM 300 (300 мГц); масс-спектры электронного удара регистрировали на масс-спектрометре «Kratos MS-30» при энергии ионизирующих электронов 70 эВ и варьировании температуры ионного источника от 100 до 250 °С; регистрацию УФ-спектров проводили с помощью спектрофотометра «Specord 40» (Analytik Jena). Определение температуры плавления выделенных веществ осуществляли на блоке Кофлера [12].

Статистические методы.

Статистическую обработку экспериментальных данных исследований (P=95%) проводили с помощью программ StatSoft Statistica 6.0, Microsoft Excel с вычислением граничных значений доверительного интервала среднего результата и определением ошибки единичного определения (ГФ XI, вып. 1, стр. 199) [10]. Отсутствие систематической ошибки разработанных методик подтверждали опытами с добавками ГСО цинарозида и РСО сафлорозид. Результаты исследований сведены в таблицы № 1 и № 2.

Таблица 1. **Физико-химические константы сафлорового масла**

№	Характеристика	Диапазон колебаний	Опытные значения
1	Относительная плотность	0,919-0,924	0,920
2	Показатель преломления, 25°С	1,473-1,426	1,424
3	Йодное число (12/100г)	115-155	125
4	Кислотное число (мг КОН/г)	0,78-5,76	1,87
5	Число омыления (мг КОН/г)	188,0-209,6	196,5
6	Эфирное число (мг КОН/г)	-	194,6
7	Перекисное число	До 10,0	9,3

Таблица 2. **Жирно-кислотный состав масла сафлора**

№	Название жирной кислоты	Индекс жирной кислоты	Жирно-кислотный состав по ГОСТ 30623-98(массовая доля, %)*	Жирно-кислотный состав образца (массовая доля, %)*
1	Миристиновая	C 14:0	0,2	До 1,0
2	Пальмитиновая	C 16:0	6,3	2,0-10,0
3	Пальмитоминовая	C 16:1	0,1	До 0,5
4	Стеариновая	C 18:0	2,8	1,0-10,0
5	Олеиновая	C 18:1	10,5	7,0-42,0
6	Линолевая	C 18:2	78,5	55,0-81,0
7	Линоленовая	C 18:3	0,7	До 1,0
8	Арахидоновая	C 20:0	0,1	До 0,5
9	Гондоиновая	C 20:1	0,4	До 0,5
10	Бегеновая	C 22:0	0,4	До 0,5

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Басарыгин Ю.М., Булатов А.И., Проселков Ю.М. Осложнения и аварии при бурении нефтяных и газовых скважин. М.: ООО Недра-Бизнесцентр, 2000. -649 с.
- 2 Городнов В.Д. Физико-химические методы предупреждения осложнений в бурении. - М.: Недра, 1964. - 229 с.
- 3 Грей Дж. Р., Дарли Г. С. Г. Состав и свойства буровых агентов (промывочных жидкостей). -М.: Недра, 1985. 509 с.
- 4 Конесев Г.В., Мавлютов М.П., Сливак А.И. Противоизносные и смазочные свойства буровых растворов. М.: Недра. - 1980. - 144 с.
- 5 Беликов В.В. Реакции комплексообразования в анализе флавоноидов / В.В. Беликов, Т.В. Точкова // Фенольные соединения и их физиологические свойства. – Алма-Ата, 1973. – С. 168-172.
- 6 Георгиевский В.П. Биологически активные вещества лекарственных растений / В.П. Георгиевский, Н.Ф. Комиссаренко, С.Е. Дмитрук. - Новосибирск: Наука, Сибирское отд., 1990. – 336 с.
- 7 Георгиевский В.П. Применение хроматографии в тонком слое для идентификации и количественного определения биологически активных веществ растительного происхождения / В.П. Георгиевский – М.: Наука, 1978. – 68 с.
- 8 ГОСТ Р 51483-99. Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров индивидуальных жирных кислот к их сумме. Введ. 01.01. 2001. М., 2000. - 8 с.
- 9 Государственная фармакопея Российской Федерации. – 12 изд. – М.: Научный центр экспертизы средств медицинского применения, 2008. – Ч.1. – 704 с.
- 10 Государственная фармакопея СССР. Общие методы анализа / МЗ СССР. – 11 изд. – М.: Медицина, 1987. – Вып. 1. – 336 с.
- 11 Государственная фармакопея СССР. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье / МЗ СССР. – 11 изд. – М.: Медицина, 1990. – Вып. 2. – 398 с.
- 12 Куркин В.А. Фармакогнозия: Учебник для фармацевтических вузов (факультетов). 2-е изд., перераб. и доп. / В.А. Куркин. - Самара: ООО «Офорт», ГОУ ВПО «СамГМУ Росздрава», 2007. - 1239 с. 13
- 13 Куркин В.А. Физико-химические методы исследования природных биологически активных соединений. Ч. 1. Хроматографические методы: Учебное пособие / В.А. Куркин, В.Б. Браславский, Е.В. Авдеева, М.Ф. Сенцов, Л.Д. Климова, И.Ф. Шаталаев. – Самара: СамГМУ. - 1997. – 38 с.
- 14 Шаршунова М. Тонкослойная хроматография в фармации и клинической биохимии / М. Шаршунова, В. Шварц, Ч. Михалец. – М.: Мир, 1980. – Т. 1, 2.

REFERENCES

- 1 Basarygin Yu.M., Bulatov A.I., Proselkov Yu.M. Oslozhneniya i avarii pri burenii neftyanykh i gazovykh skvazhin. M.: ООО Nedra-Biznessentr, 2000. -649 s.
- 2 Gorodnov V.D. Fiziko-khimicheskiye metody preduprezhdeniya oslozhneny v burenii. - M.: Nedra, 1964. - 229 s.
- 3 Grey Dzh. R., Darli G. S. G. Sostav i svoystva burovykh agentov (promyvochnykh zhidkostey). -M.: Nedra, 1985. 509 s.
- 4 Konesev G.V., Mavlyutov M.P., Slivak A.I. Protivoiznosnye i smazochnye svoystva burovykh rastvorov. M.: Nedra. - 1980. - 144 s.
- 5 Belikov V.V. Reaktsii kompleksobrazovaniya v analize flavonoidov / B.V. Belikov, T.V. Tochкова // Fenolnye soyedineniya i ikh fiziologicheskiye svoystva. – Alma-Ata, 1973. – S. 168-172.
- 6 Georgiyevsky V.P. Biologicheski aktivnye veshchestva lekarstvennykh rasteny / V.P. Georgiyevsky, N.F. Komissarenko, S.E. Dmitruk. - Novosibirsk: Nauka, Sibirskoye otd., 1990. – 336 s.
- 7 Georgiyevsky V.P. Primeneniye khromatografii v tonkom sloye dlya identifikatsii i kolichestvennogo opredeleniya biologicheski aktivnykh veshchestv rastitelnogo proiskhozhdeniya / V.P. Georgiyevsky – M.: Nauka, 1978. – 68 s.
- 8 GOST R 51483-99. Masla rastitelnye i zhiry zhivotnye. Opredeleniye metodom gazovoy khromatografii massovoy doli metilovykh efirov individualnykh zhirnykh kislot k ikh summe. Vved. 01.01. 2001. M., 2000. - 8 s.
- 9 Gosudarstvennaya farmakopeya Rossyskoy Federatsii. – 12 izd. – M.: Nauchny tsentr ekspertizy sredstv meditsinskogo primeneniya, 2008. – Ch.1. – 704 s.
- 10 Gosudarstvennaya farmakopeya SSSR. Obshchiye metody analiza / MZ SSSR. – 11 izd. – M.: Meditsina, 1987. – Вып. 1. – 336 с.
- 11 Gosudarstvennaya farmakopeya SSSR. Obshchiye metody analiza. Lekarstvennoye rastitelnoye syrye / MZ SSSR. – 11 izd. – М.: Meditsina, 1990. – Вып. 2. – 398 с.
- 12 Kurkin V.A. Farmakognoziya: Uchebnik dlya farmatsevticheskikh vuzov (fakultetov). 2-e izd., pererab. i dop. / V.A. Kurkin. - Samara: ООО «Ofort», GOU VPO «SamGMU Roszdrava», 2007. - 1239 s. 13

13 Kurkin V.A. Fiziko-khimicheskiye metody issledovaniya prirodnikh biologicheskikh aktivnykh soyedineniy. Ch. 1. Khromatograficheskiye metody: Uchebnoye posobiye / V.A. Kurkin, V.B. Braslavsky, Ye.V. Avdeyeva, M.F. Sentsov, L.D. Klimova, I.F. Shatalayev. – Samara: SamGMU. - 1997. – 38 s.

14 Sharshunova M. Tonkosloynaya khromatografiya v farmatsii i klinicheskoy biokhimii / M. Sharshunova, V. Shvarts, Ch. Mikhalets. – M.: Mir, 1980. – Т. 1, 2.

В.Г. Голубев, К.С. Надилов, М.К. Жантасов, Г.Ж. Бимбетова, М.У. Калменов, К. Исабекова

**Сафлорлы майдың физикалық-химиялық қасиеттерін зерттеу**

**Түйіндеме.** Бұл жұмыста ұнғыманы бұрғылау кезіндегі жыныстардың түрлі ерекшеліктері мен олардың басқа да факторлармен байланыстылығы келтірілген. Шешім – бұрғылау жуу сұйықтарының құрамымен жоғары коррозияға төзімді және триботехникалық қасиеттерімен реагенттерді пайдалану технологиясын жетілдіруді қолдану мүмкіндігі бар жаңа компоненттерді қолдану негізін қарастырады. Сафлорлы майдың физикалық-химиялық әдістері мен әдістемелері ұсынылды. Берілген өнімнің физикалық-химиялық зерттеу нәтижелері келтірілді.

**Түйін сөздер:** Зерттеу әдістемелері, физикалық-химиялық қасиеттері, сафлорлы майлар, коррозияға төзімді және триботехникалық қасиеттер.

Golubev V.G., Nadirov K.S., Zhantsov M.K., Bimbetova G.Zh., Kalmenov M.U., Isabekova K.

**Investigation of the physicochemical properties of safflower oil**

**Summary.** The paper sets up the problem of drilling associated with a variety of features and species having different connectability and other factors. Solution is possible through the use of new components that allow to improve the composition of drilling fluids and application technology of reagents with high corrosion and tribological properties. Methods and techniques of research of physical and chemical properties of safflower oil. Results of investigations of physical and chemical properties of the product.

**Key words:** methods of research, physicochemical properties, safflower oil, anti-corrosion and tribological properties.

УДК. 539.3

А. Абдусаттаров<sup>1</sup>, А.И. Исомиддинов<sup>1</sup>, Д.С. Куракбаев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта,  
Ташкент, Республика Узбекистан,

<sup>2</sup>Южно-Казахстанский государственный университет им.М.Ауезова,  
Шымкент, Республика Казахстан, [kurakbayev\\_ds@mail.ru](mailto:kurakbayev_ds@mail.ru))

**К ПРОЦЕДУРЕ РАСЧЕТА ТОНКОСТЕННЫХ СТЕРЖНЕЙ ПРИ  
ПРОСТРАНСТВЕННО – ПЕРЕМЕННЫХ НАГРУЖЕНИЯХ С УЧЕТОМ ОБОБЩЕННОГО  
ПРИНЦИПА МАЗИНГА**

**Аннотация.** Приведены схема реализации и пример расчета тонкостенных стержней при пространственно-переменном нагружении, а также максимальные значения элементов вектора перемещений при циклическом нагружении по обобщенному принципу Мазинга.

**Ключевые слова:** тонкостенный стержень, принцип Мазинга, переменные нагружения, упругопластические деформации, напряжения.

В работе приведены схемы реализации и пример расчета тонкостенных стержней при пространственно – переменном нагружении на основе теории малых упругопластических деформаций А.А.Ильюшина – В.В.Москвитина [1,2] и уточненной теории стержней, предложенной В.З.Власовым, Г.Ю. Джанелидзе и В.К.Кабуловым [3].

Рассмотрим тонкостенный стержень произвольного сечения при воздействии внешних переменных сил. Ось OX направим по длине стержня, а оси OZ и OY – по поперечному сечению.

Следуя [2], введем разности

$$\bar{u}_i^{(n)} = (-1)^n (u_i^{(n-1)} - u_i^{(n)}), \bar{e}_{ij}^{(n)} = (-1)^n (e_{ij}^{(n-1)} - e_{ij}^{(n)}), \bar{\sigma}_{ij}^{(n)} = (-1)^n (\sigma_{ij}^{(n-1)} - \sigma_{ij}^{(n)}) \quad (1)$$

На основании допущений [3] выражения для перемещения точек стержня при переменном нагружении представим в виде:

$$\begin{aligned} \bar{u}_1^{(n)} &= \bar{u}^{(n)} - y\bar{\alpha}_1^{(n)} - z\bar{\alpha}_2^{(n)} + \varphi\bar{v}^{(n)} + a_1\bar{\beta}_1^{(n)} + a_2\bar{\beta}_2^{(n)}, \\ \bar{u}_2^{(n)} &= \bar{v}^{(n)} - z\bar{\theta}^{(n)}, \bar{u}_3^{(n)} = \bar{w}^{(n)} + y\bar{\theta}^{(n)}, \end{aligned} \quad (2)$$

где  $\bar{u}^{(n)}$ ,  $\bar{v}^{(n)}$ ,  $\bar{w}^{(n)}$  – перемещение центральной линии стержня;  $\bar{\alpha}_1^{(n)}$ ,  $\bar{\alpha}_2^{(n)}$  – углы поворота сечения при чистом изгибе;  $\bar{\beta}_1^{(n)}$ ,  $\bar{\beta}_2^{(n)}$  – углы поперечного сдвига,  $\bar{\theta}^{(n)}$  – угол кручения,  $\bar{v}^{(n)}$  – погонная закрутка при n-ном нагружении,  $\varphi$  – функция кручения.

На основе вариационного принципа Лагранжа с использованием соотношения Коши и связи между напряжениями и деформациями получено вариационное уравнение равновесия стержней при пространственно – переменном упруго-пластическом нагружении (для простоты записи знак чертой опускаем):

$$\begin{aligned}
 & \int_x \left[ \left( \frac{dN_x^{(k)}}{dx} + N_x^{i\dot{a}(k)} + N_x^{i(k)} \right) \delta U^{(k)} - \left( \frac{dM_y^{(k)}}{dx} - Q_1^{(k)} + M_y^{i\dot{a}(k)} + M_y^{i(k)} \right) \delta \alpha_1^{(k)} - \right. \\
 & - \left( \frac{dM_z^{(k)}}{dx} - Q_2^{(k)} + M_z^{i\dot{a}(k)} + M_z^{i(k)} \right) \delta \alpha_2^{(k)} + \left( \frac{dM_\varphi^{(k)}}{dx} - M_\varphi^{(k)} + M_\varphi^{i\dot{a}(k)} + M_\varphi^{i(k)} \right) \delta v^{(k)} + \\
 & + \left( \frac{dM_{a_1}^{(k)}}{dx} - Q_{a_1}^{(k)} + M_{a_1}^{i\dot{a}(k)} + M_{a_1}^{i(k)} \right) \delta \beta_1^{(k)} + \left( \frac{dM_{a_2}^{(k)}}{dx} - Q_{a_2}^{(k)} + M_{a_2}^{i\dot{a}(k)} + M_{a_2}^{i(k)} \right) \delta \beta_2^{(k)} + \\
 & + \left( \frac{dQ_1^{(k)}}{dx} + Q_1^{i\dot{a}(k)} + Q_1^{i(k)} \right) \delta W^{(k)} + \left( \frac{dM_x^{(k)}}{dx} + M_x^{i\dot{a}(k)} + M_x^{i(k)} \right) \delta \theta^{(k)} + \\
 & \left. \left( \frac{dQ_2^{(k)}}{dx} + Q_2^{i\dot{a}(k)} + Q_2^{i(k)} \right) \delta V^{(k)} \right] dx - \\
 & - \left[ (N_x^{(k)} - N_x^{\tilde{A}(k)}) \delta U^{(k)} - (M_y^{(k)} - M_y^{\tilde{A}(k)}) \delta \alpha_1^{(k)} - (M_z^{(k)} - M_z^{\tilde{A}(k)}) \delta \alpha_2^{(k)} + \right. \\
 & + (M_\varphi^{(k)} - M_\varphi^{\tilde{A}(k)}) \delta v^{(k)} + (M_{a_1}^{(k)} - M_{a_1}^{\tilde{A}(k)}) \delta \beta_1^{(k)} + (M_{a_2}^{(k)} - M_{a_2}^{\tilde{A}(k)}) \delta \beta_2^{(k)} + \\
 & \left. + (Q_1^{(k)} - Q_1^{\tilde{A}(k)}) \delta W^{(k)} + (M_x^{(k)} + M_x^{\tilde{A}(k)}) \delta \theta^{(k)} + (Q_2^{(k)} - Q_2^{\tilde{A}(k)}) \delta V^{(k)} \right]_{\tilde{A}} = 0, \quad (3)
 \end{aligned}$$

где  $N_x^{(k)}$ ,  $M_y^{(k)}$ ,  $M_z^{(k)}$ ,  $M_\varphi^{(k)}$ ,  $M_{a_1}^{(k)}$ ,  $M_{a_2}^{(k)}$ ,  $Q_1^{(k)}$ ,  $Q_2^{(k)}$ ,  $M_x^{(k)}$ ,  $Q_{a_1}^{(k)}$ ,  $Q_{a_2}^{(k)}$  и  $M_\varphi^{(k)}$  внутренние усилия при  $k$ -ом нагружении.

Если при переменных упругопластических нагружениях величина текущей внешней нагрузки превышает величину нагрузки предыдущего полуцикла, то нарушаются условия теоремы о переменном нагружении. Тогда, для решения краевых задач, следуя [4], текущие компоненты напряжений выразим через текущие компоненты деформаций.

На основе соотношения (3) выводится система нелинейных дифференциальных уравнений с соответствующими граничными условиями в векторной форме:

1. Для величин с чертой:

$$\frac{d}{dx} \left[ (A^{yn} - A^{nn(n)}) \frac{d\bar{U}^{(n)}}{dx} + (B^{yn} - B^{nn(n)}) \bar{U}^{(n)} \right] + (C^{yn} + C^{nn(n)}) \frac{d\bar{U}^{(n)}}{dx} + (D^{yn} - D^{nn(n)}) \bar{U}^{(n)} = \bar{Q}^{(n)} \quad (4)$$

$$\left\{ - (A^{yn} - A^{nn(n)}) \frac{d\bar{U}^{(n)}}{dx} + (B^{yn} - B^{nn(n)}) \bar{U}^{(n)} - \bar{Q}_r^{(n)} \right\} d\bar{U}^{(n)} \Big|_r = 0 \quad (5)$$

2. Для текущих величин:

$$\begin{aligned}
 & \frac{d}{dx} \left[ (A^{yn} - A^{nn(k)}) \frac{d\vec{V}^{(k)}}{dx} + (B^{yn} - B^{nn(k)}) \vec{V}^{(k)} \right] + (C^{yn} - C^{nn(k)}) \frac{d\vec{V}^{(k)}}{dx} + (D^{yn} - D^{nn(k)}) \vec{V}^{(k)} = \vec{F}^{(k)} + \\
 & \frac{d}{dx} \left( A^{nn(k)} \frac{d\vec{V}^{0(k-1)}}{dx} + B^{nn(k)} \vec{V}^{0(k-1)} \right) + C^{nn(k)} \frac{d\vec{V}^{0(k-1)}}{dx} + D^{nn(k)} \vec{V}^{0(k-1)} + \\
 & + \sum_{m=1}^{k-1} \left\{ \frac{d}{dx} \left[ A^{nno(k-m)} \frac{d}{dx} (\vec{V}^{0(k-m)} - \vec{V}^{0(k-m-1)}) + B^{nno(k-m)} (\vec{V}^{0(k-m)} - \vec{V}^{0(k-m-1)}) \right] + \right. \\
 & \left. + C^{nno(k-m)} \frac{d}{dx} (\vec{V}^{0(k-m)} - \vec{V}^{0(k-m-1)}) + D^{nno(k-m)} (\vec{V}^{0(k-m)} - \vec{V}^{0(k-m-1)}) \right\}, \quad (6)
 \end{aligned}$$

добавляются соответствующие граничные условия.

Здесь  $\vec{V}^{(k)}$  - вектор функция девятого порядка:

$$\vec{V}^{(k)} = \{W^{(k)}, \alpha_1^{(k)}, \beta_1^{(k)}, V^{(k)}, \alpha_2^{(k)}, \beta_2^{(k)}, U^{(k)}, \theta^{(k)}, v^{(k)}\}$$

Матрицы  $A, B, C$  и  $D$  - квадратные матрицы девятого порядка,  $\vec{F}^{(k)}, \vec{Q}^{(k)}$  - векторы внешних сил девятого порядка.

Для решения краевой задачи (4) – (5) и (6) используется метод конечных разностей [5] и в процессе их аппроксимации применяется центральная разностная схема второго порядка точности. В результате получена система нелинейных алгебраических уравнений, с соответствующими граничными условиями.

Система уравнений с граничными условиями решается комбинацией метода прогонки и неявных итерационных процессов по рекуррентным формулам[4,5]:

$$\bar{U}_i^{(n)} = \hat{\alpha}_i^{(n)} \bar{U}_{i+1}^{(n)} + \hat{\beta}_i^{(n)}, \dots i = N-1, \dots 1. \quad (7)$$

Приведены способы построения вектора функции  $\bar{Q}_i^{(n)}$  и коэффициентов  $\hat{\alpha}_1^{(n)}, \hat{\beta}_1^{(n)}, \hat{\alpha}_{N-1}^{(n)}, \hat{\beta}_{N-1}^{(n)}$ , также элементов матриц.

Для решения системы нелинейных алгебраических уравнений применяется явный и неявный итерационный процесс. Итерационный процесс прекращается при выполнении условия

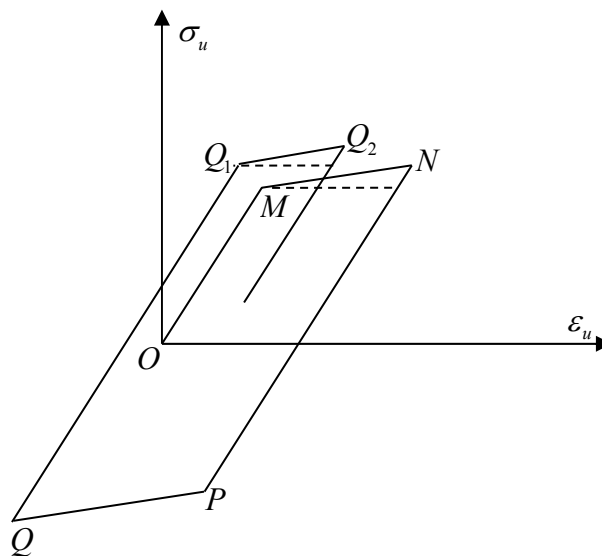
$$\max_i |\bar{U}_i^{(n, \gamma+1)} - \bar{U}_i^{(n, \gamma)}| < \varepsilon \max_i |\bar{U}_i^{(n, \gamma+1)}|$$

где  $\gamma$  - количество итерации,  $n$  – число циклов,  $\varepsilon$  - точность вычисления.

Для определения истинных значений расчетных величин воспользуемся формулой (1), например,

$$U^{(n)} = U' + \sum_{k=2}^n (-1)^{k-1} \bar{U}^{(k)}, \sigma_{ij}^{(n)} = \sigma'_{ij} + \sum_{k=2}^n (-1)^{k-1} \bar{\sigma}_{ij}^{(k)} \quad (8)$$

На основе обобщенного принципа Мазинга (рис.1) с помощью параметра  $\alpha_k$  учитываются циклические свойства материалов, т.е. рассматриваются циклически идеальные, упрочняющиеся и разупрочняющиеся материалы.



**Рис.1.** Схематическая диаграмма циклического деформирования с учетом обобщенного принципа Мазинга

В случае обобщенного принципа Мазинга  $\lambda_k = \lambda$ ,  $\bar{\varepsilon}_s^{(k)} = \alpha_k \varepsilon_s$ . Масштабные коэффициенты  $\alpha_k$  вычисляются по следующей формуле [2]:

$$\alpha_k = Q(k-1)^\wp \quad (9)$$

здесь  $Q$ ,  $\wp$ - константы материала. При этом для циклически упрочняющихся материалов  $\alpha_k > 2$ , для разупрочняющихся  $\alpha_k < 2$ , а для циклически идеальных материалов  $\alpha_k = 2$ .

Вводя различные значения масштабного коэффициента  $\alpha_k$  для четных и нечетных полуциклов нагружения, можно описать также упруго-пластические свойства циклически анизотропных материалов:

$$\alpha_k = Q^* (k-1)^\wp + \frac{Q-Q^*}{2} [1 - (-1)^k] (k-1)^\wp \quad (10)$$

здесь константы материалов  $Q, Q^*$  и  $\wp$  определяются экспериментально.

Для реализации данного алгоритма составлена модифицированная комплексная программа на объектно-ориентированном языке Delphi.

В качестве примера произведен расчет тонкостенных стержней прямоугольного поперечного сечения, заземленного по торцам при повторно – переменном нагружении.

Задача решена при следующих исходных данных: геометрические и механические характеристики стержня:  $l=250$  см,  $h_0=10$  см  $b_0=10$  см,  $E=2 \cdot 10^6$  кг/см<sup>2</sup>,  $\sigma_s=3210$  кг/см<sup>2</sup>,  $\varepsilon_s=0.0015$ ; равномерно распределенные внешние нагрузки:  $f_0^+ = 25$ ;  $f_0^- = 50$ ;  $\bar{f}_0^+ = 10$ ;  $\bar{f}_0^- = 5$  (кг/см<sup>2</sup>);

$$\bar{\gamma} = \frac{\pi}{4}; \alpha = \frac{\pi}{3}; \gamma^* = \frac{\pi}{6}; \alpha^* = \frac{\pi}{2}; q^{(k)} = (-1)^{k+1}.$$

В таблице 1 для иллюстрации приводятся максимальные значения элементов вектора перемещений  $\bar{V}_i^{(k)}$  по длине стержня при циклическом нагружении ( $k=1,2,3,4,5$ ) по обобщенному принципу Мазинга–Москвитина для различных материалов.

Для определения истинных значений расчетных величин воспользовались теоремой о переменном нагружении. Условием появления вторичных, третичных и т.д. пластических областей является  $\bar{\sigma}_u^{(k)} \geq \alpha_k \sigma_s$ , где  $\alpha_k$  - масштабный коэффициент.

Отметим, что значения расчетных величин, полученные с применением теоремы о переменном нагружении и на основе соотношений, связывающих компоненты напряжений и деформаций в текущих координатах при использовании обобщенного принципа Мазинга совпадают.

Таблица 1. Максимальные значения элементов вектора перемещений по длине стержня при циклическом нагружении по обобщенному принципу Мазинга-Москвитина

Вектор перемещений ( $\bar{V}_i^{(k)}$ )	число нагр. ( $k$ )	Циклически упрочняющийся		Циклически разупрочняющийся
		В-96 $Q=2,08; \wp=0,047$	Д-16Т $Q=2,02; \wp=0,03$	Ст. ТС $Q=1,93; \wp=0,011$
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
$W^{(1)}(0.5)$	1	-0,27217078	-0,27217078	-0,27217078
$\bar{W}^{(k)}(0.5)$	2	0,54432625	0,54433769	0,54435589
	3	-0,54431336	-0,54432956	-0,54435274
	4	0,54430573	0,54432480	0,54435092
	5	-0,54430034	-0,54432138	-0,54434963
$W^{(5)}(0.5)$		-0,27215250	-0,27215924	-0,27216635
$\alpha_1^{(k)}(0.2)$	1	-0,82530072	-0,82530072	-0,82530072
$\bar{\alpha}_1^{(k)}(0.2)$	2	1,65055491	1,65058966	1,65064538
	3	-1,65051591	-1,65056491	-1,65063576

	4	1,65049275	1,65055051	1,65063016
	5	-1,65047651	-1,65054020	-1,65062621
$\alpha_1^{(5)}(0.2)$		-0,82524549	-0,82526567	-0,82528715
$\beta_1^{(k)}(0.1)$	1	-0,01985111	-0,01985111	-0,01985111
$\bar{\beta}_1^{(k)}(0.1)$	2	0,03970113	0,03970194	0,03970327
	3	-0,03970023	-0,03970136	-0,03970304
	4	0,03969970	0,03970103	0,03970291
	5	-0,03969933	-0,03970079	-0,03970282
$\beta_1^{(5)}(0.1)$		-0,01984984	-0,01985029	-0,01985079
$V^{(k)}(0.5)$	1	-0,25519159	-0,25519159	-0,25519159
$\bar{V}^{(k)}(0.5)$	2	0,51036890	0,51037953	0,51039654
	3	-0,51035692	-0,51037199	-0,51039365
	4	0,51034984	0,51036755	0,51039197
	5	-0,51034482	-0,51036438	-0,51039079
$V^{(5)}(0.5)$		-0,25517460	-0,25518087	-0,25518752
$\alpha_2^{(k)}(0.2)$	1	-0,77379434	-0,77379434	-0,77379434
$\bar{\alpha}_2^{(k)}(0.2)$	2	1,54754504	1,54757742	1,54763037
	3	-1,54750855	-1,54755440	-1,54762132
	4	1,54748690	1,54754095	1,54761609
	5	-1,54747170	-1,54753130	-1,54761240
$\alpha_2^{(5)}(0.2)$		-0,77374265	-0,77376167	-0,77378159

ЛИТЕРАТУРА

1. Ильюшин А.А. Пластичность. –М.: Гостехиздат, 1948. -376 с.
2. Москвитин В.В. Циклические нагрузки элементов конструкций. –М.: Наука, 1981. -344 с.
3. Кабулов В.К. Алгоритмизация в теории упругости и деформационной теории пластичности. -Ташкент: Фан, 1966. -394 с.
4. Буриев Т. Алгоритмизация расчёта несущих элементов тонкостенных конструкций. -Ташкент: Фан, 1986. -244 с.
5. Самарский А.А. Введение в теорию разностных схем. –М.: Наука, 1971. –532 с.
6. Абдусаттаров А., Исомиддинов А.И. и др. Алгоритмы расчета тонкостенных стержней при пространственно – переменных нагрузениях // Матер. VII Международ. науч. симпозиума, «Проблемы прочности, пластичности и устойчивости». -Тверь, 2011. –С.50-54.
7. Рашидов Т.Р., Абдусаттаров А., Исомиддинов А.И. Моделирование процессов пластического деформирования и повреждаемости тонкостенных стержней при пространственно-переменном нагружении // Докл. АН РУз. 2011. - №4. -С.38-41.

REFERENCES

1. Il'yushin A.A. Plastichnost'. –M.: Gostekhizdat, 1948. -376 s.
2. Moskvitin V.V. Tsiklicheskie nagruzheniya elementov konstruksiy. –M.: Nauka, 1981. -344 s.
3. Kabulov V.K. Algoritmizatsiya v teorii uprugosti i deformatsionnoy teorii plastichnosti. -Tashkent: Fan, 1966. -394 s.
4. Buriev T. Algoritmizatsiya rascheta nesushchikh elementov tonkostennykh konstruksiy. -Tashkent: Fan, 1986. -244 s.
5. Samarskiy A.A. Vvedenie v teoriyu raznostnykh skhem. –M.: Nauka, 1971. –532 s.
6. Abdusattarov A., Isomiddinov A.I. i dr. Algoritmy rascheta tonkostennykh sterzhney pri prostranstvenno – peremennykh nagruzheniyakh // Mater. VII Mezhdunarod. nauch. simpoziuma, «Problemy prochnosti, plastichnosti i ustoychivosti». -Tver', 2011. –S.50-54.
7. Rashidov T.R., Abdusattarov A., Isomiddinov A.I. Modelirovanie protsessov plasticheskogo deformirovaniya i povrezhdaemosti tonkostennykh sterzhney pri prostranstvenno-peremennom nagruzhenii // Dokl. AN RUz. 2011. - №4. -S.38-41.



Абдусаттаров А., Исомиддинов А.И., Құрақбаев Ж.С.

**Мазинг жалпылық принципін есепке ала отырып, кеңістікті-айнымалылы күш түсіру арқылы жұқа қабырғалы стерженді есептеу рәсімі**

**Түйіндеме.** Кеңістікті-айнымалылы күш түсіру арқылы жұқа қабырғалы стерженді есептеу мысалы және амалға асыру схемасы, сондай-ақ Мазинг жалпылық принципі бойынша мүшелердің ең үлкен мәндері берілген.

**Кілттік сөздер:** жұқа қабырғалы стержень, Мазинг принципі, айнымалы күш түсіру, серіппелі-пластикалық деформация, кернеу.

Абдусаттаров А., Исомиддинов А.И., Курақбаев Д.С.

**К процедуре расчета тонкостенных стержней при пространственно – переменных нагружениях с учетом обобщенного принципа Мазинга**

**Резюме.** Приведены схема реализации и пример расчета тонкостенных стержней при пространственно-переменном нагружении, а также максимальные значения элементов вектора перемещений при циклическом нагружении по обобщенному принципу Мазинга.

**Ключевые слова:** тонкостенный стержень, принцип Мазинга, переменные нагружения, упругопластические деформации, напряжения.

Abdusattarov A., Isomiddinov A.I., Kurakbayev D.S.

**By the procedure of calculation of thin-walled bar with space - variable loading based on the generalized principle of Masing**

**Summary.** A scheme of the implementation is performed and the calculation of thin-walled bar with spatially variable loading, and the maximum values of the elements of the vector of displacements under cyclic loading on the generalized principle of Masing.

**Key words:** thin-wall bar, Masing principle, variable load, elastic-plastic deformation, stress.

УДК 532.529

**Е.А. Нысанов, Н.К. Аширбаев, С.Д. Курақбаева**

(Южно-Казахстанский государственный университет им.М.Ауезова,  
Шымкент, Республика Казахстан, [sevam@mail.ru](mailto:sevam@mail.ru))

## **АНАЛИТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ НЕУСТАНОВИВШЕГОСЯ ОДНОСКОРОСТНОГО РАВНОМЕРНОГО ТЕЧЕНИЯ ДВУХФАЗНЫХ СРЕД В ОТКРЫТЫХ КАНАЛАХ**

**Аннотация.** Исходя из общей математической модели двухфазного потока получена модель неустановившегося односкоростного равномерного течения двухфазных сред в открытых каналах. На основе этой модели получены аналитические формулы для определения скоростей, расстояний добегаания фаз и смеси в зависимости от истинных плотностей, концентраций фаз и коэффициента взаимодействия между фазами. На основе полученных формул построены графики в среде компьютерной математики Mathcad. Полученные результаты выявляют основные гидродинамические закономерности и особенности неустановившегося односкоростного равномерного течения двухфазных сред.

**Ключевые слова:** двухфазная среда, односкоростное течение, концентрация, коэффициент взаимодействия, расстояние добегаания.

Рассмотрим односкоростное течение двухфазных сред, т.е. вертикальной и поперечной составляющими скоростей фаз пренебрегаем. Задача моделирования решается исходя из «взаимопроникающей модели двухфазных сред [1,2]. Как известно, течение в открытых каналах безнапорное. При этом считаем, что обе фазы несжимаемы и массовой силой можно пренебречь [3,4]. Тогда уравнений течения для рассматриваемого случая примут вид:

$$\begin{cases} \rho_1 \frac{\partial u_1}{\partial t} + \rho_1 u_1 \frac{\partial u_1}{\partial x} = \frac{4}{3} \mu_1 \frac{\partial}{\partial x} \left( f_1 \frac{\partial u_1}{\partial x} \right) + \mu_1 \frac{\partial}{\partial y} \left( f_1 \frac{\partial u_1}{\partial y} \right) + \mu_1 \frac{\partial}{\partial z} \left( f_1 \frac{\partial u_1}{\partial z} \right) + K(u_2 - u_1), \\ \rho_2 \frac{\partial u_2}{\partial t} + \rho_2 u_2 \frac{\partial u_2}{\partial x} = \frac{4}{3} \mu_2 \frac{\partial}{\partial x} \left( f_2 \frac{\partial u_2}{\partial x} \right) + \mu_2 \frac{\partial}{\partial y} \left( f_2 \frac{\partial u_2}{\partial y} \right) + \mu_2 \frac{\partial}{\partial z} \left( f_2 \frac{\partial u_2}{\partial z} \right) + K(u_1 - u_2), \end{cases} \quad (1)$$

а уравнений неразрывности

$$\begin{cases} \frac{\partial \rho_1}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(\rho_1 u_1) = 0, \\ \frac{\partial \rho_2}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(\rho_2 u_2) = 0, \end{cases}$$

$$\rho_1 = \rho_{1i} \cdot f_1, \rho_2 = \rho_{2i} \cdot f_2, f_1 + f_2 = 1,$$

где  $\rho_1, \rho_2$  – приведенные плотности фаз;

$u_1, u_2$  – продольные составляющие скорости фаз;

$\mu_1, \mu_2$  – коэффициенты вязкости фаз;

$f_1, f_2$  – концентраций (объемные содержания) фаз;

$K$  – коэффициент взаимодействия между фазами;

$\rho_{1i}, \rho_{2i}$  – истинные плотности фаз;

$x, y, z$  – координатные оси;

$t$  – время.

Рассмотрим частный случай: течение считаем равномерным по всем направлениям, т.е.  $u_1 = u_1(t), u_2 = u_2(t)$  означает среднюю скорость фаз по поперечному сечению канала. Такое явление происходит при осадке дождя с постоянной скоростью на свободную поверхность равномерного течения в открытых каналах. Предположим, что концентраций первой и второй фаз постоянными, т.е.

$$f_1 = const, \text{ следовательно и } f_2 = const$$

Это значит, что в данном случае в любой единице объема количество первой и второй фазы остается постоянным, не зависит от координат и времени. Так как, рассматриваются несжимаемые среды, то из постоянства концентраций следует, что

$$\rho_1 = const, \rho_2 = const.$$

Тогда уравнений течения согласно (1) можно записать в следующем виде:

$$\begin{cases} \rho_{1i} f_1 \frac{du_1}{dt} = K(u_2 - u_1), \\ \rho_{2i} f_2 \frac{du_2}{dt} = K(u_1 - u_2), \end{cases} \quad (2)$$

которая решается с начальными условиями

$$\begin{cases} u_1 = u_1^0 \text{ при } t = 0, \\ u_2 = u_2^0 \text{ при } t = 0. \end{cases} \quad (3)$$

Слагая первое и второе уравнение системы (2) имеем

$$\rho_{1i}f_1 \frac{du_1}{dt} + \rho_{2i}f_2 \frac{du_2}{dt} = 0,$$

отсюда  $\frac{d}{dt}(\rho_{1i}f_1u_1 + \rho_{2i}f_2u_2) = 0,$

следовательно, учитывая (3) получим

$$\rho_{1i}f_1u_1 + \rho_{2i}f_2u_2 = \rho_{1i}f_1u_1^0 + \rho_{2i}f_2u_2^0.$$

Из этого уравнения находим:

$$u_2 = Au_1^0 + u_2^0 - Au_1, \quad (4)$$

где  $A = \frac{\rho_{1i}f_1}{\rho_{2i}f_2}.$

После подстановки (4) в первое уравнение системы (2) получаем

$$\rho_{1i}f_1 \frac{du_1}{dt} = K(Au_1^0 + u_2^0 - Au_1 - u_1),$$

из этого имеем дифференциальное уравнение относительно  $u_1$ :

$$\frac{du_1}{dt} = B - Cu_1, \quad (5)$$

где  $B = K\left(\frac{u_1^0}{\rho_{2i}f_2} + \frac{u_2^0}{\rho_{1i}f_1}\right);$

$$C = K\left(\frac{1}{\rho_{2i}f_2} + \frac{1}{\rho_{1i}f_1}\right).$$

Интегрируя уравнение (5) при начальном условии  $u_1 = u_1^0$  при  $t = 0$  находим

$$u_1 = \frac{B}{C} - \frac{B - Cu_1^0}{C} e^{-Ct} \quad (6)$$

Далее используя (4), (6) определяем расстояние добегаания первой и второй фаз, а также смеси по следующим формулам:

$$x_1 = \int_0^t u_1 dt = \frac{B}{C}t + \frac{B - Cu_1^0}{C^2}(e^{-Ct} - 1), \quad (7)$$

$$x_2 = \int_0^t u_2 dt = \left( Au_1^0 + u_1^0 - \frac{AB}{C} \right) t - \frac{A(B - Cu_1^0)}{C^2} (e^{-Ct} - 1), \quad (8)$$

$$x_{cm} = \int_0^t (f_1 u_1 + f_2 u_2) dt = f_1 \int_0^t u_1 dt + f_2 \int_0^t u_2 dt = f_1 x_1 + f_2 x_2. \quad (9)$$

В данном случае свободная поверхность изменяется во времени по следующему закону

$$\frac{dH}{dt} = V, \quad (10)$$

следовательно

$$H = H_0 + V \cdot t,$$

где  $H_0$  – уровень свободной поверхности при  $t=0$ ;

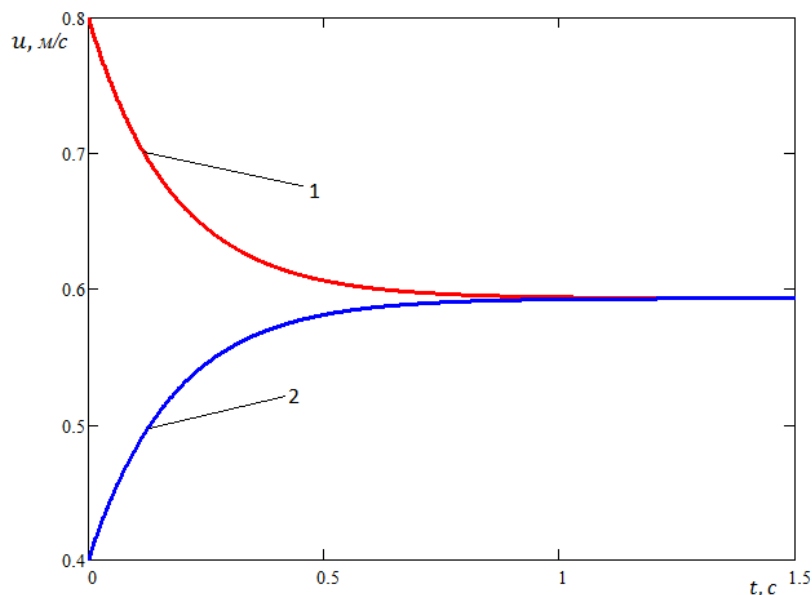
$V$  - постоянная скорость притока на свободную поверхность.

Расчеты по формулам (4), (6), (7) – (10) проводились в среде Mathcad [5,6] при следующих исходных данных:

$$\rho_{1i} = 100 \text{ кг} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4, \quad \rho_{2i} = 250 \text{ кг} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4, \quad K = 200 \text{ кг} \cdot \text{с} / \text{м}^4, \quad f_1 = 0,7,$$

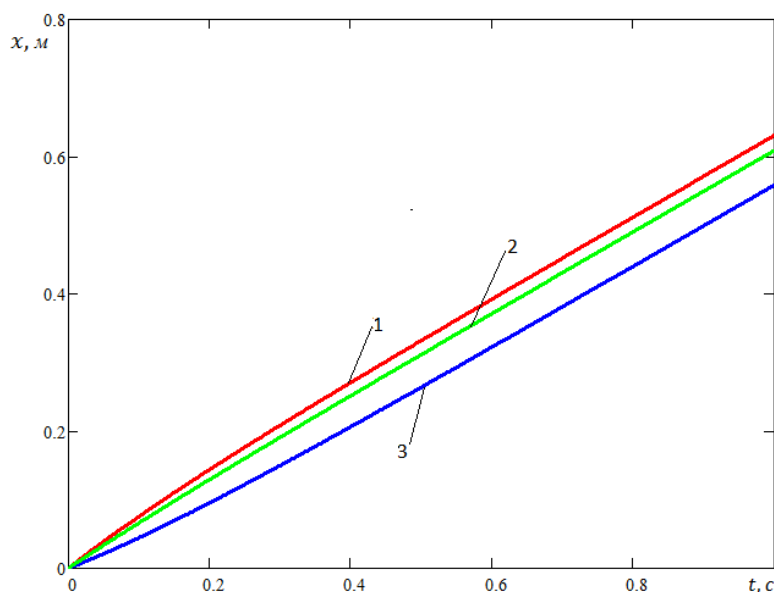
$$f_2 = 0,3, \quad u_1^0 = 0,8 \text{ м} / \text{с}, \quad u_2^0 = 0,4 \text{ м} / \text{с}, \quad H_0 = 2 \text{ м}, \quad V = 0,005 \text{ м} / \text{с}.$$

Полученные результаты представлены в виде графиков.



1 – скорость первой фазы; 2 – скорость второй фазы.

Рис. 1. Изменение скорости во времени



1 – расстояние добегания первой фазы; 2 – расстояние добегания смеси; 3 – расстояние добегания второй фазы.

**Рис. 2.** Изменение расстояния добегания во времени

Анализ полученных результатов показывает, что с течением времени скорости фаз стремятся к одному и тому же постоянному числу (Рисунок 1). Расстояние добегания смеси меньше, чем расстояние добегания первой (вода) фазы и больше, чем второй (твердые частицы) фазы (Рисунок 2).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Нигматулин Р.И. Динамика многофазных сред. Часть 1,2. – М.: Наука, 1987. - 464 с.
2. Файзуллаев Д.Ф., Умаров А.И., Шакиров А.А. Гидродинамика одно – и двухфазных сред и её приложения. – Ташкент: Фан, 1980. – 164с.
3. Nysanov E.A., Medetbekova R.A., Medetbekov M.M. Solution of the Problem of Steady Motion of the Perfect Biphase Media in the Open Uniform Cross-Section Channels // World Applied Sciences Journal, №29(2),2014, P.219-222.
4. Nysanov E.A., Medetbekova R.A., Myrkhalykov Zh., Medetbekov M.M. and Zhaydakbayeva L.. Solution for Permanent Flow of An Ideal Biphase Medium in Open Channels of a Constant Cross Section // Biomedical and Pharmacology Journal, vol.7(1), P.175-177,2014.
5. Дьяконов В.П. Энциклопедия Mathcad 2001i и Mathcad 11. – М.: СОЛОН –Пресс, 2004. - 831 с.
6. Кирьянов Д. MathCAD 12. – Санкт Петербург: БХВ – Петербург, 2005. – 557 с.

#### REFERENCES

1. Nigmatulin R.I. Dynamics of multiphase media. Part 1.2. - M.: Nauka, 1987. - 464 p.
2. Fayzullaev D.F., Umarov A.I., Shakirov A.A. Hidrodinamika jedno – i dvukhfaznykh sred i ee prilozheniya. – Tashkent: Fan, 1980. – 164s.
3. Nysanov E.A., Medetbekova R.A., Medetbekov M.M. Solution of the Problem of Steady Motion of the Perfect Biphase Media in the Open Uniform Cross-Section Channels // World Applied Sciences Journal, №29(2),2014, P.219-222.
4. Nysanov E.A., Medetbekova R.A., Myrkhalykov Zh., Medetbekov M.M. and Zhaydakbayeva L.. Solution for Permanent Flow of An Ideal Biphase Medium in Open Channels of a Constant Cross Section // Biomedical and Pharmacology Journal, vol.7(1), P.175-177,2014.
5. Dyakonov V.P. Encyclopedia Mathcad 2001i and Mathcad 11. – M.: SOLON -Press, 2004. -831s.
6. Kir'yanov D. MathCAD 12. – Sankt - Petersburg: BHV – Petersburg, 2005. – 557 s.

Нысанов Е.А., Аширбаев Н.К., Құрақбаева С.Ж.

**Ашық каналдардағы екі фазалы ортаның тұрақталған бір жылдамдықты және бірқалыпты ағысының есебін аналитикалық шешу**

**Түйіндеме.** Екі фазалы ағымның жалпы математикалық моделінен ашық каналдардағы екі фазалы ортаның тұрақталған бір жылдамдықты және бірқалыпты ағысының моделі алынған. Осы модель негізінде фазалардың тығыздықтары мен концентрацияларына және фазалардың өзара әсерлесу коэффициентіне тәуелді жағдайда фазалардың және қоспаның жылдамдықтарын, жетіп бару қашықтықтарын анықтау үшін аналитикалық формулалар алынған. Алынған формулалар негізінде Mathcad компьютерлік математика ортасында графиктер салынған. Алынған нәтижелер екі фазалы ортаның тұрақталған бір жылдамдықты және бірқалыпты ағысының негізгі гидродинамикалық заңдылықтары мен ерекшеліктерін айқындайды.

**Кілттік сөздер:** екі фазалы орта, бір жылдамдықты ағыс, концентрация, өзара әсерлесу коэффициенті, жетіп бару қашықтығы.

Нысанов Е.А., Аширбаев Н.К., Курақбаева С.Д.

**Аналитическое решение задачи неустановившегося односкоростного равномерного течения двухфазных сред в открытых каналах**

**Резюме.** Исходя из общей математической модели двухфазного потока получена модель неустановившегося односкоростного равномерного течения двухфазных сред в открытых каналах. На основе этой модели получены аналитические формулы для определения скоростей, расстояний добега фаз и смеси в зависимости от истинных плотностей, концентраций фаз и коэффициента взаимодействия между фазами. На основе полученных формул построены графики в среде компьютерной математики Mathcad. Полученные результаты выявляют основные гидродинамические закономерности и особенности неустановившегося односкоростного равномерного течения двухфазных сред.

**Ключевые слова:** двухфазная среда, односкоростное течение, концентрация, коэффициент взаимодействия, расстояние добега.

Nysanov E.A., Ashirbaev N.K., Kurakbayeva S.D.

**Analytical solution of unsteady flow of two-phase single-speed uniform environments in open channels**

**Summary.** Based on the general mathematical model of two-phase flow model is obtained transient single-speed two-phase media of uniform flow in open channels. Based on this model analytical formulas are taken for determining the speed, distance lag phase and the mixture according to the true density, concentration of phase and interaction coefficient between the phases. On the basis of formulas are built into the graphics environment of computer mathematics Mathcad. The results are obtained reveal the basic hydrodynamic laws and features of the unsteady flow of two-phase single-speed uniform environments.

**Key words:** two-phase medium, one-speed flow, concentration, interaction coefficient, distance lag.

УДК 53.072; 53:681.3

**Е.В. Шмыгалев**

(КазНУ имени аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан)

## **ПРОГРАММИРОВАНИЕ КАСКАДНО-ВЕРОЯТНОСТНЫХ ФУНКЦИЙ С УЧЕТОМ ПОТЕРЬ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ИОНОВ**

**Аннотация.** В работе рассмотрено моделирование каскадно-вероятностных функций с учетом потерь энергии для ионов. Представлен алгоритм расчета каскадно-вероятностных функций (КВФ), произведены расчеты (КВФ). Рассмотрены сложности и особенности КФ-функций с учетом потерь энергии для ионов, возникающие при расчетах. Найдены области нахождения результата КВФ в зависимости от глубины проникновения частиц, от числа взаимодействий. Результаты расчетов представлены в виде графиков.

При программировании радиационно-физических задач необходимо рассчитывать сечения взаимодействий, каскадно-вероятностные функции с учетом потерь энергии для электронов, протонов, альфа-частиц и ионов, спектры первично-выбитых атомов и концентрацию радиационных дефектов в твердых телах при электронном, протонном, альфа и ионном облучениях.

Нами рассмотрено моделирование на ЭВМ КВФ с учетом потерь энергии для ионов. При расчете на ЭВМ каскадно-вероятностных функций с учетом потерь энергии для ионов возникают трудности, связанные с особенностями этих функций. Так, например, при больших значениях числа

столкновений, отдельные члены КВ-функций дают переполнение, и производить вычисления непосредственно по формулам для этих функций невозможно. В таких случаях используются специальные формулы, позволяющие рассчитать эти функции. Все вычисления выполняются с двойной точностью. Для ионов результат для каскадно-вероятностной функции находится в определенной ограниченной области, которая постоянно меняется в зависимости от различных физических параметров. Поэтому для расчета КВ-функций для ионов в зависимости от числа взаимодействий и глубины проникновения необходимо найти реальную область результата. Получены основные закономерности поведения результата и шага в зависимости от первоначальной энергии первичной частицы, атомного номера налетающей частицы и мишени, глубины проникновения, числа взаимодействий.

Для вычисления КВФ используется следующая удобная для расчета модернизированная формула:

$$\psi_n(h', h, E_0) = \prod_{i=1}^n \left( \frac{\ln \frac{(E_0 - kh')}{(E_0 - kh)}}{ak} - (h - h') \right) \frac{1}{\lambda_0^i} * \exp \left( \left( \frac{h - h'}{\lambda_0} \right) - \frac{1}{\lambda_0 ak} \ln \left( \frac{E_0 - kh'}{E_0 - kh} \right) \right) \quad (1)$$

При подборе аппроксимационных кривых возникают некоторые особенности и сложности. Отметим их [1].

1. Основная сложность заключается в подборе коэффициентов аналитического выражения, описывающего рассчитанные сечения взаимодействий.

2. После выбора аппроксимационной формулы в левой части выражения имеем значения сечений, порядки которых возрастают пропорционально атомному весу от  $10^7$  до  $10^{11}$ , а в правой части имеются очень малые значения глубин от  $10^{-6}$  до  $10^{-3}$  см., причем с увеличением сечения взаимодействия глубины уменьшаются еще сильнее. Эта сложность реализуется следующим образом: обе части подобранного аппроксимационного выражения делим на коэффициент  $10^n$ , где  $n$  - порядок масштабирования. Например, для азота, титана, кремния, меди, серебра, золота в титане  $n=7$ ; для золота в титане, кремнии, серебре, меди  $n=10$ , для золота в золоте  $n=11$ . Значение  $n$  зависит от атомного веса налетающей частицы, но не зависит от атомного номера мишени.

3. Поскольку шаг по глубине неравномерен, необходимо достаточно хорошо задать начальные данные  $\sigma_0$ ,  $a$ ,  $E_0$ ,  $k$ . Процесс подбора аппроксимационной кривой может состоять из нескольких этапов, включающих в себя последовательное улучшение коэффициентов аппроксимации, пока теоретическое корреляционное отношение не будет достаточно высоко.

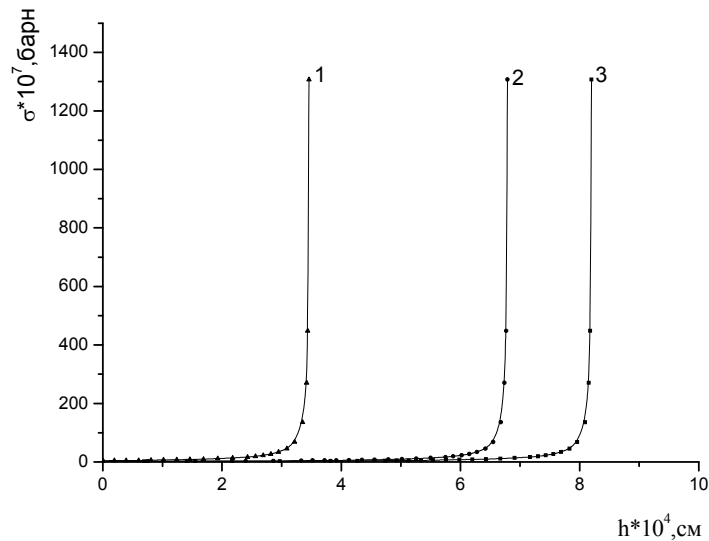
Опишем основные правила выбора начальных данных.

1. Рассматривается зависимость энергии от глубины наблюдения для данной налетающей частицы, конкретной мишени и заданной первоначальной энергии. Отсюда находится начальное значение коэффициента  $k$ . За начальное значение  $\sigma_0$  берется значение сечения, рассчитанное по формуле Резерфорда при энергии, равной первоначальной энергии первичной частицы.

2. За начальное значение  $E_0$ , берется значение первоначальной энергии первичной частицы.

3. Коэффициент  $a$  находится индивидуально для каждой зависимости сечения взаимодействия от глубины наблюдения.

На рисунке 1 представлен результат подбора аппроксимаций для углерода в железе.



**Рис. 1.** Аппроксимация модифицированного сечения каскадно-вероятностной функции для углерода в железе при  $E_0=900(1), 700(2), 300(3)$  кэВ.

Для того, чтобы рассчитать каскадно-вероятностную функцию с учетом потерь энергии для ионов в зависимости от числа взаимодействий, необходимо найти область определения результата. Как было показано в работе [1], физический смысл имеет результат от  $A_1 * 10^{-10}$  до  $A_2 * 10^{-10}$ , где  $A_1, A_2$  – вещественные числа.

В найденной области КВФ сначала возрастает, достигая максимума, и затем начинает убывать. Отметим некоторые закономерности поведения области результата при изменении числа взаимодействий частиц.

1. Находится значение параметра  $h/\lambda \approx n$ . При малом атомном весе налетающей частицы и малых глубинах максимальное значение КВФ достигается примерно при  $h/\lambda$ . С увеличением глубины наблюдения область результата начинает смещаться влево от соответствующего  $h/\lambda$  и сужаться. Например, для углерода в титане максимальное значение КВФ находится вблизи  $h/\lambda$ , затем начинает смещаться влево.

2. С уменьшением первоначальной энергии (налетающая частица и мишень одна и та же) при одной и той же глубине область результата также сужается и смещается влево.

3. С увеличением атомного веса налетающей частицы область нахождения результата смещается влево относительно  $h/\lambda$  и сужается.

4. При большом атомном весе налетающей частицы максимальное значение КВФ смещается влево относительно  $h/\lambda$  уже при малых глубинах, а при больших глубинах результат находится в узкой области (меньше 1%, серебро, золото).

5. Самая узкая область результата получается при большом атомном весе налетающей частицы и малой мишени на конце пробега и достигает сотых долей процентов. При этом время счета сильно растет.

6. Зависимость значения максимума КВФ от глубины наблюдения убывающая, от энергии при одной и той же глубине для любой налетающей частицы и любой мишени также убывающая.

7. В зависимости от атомного номера налетающей частицы при одной и той же глубине наблюдения и одной и той же энергии значение функции в точке максимума уменьшается, от атомного номера мишени колеблется.



Результаты расчетов КВФ в зависимости от числа взаимодействий представлены на рисунке 2.

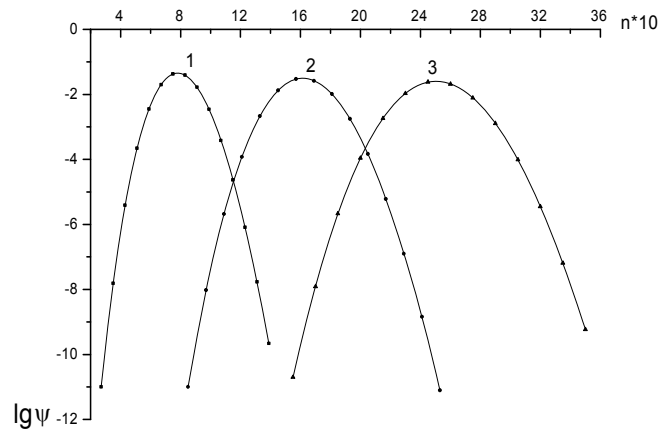


Рис. 2. Зависимость КВФ для углерода в титане от числа взаимодействий при  $E_0 = 900$  кэВ и  $h = 1, 2, 3$  ( $\cdot 10^{-4}$ ) (см) (1-3).

Отметим некоторые закономерности, возникающие при нахождении реальной области определения результата в зависимости от глубины проникновения [2].

1. Как показывают расчеты, при малом атомном весе налетающей частицы и небольших глубинах область результата КВФ в зависимости от  $h$  находится вблизи  $h$ , которое соответствует  $h/\lambda$ . С увеличением глубины наблюдения область результата смещается и сужается.

2. С уменьшением первоначальной энергии частицы (налетающая частица и мишень одна и та же) при одной и той же глубине наблюдения область результата смещается вправо и сужается.

3. С увеличением глубины наблюдения для любой налетающей частицы и любой мишени область результата смещается вправо и процент внутренней области уменьшается.

4. В зависимости от атомного номера налетающей частицы при одном и том же значении глубины  $h$  область результата смещается вправо, и процент внутренней области уменьшается, для тяжелых элементов (например, золото) начинается смещение области влево.

5. При большом значении атомного номера налетающей частицы область результата смещается вправо относительно  $h$ , соответствующего  $h/\lambda$  уже при малых глубинах.

6. При большом атомном весе налетающей частицы и мишени на конце пробега область результата очень сильно сужается. Если величина меньше 0.003%, то кривая переходит в прямую.

Результаты расчетов КВФ в зависимости от глубины проникновения представлены на рисунке 3.

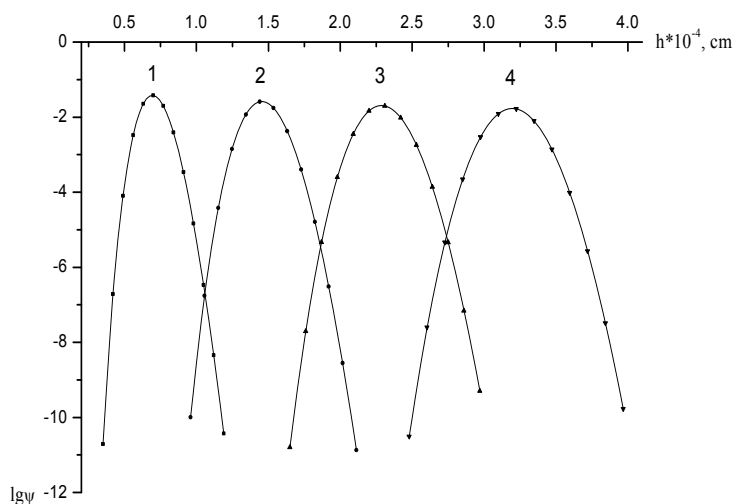


Рис. 3. Зависимость КВФ для углерода в титане от глубины проникновения при  $E_0 = 700$  кэВ,  $n = 110; 237; 384; 556$  (1-4).

ЛИТЕРАТУРА

1. А.А.Купчишин, А.И.Купчишин, Т.А.Шмыгалева. Компьютерное моделирование радиационно-физических задач. Монография. Алматы. Изд-во «Казак университеті». 2007 г. – 432 с.
2. А.А.Купчишин, А.И.Купчишин, Т.А.Шмыгалева и др. Моделирование на ЭВМ и экспериментальные исследования радиационных процессов в железе и твердых сплавах. Монография. Алматы. 2010 г. – 263 с.

Шмыгалева Е.В.

**Энергияның жоғалуын ескере отырып, иондарға арналған каскадты-ықтимал функцияларды программалау**

**Түйіндеме.** Бұл жұмыста иондар үшін энергия жоғалуларының ескерілуімен каскадты-ықтимал функцияларды модельдеу қарастырылған. Каскадты-ықтимал функцияларды (КЫФ) есептеу алгоритмдері көрсетіліп, (КЫФ) есептеулері келтірілген. Иондар үшін энергия жоғалуларының ескерілуімен КЫФ функцияларды есептеу кезіндегі ерекшеліктері мен күрделіліктері қарастырылған. Өзара әрекеттесу санынан бөлшектердің ену тереңдіктеріне тәуелді КЫФ-дың нәтижелерін табу аймағы көрсетілген. Есептеулер нәтижелері график түрінде көрсетілген.

Shmygalev E.

**Programming the cascade-probability functions, taking into consideration the energy loss of ions**

**Summary.** In the work, we considered the simulation of cascade-probability functions, taking into consideration the energy loss of ions. An algorithm for the calculation of the cascade-probability functions (CPF) is shown, calculations of the CPF are made. We considered the complexity and features of CP-functions that arise during the calculations. We found the results location area of the CPF (the CPF domain), depending on the depth of particles penetration and the number of interactions. The results are presented in graphs.

УДК 53.072

**Т.А. Шмыгалева, С.А. Әділжанова, Л.Ш. Черикбаева**  
(әль-Фараби атындағы ҚазҰУ, Алматы, Қазақстан Республикасы)

**ҚАШЫҚТЫҚТАН ОҚЫТУДЫҢ КЕЙС ТЕХНОЛОГИЯСЫ**

**Андатпа.** Мақалада қашықтықтан оқытудың инновациялық технологияларын оқу үдерісінде қолдану мәселелері қарастырылады. Бүгінде ақпараттандырылған заманда оқу үдерісінде ақпараттық технологияларды, кейстік технологияларды пайдалану түрлі мәселелер тудырумен қатар білім алушылардың таным сапасын жетілдіруге, оқу материалдарын меңгеру сапасын арттыруға және қолдануға тиімді. Жетілдірілген оқыту технологияларын, кейстік технологияларды қолдана отырып оқу үдерісіндегі ғылыми педагогикалық іс-әрекетті дамыту, білім алушыларда өзіндік жұмыс үлгілерді дамыту, тұлғаны нақтылыққа, жүйелі іс-әрекетке бейімдеу, таным сапасын жетілдірудегі кейстік технологияларды қолданудың қызметі басым қарастырылады.

Қашықтықтан білім беру технологиялары бойынша оқу үрдісін ұйымдастыру қағидаларын бекіту туралы Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2012-жылғы 19-қаңтардағы № 112 Қаулысы бойынша оқу үдерісіне елеулі өзгерістер енді.

Бәсекеге қабілетті кәсіби дамуға ұмтылатын маман өзінің негізгі қызметінен ауытқымай жаңа білім алу жолдарын іздестіреді. Ал, жоғары оқу орындары мамандарға қойылатын талаптардың өсуіне байланысты оқытудың жаңа формалары мен әдістерін іздестіреді, білім беруге жаңа технологиялар енгізеді. Осындай оқу үдерісін ұйымдастырудың жаңа формасының бірі – қашықтықтан оқыту технологиялары арқылы оқыту. Президентіміз Н.Ә.Назарбаевтың халыққа Жолдауында атап өткендей: «Білім жүйесінде атқарылып жатқан жұмыстардың барлығы индустрияландыру мен инновациялық дамудың негізі болуы керек!». Сол сияқты ҚР 2011-2020 жылдарға арналған білім бағдарламасында қашықтықтан электронды оқыту жүйесінің жан-жақты қарастырылуының өзі бүгінгі бәсекелес ғылым мен техниканың дамыған жаңа заман ғасыр ағымындағы негізгі мәселенің бірі болып табылады.

Олай болса, қашықтан оқыту технологиясы-оқу үрдісі кезінде оқып үйренушілер мен оқытушылар арасында интерактивті өзара іс-әрекетте оқытылып, материалдың негізгі көлемін оқып үйренушілерге жеткізуді қамтамасыз ететін, оқылған материалдарды меңгеру бойынша, сонымен бірге оқу үрдісі барысындағы оқып үйренушілердің өз бетімен жұмыс істеуіне мүмкіндік беретін ақпараттық технология. Қашықтан оқыту кез-келген білім саласында ақпараттық технологиялардың

кеңінен қолданылуына ықпал етеді. Қашықтан оқыту ақпараттық технологияларды, яғни компьютер, интернет желісі мен телекоммуникация құралдарын тікелей пайдалануға негізделген білім арудың жекеше түрі. Қашықтан оқыту жүйесінде қолданылатын техникалық құралдары мен технологияларына байланысты қазіргі уақытта бірнеше модельге бөлуге болады. Олардың ішінде кең қолданысқа ие келесі модельдер:

- Кейс технологиялық моделі.
- Желілік оқыту.

Қашықтан білім беру – жаңа ақпараттық технологиялар мен мультимедиялық жүйелер негізінде күндізгі, күндізгі – сырттай, кешкі және сырттай оқытудың элементтері үйлестірілген ерекше, жетілген түрі және қашықтан оқыту жүйесі қазіргі ақпараттандыру мен автоматтандыру кезеңінде заман ағынына сай жүйе болып табылады.

Қашықтықтан оқытудың басты мақсаты – Қашықтан білім беру жүйесіне өтуде бірінші жағдайда білім алушы мен оқытушының аумақтық орналасуына байланысты «өркениеттің ауысуы» деп атауға болады. Әлемде білім алушылардың қашықтан оқыту жүйесін таңдауда көбіне қақтығысатын негізгі себептер: аралас мамандықтырды меңгеру, еңбек нарығындағы жоғары бәсекелестік, кәсіптік өсудің үзіліссіздігі және еңбектің әсерлілігін арттыру қажеттілігі. Білім алушыларға қажетті бағдарламаны тұрғылықты жерінен алыстамай, мүмкіндігі шектеулі жандарды оқу орындарына келмей, мамандығы бар адамдарға жұмысынан қол үзбей өзіне қолайлы, қалаған уақытында қол жетімді ету.

Кейс технология. Кейстік технологиясы (ағылшынның case – потрфель) оқытудан жасалынған әдістемелік материалдармен іске асырылады. Кейс технологиясы немесе оқытудың нақты жағдайдағы әдісі ХХ-ғасырдың басында Америка Құрама Штаттарының Гарвард университетінің бизнес мектебінде пайда болған. Кейс термині алғаш рет американдық ғалым Коплендтің еңбектерінде пайдаланылған. Копленд 1921-жылы оқытудың нақты жағдайлар жинағын шығарып, кейс технологиясының амал-тәсілін қолдану жолдарын көрсеткен. Кейстік технология алғашқы кезде бизнес мектебінде ғана қолданылып келсе, бүгін де бұл әдіс арқылы оқытудың қолданылу аясы кеңіп, ол білім беру, құқық, мәдениеттану, медицина және т.б. салаларында жемісті қолданылуда. Кейс технологиясын қолдануда басты назар студенттердің ұсынылған шынайы немесе қиялдық (алдын-ала құрастырылған) жағдайларды талдауы және осы жағдайларға өзіндік баға беруі, өзінің ой-пікірін нақты әрі толық айтып беруде шәкірттің жеке тұлғалық қабілеттерін жетілдіруге аударылады.

Кейстік технология студенттердің дәстүрлі және қашықтықтан кеңес беруін ұйымдастыру кезінде мәтіндік, мультимедиялық оқу-әдістемелік материалдарды жинау және оларды пайдаланушылардың өз бетінше меңгеруі үшін жіберуге негізделген. Кейстік технологияға арналған материалдар түрлері мыналар: әдістемелік нұсқаулар, жұмыс дәптері, анықтама, оқу, аудио, бейне материалдар, бақылау және емтихан материалдары.

Қашықтықтан оқытуға арналған кейстердің өзіндік сапалық қасиеттері болады:

-Кейс құрамында белгілі бір нормативті талаптар жоқ. Кең таралған құжаттар мен дыбыс, анимация, графикалық кірістірулер, слайд-шоу пайдаланылады.

-Студент оқулықтың кез келген бетін қағазға шығара алады.

-Студент оқу материалдарына кез келген әдіспен қол жеткізе алады.

-Оқулыққа енгізілген білімді тексеру жүйесі бар.

-Оқулық бетінен ғаламтор ресурстарына қол жеткізуге болады.

Студентке оқу-әдістемелік кейс, яғни семестрге барлық материалдар мен тапсырмалар беріледі, студент тапсырмаларды орындап, график бойынша оқытушыға жіберіп отырады.

Қашықтықтан оқыту технологиясының артықшылықтары: Технологиялылық – жаңа технологиялар визуалды ақпараттарды жарқын әрі динамикалы ете отырып, оқу жүйесімен студенттің арасындағы белсенді қарым-қатынаспен оқу үдерісін құрады. Қол жетімділігі және оқудың айқындығы – үйден алыстамай оқу. Бұл жағдайда студент басқа қалада тұрып заман талабына сай ақпараттық технологиялар мен құралдарды, курстарды толық пайдалана алады. Уақытын ыңғайлы етіп қоюға және уақыт үнемдеуге болады. Денсаулық жағдайы бойынша шектеулер жоқ. Қала студенттері, үйлеріне ғаламтор қосылмаса, көптеген университеттерде компьютерлік сыныптарында ақысыз оқи алады. Қашықтықтан оқыту жүйесінің ерекшелігі – қашықтықтан оқыту өте ыңғайлы, оқшау, уақытқа тәуелсіз. Білім алушы оқу жылдамдығын өзі таңдайды, жеке сабақтарға бірнеше рет қайта оралып қарай алады, кейбір бөлімдерін өткізіп жібере алады. Мұндай жүйе студентті өз бетінше жұмыс істеуге және өз білімін ұдайы жетілдіруге жетелейді. Қашықтықтан оқыту танымның үдерісін жан-жақты, шығармашылықты және жеке етеді. Білім алушыға өз ойын

толық жеткізуге жаңа мүмкіндік ашады. Студентті субъективті бағалау факторларына жол берілмейді. Студенттің басқа пәндерден үлгерімі немесе топтың қиындық әсері және психологиялық әсерден сақтайды.

Қазіргі уақытта қашықтан оқыту жүйесінің қолданылу аясы елімізде әлі де болса кең етек ала қойған жоқ. Қазақстанда қашықтықтан оқыту жүйесінің қарқынды дамуы үшін:

- оқу орнында компьютерлік сыныптардың болуы және сол сыныптардың соңғы үлгідегі интерактивті-инновациялық құрал жабдықтармен қамтамасыз етілуі тиіс;

- ЖОО-да қашықтан оқыту курстары мен бағдарламалары жасалынған болуы тиіс;

- интернет желісіне қосылу төлемінің төмендетілуі.

- алыс-жақын шет елдердегі қашықтан оқытудың іс-тәжірибелерін үйрену және тиімді тұстарын пайдалануды іске асыру;

- қашықтан оқытудың арнаулы орталықтарын ашу;

- қашықтан оқыту әдістемелік құралдары, оқулықтарының, материалдардың тиімді пайдаланылуы керек.

Қорытындылай келе, ХХІ-ғасыр ғылыми технологияның ғасыры болғандықтан, компьютерлік сауаттылық заман талабы болып табылады. Қазақстандық жоғарғы оқу орындарында қашықтан оқыту енді ғана күшіне енуде деп айтса да болады. Еліміздің жоғарғы оқу орындарында тікелей қашықтан оқыту жүйесінің болуы Қазақстанда қашықтан оқыту жүйесінің дамуына үлкен әсер ететіндігі сөзсіз. Елбасы өзінің халыққа Жолдауында айтқан сөздері және ҚР 2011-2020 жылдарға арналған жаңа білім бағдарламасында қашықтықтан электронды оқыту жүйесінің жан-жақты қарастырылуы, елімізде бүгінгі күні білім жүйесінде атқарылып жатқан жаңа бағыттағы жұмыстардың барлығын модернизациялаудағы индустрияландыру мен инновациялық дамытуына негіз болып табылады. Болашақта еліміздің заманауи қашықтан оқыту жүйесінің кейстік технологиясын игеруде жоғары деңгейге жететініне сенеміз.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1. Достоинства и недостатки дистанционного обучения // Образование: путь к успеху. — Уфа, 2010.

2. Зайченко Т.П. Инвариантная организационно-дидактическая система дистанционного обучения. - СПб.: Астерион, 2008

3. Теория и практика дистанционного обучения / под ред. Е. С. Полат. — М.: Академия, 2004.

4. Научная библиотека КиберЛенинка: <http://cyberleninka.ru/article/n/distantionnoe-obuchenie-forma-tehnologiya-sredstvo#ixzz3FOBD7vT5>

5. Зайцева Л. А. Использование информационных компьютерных технологий в учебном процессе и проблемы его методического обеспечения // Интернет-журнал «Эйдос». 2006. 1 сентября. URL: <http://www.eidos.ru/journal/2006/0901-5.htm>. В надзаг: Центр дистанционного образования «Эйдос», e-mail: [list@eidos.ru](mailto:list@eidos.ru).

#### REFERENCES

1. Advantages and disadvantages of distance education // Education: way to success. – Ufa, 2010.

2. T.P. Zaichenko. Invariant and organization – didactic System of distance education. – Saint Petersburg.: “Asterion”, 2008.

3. Theory and practice of distance education / edited by I.S.Polat. – Moscow.: Academy, 2004.

4. Scientific library “CyberLeninka” (“КиберЛенинка”): <http://cyberleninka.ru/article/n/distantionnoe-obuchenie-forma-tehnologiya-sredstvo#ixzz3FOBD7vT5>

5. L.A. Zayceva. Using information computer technologies in education process and problems its methodical provision. // “Eidos” (“Эйдос”). 2006. 1st September. URL: <http://www.eidos.ru/journal/2006/0901-5.htm>. Center of distance education “Eidos” «Эйдос», e-mail: [list@eidos.ru](mailto:list@eidos.ru).

Шмыгалева Т.А., Әділжанова С.А., Черикбаева Л.Ш.

#### Қашықтықтан оқытудың кейс технологиясы.

**Андатпа.** Мақалада қашықтықтан оқытудың инновациялық технологияларын оқу үдерісінде қолдану мәселелері қарастырылады. Бүгінде ақпараттандырылған заманда оқу үдерісінде ақпараттық технологияларды, кейстік технологияларды пайдалану түрлі мәселелер тудырумен қатар білім алушылардың таным сапасын жетілдіруге, оқу материалдарын меңгеру сапасын арттыруға және қолдануға тиімді. Жетілдірілген оқыту технологияларын, кейстік технологияларды қолдана отырып оқу үдерісіндегі ғылыми педагогикалық іс-әрекетті дамыту, білім алушыларда өзіндік жұмыс үлгілерді дамыту, тұлғаны нақтылыққа, жүйелі іс-әрекетке бейімдеу, таным сапасын жетілдірудегі кейстік технологияларды қолданудың қызметі басым қарастырылады.

Шмыгалева Т.А., Адилжанова С.А., Черикбаева Л.Ш.

**Кейс технологии дистанционного обучения.**

**Резюме.** В статье рассматривается перечень вопросов, связанных с инновационными технологиями дистанционного обучения. В наше время, когда информационные технологии развиваются, использование информационных технологий и кейс технологий помогают повысить качество познания, повысить уровень усваивания обучающихся. Рассматриваются повышение научно педагогической деятельности в сфере обучения, развитие самостоятельности обучающихся, приспособление обучающихся к конкретике, к систематичной работе, используя усовершенствованные учебные технологии, кейс технологии, акцентируя внимание на использовании кейс технологии для повышении уровня познания обучающихся.

Shmygalev E., Adilzhanova S., Cherikbayev L.

**Case technologies in distance education.**

**Summary.** In article use innovative technologies in the course of distance learning is considered. At the moment in the information environment it is important to apply information technology, CASE technologies in order that to raise the knowledge level, quality of digestibility of materials. Using the modernized, advanced educational technologies, a CASE technologies to increase scientifically pedagogical ability, to increase the level of independence of trainees, to teach to think specifically, to systematic work, to increase the level of knowledge using CASE technologies.

УДК 004.031.42

**Е.Г. Бутурлакина, А.И. Квасов**

(Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева  
Усть-Каменогорск, Республика Казахстан, [teg1983@yahoo.com](mailto:teg1983@yahoo.com))

**МНОГОАГЕНТНАЯ АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ  
ИНВЕСТИЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ**

**Аннотация.** Принятие решений в неустойчивых экономических условиях, характерных для экономики Казахстана, требует разработки новых методов анализа больших объемов информации. Для практической реализации подобных методов требуется создание высокопроизводительных информационных систем поддержки принятия решений. Одним из перспективных направлений в создании распределенных информационных систем является многоагентная технология, позволяющая создавать сложные отказоустойчивые системы. В статье рассмотрены методы обработки статистической информации, находящейся в открытом доступе, а также многоагентная архитектура информационной системы, позволяющая реализовать данные методы в системе поддержки инвестиционных решений. Подобная система, реализованная в виде вэб-платформы позволит дополнить существующий арсенал методов инвестиционного анализа и снабдить представителей малого и среднего бизнеса доступным и эффективным инструментом поддержки принятия решений.

**Ключевые слова:** принятие решений, инвестиционный анализ, неустойчивая экономика, архитектура, многоагентная система.

**Введение**

В условиях неустойчивой экономической ситуации, характерной для стран постсоветского пространства необходимо особенно пристальное внимание уделять оценке инвестиционных проектов. Существующие методы инвестиционного анализа разрабатывались в странах с развитой экономикой и не учитывают специфики кризисных состояний. В Методических рекомендациях по оценке инвестиционных проектов [1] отмечается следующие направления инвестиционного анализа, позволяющие инвестору получить более полное представление перспективах проекта:

1. Оценка рисков
2. Оценка устойчивости
3. Учет как можно большего числа внешних и внутренних факторов.

Подобный подход требует анализа больших объемов информации, что невозможно сделать без использования высокопроизводительных вычислительных мощностей. Одним из современных подходов в проектировании информационных систем является многоагентная технология, которая, с точки зрения компьютерной науки, представляет собой следующий этап развития после объектно-ориентированной технологии [2].

Парадигма многоагентной архитектуры возникла в конце 1990-х годов, когда многоагентные системы (МАС) выделились в самостоятельный класс, объединив исследования в области распределенного искусственного интеллекта [3-6].

Сегодня МАС получили значительное развитие и используются в таких областях как Knowledge Mining [7], Natural Language Processing (NLP) [8], Natural systems modelling [9].

Архитектура является важнейшим компонентом МАС, и должна соответствовать целям существования МАС. Архитектура определяет принципы взаимодействия и структуру агентов, направление информационных потоков, формат сообщений и т.д., поэтому на первом этапе создания МАС необходимо тщательно оценить все достоинства и недостатки различных архитектурных решений.

Для реализации разработанных методов, описанных в предыдущей главе, информационная система на базе многоагентной архитектуры представляется наиболее приемлемой. Многоагентная система (МАС) – это система, образованная несколькими взаимодействующими интеллектуальными агентами.[10].

Под интеллектуальным агентом в данном случае будем понимать программу, самостоятельно выполняющую задание, указанное пользователем, в течение длительных промежутков времени [11]. В нашем случае, это интеллектуальные агенты слежения, выполняющие мониторинг баз данных и обеспечивающие актуализацию данных и математических моделей.

### **1 Методы обработки данных**

Для реализации Методических рекомендаций по оценке инвестиционных проектов были разработаны следующие методы обработки данных для системы поддержки принятия инвестиционных решений.

#### **1.1 Метод оценки риска недостаточного финансирования.**

В Казахстане существует система мониторинга инвестиционных проектов, финансируемых из государственного бюджета. В базе данных содержатся сведения о 157 проектах (наименование проекта, ответственная организация, сумма проекта, регион, отрасль) и о проблемах, которые возникли при их реализации. Выделены следующие категории проблем:

- Недостаток финансирования
- Организационные
- Недостаток инфраструктуры
- Выделение/выкуп земли
- Нехватка ресурсов
- Нет рынка сбыта
- Другие

У каждого проекта имеется от 1 до 3-х проблем.

К данной информации были применены методы интеллектуального анализа, позволяющие обнаружить закономерности в данных: Карты Кохонена, деревья принятия решений, нейронные сети и логистическая регрессия.

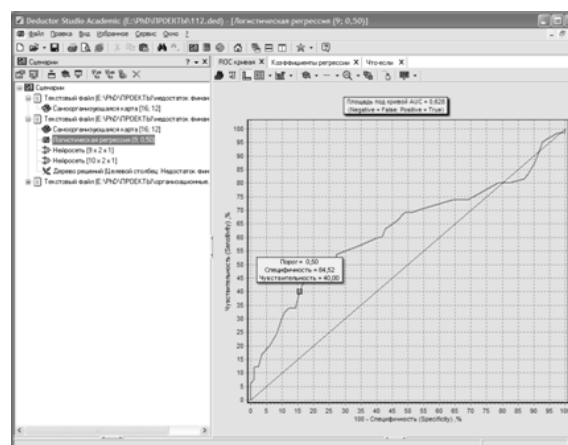


Рис. 1. ROC-диаграмма модели по проблеме «Недостаток финансирования»

Целью анализа было обнаружение зависимости между характеристиками проекта (сумма проекта, регион и отрасль) и возникшими при его реализации проблемами. Такая зависимость была установлена для проблемы «Недостаток финансирования». Точность классификации 70-80% позволяет использовать полученные модели для прогнозирования возникновения данной проблемы. Однако, для этого пригодна только модель логистической регрессии, поскольку она дает результат, распределенный на интервале от 0 до 1, в то время как прочие методы являются методами бинарной классификации и их использование в качестве оценки риска затруднительно.

### **1.2 Метод сравнительной оценки развития регионов.**

Метод предназначен для сравнения развития регионов как внутри страны так с регионами соседних государств-партнеров.

В основе метода лежит использование фазификации статистических показателей, предложенной Недосекиным [12]. Фазификация нужна для приведения показателей к единому базису для того, чтобы получить возможность оперировать разнородными показателями, такими как подушевой доход и объем производства и др.

Для ранжирования были использованы следующие статистические данные:

- Показатели промышленного производства
  - Объем производства добывающие промышленности
  - Объем производства перерабатывающей промышленности
- Показатели инновационной деятельности
  - Объем инновационной продукции
  - Внутренние затраты на исследования
- Показатели уровня жизни населения
  - Средняя заработная плата
  - Доход на душу населения
  - Расход на душу населения

Выбор данных показателей обусловлен тем фактом, что именно они используются для расчета рейтингов ведущими агентствами. При расчете рейтинга не используются экспертные оценки. Основным преимуществом разработанного метода является возможность обеспечения автоматической актуализации.

## **2 Постановка задачи исследования**

Таким образом, целью исследования является разработка архитектуры, позволяющей реализовать вышеописанные методы в системе поддержки принятия решений.

## **3 Общая архитектура и возможности ее расширения**

Прежде всего, необходимо определить, в какой среде должна функционировать МАС, поскольку от этого зависит сложность архитектуры и коммуникационных протоколов, требуется ли реализация возможности динамического подключения агентов и т.д.

Среда функционирования планируемой МАС является открытой, поскольку необходим мониторинг Интернет-ресурсов, а именно, источников официальной статистической информации и баз данных мониторинга реализации инвестиционных проектов. Однако, уровень неопределенности в этой среде низкий. В основном, изменение среды может происходить за счет прекращения возможности доступа к информационным ресурсам или изменения их местонахождения. Однако это не является причиной создания специальных агентов по поиску новых источников, поскольку, во-первых, такие ситуации возникают нечасто, во-вторых, обращение к источникам информации в силу специфики их обновлений происходит не чаще одного раза в год. Поэтому, в случае возникновения нештатной ситуации агентам достаточно сообщить о ней эксперту, а работу по поиску новых источников возложить на сопровождающих специалистов. Только они способны оценить, насколько новые информационные ресурсы соответствуют потребностям системы, а также обеспечить приведение данных из нового источника к формату, требуемому для работы системы в случае несовпадения форматов данных.

Поскольку не выявлено потребности в централизованной обработке данных, предлагается использовать плоскую архитектуру без единого процессингового центра.

Архитектура имеет 2 типа Интерфейсов: для Клиента – рядового пользователя системы и Эксперта. В роли эксперта выступает специалист, способный оценить точность прогноза переобученных моделей оценки риска и проверить обновленный рейтинг на наличие грубых несоответствий, вызванных возможными ошибками передачи и обработки данных.

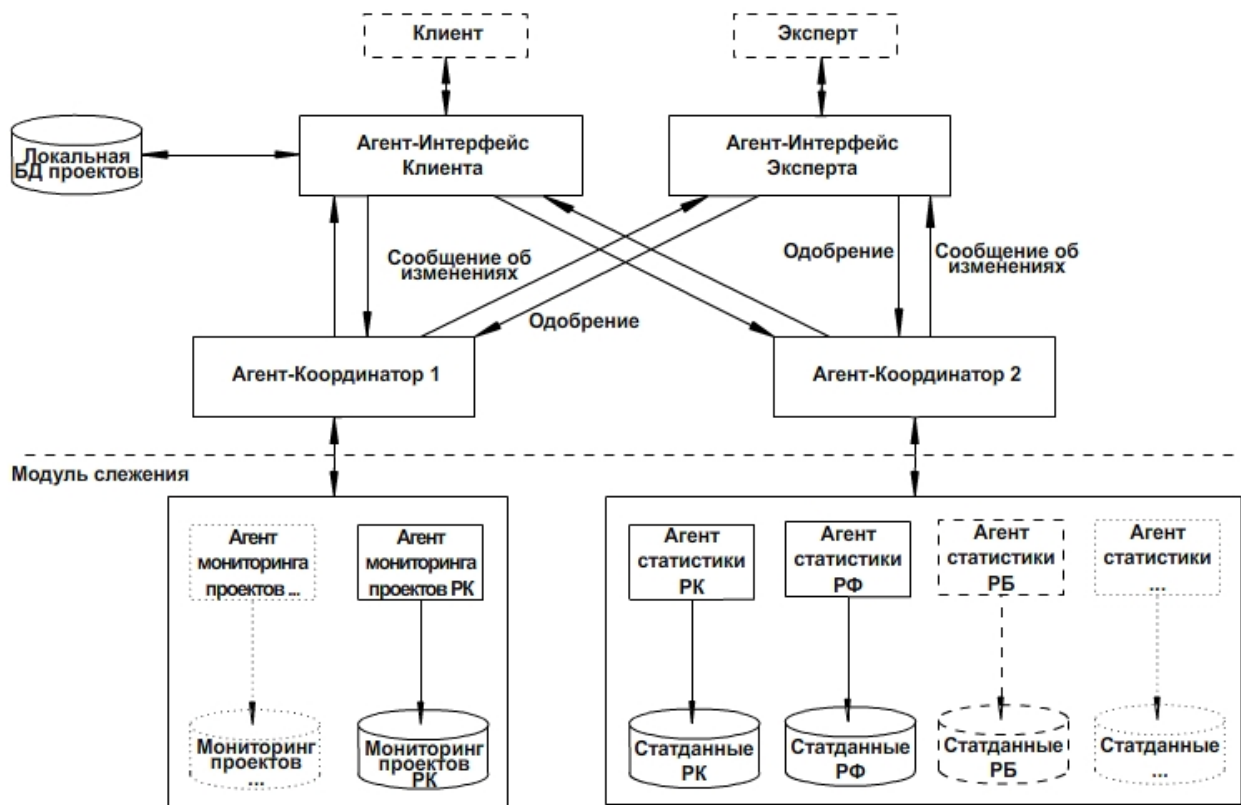


Рис. 2. Архитектура МАС поддержки инвестиционных решений

Архитектура МАС поддержки инвестиционных решений не является открытой, поскольку не допускает динамического присоединения новых агентов без перезапуска системы. Однако, добавление новых агентов неизбежно. На рисунке 2 выделен Модуль слежения, обеспечивающий взаимодействие МАС с Интернет-ресурсами. Модуль слежения состоит из агентов 2-х групп. Однако это деление является условным, оно соответствует видам информационных источников, за которыми производится наблюдение. Соответственно, Агенты статистики следят за изменением статистической информации, размещенной на официальных сайтах статагентств стран-партнеров. Агенты мониторинга отслеживают изменения в БД мониторинга инвестиционных проектов. На сегодняшний момент определены информационные источники статистической информации о Республике Казахстан и Российской Федерации и источник информации о мониторинге реализации инвестиционных проектов в Республике Казахстан.

Следующий уровень МАС состоит из двух Агентов-Координаторов. На этом уровне происходит обработка информации, полученной от агентов слежения. По разработанным методикам рассчитывается рейтинг регионов и обучаются модели оценки риска. На этом уровне так же возможно добавление новых агентов, реализующих новые функции МАС. Новые Агент-Координаторы могут пользоваться информацией, полученной от агентов слежения, поскольку взаимодействие агентов происходит посредством широковещания, либо пользоваться информацией собственных специальных агентов.

Уровень интерфейсов представлен агентами двух типов: Агент-Интерфейс Клиента и Агент-Интерфейс Эксперта. Добавление новых агентов на этом уровне маловероятно. Агенты-Интерфейсы обеспечивают взаимодействие с пользователем путем предоставления ему Веб-интерфейса для



доступа к сервисам МАС. Кроме того, Агент-Интерфейс клиента обеспечивает связь с локальной БД, где хранятся данные о зарегистрированных пользователях, информация об анализируемых проектах и т.д.

#### 4 Описание агентов

На рисунке 3 изображен алгоритм действий агента слежения. Настройка расписания производится в зависимости от периодичности изменения наблюдаемых данных. Если известно, что статистическая информация обновляется один раз в году, и новая статистика становится доступна через несколько месяцев после начала года, то запуск агента необходимо начинать в апреле-мае, установив недельный выжидающий интервал в случае, если новые данные все еще не доступны, до тех пор, пока не удастся получить свежую информацию.

С другой стороны периодичность обновления БД мониторинга реализации инвестиционных проектов неизвестна. Поэтому достаточно запуска агента раз в месяц без установки ожидания обновления данных.



**Рис. 3.** Общий алгоритм агента слежения

Агент-Координатор (рисунок 4) собирает данные от своих агентов слежения. После чего производит запрограммированные расчеты. Ему необходимо убедиться, что обновлены все требуемые данные, поскольку расчет, например, рейтингов регионов, если статистические показатели одной страны взяты за прошлый год, а другой за позапрошлый, заведомо не является актуальным.

Поэтому при получении свежих статистических данных от какого-то агента слежения Агент-Координатор проверяет, обновлены ли уже все прочие данные. Если это не так, Агент-Координатор ожидает дальнейших сообщений от своих агентов слежения. Если все данные находятся в актуальном состоянии, то производится расчет нового рейтинга, и флаги обновленных данных обнуляются. Результаты расчетов передаются Агенту-Интерфейсу Эксперта. В случае если от Эксперта получено одобрение, данные становятся доступны Агенту-Интерфейсу Клиента.

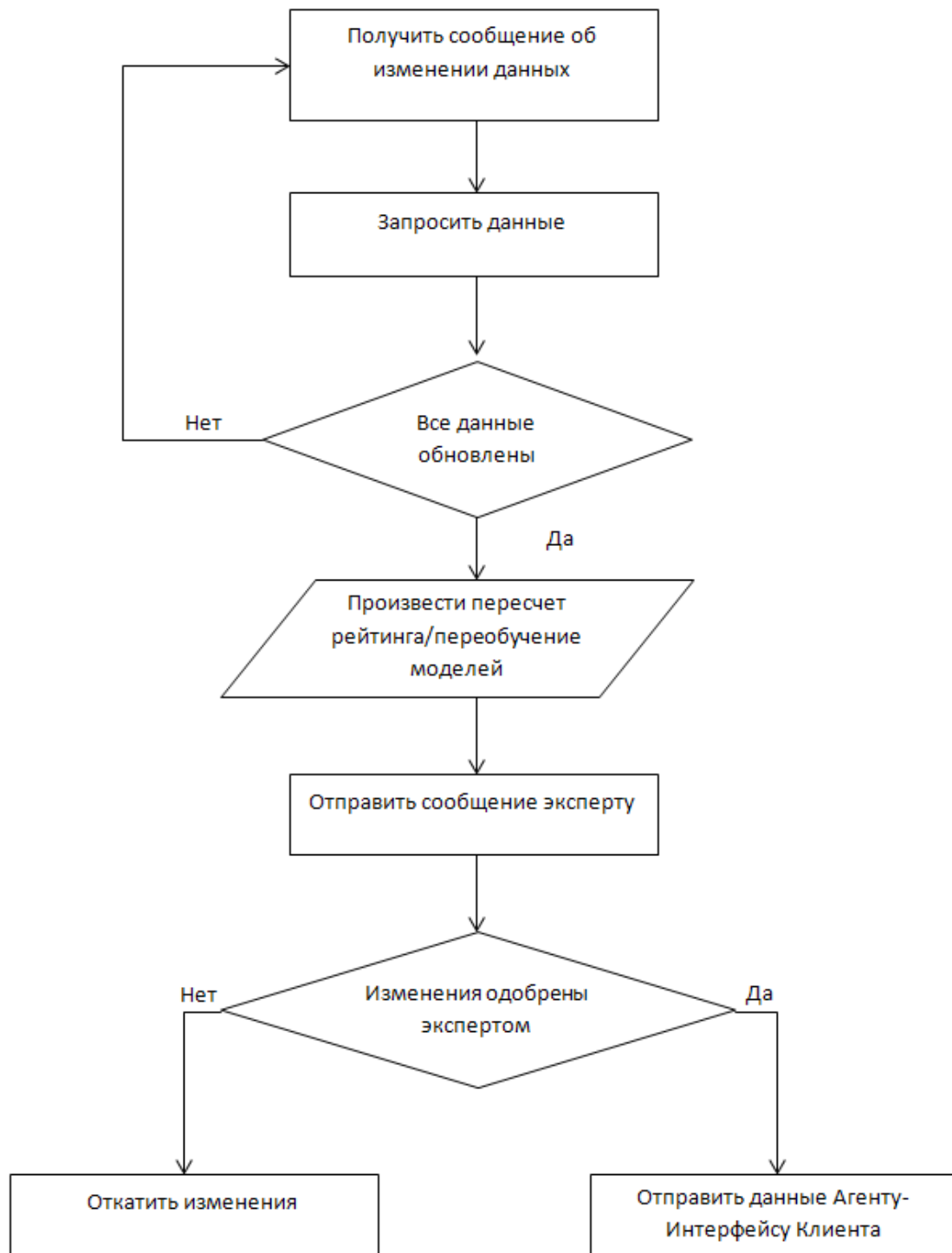


Рис. 4. Общий алгоритм Агента-Координатора

В противном случае новые данные блокируются до разрешения проблемы Администраторами МАС, Агент-Интерфейс Клиента продолжает работу со старыми данными.

#### Заключение

Разработанная архитектура МАС позволяет выполнять мониторинг информационных ресурсов в сети Интернет и актуализировать модели и рейтинги по мере поступления новой информации. Архитектура обеспечивает функционирование методов обработки данных, позволяющих учесть ранее не используемые в инвестиционном анализе данные о внешней среде. Данный подход может

быть использован при разработке новых методов, учитывающих динамику и тенденции в изменении внешней среды. Реализация информационной системы поддержки принятия инвестиционных решений на основе разработанной архитектуры в виде Интернет-портала сделает новые методы доступными широкому кругу частных инвесторов и предпринимателей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (третья редакция). - М: ЭКОНОМИКА, 2008. - 456 с.
2. Agha G. ACTORS: A Model of Concurrent Computation in Distributed Systems. - Cambridge, MA: The MIT Press, 1986. - 204 p.
3. Haynes T., Sen S. Learning cases to resolve conflicts and improve group behavior // International Journal of Human Computer Studies (IJHCS). - 1998. - vol. 48. - # 1. - pp. 31-49.
4. Kraus S., Wilkenfeld J., Zlotkin G. Multiagent negotiation under time constraints // Artificial Intelligence. - 1995. - vol. 75. - #2. - pp. 297-345.
5. Rosenschein J.S., Zlotkin G. Rules of Encounter: Designing Conventions for Automated Negotiation Among Computers. - Boston: MIT Press, 1994. - 237 p.
6. Shehory O., Kraus, S. A kernel oriented model for coalition formation in general environments: Implementation and results // Proc. of AAAI96. - Portland, Oregon, 1996. - pp. 134-140.
7. Jusoh, S., Hejab M. Agent-based Knowledge Mining Architecture // International Conference on Computer Engineering and Applications IPCSIT, - Singapore, 2011, - pp. 526-530.
8. Aref, M. A multi-agent system for natural language understanding // International Conference on Integration of Knowledge Intensive Multi-Agent Systems. - Boston, USA, 2003. - pp. 36-40.
9. Zhang W., Zhang L. A multiagent data warehousing (MADWH) and multiagent data mining (MADM) approach to brain modeling and neurofuzzy control // Inf. Sci. Inf. Comput. Sci. - 2003. - pp. 109-127.
10. Wooldridge M. An Introduction to MultiAgent Systems. - John Wiley & Sons Ltd, 2002. - p. 365.
11. Agha G., Wegner P., Yonezawa A., editors. Research Directions in Concurrent Object-Oriented Programming. - Cambridge, MA: The MIT Press, 1993. - 215 p.
12. Недосекин А.О. Применение теории нечетких множеств к задачам управления финансами // Аудит и финансовый анализ. - 2000. - №2. - С. 62-70.

#### REFERENCES

1. Metodicheskie rekomendacii po ocenke jeffektivnosti investicionnyh proektov (tret'ja redakcija). - M: EKONOMIKA, 2008. - 456 s.
2. Agha G. ACTORS: A Model of Concurrent Computation in Distributed Systems. - Cambridge, MA: The MIT Press, 1986. - 204 p.
3. Haynes T., Sen S. Learning cases to resolve conflicts and improve group behavior // International Journal of Human Computer Studies (IJHCS). - 1998. - vol. 48. - # 1. - pp. 31-49.
4. Kraus S., Wilkenfeld J., Zlotkin G. Multiagent negotiation under time constraints // Artificial Intelligence. - 1995. - vol. 75. - #2. - pp. 297-345.
5. Rosenschein J.S., Zlotkin G. Rules of Encounter: Designing Conventions for Automated Negotiation Among Computers. - Boston: MIT Press, 1994. - 237 p.
6. Shehory O., Kraus, S. A kernel oriented model for coalition formation in general environments: Implementation and results // Proc. of AAAI96. - Portland, Oregon, 1996. - pp. 134-140.
7. Jusoh, S., Hejab M. Agent-based Knowledge Mining Architecture // International Conference on Computer Engineering and Applications IPCSIT, - Singapore, 2011, - pp. 526-530.
8. Aref, M. A multi-agent system for natural language understanding // International Conference on Integration of Knowledge Intensive Multi-Agent Systems. - Boston, USA, 2003. - pp. 36-40.
9. Zhang W., Zhang L. A multiagent data warehousing (MADWH) and multiagent data mining (MADM) approach to brain modeling and neurofuzzy control // Inf. Sci. Inf. Comput. Sci. - 2003. - pp. 109-127.
10. Wooldridge M. An Introduction to MultiAgent Systems. - John Wiley & Sons Ltd, 2002. - p. 365.
11. Agha G., Wegner P., Yonezawa A., editors. Research Directions in Concurrent Object-Oriented Programming. - Cambridge, MA: The MIT Press, 1993. - 215 p.
12. Nedosekin A.O. Primenenie teorii nechetkih mnozhestv k zadacham upravlenija finansami // Audit i finansovyj analiz. - 2000. - №2. - S. 62-70.

Бутурлакина Е.Г., Квасов А.И.

**Инвестициялық шешімдерді қабылдауды қолдаудың жүйелерінің көпагентті архитектурасы**

**Түйіндіме.** Тұрақсыз экономикалық жүйелерде шешімдерді қабылдау ақпараттың үлкен көлемін талдаудың жаңа әдістерін әзірлеуді талап етеді. Осындай әдістерді тәжірибелік іске асыру үшін шешімдерді қабылдауды қолдаудың жоғарыөндіргіш ақпараттық жүйелерін құру талап етіледі. Мақалада көпагентті деректер негізінде әзірленген жүйенің архитектурасы қарастырылған.

**Түйінді сөздер:** шешімдерді қабылдау, инвестициялық талдау, тұрақсыз экономика, архитектура, көпагентті жүйе.

Бутурлакина Е.Г., Квасов А.И.

**Многоагентная архитектура системы поддержки принятия инвестиционных решений**

**Резюме.** Принятие решений в неустойчивых экономических системах требует разработки новых методов анализа больших объемов информации. Для практической реализации подобных методов требуется создание высокопроизводительных информационных систем поддержки принятия решений. В статье рассмотрена архитектура такой системы, разработанная на основе многоагентного подхода.

**Ключевые слова:** принятие решений, инвестиционный анализ, неустойчивая экономика, архитектура, многоагентная система.

Buturlakina Y.G., Kvasov A.I.

**Multi-agent based architecture for an investment decision support system**

**Summary.** Decision Making in unstable economic systems requires the development of new methods to analyze large amounts of information. For practical implementation of these methods high-performance Decision Making Support Systems are required. The paper describes the architecture of such a system, developed on the basis of multi-agent approach.

**Key words:** decision making, investment analysis, unstable economics, architecture, multi-agent system.

УДК 621.315.592

**Таймуратова Л. У. Алимбаева А. А.**

(Каспийский государственный университет технологий и инжиниринга имени Ш.Есенова  
Актау, Республика Казахстан)

**МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ГАЛЬВАНОМАГНИТНЫХ ЭФФЕКТОВ**

**Аннотация.** Рассматривается теория и методика измерения эффекта Холла, измерение магнитного поля соленоида с помощью датчика Холла, исследование эффекта Холла в полупроводнике, изучение эффекта Холла в металлах и полупроводниках.

**Ключевые слова:** Эффект и датчик Холла, гальваномагнитные эффекты, магнитные и электрические поля.

Гальваномагнитные эффекты – универсальный инструмент исследования фундаментальных свойств материалов. Они дают возможность анализировать кинетические процессы, происходящие в материалах и структурах, создаваемых на их основе, и широко используется как для исследования свойств электронного переноса новых материалов, так и для стандартного контроля параметров при производстве полупроводниковых приборов.

Ведущее место в исследовании параметров электронного переноса среди гальваномагнитных эффектов занимает эффект Холла. Он один дает больше информации о чистоте полупроводника или точке фазового перехода его структуры, чем любой другой метод исследования. Поэтому несостоятельны высказывания некоторых ученых о снижении роли гальваномагнитных эффектов с появлением новых методов, таких как емкостная спектроскопия глубоких уровней, вторично-ионная масс-спектроскопия и др. Хотя новые методы и позволяют получить некоторые дополнительные сведения о наличии в структуре дефектов или примесных атомов, они непригодны для определения кинетических параметров электронного переноса

Эффект Холла — явление возникновения поперечной разности потенциалов (называемой также холловским напряжением) при помещении проводника с постоянным током в магнитное поле. Открыт Эдвином Холлом в 1879 году в тонких пластинках золота.

В простейшем рассмотрении эффект Холла выглядит следующим образом. Пусть через проводящий брусок в слабом магнитном поле  $\mathbf{B}$  течёт электрический ток под действием напряжённости  $\mathbf{E}$ . Магнитное поле будет отклонять носители заряда к одной из граней бруса от их движения вдоль или против электрического поля. При этом критерием малости будет служить условие, что при этом носители заряда не начнут двигаться по циклоиде.

Таким образом, сила Лоренца приведёт к накоплению отрицательного заряда возле одной грани бруска, и положительного — возле противоположной. Накопление заряда будет продолжаться до тех пор, пока возникшее электрическое поле зарядов  $\mathbf{E}_1$  не скомпенсирует магнитную составляющую силы Лоренца:

$$e\mathbf{E}_1 = e\mathbf{v}B \Rightarrow \mathbf{E}_1 = \mathbf{v}B.$$

Скорость электронов  $\mathbf{v}$  можно выразить через плотность тока:

$$\mathbf{j} = n e \mathbf{v} \Rightarrow \mathbf{v} = \frac{\mathbf{j}}{n e},$$

где  $n$  — концентрация носителей заряда. Тогда

$$\mathbf{E}_1 = \frac{1}{n e} \mathbf{j} B.$$

$$R_H = \frac{1}{n e}$$

Коэффициент пропорциональности  $\mathbf{E}_1$  и  $\mathbf{j}B$  называется коэффициентом (или константой) Холла. В таком приближении знак постоянной Холла зависит от знака носителей заряда, что позволяет определять их тип для большого числа металлов. Для некоторых металлов (например, таких, как свинец, цинк, железо, кобальт, вольфрам), в сильных полях наблюдается положительный знак  $R_H$ , что объясняется в полуклассической и квантовой теориях твёрдого тела.

Случай появления напряжения (электрического поля) в образце, перпендикулярного направлению пропускаемого через образец тока, наблюдающегося в отсутствие приложенного постоянного магнитного поля (то есть явление, полностью аналогичное эффекту Холла, но наблюдающееся без внешнего постоянного магнитного поля), называется аномальным эффектом Холла.

Необходимым условием для наблюдения аномального эффекта Холла является нарушение инвариантности по отношению к обращению времени в системе. Например, аномальный эффект Холла может наблюдаться в образцах с намагниченностью.

В сильных магнитных полях в плоском проводнике (то есть в квазидвумерном электронном газе) в системе начинают сказываться квантовые эффекты, что приводит к появлению квантового эффекта Холла: квантованию холловского сопротивления. В ещё более сильных магнитных полях проявляется дробный квантовый эффект Холла, который связан с кардинальной перестройкой внутренней структуры двумерной электронной жидкости.

В случае отсутствия магнитного поля в немагнитных проводниках может наблюдаться отклонение носителей тока с противоположными направлениями спинов в разные стороны перпендикулярно электрическому полю. Это явление, получившее название спинового эффекта Холла, было теоретически предсказано Дьяконовым и Перелем в 1971 году. Говорят о внешнем и внутреннем спиновых эффектах. Первый из них связан со спин-зависимым рассеянием, а второй — со спин-орбитальным взаимодействием.

Эдвин Холл проводил опыты в надежде обнаружить возрастание сопротивления проводника в магнитном поле, но в слабых полях не зарегистрировал его. Также оно не следует из теории металлов Друде, расчёты по которой приводились выше. Однако при более строгих расчётах и в сильных полях магнетосопротивление проявляется достаточно хорошо.

Эффект Холла, в некоторых случаях, позволяет определить тип носителей заряда (электронный или дырочный) металле или полупроводнике, что делает его достаточно хорошим методом исследования свойств полупроводников [1].

На основе эффекта Холла работают датчики Холла: приборы, измеряющие напряжённость магнитного поля. Датчики Холла получили очень большое распространение в бесколлекторных, или вентильных, электродвигателях (сервомоторах). Датчики закрепляются непосредственно на статоре

двигателя и выступают в роли ДПР (датчика положения ротора). ДПР реализует обратную связь по положению ротора, выполняет ту же функцию, что и коллектор в коллекторном ДПТ.

Также на основе эффекта Холла работают некоторые виды ионных реактивных двигателей.

Также датчики на основе эффекта Холла широко используются в смартфонах в качестве физической основы работы электронного компаса.

Этот эффект положен в основу работы магнетометр - приборов для измерения индукции магнитного поля.

Формула показывает, что  $U_x \sim B$ , то шкалу милливольтметра можно проградуировать в единицах индукции (Тл).

Измерение концентрации носителей заряда и их подвижности. Плотность тока  $j = I / (bd)$ . Зная толщину  $d$  датчика Холла, ток  $I$  и индукцию магнитного поля  $B$ , можно рассчитать концентрацию  $n$ , измеряя холливскую напряжение  $U_x$ . Для измерения подвижности необходимо дополнительно измерять сопротивление  $R$  образца - датчика Холла и его геометрические размеры: длину  $a$  и ширину  $b$ . в) Для измерения больших значений тока, например, 1000 А, причем бесконтактным способом. В основу метода положена свойство электрического тока создавать магнитное поле. Фактически измеряется индукция магнитного поля, которое затем пересчитывается в ток, который образует.

Для измерения углов. Если магнитное поле образует определенный угол с направлением тока, то Холливська напряжение будет зависеть от того угла, т.е. определяться перпендикулярной к току составляющей индукции. Это дает возможность измерения углов привести к измерениям напряжения и использовать в системах автоматического регулирования.

Холливски микрофоны действуют по такому же принципу. Датчик колеблется вместе с мембраной. Частота и амплитуда Холливской напряжения изменяются в соответствии с колебаниями мембраны.

Защитные выключатели электроустановок от перегрузок. Датчик Холла помещается в магнитное поле линии питания установки. При перегрузках ток питания, а вместе с ним индукция магнитного поля и Холливська напряжение резко возрастают. Когда Холливська напряжение превышает определенный предел, срабатывает электронная система, и установка обесточивается.

В бесконтактных электронных системах зажигания двигателей внутреннего сгорания. Диамагнитна пластина (как правило медная) вращается синхронно с коленчатым валом. Пластина экранирует датчик Холла от магнитного поля. Холливська э.д.с. не возникает. В пластине сделаны отверстия, через которые в определенные моменты датчик подвергается действию магнитного поля. В эти моменты возникает импульс Холливської напряжения, который в дальнейшем используется электронной системой для подачи высокого напряжения на свечу зажигания соответствующего цилиндра [2].

Для измерения гальваномангнитных явлений (магнетосопротивления) в полупроводниках в сильных импульсных магнитных полях в основном пользуются следующими методами:

1. обычный метод;
2. метод высокочастотного тока;
3. метод непосредственной записи зависимости исследуемого сигнала от напряженности магнитного поля.

1) Сущность обычного метода заключается в осциллографировании временной зависимости  $\Delta\rho(\Delta\rho = \Delta V)$  и  $H$ , т.е.  $\Delta V(t)$  и  $H(t)$ . По значениям  $\Delta V_1, \Delta V_2, \dots, \Delta V_n$  и  $H_1, H_2, \dots, H_n$ , соответствующих моментам  $t_1, t_2, \dots, t_n$ , строят график зависимости  $\Delta V(H)$ . Изменяя  $\Delta\rho$  при двух направлениях тока и поля можно получить окончательный результат как среднее арифметическое четырёх измерений. При этом точность эксперимента ограничена из-за необходимости проведения ряда разрядов для построения кривой зависимости  $\Delta\rho(H)$ .

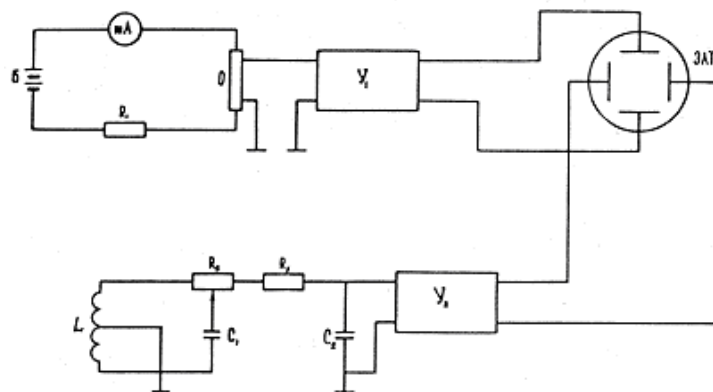
2) Метод высокочастотного тока отличается от обычного тем, что через образец вместо постоянного тока пропускается ток высокой частоты, при этом индукционные наводки, возникающие в цепи потенциальных зондов с частотой, равной частоте магнитного поля, практически отсутствуют, так как их частота лежит вне полосы пропускания резонансного усилителя и устраняются почти до нуля с подачей в противофазе напряжений той же частоты и амплитуды. Преимуществом этого метода является весьма большая чувствительность к малым сигналам, а недостатками – возникновение вибрационных нагрузок, крутящих моментов, влияние скин-эффекта и т.д.

3) Метод непосредственной записи зависимости исследуемого сигнала от напряженности магнитного поля является наиболее удобным при измерениях в сильных импульсных магнитных полях. Этот метод отличается от обычного метода своей простотой в смысле обработки осциллограмм и точностью, а от метода высокочастотного тока простотой конструкции и всей процедуры измерений [3].

Принцип метода непосредственной записи заключается в следующем:

В магнитном поле помещается катушечка, при этом, ЭДС, индуцированная в ней (величина, которая должна быть пропорциональной напряженности магнитного поля), используется как напряжение горизонтальной развертки луча осциллографа. Исследуемый сигнал  $\Delta V$  и сигнал  $H$  от катушечки после усиления одновременно подаются на вертикально- и горизонтально отклоняющие пластины электронно-лучевой трубки осциллографа, соответственно. При этом луч фактически описывает кривую зависимости исследуемого сигнала (магнетосопротивления, эффекта Холла), от напряженности магнитного поля.

Измерение магнетосопротивления производилось по схеме, приведенной на рисунке 1. От источника питания  $E$  через большое балластное сопротивление  $R_1$ , включенное последовательно с образцом  $O$ , пропусклся постоянный ток, причем  $R_1$  превышает максимальное сопротивление образца не менее, чем в 500 раз. Ток и напряжение измерялись миллиамперметром и вольтметром, соответственно. При измерении, даже самых высокоомных образцов джоулево тепло, выделяющееся в образце при прохождении тока, не превышало 0,001 Ватт, поэтому не было надобности синхронизировать включение тока через образец с разрядом генератора магнитного поля.



Б - аккумуляторная батарея, мА - миллиамперметр,  $R_1$  - балластное сопротивление,  $O$  - образец,  $У_1$ ,  $У_2$  - усилители, ЭЛТ - электронно-лучевая трубка,  $R_2, C_1, R_3, C_2$  - интеграторы,  $L$  - катушечка компенсационная.

Рис. 1. Блок- схема измерения магнетосопротивления.

Для регистрации исследуемого сигнала использовался двухлучевой запоминающей осциллограф С9-28 нового поколения или компьютер.

При исследовании гальваномагнитных эффектов методом непосредственной записи одним из необходимых условий является синфазность сигналов, поступающих на вертикально и горизонтально отклоняющие пластины осциллографа. Обычно сигнал поля  $H$  опережает по времени сигнал явления  $\Delta V$ ; поэтому для совмещения сигналов по фазе нами был введен в цепь сигнала поля  $H$ , подаваемый на горизонтальную развертку фазовращатель ( $R_2C_1$ ), роль которого заключается в задержке сигнала поля ( $H$ ). Параметры фазовращателя в наших экспериментах подбирались так, что, перемещая движок переменного сопротивления можно было изменить фазу сигнала поля  $H$  более чем  $90^\circ$ . Однако при  $R_2 < R_{вх}$ . (где  $R_2$ - сопротивление контура фазовращателя,  $R_{вх}$ - входное сопротивление усилителя) сигнал поля  $H$  после фазовращателя проходит через дополнительный интегратор ( $R_3C_2$ ) фиксированного сдвига фаз, что гарантирует полную интегрированность сигнала [4].

В импульсных магнитных полях неизбежны индукционные наводки на потенциальных выводах образца. Наводки, возникающие, в измерительной цепи образца устранялись, подачей в противофазе напряжения, снимаемого с компенсационного витка, помещенного рядом с исследуемым образцом и тщательной укладкой выводов потенциальных зондов. Величина наводки максимальна, когда

осциллирующее магнитное поле проходит через нуль  $\left(\frac{dH}{dt} = \max\right)$  и отсутствует при

$H_{\max}\left(\frac{dH}{dt} = 0\right)$ . При измерениях температурной зависимости (77-300К) использовались пары азота, а выше 300К нагрев образца производился продуванием горячего воздуха электрофеном собственной конструкции. Температура контролировалась медь-константовой термопарой, прижатой к образцу [5].

В Вузах рассматривается теория и методика измерения эффекта Холла, измерение магнитного поля соленоида с помощью датчика Холла, исследование эффекта Холла в полупроводнике, изучение эффекта Холла в металлах и полупроводниках, а хотелось бы и изучить применение эффекта Холла в повседневной жизни. Несмотря на то, что датчик Холла чувствителен к магнитному полю, он может быть использован как основной элемент в различных типах датчиков, таких как датчики тока, температуры, давления, положения и т. Но сейчас датчики на эффекте Холла используются практически везде: в компьютерах и швейных машинах, в автомобилях и самолетах, инструментах и медицинском оборудовании.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бонч-Бруевич, В.Л., Калашников, С.Г., Физика полупроводников, М., Высшая школа, 1977 г.
2. Савельев, И.В., Курс общей физики, М, Наука 1989 г. т.2.
3. Практикум по физике: электричество и магнетизм под редакцией Николаева, Ф.А., М., Высшая школа, 1991 г..
4. Рябинкина Л.И., Абрамова Г.М., Романова О.Б., Киселев Н.И. Эффект Холла в магнитных полупроводниках  $Fe_xMn_{1-x}S$ //ФТТ.-2004.-Т46.-В6.-С.1038-1043.
5. Шмелев Г.М., Эпштейн Э.М., Маглеванный И.И.// Эффект Холла в квазидвумерных сверхрешетках в некантованных магнитном и сильном электрическом полях. ФТП.-1997.-Т 31.-В 8. -С.916-920.

#### REFERENCES

1. Bonch-, VL Kalashnikov, SG, Semiconductor Physics, Moscow High School, 1977
2. Saveliev, IV, General Physics Course, M, Science 1989 v.2.
3. Workshop on Physics: Electricity and Magnetism, edited by Nikolaeva, FA, MA, Graduate School, 1991 ..
4. Ryabinkina LI Abramova GM, OB Romanova, NI Kiselev Hall effect in magnetic semiconductors  $Fe_xMn_{1-x}S$  // FTT.-2004-T46.-V6.-S.1038-1043.
5. Shmeliov GM, Epstein EM, Maglevannaya I.I. // Hall effect in lateral superlattices in nonquantizing magnetic and strong electric fields. FTP.-1997-T-31 8. In -S.916-920.

Таймуратова Л.У., Алимбаева А.А.

#### **Магниттігальваноманың әсеріндегі өлшеу әдістері**

**Түйіндеме.** Мақалада Холл эффектiсiнiң теориясы және өлшеу әдiсi, Холл датчигi көмегiмен соленоидтың магнит өрiсiн өлшеу, жартылай өткiзгiштерде Холл эффектiсiн зерттеу, металдағы және жартылай өткiзгiштегi Холл эффектiсiн зерттеу қарастырылады.

**Түйін сөздер:** Холл эффектiсi және датчигi, гальваномагниттік эффектiлер, магнит және электр өрiстерi.

Таймуратова Л.У., Алимбаева А.А.

#### **Методы измерения гальваномагнитных эффектов**

**Резюме.** Рассматривается теория и методика измерения эффекта Холла, измерение магнитного поля соленоида с помощью датчика Холла, исследование эффекта Холла в полупроводнике, изучение эффекта Холла в металлах и полупроводниках.

**Ключевые слова:** Эффект и датчик Холла, гальваномагнитные эффекты, магнитные и электрические поля.

Taimuratova L.U., Alimbaeva A.A.

#### **Methods of measurement of galvanomagnetic effects**

**Summary.** Addressed in Article theory and methods of measurement of the Hall effect, the measurement of the magnetic field of the solenoid using a Hall sensor, the study of the Hall effect in a semiconductor, the study of the Hall effect in metals and semiconductors.

**Key words:** Effect and the Hall sensor, galvanomagnetic effects, magnetic and electric fields.



УДК. 621.365.2

<sup>1</sup>Нурахметова К.К., <sup>2</sup>Акбеков Т.М., <sup>1</sup>Турлыбекова Г.К.  
(<sup>1</sup>КазНТУ им. К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан)  
(Бишкек КГУ им Арабаев)

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ КОНСТАНТ  $R_{\omega}$  С ПОМОЩЬЮ СООТНОШЕНИЯМ КРАМЕРСА-КРОНИГА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ**

**Аннотация.** Приведены вычисления спектральных зависимостей оптических постоянных кристаллов тетрагональной монооксида свинца в области спектра 3.0-5.5эВ. Измерения проводились в поляризованном свете на ориентированных монокристаллах, выращенных методом гидротермального синтеза из щелочных растворов. Размеры образцов  $100 \times 100 \times 0.5 \text{ мм} - 5 \times 5 \times 2 \text{ мм}$ . Оптические константы в области энергий 3.0-5.5эВ определялись из спектров отражения. Математическая обработка проводилась по стандартной методике анализа Крамерса-Кронига [1].

**Ключевые слова:** монооксид свинца, поляризованный свет, ориентированные монокристаллы, гидротермальный синтез, спектры отражения.

В работе расчет оптических функций полупроводников по спектрам энергетического коэффициента отражения R проводился на основе соотношений:

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_1 &= n^2 - \kappa^2 \\ \varepsilon_2 &= 2n\kappa \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} n &= 2^{-1/2} [(\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2)^{1/2} + \varepsilon_1]^{1/2} \\ \kappa &= 2^{-1/2} [(\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2)^{1/2} - \varepsilon_1]^{1/2} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

$$\left. \begin{aligned} n &= \frac{1 - R}{(1 - \sqrt{R})^2 + 4\sqrt{R} \sin^2 \frac{\theta}{2}} \\ \kappa &= \frac{2\sqrt{R} \sin \theta}{(1 - \sqrt{R})^2 + 4\sqrt{R} \sin^2 \frac{\theta}{2}} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

с использованием интегралов Крамерса-Кронига, связывающих коэффициент R с изменением фазы световой волны при отражении:

$$\left. \begin{aligned} \theta(\omega) &= \frac{\omega}{\pi} + \frac{\log[R(\omega')]}{\omega'^2 - \omega^2} d\omega' \\ \log R(\omega) &= \log R(\infty) + \frac{4}{\pi} + \frac{\theta(\omega')}{\omega'^2 - \omega^2} d\omega' \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Для решения (4) численными методами необходимо устранить особенность в подынтегральном выражении при  $\omega = \omega'$ . Это можно сделать несколькими способами [1,2]. Для повышения точности вычисления использовались показатели преломления.

$n_{\perp}$  и  $n_{\parallel}$ , определенные из спектров пропускания [3]. Спектры отражения (рис.1) регистрировались в различных геометриях  $E \perp C, \kappa \parallel C$ ;  $E \perp C, \kappa \perp C$ ;  $E \parallel C, \kappa \perp C$ .

Во всех спектрах наблюдалась слабая структура (рис.1) резкость которой незначительно возрастала с понижением температуры.

Интересной особенностью спектров было сильное отличие отражения в поляризации  $E \perp C$  при наблюдении вдоль ( $\kappa \parallel C$ ) и перпендикулярной ( $\kappa \perp C$ ) оптической оси при энергиях  $h\nu > 3.7\text{эВ}$ . Нам не удалось однозначно установить, связано ли это с различием качества отражающих поверхностей или является спецификой проявления анизотропии слоистых кристаллов окиси свинца.

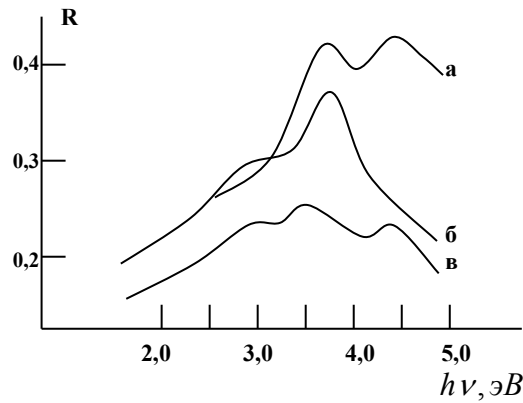


Рис. 1. Спектр отражения, записанный при 77К в геометриях  $E \perp C, \kappa \parallel C$  (а),  $E \perp C, \kappa \perp C$  (б),  $E \parallel C, \kappa \perp C$  (в).

Спектральные зависимости оптических констант, вычисленные из спектров отражения, представлены на (рис.2-4) В поляризации  $E \perp C, \kappa \parallel C$  спектр поглощения при 300К (рис.3) состоит из ступенчатого нарастания в области энергий 3.2-3.5эВ, резкого роста поглощения, достигающего максимума при 3.96эВ-II и широкого максимума 46эВ-III.

При охлаждении образца уменьшаются полуширины всех особенностей, растет пиковая интенсивность максимума II. При 4.2К на низкочастотном крыле спектр появляется линия, совпадающая с линией поглощения 3.22эВ, наблюдаемой в спектрах пропускания [3]. Максимум II смещается в область меньших энергий аналогично температурному смещению на прямого края поглощения.

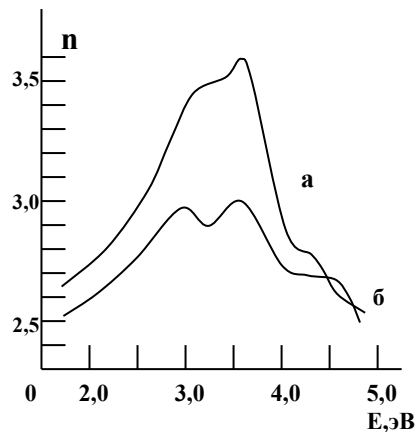


Рис. 2. Спектральные зависимости показателя преломления, измеренные при 77 К в поляризациях  $E \perp C - n \perp$  (а) и  $E \parallel C - n_{\parallel}$  (б).

На (рис. 2) представлены результаты вычислений  $n_{\perp}(h\nu)$  и  $n_{\parallel}(h\nu)$ . Во всем интервале энергии (рис. 2)  $n_{\perp} > n_{\parallel}$ , однако скорость нарастания  $n_{\parallel}$  с увеличением энергии больше, чем  $n_{\perp}$ . Анализируя вычисленные данные, можно заключить, что оптический резонанс, ответственный за появление дисперсии  $n_{\perp}(h\nu)$ , имеет более значительную силу осциллятора и расположен при больших энергиях, чем резонанс, приводящий к дисперсии  $n_{\parallel}(h\nu)$ .

Спектры поглощения, измеренные из спектров отражения при  $E \parallel C, \kappa \perp C$  представлены на (рис.4). Наблюдается максимум при  $h\nu = 3.22\text{эВ}$ , совпадающей с энергией линии поглощения, определенной из спектров пропускания [3], и две полосы, аналогичные полосам II и III. Коэффициент поглощения в этой поляризации меньше.

Анализируя ход изменения оптических констант  $n$  и  $\alpha$ , вычисленные из спектров пропускания [3] и отражения, можно сделать вывод, что прямые разрешенные зона-зонные переходы

начинаются при энергиях  $h\nu > 3.6\text{эВ}$  в поляризации  $E \perp C$  и  $h\nu > 3.0\text{эВ}$  в поляризации  $E \parallel C$ . Об этом свидетельствует разное нарастание поглощения и его большая величина, достигающая в максимуме порядка  $10^5 - 10^6 \text{см}^{-1}$ . Пики поглощения I при  $E \parallel C$  и II при  $E \perp C$  можно интерпретировать как проявление экситонных состояний А и В – экситонов соответственно.

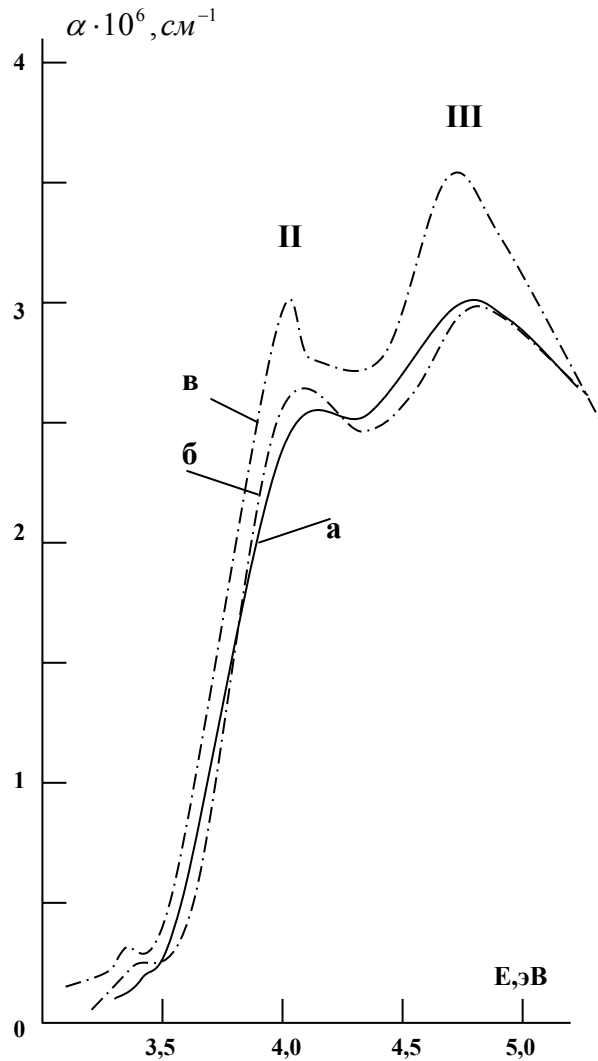


Рис. 3. Зависимости  $\alpha \perp (h\nu)$ , вычисленные из отражения в геометрии  $E \perp C$ ,  $K \parallel C$  при 300 (а), 77 (б) и 4,2 К (в).

Необходимо отметить положение, имеющие принципиальное значения в анализе Крамерса-Кронига спектров отражения. Поскольку, с одной стороны, в реальном эксперименте спектр отражения измеряется в конечном спектральном интервале ( $\omega_1 < \omega < \omega_2$ ), а с другой- в соотношениях Крамерса-Кронига (4) предполагается интегрирование по бесконечным пределам, при численных расчетах необходимо экстраполировать экспериментальный спектр  $R(\omega)$  на не измерявшуюся область (т.е.  $\omega < \omega_1$  и  $\omega > \omega_2$  [2,4].

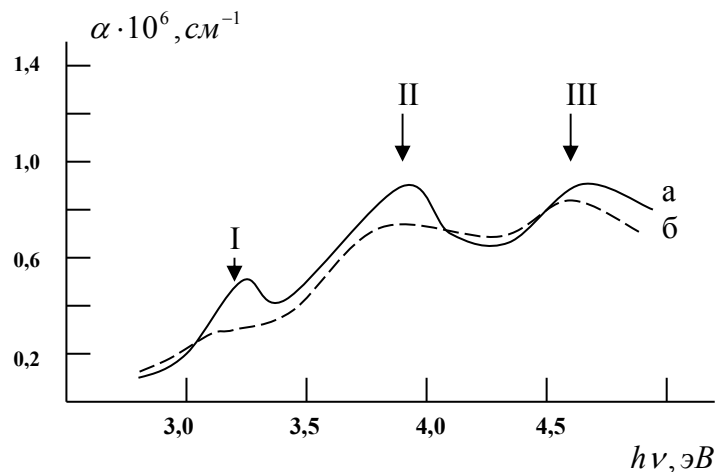


Рис. 4. Вычисленная из спектров отражения зависимость  $\alpha \parallel (h\nu)$  при 300 (а) и 77 К (б).

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1.Соболев В.В, Алексеев С.А, Донецкая В.И. Расчеты оптических функций полупроводников по соотношениям Крамерса-Кронига. Кишинев, 1976. с.25-35.
- 2.Давыдов А.С. Теория твердого тела. М.Наука.1975.-625с.
- 3.Акбеков Т.М, Гайсин В.А., Недзвецкий Д.С. Оптические константы тетрагональной окиси свинца в области 800-250нм Вестник ЛГУ.сер.4, вып.3.1991г.
- 4.Мосс Т. Оптические свойства полупроводников М. Издательство ин.лит., 1961.-265с.

#### REFERENCES

- 1.Sobolev V.V., Alekseev S.A, Donezkaya V.I. Rasshety optisheskyh funkzy poluprovodnikov po sootnochenyam Kramersa-Kroninga. 1976. s.25-35.
- 2.Давыдов А.С. Теория твердого тела. М.Наука.1975.-625с.
- 3.Akbekov T.M, Gaisyn V.A., Nedzvezky D.S. Optisheskiye konstanty tetragonalnoy okisi svinza v oblasti 800-250nm. Vestnik LGU. ser.4, vyp.3.1991g.
- 4.Moss T. Optisheskiye svoistva polyprovodnikov. M. Izdatelstvo in.lit., 1961.-265s.

Акбеков Т.М., Нурахметова Г.Қ., Тұрлыбекова Г.Қ.

**РвО<sub>т</sub> оптикалық тұрақтысын Крамерс-Кронинг қатынасы көмегімен әртүрлі температурада анықтау**

**Түйіндеме.** Ұсынылып отырған жұмыс Крамерс-Кронинг қатынасы көмегімен РвО<sub>т</sub> шағылу спектрінен оптикалық тұрақтыларды анықтауға арналған. Энергияның 3,22эВ және 3,98эВ мәндерінде экситондық күйлер байқалады.

**Кілт сөздер:** экситондық күйлер, шағылу спектрі, оптикалық тұрақтылар, қорғасын монототығы.

Акбеков Т.М., Нурахметова К.К., Турлыбекова Г.К.

**Определение оптических констант РвО<sub>т</sub> с помощью соотношением Крамерса-Кронинга в различных температурах**

**Резюме.** Данная работа посвящена для определения оптических констант из спектров отражения РвО<sub>т</sub> с помощью соотношением Крамерса-Кронига. В энергиях 3,22эВ и 3,98эВ наблюдается экситонные состояния.

**Ключевые слова:** экситонное состояние, спектры отражения, оптические константы, моноокись свинца.

Akbekov T.M., Nurahmetova K.K., Turlybekova G.K.

**Determination of optical constants РвО<sub>т</sub> using the Kramers-Kroning relation at different temperatures**

**Summary.** Transmission and reflection spectra of tetragonal lead oxide crystals through the 3.22 – 3.98 eV region were investigated. Optical constants-refraction index n and absorption index a were also calculated. Peculiarity in spectrum dependence of those indexes is interpreted by a direct transition into exitonic states situated at 3,22eV and 3,98eV.

**Key words:** exciton state, reflection spectra, optical constants, lead monoxide.

УДК 517.518.83

М.А. Мустафин

(Международный университет информационных технологий  
Алматы, Республика Казахстан [medeu@rambler.ru](mailto:medeu@rambler.ru))

**ОБОБЩЕНИЕ ОДНОЙ ТЕОРЕМЫ В.А.ДИТКИНА О ПОЛНОТЕ СИСТЕМЫ ФУНКЦИЙ**

**Аннотация.** Данная работа посвящена обобщению одной теоремы В.А.Диткина о полноте системы функций.

**Ключевые слова:** система ортогональных функций, полнота.

Известный математик В.А.Диткин в своей работе «О полноте одной системы тригонометрических функций» // Успехи матем.наук, [1], рассмотрел специальную систему функций, являющейся суммой тригонометрических функций синусов и косинусов, а именно систему

$$\varphi_n(x) = \cos nx + \lambda_n \sin nx \quad (1)$$

В.А.Диткиным доказано [1], что эта система полна (1) в интервале  $(0, \pi)$ , если все  $\lambda_n \geq 0$ .

В дальнейшем этот результат в работе [2] А.В. Бицадзе был им использован для доказательства равномерной сходимости этой системы в гильбертовом пространстве. Этот результат сыграл важную роль для решения задачи Трикоми для т.н. «уравнения Лаврентьева-Бицадзе» [3].

В данной работе результат В.А.Диткина обобщен на сумму систем ортогональных функций

$$\varphi_n(x) = \theta_n(x) + \lambda_n \psi_n(x) \quad (2)$$

где  $\theta_n(x)$  и  $\psi_n(x)$  - суть ортогональные системы функций.

Дадим краткий набросок доказательства

Имеет место следующая лемма.

**Лемма.** Если  $f(x)$  суммируема в интервале  $(0, \pi)$  и  $\int_0^\pi f(x)dx = 0$ ,

то  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\alpha_n \beta_n}{n} = 0$ , где

$$\alpha_n = \frac{2}{\pi} \int_0^\pi f(x) \theta_n(x) dx \quad \text{и} \quad \beta_n = \frac{2}{\pi} \int_0^\pi f(x) \psi_n(x) dx$$

Пусть  $f_1(x) = \int_0^x f(\xi) d\xi$ . Тогда для  $0 \leq x \leq \pi$

$$f_1(x) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\alpha_n \theta_n(x)}{n} \quad \text{и ряд сходится равномерно в этом промежутке.}$$

Умножим этот ряд на  $\frac{2}{\pi} f(x)$  и интегрируя, получим:

$$\frac{2}{\pi} \int_0^\pi f_1(x) f(x) dx = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\alpha_n}{n} \cdot \frac{2}{\pi} \int_0^\pi f(x) \theta_n(x) dx$$

$$\text{или } \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi} f_1(x) df_1(x) = \sum_1^{\infty} \frac{\alpha_n \beta_n}{n}$$

$$\text{но } f_1(0) = f_1(\pi) = 0 \text{ . Следовательно, } \int_0^{\pi} f_1(x) df_1(x) = 0 \text{ . Лемма доказана.}$$

$$\text{Пусть } \int_0^{\pi} f(x) \varphi_n(x) = 0, n = 0, 1, 2, 3, \dots \text{ Тогда это выражение можно переписать}$$

$$\alpha_0 = 0, \alpha_n + \lambda_n \beta_n = 0, \quad n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

Функция  $f(x)$  удовлетворяет условиям леммы, поэтому

$$\sum_1^{\infty} \frac{\alpha_n \beta_n}{n} = 0 \quad \text{или} \quad \sum_1^{\infty} \frac{\alpha_n \beta_n^2}{n} = 0$$

$$\lambda_n \beta_n = 0, n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

$$\text{Следовательно, } \alpha_n = 0, n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

В силу полноты системы  $\theta_n(x), n = 0, 1, 2, 3, \dots$  следует, что п.в.  $f(x) = 0$ , т.е. верна

**Теорема.** Система функций (2) является полной на интервале  $(0, \pi)$ , если все  $\lambda_n \geq 0$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Диткин В.А. О полноте одной системы тригонометрических функций // Успехи матем. наук, 1950, Т.5, Вып. 2, С.196-197
2. Бицадзе А.В. Об одной системе функций // Успехи матем. наук, 1950, Т. 5, Вып.4, С.154-155
3. Лаврентьев М.А., Бицадзе А.В. К проблеме уравнений смешанного типа // ДАН СССР, т. XX, №3 (1950), С.376

#### REFERENCES

1. Ditkin V.A. O polnote odnoi sistemy funkci trigonometricheskoi sistemy funkci // Uspehi matem. Nauk, 1950, T.5, Vyp. 2, S.196-197
2. Bitsadze A.V. Ob odnoi sisteme funkci // Uspehi matem. Nauk, 1950, T. 5, Vyp.4, S.154-155
3. Lavrentiev M.A., Bitsadze A.V. K probleme uravneni smeshannogo tipa // DAN SSSR, т. XX, №3 (1950), S.376

Мұстафин М.А.

**Диткин бір теореманың жинақтау функцияларының жүйесі толықтық**

**Түіндеме.** Мақаланың мақсаты - Диткин бір теореманың жинақтау функцияларының жүйесі толықтық беру.

**Негізгі сөздер:** ортогональдік функцияларының жүйесі, толықтық.

Мустафин М.А.

**Обобщение одной теоремы В.А.Диткина о полноте системы функций**

**Резюме.** Цель статьи - дать обобщение одной теоремы В.А.Диткина о полноте системы функций

**Ключевые слова:** система ортогональных функций, полнота.

Mustafin M.A.

**Generalization of one Ditkin's theorem on completeness of one system of functions**

**Summary.** The goal of this article is to give generalization of one Ditkin's theorem on completeness of one system of functions.

**Key words:** system of orthogonal functions, completeness.

**М.Е. Есқалиев, М. Атагельдиева**  
(Қазмемқызпу, Алматы, Қазақстан Республикасы)

## **ИНФОРМАТИКАНЫ ОҚЫТУДА ИНТЕРАКТИВТІ ТЕХНОЛОГИЯНЫ ПАЙДАЛАНУ**

**Андатпа.** Информатиканы оқытуда интерактивті технологияны пайдалану. Берілген мақалада информатиканы оқытуда интерактивті технологияны пайдалану ерекшеліктері қарастырылған.

**Түйін сөздер:** Интерактив, технология, АСТIVote, АСТIVboard, ақпарат.

XXI ғасыр – бұл ақпараттық қоғам дәуірі, технологиялық мәдениет дәуірі, айналадағы дүниеге, адамның денсаулығына, кәсіби мәдениеттілігіне мұқият қарайтын дәуір. Бүгінгі білім мазмұны мұғалім мен оқушының арасындағы негізгі бастамалардың барлығы мұғалім арқылы жүзеге асырылады[1].

Мұғалімнің басты мақсаты – қоғамның сұранысына лайықты ізгілік қасиеттерді бойына сіңірген тұлғаны тәрбиелеу болып табылады. Ізгіліктің нұрына бөленген ұлы Әл-Фарабидің «Тәрбиеден ажыраған білім адамзатқа қасірет әкеледі» деп сонау бірнеше мыңжылдықта айтқан ұлағатты сөзінің мәні де осында жатыр.

Бүгінгі таңдағы Қазақстанның білім кеңістігіне еруге деген мүдделілігі осы салада халықаралық әлеуметтік және экономикалық тұрғыдан озық деп танылған оқыту моделдерін өз мүмкіндігіне сай үлестіре қолдану үшін заман талабына лайық отандық білім беру стратегиясы мен тактикасын жаңалаудың қажеттілігін арттырып отыр. Өйткені ұлттық бәсекелестік қабілеті, бірінші кезекте, оның білімділік деңгейімен айқындалады. Әлемдік білім кеңістігіне толығымен кіріп білім беру жүйесін халықаралық деңгейде көтеруді талап ететіні сөзсіз[2].

Біздің ел дамудың демократиялық жолын таңдауына байланысты, бүгінгі таңда қоғамды шешім қабылдауға тартудың маңызы арта түсті. Осы бағытта оқушылардың белсенділігін арттыруға мүмкіндік беретін әдістемелік тәсілдер *интер - активті* деп аталып жүр. Бұл әдістерді қолдану сырттай өте жеңіл көрінгенімен, өзіндік ерекшеліктері мен қиындықтары да бар.

Интерактив – ағылшынның "өзара әрекет" деген сөзі. Демек, интерактивті оқыту әдістері тұлғааралық қарым-қатынасқа негізделі отырып, "жеке тұлғаны дамытуға бағытталады" қазіргі білім беру парадигмасын қанағаттандырады. Сонымен бірге, сапалы білім алудың алғышарттары болып табылатын таным белсенділігі мен ізденіс дербестігін қалыптастырып қана қоймай, ары қарай дамытады.

Интерактивті оқыту әдістері дәстүрлі оқыту әдістерінен оқу үрдісінде оқушылардың өзінің өмірлік тәжірибелерін пайдалану арқылы есте берік сақтауымен, мәліметтерді талдап, жинақтау арқылы жеке және кәсіптік қабілеттерін аша алуымен ерекшеленеді. Дегенмен, интерактивті оқыту қажетті ақпаратты игеруге уақытты көбірек бөлуді, бағалауда жаңа, күрделі өлшемдерді қолдануды қажет етеді.

Кез келген технология білім берудің мақсатынан бастап оның түпкі нәтижесіне дейінгі аралықтағы оқытудың әдістемелік жүйесі енетін барлық барлық компоненттің біртұтас ортада мүддеге бірлесе қызмет етуінің тиянақталған жолы болып саналады.

Технология – грек тілінен аударғанда шеберлік деген ұғымды білдіреді. Бұл сөздің мағынасы педагогика саласында қолданған шеберлікпен өнім алу, нақты нәтижеге жеке белгілі бір жүйемен оқыту деген ұғымдарға пара-пар. Педагогикада оқыту технологиясы мен білім сапасы бір-бірінен ажыратуға болмайтын, өзара тәуелді, өзара сабақтас егіз ұғымға айналды. Себебі оқыту технологиясының тиімділігі сапалы нәтижелерге әкелетін факторларды үйлесімділікпен басқаруға тікелей байланысты болса, ал үйлесімді басқару жүйелілік арқылы сапаға қол жеткізудің басты шарты болып саналады. Сондықтан отандық та, әлемдік те ғылымда педагогикалық технологияларға арналған зерттеулер аясы кеңейе түсуде. Компьютердік оқыту технологиясына қатысты ғылыми ізденістер уақыт өткен сайын жаңарып, жаңғырып, толығып, дамып келеді. Зерттелген сайын оның жаңа өрістерінің де кеңейе түсуі бұл мәселенің өміршеңдігін танытады[4].

Дамыған елдердегі білім беру жүйесіндегі ерекше маңызды болып табылатын мәселелердің бірі – оқытуды ақпараттандыру, яғни оқу үрдісінде ақпараттық технологияларды пайдалану болып табылады. Қазіргі таңда да елімізде білім беру жүйесінде жаңашылдық қатарына ақпараттық

кеңістікті құру тәртібінен түспей отырғандығы мәлім. Қай заманда да өркениеттің дамуы интеллектуалдық шығармашылық қабілеттіліктің негізінде жасаған, әлі де солай болып келеді. Шығармашылық адам санасының жасампаздығын және іс-әрекетінің биік белсенділігін көрсетеді. Адам қабілетінің дәрежесі, оның кәсіби іскерлік шеберлігі, бизнес пен кәсіпкерліктің нәтижелілігі, жаңалық ашуы тұлғаның шығармашылық ойлауына қатысты анықталады.

Қазіргі таңда дәстүрлі оқыту әдістемесінің заман талабына сай толық білім беруге, меңгеруге кепілдік бермейтіндігін мектеп тәжірибесі көрсетіп отыр. Сондықтан жаңартылған әдістемелік жүйенің оқыту процесінде іске асу үшін оны технологияландыру қажеттілігі туады [3].

Білім беру үрдісін ақпараттандыру – жаңа ақпараттық технологияларды пайдалану арқылы дамыта оқыту, дара тұлғаны бағыттап оқыту мақсаттарын жүзеге асыра отырып, оқу-тәрбие үрдісінің барлық деңгейлерінің тиімділігін жоғарлатуды көздейді.

Оқу процесінде компьютерлік технологияны қолдану ойды кеңейтуді іске асырып жаңа әдістің пайда болуына, оның ұйымдастыру түріне әкеледі. Білім беруді ақпараттандыру барысында дидактикалық және оқыту құралы болып табылатын компьютер. Бүгінгі мектепке келіп жатқан техникалық жаңалықтардың ішіндегі айрықша орын алатыны – интерактивті тақталар – педагогтардың оқыту үрдісін көрнекі, анық етеді, сондай-ақ, кері байланысты сапалы жүзеге асырады.

*Интерактивті тақтамен жұмыс істеудің мұғалім үшін артықшылығы:*

1. Мұғалімге жаңа материалды сынып ортасында тұрып түсіндіруге мүмкіндік береді;
2. Кез-келген қосымшалардың үстіне сурет салуға және жазба жазуға мүмкіндік береді;
3. Артық уақыт, күш-жігер жұмсамай тақтадағы кескінді, сабақ уақытында жасалған жазбаларды сақтауға және баспаға беруге, және материалды қабылдау деңгейін тексеруді жеңілдетеді.
4. Мұғалімдерді оқытудың жаңа түрлерін іздеуге, кәсіби шеберлікке ынталандырады
5. Оқушылар үшін интерактивті тақтамен жұмыс істеудің артықшылығы:
6. Сабақты қызықты етеді және оқушы мотивациясын дамытады;
7. Ұжымдық жұмысқа қатысуға, жеке және әлеуметтік дағдыларын дамытуға көп мүмкіндік береді.
8. Оқыту материалының түсінікті, тиімді және өзгермелі берілуінің арқасында оқушылар қиын сұрақтарды жеңіл және тез қабылдайды.
9. Оқушылар шығармашылық жұмыс істей бастайды және өздеріне деген сенімі арта түседі.

Бірақта тақта — тек қана құрал, ал оқыту үрдісінің тиімділігі көбінесе мұғалімнің шеберлігі мен арнаулы программалық қамсыздандырудың сапасына байланысты екенін естен шығармағанымыз жөн. Осылайша, интерактивті тақтаны қолдану оқу үрдісін кемелдендіруге жаңа мүмкіндік береді, оқушы мен мұғалімнің өз бетінше атқаратын және бірлескен жұмыстарын шығармашыл етеді [5,6].

Бағдарламалық – ақпараттық жиынтық «Интерактивтік тақта» дегеніміз бұл дәстүрлі мектеп тақтасының барлық сапасына ие және мынадай кең мүмкіндіктері бар тақта:

- экрандық кескіндердің графикалық түсініктемелерін беру;
- бір мезгілде сыныптың барлық оқушыларының істеген жұмысына сараптама жүргізуге және тексеруге мүмкіндік туғызады;
- табиғи амалмен (ұсынылатын ақпарат ағынын арттыру есебінен) сыныпта оқушылардың оқу жүктемесін арттырады;
- оқытуға жаңа құлшыныстың алғы шарттарын дайындайды;
- сұқбатқа құрылған оқытуды жүргізеді;
- кей әдістерді пайдаланып, қарқынды әдістеме бойынша оқытады.

Интерактивті тақтамен жұмыс жасау тәжірибесі стереометрия сабақтарында, функциялар мен олардың графиктеріне арналған алгебралық сабақтарында, мектеп оқулығынан тыс сабақтарда қолдануда көрініп отыр [7,8].

*Интерактивті тақтаны оқу үрдісінде пайдалану нәтижесі.*

- Оқушыларға тақырып шеңберінде немесе белгілі бір уақыт аралығында айтылуға тиіс мәліметтер көлемі ұлғайды.
- Оқушының пәнге деген қызығушылығы артады, дағды, зейін т.б. дамиды.
- Тақырыптан қалып кеткен немесе дұрыс түсінбеген оқушыларға тақырыпты қосымша қайталауға мүмкіндік беріледі.
- Сурет, сызбалар, дыбыстық әсерлер, қимыл анимациялары іске асырылады.



–Дидактикалық материал қоры ұлғайды. Жасалған файлдар белгілі бір форматпен сақталып оқушыға электрондық пошта арқылы жіберуге болады.

–Электрондық оқулықты, интернет желісін сабақта, сабақтан тыс жұмыстарда, сонымен қатар олимпиадаға оқушылар дайындағанда қолданылады .

Сонымен интерактивті оқыту технологиясының басты ерекшелігі оқушы оқыту үрдісінің пассивті тыңдаушысы емес, белсенді қатысушысы, керек қажетті материалмен тікелей жұмыс істеуші. Бұған қазіргі оқытудың жаңа технологиясы мүмкіндік беріп отыр. Ал басты мақсаты оқушының ойлау, табу, шешу қабілеттерін дамыту болып табылатын математика пәні үшін озық технологияның орны ерекше. Сондықтан да орта мектептегі математиканы оқыту әдістемесі жаңа әдіс, амалдармен толығырақ. Бұл әдістерді қайталау, бекіту, жаңа тақырыпты түсіндіру сабақтарында еркін пайдалануға болады[9].

*Интерактивті құралдардың келесі ерекшеліктерін атап өтуге болады:*

1. Бормен тақтаға жазылған кескінді интерактивті тақтадағы түрлі – түсті айқын, ұқыпты кескінмен салыстыруға болмайды.

2. Тақта мен бордың көмегімен әр түрлі қосымшалары бар жұмысты түсіндіру қиын әрі мүмкін емес.

3. Слайдтарда, флипчартта қателер жіберілсе, тез арада түзетуге болады.

4. Сабақта АСТIVote тестілеу жүйесі арқылы тест алу мүмкіндігін қолдануға болады.

5. АСТIVwand указкасының көмегімен тақтаның жоғарғы бөлігіне кішкентайларға да қол жеткізуге мүмкіндік береді.

6. Сабақта көрнекілікті қолдану деңгейі артады.

7. Сабақтың өнімділігі артады.

8. Оқушылардың білім деңгейіне оң әсер етеді

Біз бейбіт елде, мемлекеттік білімді жетілдіруге аса мән берген елде тұрамыз. Жалпы білім берудің мақсаты – терең білімнің, кәсіби дағдылардың негізінде еркін бағдарлай білуге, өзін – өзі дамытуға адамгершілік тұрғысынан жауапты шешімдерді қабылдауға қабілетті жеке тұлғаны қалыптастыру, яғни жеке тұлғаны қалыптастыруға негізделген, ақпаратты технологияны терең меңгерген, жылдам өзгеріп жататын бүгінгі заманға лайықты, жаңашыл тұлғаны қалыптастыру.

Сонымен ғылым мен техниканың даму ғасырында мұғалім инновациялық әдіс-тәсілдерді қолдануда сабақты дайын күйінде бағалайды, оқушының өзі ізденіп, ғылыми зерттеуді көздейді, ал мғалімнің міндетіне оқушының іс-әректіне бақылау ғана жатады.

Оқу-тәрбие үрдісінде оқытудың инновациялық әдіс-тәсілдерін қолданып, оқушының жеке тұлға тұрғысынан қарастыратын болса, оқытудың сапалы болатындығын және ең негізгісі оқушылардың пәнге деген қызығуы мен жауапкершілігі, өз бетімен жұмыс істеу ынтасы, ізденушілік– шығармашылық, зерттеушілік қабілеттері артады. Ендеше әрбір жаңашыл педагог оқу үрдісінде түрлі инновациялық және интерактивтік әдістемелерді пайдалан білсе, сабақ сапасының жақсара түсетіні сөзсіз.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1. Журнал «Информатика и образование», № 7 -2006ж. (41-45 б)
2. Журнал «Информатика и образование», № 2 -2006ж. (49-57 б)
3. Журнал «Информатика негіздері» № 1 – 2005 ж (11-14 б)
4. Журнал «Мектеп» № 11 (6 бет)
5. Сайт: [www.edu.gov.kz](http://www.edu.gov.kz)
6. В.Г.Выгузов. Дистанционное образование: состояние и проблемы. //Жаһандану жағдайларындағы дистанциялық білім берудің жай күйі мен даму стратегиясы. Халықар. ғылыми – практикалық конф. материал. Қарағанды қаласы: ҚРУ баспасы, 2003 ж. 146 бет.
7. А.А.Бименова. Дистанционное образование в условиях глобализации: преимущества и трудности внедрения. //Жаһандану жағдайларындағы дистанциялық білім берудің жай күйі мен даму стратегиясы. Халықар. ғылыми – практикалық конф. материал. Қарағанды қаласы: ҚРУ баспасы, 2003 ж. 28 бет.
8. Г.А. Сапрыкина Электронный учебник - современное средство обучения
9. Е.Ы.Бидайбеков. С. Григорьев. В.В.Гриншкун. Информационное интегрирование и анализ образовательной области в разработке электронных средств обучения. – Алматы, 2002 – 100стр.

Ескалиев М.Е., Атагельдиева М.

**Информатиканы оқытуда интерактивті технологияны пайдалану**

**Түйіндеме.** Информатиканы оқытуда интерактивті технологияны пайдалану ерекшеліктері қарастырылған. Берілген мақалада информатиканы оқытуда интерактивті технологияны пайдалану ерекшеліктері қарастырылған.

**Түйін сөздер:** Интерактив, технология, ACTIVote, ACTIVboard, ақпарат .

Ескалиев М.Е., Атагельдиева М.Б.

**Использование интерактивных технологий при изучении информатики**

**Резюме.** Использование интерактивных технологий при изучении информатики. В данной статье рассмотрены особенности использования интерактивных технологий при изучении информатики.

**Ключевые слова:** Интерактивная технология, ACTIVote, ACTIVboard, информация.

Yeskaliyev M.Y., Atageldiyeva M.B.

**Usage of interactive technologies in study of informatics**

**Summary.** The use of interactive technology in learning informatics. This article examines the use of interactive technology in the study of computer science.

**Key words:** Interactive technology, ACTIVote, ACTIVboard, information.

УДК 681.5:66.012

**Е.В. Блиная**

(ВКГТУ им.Д.Серикбаева, г.Усть-Каменогорск,  
Республика Казахстан, [blinaeva-helen@mail.ru](mailto:blinaeva-helen@mail.ru))

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕНОСА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОБЪЕКТОВ  
ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ИНФРАЗВУКОМ НА ПЫЛЕГАЗОВЫЙ ПОТОК**

**Аннотация.** Приведены результаты математического моделирования переноса и химических трансформаций загрязненных веществ при очистке газов инфразвуковым методом.

Для уменьшения вредного воздействия на окружающую среду необходимо разрабатывать более эффективные технологии сжигания органического топлива и организовать систему экологического мониторинга на тепловых станциях.

В настоящее время имеются четыре направления борьбы с загрязнителями приземной атмосферы: оптимизация процесса сжигания топлива; очистка топлива от элементов, образующихся при сжигании загрязняющих веществ; очистка дымовых газов от загрязняющих веществ; рассеивание загрязнителей в атмосферном воздухе. Поскольку запасы углей среди всех топлив максимальны и будущая энергетика может быть обеспечена ими минимум на 500 лет, развитие угольной «экологически чистой» теплоэнергетики является одной из наиболее актуальных проблем.

Токсичность продуктов сгорания угля в 10-50 раз выше, чем природного газа. При увеличении доли угля в энергетическом балансе последует рост выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Всё это подтверждает необходимость в организации эффективной системы экологического мониторинга. Для организации экологического мониторинга необходимо контролировать содержание газовых и твёрдых выбросов топливосжигающих предприятий.

**Ключевые слова:** очистка дымовых газов, моделирование массопереноса.

**Введение**

Проблемы экологии и природопользования занимают важное место в социально-экономических программах развития Республики Казахстан. К долгосрочным государственным приоритетам в «Стратегии-2050» отнесены: экологическая безопасность, рациональное использование природных ресурсов, экологическое благополучие граждан, проблемы социальной жизни.

Усиление технического воздействия на природную среду породило ряд связанных с этим проблем, наиболее острая из которых – состояние атмосферного воздуха. Благодаря возросшим возможностям компьютерной техники, в настоящее время есть несколько методов моделирования.

В проблеме определения концентрации атмосферных примесей большое значение имеют знание скоростей продуктов фотохимических реакций и их зависимостей от температуры воздуха, спектральной интенсивности солнечного излучения и других факторов.

В составе выбросов 91,9 % приходится на газообразные и жидкие и 8,1% на твердые вещества. Наибольшую долю среди опасных веществ составляют сернистый ангидрид 58,9 % и окись углерода – 21,1 %. При ранжировании объемов выбросов вредных веществ без очистки основной объем приходится на сернистый ангидрид (55,3%).

**Модель переноса и химических трансформаций**

Алгоритм численного решения задачи переноса методом предиктор-корректор. В общем виде задача прогноза загрязнения воздуха математически может быть определена как решение дифференциального уравнения при определенных начальных и граничных условиях.

Рассматривается следующая модель переноса

$$\frac{\partial y}{\partial t} + c \frac{\partial y}{\partial x} \quad c > 0 \tag{1}$$

Граничные условия:

$$(u(0, t) = u(1, t) = 0) \tag{2}$$

Начальное условие:

$$u(x, 0) = F(x) \tag{3}$$

Точное аналитическое решение находится по формуле:

$$u(x, t) = F(x - ct) \tag{4}$$

Рассмотрим начально-краевую задачу для линейного уравнения переноса с постоянным коэффициентом  $a > 0$ :

$$u_t + au_x = 0, \quad x \in (0, l], \tag{5}$$

$$u(x, 0) = u_0(x), \quad x \in \Omega_{=[0, l]}, \tag{6}$$

$$u(0, t) = \mu_0(t), \quad 0 \leq t \leq T. \tag{7}$$

Аппроксимируем уравнение (5) явной схемой предиктор - корректор, которая на равномерной неподвижной сетке с узлами  $x_j = j\Delta x (j = 0, \dots, N)$  и шагом  $\Delta x = l/N$  имеет следующий вид [1]:

$$\frac{u_{j+1/2}^* - \frac{1}{2}(u_{j+1}^n + u_j^n)}{\tau_{j+1/2}^*} + a \frac{u_{j+1}^n - u_j^n}{\Delta x} = 0, \quad j = 0, \dots, N - 1 \tag{8}$$

$$\frac{u_j^{n+1} - u_j^n}{\tau} + a \frac{u_{j+1/2}^* - u_{j-1/2}^*}{\Delta x} = 0, \quad j = 1, \dots, N - 1, \tag{9}$$

где  $\tau$  – шаг по времени. На шаге предиктор вычисляются вспомогательные величины  $u_{j+1/2}^*$ , определенные в узлах с полу целыми индексами (в полужелтых узлах)  $x_{j+\frac{1}{2}} = x_j + \Delta x/2$ . Эти

$$t = t_n + \tau_{j+1/2}^n, \text{ где } t_n = n\tau, \tau_{j+1/2}^n = \frac{1}{2} \left( 1 + \theta_{j+1/2}^n \right) \tau$$

величины относятся к моменту времени

– параметр схемы, меняющийся от узла к узлу и от одного временного слоя к другому. На шаге

корректор вычисляются искомые величины  $u_j^{n+1}$ , определенные в целых узлах  $x^j$  и относящиеся к моменту времени  $t_{n+1} = t_n + \tau$ .

Сеточная функция  $\theta_{j+1/2}^n$  будет выбрана позднее. В частности, она может быть постоянной или "почти постоянной", т. е. зависящей от шагов сетки  $\tau$  и  $\Delta x$ , но не зависящей от переменных  $x$  и  $t$ .

Алгоритм дифференциального уравнения в химии. Во многих случаях математическое описание объекта химической технологии имеет вид дифференциальных уравнений, практическая ценность которых обуславливается тем, что, пользуясь ими, можно установить связь между основными переменными процесса. При изучении процессов с помощью дифференциальных уравнений, в инженерной практике приходится рассматривать два аспекта: во-первых, как составить дифференциальное уравнение, и, во-вторых, как его решить, т.е. как получить соотношение между интересующими нас переменными (параметрами).

Составление дифференциальных уравнений представляет собой задачу, для которой в настоящее время нет общих методов решения, и навыки в этой области могут быть приобретены лишь в результате изучения конкретных процессов.

Кинетика химических реакций в значительной степени определяет химический процесс и играет важную роль в химической технологии. Она открывает возможности сознательного управления промышленными процессами, позволяет ставить и решать вопросы их интенсификации. В связи с этим установление кинетических закономерностей является необходимым условием при разработке того или иного технологического процесса и управления им. Особенно это важно при проектировании химических реакторов методом математического моделирования. [2]

Скорость химических реакции - это изменение количества вещества в единицу времени: для гомогенных процессов – в единице объема, для гетерогенных процессов – на единице поверхности раздела фаз. Математическая запись этого определения представляется так:

$$v_\tau = \pm \frac{dN}{Vdt} \text{ или } v_\tau = \pm \frac{dN}{sdt} \quad (10)$$

где  $N$  – количество вещества;  $\tau$  – время;  $V$  – объем;  $s$  – поверхность раздела фаз.

Поскольку в химическом превращении участвуют несколько веществ (исходные, промежуточные вещества, продукты реакции), то имеется в виду не скорость химического превращения вообще, а скорость по какому-либо компоненту. Если количество вещества  $N$  выразить через концентрацию и объем ( $N = CV$ ), то скорость гомогенных реакций по исходному веществу с учетом формулы (10) примет вид:

$$v_{rA} = - \frac{d(C_A V)}{Vdt} = - \frac{C_A dV}{Vdt} - \frac{V dC_A}{Vdt} \quad (11)$$

Во многих случаях  $V = \text{const}$  (статические условия), тогда

$$v_{rA} = - \frac{dC_A}{dt} \quad (12)$$

Следовательно, для системы, объем которой с течением времени остается постоянным, скорость реакции по некоторому компоненту определяется изменением концентрации этого компонента по времени. Скорость химической реакции зависит от природы молекул реагентов и внешних условий: температуры, давления, среды (гидродинамика потоков, состояние поверхности раздела фаз, присутствие посторонних примесей и т. п.). При заданных внешних условиях (температура, давление, среда, в которой протекает процесс) скорость реакции является функцией концентраций реагирующих веществ

$$v_r = f(C_A, C_B, \dots, C_i) \quad (13)$$

В большинстве случаев эта зависимость скорости реакции от концентраций реагентов выражается степенным законом (закон действующих масс)

$$v_r = k C_A^{n_A} C_B^{n_B} \dots C_i^{n_i} \quad (14)$$

где  $C_A, C_B, \dots, C_i$  – концентрация исходных реагентов;  $n_A, n_B, \dots, n_i$  – порядок реакции по данному компоненту (показатель степени при концентрации  $i$ -го реагента);  $n_A + n_B + \dots + n_i = n$  – порядок реакции, т. е. сумма порядков реакции по всем реагирующим веществам, он определяет характер зависимости скорости от концентрации;  $k$  – константа скорости реакции.

Следует подчеркнуть, что степенная зависимость от концентраций реагирующих веществ практически всегда выполняется для скоростей отдельных стадий химического процесса. При этом как порядок по отдельному веществу, так и суммарный порядок реакции всегда являются целыми положительными числами. Если речь идет об отдельной стадии процесса, то порядок ее никогда не превышает трех. Поэтому особо важное значение имеют в химической кинетике реакции первого, второго и третьего порядка. В общем случае суммарный порядок многостадийной реакции может быть нулевым, дробным либо целым числом; он определяется экспериментально.

Из сопоставления уравнений (12), (13) и (14) получаем так называемые кинетические уравнения:

$$-\frac{dC_A}{dt} = f(C_A, C_B, \dots, C_i) \quad (15)$$

Или

$$-\frac{dC_A}{dt} = k C_A^{n_A} C_B^{n_B} \dots C_i^{n_i} \quad (16)$$

Таким образом, уравнение, отражающее изменение концентрации какого-либо вещества во времени в ходе химического превращения, носит название кинетического уравнения, а кривая, соответствующая этому уравнению – кинетической кривой.

Построение кинетических моделей. Химическая реакция  $SO_2, 2H^+ + 2OH + 2SO_2 + O_2 = 2H_2SO_4$  сложная поэтому, реакция протекает в несколько стадий.

- 1)  $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$ ;
- 2)  $SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$ ;
- 3)  $H_2SO_4 + Me \rightarrow MeSO_4$ .

На рисунке 1 представлена кинетическая схема данной реакции:

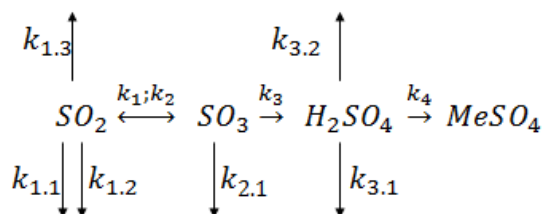


Рис. 1. Кинетическая схема превращений для соединений с газом  $SO_2$

Кинетическая модель данной реакции будет иметь вид:

$$\begin{cases} \frac{d[SO_2]}{t} = -(k_1 + k_{1.1} + k_{1.2} + k_{1.3})[SO_2]^2 + k_2[SO_3] \\ \frac{d[SO_3]}{t} = (k_{2.1} + k_3)[SO_3] + k_1[SO_2]^2 \\ \frac{d[H_2SO_4]}{t} = -(k_{3.1} + k_{3.2} + k_4)[H_2SO_4] + k_3[SO_3] \\ \frac{d[MeSO_4]}{t} = k_4[H_2SO_4] \end{cases} \quad (17)$$

Оксид азота – азот образует шесть кислородных соединений:  $N_2O, NO, N_2O_2, NO_2, N_2O_4, N_2O_5$ . При непосредственном соединении азота с кислородом образуется только оксид азота (II) NO.

Химическая реакция  $NO_x, 2H^+ + 2OH^- + 2N_2O_x + O_2 = 4HNO_3$ . Данная реакция протекает в две стадии.

- 1)  $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$ ;
- 2)  $4NO_2 + 2H_2O + O_2 \leftrightarrow 4HNO_3$ .

На рисунке 2 представлена кинетическая схема данной реакции :

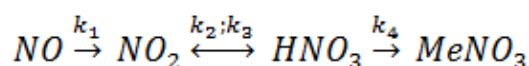


Рис. 2. Кинетическая схема превращений для соединений с газом NO

Кинетическая модель данной реакции будет иметь вид:

$$\begin{cases} \frac{d[NO]}{t} = -k_1[NO]^2 + [O_2] \\ \frac{d[NO_2]}{t} = -k_2[NO_2]^2 + k_1[NO]^2 \\ \frac{d[HNO_3]}{t} = -(k_4 + k_3)[HNO_3]^2 + k_2[NO_2]^2 \\ \frac{d[MeNO_3]}{t} = k_4[HNO_3]^2 \end{cases} \quad (18)$$

Оксид углерода (II) CO – в промышленности его получают пропуская оксид углерода (IV) над раскаленным углем при высокой температуре.

Химическая реакция  $CO, H^+ + OH^- + CO_2 = H_2CO_3 = H^+ + HCO_3^-$ . Данная реакция протекает в нескольких стадиях.

- 1)  $C + CO_2 \rightarrow 2CO$ ;
- 2)  $2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$ ;
- 3)  $CO_2 + H_2O \leftrightarrow H_2CO_3$
- 4)  $H_2CO_3 + Me \rightarrow Me_2CO_3$

Соответственно кинетическая схема этой реакции имеет следующий вид, представленный на рисунке 3:

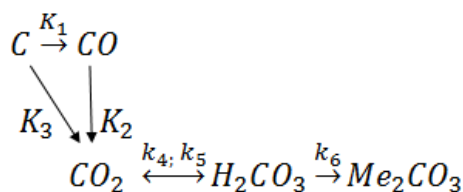


Рис. 3. Кинетическая схема превращений для соединений с газом CO

Кинетическая модель данной реакции будет иметь вид:

$$\left\{ \begin{array}{l}
 \frac{d[C]}{dt} = -(k_1 + k_3)[C] \\
 \frac{d[CO]}{dt} = -k_2[CO]^2 + k_1[C] \\
 \frac{d[CO_2]}{dt} = -k_4[CO_2]^2 + k_2[CO]^2 + k_3C \\
 \frac{d[H_2CO_3]}{dt} = -(k_6 + k_5)[H_2CO_3] + k_4[CO]^2 \\
 \frac{d[Me_2CO_2]}{dt} = k_6[H_2CO_3]
 \end{array} \right. \quad (19)$$

Обоснование зависимости скорости реакции от температуры было получено Аррениусом.

$$k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}}, \quad (20)$$

Им была сформулирована теория активных столкновений между молекулами: всякая реакция протекает через промежуточную стадию, связанную с переходом состояния молекул от нормальной (средней) энергии к состоянию с повышенной энергией.

В химической кинетике часто пользуются уравнением Аррениуса в логарифмической форме:

$$\ln k = -E_a/RT + \ln A, \quad (21)$$

Из уравнения (15) следует, что зависимость температуры, постоянная в координатах  $\ln k - 1/T$ , линейна. Эта зависимость позволяет определить энергию активации реакции  $E_a$  по тангенсу угла наклона по прямой и предэкспоненциальный множитель  $A$  по отрезку, отсекаемому прямой на оси ординат, когда  $1/T=0$ .

Энергия активации  $E_a$  – один из основных параметров, который характеризует скорость химического взаимодействия. Энергия активации процесса зависит от природы реагирующих веществ. Чем больше энергия активации, тем меньше (при прочих равных условиях) скорость реакции. Энергия активации необходима в основном для ослабления химических связей в исходных веществах и для преодоления отталкивания между электронами, которое возникает при сближении молекул атомов взаимодействующих веществ и мешает их сталкиванию.

Величина  $E_a$  химической реакции легко рассчитывается по уравнению Аррениуса (15), если известны значения констант скоростей при разных температурах.

$$\ln \frac{k_{T_2}}{k_{T_1}} = \frac{E_a}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \quad (22)$$



При высоких температурах химические реакции могут протекать с очень большими скоростями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сухинов А.А. Математическое моделирование процессов переноса примесей в жидкостях и пористых средах. Автореферат диссертации на соискание ученой степени к.ф.-м.н. по специальности 05.13.18, Москва, 2009 г.
2. Бенсон С., Еремин Е. Н. Основы химической кинетики, М., 1977 г.

REFERENCES

1. Sukhinov A.A. Matematicheskoe modelirovaniye processov perenosa primesey v gidkostyach i poristih sredah. Avtoreferat dissertazii na soiskanie uchenoy stepeni k.f.-m.n, Moskva, 2009 g.
2. Benson S., Yeregin E.N. Osnovi himicheskoi kinetiki, M., 1977 g.

Блинаева Е.В.

**Шаң мен газды ағынға инфрадыбыстық әсер ету кезінде жылу энергетикалық нысандарды ластайтын заттардың тасымалдауын үлгілеу**

**Түйіндеме.** Мақалада газдарды инфрадыбыстық әдіспен тазалау кезінде ластанған заттардың тасымалдауын және химикалық трансформациясын математикалық үлгілеу нәтижелері көрсетілген.

**Түйін сөздер:** түтінді газдарды тазалау, массаны тасымалдауды үлгілеу.

Блинаева Е.В.

**Моделирование переноса загрязняющих веществ объектов теплоэнергетики при воздействии инфразвуком на пылегазовый поток**

**Резюме.** В статье представлены результаты математического моделирование переноса и химических трансформаций загрязненных веществ, при очистке газов инфразвуковым методом.

**Ключевые слова:** очистка дымовых газов, моделирование массопереноса.

Blinaeva Y.V.

**Modeling of contaminant transport of objects of power under the influence of infrasound on the dust and gas flow**

**Summary.** The article presents the results of mathematical modeling of the transport and chemical transformation of substances contaminated with gas cleaning infrasonic method.

**Key words:** flue gas cleaning, the cleaning process automation.

УДК 004.418;004.416.3;004.416.6

**А. К. Хикметов, К. К. Каржаубаев**

(Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан  
email: askar.khikmetov@kaznu.kz, kairzhan.k@gmail.com)

**СОЗДАНИЕ ДИСТРИБУТИВА LINUX, АДАПТИРОВАННОГО ДЛЯ БЕЗДИСКОВЫХ  
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ КЛАСТЕРОВ**

**Аннотация.** Современные вычислительные кластеры в большинстве своем используют открытые операционные системы, основанные на ядре Linux. Однако имеющиеся варианты дистрибутивов Linux предназначенные для вычислительных кластеров не позволяют осуществлять установку на бездисковые системы. Данное ограничение обходиться на примере сборки и установки адаптированной операционной системы на бездисковый вычислительный кластер КазНУ URSA.

**Ключевые слова.** Операционная система, вычислительный кластер, Linux, бездисковые системы.

Рост вычислительной производительности современных компьютеров положительно сказался на всех отраслях деятельности человека. Однако технологии производства процессоров, главных элементов современных компьютеров, ограничены физическими возможностями материалов, из которых они изготавливаются. Если раньше согласно закону Мура [1] наблюдалось значительное увеличение мощности процессоров и уменьшение ее стоимости, то сейчас инженерам и технологам все труднее поддерживать закон Мура. Однако спрос на производительные решения существует



всегда, и своеобразным ответом на этот спрос послужило развитие процессоров в “ширину”. Высокий вычислительный потенциал достигается не за счет повышения частот, а за счет объединения многих процессоров в одну связанную вычислительную систему. Примером такой системы является вычислительный кластер. Основная задача вычислительного кластера - выполнение специально разработанных программ, позволяющих решать задачу на множестве процессоров.

Современные вычислительные кластеры в большинстве своем используют открытые операционные системы семейства UNIX: Linux, FreeBSD, Solaris. Существуют специализированные версии вышеупомянутых операционных систем, предназначенных для работы на вычислительных кластерах. Примером служит популярный дистрибутив Rocks Cluster Linux, основанный на CentOS. Однако данный дистрибутив имеет множество ограничений для использования. Так, все узлы, главные и подчиненные, должны иметь физический жесткий диск для установки на него основной системы, что делает невозможным установку дистрибутива Rocks на бездисковые вычислительные узлы. Оснащать все вычислительные узлы не всегда является целесообразным, поскольку помимо дороговизны серверных жестких дисков, они также часто подвержены сбоям, приводящими кластер в нерабочее состояние. Более дешевый способ – использование бездисковых клиентов в существующих кластерных дистрибутивах Linux не поддерживается.

Однако благодаря открытости систем Linux каждый пользователь может адаптировать дистрибутив Linux под свои нужды.

Создание вычислительного кластера будет произведено с применением дистрибутива ОС Linux - Debian 7.5. Выбор данного дистрибутива связан с тем что он является одним из самых популярных и важных дистрибутивов GNU/Linux, в первичной форме оказавший значительное влияние на развитие этого типа ОС в целом. Дистрибутивы Debian находят широкое применение как в серверах и рабочих станциях, так и в настольных системах и ноутбуках. Дистрибутив Debian имеет наибольшее среди всех дистрибутивов хранилище готовых пакетов программ. Для работы с хранилищем имеется самое популярное ныне средство — apt (Advanced Packaging Tool). Необходимо отметить что дистрибутив Debian стал основой целого ряда дистрибутивов, самые известные из них — Knoppix, Linux Mint, SteamOS, Ubuntu.

### **Установка и настройка управляющего узла**

Главный узел будет предоставлять бездисковым клиентам доступ к загрузочному образу через локальную сеть посредством протокола Trivial FTP [2], на этапе загрузки IP адреса будут выдаваться посредством сервера DHCP. После загрузки клиенты должны будут перемонтировать корневую файловую систему и прочие файловые системы для совместной работы над задачами посредством сетевой файловой системы NFS.

В первую очередь, на главном узле должны быть установлены необходимые службы и программы. Для этого в терминале необходимо набрать следующую команду:

```
sudo apt-get install dhcp3-server tftpd-hpa syslinux nfs-kernel-server initramfs-tools
```

После инсталляции необходимых пакетов и программ можно приступить к настройке серверных служб.

### **Служба DHCP**

Служба DHCP необходима для автоматической выдачи и назначения сетевой настройки клиентских вычислительных узлов. Самые главные сетевые параметры – IP адрес, сетевая маска, имя хоста, шлюз по умолчанию, доменное имя сети. Ниже показан пример файла /etc/dhcpd.conf в котором указаны параметры сети для вычислительного кластера. В строках 1-4 производится указание параметров работы службы DHCP, строки 5-9 описывают параметры локальной сети, строки 10-18 задают сетевые параметры которые будут присвоены клиент узлам при запросе IP адреса, строки 19-23 отвечают за параметры выдаваемые определенному узлу, при этом идентификация происходит посредством MAC адреса узла (строка 21).

1. allow booting;
2. allow bootp;

3. ddns-update-style interim;
4. ignore client-updates;
5. option domain-name "clu.kaznu.kz";
6. option domain-name-servers 10.5.0.10;
7. default-lease-time 600;
8. max-lease-time 7200;
9. authoritative;
10. subnet 192.168.1.0 netmask 255.255.255.0 {
11. option subnet-mask 255.255.255.0;
12. option broadcast-address 192.168.1.255;
13. option routers 192.168.1.254;
14. option domain-name-servers 10.5.0.10;
15. range 192.168.1.10 192.168.1.99;
16. next-server 192.168.1.254;
17. filename "pxelinux.0";
18. }
19. host compute-1 {
20. fixed-address 192.168.1.101;
21. hardware ethernet 00:1A:64:8A:2D:B0;
22. option host-name "compute-1";
23. }

После сохранения содержимого файла `dhcpd.conf` необходимо перезапустить службу DHCP командой:

```
sudo service isc-dhcp-server restart
```

### Служба TFTP

TFTP расшифровывается как Trivial File Transfer Protocol. Предназначена для обеспечения загрузочной среды для бездисковых компьютеров. Основные параметры сервиса указываются в файле `/etc/default/tftpd-hpa`. Главный параметр, директория содержащая загрузочные образы, указан в строке 3:

1. RUN\_DAEMON="yes"
2. TFTP\_USERNAME="tftp"
3. TFTP\_DIRECTORY="/tftpboot"
4. TFTP\_ADDRESS="0.0.0.0:69"
5. TFTP\_OPTIONS="--secure"

После определения настроек службы необходимо создать необходимые директории службы и скопировать туда универсальный загрузчик сети PXE loader:

```
sudo mkdir -p /tftpboot/pxelinux.cfg
```

```
sudo cp /usr/lib/syslinux/pxelinux.0 /tftpboot
```

В файле `/tftpboot/pxelinux.cfg/default` необходимо указать параметры загрузки PXE. Поскольку каждый узел будет загружать один единственный образ достаточно указать следующие параметры.

```
DEFAULT linux
LABEL linux
KERNEL vmlinuz-3.2.0-4-amd64
APPEND boot=nfs root=/dev/nfs initrd=initrd.img-3.2.0-4-amd64 nfsroot=192.168.1.254:/nfsroot
ip=:::eth0:dhcp rw
```

Далее необходимо скопировать ядро Linux и перезапустить службу TFTP:

```
sudo chmod -R 777 /tftpboot/
copy initrd.img-3.8.0-30-generic and vmlinuz-3.8.0-30-generic into /tftpboot/
sudo /etc/init.d/tftpd-hpa start
```

### **Сетевые параметры главного узла**

Главный узел должен иметь сетевые параметры, соответствующие инфраструктуре дата центра. В случае кластера КазНУ указаны следующие сетевые параметры в файле /etc/networks/interfaces:

```
auto eth0
iface eth0 inet static
    address 192.168.1.254
    netmask 255.255.255.0
    gateway 192.168.1.254
```

```
auto eth1
iface eth1 inet static
    address 10.1.0.10
    netmask 255.255.252.0
    gateway 10.1.0.1
```

```
auto lo
iface lo inet loopback
```

Указанные настройки являются базовыми, в них лишь заданы IP адреса и параметры сети для каждой сетевой платы.

### **Установка минимальной ОС DEBOOTSTRAP**

Для вычислительных узлов кластера нет необходимости устанавливать полную систему Linux содержащие разнообразные библиотеки, оконные системы и т.п. Достаточно лишь иметь базовую минимальную установку, предназначенную для выполнения задач. Для получения минимальной установки ОС Debian удобен инструмент DEBOOTSTRAP позволяющий установить в локальную директорию минимальную корневую систему дистрибутива Linux:

```
sudo apt-get install debootstrap
sudo debootstrap --arch amd64 wheezy /nfsroot http://archive.debian.org/debian
```

По окончании установки необходимо указать некоторые базовые параметры системы для корректной работы вычислительных узлов, для этого достаточно выполнения в консоли следующих команд:

```
cat > /nfsroot/etc/fstab
#-----
#FSTAB FOR BASE SYSTEM
/proc /proc proc defaults 0 0
/sys /sys sysfs defaults 0 0
#-----
cat > /nfsroot/etc/hostname
<Ctrl-D>
```

Вычислительные узлы могут использовать тоже самое ядро что и главный узел, для этого достаточно скопировать папку /boot в /nfsroot/.

Окончательная настройка корневой файловой системы для вычислительных узлов производится временной сменой корневой директории на главном узле посредством команды sudo chroot /nfsroot/. Далее необходимо установить и настроить пакет initramfs-tools с помощью команд:

```
sudo apt-get install initramfs-tools
nano /etc/initramfs-tools/initramfs.conf
MODULES=most
BUSYBOX=y
KEYMAP=n
COMPRESS=gzip
```

```
NFSROOT=auto
cd /boot; update-initramfs -u
```

### Служба NFS

Служба сетевой файловой системы отвечает за хранение и передачу файлов посредством сети, при этом клиентское программное обеспечение работает с сетевой файловой системой также, как и с локальной файловой системой.

Корневая файловая система вычислительных узлов будет храниться в папке /nfsroot (для ее создания достаточно выполнить команду `sudo mkdir /nfsroot`).

Файл /etc/exports должен иметь следующее содержание:

```
/nfsroot 192.168.1.0/24(rw,no_root_squash,async,insecure,no_subtree_check)
/home    192.168.1.0/24(rw,no_root_squash,async,insecure,no_subtree_check)
```

Перезапуск службы NFS производится посредством команды `sudo exportfs -rv`.

### Установка и настройка бездисковых вычислительных узлов

На этапе начальной загрузки бездисковые клиенты имеют доступ лишь к локальной сети. Посредством протокола DHCP и PXE клиенты будут запрашивать сетевой IP адрес у главного узла. После получения сетевого адреса, бездисковые клиенты загружают образ корневой файловой системы и ядро Linux с главного узла. По окончании загрузки клиенты имея полный набор драйверов выполняют полноценный запуск ОС. По окончании запуска ОС, в работу вступают различные процессы и демоны, отвечающие за распределенную работу всего вычислительного кластера.

Для активации режима загрузки посредством PXE достаточно указать соответствующую опцию в настройке BIOS каждого вычислительного узла.

После выполнения всех вышеуказанных процедур получается готовый вычислительный кластер состоящий из главного и нескольких вычислительных узлов. В зависимости от типа задач, которые будут решаться на кластере необходимо дополнительно установить различные пакеты программ и библиотеки времени выполнения. Для более удобной работы с кластером можно дополнительно установить пакеты Torque PBS и Ganglia [3,4]. Пакет Torque PBS отвечает за управления заданиями, поддержку очередей и сокрытия низкоуровневых настроек MPI. Пакет Ganglia необходим для мониторинга состояния кластера, просмотра информации о кластере в режиме WEB, посредством веб браузера.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Moore, Gordon E. "Cramming more components onto integrated circuits." (1965).
2. Nemeth E., Snyder G., Hein T. R. Linux administration handbook. – Addison-Wesley Professional, 2006.
3. Installing Ganglia monitoring system. URL: <http://www.unixmen.com/install-ganglia-monitoring-system-ubuntu-13-10-debian-7/> (Дата обращения 30.07.2014)
4. KazNU Ursa Cluster. URL: <http://ursa.kaznu.kz/ganglia/> (Дата обращения 30.07.2014)

#### REFERENCES

1. Moore, Gordon E. "Cramming more components onto integrated circuits." (1965).
2. Nemeth E., Snyder G., Hein T. R. Linux administration handbook. – Addison-Wesley Professional, 2006.
3. Installing Ganglia monitoring system. URL: <http://www.unixmen.com/install-ganglia-monitoring-system-ubuntu-13-10-debian-7/> (Last visit 30.07.2014)
4. KazNU Ursa Cluster. URL: <http://ursa.kaznu.kz/ganglia/> (Last visit 30.07.2014)

Хикметов А.К., Каржаубаев К.К.

### Қатан дискісі жоқ есептеу кластерлері үшін Linux өзегіне негізделген амалдық жүйе құрастыру

**Түйіндеме.** Жұмыста қатан дискісі жоқ есептеу кластерлері үшін Linux өзегіне негізделген амалдық жүйе құрастыру барысы сипатталған. Алынған амалдық жүйе ҚазҰУ URSA есептеу кластерін дискі жоқ жүйеге ауыстыру кезінде қолданылған. Жасалған амалдық жүйе дистрибутиві ұқсас дистрибутивтерге қарағанда экономикалық жағынан тиімді балама болып табылады. Қатан дискілерін қолданбау есептеу кластерінде талай қаржы үнемдеуге әкеп соғады.

**Кілтті сөздер.** амалдық жүйе, есептеу кластері, Linux, қатан дискісі жоқ жүйелер.

Хикметов А.К., Каржаубаев К.К.

**Создание дистрибутива linux адаптированного для бездисковых вычислительных кластеров**

**Резюме.** В работе рассматривается процесс создания, адаптации открытой операционной системы на базе ядра Linux для использования на бездисковых вычислительных узлах. Результирующая операционная система была использована при переводе вычислительного кластера КазНУ на бездисковые клиенты. Полученный дистрибутив ОС является экономически выгодной альтернативой дистрибутивам привязанным к физическому жесткому диску.

**Ключевые слова.** операционная система, вычислительный кластер, Linux, бездисковые системы.

Khikmetov A.K., Karzhaubayev K.K.

**Linux kernel based OS distribution for diskless compute clusters**

**Summary.** Here we consider process of design and implementation of open source Linux kernel based operating system for use in diskless compute nodes. Resulting OS used while moving URSA KAZNU cluster into diskless state. The distribution is money saving alternative to distributions that rely on hard disk presence.

**Key words.** operating system, compute cluster, Linux, diskless nodes.

УДК 519.6

**А.У. Абдибеков, А.К. Хикметов**

(Казахский национальный университет им. аль-Фараби,  
Алматы, Республика Казахстан, Abugamil@mail.ru)

**ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ ДЛЯ РЕШЕНИЯ СИСТЕМЫ УРАВНЕНИЙ МЕЛКОЙ ВОДЫ НА ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ КЛАСТЕРНЫХ СИСТЕМАХ**

**Аннотация.** В работе рассматривается параллельный алгоритм для ускорения счета системы уравнений мелкой воды на параллельных компьютерах с распределенной памятью. За счет оптимизации объема вычислений и межпроцессорных обменов, в результате позволяет значительно улучшить масштабируемость вычислительного метода. Проведенные тесты показывают, что алгоритм дает существенные преимущества при счете на многоядерных системах.

**Ключевые слова:** параллельный алгоритм, декомпозиция расчетной области, приближение мелкой воды, разнесенная сетка.

Рассмотрим несжимаемую жидкость, находящуюся в однородном поле сил тяжести. Предположим, что течение является потенциальным, т. е. для вектора скорости  $u = (u, v, w)$  существует функция  $\phi(x, y, z, t)$  такая, что  $u = \text{grad}\phi$ . Здесь  $u, v, w$  – компоненты вектора скорости по направлениям  $x, y, z$  соответственно. Систему координат расположим так, что ось Oz будет направлена вертикально вверх в сторону, противоположную направлению ускорения свободного падения, а невозмущенная свободная поверхность будет совпадать с горизонтальной плоскостью XOY. Здесь и далее будем полагать, что жидкость заполняет собой некоторую область (см. Рис. 1), ограниченную сверху свободной поверхностью  $z = \eta(x, y, t)$ , а снизу - дном.

Введем, следуя монографии Дж. Уизема [1], несколько понятий, необходимых для дальнейшего изложения. Под волной будем понимать любой различимый сигнал, передающийся от одной части среды к другой с некоторой скоростью, причем он может искажаться, изменять свою величину и скорость распространения. Уравнения мелкой воды описывает квазитрехмерную баротропную динамику водяных масс[2]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial Hu}{\partial t} + \frac{\partial Hui}{\partial x} + \frac{\partial Huv}{\partial y} - fHv = v \left( \frac{\partial}{\partial x} \left( H \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( H \frac{\partial u}{\partial y} \right) \right) - gH \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{\tau_u^w}{\rho_0} - \frac{\tau_u^b}{\rho_0} \\ \frac{\partial Hv}{\partial t} + \frac{\partial Hvi}{\partial x} + \frac{\partial Hvv}{\partial y} + fHu = v \left( \frac{\partial}{\partial x} \left( H \frac{\partial v}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( H \frac{\partial v}{\partial y} \right) \right) - gH \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{\tau_v^w}{\rho_0} - \frac{\tau_v^b}{\rho_0} \\ \frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial Hu}{\partial x} + \frac{\partial Hv}{\partial y} = 0 \end{array} \right. \quad (1)$$

Использование трехмерной модели позволяет учесть изменение параметров течения по глубине и определить распределение скорости на любом заданном горизонте. Включение этой компоненты в

компьютерную модель значительно повышает уровень достоверности результатов и оказывается необходимым для верификации приближенных гидродинамических моделей. Такое решение должно быть принято, несмотря на очевидный рост объема вычислительных затрат.

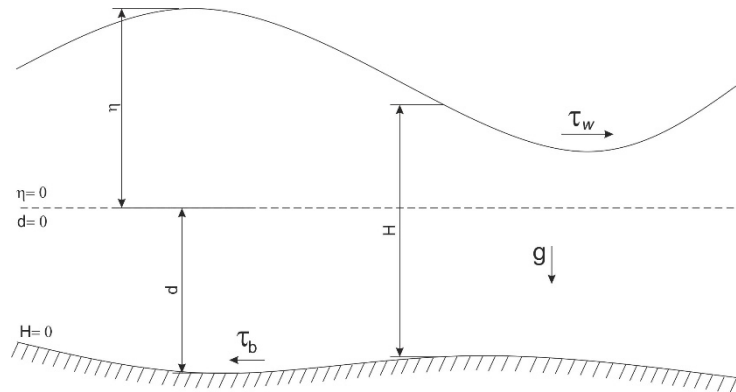


Рис. 1. Схема основных характеристик моделирования.

Где  $H$  - глубина от поверхности до дна,  $u, v$  - составляющие компоненты скорости,  $x, y, z$  - координаты,  $f$  - частота Кориолиса,  $\nu$  - вязкость,  $g$  - ускорение свободного падения,  $\rho_0$  - средняя плотность среды,  $\eta$  - уровень поверхности относительно состояние покоя.  $\tau_u^b$  - влияние трения дна[3]:

$$\tau_u^b = \rho_0 C_D u_b \sqrt{u_b^2 + v_b^2}$$

Где  $u_b, v_b$  - компоненты скорости на дне,  $C_D$  коэффициент сопротивления, задается в следующем виде[4]:

$$C_D = \left( k / \ln \left( \frac{z_D + z_0}{z_0} \right) \right)^2$$

где  $z_D$  - расстояние до дна,  $z_0 = 0.002$  коэффициент шероховатости, и число Кармана  $k = 0.4$ .

$\tau_u^w$  - влияние ветра на поверхность[3]:

$$\tau_u^w = \rho_a C_a u_{10} \sqrt{u_{10}^2 + v_{10}^2}$$

Где  $\rho_a = 1.25 \text{ кг/м}^3$  - плотность воздуха,  $C_a$  - коэффициент сопротивления воздуха,  $u_{10}, v_{10}$  - скорость ветра на высоте 10 метров.

Начальное состояние уровня жидкости возьмем согласно кривой распределению Гаусса:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

где  $\mu$  - возьмем за координату источника распространения возмущения.

$\sigma$  - возьмем ширину обода «колокола».

Для двумерного случая получим:

$$\eta_{\sigma_x \sigma_y}(x, y) = \frac{V}{\sigma_x \sigma_y \pi} e^{-\left( \frac{(x-x_0)^2}{\sigma_x^2} + \frac{(y-y_0)^2}{\sigma_y^2} \right)} \quad (2)$$

где  $x_0, y_0$  - координаты источника возмущения,  $\sigma_x, \sigma_y$  - ширина обода «колокола» возмущения.

Для численного решения сформулированной задачи используется разнесенная сетка иллюстрированное на рис 2. Применение разнесенной сетки позволяет связать значение скорости и глубину и избежать появления осцилляций в решении, которые возникают при использовании метода конечных разностей[8].

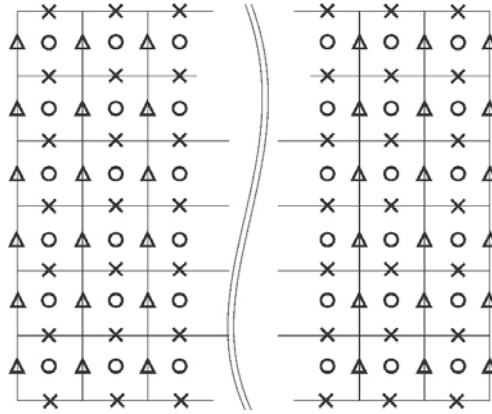


Рис. 2. Схема разнесенной сетки, где «x» обозначено – компонента  $u$ , «o» –  $H$  и  $\square$ , «Δ»- компонента  $v$ .

Распишем численную аппроксимацию первого уравнения системы (1) в данной расчетной сетке:

$$\begin{aligned} \frac{\partial Hu}{\partial t} = & -(m_{U_{i+1}} H(u_{i+1} + u)^2 / 2^2 - m_{U_{i-1}} H_{i-1} (u + u_{i-1})^2 / 2^2) / \Delta x - \\ & \left( m_{U_{j+1}} H_{i-1} + H_i + H_{i-1,j+1} + H_{i,j+1} \times (u_{j+1} + u)(v_{i-1,j+1} + v_{i,j+1}) / 16 - \right. \\ & \left. m_{U_{j-1}} H_{i-1} + H_i + H_{i-1,j-1} + H_{i,j-1} \times (u + u_{j-1})(v_{i-1} + v) / 16 \right) / \Delta y + \\ & + f(H + H_{i-1}) / 2 \times \\ & \times \frac{(m_V v)_{i-1} + m_V v + (m_V v)_{j+1} + (m_V v)_{i-1,j+1}}{m_{V_{i-1}} + m_V + m_{V_{j+1}} + m_{V_{i-1,j+1}}} + \\ & + v(m_{U_{i+1}} H \frac{u_{i+1} - u}{\Delta x} - m_{U_{i-1}} H_{i-1} \frac{u - u_{i-1}}{\Delta x}) / \Delta x + \\ & + v(m_{U_{j+1}} H \frac{u_{j+1} - u}{\Delta y} - m_{U_{j-1}} H_{j-1} \frac{u - u_{j-1}}{\Delta y}) / \Delta y - \\ & - g(H + H_{i-1}) / 2(\eta - \eta_{i-1/2}) / \Delta x + \frac{\rho_a}{\rho_0} C_a u_{10} \sqrt{u_{10}^2 + v_{10}^2} - C_D u \times \\ & \times \sqrt{u^2 + \left( \frac{(m_V v)_{i-1} + m_V v + (m_V v)_{j+1} + (m_V v)_{i-1,j+1}}{m_{V_{i-1}} + m_V + m_{V_{j+1}} + m_{V_{i-1,j+1}}} \right)^2} \equiv Ru \end{aligned}$$

Конечно-разностный аналог для уравнения уровня жидкости записывается в следующем виде:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \eta}{\partial t} = & -(m_{T_{i+1}} (H + H_{i+1}) / 2 u_{i+1} - m_{T_{i-1}} (H_{i-1} + H) / 2 u) / \Delta x - \\ & - m_{T_{j+1}} ((H + H_{j+1}) / 2 v_{j+1} - m_{T_{j-1}} (H_{j-1} + H) / 2 v) / \Delta y \equiv R\eta \end{aligned}$$

Разбиение на прямоугольные области соответственно по одной и двум координатам. Каждый такой параллелепипед можно к тому же обрабатывать одинаково, при этом одновременно с другими - на отдельном процессоре. В действительности, вырезание такого параллелепипеда представляет выделение нескольких витков большого цикла обработки точек области на отдельный процессор.

Численная модель позволяет описывать динамику распространения возмущений на поверхности воды с течением времени в декартовой системе координат. Для расчетов использовались сетки размером 120x120 и шагом по пространству 5м по каждому направлению оси, а шаг по времени был взят 0.1 с. Физический размер расчетной области составил 600 м на 600 м. Ускорение свободного падения принят равный 9.8 м/с<sup>2</sup>. Ширине обода колокола 20 м, а высота составило 0,01 м начального возмущения. При таких расчетных данных число Куранта составило 0.792, что удовлетворяет условию устойчивости. На всех границах использовали неотражающие граничные условия[5].

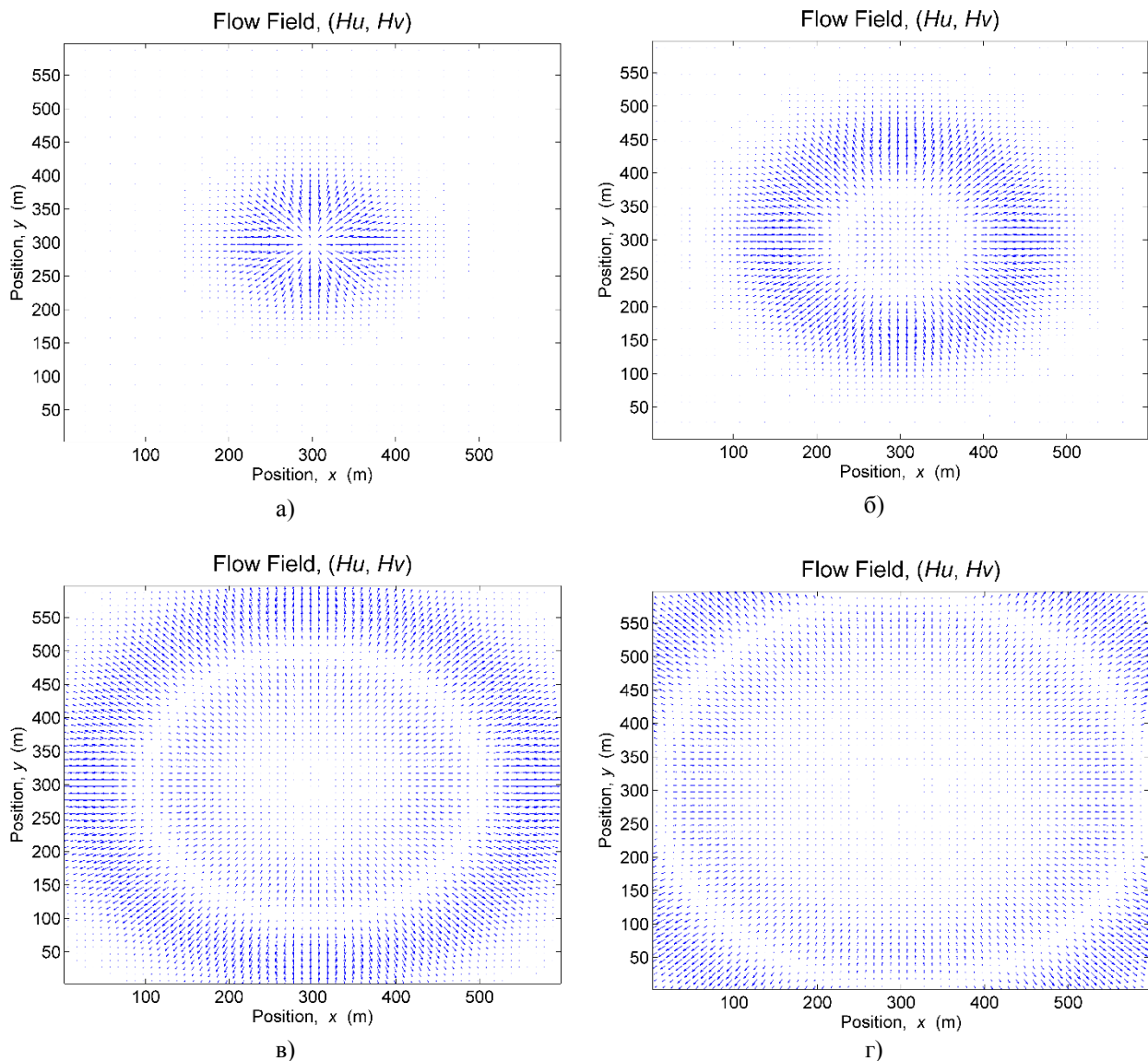


Рис. 3. Динамика изменения поля скоростей в зависимости от времени при неотражающих граничных условиях. а) 0с б) 9с в) 24с г) 33с

Расчеты производились на высокопроизводительном кластере T-Cluster Казахского национального университета имени аль-Фараби. Основу высокопроизводительного аппаратно-программного составляет вычислительный кластер на базе 26-и вычислительных лезвий содержащих 2-а шестиядерных процессоров (Intel(R) Xeon(R) CPU E5645 2.40GHz). Общий объем операционной памяти составляет 624 гигабайтов, общий объем дисков памяти составляет 20-терабайта.

Таблица 1. Технические характеристики суперкомпьютера «T-Cluster»:

	Свойство	Значение
1	Число вычислительных узлов/процессоров	26/52 (312 ядра)
2	Тип процессора	шестиядерный Intel® Xeon® E5645 2.40GHz
3	Пиковая производительность	3 Тфлопс
4	Тип системной сети	40 Gigabit QDR Infiniband
5	Тип управляющей сети	Gigabit Ethernet
6	Скорость передачи сообщений между узлами	не менее 40 Гб/сек
7	Общая оперативная память	624 Гб
8	Оперативная память на каждом узле	24 Гб



В качестве компилятора был использован OpenMPI скомпилированный компилятором intel.

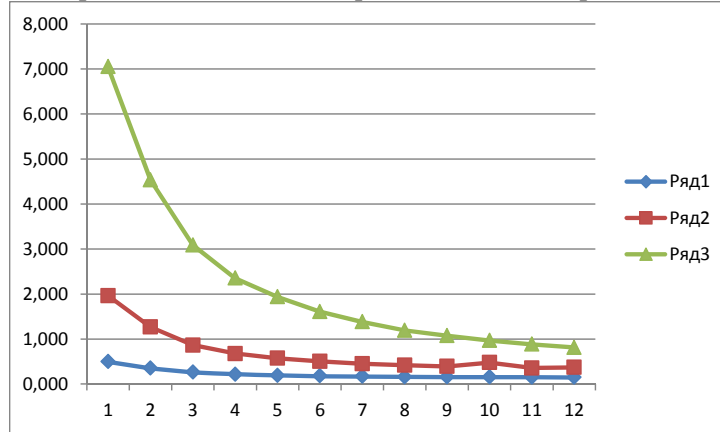


Рис. 4. Скорость вычисления в зависимости от количество точек и количество потоков

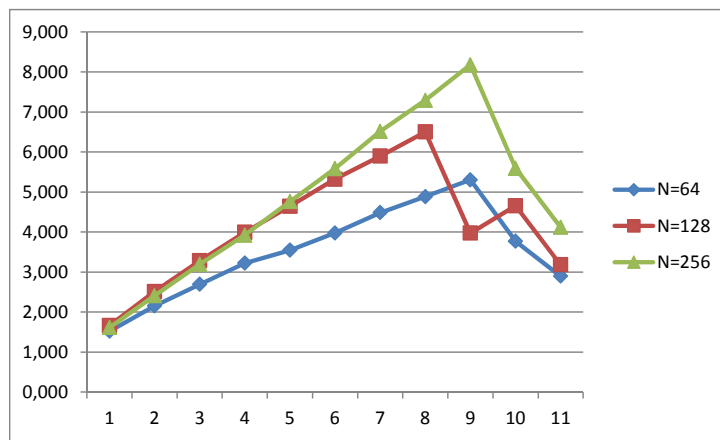


Рис. 5. Ускорение вычисления в зависимости от количество точек и количество потоков

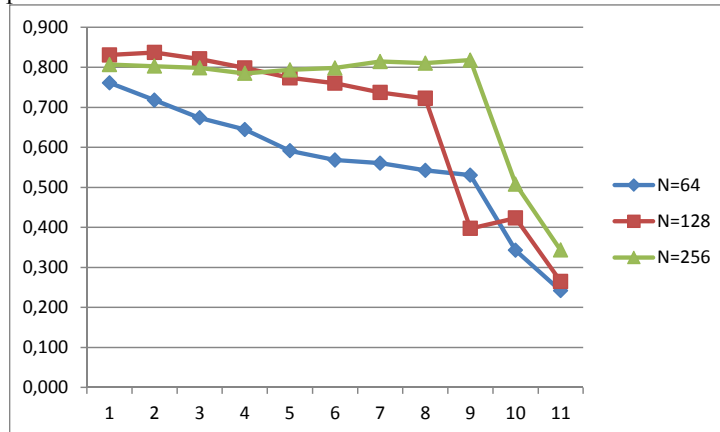


Рис. 6. Эффективность параллельного вычисления в зависимости от количество точек и количество потоков

Как видно из графиков, с увеличением расчетных точек, время выполнения параллельной программы увеличивается, а при увеличений числа процессоров выполнение параллельной программы уменьшается. С увеличением размерности расчетной сетки более чем 512 точек по каждому направлению оси, эффективность параллельной программы снижается. Это обусловлено с увеличением количество расчетной области, увеличивается объем информации передаваемой по сети, тем самым увеличивая время простоя процессоров в ожиданий получения данных. Получены расчетные значения ускорений, позволяющие оценить масштабируемость алгоритма и его программной реализации.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Урусов А. И., Шокин Ю.И. О моделировании взаимодействия длинных поверхностных волн с телом, полупогруженным в жидкость // В кн.: Труды Всесоюзного совещания по численным методам в задачах волновой гидродинамики. - Красноярск: ВЦ СО АН СССР.- 1991. - С. 33-40.
- 2 Kantha, L. H., and Clayson, C. A. Numerical models of oceans and oceanic processes. Academic Press, 2000.
- 3 Pietrzak, J., Jakobson, J. B., Burchard, H., Vested, H. J., and Petersen, O. A three-dimensional hydrostatic model for coastal and ocean modelling using a generalised topography following coordinate system. Ocean Modelling 4, 2 (2002), 173-205.
- 4 Leitao, P. C. Integration of Scales and Processes in the marine Environment Modelling. PhD thesis, Technical Superior Institute, Lisbon, 2003.
- 5 Ильгамов М.А., Гильманов А.Н. Неотражающие условия на границе расчетной области. - М: ФИЗМАТЛИТ, 2003, стр. 240.
- 6 Kundu, P. K., and Cohen, I. M. Fluid mechanics. Academic Press San Diego, 2002
- 7 Gill, A. E. Atmosphere-ocean dynamics. Academic Press New York, 1982.
- 8 Arakawa, A.; Lamb, V.R. Computational design of the basic dynamical processes of the UCLA general circulation model. Methods of Computational Physics 17. New York: Academic Press, 1977, pp. 173–265.

REFERENCES

- 1 Urusov A. I., Shokin Ju.I. O modelirovanii vzaimodejstviya dlinnyh poverhnostnyh voln s telom, polupogrzhennym v zhidkost' // V kn.: Trudy Vsesojuznogo soveshhanija po chislenym metodam v zadachah volnovoј gidrodinamiki. - Krasnojarsk: VC SO AN SSSR.- 1991. - S. 33-40.
- 2 Kantha, L. H., and Clayson, C. A. Numerical models of oceans and oceanic processes. Academic Press, 2000.
- 3 Pietrzak, J., Jakobson, J. B., Burchard, H., Vested, H. J., and Petersen, O. A three-dimensional hydrostatic model for coastal and ocean modelling using a generalised topography following coordinate system. Ocean Modelling 4, 2 (2002), 173-205.
- 4 Leitao, P. C. Integration of Scales and Processes in the marine Environment Modelling. PhD thesis, Technical Superior Institute, Lisbon, 2003.
- 5 Il'gamov M.A., Gil'manov A.N. Neotrazhajushhie uslovija na granice raschetnoj oblasti. - M: FIZMATLIT, 2003, str. 240.
- 6 Kundu, P. K., and Cohen, I. M. Fluid mechanics. Academic Press San Diego, 2002
- 7 Gill, A. E. Atmosphere-ocean dynamics. Academic Press New York, 1982.
- 8 Arakawa, A.; Lamb, V.R. Computational design of the basic dynamical processes of the UCLA general circulation model. Methods of Computational Physics 17. New York: Academic Press, 1977, pp. 173–265.

Әбдібеков А.У., Хикметов А.К.

**Жоғары өнімді кластерлік жүйеде саяз су тендеулерін шешу үшін параллельді алгоритм.**

**Түйіндеме.** Алынған есептеу үдеулеріне сүйенсек, алгоритмнің және бағдарламаның параллельдік моделінің масштабтау қасиеті анықталды. Осы нәтижеге сүйенсек, алгоритм жоғары параллельдік потенциалы мен жақсы құрылымына ие. Осыған орай есептеу үдеуі процессорға байланысты сызықты тәуелділікке жақын.

**Кілтгі сөздер:** параллельді алгоритм, есептеу облысының декомпозициясы, саяз су жуықтауы, таратылған тор.

Abdibekov A.U., Hikmetov A.K.

**Параллельный алгоритм для решения системы уравнений мелкой воды на высокопроизводительных кластерных системах.**

**Резюме.** Получены расчетные значения ускорений, позволяющие оценить масштабируемость алгоритма и его программной реализации. Эти результаты показывают, что алгоритм обладает значительным объемом потенциального параллелизма и хорошей структурой, что позволяет получать ускорения немного приближенной к линейной зависимости от количества используемых процессоров.

**Ключевые слова:** параллельный алгоритм, декомпозиция расчетной области, приближение мелкой воды, разнесенная сетка.

Abdibekov A.U., Hikmetov A.K.

**A parallel algorithm for solving the system of shallow water equations on high performance cluster systems.**

**Resume.** The calculated values of acceleration allowing to estimate scalability of the algorithm and parallel program. These results show that the algorithm has significant amount of potential parallelism and good structure, which allows to obtain the acceleration a bit close to the linear dependence on the number of processors used.

**Key words:** parallel algorithm, domain decomposition, shallow water approximation, staggered grid.

А.А. Исахов, А.К. Хикметов

(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан,  
e-mail: alibek.issakhov@gmail.com, askar.khikmetov@kaznu.kz

## ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ ЧИСЛЕННАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПЕРЕНОСА РАЗЛИВА НЕФТИ НА ПОВЕРХНОСТИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ С НЕСТАЦИОНАРНОГО ИСТОЧНИКА

**Аннотация.** Построена и реализована математическая модель переноса нефтяной пленки на поверхности моря. Используя методы математического моделирования, возможно, оценить ареал распространения нефтяного пятна, и принять эффективные меры по ликвидации нефти и нефтепродуктов в Каспийском море. Численный алгоритм был разработан с использованием схемы расщепления по физическим параметрам. На первом этапе предполагается, что перенос движения суммы происходит только за счет конвекции и диффузии. Промежуточные области скорости определяется метод дробных шагов с помощью алгоритма Томаса (алгоритм матричной прогонки). На втором этапе используется промежуточное поле скорости для определения поля давления. Трехмерные уравнения Пуассона для поля давления решается с помощью метода верхней релаксации. Кроме того исследованы различные способы геометрического разложения для параллельного численного решения трехмерного уравнения Пуассона.

**Ключевые слова:** разлив нефти, уравнения Навье-Стокса, модель Смагоринского, декомпозиция области.

Транспортный процесс, как и любой вид производственной деятельности, сопряжен с опасностью как для человека, так и для окружающей среды. Воздействие морских судов, по сравнению с другими видами транспорта, на окружающую среду минимально, так как в море при их нормальной эксплуатации попадает минимальное количество загрязнителей в пересчете на тонну перевозимых грузов. В то же время при авариях этот вид транспорта наносит человеку и окружающей среде ущерб, несопоставимый по размерам с последствиями аварий на других видах транспорта. Человечество принесло в жертву морю большое число жизней и огромные материальные ценности. Наиболее известными катастрофами такого рода являются аварии с танкерами «Торри-Каньон» (1967 г.), «Amoco Cadiz» (1978), «Atlantic Empress» (1979), «Ixtoc I» (1980), «Nowruz» (1983), «Castillo de Bellver» (1983), «ABT Summer» (1991), «Limburg» (2002), «Престиж» (2003г.) и разливов с буровых платформ «Браво» (1977 г.), «Бритиш Петролеум» (2010 г.). Интенсивное развитие морских перевозок в Каспийском бассейне, в том числе нефтепродуктов, представляет потенциальную опасность для экосистемы Каспийского моря и морского побережья. В ближайшем будущем следует ожидать дальнейшего значительного увеличения объемов транспортировки нефти через Каспий. По статистическим подсчетам аварии танкеров происходят при каждом тысячном заходе в порт и в 75% связаны с "человеческим фактором". Поэтому полностью устранить возможность аварий нельзя. В значительной мере эффективность операций по ликвидации разлива определяет временной фактор. На основании исходной информации об аварийном разливе нефти (тип судна, место аварии, её масштабы, вид нефтепродуктов, гидрометеорологическая обстановка и т.д.) с помощью использования прогностической компьютерной модели определяются направление и скорость движения нефтяного пятна и способы ликвидации разлива.

Рассматривается задача разлива нефти с нестационарного источника. С танкера получившего пробоину выливается нефть в открытое море, водоизмещение танкера 50 тысяч тонн. Задавался наихудший сценарий события, пробоина значительная и не имеется возможность заделать пробоину и отбуксировать танкер на берег.

Уравнения, описывающие, динамику течения и тепломассоперенос в море в приближении теории мелкой воды и гидростатического распределения давления по вертикали имеют следующий вид [1]:

$$\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial t} + \frac{\partial \bar{u}_j \bar{u}_i}{\partial x_j} = -\frac{\partial \bar{p}}{\partial x_i} + \frac{1}{\text{Re}} \frac{\partial}{\partial x_j} \left( \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} \right) - \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j} \quad (1)$$

$$\overline{\frac{\partial u_j}{\partial x_j}} = 0 \quad (i=1,2,3). \quad (2)$$

$$\text{где } \tau_{ij} = \overline{u_i u_j} - \overline{u_i} \overline{u_j} \quad (3)$$

Для моделирования распространения нефтепродуктов в море используется трехмерная модель переноса активной примеси

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial u_j C}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left( (D + \alpha_T) \frac{\partial C}{\partial x_j} \right) \quad (4)$$

$u_i$  – компоненты скорости,  $D$  – коэффициент диффузий,  $\alpha_T = \nu_t / \text{Pr}$ .

В качестве модели турбулентности используется динамическая модель Смагоринского. Для применения динамической модели проводится двойное осреднение с длиной фильтра  $\overline{\Delta} = 2\Delta$ , тогда

$$\frac{\partial \overline{u_i}}{\partial t} + \frac{\partial \overline{u_j u_i}}{\partial x_j} = -\frac{\partial \overline{p}}{\partial x_i} + \frac{1}{\text{Re}} \frac{\partial}{\partial x_j} \left( \frac{\partial \overline{u_i}}{\partial x_j} \right) - \frac{\partial \overline{\tau_{ij}}}{\partial x_j} - \frac{\partial (\overline{u_j u_i} - \overline{u_j} \overline{u_i})}{\partial x_j} \quad (5)$$

Уравнение (1), подвергнутое осреднению с двумя фильтрами длиной  $\overline{\Delta}$  и  $\Delta$  соответственно, имеет следующий вид:

$$\frac{\partial \overline{u_i}}{\partial t} + \frac{\partial \overline{u_j u_i}}{\partial x_j} = -\frac{\partial \overline{p}}{\partial x_i} + \frac{1}{\text{Re}} \frac{\partial}{\partial x_j} \left( \frac{\partial \overline{u_i}}{\partial x_j} \right) - \frac{\partial \overline{\tau_{ij}}}{\partial x_j} - \frac{\partial T_{ij}}{\partial x_j} \quad (6)$$

где  $T_{ij} = \overline{u_j u_i} - \overline{u_j} \overline{u_i}$ , из (5) и (6) следует

$$T_{ij} = \overline{\tau_{ij}} + \overline{u_j u_i} - \overline{u_j} \overline{u_i}, \text{ тогда } T_{ij} \text{ имеет следующий вид:}$$

$$T_{ij} - \frac{1}{3} \delta_{ij} T_{kk} = -2(C_s \overline{\Delta})^2 (2\overline{s_{ij} s_{ij}})^{1/2} \overline{s_{ij}}, \text{ а напряжения Леонарда имеют вид:}$$

$$L_{ij} - \frac{1}{3} \delta_{ij} L_{kk} = -2(C_s)^2 \left[ (\overline{\Delta})^2 (2\overline{s_{ij} s_{ij}})^{1/2} \overline{s_{ij}} - (\Delta)^2 (2\overline{s_{ij} s_{ij}})^{1/2} \overline{s_{ij}} \right] \quad (7)$$

Из (7) при использовании метода наименьших квадратов находится значение  $C_s$  в виде

$$C_s^2 = -\frac{1}{2} \frac{L_{ij} M_{ij}}{M_{lk} M_{lk}},$$

$$\text{где } M_{ij} = \left[ (\overline{\Delta})^2 (2\overline{s_{ij} s_{ij}})^{1/2} \overline{s_{ij}} - (\Delta)^2 (2\overline{s_{ij} s_{ij}})^{1/2} \overline{s_{ij}} \right]$$

Для нестационарного трехмерного уравнения движения, неразрывности и концентрации определены начальные и граничные условия удовлетворяющие уравнениям.

Для нестационарного трехмерного уравнения движения, неразрывности и концентрации определены начальные и граничные условия удовлетворяющие уравнениям.

Численное решение системы (1) – (4) проводится на разнесенной сетке с использованием схемы против потока второго типа и компактной аппроксимации для конвективного члена [2-6].

$$I) \frac{\vec{u}^* - \vec{u}^n}{\tau} = -(\nabla \vec{u}^n \vec{u}^* - \nu \Delta \vec{u}^*)$$

$$II) \Delta p = \frac{\nabla \vec{u}^*}{\tau}$$

$$III) \frac{\vec{u}^{n+1} - \vec{u}^*}{\tau} = -\nabla p.$$

Для решения задачи с учетом выше предложенной модели турбулентности используется схема расщепления по физическим параметрам. На первом этапе предполагается, что перенос количества движения осуществляется только за счет конвекции и диффузии. Промежуточное поле скорости находится методом дробных шагов, при использовании метода прогонки. На втором этапе, по найденному промежуточному полю скорости, находится поле давления. Уравнение Пуассона для поля давления решается методом Фурье в сочетании с методом матричной прогонки, которая применяется для определения коэффициентов Фурье [7]. На третьем этапе предполагается, что перенос осуществляется только за счет градиента давления. Алгоритм задачи распараллелен на высокопроизводительной системе [8, 9]. Алгоритм распараллеливание осуществляется таким образом:

$$p_{i,j,k} = \frac{2}{N_3} \sum_{l=0}^{N_3} \rho_l a_{i,j,l} \cos \frac{\pi kl}{N_3}$$

$$-A_j \vec{a}_{j-1} + B_j \vec{a}_j - C_j \vec{a}_{j+1} = \vec{F}_j$$

$$\alpha_{j+1} = (B_j - A_j \alpha_j)^{-1} C_j, \quad \alpha_1 = B_0^{-1} C_0$$

$$\vec{\beta}_{j+1} = (C_j - A_j \alpha_j)^{-1} (\vec{F}_j + A_j \vec{\beta}_j), \quad \vec{\beta}_1 = B_0^{-1} \vec{F}_0$$

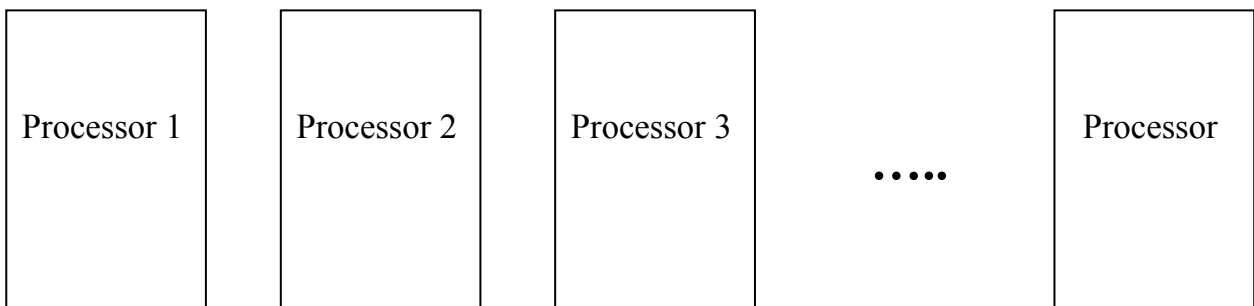
$$\vec{a}_j = \alpha_{j+1} \vec{a}_{j+1} + \vec{\beta}_{j+1}, \quad \vec{a}_{N_2} = \vec{\beta}_{N_2+1}$$

l=1

l=2

l=3

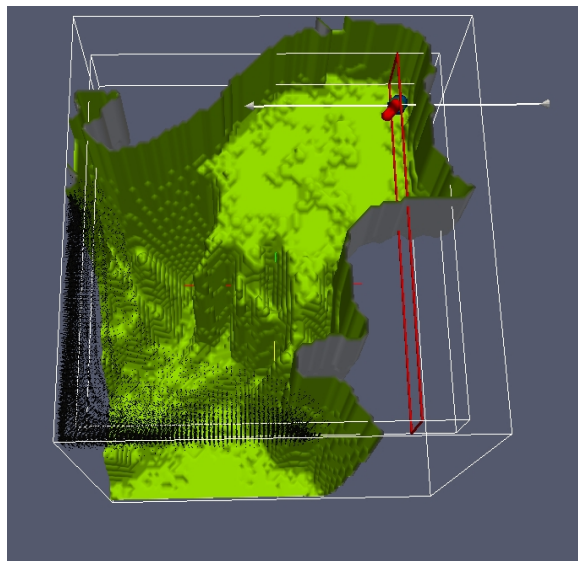
l=N



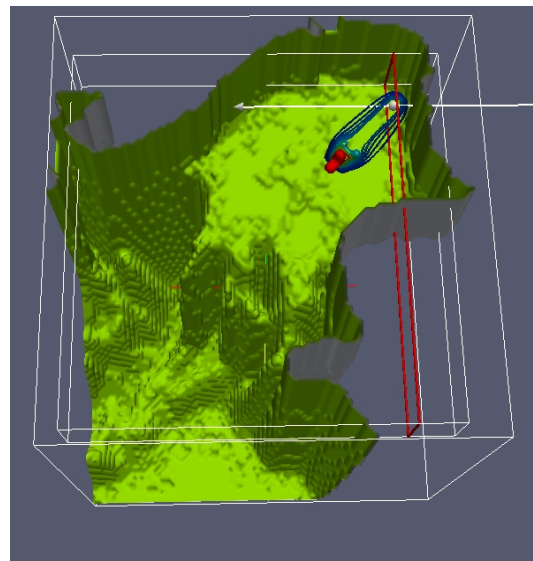
При решении задачи расчетная область покрывалась сеткой 100x100x100. Рельеф дна Северной части Каспийского моря была смоделирован методом фиктивных областей и подставлен в разностное уравнение для учета в процессе счета.

В результате численного моделирования гидродинамики Каспийского моря получены следующие данные, распределение скоростей течения в горизонтальных плоскостях на поверхности моря при северо-восточном ветре с силой 5-8 м/сек. На рисунке 1 показано начальный момент разлива нефти с движущегося источника и поле скоростей при северо-восточном ветре. На рисунках 2 – 4 показаны динамика распространения нефтяного пятна в северо-восточном направлении на поверхности воды. Динамика переноса на этих рисунках соответствуют 10 часам после начала разлива нефти в открытое море.

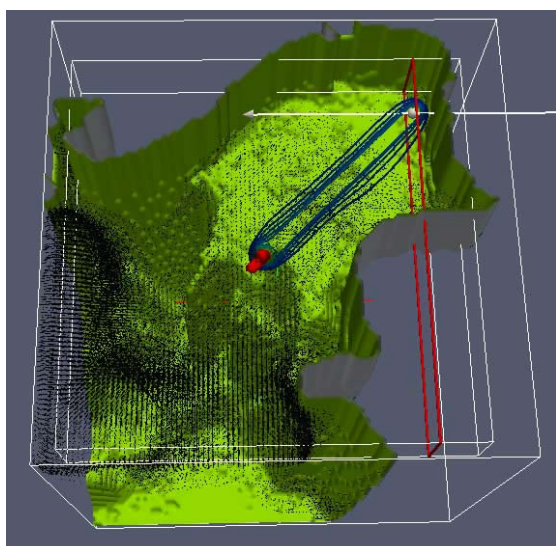
Таким образом, используя методы математического и компьютерного моделирования, и имея метеорологические прогнозы ветра над акваторией Каспийского моря, а также объем разлившейся нефти, возможно, оценить ареал распространения аварийного разлива нефти, и принять эффективные меры по ликвидации нефти и нефтепродуктов в море.



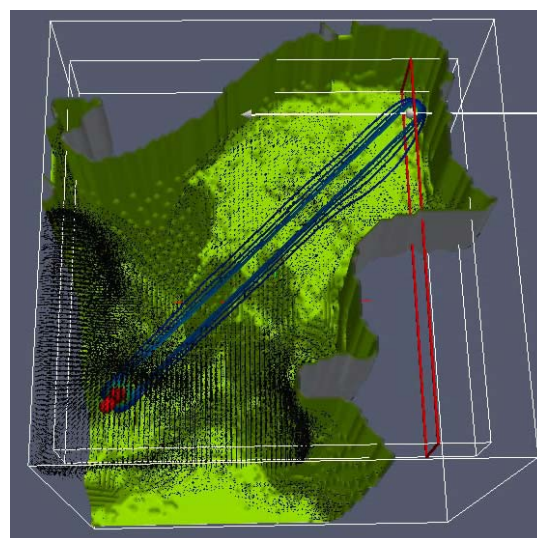
**Рис. 1.** Начальный момент разлива нефти с движущегося источника и поле скоростей при северо-восточном ветре



**Рис.2.** Миграция нефтяного пятна с движущегося источника при северо-восточном ветре через 10 ч. после разлива



**Рис. 3.** Миграция нефтяного пятна с движущегося источника при северо-восточном ветре через 15 ч. после разлива



**Рис. 4.** Миграция нефтяного пятна с движущегося источника при северо-восточном ветре через 24 ч. после разлива

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Филатов Н.Н. Динамика озер. – Л.: Гидрометеоздат, 1983. – 168 с.
- 2 Флетчер К. Вычислительные методы в динамике жидкостей: В 2-х томах: Т.2. – М.: Мир, 1991. – 552 с.
- 3 Роч П. Вычислительная гидродинамика. – М.: Мир, 1972. – 612 с.
- 4 Толстых А.И. Компактные разностные схемы и их применение в задачах аэрогидродинамики. – М.: Наука, 1990. – 230 с.
- 5 Пейре Р.,Тейлор Т. Вычислительные методы в задачах механики жидкости. – Л.: Гидрометеоздат, 1986.– 352 с.
- 6 Яненко Н.Н. Методы дробных шагов решения многомерных задач математической физике. – Н: Наука, 1967. – 197 с.
- 7 Самарский А. А., Гулин А.В. Численные методы. – М.: Наука, 1989. – 432 с.
- 8 Антонов А.С. Параллельное программирование с использованием технологий MPI. МГУ, 2004. – 71 с.
- 9 Шпаковский Г.И., Серикова Н.В. Программирование для многопроцессорных систем в стандарте MPI. Минск: БГУ, 2002. – 323 с.

REFERENCES

1. Filatov N.N. Dinamika ozer. – L.: Gidrometeoizdat, 1983. – 168 p.
2. Fletcher K. Vichislitelnie metodi v dinamike zhidkosti: V 2-h tomah T.2. – M.: Mir, 1991. – 552 p.
3. Rouch P. Vichislitelnyy gidrodinamika. – M.: Mir, 1972. – 612 p.
4. Tolstih A.I. Kompaktnie raznostnie shemi i ih primeneniye v zadachah aerogidrodinamiki. – M.: Nauka, 1990. – 230 p.
5. Peyre R., Teylor T. Vichislitelnie metodi v zadachah mehaniki zhidkosti. – L.: Gidrometeoizdat, 1986.– 352 p.
6. Yanenko N.N. Metodi drobnih shagov resheniya mnogomernih zadach matematicheskoi fiziki. – N: Nauka, 1967. – 197 p.
7. Samarskii A. A., Gulin A.V. Chislenie metodi. – M.: Nauka, 1989. – 432 p.
8. Antonov A.S. Parallelnoe programirovaniye s ispolzovaniem tehnologii MPI. MGU, 2004. – 71 p.
9. Shpakovskii G.I., Serikova N.V. Programmirovaniye dlya mnogoprocessornih system v standarte MPI. Minsk: BGU, 2002. – 323 p.

Исахов А.А., Хикметов А.К.

**Каспий теңіздің бетіндегі стационар емес көзінен мұнайдың жайылып таралуының параллельді сандық жүзеге асыру**

**Түйіндеме.** Бұл жұмыста теңіз бетіндегі мұнай қабықшасы тасымалының математикалық моделі құрылған және жүзеге асырылған. Математикалық модельдеу әдісін қолдану арқылы мұнай дағының таралу ауданын бағалауға және теңіздегі мұнай мен мұнай өнімдерін жою бойынша тиімді әдістер қолдануға болады. Сандық алгоритм физикалық параметрлер бойынша ыдырау схемасын пайдалану арқылы іске асты. Бірінші кезеңде схеманың қозғалысы тек конвенция және диффузия есебінен пайда болады деп жорамалданады. Жылдамдықтың аралық облыстары Томас алгоритмі көмегімен бөлшекті адымдар әдісі арқылы анықталады. Екінші кезеңде қысым өрісін анықтау үшін жылдамдықтың аралық өрісі қолданылады. Қысым өрісі үшін Пуассонның 3 өлшемді теңдеулері жоғары релаксация әдісі арқылы шешіледі. Бұдан басқа Пуассон үш өлшемді теңдеуінің параллельді сандық шешімі үшін геометриялық жіктеудің әр түрлі әдістері зерттелген.

**Түйін сөздер:** мұнайдың жайылуы, Навье-Стокс теңдеуі, Смагоринский моделі, ауданды декомпозициялау.

Issakhov A., Khikmetov A.

**Parallel numerical realization of the oil spill transfer on the surface of the Caspian sea with a non-stationary source**

**Summary.** In this paper we construct a mathematical model and implemented the transfer of oil spills on the sea surface. Using mathematical modeling techniques may evaluate the area of distribution of the oil spill, and to take effective measures to eliminate oil and oil products in the Caspian Sea. The numerical algorithm was worked out using a scheme of splitting on physical parameters. At the first stage it is supposed that carrying over movement amount takes place only due to convection and diffusion. Intermediate field of velocity is determined by method of fractional steps by using Thomas algorithm (tridiagonal matrix algorithm). At the second stage found intermediate field of velocity is used for determination of the field of pressure. Three dimensional Poisson equation for the field of pressure is solved using upper relaxation method. Moreover various ways of geometrical decomposition for parallel numerical solution of three dimensional Poisson equations are investigated.

**Key words:** oil spill, Navier-Stokes equations, Smagorinsky model, domain decomposition.

**А.Г. Нигай, В.Ф. Петрова**  
(КазНТУ имени К.И. Сатпаева,  
ЕТУ, Алматы, Республика Казахстан)

## ЭПИСТЕМОЛОГИЯ И КРИТЕРИИ ИСТИННОСТИ

**Аннотация.** В статье рассматривается проблема эпистемологии и критерии ее истинности, ее отличие от вненаучных и ненаучных форм познания, эмпирический и теоретический уровни познания, этапы становления научной теории.

**Ключевые слова:** эпистемология, гносеология, практика, проблема, гипотеза, идея, принцип, теория.

Эпистемология исследует сущность и природу знания, его структуру и развитие. Традиционно анализ знания осуществлялся в теоретической философии наряду с учением о бытии - онтологией. В классической новоевропейской философии этот анализ обычно дается в рамках общего учения о «человеческом разуме». Так было у Декарта, Локка, Лейбница, Юма, Канта, заложивших фундамент наших представлений о познании.

С середины XIX в. этот раздел философского знания стал пониматься как особая философско-методологическая дисциплина, занимающаяся исследованием сущности знания, его структуры и развития – «гносеология», или теория познания. С XX в. и в последние десятилетия он чаще именуется на английский лад - «эпистемология». В классической философии каких-то особо глубоких причин для этих терминологических уточнений не существует. Они лишь отражают тот факт, что больше всего работ по теории знания пишут англоязычные философы. Неклассическая философия использует термин «эпистемология» для указания на некоторые категориальные различия. Так, если в гносеологии проблемы познания рассматриваются через субъект-объектные отношения, в эпистемологии акцент смещается с субъекта на объект (т.е. на само знание). Учение о знании углубляется, появились новые философско-методологические направления и подходы, методы исследования (аналитический, структурно-функциональный и другие). Иными словами, отношение знания и объекта в наше время выходит за рамки чисто познавательных ситуаций.

Эпистемология - это теория, рассматривающая вопрос о том, как можно получить знания об объекте и составить о нем истинное представление. Иначе говоря, эпистемология – это теория, которая стремится выяснить вопросы, связанные с происхождением, методами, развитием и другими проблемами познания. Слово «эпистемология» представляет собой сочетание греческих слов «episteme» – знание, и «logos» – слово, учение. Считается, что впервые этот термин был использован Дж.Ф. Ферье (1808-1864 гг.). Немецкое понятие Erkenntnistheorie (Теория познания) было введено К.Л. Рейнхольдом (1758-1823 гг.). В русскоязычной литературе вместо понятия эпистемологии чаще употребляется понятие познания. Теория познания (гносеология) - это раздел философии, в котором изучаются такие проблемы как природа познания, его возможности и границы, отношение знания и реальности, субъекта и объекта познания, исследуются всеобщие предпосылки познавательного процесса, условия достоверности знания, критерии его истинности, формы и уровни познания, и ряд других проблем.

Познание – обусловленный, прежде всего, общественно-исторической практикой, процесс приобретения и развития знания, его постоянное углубление, расширение и совершенствование. Термин «знание» обычно употребляется в трех основных смыслах:

- способности, умения, навыки, которые базируются на осведомленности, как что - либо сделать, осуществить;
- любая познавательно значимая информация;



- особая познавательная единица, гносеологическая форма отношения человека к действительности, существующая наряду и во взаимосвязи со своим «другом» - с практическим отношением.

Второй и третий аспекты - и есть предмет рассмотрения гносеологии, теории познания.

Познание и его изучение не есть что-то неизменное, раз и навсегда данное, а представляет собой «нечто диалектическое», развивающееся по определенным законам. На каждом из этапов своего развития знание и есть резюме истории познания.

Познание развивается и совершенствуется в тесной связи с общественной практикой. Практика - это материальное освоение общественным человеком окружающего мира. В ней люди преобразуют и создают материальные вещи, опредмечивая свои сущностные силы.

Роль практики в процессе познания обсуждается и в современной философии. Так, К. Поппер указывает на недопустимость разрушения единства теории и практики или (как это делает мистицизм) ее замены созданием мифов. Он подчеркивает, что практика - не враг теоретического знания, а «наиболее значимый стимул к нему».

Как известно, знания, которые приобретаются в ходе исследований, принято подразделять на вненаучные, ненаучные и научные. Научное знание – это достоверное, логически непротиворечивое знание. Важнейшим критерием его научности является рост объективно-истинного содержания знания, выражающий степень соответствия его действительности. Он проверяется посредством специфических средств и способов познания.

С точки зрения гносеологии – теории познания - принято различать две разновидности, два основных уровня научного познания – эмпирический и теоретический. Они различаются между собой по полноте, глубине и всесторонности охвата объекта, способу достижения знания, методам и приемам исследования, формам познания.

Эмпирический и теоретический уровни познания тесно связаны между собой. В ходе эмпирического познания – от наблюдения до эксперимента – значение и роль теоретических предпосылок неуклонно возрастает. Прежде чем приступить к эксперименту, исследователь его планирует, ставит перед собой цель, обдумывает средства и методы наблюдения, используя при этом логику, научные понятия и суждения. Словом, ни один эксперимент не может ни начаться, ни завершиться без взаимодействия с теорией, а эмпирическое исследование, выявляя с помощью наблюдений и экспериментов новые данные, стимулирует теоретическое познание, ставит перед ним новые, более сложные задачи. С другой стороны, теоретическое познание, развивая и конкретизируя на базе эмпирии свое собственное содержание, открывает новые, более широкие горизонты для эмпирического познания, ориентирует и направляет его в поисках новых фактов, способствует совершенствованию его методов. Граница между этими уровнями условна и подвижна. В определенных точках развития науки эмпирическое переходит в теоретическое и наоборот [1].

Научное исследование начинается с постановки проблемы. С гносеологической точки зрения проблема – это некое противоречие, которое появляется на том этапе развития научного знания, когда прежние знания устаревают и не соответствуют новым данным о действительности. Иными словами, проблема – это то, что человеком еще не познано и ждет своего решения. Проблемы вырастают из потребностей практической деятельности человека, это своеобразные ступени, ведущие к новому знанию. Между обыденными и научными проблемами имеется существенное различие. Наука должна «дорости» до того, чтобы иметь необходимые и достаточные основания для постановки конкретной проблемы. С методологической точки зрения проблема-противоречие выражается в неспособности прежних методов познания объяснить новые факты. Поэтому постановка проблемы обязательно включает в себя какое-то предварительное, пусть несовершенное, знание новых способов их разрешения.

Для постановки проблемы необходимы факты. Научный факт (сделанное, свершившееся) – это отображение реальных явлений и событий – на эмпирическом уровне познания, а также интерпретация этого знания - на теоретическом уровне. На основании фактов, обобщенных на теоретическом уровне, формируются понятия, гипотезы, теории. Иными словами, между фактами и теоретическими построениями существует диалектическая взаимосвязь.

Фактическое знание достигается эмпирическим путем. Однако одних лишь фактов для решения проблемы недостаточно. Классификация и систематизация фактов – составная часть научного исследования. Не менее важно и доказательство достоверности полученных данных. Достоверность знания – необходимое условие его превращения в научный факт, поэтому факт как «упрямую вещь», надо принимать вне зависимости от того, «удобен» он для исследователя или нет. Все остальные

признаки факта являются производными от его достоверности. Накопление фактов – важнейшая часть научного исследования, но и этого недостаточно для решения проблемы. Необходима система знания, описывающая и объясняющая интересующие нас явления или процесс.

Итак, научное исследование начинается с постановки проблемы. Решение проблемы включает ее выдвижение, разработку, а завершается построением и проверкой гипотезы, обоснованием теории.

Направляющей программой научного исследования является идея. Её смысл заключается в формулировании обобщенного теоретического принципа, объясняющего сущность явлений без промежуточной аргументации, без учета всей совокупности связей, на основании которых делается вывод. Принципы отражают общие и существенные параметры изучаемой системы, накладывая на формы и методы, а в определенной степени и на результаты исследования определенные ограничения. Например, принцип причинности имеет всеобщий характер, а поэтому теория, отвергающая его, не может быть подлинно научной теорией. Именно в этом плане принцип причинности выступает как ограничитель теоретической системы.

Научная идея находит свою специфическую материализацию в гипотезе – т.е. научном предположении, которое нуждается в проверке и подтверждении, поскольку для этой формы научного знания свойственны проблематичность и недостоверность. В гипотезе органически сливаются два момента: выдвижение некоторого предположения и последующее логическое и практическое его доказательство. От простого предположения гипотеза отличается рядом признаков. К ним относятся: соответствие фактам, на основе которых и для обоснования которых она создана; проверяемость; применимость к широкому кругу явлений; относительная простота. Гипотезы выдвигаются в рамках концепций, представляющих определенный способ понимания, трактовки каких-либо явлений или систему взглядов на те, или иные явления.

В качестве критериев истинности гипотезы в социально-экономических и гуманитарных науках опираются на обобщения не универсального характера (как это бывает в фундаментальных науках), а на статистические данные; в физике и математическом естествознании чаще всего применяется принцип соответствия, но используются и математические модели (компьютерный или вычислительный эксперимент); в естествознании, географии и ряде других наук применяются мысленный (например, логический) или практический эксперимент.

Проверенная и доказанная гипотеза переходит в разряд достоверных истин, становится научной теорией, т.е. наиболее развитой, целостной системой научного знания. Примерами этой формы знания являются эволюционная теория, клеточная теория строения живых организмов, электромагнитная теория и другие. У каждой науки имеется собственная классификация и типология научных теорий: феноменологические, аналитические, детерминистские, позитивные, нормативные, микро - и макротейории и т.д.

Как целостная система знаний научная теория позволяет объяснить возникновение, функционирование, развитие процессов, предметов и явлений действительности, которые могут быть как материальными, так и идеальными.

Компонентами научной теории являются:

- исходная эмпирическая основа, предмет исследования;
- язык (естественный или искусственный, символический);
- средства, позволяющие от эмпирической действительности перейти к общему, существенному, закономерному – к теории;
- совокупность правил, принципов, логических приемов, опираясь на которые можно преобразовывать действительность.

Основным элементом теории является идеализированный объект – абстрактная модель существенных свойств и связей изучаемых предметов. Многообразие типов идеализированных объектов соответствует многообразию видов теории:

- описательные, математизированные, дедуктивные и индуктивные;
- фундаментальные и прикладные;
- формальные и содержательные;
- «открытые» и «закрытые»;
- объясняющие и описывающие (феноменологические);
- физические, химические, психические и т.д.

Теория имеет ряд функций. Она синтезирует достоверные знания, изолированные факты в целостную систему. Анализирует и объясняет причинные зависимости и связи явлений и предметов и на их основе предсказывает перспективы их развития. Теория интерпретирует и облегчает понимание

конкретных фактов. На базе теории формируются многообразные методы, способы и приемы исследовательской деятельности. Но главной функцией теории является воплощение ее в практику. Чтобы быть реализованной, теория должна материализоваться, стать для людей руководством к действию. Воплощение теории в практику – это не единовременный акт, а процесс, в ходе которого вместо реализованных теоретических положений появляются новые, более развитые [2].

Множество теорий, описывающих природный и общественный мир, объединившись, образуют единую научную картину мира. Таковы основные формы научного познания. Имеются и другие формы: идеалы, нормы научного исследования, аксиомы, постулаты, парадоксы и т.д. Формы научного познания тесно взаимосвязаны между собой.

Одной из важнейших философских проблем является проблема познаваемости мира и достоверности наших знаний о нем. Она неразрывно связана с фундаментальным вопросом гносеологии – «Что есть истина?» В истории философии отношение к истине менялось кардинально в зависимости от господствовавших в обществе приоритетов. В античной философии истина понималась как соответствие знаний вещам; в современной классической философии истина рассматривалась в рамках «зеркальной теории отражения», она трактовалась как адекватное отражение объективной реальности познающим субъектом; как бесконечный противоречивый процесс приближения к абсолютной истине.

Непосредственная цель познания в любой его форме - истина, путь к которой обычно сложен, труден и противоречив. Согласно словарю современной философии, «истина (греч. *aletheia*, букв. – «нескрытость») - знание, соответствующее своему предмету, совпадающее с ним. К числу основных свойств, признаков истины можно отнести: объективность по своему внешнему источнику и субъективность по своим внутренним идеальным содержанию и форме; процессуальный характер (истина есть процесс, а не «голый результат»); единство абсолютного, устойчивого (т.е. «вечные истины») и относительного, изменчивого в ее содержании; взаимосвязь абстрактного и конкретного («истина всегда конкретна»). Любое истинное знание (в науке, в философии, искусстве и т.п.) определяется в своем содержании и применении данными условиями места, времени и многими другими специфическими обстоятельствами. Противоположностью истины и вместе с тем необходимым моментом движения познания к ней является заблуждение. Критерии истины подразделяются на эмпирические (опыт, практика) и внеэмпирические (логические, теоретические, а также такие, как простота, красота, внутреннее совершенство знаний и т.п.).

Истины бывают эмпирические и теоретические. Эмпирия - это опыт. Из опытов мы выносим представление о каких-либо частных эмпирических истинах. Чаще всего они поверхностны, не претендуют на статус закона и могут быть легко опровергнуты разными ситуациями. Теоретические же истины являются полной противоположностью эмпирических. Они заключены в строгих формулировках закона, то есть выражают не случайную и поверхностную, а глубинную связь вещей.

Человек не может жить и развиваться, не постигая истин, не сравнивая своих субъективных образов с тем, что происходит вокруг. Поэтому вопрос об истине возник в самые древние времена. Вместе с вопросом возникали и различные ответы, в которых и сама истина, и условия ее открытия, и ее положение в бытии понимались совершенно по-разному.

Во-первых, во все периоды истории, начиная с глубокой древности, существовало направление скептицизма (или иначе, релятивизм). Скептики считают, что поиск единой для всех истины - дело безрезультатное и неблагодарное. Практически по любому вопросу, будь то природа или мораль, можно сформулировать два прямо противоположных мнения, и оба они будут равно обоснованы.

Второе крупное направление в понимании истины связано с учениями, которые обычно называют объективным идеализмом. Его суть выражена в концепции древнегреческого философа Платона. Платон считал, что существует мир объективных идей (эйдосов), а наша повседневная жизнь - лишь его тень, неполное отображение. Идеи Красоты, Справедливости, Любви и т. д. составляют истинное бытие. Они есть истина, ядро, образец для всего остального.

Еще одно направление в понимании истины - это так называемый субъективный идеализм. Особенно ярко он проявился в работах английского епископа XVIII века Джорджа Беркли. Беркли полагал, что единственная истина, которую мы можем знать с достоверностью, это истина наших ощущений. Все остальное - это умственные построения.

Наконец, огромную эвристическую (способствующую познанию) ценность составляют представления немецкого философа XVII века Иммануила Канта, который развивал идею активности сознания и познания. Он считал нашу познавательную способность сложным инструментом, с помощью которой образ мира последовательно конструируется нами самими. Но материал, из

которого познавательная способность создает этот образ, берется из внешнего мира - мира «самого по себе». Образы мира, существующие в нашей голове, не отражают, по Канту внечеловеческих реалий, и мы не знаем и никогда не узнаем, как выглядит действительность вне человеческого взгляда, но все-таки познание было бы невозможно без опоры на объективность. Материал, из которого сознание лепит свою картину, не зависит от самого сознания. Таким образом, истина оказывается субъективно-объективной, включающей и моменты, идущие от самого мира, и формы человеческого восприятия.

В истории мысли можно выделить два противоположных представления об истине. Один взгляд сводится к тому, что истина объективна, не зависит ни от каких частных мнений и потому абсолютна. Абсолютность истины - это знание в полном объеме, содержание которого полностью соответствует действительности и не может быть изменено в ходе дальнейшего развития науки. Это означает, что эта истина нигде, никем и никогда не может быть опровергнута. Она все та же для всех времен и народов с момента ее открытия. И не только для людей, но и для любых разумных существ абсолютные истины остаются одними и теми же

Другая точка зрения на истину, исповедуемая скептиками, гласит, что ничего абсолютного в наших знаниях нет: все релятивно, т.е. текуче, изменчиво. Под относительной истиной они понимают такое знание, которое при всем своем объективном содержании не обладает завершенностью и является неполным, рано или поздно подвергается уточнению. Каждая эпоха и каждый день несут свои новые взгляды, нередко прямо отменяющие предыдущие.

Кто же прав, сторонники абсолютной истины или релятивисты? Думается, ни те, и ни другие. Истинное знание - это развивающаяся модель действительности, поэтому оно несет в себе как черты устойчивости, так и изменчивости.

В современной философии особенно отчетливо выделяются три концепции истины: концепция соответствия (корреспонденции), когеренции и прагматичности.

Согласно концепции соответствия, истина есть форма соотношения психики субъекта и объекта. Аристотель считал, что истинное и ложное находятся не в вещах, а в мысли. Довольно часто простая схема прямого соответствия чувства или мысли объекту недостаточна. Отдельные суждения приобретают смысл лишь в системе суждений. Там, где в ходу многозвенные логические конструкции, приходится учитывать последовательность, связность, системность рассуждений и высказываний. В этой связи говорят о когерентной концепции истины. Под когерентностью понимается взаимосоответствие высказываний. Значительный вклад в развитие когерентной концепции истины внесли Лейбниц, Спиноза, Гегель. Концепция когеренции истины не отменяет концепцию соответствия, но ряд акцентов в понимании истины ставится иначе.

Концепция, в которой критерием истинности выступает практика, называется прагматической концепцией истины, которая берет начало в греческой софистике и древней китайской философии. Значительный вклад в развитие прагматической концепции истины внесли сторонники марксизма и американского прагматизма. Марксисты считают, что истина отображает объективное положение дел; прагматики же понимают истину как «работоспособность» чувств, мыслей, идей, их полезность в деле достижения желаемой цели.

Представляется весьма ценной мысль американского философа Н.Решера, согласно которой три концепции истины не отменяют, а дополняют друг друга. Все попытки исключить из философии проблематику одной из концепций истины оканчиваются неудачами.

Исследования, многократно предпринимаемые учеными и методологами на современном этапе развития научной рациональности, приводят к утверждению о невозможности исчерпывающего реестра критериев истинности. Это справедливо в связи с постоянно прогрессирующим развитием науки, ее трансформацией, вступлением в новую, постнеклассическую стадию, во многом отличную от предшествующих классической и неклассической. Чтобы заполнить нишу критериев, указывают на такие новомодные понятия, как прогрессизм или нетривиальность, достоверность, критицизм, оправданность. Выделяемые прежде критерии, среди которых на первых местах оказываются предметно-практическая деятельность, объективность, а на вторых - логическая непротиворечивость, а также простота и эстетическая организованность, также корреспондируются в список критериев истинного знания.

В неклассической философии XX века понятие истина подверглось деонтологизации. Ей отказано в объективном статусе. Истина определяется как нечто второстепенное или субъективное. Так, по С.Кьеркегору истина – это форма психического состояния личности; в герменевтике и философии жизни истина низведена до статуса элемента языковой реальности, до феномена

языкового ряда. Иными словами, в неклассической философии проблема истинности трансформируется в проблему интерпретации. В философском пространстве постмодернизма произошел еще больший «теоретический сдвиг» в этом вопросе: статус истины – главной гносеологической и ценностной категории классической философии – здесь низведен на фоне отказа от субъект-объектных отношений и бинарной теории познания до понимания когнитивного процесса как такового. Спор идет не столько вокруг самой истины, сколько вокруг идей о природе объективности. Должна ли быть истина объективной? Или она неотделима от «бесстрастной точки зрения индифферентного наблюдателя», и, более того, от «взаимодействия участника». Такой подход ориентирован уже не на поиск истины, а на «игры истины», на «копию копий» (симулякр) того, что представляется истинным (Бодрийар), не на то, что может быть истинным в знаниях, а на анализ «игр истины». Иными словами, с точки зрения постмодернизма, установление истины возможно только в виде воспроизводства игры постоянной фальсификации в процессе познания, которая и устанавливает различие истинного и ложного, выступая главным критерием истины (Фуко).

Для каждого из нас наука ассоциируется в первую очередь с рациональным поиском знания об окружающем мире. Поэтому главная задача эпистемологии (теории познания) науки – это, конечно же, поиск истины под которой подразумевается соответствие добытого знания объективной действительности. Исходя из такого классического определения истины, эпистемология науки анализирует природу научного знания, его структуру, возникновение и развитие. Центральной проблемой при этом остается проблема истины.

Истину в наше время можно трактовать с различных точек зрения: семантической, когерентной (согласованной), как правдоподобную или непротиворечивую, логически обоснованную или соответствующую фактам. Перечисление может быть долгим. И все это будет иметь отношение к описанию феномена истины. Столь многогранная трактовка этого понятия обусловлена, по-видимому, тем, что в современной науке в качестве критериев истины в перечисленных концепциях истины выбирались субъективные факторы, «связанные с мышлением или сознанием».

С точки зрения классической гносеологии науки, познание наряду с его результатами и объектом познания неразрывно связано с практической деятельностью людей. Общественно-историческая практика – это главная цель (объект), источник и один из основных критериев истинности научного знания. При таком подходе истина рассматривается как сложный, противоречивый, бесконечный процесс переход от неполного знания к все более полному. Классическая концепция истины, которой придерживаются с древности до наших дней большинство исследователей, исходит из того, что природа истины многогранна. Она включает в себя объективную истину (знание, не зависящее от человека), относительную истину (неполное знание, соответствующее определенному уровню развития общества), абсолютную истину (исчерпывающее достоверное знание о чем-либо, которое никогда не может быть опровергнуто).

Научное познание имеет свои уровни, формы и методы. Оно отличается от обыденного познания по целому ряду признаков. Для него свойственны высокий уровень обобщенности знаний; рациональность, непротиворечивость, системность, доказательность; хорошо развитый категориальный аппарат (это язык науки).

В системе познания различают две ступени – чувственное познание и рациональное (абстрактное) мышление, и два его уровня – эмпирический и теоретический. Чувственное познание – это начальная стадия познания, оно происходит при непосредственном взаимодействии субъекта и объекта. Многократное восприятие вещи может удерживаться в сознании индивида и при ее отсутствии. Это – самая высокая степень чувственного познания – представление. Однако чувства отражают то, что «лежит» на поверхности явлений. Они не раскрывают суть вещей.

Результаты полученных чувственных данных фиксируются и перерабатываются в нашем сознании с помощью понятий, суждений и умозаключений.

Понятие – форма мысли, в которой обобщены внутренние, существенные признаки предмета или процесса. Чтобы выразить связь и взаимозависимость явлений, понятия должны быть связаны между собой. Такая связь создает другую форму абстрактного мышления – суждения. Суждение – это форма логического мышления, в которой утверждается или отрицается что-либо относительно объекта познания. Объединение нескольких суждений создает третью форму абстрактного мышления – умозаключение. Умозаключение – это такой логический процесс, в ходе которого из нескольких суждений на основе закономерных, существенных и необходимых связей выводится новое суждение, имеющее своим содержанием новое знание о действительности.

Таким образом, процесс познания основан на совокупности чувственных и рациональных форм. Они взаимосвязаны: предполагают и дополняют друг друга. В человеческом сознании чувственное пронизано рациональным, а рациональное – чувственным. Абсолютизация одних и недооценка других форм познания приводит в конечном итоге к логической ошибке, как, например, это проявилось в сенсуализме и рационализме.

В процессе познания наряду с рациональными операциями принимают участие и нерациональные. К примеру, одним из наиболее важных механизмов творчества является интуиция. Интуиция – это особая форма качественного скачка от незнания к знанию, перерыв постепенности движения мысли, переплетение логического и психического механизмов мышления человека, скачок от исходных данных к результату.

Основными чертами интуиции являются внезапность и неосознанность процесса мышления. Однако ничего таинственного в интуиции нет. Интуиция не является особой, «третьей формой» мышления, а представляет собой внутренний момент чувственного и логического в познании. Ее основными предпосылками выступает ряд факторов: наличие у человека опыта деятельности в определенной сфере; обладание богатым фактическим материалом; возникновение проблемной ситуации; развитость способностей к творческому мышлению; наличие одаренности, таланта в определенной области.

Иными словами, познание – это сложный диалектический процесс, который в своем развитии проходит длинный путь от простых ощущений до сложных научных теорий. В основе его – единство теории и практики, чувственного и рационального, поэтапное углубление знаний от явления к сущности, от сущности первого порядка к сущности второго порядка и т.д. Высший уровень познания – логическое, теоретическое знание.

Успешное использование результатов познания в практической деятельности возможно только в том случае, если полученное знание является достоверным, т.е. истинным. Следовательно, вопрос об истине – один из важнейших в теории познания.

Под истиной традиционно принято понимать реальность, адекватно отраженную в человеческом мышлении, а также процесс такого отражения. Другими словами, истина есть соответствие (тождество, эквивалентность) нашего знания о предмете самому предмету. С давних пор обыденное словоупотребление рассматривает истину как вещь, которую можно искать, которой можно обладать и т.п. На самом деле истинность (или ложность) представляет собой свойство высказывания иметь (или не иметь) некоторый объект в качестве своего денотата (обозначаемого). То есть того, что поставлено в соответствие с данным высказыванием.

В современной эпистемологии получили распространение три теории истины: теория корреспонденции, теория когеренции и коммуникативно-прагматическая теория. Каждая из них имеет глубокие корни в истории философии. Но лишь в последние десятилетия сформировались условия для их мирного сосуществования. Во многом это обусловлено лингвистическим поворотом в сфере философского знания, позволившим применять принципы лингвистической дополненности и лингвистической относительности в эпистемологии

Теория корреспонденции (или теория соответствия) утверждает: знание о предмете тогда является истинным, когда оно соответствует самому предмету. Теория когеренции (или теория взаимосогласованности) определяет истинное знание как знание, включенное в непротиворечивую систему знаний и согласованное с другими ее элементами. Коммуникативно-прагматическая теория считает истинным любое знание, которое позволяет объяснять происходящее, прогнозировать будущее и эффективно использовать прогнозы в своих действиях.

Аргументы против теории корреспонденции сводятся к тому, что соответствие, не основанное на действительном подобии, является только конвенциональным, но как можно уподоблять такие разнородные феномены как, например, мысль и вещь или мысль и действие.

Аргументы против теории когеренции состоят в том, что взаимосогласованная система знания может, на уровне отдельных элементов плохо соотноситься с соответствующими фрагментами реальности; это происходит тогда, когда логика взаимосогласования знания подавляет логику его адекватности.

Аргументы против прагматической теории истины заключаются в том, что истина отождествляется с «полезными» заблуждениями, которые могут в любой момент перестать быть полезными (в отличие от истины).

Прагматики отказались от классического толкования истины, заявив, что пару «истина – ложь» необходимо заменить другой парой «верование – сомнение». Вера – способность человека оценивать

непосредственное (чувственные образы) и опосредованное (высказывания, информацию) знание как истинное без каких-либо доказательств. Человек доверяет своим чувствам в большей степени, чем рассуждениям. В еще меньшей степени он доверяет рассказам и мнениям других. Однако в силу ограниченности своего опыта человек вынужден использовать множество знаний, как второго, так и третьего типа. Часто эти три вида знания противоречат друг другу, им также могут противоречить знания и третьего типа, получаемые из различных источников. Перед человеком встает вопрос о наделении одних источников знания привилегированным положением по сравнению с другими, т.е. о придании им статуса авторитета.

Особый случай представляет собой религиозная вера. Несмотря на все многообразие религиозных традиций как внутри христианства, так и за его пределами, различные модели веры едины в том, что представляют собой доверие, т.е. «веру во что-то», в противовес «верованию в то, что...».

Религиозная вера обладает определенным «интеллектуальным измерением», ибо основывается на признании некоторой истины относительно природы реальности. От других видов знания, знание, полученное на основе веры, отличается признанием трансценденции и вовлечением воли в процесс признания истины.

Проблема достоверности является зависимой не от теоретических построений, а от здравого смысла. Один из вечных споров в истории философии – это спор о том, как доказать существование внешнего мира. Полемика между реалистами и их оппонентами, которых в различные времена называли скептиками, агностиками и солипсистами, то затихала, то разгоралась с новой силой.

Типы веры можно подразделить на основании того, какой источник знания считается у них подлинным:

- жизненный опыт и здравый смысл подсказывают человеку, что доверия достойно лишь непосредственное знание, получаемое посредством органов чувств, ко всему остальному следует относиться с недоверием;

- тот же жизненный опыт предписывает человеку доверять социально одобренным источникам информации, чей авторитет подкреплён традицией и общественным мнением;

- существует также авторитет разума, опирающийся на систему общедоступных доказательств - его сформировала интеллектуальная традиция Запада, хотя апелляции к нему можно найти и в некоторых иных культурах;

- религиозное познание в качестве наиболее авторитетного источника знания выдвинул непосредственный мистический опыт, получаемый в откровении, т.е. сверхчувственном озарении.

Современный материализм, включая диалектический материализм, понимает истину как адекватное отражение объекта в сознании субъекта, которое воссоздает объект таким, каким он существует независимо от сознания субъекта. Иными словами, она субъективна по форме и объективна по содержанию. Материалистическая теория познания конкретизирует традиционную концепцию истины, раскрывая взаимосвязь понятий: «объективная истина», «субъективная истина», «абсолютная истина», «относительная истина», «конкретность истины».

Объективная истина – это содержание человеческих знаний о действительности, не зависящее ни от субъекта, ни от человека, ни от общества.

В процессе познания необходимо учитывать момент субъективности истины, так как истинное знание всегда является знанием определенного субъекта – индивида, социальной группы, всего человечества. Истина как процесс является объективной по содержанию, но субъективной по своей форме. Истину нельзя понимать как готовое знание, неизменное и данное раз и навсегда. Истина является бесконечным процессом приближения к объекту, который сам находится в развитии. В этом плане любое знание, зафиксированное на том или ином конкретно-историческом уровне развития познания, имеет дело лишь с относительной истиной.

Относительная истина – это знание, которое в принципе правильно, но неполно отражает действительность, не дает ее всестороннего, исчерпывающего образа.

Абсолютная истина – это полное, точное, исчерпывающее отражение объекта в сознании субъекта; в широком понимании – абсолютное знание обо всем мире. В этом значении абсолютная истина является границей, к которой стремится научное познание, никогда ее не достигая. В узком понимании абсолютная истина означает полное и точное знание отдельных моментов действительности, и в этом значении она является элементом достигнутого знания.

Ни абсолютная, ни относительная истины в «чистом» виде не существуют. Существует одна истина - объективная по смыслу, которая выступает диалектическим единством абсолютного и

относительного, т.е. является истиной абсолютной, но относительно определенных границ. Абсолютное и относительное – это два необходимых момента объективной истины.

Из анализа абсолютной и относительной истины вытекает учение о конкретности истины.

Конкретная истина – это истина, в которой правильно отражена сущность определенных явлений и тех конкретных условий, в которых эти явления развиваются. Если понятие «объективная истина» подчеркивает основную ее черту как верное отражение действительности, а понятие «относительная и абсолютная истина» – сам процесс ее познания, то понятие «конкретность истины» свидетельствует о возможности практического использования полученных знаний.

#### **ВЫВОДЫ**

Таким образом, абстрактной истины нет, истина всегда конкретна. Истина является субъективным образом объективного мира, она служит единством абсолютного и относительного, объективного и субъективного. Познание по своей природе, характеру и целям неограниченно и может давать объективное и точное отражение мира. Но истина всегда конкретна, т.е. исторически обусловлена, и имеет определенные границы применения. Именно поэтому по своему конкретному содержанию и имеющимся достижениям она является ограниченной, относительной. Процесс познания истины – постоянная борьба за преодоление ограниченности человеческих возможностей в достижении истины.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Бучило Н.Ф. История и философия науки. М., «Проспект», 2011. - 427 с.
2. Хасанов М.Ш., Петрова В.Ф. История и философия науки. Алматы, «Казак университеты», 2013. - 150 с.

Нигаи А.Г., Петрова В.Ф.

#### **Эпистемология және ақиқат өлшемі**

**Түйіндеме.** Мақалада эпистемология мәселесі және оның ақиқаттығының өлшемдері, оның өзгелігінің танымның ғылым және ғылыми емес пішіндерінен қарастырылады, эмпиризмдік және қағидалы танымның деңгейлерінің, ғылыми қағиданың бол- кезеңдері.

**Негізгі сөздер:** эпистемология, мәселе, жорамал, идея, ұстаным, қағида гносеология, тәжірибе.

Nigay A., Petrova V.

#### **Epistemology and criterion of truth**

**Summary.** In an article written by addresses the problem of epistemology and the criteria for its truth, its contrast and other non-scientific forms of knowledge, an empirical and theoretical levels of cognition, the stages of establishing a scientific theory.

**Key words:** epistemology gnosiology, practice, problem, hypothesis, idea, principle, theory.



## МАЗМҰНЫ

### Жер туралы ғылымдар

<i>Казова Р.А., Мусина У.Ш., Курбанова Л.С., Кадирбекова А.А., Бижанова Г.З., Жаксыбаева Г.С.</i> ӨНДІРСОРЫН АҚАБА СУЛАРЫН ТАЗАРТУДЫҢ ЭКОНОМИКА-ЭКОЛОГИЯЛЫҚ БАҒАЛАУ.....	3
<i>Байбатша Ә.Б., Бекботаева А.А.</i> ЖЕҚАЗҒАН ТИПТІ СТРАТИФОРМДЫҚ МЫСТЫ ҚҰМТАС КЕНОРЫНДАРЫНЫҢ ЛИТОФАЦИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ ТУРАЛЫ.....	10
<i>Ермекбаева Г.Е., Баудагулова Г.Т., Өсербай А.К.</i> ОҢТҮСТІК ТОРҒАЙ ЮРА БОР ТҮЗІЛІМДЕРІНДЕ МҰНАЙ МЕН ГАЗ.....	18
<i>Рысбаева А.К.</i> СЕЛ ТАСҚЫНЫНАН ҚОРҒАНУДА ҚИЫН ЖАҒДАЙДАН ШЫҒУ ТӘСІЛДЕРІ.....	22
<i>Бегімбетова А.С., Айдарова С.Б.</i> АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНДА КӨЛІКТЕРДЕН ТАСТАЛҒАН ҚОҚЫСТАРДАН АУАНЫҢ ЛАСТАНУЫ МЕН ТАРАЛУ ЖАҒДАЙЫ.....	25

### Техникалық ғылымдар

<i>Досқазиева Г.Ш., Иманғалиева Г.Е., Төлегенова О.Ш.</i> ҚАБАТТЫҢ ТҮП МАҢЫ АЙМАҒЫНДА СҰЙЫҚТЫҚТЫҢ СУЗІЛУІНІҢ СЕРПІНДІ-ИЛГІШ РЕЖИМІ.....	30
<i>Генбач А.А., Умышев Д.Р.</i> ЖЫЛУЭНЕРГИЯЛЫҚ ҚОНДЫРҒЫЛАРЫНДАҒЫ МОРТ ЖӘНЕ СЕРПЕНДІ КАПИЛЛЯРЛЫ-КЕУЕКТІ ЖАБЫНДАРДЫҢ ЖЫЛУЛЫҚ КҮЙІН ЗЕРТТЕУ.....	36
<i>Абилямжасинова Н.К., Таева А.М., Абжанова Ш.А., Қурманбекова А.</i> ЖЫЛҚЫ ЕТІНІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІГІН ЖӘНЕ ТҮСІНІҢ ӨЗГЕРУІН ЗЕРТТЕУ.....	42
<i>Садыров Ш.А., Қаһарман С, Қызырбек Д.</i> АЛМАТЫ ҚАЛАСЫ ЖАҒДАЙЫНДА ҚОСАҒАШТЫ ЖҮЙЕНІҢ КҮНМЕН БАЙҚАУ ӘДІСІ МЕН ЗЕРТТЕМЕСІ.....	45
<i>Генбач А.А., Умышев Д.Р.</i> ЖЫЛУЭНЕРГИЯЛЫҚ ҚОНДЫРҒЫЛАРЫНДАҒЫ МОРТ ЖӘНЕ СЕРПЕНДІ КАПИЛЛЯРЛЫ-КЕУЕКТІ ЖАБЫНДАРДЫҢ БҰЗЫЛУ ЭНЕРГИЯСЫН (ҚУАТТЫН) ЗЕРТТЕУ.....	50
<i>Мақұлов Қ.Қ., Отарбаев Ж.О., Яғалиева Б.Е.</i> ЭКСПЕРТТІК ЖҮЙЕЛЕРДІ ТАЛДАУ, НЕГІЗГІ КЕМШІЛІКТЕРІ МЕН ШЕШУ ЖОЛДАРЫН АНЫҚТАУ.....	56
<i>Сүлеев Д.Қ., Өтепов Т.Е., Бүршікова Г.А., Түсіпқалиева Э.А.</i> НАНОҚҰРЫЛЫМДЫҚ ЖАБЫНДЫСЫ БАР ҚҰЙЫЛҒАН ДЕМПФЕРЛЕНЕТІН БОЛАТТАР.....	61
<i>Бубнович Э.В., Қалдығазов К.Б., Абдрахманова Н.Н.</i> СЕЙСМИКАЛЫҚ ТҮРДЕГІ ВАНТТЫҚ ТОРДЫҢ ӘСЕРЛЕР КЕЗІНДЕГІ ТЕРБЕЛІСІ.....	68
<i>Надиров К.С., Жантасов М.К., Надирова Ж.К., Садырбаева А.С., Кутжанова А.С., Досмухамбет М.П.</i> МАҚТА МАЙЫН ГИДРАТАЦИЯЛАУ ӘДІСІНІҢ ГОССИПОЛДЫҢ ТАЗАЛЫҒЫНА, ҚАСИЕТІ МЕН ШЫҒЫМЫНА ӘСЕРІ.....	72
<i>Сыздықбаева А.Р., Азанғұлова Р.О.</i> С.АМАНЖОЛОВА АТЫНДАҒЫ ШҚМУ. МОДЕРНИЗАЦИЯЛЫҚ ПОРТАЛ ЖҰМЫСТАРЫНЫҢ НЕГІЗГІ БАҒЫТТАРЫ.....	77
<i>Нұрабаев М.Б.</i> АУЫР МҰНАЙЛАРДЫҢ ПАЙДА БОЛУ СЕБЕПТЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ИГЕРУДІҢ ӘДІСТЕРІ.....	81
<i>Хамитов А. Н.</i> ӨЗІН ӨЗІ БАСҚАРУ АВТОМАТТАРЫ ЭЛЕКТРОНДЫ ЖҮЙЕСІНДЕ ТРАНСПОРТТЫ ҚҰРЫЛҒЫЛАРДЫҢ МАРШРУТИЗАЦИЯ ЕСЕБІН ШЫҒАРУ.....	86
<i>Ахмеджанов Т.Қ., Орынгожин Е.С., Нұрабаев М.Б.</i> МҰНАЙ ИГЕРУ ЖӘНЕ ДАЙЫНДАУДА ХИМИЯЛЫҚ РЕАГЕНТТЕРДІ ҚОЛДАНУ ТӘСІЛДЕРІ.....	89
<i>Жетесова Г.С., Жаркевич О.М., Плешакова Е.А., Жунуспеков Д.С.</i> УЖКУ-2200 КОНУСТЫ УАТҚЫШ ЭКСЦЕНТРИГІН ТЕРМОФРИКЦИЯЛЫҚ ӨНДЕУ КЕЗІНДЕГІ ЖЫЛУ АҒЫНЫН ЗЕРТТЕУ.....	93
<i>Надиров К.С., Жантасов М.К., Надирова Ж.К., Джусенов А.У., Досмухамбет М.П.</i> МАҚТА МАЙЫН ӨНДЕУДЕГІ ЖАНАМА ӨНІМДЕРДЕН ДЕЭМУЛЬГАТОР СИНТЕЗІНЕ ҚАЖЕТТІ ШИКІЗАТ АЛУ.....	98
<i>Садырбаев Ш.А., Айтжан Т., Орынбасарова А.</i> ИНСТАЛЛЯЦИЯЛЫҚ БӨЛШЕКТЕРІ КОМБИНИРЛЕНГЕН ФОТОМОДУЛЬ СИПАТТАМАЛАРЫН ЗЕРТТЕУ.....	104

<i>Мухидинов Т.М., Алтай Е.А., Абдуллаев А.Т.</i> АЛТЫ АЯҚТЫ ҚАДАМДАУШЫ РОБОТҚА СТАТИСТИКАНЫҢ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ.....	109
<i>Асанов С.Ш.</i> ҚЫСЫҢҚЫЛЫҚ ЖАҒДАЙДА ІСТЕЙТІН БУЛЬДОЗЕРДІҢ ОТВАЛЫНЫҢ (ҚАЛАҒЫНЫҢ) ТИІМДІ КОНСТРУКЦИЯСЫН НЕГІЗДЕУ.....	115
<i>Шопанбек Ж., Тұрмұхамбетов А.Ж.</i> СФЕРАЛЫҚ ДЕНЕНІҢ ҚЫСАҢШЫЛЫҚ ЖАҒДАЙДА ТҮТҚЫР ОРТАДАҒЫ ҚОЗҒАЛЫСЫ.....	122
<i>Исаев Ф. И.</i> АТМОСФЕРА АУАСЫНЫҢ ЛАСТАНУЫНА КЕН БАЙЫТУ ҚАЛДЫҚТАРЫНЫҢ ӘСЕРІ.....	127
<i>Дәрібаев Ж.Е., Құтжанова А.Н., Исаев Ф.И.</i> ӨНДІРІС ҚАЛДЫҚТАРЫНАН ДАЙЫНДАЛҒАН ТҮЙІРШКТЕР ҚҰРАМЫНДАҒЫ ҚАТТЫ ОТЫННЫҢ ЖАНУ КИНЕТИКАСЫН ЗЕРТТЕУ.....	129
<i>Жаркевич О.М., Нуржанова О.А., Максимова А.В., Мерсиянцеева А.В.</i> «АРСЕЛОР МИТТАЛ ТЕМІРТАУ» АҚ БОЛАТ ДЕПАРТАМЕНТІНДЕ ЕҢБЕК РЕСУРСТАРЫН ҚОЛДАНУ ЖӘНЕ ЕҢБЕКАҚЫ ТӨЛЕУ ҚОРЫН ТАЛДАУ.....	134
<i>Өтепов Е.Б., Өмірбай Р.С., Малгаждарова М.К.</i> СОҒЫЛУ КЕЗІНДЕГІ ШУДЫ АЗАЙТУҒА АРНАЛҒАН ДЕМПФИРЛЕУШІ ҚОРЫТПАЛАР.....	139
<i>Филимоненко Н.Т., Ратов Б.Т., Кожевников А.А.</i> КӨЛЕМДІК ТИПТЕГІ СОРАППЕН СУЙЫҚТЫ БЕРУДІ ТОПТАСТЫРУ.....	143
<i>Абеустанов А.Н.</i> МАШИНАЛЫҚ АУДАРМАНЫҢ НАРЫҚТАҒЫ ЖӘНЕ ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ КҮЙ.....	150
<i>Поветкин В.В., Айтмұханбет Б.А.</i> ЖЫЛУМЕН ӘРЕКЕТТЕСУ ЦИЛИНДІРЛІК БАЙЛАНЫС ӘДІСІНДЕГІ ТАРТУДЫҢ ЕСЕП ЖИНАҒЫ.....	153
<i>Бимбетова Г.Ж., Надиров К.С., Жантасов М.К., Садырбаева А.С., Досмұхамбет М.П., Оразбеков О.С.</i> "ГОССИЛЬВАН" ТОПТАМАСЫНДАҒЫ ДЕЭМУЛЬГАТОРЛАРДЫҢ ҚАСИЕТІНЕ ШИКІЗАТ ҚҰРАМЫНЫҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	157
<i>Дәрібаев Ж.Е., Дарибаева Н.Г., Құтжанова А.Н., Жантасов М.К., Абдикеримов Б.А.</i> МҰНАЙ ӨНДІРІСІ ҚАЛДЫҚТАРЫН АГЛОМЕРАЦИЯЛЫҚ ӘДІСПЕН КҮЙДІРУ КЕЗІНДЕ АЛЫНҒАН АГЛОПОРИТ ҚИЫРШАҒЫНЫҢ ФИЗИКАЛЫҚ-ТЕХНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН АНЫҚТАУ.....	162
<i>Голубев В.Г., Надиров К.С., Бондаренко В.П., Жантасов М.К., Бимбетова Г.Ж., Джусенов А.У.</i> БҰРҒЫЛАУ ЕРІТІНДІЛЕРІН ДАЯРЛАУДА ГОССИПУРПУРИН МӘНІН САНДЫҚ АНЫҚТАУ.....	166
<i>Сариев Б.Е., Тагауова Р.З.</i> АРСЕЛОР-ТЕМИРТАУ 1700 ҮЗДІКСІЗ КЕНТІЛКЕМДІ СТАН ТІЗБЕГІНДЕГІ ШАҢ ҚҰРАМЫН ТАЛДАУ.....	170
<i>Орынбет М.М., Толебаева Г.Д.</i> ШИЕЛЕНІСТІ-ДЕФОРМАЦИЯ КҮЙІНДЕГІ ТП АҚЫРҒЫ ЕННІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛІ.....	173
<i>Байнатов Ж.Б., Мурзалина Г.Б., Донаев А.Е.</i> ҚАУІП-ҚАТЕР ФАКТОРЫН ЕСКЕРУМЕН ШЕКТІК ЖАҒДАЙДАҒЫ ҒИМАРАТТЫҢ СЕЙСМИКАЛЫҚ ҚАУІПСІЗДІГІ.....	181
<i>Жақыпбек Ы., Бердалиева Ж.Ж.</i> ПАЙДАЛЫ ҚАЗБАЛАРДЫ АШЫҚ ӘДІСПЕН ИГЕРУДІҢ ҚОРШАҒАН ОРТАҒА ӘСЕРІН ЗЕРДЕЛЕУ.....	187
<i>Ирғибаев Т. И., Орынбасарқызы М.</i> «ӨЗЕН-АТЫРАУ-САМАРА» МҰНАЙ ҚҰБЫРЫ БОЙЫНДАҒЫ МҰНАЙ ҚОСПАСЫН ТАСЫМАЛДАУ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ.....	191
<i>Балакаева Г.Т., Нурлыбаева К.К.</i> СКОРИНГ МОДЕЛЬДЕРІН ҚҰРАСТЫРУ ПРОЦЕССИҢ АЛГОРИТМДЕУ.....	195
<i>Жүсіпбеков А. И., Аманқұлов А. М.</i> ЖЕТКІЗУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН МОДЕЛДЕУДІҢ ТЕХНИКАЛЫҚ ЭКОНОМИКАЛЫҚ АЛҒЫ ШАРТТАРЫ.....	200
<i>Умбеткулова А.Б., Хаджиева Л.А.</i> АЙНАЛМАЛЫ БҰРҒЫЛАУ ШТАНГАСЫНЫҢ БҮГІЛІС ТҮРІНІҢ ОНЫҢ КӨЛДЕНЕҢ АУЫТҚҰРЛАРЫНА КЕЛТІРЕТІН ӘСЕРІ ТУРАЛЫ.....	204
<i>Масенова А.А., Толеуова Р.Н.</i> ҚАРАШЫҒАНАҚ МҰНАЙ-ГАЗ КОНДЕНСАТ КЕН ОРНЫ МАҢЫНДАҒЫ ТОПЫРАҚ ҚҰРАМЫНДАҒЫ ФОСФОРДЫҢ ЖӘНЕ ОРГАНИКАЛЫҚ ЗАТТАРДЫҢ ДИНАМИКАСЫ.....	211
<i>Асанов С.Ш.</i> БУЛЬДОЗІРЛЕУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ ЖӘНЕ ТЕЛЕСКОПТЫ ОТВАЛДЫҢ (ҚАЛАҚТЫҢ) ПАРАМЕТРЛЕРІН БАҒАМДАУ.....	213
<i>Ниязов А.А., Ли Э.М., Шалғымбаев С.Т., Митина В.Ф., Плехова К.Р., Слюсарев А.П., Сарсекеева Ю.А., Ишмуратова О.А., Сулейманова Г. А., Нигметов М.Г.</i> «ТУР» КЕНІШІНІҢ МАРГАНЕЦТІ КЕНДЕРІНІҢ МИНЕРАЛОГИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫНЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ ТУРАЛЫ.....	221

<i>Базилев Ж.Ж., Мырзаханов Е.Ж.</i>	
ПОЛИГРАФИЯЛЫҚ ӨНДІРІСТЕ МАТЕРИАЛДЫҢ ШЫҒЫН НОРМАЛАРЫ.....	230
<i>Кобдиқов М.А., Айқұмбеков М.Н., Әділова Н.Д., Исина Б. М., Ғизатов Е.Г.</i>	
Технология және экономика саласындағы «Қағазсыз технологияның» құрылуына деген қызығушылық	233
<i>Қуатбаева А.А., Рыжов А.П., Шмыгалева Т.А.</i>	
ЖАНАНДАНУ ҮДЕРІСТЕРІНДЕГІ БАСҚАРУДЫҢ ҚҰРАЛЫ ҚАЛАЙ ЖАҒДАЙҒА БАЙЛАНЫСТЫ	
ДЕНСАУЛЫҚ САҚТАУДЫҢ ОРТАЛАРЫ.....	237
<i>Жантурина Н.Н., Шүнкеев Қ.Ш., Алиев Б.А.</i>	
ТЕМПЕРАТУРАНЫҢ КВР ЖӘНЕ KCL СІЛТІЛІ ГАЛОИДТЫ МАТЕРИАЛДАРДЫҢ	
СЦИНТИЛЛЯЦИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӘСЕР ЕТУІ.....	244
<i>Буламбаева А.А., Узақов Я.М., Ахметова Н.К., Таева А.М.</i>	
ӨСІМДІКТІ-АҚУЫЗДЫ КОМПОЗИЦИЯЛАРДЫҢ МОДЕЛЬДІ ЕТ ТУРАМАСЫНЫҢ	
ФУНКЦИОНАЛДЫ - ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ .....	248
<i>Кенесова Ж.Б., Мухтарова М.Н., Нұрмұханова А.З., Нұрсейтова А.К., Қонақбаев Б.О.</i>	
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДА ӨНДІРІСІНДЕ ӨНІМНІҢ САПАСЫН ТЕКСЕРУ БАРЫСЫНДА	
СТРАТЕГИЯЛЫҚ АНАЛИЗІ.....	253
<i>Машеков С.А., Дыя Х., Смағұлова Н.К., Машекова А.С.,</i>	
ФИЗИКАЛЫҚ ҮЛГІЛЕУ ӘДІСІН ҚОЛДАНЫП ҮЗДІКСІЗ БОЙЛЫҚ-СЫНАЛЫ ОРНАҚТА	
ҚАҢЫЛТЫРДЫ ЫСТЫҚТАЙ ІЛЕМДЕУДІҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖАСАУ.....	255
<i>Сейтказиев А.С., Инкарбеков Н.О., Шилибек К.К.</i>	
ТҰЗДАНҒАН ЖӘНЕ СОРТАНДАНҒАН ЖЕРЛЕРДЕГІ ТОПЫРАҚТЫҢ СУ-ТҰЗ АЛМАСУЛАРЫН	
РЕТТЕУДІҢ ӘДІСТЕРІ.....	263
<i>Сейтказиев А.С., Шилибек К.К., Инкарбеков Н.О., Салыбаев С.Ж.</i>	
КЕШЕНДІ ЫҚПАЛДАРДЫ ПАЙДАЛАНЫП ТҰЗДАНҒАН ТОПЫРАҚТАРДЫ РЕТТЕУДІ	
ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ТҮРҒЫДА БАҒАЛАУ.....	269
<i>Нигметова Ж.М.</i>	
МҰНАЙ КЕН ОРНЫН ӨНДЕУ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ.....	274

#### **Химия-металлургия ғылымдары**

<i>Чепуштанова Т.А., Қуатбай Е., Нурмухамедов Ж.У.</i>	
ХРОМИТТИ КЕНДІ ТОТЫҚСЫЗДАНДЫРУ КИНЕТИКАСЫН КИНЕТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕРДІ	
КОЛДАНУМЕН ЗЕРТТЕУ.....	280
<i>Бегімов Т.Б., Қоқанбаев М.З., Шомполова Д.А., Бәзілымжан А.</i>	
МЫС-АЛЮМИНИЙ ЖҮЙЕСІНДЕГІ ЭЛЕКТРОНДЫ КОНЦЕНТРАЦИЯСЫ $E_A=21\text{M3}$ ЭЛЕКТРОНДЫ	
ФАЗА ҚАСИЕТТЕРІНІҢ ТЕМПЕРАТУРАЛЫҚ ӨЗГЕРІСТЕРІ.....	286
<i>Голубев В.Г., Надиров К.С., Жантасов М.К., Бимбетова Г.Ж., Калменов М.У., Исабекова К.</i>	
САФЛОРЛЫ МАЙДЫҢ ФИЗИКАЛЫҚ-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	291

#### **Физика-математика ғылымдары**

<i>Абдусаттаров А., Исомиддинов А.И., Құрақбаев Ж.С.</i>	
МАЗИНГ ЖАЛПЫЛЫҚ ПРИНЦИПІН ЕСЕПКЕ АЛА ОТЫРЫП КЕҢІСТІКТІ-АЙНЫМАЛЫЛЫ КҮШ	
ТҮСІРУ АРҚЫЛЫ ЖҰҚА ҚАБЫРҒАЛЫ СТЕРЖЕНДІ ЕСЕПТЕУ РӘСІМІ.....	296
<i>Нысанов Е.А., Аширбаев Н.К., Құрақбаева С.Ж.</i>	
АШЫҚ КАНАЛДАРДАҒЫ ЕКІ ФАЗАЛЫ ОРТАНЫҢ ТҰРАҚТАЛҒАН БІР ЖЫЛДАМДЫҚТЫ ЖӘНЕ	
БІРҚАЛЫПТЫ АҒЫСЫНЫҢ ЕСЕБІН АНАЛИТИКАЛЫҚ ШЕШУ.....	301
<i>Шмыгалева Е.В.</i>	
ЭНЕРГИЯНЫҢ ЖОҒАЛУЫН ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП, ИОНДАРҒА АРНАЛҒАН КАСКАДТЫ-ЫҚТИМАЛ	
ФУНКЦИЯЛАРДЫ ПРОГРАММАЛАУ.....	306
<i>Шмыгалева Т.А., Адилжанова С.А., Черикбаева Л.Ш.</i>	
ҚАШЫҚТЫҚТАН ОҚИТУДЫҢ КЕЙС ТЕХНОЛОГИЯСЫ.....	310
<i>Бутурлакина Е.Г., Квасов А.И.</i>	
ИНВЕСТИЦИЯЛЫҚ ШЕШІМДЕРДІ ҚАБЫЛДАУДЫ ҚОЛДАУДЫҢ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ КӨПАГЕНТТІ	
АРХИТЕКТУРАСЫ.....	313
<i>Таймуратова Л.У., Алимбаева А.А.</i>	
МАГНИТТІГ АЛЬВАНОМАНЫҢ ӘСЕРІНДЕГІ ӨЛШЕУ ӘДІСТЕРІ.....	320
<i>Нұрахметова Г.Қ., Ақбеков Т.М., Тұрлыбекова Г.Қ.</i>	
РВО <sub>т</sub> ОПТИКАЛЫҚ ТҰРАҚТЫСЫН КРАМЕРС-КРОНИНГ ҚАТЫНАСЫ КӨМЕГІМЕН ӨРТҮРЛІ	
ТЕМПЕРАТУРАДА АНЫҚТАУ.....	325
<i>Мұстафин М.А.</i>	
ДИТКИН БІР ТЕОРЕМАНЫҢ ЖИНАҚТАУ ФУНКЦИЯЛАРНЫҢ ЖҮЙЕСІ ТОЛЫҚТЫҚ.....	329

<i>Yeskaliyev M.Y., Atageldiyeva M.B.</i>	
ИНФОРМАТИКАНЫ ОҚЫТУДА ИНТЕРАКТИВТИ ТЕХНОЛОГИЯНЫ ПАЙДАЛАНУ.....	331
<i>Блинаева Е.В.</i>	
ШАҢ МЕН ГАЗДЫ АҒЫНҒА ИНФРАДЫБЫСТЫҚ ӘСЕР ЕТУ КЕЗІНДЕ ЖЫЛУ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ НЫСАНДАРДЫ ЛАСТАЙТЫН ЗАТТАРДЫҢ ТАСЫМАЛДАУЫН ҮЛГІЛЕУ.....	334
<i>Абдибеков А.У., Хикметов А.К.</i>	
ЖОҒАРЫ ӨНІМДІ КЛАСТЕРЛІК ЖҮЙЕДЕ САЯЗ СУ ТЕҢДЕУЛЕРІН ШЕШУ ҮШІН ПАРАЛЛЕЛЬДІ АЛГОРИТМ.....	345
<i>Исахов А.А., Хикметов А.К.</i>	
КАСПИЙ ТЕҢІЗДІҢ БЕТТІНДЕГІ СТАЦИОНАР ЕМЕС КӨЗІНЕН МҰНАЙДЫҢ ЖАЙЫЛЫП ТАРАЛУЫНЫҢ ПАРАЛЛЕЛЬДІ САНДЫҚ ЖҮЗЕГЕ АСЫРУ.....	351

#### Қоғамдық ғылымдар

<i>Нугай А.Г., Петрова В.Ф.</i>	
ЭПИСТЕМОЛОГИЯ ЖӘНЕ АҚИҚАТ ӨЛШЕМІ.....	356

## СОДЕРЖАНИЕ

### Науки о Земле

<i>Казова Р.А., Мусина У.Ш., Курбанова Л.С., Кадирбекова А.А., Бижанова Г.З., Жаксыбаева Г.С.</i> ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЯ.....	3
<i>Байбатша А.Б., Бекботаева А.А.</i> О ЛИТОФАЦИАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЯХ СТРАТИФОРМНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МЕДИ ТИПА ЖЕЗКАЗГАНА.....	10
<i>Ермекбаева Г.Е., Баудагулова Г.Т., Осербай А.К.</i> ФОРМИРОВАНИЕ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ И ГАЗА В ЮРСКО - МЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЮЖНОГО ТУРГАЯ.....	18
<i>Рысбаева А.К.</i> К ВЫБОРУ МЕТОДУ РАСЧЕТА НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ СЕЛЕЗАЩИТНЫХ ПЛОТИН.....	22
<i>Бегимбетова А. С., Айдарова С.Б.</i> РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ ОТ ВЫБРОСОВ АВТОТРАНСПОРТА В УСЛОВИЯХ ГОРОДА АЛМАТЫ.....	25

### Технические науки

<i>Досказиева Г.Ш., Г.Е. Имангалшева Г.Е, Тулегенова О.Ш.</i> УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ФИЛЬТРАЦИИ ЖИДКОСТИ В ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЕ ПЛАСТА..	30
<i>Генбач А.А., Умышев Д.Р.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ ХРУПКИХ И ПЛАСТИЧЕСКИХ КАПИЛЛЯРНО- ПОРИСТЫХ ПОКРЫТИЙ В ТЕПЛОЭНЕРГОУСТАНОВКАХ.....	36
<i>Абильмажинова Н.К., Таева А.М., Абжанова Ш.А., Курманбекова А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ЦВЕТОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МЯСА КОНИНЫ..	42
<i>Садырбаев Ш.А., Каһарман С., Кызырбек Д.</i> РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУХОСЕВОЙ СИСТЕМЫ СЛЕЖЕНИЯ ЗА СОЛНЦЕМ В УСЛОВИЯХ Г. АЛМАТЫ .....	45
<i>Генбач А.А., Умышев Д.Р.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГИИ РАЗРУШЕНИЯ ХРУПКИХ КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТЫХ ПОКРЫТИЙ В ТЕПЛОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ.....	50
<i>Макулов К.К., Отарбаев Ж.О., Ягалиева Б.Е.</i> АНАЛИЗ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ, ВЫЯВЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ НЕДОСТАТКОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПУТЕЙ ИХ РЕШЕНИЯ.....	56
<i>Сулеев Д.К., Утепов Т.Е., Буришуква Г.А., Тусупкалиева Э.А.</i> ЛИТЫЕ ДЕМПФИРУЮЩИЕ СТАЛИ С НАНОСТРУКТУРНЫМ ПОКРЫТИЕМ.....	61
<i>Бубнович Э.В., Калдыгазов К.Б, Абдрахманова Н.Н.</i> КОЛЕБАНИЯ ВАНТОВОЙ СЕТКИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИЯХ ТИПА СЕЙСМИЧЕСКИХ.....	68
<i>Надиров К.С., Жантасов М.К., Надирова Ж.К., Садырбаева А.С., Кутжанова А.Н., Досмухамбет М.П.</i> ВЛИЯНИЕ МЕТОДА ГИДРАТАЦИИ ХЛОПКОВОГО МАСЛА НА ВЫХОД, СВОЙСТВА И ЧИСТОТУ ГОССИПОЛА .....	72
<i>Сыздыкпаева А.Р., Азангулова Р.О.</i> ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ ПОРТАЛА ДО ВКГУ ИМ. С.АМАНЖОЛОВА..	77
<i>Нурабаев М.Б.</i> ПРИЧИНЫ ОБРАЗОВАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЕЙ И АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИХ ПЕРЕРЕБОТКИ .....	81
<i>Хамитов А. Н.</i> РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ МАРШРУТИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОННЫХ АВТОМАТОВ САМООБСЛУЖИВАНИЯ.....	86
<i>Ахмеджанов Т.К., Орынгожин Е.С., Нурабаев М.Б.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБОВ ДОБЫЧИ И ПОДГОТОВКИ НЕФТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ХИМИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ.....	89
<i>Жетесова Г.С., Жаркевич О.М., Плешакова Е.А., Жунуспеков Д.С.</i> ИМПУЛЬСНАЯ КОНТАКТНАЯ ПРИВАРКА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВАЛОВ СТРОИТЕЛЬНО- ДОРОЖНЫХ МАШИН .....	93
<i>Надиров К.С., Жантасов М.К., Надирова Ж.К., Джусенов А.У., Досмухамбет М.П.</i> ПОЛУЧЕНИЕ СЫРЬЯ ДЛЯ СИНТЕЗА ДЕЭМУЛЬГАТОРА ИЗ ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРЕБОТКИ МАСЛА ХЛОПЧАТНИКА.....	98

<i>Садырбаев Ш.А., Айтжан Т., Орынбасарова А.</i> СРАВНЕНИЕ СТАЦИОНАРНОГО МОДУЛЯ С ФОТОМОДУЛЕМ ИНСТАЛЛЯЦИОННЫЕ ЧАСТИ.....	104
<i>Мухидинов Т.М., Алтай Е.А., Абдуллаев А.Т.</i> ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ К ШЕСТИ НОГИМ ШАГАЮЩИМ МОБИЛЬНЫМ РОБОТАМ.....	109
<i>Асанов С.Ш.</i> ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ ОТВАЛА (НОЖА) БУЛЬДОЗЕРА ДЛЯ РАБОТЫ В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ.....	115
<i>Шопанбек Ж., Турмухамбетов А.Ж.</i> ДВИЖЕНИЕ СФЕРИЧЕСКОГО ТЕЛА В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ В ВЯЗКОЙ СРЕДЕ.....	122
<i>Исаев Г.И.</i> ВЛИЯНИЕ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ СЫРЬЯ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ.....	127
<i>Дарибаев Ж.Е., Кутжанова А.Н., Исаев Г.И.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ СГОРАНИЯ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА НАХОДЯЩЕГОСЯ В СОСТАВЕ ОБРАЗОВАНИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОТХОДОВ.....	129
<i>Жаркевич О.М., Нуржанова О.А., Максимова А.В., Мерсиянцева А.В.</i> АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ И ФОНДА ОПЛАТЫ ТРУДА В СТАЛЬНОМ ДЕПАРТАМЕНТЕ АО «АРСЕЛОР МИТТАЛ ТЕМИРТАУ» .....	134
<i>Утепов Е.Б., Омирбай Р.С., Малгаждарова М.К.</i> ДЕМПФИРУЮЩИЕ СПЛАВЫ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ШУМА СОУДАРЕНИЙ .....	139
<i>Филимоненко Н.Т., Ратов Б.Т., Кожевников А.А.</i> КЛАССИФИКАЦИЯ ПОДАЧ ЖИДКОСТИ НАСОСАМИ ОБЪЕМНОГО ТИПА.....	143
<i>Абеустанова А.Н.</i> СОСТОЯНИЕ МАШИННОГО ПЕРЕВОДА НА РЫНКЕ И В КАЗАХСТАНЕ.....	150
<i>Поветкин В.В., Аймуханбет Б.А.</i> РАСЧЕТ СБОРКИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ С НАТЯГОМ СПОСОБОМ ТЕРМОВОЗДЕЙСТВИЯ .....	153
<i>Бимбетова Г.Ж., Надиров К.С., Жантасов М.К., Садырбаева А.С., Досмухамбет М.П., Оразбеков О.С.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА СЫРЬЯ НА СВОЙСТВА ДЕЭМУЛЬГАТОРОВ СЕРИИ «ГОССИЛЬВАН».....	157
<i>Дарибаев Ж.Е., Дарибаева Н.Г., Кутжанова А.Н., Жантасов М.К., Абдикеримов Б.А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АГЛОПОРИТОВОГО ГРАВИА, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ АГЛОМЕРАЦИОННОМ ОБЖИГЕ НЕФТЯНЫХПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОТХОДОВ.....	162
<i>Голубев В.Г., Надиров К.С., Бондаренко В.П., Жантасов М.К., Бимбетова Г.Ж., Джусенов А.У.</i> КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ГОССИПУРПУРИНА В ПРИГОТОВЛЕНИИ БУРОВОГО РАСТВОРА.....	166
<i>Сариев Б.Е., Тагауова Р.З.</i> АНАЛИЗ СОСТАВА ПЫЛИ В ЛИНИИ НЕПРЕРЫВНОГО ШИРОКОПОЛОСНОГО СТАНА 1700 АРСЕЛОР-ТЕМИРТАУ.....	170
<i>Орынбет М.М., Оспанбеков К.Б.</i> МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЛП КОНЕЧНОЙ ШИРИНЫ.....	173
<i>Байнатов Ж.Б., Мурзалина Г.Б., Донаев А.Е.</i> СЕЙСМОБЕЗОПАСНОСТЬ ЗДАНИЙ В ПРЕДЕЛЬНОМ СОСТОЯНИИ С УЧЕТОМ ФАКТОРА РИСКА ..	181
<i>Жакыпбек Ы.</i> ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ.....	187
<i>Иргибаев Т. И., Орынбасаркызы М.</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТИРОВКИ СМЕСИ НЕФТИ ПО НЕФТЕПРОВОДУ «УЗЕНЬ-АТЫРАУ-САМАРА».....	191
<i>Балакаева Г.Т., Нурлыбаева К.К.</i> АГОРИТМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОСТРОЕНИЯ СКОРИНГОВЫХ МОДЕЛЕЙ.....	195
<i>Жүсіпбеков А. И., Аманкулов А. М.</i> ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ДОСТАВКИ.....	200
<i>Умбеткулова А.Б., Хаджиева Л.А.</i> О ВЛИЯНИИ ФОРМ ИЗГИБА ВРАЩАЮЩЕЙСЯ БУРОВОЙ ШТАНГИ НА ХАРАКТЕР ЕЕ ПОПЕРЕЧНЫХ КОЛЕБАНИЙ.....	204
<i>Масенова А.А., Толеуова Р.Н.</i> ДИНАМИКА ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ И ФОСФОРА В СОСТАВЕ ПОЧВ НА ТЕРРИТОРИИ КАРАЧАГАНАКСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....	211
<i>Асанов С.Ш.</i> ТЕХНОЛОГИЯ БУЛЬДОЗИРОВАНИЯ И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕЛЕСКОПИЧЕСКОГО ОТВАЛА (НОЖА).....	213

<i>Ниязов А.А., Ли Э.М., Шалғымбаев С.Т., Митина В.Ф., Плехова К.Р., Слюсарев А.П., Сарсекеева Ю.А., Ишмуратова О.А., Сулейманова Г. А., Нигметов М.Г.</i>	
ОБ ОСОБЕННОСТЯХ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА МАРГАНЕЦСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ТУР».....	221
<i>Базиллов Ж.Ж. Мырзаханов Е.Ж.</i>	
НОРМИРОВАНИЕ РАСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПОЛИГРАФИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ.....	230
<i>Кобдиков М.А., Айкумбеков М.Н., Адилова Н.Д., Исина Б. М., Гизатов Е.Г.</i>	
СОЗДАНИЕ «БЕЗБУМАЖНОЙ ТЕХНОЛОГИИ» ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИНТЕРЕСОВ ОТРАСЛИ.....	233
<i>Куатбаева А.А., Рыжов А.П., Шмыгалева Т.А.</i>	
СИТУАЦИОННЫЕ ЦЕНТРЫ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ В ПРОЦЕССАХ ГЛОБАЛИЗАЦИИ.....	237
<i>Жантурина Н.Н., Шункеев К.Ш., Алиев Б.А.</i>	
ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ЩЕЛОЧНОГАЛОИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ KBr И KCl.....	244
<i>Буламбаева А.А., Узакон Я.М., Ахметова Н.К., Таева А.М., Смаилова Ж.Ж.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНО-БЕЛКОВОЙ КОМПОЗИЦИИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЯСНЫХ МОДЕЛЬНЫХ ФАРШЕЙ ВАРеной КОЛБАСЫ.....	248
<i>Кенесова Ж.Б., Мухтарова М.Н., Нурмуханова А.З., Нурсейтова А.К., Конакбаев Б.О.</i>	
АНАЛИЗ СТРАТЕГИИ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН.....	253
<i>Маиеков<sup>1</sup> С.А., Дья<sup>2</sup>Х, Смагулова<sup>1</sup> Н.К., Маиекова<sup>1</sup> А.С.</i>	
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ ЛИСТА НА НЕПРЕРЫВНОМ ПРОДОЛЬНО-КЛИНОВОМ СТАНЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ .....	255
<i>Сейтказиев А.С., Инкарбеков Н.О., Шилибек К.К.</i>	
МЕТОДЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОДНО-СОЛЕВОГО РЕЖИМОВ ПОЧВ НА ЗАСОЛЕННЫХ И СОЛОНЦОВЫХ ЗЕМЛЯХ.....	263
<i>Сейтказиев А.С., Шилибек К.К., Инкарбеков Н.О., Салыбаев С.Ж.</i>	
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕГУЛИРОВАНИЯ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЛЕКСНЫХ ФАКТОРОВ.....	269
<i>Нигметова Ж.М.</i>	
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.....	274

#### Химико-металлургические науки

<i>Чепуштанова<sup>1</sup> Т.А., Куатбай<sup>1</sup> Е., Нурмухамедов<sup>2</sup> Ж.У.</i>	
ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ХРОМИТОВОЙ РУДЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ КИНЕТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ.....	280
<i>Бегимов Т.Б., Қоқанбаев М.З., Шомполова Д.А., Ығылымжан А.</i>	
ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ ЭЛЕКТРОННОЙ ФАЗЫ С ЭЛЕКТРОННОЙ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ $n_A = 21 \cdot 10^{13}$ В СИСТЕМЕ МЕДЬ-АЛЮМИНИЙ .....	286
<i>Голубев В.Г., Надиров К.С., Жантасов М.К., Бимбетова Г.Ж., Калменов М.У., Исабекова К.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО- ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ САФЛОРОВОГО МАСЛА.....	291

#### Физико-математические науки

<i>Абдусаттаров А., Исомиддинов А.И., Куракбаев Д.С.</i>	
К ПРОЦЕДУРЕ РАСЧЕТА ТОНКОСТЕННЫХ СТЕРЖНЕЙ ПРИ ПРОСТРАНСТВЕННО – ПЕРЕМЕННЫХ НАГРУЖЕНИЯХ С УЧЕТОМ ОБОБЩЕННОГО ПРИНЦИПА МАЗИНГА.....	296
<i>Нысанов Е.А., Аширбаев Н.К., Куракбаева С.Д.</i>	
АНАЛИТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ НЕУСТАНОВИВШЕГОСЯ ОДНОСКОРОСТНОГО РАВНОМЕРНОГО ТЕЧЕНИЯ ДВУХФАЗНЫХ СРЕД В ОТКРЫТЫХ КАНАЛАХ.....	301
<i>Шмыгалева Е.В.</i>	
ПРОГРАММИРОВАНИЕ КАСКАДНО-ВЕРОЯТНОСТНЫХ ФУНКЦИЙ С УЧЕТОМ ПОТЕРЬ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ИОНОВ.....	306
<i>Шмыгалева Т.А., Адилжанова С.А., Черикбаева Л.Ш.</i>	
КЕЙС ТЕХНОЛОГИИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	310
<i>Бутурлакина Е.Г., Квасов А.И.</i>	
МНОГОАГЕНТНАЯ АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ.....	313
<i>Таймуратова Л.У., Алимбаева А.А.</i>	
МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ГАЛЬВАНОМАГНИТНЫХ ЭФФЕКТОВ.....	320

<i>Акбеков Т.М., Нурахметова К.К., Турлыбекова Г.К.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ КОНСТАНТ $R_{VO_T}$ С ПОМОЩЬЮ СООТНОШЕНИЕМ КРАМЕРСА-КРОНИНГА В РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ .....	325
<i>Мустафин М.А.</i> ОБОБЩЕНИЕ ОДНОЙ ТЕОРЕМЫ В.А.ДИТКИНА О ПОЛНОТЕ СИСТЕМЫ ФУНКЦИЙ.....	329
<i>Ескалиев М.Е., Атагельдиева М.Б.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ИНФОРМАТИКИ.....	331
<i>Блинаева Е.В.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕНОСА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОБЪЕКТОВ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ИНФРАЗВУКОМ НА ПЫЛЕГАЗОВЫЙ ПОТОК.....	334
<i>Абдибеков А.У., Хикметов А.К.</i> ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ ДЛЯ РЕШЕНИЯ СИСТЕМЫ УРАВНЕНИЙ МЕЛКОЙ ВОДЫ НА ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ КЛАСТЕРНЫХ СИСТЕМАХ.....	345
<i>Исахов А.А., Хикметов А.К.</i> ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ ЧИСЛЕННАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПЕРЕНОСА РАЗЛИВА НЕФТИ НА ПОВЕРХНОСТИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ С НЕСТАЦИОНАРНОГО ИСТОЧНИКА.....	351

#### **Общественные науки**

<i>Нигаи А.Г., Петрова В.Ф.</i> ЭПИСТЕМОЛОГИЯ И КРИТЕРИИ ИСТИННОСТИ.....	356
---	-----



## CONTENTS

### Earth sciences

<i>Kasova R.A., Mussina U.Sch., Kurbanova L.S., Kadirbekova A.A., Bizhanova G.Z., Zhaksybaeva G.S.</i> THE ECOLOGICAL - ECONOMICAL ESTIMATE OF SEWAGE PURIFYING OF THE ENTERPRISE... <i>Baibatsha A.B., Bekbotaeva A.A.</i>	3
ABOUT THE LITHOFACIAL FEATURES OF STRATIFORM DEPOSITS OF COPPER OF ZHEZKAZGAN TYPE.....	10
<i>Ermekbaeva G.E., Baudagulova G.T., Oserbai A.K.</i> FORMATION OF DEPOSITS OF OIL AND GAS IN THE JURASSIC-CRETACEOUS SEDIMENTS OF SOUTH TURGAY.....	18
<i>Rysbayeva A.</i> SELECTION OF THE METHOD OF CALCULATION OF THE STRESSED CONDITION OF SILL DAMS <i>Begimbetova A., Ayidarova S.</i>	22
THE DISSEMINATION OF POLLUTION IN ATMOSPHERIC AIR FROM EMISSIONS OF MOTOR TRANSPORT IN THE CONDITIONS OF ALMATY CITY.....	25

### Technical sciences

<i>Doskazyeva G., Imangaliyeva G., Tulegenova O.</i> ELATO-PLASTIC MODE FLUID FILTRATION IN THE BOTTOMHOLE LAYER ZONE.....	30
<i>Genbach A.A., Umyshev D.R.</i> INVESTIGATION OF THE DESTRUCTION ENERGY OF BRITTLE CAPILLARY-POROUS COATINGS IN THERMAL POWER UNITS.....	36
<i>Abilmazhinova N.K., Taeva A.M., Abzhanova Sh.A., Kurmanbekova A.</i> RESEARCH OF ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ AND COLOUR DESCRIPTIONS OF MEAT OF HORSEFLESH.....	42
<i>Sadyrbayev Sh.A., Kakharman S., Kizirbek D.</i> DESIGN AND RESEARCH OF DUAL-AXIS SOLAR TRACKING SYSTEM IN CONDITION OF TOWN ALMATY.....	45
<i>Genbach A.A., Umyshev D.R.</i> INVESTIGATION OF THE DESTRUCTION ENERGY OF BRITTLE CAPILLARY-POROUS COATINGS IN THERMAL POWER UNITS.....	50
<i>Makulov K., Otarbayev Zh., Yagaliyeva B.</i> ANALYSIS OF EXPERT SYSTEMS, DETECTION OF THE MAIN PROBLEMS AND DETERMINATION OF SOLUTION APPROACHES .....	56
<i>Suleev D., Uteпов T., Burshukova G., Tusupkaliyeva E.</i> DAMPING ALLOY STEEL WITH NANOSTRUCTURED COATINGS.....	61
<i>Bubnovich E.V., Kaldygazov K.B., Abdrakhmanova N.N.</i> FLUCTUATIONS GUYED GRIDS IN IMPACTS TYPES OF SEISMIC.....	68
<i>Nadirov K.S., Zhantasov M.K., Nadirova Zh.K., Sadyrbayeva A.S., Kutzhanova A.N., Dosmuhambet M.P.</i> EFFECT OF HYDRATION METHOD COTTONSEED OIL OUTPUT THE PROPERTIES AND PURITY OF GOSSYPOL.....	72
<i>Sizdikpaeva A.R., Azangulova R.O.</i> THE MAIN DIRECTIONS OF MODERNIZATION OF DISTANCE LEARNING PORTAL EKSU. S.AMANZHOLOV.....	77
<i>Nurabaev M.</i> CAUSES OF THE FORMATION OF HEAVY OIL AND ANALYSIS OF METHODS OF THEIR TREATMENT .....	81
<i>Khamitov A. N.</i> SOLUTION OF THE PROBLEM OF ROUTING VEHICLES IN THE ELECTRONIC SELF-SERVICE MACHINES.....	86
<i>Ahmedzhanov T., Oryngozhin E., Nurabaev M.</i> IMPROVING THE PREPARATION OF OIL DURING JOINT USE OF CHEMICALS.....	89
<i>Zhetesova G.S., Zharkevich O.M., Pleshakova E.A., Zhunuspekov D.S.</i> PULSE CONTACT WELDING FOR THE RESTORATION OF ROAD-BUILDING MACHINERY PARTS.....	93
<i>Nadirov K.S., Zhantasov M.K., Nadirova Zh.K., Dzhusenov A.U., Dosmuhambet M.P.</i> PREPARATION OF RAW MATERIALS FOR THE SYNTHESIS OF DEMULSIFIER PROCESSING BYPRODUCTS COTTONSEED OIL.....	98

<i>Sadyrbayev Sh., Aytzhan T., Orynbasarova A.</i>	
RESEARCH OF PHOTOMODULE CHARACTERISTICS WITH COMBINED INSTALLATION PARTS.	104
<i>Mukhidinov T.M., Altai E.A., Abdullaev A.T.</i>	
THE APPLICATION OF STATISTICAL METHODS TO SIX MANY WALKING MOBILE ROBOTS.....	109
<i>Asanov S.S.</i>	
GROUND OF RATIONAL CONSTRUCTION OF DUMP (KNIFE) OF BULLDOZER FOR WORK IN THE STRAITENED TERMS.....	115
<i>Shopanbek Zh., Turmukhambetov A.Zh.</i>	
THE MOVEMENT OF THE SPHERICAL BODY IN CRAMPED CONDITIONS IN A VISCOUS MEDIUM.....	122
<i>Isaeyev G.I.</i>	
INFLUENCE OF WASTE OF ENRICHMENT OF RAW MATERIALS ON POLLUTION OF THE ATMOSPHERE.....	127
<i>Daribayev Zh.Ye., Kutzhanova A.N., Isayev G.I.</i>	
RESEARCH OF KINETICS OF COMBUSTION OF THE SOLID FUEL WHICH IS IN STRUCTURE OF THE EDUCATIONS GOT FROM PRODUCTION WASTE.....	129
<i>Zharkevich O.M., Nurzhanova O.A., Maximova A.V., Mersiyantseva A.V.</i>	
ANALYSIS OF THE USE FOR LABOR RESOURCES AND THE WAGE FUND IN THE STEEL DEPARTMENT OF JSC "ARCELORMITTAL TEMIRTAU".....	134
<i>Uteпов E.B., Omirbai R.S., Malgazhdarova M.K.</i>	
COMMUNICATION OF ACOUSTIC AND VIBRATION CHARACTERISTICS OF METALLIC MATERIALS IN COLLISIONS.....	139
<i>Filimonenko N.T., Ratov B.T., Kozhevnykov A.A.</i>	
CLASSIFICATION INNINGS FLUID DISPLACEMENT TYPE PUMPS .....	143
<i>Abeustanova A.</i>	
CONDITION OF MACHINE TRANSLATION IN THE MARKET AND IN KAZAKHSTAN.....	150
<i>Povetkin V., Ayimukhambet B.</i>	
CALCULATION OF ASSEMBLAGR OF CYLINDRIC CONNECTIONS WITH OVERPULL BY THE METHOD OF THERMAL INFLUENCE .....	153
<i>Bimbetova G.Zh., Nadirov K.S., Zhantasov M.K., Sadyrbayeva A.S., Dosmuhambet M.P., Orazbekov O.S.</i>	
INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF RAW MATERIALS ON THE PROPERTIES OF EMULSION BREAKERS SERIES "GOSSILVAN".....	157
<i>Daribaev J.E., Daribaeva N.G., Kutzhanova A.N., Zhantasov M.K., Abdikerimov B.A.</i>	
RESEARCH OF PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF AGLOPORITHED GRAVEL, RECEIVED AT SINTERING ROASTING OF THE OIL INDUSTRIAL WASTE.....	162
<i>Golubev V.G., Nadirov K.S., Bondarenko V.P., Zhantasov M.K., Bimbetova G.Zh., Dzhusenov A.U.</i>	
QUANTITATIVE DETERMINATION OF GOSSIPURPURIN IN DRILLING FLUID .....	166
<i>Sariev B.E., Tagauova R.Z.</i>	
THE ANALYSIS OF STRUCTURE OF A DUST IN THE LINE OF A CONTINUOUS BROADBAND CAMP 1700 ARSELOR-TEMIRTAU.....	170
<i>Orynbet M.M., Ospanbekov K.B.</i>	
A MATHEMATICAL MODEL OF STRESS-STRAIN STATE OF TB ULTIMATE WIDTH.....	173
<i>Bainatov Zh.B., Murzalina G.B., Donaev A.E.</i>	
SEISMIC SAFETY OF BUILDINGS IN A LIMIT STATE TAKING INTO ACCOUNT RISK FACTOR....	181
<i>Zhakyzbek Y.</i>	
ISSLEDVANY PHENOMENON ON THE SURROUNDING ENVIRONMENT DURING OPEN-FIELD..	187
<i>Irgibayev T.I., Orynbasarkyzy M.</i>	
INCREASE OF EFFICIENCY OF TRANSPORTATION OF MIX OF OIL ON THE «UZEN-ATYRAU-SAMARA» OIL PIPELINE.....	191
<i>Balakayeva G.T., Nurlybayeva K.K.</i>	
ALGORITHMIZATION OF THE SCORING MODELS CONSTRUCTION PROCESS.....	195
<i>Zhusyypbekov A., Amanjulov A.</i>	
TECHNICAL-AND-ECONOMIC PREREQUISITES OF SIMULATION OF DELIVERY TECHNOLOGY	200
<i>Umbetkulova A., Khajiyeva L.</i>	
ABOUT THE INFLUENCE OF THE BENDING FORMS TO THE TRANSVERSE VIBRATIONS OF THE ROTATING DRILL STRINGS .....	204
<i>Masenova A.A., Toleuova R.N.</i>	
DINAMICS OF ORGANIC MATTER AND PHOSPHORUS IN THE COMPOSITION OF THE KARACHAGANAK OIL AND GAS CONDENSATE FIELD.....	211
<i>Assanov S.S.</i>	
TECHNOLOGY OF BULLDOZER WORK AND GROUND OF PARAMETERS TELESCOPIC DUMP (BLADE DOZER).....	213

<i>Niyazov A.A., Li E.M., Shalgymbayev C.T., Mitina V.F., Plekhova K.R., Slyusarev A.P., Sarkeseyeva Y.A., Ishmuratova O.A., Suleimanova G.A., Nigmatov M.G.</i>	
ABOUT PECULIARITIES OF THE MINERALOGICAL COMPOSITION OF THE MANGANESE ORE IN "TOUR" FIELD.....	221
<i>Bazilov Zh.Zh. Myrzakhanov E.Zh.</i>	
RATIONING OF CONSUMABLES IN THE PRINTING INDUSTRY.....	230
<i>Kobdikov M., Ayikumbekov M., Adilova N., Isina B., Gizatov E.</i>	
CREATION OF «PAPERLESS TECHNOLOGY» IN SUPPLYING OF TECHNOLOGICAL AND ECONOMIC INTERESTS OF THE BRANCH.....	233
<i>Kuatbayeva A.A., Ryjov A.P., Shmygaleva T.A.</i>	
THE HEALTHCARE SITUATIONAL CENTERS AS THE MANAGEMENT INSTRUMENT IN GLOBALIZATION PROCESSES.....	237
<i>Zhanturina N.N., Shunkeyev K.Sh., Aliev B.A.</i>	
INFLUENCE OF THE TEMPERATURE ON SCINTILLATION PROPERTIES OF ALKALI HALIDE MATERIALS OF KBR AND KCL.....	244
<i>Bulambaeva A.A., Uzakov Ya.M., Ahmetova N.K., Taeva A.M.</i>	
RESEARCH OF INFLUENCE OF PLANT-BASED PROTEIN COMPOSITION ON THE FUNCTIONAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF CHOPPED MEAT.....	248
<i>Kenesova J. B., Mukhtarova M.N., Nurmukhanova A.Z., Nurseytova A.K., Konakbaev B. O.</i>	
THE ANALYSIS STRATEGY OF QUALITY CONTROL AT THE ENTERPRISES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN.....	253
<i>Mashekov SA, Duya H, Smagulova N, Mashekov AS</i>	
TECHNOLOGY DEVELOPMENT FOR HOT ROLLED SHEET CONTINUOUS LONGITUDINAL WEDGE-MILL WITH THE USE OF PHYSICAL SIMULATION.....	255
<i>Seitkaziyeva A., Inkarbekov N., Shilibek K.</i>	
ADJUSTING METHODS WATER-SALT MODES OF SOILS ON IN SALT AND SJLJNSOVYH.....	263
<i>Seitkaziyeva A., Inkarbekov N., Shilibek K., Salybayev S.</i>	
ENVIRONMENTAL ASSESSMENT REGULATION OF SALINE SOILS USING COMPLEX FACTORS	269
<i>Nigmatova Z.N.</i>	
IMPROVING THE EFFICIENCY OF OIL FIELD DEVELOPMENT.....	274

#### **Chemico-metallurgical sciences**

<i>Chepushtanova T.A., Kuatbay E., Nurmukhamedov Zh.U.</i>	
STUDYING OF CHROMITE ORE KINETICS REDUCTION WITH USING OF KINETIC MODELS.....	280
<i>Begimov T.B., Kokanbaev M.Z., Shompolova D.A., Ygylmzhan A.</i>	
THERMAL CHANGES OF ELECTRON PHASE PROPERTIES WITH ELECTRON CONCENTRATION $E/A=21/13$ IN CU-AL SYSTEM.....	286
<i>Golubev V.G., Nadirov K.S., Zhantasov M.K., Bimbetova G.Zh., Kalmenov M.U., Isabekova K.</i>	
INVESTIGATION OF THE PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF SAFFLOWER OILR.....	291

#### **Physico-mathematical sciences**

<i>Abdusattarov A., Isomiddinov A.I., Kurakbayev D.S.</i>	
BY THE PROCEDURE OF CALCULATION OF THIN-WALLED BAR WITH SPACE - VARIABLE LOADING BASED ON THE GENERALIZED PRINCIPLE OF MASING.....	296
<i>Nysanov E.A., Ashirbaev N.K., Kurakbayeva S.D.</i>	
ANALYTICAL SOLUTION OF UNSTEADY FLOW OF TWO-PHASE SINGLE-SPEED UNIFORM ENVIRONMENTS IN OPEN CHANNELS.....	301
<i>Shmygalev E.</i>	
PROGRAMMING THE CASCADE-PROBABILITY FUNCTIONS, TAKING INTO CONSIDERATION THE ENERGY LOSS OF IONS.....	306
<i>Shmygalev E., Adilzhanova S., Cherikbayev L.</i>	
CASE TECHNOLOGIES IN DISTANCE EDUCATION.....	310
<i>Buturlakina Y.G., Kvasov A.I.</i>	
MULTI-AGENT BASED ARCHITECTURE FOR AN INVESTMENT DECISION SUPPORT SYSTEM..	313
<i>Taimuratova L.U., Alimbaeva A.A.</i>	
METHODS OF MEASUREMENT OF GALVANOMAGNETIC EFFECTS.....	320
<i>Akbekov T.M., Nurahmetova K.K., Turlybekova G.K.</i>	
DETERMINATION OF OPTICAL CONSTANTS $PBO_T$ USING THE KRAMERS-KRONING RELATION AT DIFFERENT TEMPERATURES.....	325

<i>Mustafin M.A.</i> GENERALIZATION OF ONE DITKIN'S THEOREM ON COMPLETENESS OF ONE SYSTEM OF FUNCTIONS .....	329
<i>Yeskaliyev M.Y., Atageldiyeva M.B.</i> USAGE OF INTERACTIVE TECHNOLOGIES IN STUDY OF INFORMATICS.....	331
<i>Blinaeva Y.V.</i> MODELING OF CONTAMINANT TRANSPORT OF OBJECTS OF POWER UNDER THE INFLUENCE OF INFRASOUND ON THE DUST AND GAS FLOW.....	334
<i>Abdibekov A.U., Хикметов А.К.</i> A PARALLEL ALGORITHM FOR SOLVING THE SYSTEM OF SHALLOW WATER EQUATIONS ON HIGH PERFORMANCE CLUSTER SYSTEMS.....	345
<i>Issakhov A., Khikmetov A.</i> PARALLEL NUMERICAL REALIZATION OF THE OIL SPILL TRANSFER ON THE SURFACE OF THE CASPIAN SEA WITH A NON-STATIONARY SOURCE.....	351

**Social sciences**

<i>Nigay A., Petrova V.</i> EPISTEMOLOGY AND CRITERION OF TRUTH.....	356
---	-----

Редакторы:  
*Н.Ф. Федосенко*

Верстка на компьютере:  
*Л.Т. Касжанова*

Подписано в печать 24.11 2014 г.  
Формат 60x84 1/8. Усл. п.л 23,5.  
Тираж 500 экз. Заказ № 97.

Адрес редакции:  
ул. Сатпаева, 22, КазНТУ каб. 904, тел. 292-63-46  
Отпечатано в Учебно-издательском центре  
Казахского национального технического университета имени К.И. Сатпаева