



ISSN 2308-9865

**№3,
2017**

МЕХАНИКА ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Ғылыми журнал



Научный журнал

МЕХАНИКА И ТЕХНОЛОГИИ



Scientific Journal

MECHANICS & TECHNOLOGIES



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

«М.Х. ДУЛАТИ атындағы
ТАРАЗ МЕМЛЕКЕТТІК УНИВЕРСИТЕТІ»
ШЖҚ РМК



МЕХАНИКА ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

ISSN 2308-9865

Ғылыми журнал
1994 жылдың қаңтарынан бастап шығады
Жылына төрт рет шығады

№ 3 (57)
Шілде-қыркүйек
2017 ж

Бас редактор И.И. Бекбасаров

Редакция алқасы: Н.А. Абиев, Б. Абзалбекұлы, К.И. Баданов,
И.И. Бекбасаров, Ю.Л. Винников, Н.А. Горбатовская,
Г.Е. Жидекулова, М.Т. Кейкиманова, Б.А. Койайдаров,
С.М. Койбаков, М.М. Мукимов, М.И. Никитенко, А. Нурлыбаева,
Г.Е. Омарова, С.А. Орынбаев, А.В. Пилягин, А.А. Сагындыков,
Х.Р. Садиева, А.С. Сейтказиев, А.Н. Семернин, Н.А. Смирнова,
Е.С. Спандияров, А.Г. Шлейкин, Я. Шульц

Корректор және компьютерлік беттеу Е.И. Атенев

Редакция мекен-жайы:

080012, Тараз қаласы, Төле би көшесі, 60.

Тел.: 8 7262 45-35-10, факс: 8 7262 43-24-02.

<http://mit.zhambyl.kz> E-mail: bekbasarov.isabai@mail.ru

Тіркеу куәлігі №1193 (23.11.1993), №560-Ж (4.02.1999), №4244-Ж
(08.10.2003), №13521-Ж (15.04.2013)

Басуға қол қойылған күн 06.10.2017. Форматы 70×180/16. Шартты баспа
табағы 17,9. Тираж 300 дана. Тапсырыс 927.

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университетінің «Тараз
университеті» баспасы. 080012, Тараз қаласы, Төле би көшесі, 60.

© М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, 2017

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

РГП на ПХВ
«ТАРАЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени М.Х. ДУЛАТИ»



МЕХАНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

ISSN 2308-9865

Научный журнал
Издается с января 1994 года
Выходит четыре раза в год

№ 3 (57)
Июль-сентябрь
2017 г.

Главный редактор И.И. Бекбасаров

Редакционная коллегия: Н.А. Абиев, Б. Абзалбекұлы, К.И. Баданов,
И.И. Бекбасаров, Ю.Л. Винников, Н.А. Горбатовская,
Г.Е. Жидекулова, М.Т. Кейкиманова, Б.А. Койайдаров,
С.М. Койбаков, М.М. Мукимов, М.И. Никитенко, А. Нурлыбаева,
Г.Е. Омарова, С.А. Орынбаев, А.В. Пилягин, А.А. Сагындыков,
Х.Р. Садиева, А.С. Сейтказиев, А.Н. Семернин, Н.А. Смирнова,
Е.С. Спандияров, А.Г. Шлейкин, Я. Шульц

Корректор и компьютерная верстка Е.И. Атенев

Адрес редакции:

080012, г. Тараз, ул. Толе би, 60.

Тел.: 8 7262 45-35-10, факс: 8 7262 43-24-02.

<http://mit.zhambyl.kz> E-mail: bekbasarov.isabai@mail.ru

Свидетельство о регистрации №1193 (23.11.1993), №560-Ж (4.02.1999),
№4244-Ж (08.10.2003), №13521-Ж (15.04.2013)

Подписано в печать 06.10.2017. Формат 70×180/16. Усл. печ. л. 17,9. Тираж
300 экз. Заявка 927.

Издательство «Тараз университеті» Таразского государственного
университета им. М.Х. Дулати. 080012, г. Тараз, ул. Толе би, 60.

© Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, 2017

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

TARAZ STATE UNIVERSITY
named after M.Kh. DULATI



MECHANICS & TECHNOLOGIES

ISSN 2308-9865

Scientific Journal

Published since January 1994

Published four times a year

№ 3 (57)

July-September
2017

Editor in chief I.I. Bekbasarov

Editorial board: N.A. Abiev, B. Abzalbekuly, K.I. Badanov,
I.I. Bekbasarov, N.A. Gorbatovskaya, M.T. Keikimanova,
B.A. Koiaidarov, S.M. Koibakov, M.M. Mukimov, M.I. Nikitenko,
A. Nurlybayeva, G.E. Omarova, S.A. Orynbayev, A.V. Pilyagin,
Kh.R. Sadieva, A.A. Sagyndykov, J. Schulz, A.S. Seitzkazyev,
A.N. Semernin, N.A. Smirnova, Y.S. Spandiyarov,
A.G. Shleikin, Yu.L. Vinnikov, G.Y. Zhidekulova

Press-corrector and computer page makeup Ye.I. Atenov

Editorial address:

080012, Taraz, Tole bi street, 60.

Tel.: 8 7262 45-35-10, fax: 8 7262 43-24-02.

<http://mit.zhambyl.kz> E-mail: bekbasarov.isabai@mail.ru

Registration certificate №1193 (23.11.1993), №560-Ж (4.02.1999), №4244-Ж (08.10.2003), №13521-Ж (15.04.2013)

Signed in print 06.10.2017. Form 70×180/16. Cond. print. sh. 17,9. Edition 300 copies. Application 927.

Printing House «Taraz University» of Taraz State University
named after M.Kh. Dulati. 080012, Taraz, Tole bi street, 60.

© Taraz State University named after M.Kh. Dulati, 2017

МАЗМУНЫ / СОДЕРЖАНИЕ / CONTENT

МЕХАНИКА

Қойайдаров Б.А. Желдің қуатын желдөңгелекпен алу	6
Қойайдаров Б.А. Желді өзінен өткізетін қалақтармен жабдыкталған желдөңгелекті есептеу	12
Қойайдаров Б.А. Қарсылық күшінің қалақтарымен жабдыкталған желдөңгелектерді есептеу	20
Қойайдаров Б.А., Байарыстанова А.М. Конфузор қалақты желдөңгелекті есептеу	28
Қойайдаров Б.А., Байарыстанова А.М. Қозғалыстағы конфузор қалақты желдөңгелекті есептеу	44
ТЕХНОЛОГИИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ	
Горбатовская Н.А., Дильдабаева А.С., Шоя Е.Н., Умирбаева Ш.Д. Газообразующая способность муки – важный технологический показатель	59
Спандияров Е., Кенжеходжаев М.Д., Изтурганова Т.Б. Релаксация напряжения толочка «тары» в условиях объемного сжатия ..	65
Клышбекова А.С. Конфет тұрқыларының өндірісінде аскабақ және алма езбесін біріктіріп қолдану мүмкіндігі	69

МАШИНОСТРОЕНИЕ И ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ

Нусипали Р.К., Танабекова А.Б. Цилиндр бетті дайындамаларды центрлеп бекітетін әмбебап станоктық құрылғы	76
Жүсіп Т.С., Дүйсебаев Ж.А., Мельдебеков Б.Л. Влияние усовершенствованного рабочего органа на эффективность работы бульдозера с поворотным отвалом	87
Тлеуов О.А., Жашен С.Ж. Резания материала, когда лезвие резака ориентировано к оси вращения вала под прямым углом	91
Baubek S., Nemerebayev M., Bekmuratov M.M., Orynbayev S.A. Investigation of machine parameters for contour processing automation of products in a light industry	98

ТЕХНОЛОГИИ В СФЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

Баялиева Г.М., Нурпеисов С.К., Омирбекова А. Силикат-натриевое композиционное вяжущее и изделия на основе барханного песка	108
Баялиева Г.М., Нурпеисов С.К., Омирбекова А. Технология стеновых изделий на основе шлаков	111

МЕЛИОРАТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Хожанов Н.Н., Юлдашева Д., Хожанова Г.Н. Расчет эффективности сельскохозяйственных земель на основе энергетического подхода	115
--	-----

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

Орынбаев С.А., Абикен А. Анализ потерь электроэнергии в электрических сетях Казахстана и дальнего зарубежья	123
--	-----

Орынбаев С.Ә., Бекмұратов М.М., Ыдырыс М.Д. IGBT және MOSFET транзистордың негізгі көрсеткіштері және артықшылықтары	128
---	-----

Кейкиманова М.Т., Касенова Т.К., Жантурина А.С. Ток көздері параллель қосылған электр тізбектерін есептеу туралы	132
--	-----

МАТЕМАТИКА

Абиев Н.А., Сейдалиева Ш.Т. Сингулярлы ауытқыған теңдеулер бифуркацияларының компьютерлік интерпретациялануы	140
---	-----

Абиев Н.А., Сейдалиева Ш.Т. Сингулярлы ауытқыған дифференциалдық теңдеулердегі шекаралық қабаттың қалыңдығын компьютерде бағалау	148
---	-----

Баяндиев Е.Н., Мекемова Д.А. Решение систем дифференциальных уравнений и построение фазовых портрет на MAPLE	157
---	-----

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Шедреева И.Б., Тлепберды К., Жолдыбай Б. GSM жүйесін EDGE технологиясына қарасты жетілдіру	160
--	-----

Шедреева И.Б., Тлепберды К., Жолдыбай Б. EGPRS және EDGE радио-интерфейстың сипаттамалары	164
---	-----

Ахметова С.О., Куттибоев А.А. WI-FI технологиясы негізінде жергілікті желіні құру бойынша NET CRACKER бағдарламасын қолдану	167
--	-----

Тлешова А.С., Айтқали Б.А. PLC (Power Line Communications) технологиясын қолданумен энергия торабы бойынша мәліметтерді беру торабын зерттеу	172
---	-----

Тлешова А.С., Жаксылық М.Р. «Радиотехника және телекоммуникация негіздері» пәнінен MATLAB бағдарламасында тәжірибелік зерттеу жұмыстарын жасау	177
---	-----

Тлешова А.С., Жаксылық М.Р. «Сымсыз байланыс технологиясы» пәнінен Cisco Packet Tracer бағдарламасы көмегімен білімгерлердің зерттеу жұмысы	182
--	-----

Механика и обработка материалов

ӘОЖ 621.311.24

Б.А. Қойайдаров

Техн. ғылымдарының канд., доцент

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

ЖЕЛДІҢ ҚУАТЫН ЖЕЛДӨҢГЕЛЕКПЕН АЛУ

Желдің энергиясын желдөңгелектің көмегімен пайдаланудың мүмкіншілігі мен жолы қарастырылған.

Түйін сөздер: жел, энергия, қуат, желдөңгелек, бет, жылдамдық, күш.

Желдің, ілгерілемелі қозғалыстағы қатты дене сияқты, кинетикалық энергиясы болады [1-3]

$$E = \frac{1}{2} m v^2, \quad (1)$$

мұнда: m – жел легінің массасы, кг; v – желдің жылдамдығы, м/с.

Желдегі қуатты оның кинетикалық энергиясын уақыт бойынша дифференциальдау арқылы анықтайды [1]

$$N = \dot{E} = \frac{1}{2} \cdot \dot{m} \cdot v^2. \quad (2)$$

Жел легінің массасы

$$m = \rho \cdot V_{\text{ж}}, \quad (3)$$

мұнда: $\rho = 1,25 \text{ кг/м}^3$ – желдің тығыздығы (температура 15°C , қысымы 1 атм болғанда); $V_{\text{ж}}$ – беттен 1 секундта өтетін желдің көлемі, м^3 .

Жел легінің массасын дифференциальдаймыз

$$\dot{m} = \rho \cdot \dot{V}_{\text{ж}} = \rho \cdot S \cdot \dot{S} = \rho \cdot S \cdot v,$$

мұнда: S – жел түсетін беттің ауданы, м^2 ; v – желдің жылдамдығы, м/с.

Соңғы теңдеуді ескеріп желдің қуатын табамыз

$$N = \frac{1}{2} \rho \cdot S \cdot v^3. \quad (4)$$

Желдің қуаты негізінен оның жылдамдығына тәуелді:

1) желдің жылдамдығы 30 м/с жеткенде оның қуатының тығыздығы – 16 кВт/м^2 ;

2) желдің жылдамдығы 1 м/с болғанда оның қуатының тығыздығы – 1 Вт/м^2 .

Сондықтан, жел энергетикалық қондырғының қуатын желдің орташа жылдамдығы анықтайды.

Желдің энергиясын пайдалану үшін желқондырғының желдөңгелегі оны тежеп, жылдамдығын V_1 –ден V_2 –ге дейін төмендетіп, желдің жоғалтқан қуатын алады, энергияның сақталу заңы бойынша

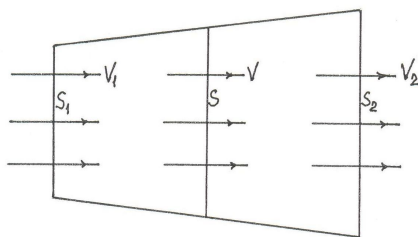
$$N_k = N_1 - N_2, \quad (5)$$

мұнда: N_k – желдөңгелектің желден алған қуаты, кВт; N_1 – желдөңгелекке келген желдің қуаты, кВт; N_2 – желдөңгелектен шыққан желдің қуаты, кВт.

Желдің желдөңгелектен өту схемасы 1-суретте көрсетілді [1, 2]. Желдөңгелекке кірген жел сондай мөлшерде шығады. Сондықтан, желдің тығыздығы өзгермейтін жағдайда, келесі шарт орындалуға тиіс

$$p \cdot S_1 \cdot v_1 = p \cdot S \cdot v = p \cdot S_2 \cdot v_2 = const,$$

мұнда: S_1 – жел кіретін беттің ауданы, м²; v_1 – желдің кіру жылдамдығы, м/с; S – желдің желдөңгелектегі түсетін бетінің ауданы, м²; v – желдің желдөңгелектегі жылдамдығы, м/с; S_2 – желдөңгелектен желдің шығатын бетінің ауданы, м²; v_2 – желдің желдөңгелектен шығу жылдамдығы, м/с.



Сурет 1. Желдің желдөңгелектен өту сұлбасы

Желдің кіру (v_1) және шығу (v_2) жылдамдықтарының орташа шамасы желдөңгелектегі жылдамдығы болады

$$v = \frac{1}{2}(v_1 + v_2). \quad (6)$$

Желдөңгелектің желден алатын қуаты (2) және (5) теңдеулер бойынша келесідей болады

$$N_k = \frac{1}{2} \cdot \dot{m} \cdot (v_1^2 - v_2^2),$$

мұнда

$$\dot{m} = p \cdot S \cdot v = p \cdot S \cdot \frac{1}{2} \cdot (v_1 + v_2).$$

Сонда

$$N_k = \frac{1}{4} \cdot p \cdot S \cdot (v_1 + v_2) \cdot (v_1^2 - v_2^2). \quad (7)$$

Желдөңгелекке кірген желдің қуаты

$$N_0 = \frac{1}{2} p \cdot S \cdot v_1^3. \quad (8)$$

Желдөңгелектің желден алған қуатының (N_k) оған келген желдің қуатына (N_0) қатынасы жел энергиясын пайдалану коэффициенті деп аталады [1]:

$$C_p = \frac{N_k}{N_0} = \frac{\frac{1}{4} \cdot p \cdot S \cdot (v_1 + v_2) \cdot (v_1^2 - v_2^2)}{\frac{1}{2} \cdot p \cdot S \cdot v_1^3};$$

$$C_p = \frac{1}{2} \cdot \left(1 + \frac{v_1}{v_2}\right) \cdot \left(1 - \frac{v_2^2}{v_1^2}\right). \quad (9)$$

Желқондырғыдағы желдөңгелекке келетін және одан шығатын желдің жылдамдықтарының қатынасы

$$x = \frac{v_1}{v_2}. \quad (10)$$

Желдің энергиясын пайдалану коэффициентінің (C_p) оңтайлы шамасын анықтау үшін (9) теңдеуді жылдамдықтар қатынасы (x) бойынша дифференциалдап нөлге теңестіреміз:

$$\frac{dC_p}{dx} = \frac{d\left[\frac{1}{2}(1+x) \cdot (1-x^2)\right]}{dx} = 0;$$

$$\frac{dC}{dx} = -\frac{3}{2} \cdot x^2 - x + \frac{1}{2} = 0.$$

Осы теңдеудің шешуі желдің жылдамдықтарының қатынасы (x) қандай болу керек екендігін анықтайды:

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a};$$

$$x_{1,2} = \frac{1 \pm \sqrt{1+3}}{-2 \cdot \frac{3}{2}} = \frac{1 \pm 2}{-3};$$

$$x_1 = -1; \quad x_2 = \frac{1}{3}.$$

Желдөңгелектегі желдің жылдамдықтарының қатынасының (x) тиімді шамасы

$$x = \frac{v_2}{v_1} = x_2 = \frac{1}{3}.$$

Желдің желдөңгелектегі жылдамдықтарының қатынасы (x) осы шамаға жеткенде желдің энергиясы барынша пайдаланылады. Сондықтан, осы кезде желдің энергиясын пайдалану коэффициенті жоғарғы деңгейіне жетеді [1]:

$$C_{p\max} = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{1}{3} \right) \cdot \left(1 - \frac{1}{9} \right) = \frac{16}{27};$$

$$C_{p\max} = 0,593.$$

Есептеулер, желдің энергиясын желдөңгелек арқылы пайдалану 59,3% аспайтынын көрсетті.

Қазіргі кезде, канатты желдөңгелектен желдің энергиясын пайдалану 50% аспайды. Сондықтан, желдің энергиясын пайдалану коэффициенті 0,593 жақындайтын желдөңгелек құру өзекті мәселе.

Желдөңгелектің пайдалы әсер коэффициенті [1]

$$\eta = \frac{C_p}{C_{p\max}} = \frac{C_p}{0,593} = 1,686 \cdot C_p;$$

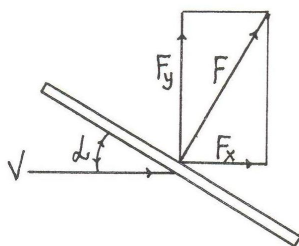
$$\eta = 1,686 \cdot C_p, \quad (11)$$

мұнда: C_p – желдөңгелектің желдің энергиясын пайдалану коэффициенті.

Желдің ішінде көлбеу орналасқан пластинаға түсетін желдің күші 2-суретте көрсетілді [1, 2]:

$$\vec{F} = \vec{F}_x + \vec{F}_y,$$

мұнда: F – желдің пластинаға түсіретін күші; F_x – желдің қарсылық күші; F_y – желдің көтеру күші.



Сурет 2. Көлбеу пластинаға түсетін желдің күші

Пластина мен желдің жылдамдығының векторының арасындағы бұрышты (α) желдің шабуылдау бұрышы деп атайды.

Желдің қарсылық (F_x) және көтеру (F_y) күштерінің арақатынасы пластинаның желдің жылдамдығының бағытындағы қимасының формасына тәуелді болады [1,2].

Пластинаның қимасының формасы желдің ағып өтуіне оңтайлы болған сайын қарсылық күшінің шамасы төмендейді [1,2].

Желдің денеге түсіретін қарсылық күші [1]

$$F_x = \frac{1}{2} \cdot C_x \cdot p \cdot S \cdot v^2, \quad (12)$$

мұнда: C_x – дененің қарсылық коэффициенті; S – дененің жел түсетін бетінің ауданы, m^2 ; $p = 1,25 \text{ кг} / m^3$ – желдің тығыздығы; v – денеге түсетін желдің жылдамдығы, m/c .

Формасы әртүрлі денелердің қарсылық коэффициенттері оларды аэродинамикалық құбырда сынау арқылы анықталған [1,3].

Қарсылық күшінің қуаты

$$N_x = \frac{1}{2} \cdot C_x \cdot p \cdot S \cdot v^3. \quad (13)$$

Егер, желдің ішіндегі дене желдің жылдамдығының бағытында қозғалатын болса, онда қарсылық күші келесідей болады [1]

$$F_x = \frac{1}{2} \cdot C_x \cdot p \cdot S \cdot (v - u)^2, \quad (14)$$

мұнда: u – дененің жылдамдығы, m/c .

Желдің ішінде қозғалатын денеге түсетін қарсылық күшінің қуаты

$$N_x = \frac{1}{2} \cdot C_x \cdot p \cdot S \cdot (v - u)^2 \cdot u. \quad (15)$$

Жел ішіндегі ұшақ қанаты тәрізді денеге түсетін желдің көтеру күші [1]

$$F_y = \frac{1}{2} \cdot C_y \cdot p \cdot S \cdot v_A^2, \quad (16)$$

мұнда: C_y – қанаттың көтеру коэффициенті; $p = 1,25 \text{ кг} / m^3$ – желдің тығыздығы; S – қанаттың бетінің ауданы, m^2 ; v_A – желдің қанатты шабуылдау жылдамдығы, m/c .

Желдің айналыстағы қанатты шабуылдау жылдамдығы [1]

$$v_A = \sqrt{v^2 + u^2}, \quad (17)$$

мұнда: v – желдің жылдамдығы, m/c ; u – қанаттың нүктесінің шеңберлік жылдамдығы, m/c .

Айналыстағы қанаттың ең үлкен шеңберлік жылдамдығының желдің жылдамдығына қатынасын тез жүру коэффициенті деп атайды [1]

$$\lambda = \frac{U_{\max}}{v}. \quad (18)$$

Қанатты желдөңгелектің қуаты, желдің тығыздығы $p = 1,25 \text{ кг} / m^3$ болғанда, келесі формуламен есептеледі [2]

$$N_y = 4,81 \cdot 10^{-4} \cdot C_p \cdot D^2 \cdot v^3, \quad (19)$$

мұнда: D – қанатты желдөңгелектің диаметрі, m ; C_p – қанатты желдөңгелектің желдің энергиясын пайдалану коэффициенті; v – желдің жылдамдығы, m/c .

Желдің жылдамдығы желқондырғы үшін маңызды параметр.

Желдің энергиясын ұтымды пайдалану үшін оның желдөңгелекке кірген жылдамдығын үш есе төмендетіп шығару керек.

Желдің энергиясын желдөңгелектің көмегімен пайдалану 59,3% аспайды.

Қазіргі кезде, ең жақсы деген желдөңгелектің желдің энергиясын пайдалануы 50% аспайды. Сондықтан, желдің энергиясын пайдалану коэффициенті 0,593 жақындайтын желдөңгелек құру өзекті мәселе.

Желдің ішіндегі дене желдің ағып өтуіне кедергі жасайтын болса оған желдің қарсылық күші түседі. Қарсылық күшінің шамасы дененің формасына байланысты болады.

Желдің ішіндегі дененің желдің ағып өтуіне кедергісі аз болса оған желдің көтеру күші түседі. Көтеру күшінің шамасы дененің желдің бағытындағы қимасының формасына тәуелді болады.

Желқондырғыға желдөңгелектің екі түрін құруға болады:

- желдің қарсылық күшімен жұмыс жасайтын желдөңгелек;
- желдің көтеру күшімен жұмыс жасайтын желдөңгелек.

Қазіргі кезде, кең тараған әрі желдөңгелектің ең жетілген түрі желдің көтеру күшімен жұмыс жасайтын қанатты желдөңгелек.

Желдің қарсылық күшімен жұмыс жасайтын түрлі желдөңгелектер ұсынылған. Бірақ олардың желдің энергиясын пайдалану коэффициенті төмен, габаритті өлшемдері үлкен. Сондықтан, тиімді қарсылық күшінің желдөңгелектерін құру өзекті мәселе.

Желдің энергиясын желдөңгелекпен пайдаланудың теориялық негізі желэнергетикалық қондырғыны дұрыс құруға мүмкіндік жасайды.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Фолькер Куашнинг. Системы возобновляемых источников энергии [Текст] / Фолькер Куашнинг. Перевод с немецкого. – Астана: Фолиант, 2013. – 432 с.
2. Тлеуов, А. Нетрадиционные источники энергии [Текст] / А. Тлеуов. – Астана: Фолиант, 2009. – 248 с.
3. Янсон, Р.А. Ветроустановки [Текст] / Р.А. Янсон. – М.: МГТУ, 2007. – 36 с.

Материал редакцияға 21.02.17 түсті.

Б.А. Койайдаров

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

ОТБОР МОЩНОСТИ ВЕТРА ВЕТРОКОЛЕСОМ

Рассмотрена возможность использования энергии ветра при помощи ветроколеса.

Ключевые слова: ветер, энергия, мощность, ветроколесо, поверхность, скорость, сила.

B.A. Koyaydarov

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

SELECTION OF WIND POWER WINDWHEELS

The possibility of using wind energy using wind wheel.

Keywords: wind, energy, power, wind wheel, surface, speed, strength.

ӘОЖ 621.311.24

Б.А. Қойайдаров

Техн. ғылымдарының канд., доцент

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

**ЖЕЛДІ ӨЗІНЕН ӨТКІЗЕТІН ҚАЛАҚТАРМЕН ЖАБДЫҚТАЛҒАН
ЖЕЛДӨНГЕЛЕКТІ ЕСЕПТЕУ**

Өзінен желді өткізетін қалақтармен жабдықталған желдөңгелектің есептеу әдістемесі құрылды.

Түйін сөздер: желдөңгелек, қалақ, жел, жылдамдық, күш, қуат.

Желдөңгелектер қуатына қарай келесі топтарға бөлінеді [1,2]:

- аз қуатты – 5 кВт дейін;
- төмен қуатты – 5-99 кВт аралығында;
- орта қуатты – 100-1000 кВт аралығында;
- жоғары қуатты – 1 МВт жоғары.

Қарсылық күшінің желдөңгелек түрін аз және төменгі қуаттарға пайдаланған тиімді.

Қалақтары желдің өтіне кезекпен кіретін қарсылық күшінің желдөңгелектерінің негізгі кемшіліктері: габаритті өлшемдері үлкен; желдің энергиясын пайдалану коэффициенті төмен. Осыған байланысты, қарсылық күшінің желдөңгелектерін жетілдіруді келесі бағыттарда жүргізу керек:

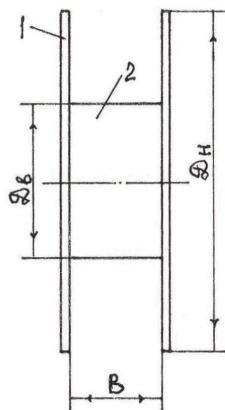
- 1) Желдөңгелекті қарсылық коэффициенті жоғары қалақтармен жабдықтау;
- 2) Желдөңгелекті тізбекте қатар жұмыс жасайтын қалақтармен жабдықтау.

Бірінші бағыттағы жетілдіру жұмыстары негізінен желдөңгелекке қарсылық коэффициенті жоғары болатын қалақ жобалаумен шектелуде. Алайда, бұл жетілдіруде желдөңгелектегі қалақтардың желдің легіне кезекпен кіруі сол күйінде қалуда. Екінші бағыттағы жетілдіруде желдөңгелекті өзінен желді өткізетін қалақтармен жабдықтау ұсынылды [2, 3]. Сонда, бірнеше қалақтарға қатар жұмыс жасау мүмкіндігі беріледі. Соның арқасында, желді өткізбейтін қалақтың бетінің ауданы желді өткізетін бірнеше қалаққа бөлінеді. Сонда, бұрын бір қалақпен алынатын күшті бірнеше қалақпен алады. Осының нәтижесінде желдөңгелектің габаритті өлшемдері кішірейеді.

Қарсылық күшінің қалағы өзінен желді өткізу үшін тесіктері немесе жел жүретін қуысы болуы керек. Осы тұжырым негізінде қалақ ретінде тор немесе перфорацияланған пластинканы немесе конфузорды пайдалану ұсынылған [2, 3].

Осындай қалақтармен жабдықталатын желдөңгелектің жел жүретін қуысы және жабық қорабы болуы керек. Осындай желдөңгелектің қаңқасы 1-суретте көрсетілді. Ол екі дискіден (1) және орталық құбырдан (2) тұрады. Дискілер (1) орталық құбырға (2) пісіріліп бекітілген.

Желдөңгелектің жел жүретін көлденең қимасының формасы мен ауданы келесі өлшемдеріне байланысты: D_n – дискінің диаметрі; D_b – орталық құбырдың сыртқы диаметрі; B – дискілердің арақашықтығы.



Сурет 1. Желдөңгелектің қаңқасы

Желдөңгелектің жел жүретін қуысына біркелкі адыммен қалақтары орналасады.

Желдөңгелек жабық қорабтың ішіне подшипникті тіректерге еркін айнала алатын мүмкіндікпен бекітіледі. Желді желдөңгелектің қуысына қорабтың құбырлары арқылы береді және шығарады.

Желдөңгелектің қуысына кірген желдің қуаты [2]

$$N_0 = 0,5 \cdot p \cdot S_n \cdot \vartheta_1^3, \quad (1)$$

мұнда: $p = 1,25 \text{ кг/м}^3$ – желдің тығыздығы; S_n – желдөңгелектің қалағының бетінің ауданы, м^2 ; ϑ_1 – желдің кіру жылдамдығы, м/с .

Желдөңгелекке кірген желдің массалық мөлшері

$$Q_1 = p \cdot S_n \cdot \vartheta_1. \quad (2)$$

Желді өткізетін қалақтың бетінің ауданы

$$S_n = S_c + S_n, \quad (3)$$

мұнда: S_c – желді өткізетін бетінің ауданы, м^2 ; S_n – желді өткізбейтін бетінің ауданы, м^2 .

Желді өткізетін қалақтың желді өткізбейтін бетінің үлесі

$$K_n = \frac{S_n}{S_n}. \quad (4)$$

Қалақтың желді өткізбейтін беті келген желдің мөлшерінің бір бөлігін ұстайды

$$Q'_1 = p \cdot S_n \cdot \vartheta_1 = p \cdot S_n \cdot K_n \cdot \vartheta_1. \quad (5)$$

Желдің тежелген мөлшері қалаққа қарсылық күшін түсіреді

$$F_{c_1} = 0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_n \cdot K_n \cdot g_1^2 \quad (6)$$

1-ші қалақтан өтетін желдің мөлшері

$$Q_2 = Q_1 - Q'_1 = p \cdot S_n \cdot g_1 - p \cdot S_n \cdot K_n \cdot g_1;$$

$$Q_2 = p \cdot S_n \cdot g_1 \cdot (1 - K_n). \quad (7)$$

Бірінші қалақтан өткен желдің мөлшері желдөңгелектің қуысына таралып, жылдамдығын өзгертеді

$$Q_2 = p \cdot S_n \cdot g_2. \quad (8)$$

(7) және (8) теңдеулерді теңестіріп 2-ші қалаққа түсетін желдің жылдамдығын табамыз

$$p \cdot S_n \cdot g_2 = p \cdot S_n \cdot g_1 \cdot (1 - K_n);$$

осыдан

$$v_2 = g_1 \cdot (1 - K_n). \quad (9)$$

Желдің 2-ші қалақта тежелетін мөлшері

$$Q'_2 = p \cdot S_n \cdot g_2 = p \cdot S_n \cdot K_n \cdot g_1 \cdot (1 - K_n);$$

$$Q'_2 = p \cdot S_n \cdot K_n \cdot g_1 \cdot (1 - K_n). \quad (10)$$

Тежелген желдің 2-ші қалаққа түсіретін қарсылық күші

$$F_{c_2} = 0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_n \cdot K_n \cdot g_2^2;$$

(9) теңдеуді ескергенде

$$F_{c_2} = 0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_n \cdot K_n \cdot g_1^2 \cdot (1 - K_n)^2. \quad (11)$$

2-ші қалақтан өтетін желдің мөлшері

$$Q_3 = Q_2 - Q'_2 = p \cdot S_n \cdot g_1 \cdot (1 - K_n) - p \cdot S_n \cdot K_n \cdot g_1 \cdot (1 - K_n)$$

$$Q_3 = p \cdot S_n \cdot g_1 \cdot (1 - K_n)^2. \quad (12)$$

2-ші қалақтан өткен желдің мөлшері желдөңгелектің қуысына таралып, жылдамдығын өзгертеді

$$Q_3 = p \cdot S_n \cdot g_3. \quad (13)$$

(12) және (13) теңдеулерді теңестіріп 3-ші қалаққа түсетін желдің жылдамдығын табуға болады

$$p \cdot S_n \cdot \vartheta_3 = p \cdot S_n \cdot \vartheta_1 \cdot (1 - K_n)^2;$$

осыдан

$$\vartheta_3 = \vartheta_1 \cdot (1 - K_n)^2. \quad (14)$$

3-ші қалақта тежелетін желдің мөлшері

$$Q'_3 = p \cdot S_n \cdot K_n \cdot \vartheta_3;$$

(14) формуланы ескергенде

$$Q'_3 = p \cdot S_n \cdot K_n \cdot \vartheta_1 \cdot (1 - K_n)^2. \quad (15)$$

3-ші қалаққа түсетін желдің қарсылық күші

$$F_{c3} = 0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_n \cdot K_n \cdot \vartheta_3^2;$$

(14) формуланы ескерсек

$$F_{c3} = 0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_n \cdot K_n \cdot \vartheta_1^2 \cdot (1 - K_n)^4. \quad (16)$$

Осындай заңдылықтармен желдің қалақтардан өтуі желдөңгелектің қуысында жалғаса береді.

Есептеулер, желді өткізетін қалақтармен жабдықталған желдөңгелектің, әлі қозғалысқа келмеген қалпында, желмен әрекетке кіруінің келесі заңдылықтарын анықтады:

1) Желдөңгелеке кірген желдің массалық мөлшерінің қалақтан қалаққа өзгеру заңдылығы

$$Q_i = p \cdot S_n \cdot \vartheta_1 \cdot (1 - K_n)^{i-1}, \quad (17)$$

мұнда: $i = 1 \div z$ — желдің өтіндегі қалақтардың реттік нөмірі; z — желдөңгелектің бір уақытта желдің өтінде болатын қалақтар саны.

2) Желдөңгелектің қуысындағы желдің жылдамдығының қалақтан қалаққа өзгеру заңдылығы

$$\vartheta_i = \vartheta_1 \cdot (1 - K_n)^{i-1}. \quad (18)$$

3) Желдөңгелектің қуысында желдің қалақтарға түсіретін күштерінің өзгеру заңдылығы

$$F_{c_i} = 0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_n \cdot K_n \cdot \vartheta_1^2 \cdot (1 - K_n)^{2(i-1)}, \quad (19)$$

мұнда: C_x — қалақтың қарсылық коэффициенті [3].

Желдің энергиясы ұтымды пайдаланылады, егер желдің желдөңгелекке кіру және одан шығу жылдамдықтарының қатынасы

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{1}{3}$$

Осыдан

$$v_2 = 0,33 \cdot v_1. \quad (20)$$

мұнда: v_2 — желдің шығу жылдамдығы, м/с.

(20) теңдеуді ескеріп (18) теңдеуден желдөңгелектің желдің өтінде бір уақытта жұмыста болатын қалақтар санын табуға болады:

$$g_i = 0,33 \cdot g_1 = v_1 (1 - K_n)^{i-1};$$

бұл шарт $i = z$ болғанда орындалуға тиіс

$$(1 - K_n)^{z-1} = 0,33;$$

екі жағын логарифмдейміз

$$(z - 1) \cdot \ln(1 - K_n) = \ln 0,33;$$

осыдан

$$z = \frac{\ln 0,33}{\ln(1 - K_n)} + 1. \quad (21)$$

Желдөңгелектің бір уақытта желдің өтінде болатын қалақтар саны қалақтың желді жібермейтін бетінің үлесіне (K_n) тәуелді болады екен.

Бір уақытта желдің өтіндегі қалақтарға түскен желдің күштері желдөңгелекті айналысқа келтіретін бұрау моментін береді

$$M_K = 0,25 \cdot (D_n + D_e) \sum_{i=1}^z F_{c_i}. \quad (22)$$

Желдөңгелектің айналысқа келу шарты

$$M_K \geq M_C;$$

(22) формуланы ескерсек

$$\sum_{i=1}^z F_{c_i} \geq \frac{M_C}{0,25(D_n + D_e)} H, \quad (23)$$

мұнда M_C – желдөңгелекке түскен қарсылық моменті, $H \cdot m$.

Желдөңгелекке түскен бұрау моменті (M_k) оны қозғалысқа келтіріп, қалақтарын белгілі бір шеңберлік жылдамдықпен (u) айналдырады.

Осы кезде желдің өтіндегі 1-ші қалаққа түсетін желдің массалық мөлшері келесідей болады

$$Q_1 = p \cdot S_n (v_1 - u), \quad (24)$$

мұнда: v_1 – желдөңгелектің қуысына желдің кіру жылдамдығы, м/с;
 u – қалақтың центрінің шеңберлік жылдамдығы, м/с.

1-ші қалақта тежелетін желдің мөлшері

$$Q'_1 = p \cdot S_n \cdot K_n \cdot (v_1 - u). \quad (25)$$

1-ші қалаққа түсетін желдің қарсылық күші

$$F_{c_1} = 0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_n \cdot K_n \cdot (v_1 - u)^2 . \quad (26)$$

1-ші қалақтан 2-ші қалаққа өтетін желдің мөлшері

$$\begin{aligned} Q_2 &= Q_1 - Q'_1 = p \cdot S_n \cdot (v_1 - u) - p \cdot S_n \cdot K_n \cdot (v_1 - u) ; \\ Q_2 &= p \cdot S_n \cdot (v_1 - u) \cdot (1 - K_n) . \end{aligned} \quad (27)$$

Өткен жел желдөңгелектің қуысына таралып жылдамдығын өзгертеді

$$Q_2 = p \cdot S_n \cdot v_2 . \quad (28)$$

(28) және (27) теңдеулерді теңестіріп 2-ші қалаққа баратын желдің жылдамдығын табамыз

$$\begin{aligned} p \cdot S_n \cdot v_2 &= p \cdot S_n \cdot (v_1 - u) \cdot (1 - K_n) ; \\ \text{осыдан} \\ v_2 &= (v_1 - u) \cdot (1 - K_n) . \end{aligned} \quad (29)$$

2-ші қалақта тежелетін желдің мөлшері

$$Q'_2 = p \cdot S_n \cdot K_n \cdot (v_1 - u) \cdot (1 - K_n) . \quad (30)$$

2-ші қалаққа түсетін желдің қарсылық күші

$$F_{c_2} = 0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_n \cdot K_n \cdot (v_1 - u)^2 \cdot (1 - K_n)^2 . \quad (31)$$

2-ші қалақтан өтетін желдің мөлшері

$$\begin{aligned} Q_3 &= Q_2 - Q'_2 = p \cdot S_n \cdot (v_1 - u) \cdot (1 - K_n) - p \cdot S_n \cdot K_n \cdot (v_1 - u) \cdot (1 - K_n) ; \\ Q_3 &= p \cdot S_n \cdot (v_1 - u) \cdot (1 - K_n)^2 . \end{aligned} \quad (32)$$

Желдөңгелектің қуысында өткен желдің жылдамдығы өзгереді

$$Q_3 = p \cdot S_n \cdot v_3 . \quad (33)$$

(33) және (32) теңдеулерді теңестіріп 3-ші қалаққа баратын желдің жылдамдығын табамыз

$$\begin{aligned} p \cdot S_n \cdot v_3 &= p \cdot S_n \cdot (v_1 - u) \cdot (1 - K_n)^2 ; \\ \text{осыдан} \\ v_3 &= (v_1 - u) \cdot (1 - K_n)^2 . \end{aligned} \quad (34)$$

3-ші қалақта тежелетін желдің мөлшері

$$Q'_3 = p \cdot S_n \cdot K_n \cdot (v_1 - u) \cdot (1 - K_n)^2. \quad (35)$$

3-ші қалаққа түсетін желдің қарсылық күші

$$F_{c_3} = 0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_n \cdot K_n \cdot (v_1 - u)^2 \cdot (1 - K_n)^4. \quad (36)$$

Осындай заңдылықтармен, айналыстағы желдөңгелектің қуысында желдің қалақтармен әрекеттесуі жалғасады.

Желді өткізетін қалақтың желді тежей де, өткізе де алатын қасиеті ескеріліп жүргізілген есептеулер, желді өткізетін қалақтармен жабдықталған айналыстағы желдөңгелектің жел жүретін қуысында желдің қалақтармен әрекеттесуінің келесі заңдылықтарын анықтады:

1) Желдөңгелекке кірген желдің массалық мөлшерінің қалақтан қалаққа өзгеру заңдылығы

$$Q_i = p \cdot S_n \cdot (v_1 - u) \cdot (1 - K_n)^{i-1}. \quad (37)$$

2) Желдөңгелектің қуысындағы желдің жылдамдығының қалақтан қалаққа өзгеру заңдылығы

$$v_i = (v_1 - u) \cdot (1 - K_n)^{i-1}. \quad (38)$$

3) Желдөңгелектің қуысындағы желдің қалақтарға түсіретін күштерінің өзгеру заңдылығы

$$F_{c_i} = 0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_n \cdot K_n \cdot (v_1 - u)^2 \cdot (1 - K_n)^{2(i-1)}. \quad (39)$$

Желдің өткізетін қалақтармен жабдықталған айналыстағы желдөңгелектің қуаты желдің өтіндегі қалақтарға түскен желдің күштерінің қуаттарының қосындысына тең болады

$$N_k = u \cdot \eta \cdot \sum_{i=1}^z F_{c_i};$$

(39) теңдеуді ескергенде

$$N_k = \eta \cdot u \cdot \sum_{i=1}^z 0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_n \cdot K_n \cdot (v_1 - u)^2 \cdot (1 - K_n)^{2(i-1)};$$

$$N_k = 0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_n \cdot K_n \cdot (v_1 - u)^2 \cdot u \cdot \eta \sum_{i=1}^z (1 - K_n)^{2(i-1)}, \quad (40)$$

мұнда: η — желдөңгелектің пайдалы әсер коэффициенті.

Желдөңгелектің қуысына кірген желдің қуаты

$$N_0 = 0,5 \cdot p \cdot S_n \cdot v_1^3. \quad (41)$$

Желді өткізетін қалақтармен жабдықталған желдөңгелектің желдің энергиясын пайдалану коэффициенті

$$C_p = \frac{N_k}{N_0} = \frac{0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_n \cdot K_n \cdot (v_1 - u)^2 \cdot u \cdot \eta \sum_{i=1}^z (1 - K_n)^{2(i-1)}}{0,5 \cdot p \cdot S_n \cdot v_1^3};$$

$$C_p = C_x \cdot K_n \cdot \eta \cdot \frac{u \cdot (v_1 - u)^2}{v_1^3} \cdot \sum_{i=1}^z (1 - K_n)^{2(i-1)}. \quad (42)$$

Желді өткізетін қалақтармен жабдықталған желдөңгелектің желдің энергиясын пайдалану коэффициенті қалақтың қарсылық коэффициенті (C_x) мен желді тежейтін бетінің үлесіне (K_n) тәуелді болатынын (42) теңдеу көрсетті.

Желді өткізетін қалақтармен жабдықталған желдөңгелектің теориялық негізі құрылды. Ұсынылған есептеу әдістемесін пайдаланып желді өткізетін қалақтардың әртүрімен жабдықталған желдөңгелектер құруға болады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Янсон, Р.А. Ветроустановки [Текст] / Р.А. Янсон. – М.: МГТУ, 2007. – 36 с.
2. Көшеров, Е.М. Қалақты желкозғалтқыш құру және зерттеу [Мәтін]: магистрлік диссертация / Е.М. Көшеров. – Тараз, 2014.
3. Сман, Н.Ә. Автономды желэнергетикалық қондырғы құру [Мәтін]: магистрлік диссертация / Н.Ә. Сман. – Тараз, 2016.

Материал редакцияға 21.02.17 түсті.

Б.А. Койайдаров

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

РАСЧЕТ ВЕТРОКОЛЕСА, СНАБЖЕННОГО ВЕТРОПРОПУСКАЮЩИМИ ЛОПАСТЯМИ

Предложена методика расчета ветроколеса, снабженного ветропропускающими лопастями.

Ключевые слова: ветроколесо, лопасть, ветер, скорость, сила, мощность.

B.A. Koyaydarov

Taraz State University named after M.Kh.Dulati, Taraz, Kazakhstan

CALCULATION OF THE WIND WHEEL, EQUIPPED VETROPROPUSKAYUSCHIMI BLADES

The method of calculating windwheels equipped with vetropropuskayuschimi blades.

Keywords: wind wheel, paddle, wind, speed, strength, power.

ӘОЖ 621.311.24

Б.А. Қойайдаров

Техн. ғылымдарының канд., доцент

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

**ҚАРСЫЛЫҚ КҮШІНІҢ ҚАЛАҚТАРЫМЕН ЖАБДЫҚТАЛҒАН
ЖЕЛДӨҢГЕЛЕКТЕРДІ ЕСЕПТЕУ**

Пластика, жарты цилиндр және жарты сфера қалақтармен жабдықталған желдөңгелектерді есептеу әдістемелері ұсынылған.

Түйін сөздер: желдөңгелек, қалақ, пластика, цилиндр, сфера, жел.

Желэнергетикалық қондырғылардың басты тетігі желдөңгелек. Желдөңгелек – желдің күшімен өз өсінде айналатын құрылым.

Желдөңгелектер жел легімен әрекеттесу әдісіне қарай [1, 2]:

- қарсылық күшінің желдөңгелектері;
- көтеру күшінің желдөңгелектері болып бөлінеді.

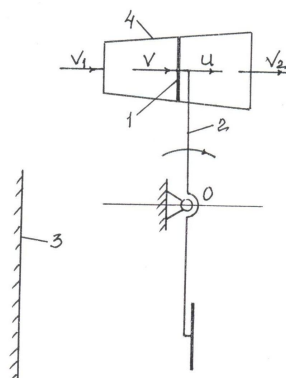
Бірінші топтың желдөңгелектері екі немесе одан да көп қалақтармен жабдықталады [1, 2].

Қарсылық күшінің қалақтарымен жабдықталған желдөңгелектердің ерекшелігі қалақтары желмен кезекпен әрекеттеседі және желдің қарсылық күшімен қозғалысқа келеді. Мұндай желдөңгелектерді желге жасайтын қарсылығы жоғары болатын қалақтармен жабдықтаған тиімді болады. Сондықтан, есептеуге, қарсылық коэффициенті жоғары қалақтардың үш түрімен жабдықталған желдөңгелектер таңдалды:

- пластика қалақты желдөңгелек;
- кесілген беті ашық және желге қарсы орналасқан жарты цилиндр қалақты желдөңгелек.
- кесілген беті ашық және желге қарсы орналасқан жарты сфера қалақты желдөңгелек.

1. Желдөңгелек тік төртбұрыш формалы пластика қалақтармен жабдықталған.

Желдөңгелектің есептеу сұлбасы 1-суретте көрсетілді. Сұлбада белгіленгендер:



1 – тік төртбұрыш формалы пластика қалақ; 2 – желдөңгелектің корпусы; 3 – қалқан; 4 – жел жүретін қуыс.

Сурет 1. Пластика қалақты желдөңгелектің есептеу сұлбасы

Желдің өтінде тек бір қалақ болады, қалған қалақтар қалқанмен жабылған.

Жел легі пластинка қалақтың бетіне түсіп, оны қарсылық күшімен қозғалысқа келтіреді. Қозғалыстағы пластинка қалаққа түсетін желдің қарсылық күші [1]

$$F_x = \frac{1}{2} \cdot C_x \cdot \rho \cdot S \cdot (v - u)^2, \quad (1)$$

мұнда: $C_x = 1,1 \div 1,3$ – тік төртбұрыш пластинка қалақтың қарсылық коэффициенті [1]; $\rho = 1,25 \text{ кг/м}^3$ – желдің тығыздығы; $S = a \cdot b$ – пластинка қалақтың бетінің ауданы, м^2 ; a, b – пластинка қалақтың ені мен ұзындығы, м; $v = 0,5(v_1 + v_2)$ – пластинка қалаққа түсетін желдің жылдамдығы, м/с [1]; v_1 – желдің желдөңгелекке кіру жылдамдығы, м/с; v_2 – желдің желдөңгелектен шығу жылдамдығы, м/с; u – пластинка қалақтың центрінің шеңберлік жылдамдығы, м/с.

Пластинка қалаққа түсетін желдің қарсылық күші, (1) формулаға кіретін параметрлерді ескергенде:

$$F_x = 1,2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot a \cdot b \cdot (v - u)^2;$$

$$F_x = 0,75 \cdot a \cdot b \cdot (v - u)^2. \quad (2)$$

Желдөңгелектің пластинка қалағына түсетін желдің қарсылық күшінің қуаты

$$N_x = F_x \cdot u = 0,75 \cdot a \cdot b \cdot (v - u)^2 \cdot u;$$

$$N_x = 0,75 \cdot a \cdot b \cdot (v - u)^2 \cdot u. \quad (3)$$

Желдөңгелектің қуысына кірген желдің қуаты

$$N_0 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot a \cdot b \cdot v^3 = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot a \cdot b \cdot v^3;$$

$$N_0 = 0,625 \cdot a \cdot b \cdot v^3. \quad (4)$$

Пластинка қалақты желдөңгелектің желдің энергиясын пайдалану коэффициенті

$$C_p = \frac{N_x}{N_0} = \frac{0,75 \cdot a \cdot b \cdot (v - u)^2 \cdot u}{0,625 \cdot a \cdot b \cdot v^3};$$

$$C_p = 1,2 \cdot \frac{(v - u)^2 \cdot u}{v^3}. \quad (5)$$

Жел желдөңгелектен v_2 жылдамдығымен шығу үшін пластинка қалақтың центрінің шеңберлік жылдамдығы (u) желдің шығу жылдамдығындай болу керек

$$u = g_2 = \frac{g_1}{3} \approx 0,33 \cdot v. \quad (6)$$

Осыны ескеріп пластинка қалақты желдөңгелектің желдің энергиясын пайдалану коэффициентінің шамасын анықтауға болады

$$C_p = 1,2 \cdot \frac{(v - 0,33 \cdot v)^2 \cdot 0,33 \cdot g}{v^3} = 0,18;$$

$$C_p = 0,18.$$

Қажетті қуатты алу үшін пластинка қалақты желдөңгелектің қалағының өлшемдері қандай болу керек екенін (3) және (6) тендеулерді ескеріп анықтауға болады:

$$N = N_x = 0,75 \cdot a \cdot b \cdot (g - 0,3 \cdot v)^2 \cdot 0,33 \cdot v;$$

Осыдан

$$a \cdot b = 9,1 \cdot \frac{N}{g^3}. \quad (7)$$

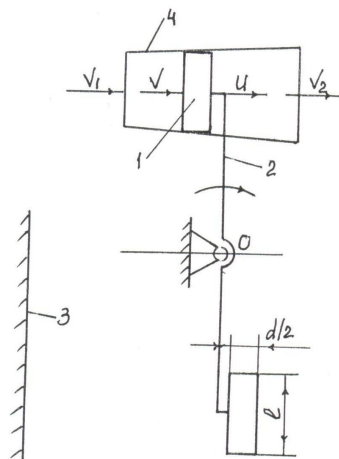
Пластинка қалақты желдөңгелектің пайдалы әсер коэффициенті

$$\eta = \frac{C_p}{C_{p\max}} = \frac{0,18}{0,593} = 0,30,$$

$$\eta = 0,30.$$

2. Желдөңгелек кесілген беті ашық жарты цилиндр қалақтармен жабдықталған.

Желдөңгелектің есептеу сұлбасы 2-суретте көрсетілді. Сұлбада белгіленгендер:



1 – кесілген беті ашық жарты цилиндр қалақ; 2 – желдөңгелектің корпусы; 3 – қалқан; 4 – жел жүретін қуыс.

Сурет 2. Жарты цилиндр қалақты желдөңгелектің есептеу сұлбасы

Жарты цилиндр қалақ ашық кесілген бетімен желге қарсы орналасады. Желдің өтінде тек бір қалақ болады, қалған қалақтар қалқанмен жабылған.

Жел легі жарты цилиндр қалақтың ашық бетінен ішіне кіріп оны қарсылық күшімен қозғалысқа келтіреді.

Айналыстағы желдөңгелектің жарты цилиндр қалағына түсетін желдің қарсылық күші

$$F_x = \frac{1}{2} \cdot C_x \cdot p \cdot S \cdot (v - u)^2,$$

мұнда: $C_x = 1,0$ – жарты цилиндр қалақтың қарсылық коэффициенті [1];

$p = 1,25 \text{ кг/м}^3$ – желдің тығыздығы; $S = d \cdot l$ – жарты цилиндр қалақтың кесілген бетінің ауданы, м^2 ; d – цилиндр қалақтың диаметрі, м ; l – цилиндр қалақтың ұзындығы, м ; v – қалаққа түсетін желдің жылдамдығы; $v = 0,5(\vartheta_1 + \vartheta_2)$ м/с ; v_1 – желдөңгелекке кірген желдің жылдамдығы, м/с ; v_2 – желдөңгелектен шыққан желдің жылдамдығы, м/с ; u – қалақтың орта нүктесінің шеңберлік жылдамдығы, м/с .

Осы параметрлерді ескергендегі жарты цилиндр қалаққа түсетін желдің қарсылық күші:

$$F_x = 1,0 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot d \cdot l \cdot (v - u)^2;$$

$$F_x = 0,625 \cdot d \cdot l \cdot (v - u)^2. \quad (8)$$

Желдөңгелектің жарты цилиндр қалағына түсетін желдің қарсылық күшінің қуаты

$$N_x = F_x \cdot u = 0,625 \cdot d \cdot l \cdot (v - u)^2 \cdot u;$$

$$N_x = 0,625 \cdot d \cdot l \cdot (v - u)^2 \cdot u. \quad (9)$$

Желдөңгелектің жарты цилиндр қалағына жеткен жел легінің қуаты

$$N_0 = \frac{1}{2} \cdot p \cdot S \cdot v^3 = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot d \cdot l \cdot v^3;$$

$$N_0 = 0,625 \cdot d \cdot l \cdot v^3. \quad (10)$$

Жарты цилиндр қалақты желдөңгелектің жел энергиясын пайдалану коэффициенті

$$C_p = \frac{N_x}{N_0} = \frac{0,625 \cdot d \cdot l \cdot (v - u)^2 \cdot u}{0,625 \cdot d \cdot l \cdot v^3};$$

$$C_p = \frac{(v - u)^2 \cdot u}{v^3}. \quad (11)$$

Желдің энергиясын мүмкіндігінше алу үшін желдөңгелектің қалағының шеңберлік жылдамдығы келесідей болу керек

$$u = \vartheta_2 \approx 0,33 \cdot v.$$

Сонда, жарты цилиндр қалақты желдөңгелектің желдің энергиясын пайдалану коэффициенті келесі шамада болады

$$C_p = \frac{(v - 0,33 \cdot v)^2 \cdot 0,33 \cdot g}{v^3} = 0,15;$$

$$C_p = 0,15.$$

Жарты цилиндр қалақты желдөңгелектің пайдалы әсер коэффициенті

$$\eta = \frac{C_p}{C_{p \max}} = \frac{0,15}{0,593} = 0,25;$$

$$\eta = 0,25,$$

мұнда: $C_{p \max} = 0,593$ – желдің энергиясын пайдаланудың мүмкін шамасы [1].

Жарты цилиндр қалақтармен жабдықталған желдөңгелектің қуаты, басқа бірдей жағдайда, қалақтың өлшемдеріне тәуелді болатыны (9) теңдеуден көрініп тұр. Сондықтан, қажетті қуатқа желдөңгелекті жобалауда жарты цилиндр қалақтың геометриялық параметрлері таңдалады:

$$N = N_x = 0,625 \cdot d \cdot l \cdot (g - u)^2 \cdot u;$$

осыдан

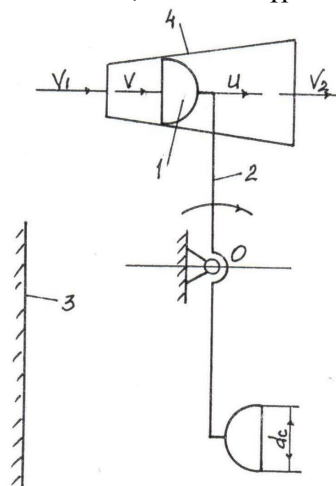
$$d \cdot l = 1,6 \cdot \frac{N}{(g - u)^2 \cdot u},$$

егер $u = 0,33 \cdot g$ болу керектігін ескерсек, онда

$$d \cdot l = 10,8 \cdot \frac{N}{g^3}. \quad (12)$$

3. Желдөңгелек кесілген беті ашық жарты сфера қалақтармен жабдықталған.

Желдөңгелектің есептеу сұлбасы 3-суретте көрсетілді. Сұлбада көрсетілгендер: 1 – кесілген беті ашық жарты сфера қалақ; 2 – желдөңгелектің корпусы; 3 – қалқан; 4 – жел жүретін қуыс.



Сурет 3. Жарты сфера қалақты желдөңгелектің есептеу сұлбасы

Қалақтың ашық беті желге қарсы орналасады. Желдің өтіне желдөңгелектің тек бір қалағы түседі, ал қалған қалақтары қалқанмен жабылған.

Жел жүретін қуыста қалақтың ашық бетіне жел легі түседі. Қозғалыстағы қалаққа түсетін желдің күші [1]

$$F_x = \frac{1}{2} \cdot C_x \cdot \rho \cdot S \cdot (v - u)^2,$$

мұнда: $C_x = 1,3$ – кесілген ашық беті желге қарсы орналасқан жарты сфера қалақтың қарсылық коэффициенті [1]; $\rho = 1,25 \text{ кг/м}^3$ – желдің тығыздығы; $S = 0,785 \cdot d_c^2$ – кесілген жарты сфера қалақтың ашық бетінің ауданы, м^2 ; $v = 0,5(\vartheta_1 + \vartheta_2)$ – қалаққа түсетін желдің жылдамдығы; u_1 – желдөңгелектің қуысына кірген желдің жылдамдығы, м/с ; u_2 – желдөңгелектің қуысынан шыққан желдің жылдамдығы, м/с ; u – қалақтың орта нүктесінің шеңберлік жылдамдығы, м/с .

Осы параметрлерді ескергенде жарты сфера қалаққа түсетін желдің күші

$$F_x = 1,3 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 0,785 \cdot d_c^2 \cdot (v - u)^2;$$

$$F_x = 0,638 \cdot d_c^2 \cdot (v - u)^2, \quad (13)$$

мұнда: d_c – жарты сфера қалақтың диаметрі, м .

Кесілген жарты сфера қалақты желдөңгелектің желден алатын қуаты

$$N_x = F_x \cdot u = 0,638 \cdot d_c^2 \cdot (\vartheta - u)^2 \cdot u;$$

$$N_x = 0,638 \cdot d_c^2 \cdot (\vartheta - u)^2 \cdot u. \quad (14)$$

Желдөңгелектің қуысына кіретін желдің қуаты

$$N_0 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot S \cdot \vartheta^3 = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 0,785 \cdot d_c^2 \cdot v^3;$$

$$N_0 = 0,491 \cdot d_c^2 \cdot v^3. \quad (15)$$

Ашық беті желге қарсы орналасқан кесілген беті ашық жарты сфера қалақты желдөңгелектің жел энергиясын пайдалану коэффициенті

$$C_p = \frac{N_x}{N_0} = \frac{0,638 \cdot d_c^2 \cdot (v - u)^2 \cdot u}{0,491 \cdot d_c^2 \cdot v^3};$$

$$C_p = 1,3 \cdot \frac{(v - u)^2 \cdot u}{v^3}. \quad (16)$$

Желдің энергиясын барынша пайдалану үшін желдөңгелектің қалағының шеңберлік жылдамдығы желдің шығу жылдамдығындай болу керек

$$u = g_2 \approx 0,33 \cdot g.$$

Сонда, жарты сфера қалақты желдөңгелектің желдің энергиясын пайдалану коэффициенті келесі шамада болады

$$C_p = 1,3 \cdot \frac{(v - 0,33 \cdot v)^2 \cdot 0,33 \cdot g}{v^3};$$

$$C_p = 0,19.$$

Кесілген беті ашық жарты сфера қалақтармен жабдықталған желдөңгелектің пайдалы әсер коэффициенті

$$\eta = \frac{C_p}{C_{p\max}} = \frac{0,19}{0,593} = 0,32;$$

$$\eta = 0,32.$$

Жарты сфера қалақты желдөңгелекті қуатқа жобалауда сфера қалақтың диаметрі таңдалады

$$N = N_x = 0,638 \cdot d_c^2 \cdot (g - u)^2 \cdot u;$$

осыдан

$$d_c = \sqrt{\frac{N}{0,638 \cdot d_c^2 \cdot (g - u)^2 \cdot u}}.$$

Егер, желдөңгелек оңтайлы режимде жұмыс жасайтын болса

$$u \approx 0,33 \cdot g$$

онда жарты сфера қалақтың диаметрі келесідей болады

$$d_c = 3,25 \cdot \sqrt{\frac{N}{g^3}}. \quad (17)$$

Сонымен, қарсылық коэффициенті жоғары қалақтардың үш түрімен жабдықталған желдөңгелектердің күш-қуат параметрлері есептелді. Оларды өзара салыстырып, қарсылық күшінің желдөңгелегін құруға қалақ түрін ұсынуға болады.

Желдің энергиясын пайдалану коэффициенті мен пайдалы әсер коэффициенті бойынша желдөңгелектер келесі ретпен орналасты:

1) Жел өтіне кесілген ашық бетімен қарсы орналасатын жарты сфера қалақты желдөңгелек:

$$C_p = 0,19; \eta = 0,32.$$

2) Жел өтіне беті қарсы орналасатын пластинка қалақты желдөңгелек:

$$C_p = 0,18; \eta = 0,30.$$

3) Жел өтіне кесілген ашық беті қарсы орналасатын жарты цилиндр қалақты желдөңгелек:

$$C_p = 0,15; \eta = 0,25.$$

Қуатты беретін қалақтың өлшемдері бойынша желдөңгелектер келесідей ретпен орналасты:

1) Жел өтіне кесілген ашық бетімен қарсы орналасатын жарты сфера қалақты желдөңгелек:

$$d_c = 3,25 \cdot \sqrt{\frac{N}{g^3}}.$$

2) Жел өтіне беті қарсы орналасатын пластинка қалақты желдөңгелек:

$$a \cdot b = 9,1 \cdot \frac{N}{g^3}$$

3) Жел өтіне кесілген ашық беті қарсы орналасатын жарты цилиндр қалақты желдөңгелек:

$$d \cdot l = 10,8 \cdot \frac{N}{g^3}.$$

Есептеулер, қарсылық күшінің желдөңгелегін, кесілген ашық бетін желге қарсы орналастырып жарты сфера қалақтармен жабдықтау тиімді болатынын көрсетті. Мұндай желдөңгелектің габаритті өлшемдері кіші болды.

Қарсылық күшінің желдөңгелектерінің жел энергиясын пайдалану коэффициенті, негізінен, қалақтың қарсылық коэффициентіне тәуелді болатынын есептеулер көрсетті. Сондықтан, қарсылық күшінің желдөңгелегін құру үшін, алдымен қарсылық коэффициенті жоғары болатын қалақ түрін табу мәселесін шешу керек.

Жалпы, қарсылық күшінің желдөңгелектерінің ортақ кемшілігі, қалақтары көп болғанымен желмен тек бір қалағы әрекеттеседі, себебі, қалақтары желдің өтіне кезекпен кіреді. Осыған байланысты, қарсылық күшінің желдөңгелектерінің габаритті өлшемдері үлкен болады.

Күш беретін бір қалақты желмен бір уақытта әрекеттесетін бірнеше қалақпен ауыстыру арқылы қарсылық күшінің желдөңгелегінің габаритті өлшемін кішірейтуге болады.

Ұсынылған есептеу әдістемесі қарсылық күшінің желдөңгелегін тиімді етіп құруға мүмкіндік жасайды.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Фолькер Куашнинг. Системы возобновляемых источников энергии [Текст] / Фолькер Куашнинг. Перевод с немецкого. – Астана: Фолиант, 2013. – 432 с.
2. Янсон, Р.А. Ветроустановки [Текст] / Р.А. Янсон. – М.: МГТУ, 2007. – 36 с.

Материал редакцияға 21.02.17 түсті.

Б.А. Койайдаров*Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан***РАСЧЕТ ВЕТРОКОЛЕС, СНАБЖЕННЫЕ ЛОПАСТЯМИ
СИЛЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ**

Предложена методика расчета ветроколес, снабженные пластинчатыми, полуцилиндрическими и полусферическими лопастями.

Ключевые слова: ветроколесо, лопасть, пластинка, цилиндр, сфера, ветер, сила.

B.A. Koyaydarov*Taraz State University named after M.Kh.Dulati, Taraz, Kazakhstan***CALCULATION OF THE WIND WHEEL BLADES
EQUIPPED WITH POWER RESISTANCE**

The method of calculating wind wheels equipped with plate, semi-cylindrical and hemispherical lobes.

Keywords: wind wheel, paddle, plate, cylinder, sphere, wind, force.

ӨОЖ 621.311.24

Б.А. Қойайдаров¹, А.М. Байарыстанова²

¹Техн. ғылымдарының канд., доцент, ²Магистрант
М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қаласы, Қазақстан

КОНФУЗОР ҚАЛАҚТЫ ЖЕЛДӨҢГЕЛЕКТІ ЕСЕПТЕУ

Көп конфузор қалақтармен жабдықталған желдөңгелекті есептеу әдістемесі ұсынылды.

Түйін сөздер: конфузор, желдөңгелек, жел, жылдамдық, күш, бет.

Конфузор деп жел жүретін қуысының көлденең қимасы ұзындығында үздіксіз кішірейетін, желдің легін аулайтын және бағыттап шығаратын құрылымды айтады.

Конфузордың жел кіретін аузының ауданы оның жел шығатын аузының ауданынан үлкен болады. Жел кіретін аузы мен жел шығатын аузы түзу немесе қисық бетпен қосылуы мүмкін, көпнесе түзу бетпен қосылады.

Конфузордың көлденең қимасы дөңгелек, тік төртбұрышты, квадрат және қисық сызықты формалы болуы мүмкін.

Конфузордың үлкен аузының ауданының (S_1) кіші аузының ауданына (S_2) қатынасы сығу дәрежесі (K) деп аталады

$$K = \frac{S_1}{S_2}. \quad (1)$$

Конфузордың қасиеті:

- кірген желді тежеу, қарсылық күшінің қалақтары сияқты;
- кірген желді сығу, жел жүретін бойында;
- кірген желді толықтай сыртқа шығару.

Кіші аузының қимасындай қуыспен конфузор кірген желді шығарады, барлық кезде.

Конфузордың желді тежейтін беті

$$S_n = S_1 - S_2 . \quad (2)$$

Желді тежеу қасиетін желді тежейтін беттің үлесімен сипаттауға болады

$$K_n = \frac{S_1 - S_2}{S_1} = \frac{S_n}{S_1} . \quad (3)$$

Конфузордың желді тежейтін бетінің үлесі келесі аралықта болады

$$K_n = 0,10 \div 0,90 .$$

Желді тежейтін бетінің үлесі аз жағдайда

$$0,10 \leq K_n \leq 0,20$$

кірген жел сығылып түгел сыртқа шығуы мүмкін.

Желді тежейтін бетінің үлесі үлкен жағдайда

$$0,5 \leq K_n \leq 0,90$$

тежелген жел сыртқа шықпауы мүмкін.

Желді тежейтін бетінің үлесі орташа жағдайда

$$0,20 \leq K_n \leq 0,50$$

тежелген желдің бір бөлігі сығылып ортадағы желдің легіне қосылып сыртқа шығуы мүмкін.

Конфузорға кірген желдің тежелген бөлігі оған қарсылық күшін түсіреді.

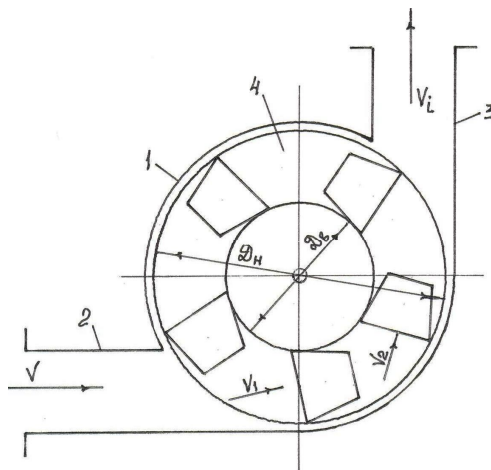
Кірген жел конфузордан түгел сыртқа шығатын болса, онда оған желдің үйкеліс күші түседі.

Тежелген желдің бір бөлігі сығылып сыртқа шығатын жағдайда конфузорға желдің қарсылық және үйкеліс күштері түсуі мүмкін.

Конфузорға тежелген желдің сығылу шамасы оның ішкі бетінің көлбеу бұрышына (α) тәуелді. Сығу дәрежесі (K) бірдей конфузорлардың тежелген желді сығу шамасы оның бетінің көлбеу бұрышына (α) байланысты әртүрлі болуы мүмкін.

Конфузордың осы қасиеттерін ескеріп оны желдөңгелекке желді өткізетін қалақ ретінде пайдалану ұсынылды [1].

Конфузор қалақтарға түскен желдің күші желдөңгелекті айналысқа келтіреді. Конфузор қалақты желқозғалтқыштың сұлбасы 1-суретте көрсетілді. Ол корпуста (1), жел кіретін құбырдан (2), жел шығатын құбырдан (3) және конфузор қалақты желдөңгелектен (4) тұрады. Конфузор қалақтар желдөңгелектің жел жүретін қуысына біркелкі адыммен орналасқан.



Сурет 1. Конфузор қалақты желқозғалтқыш сұлбасы

Жел алдымен желдөңгелектің тыныш қалпында оның қуысындағы конфузор қалақтармен әрекеттеседі. Сондықтан, бірінші кезекте, желдің тыныш тұрған конфузор қалақтармен әрекетін қарастырамыз.

1. Конфузордың желді тежейтін бетінің үлесі үлкен ($K_n = 0,5 \div 0,90$). Мұндай жағдайда конфузордың ішінде тежелген жел оған қарсылық күшін түсіреді.

Корпустың құбыры арқылы келіп 1-ші конфузордың үлкен аузына кіретін желдің мөлшері

$$Q_1 = p \cdot S_1 \cdot g_1, \quad (4)$$

мұнда: $p = 1,25 \text{ кг/м}^3$ – желдің тығыздығы; S_1 – конфузордың үлкен аузының ауданы, м^2 ; U_1 – желдің кіру жылдамдығы, м/с .

Конфузордың ішінде тежелетін желдің мөлшері

$$Q' = p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot g_1. \quad (5)$$

Тежелген желдің конфузорға түсіретін қарсылық күші [2]

$$F_{c1} = 0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot g_1^2, \quad (6)$$

мұнда: C_x – конфузордың қарсылық коэффициенті.

1-ші конфузор қалақтан өтетін желдің мөлшері

$$Q_2 = Q_1 - Q'_1 = p \cdot S_1 \cdot \vartheta_1 - p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot \vartheta_1;$$

$$Q_2 = p \cdot S_1 \cdot \vartheta_1 \cdot (1 - K_n). \quad (7)$$

Конфузордан шыққан жел желдөңгелектің қуысына таралып жылдамдығын өзгертеді

$$Q_2 = p \cdot S_1 \cdot \vartheta_2.$$

Осы теңдеуді (7) теңдеумен теңестіріп 2-ші конфузор қалаққа түсетін желдің жылдамдығын табамыз

$$p \cdot S_1 \cdot \vartheta_2 = p \cdot S_1 \cdot \vartheta_1 \cdot (1 - K_n);$$

осыдан

$$\vartheta_2 = \vartheta_1 \cdot (1 - K_n). \quad (8)$$

2-ші конфузордың ішінде тежелетін желдің мөлшері

$$Q'_2 = p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot \vartheta_2;$$

(8) теңдеуді ескерсек

$$Q'_2 = p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot \vartheta_1 \cdot (1 - K_n). \quad (9)$$

Желдің 2-ші конфузор қалаққа түсіретін күші

$$F_{c_2} = 0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot \vartheta_2^2;$$

(8) теңдеуді ескергенде

$$F_{c_2} = 0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot \vartheta_1^2 \cdot (1 - K_n)^2. \quad (10)$$

2-ші конфузордан өтетін желдің мөлшері

$$Q_3 = Q_2 - Q'_2 = p \cdot S_1 \cdot \vartheta_1 \cdot (1 - K_n) - p \cdot S_n \cdot K_n \cdot \vartheta_1 \cdot (1 - K_n);$$

$$Q_3 = p \cdot S_1 \cdot \vartheta_1 \cdot (1 - K_n)^2. \quad (11)$$

Желдөңгелектің қуысында өткен желдің жылдамдығы өзгереді

$$Q_3 = p \cdot S_1 \cdot \vartheta_3.$$

Осы теңдеуді (11) теңдеумен теңестіріп 3-ші конфузор қалаққа кіретін желдің жылдамдығын табамыз

$$p \cdot S_1 \cdot \vartheta_3 = p \cdot S_1 \cdot \vartheta_1 \cdot (1 - K_n)^2;$$

осыдан

$$\vartheta_3 = \vartheta_1 \cdot (1 - K_n)^2. \quad (12)$$

3-ші конфузорда тежелетін желдің мөлшері

$$Q'_3 = p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot \vartheta_3;$$

$$Q_3 = p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot \vartheta_1 \cdot (1 - K_n)^2. \quad (13)$$

Желдің 3-ші конфузорға түсіретін күші

$$F_{c_3} = 0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot \vartheta_3^2;$$

$$F_{c_3} = 0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot \vartheta_1 \cdot (1 - K_n)^2. \quad (14)$$

Ары қарай желдің желдөңгелектің қуысындағы конфузор қалақтарымен әрекеттесуі осындай заңдылықтармен жалғасады.

Жоғарыдағы есептеулер, әлі қозғалысқа кірмеген конфузор қалақты желдөңгелектің желмен әрекеттесуі келесі заңдылықтар бойынша жүретінін анықтады:

1. Конфузор қалақтан конфузор қалаққа желдің мөлшерінің өзгеру заңдылығы

$$Q_i = p \cdot S_1 \cdot \vartheta_1 \cdot (1 - K_n)^{i-1}, \quad (15)$$

мұнда: $i = 1 \div z$ – конфузор қалақтың реттік нөмірі; z – желдің өтіндегі конфузор қалақтардың саны.

2. Желдөңгелектің қуысында конфузор қалақтан конфузор қалаққа желдің жылдамдығының өзгеру заңдылығы

$$\vartheta_i = \vartheta_1 \cdot (1 - K_n)^{i-1}. \quad (16)$$

3. Желдің конфузор қалақтарға түсіретін қарсылық күшінің өзгеру заңдылығы

$$F_{c_i} = 0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot \vartheta_1^2 \cdot (1 - K_n)^{2(i-1)}. \quad (17)$$

Желдөңгелек желдің энергиясын ұтымды пайдалану үшін одан сыртқа шығатын желдің жылдамдығы келесідей болу керек [2]

$$\vartheta_i = 0,33 \cdot \vartheta_1. \quad (18)$$

Осыны ескеріп (16) теңдеуден желдөңгелектің бірдей желдің өтінде болатын конфузор қалақтарының санын (z) табамыз:

$$g_i = 0,33 \cdot g_1 = v_1 \cdot (1 - K_n)^{i-1};$$

бұл шарт $i = z$ болғанда орындалады;

$$(1 - K_n)^{z-1} = 0,33;$$

Логарифмдеу арқылы табамыз

$$z = \frac{\ln 0,33}{\ln(1 - K_n)} + 1. \quad (19)$$

Конфузор қалақтарға түскен желдің күштерінің желдөңгелектің өсіне қатысты моменттерінің қосындысы (M_K) желдөңгелекке түскен қарсылық моменттерінен (M_C) асқанда желдөңгелек айналысқа келеді:

$$M_K = 0,25 \cdot (D_n + D_\theta) \cdot \sum_{i=1}^z F_{c_i} \geq M_C;$$

Осыдан

$$\sum_{i=1}^z F_{c_i} \geq \frac{M_C}{0,25(D_n + D_\theta)}. \quad (20)$$

2. Конфузордың желді тежейтін бетінің үлесі аз ($K_n = 0,10 \div 0,20$). Мұндай жағдайда конфузор құбыр тәрізді жұмыс жасайды, оған кірген жел түгел сыртқа шығады.

Осылай болу үшін конфузордың сығу дәрежесі (K) қандай болатынын (1) және (3) формулаларды пайдаланып табуға болады:

$$K_n = \frac{S_1 - S_2}{S_1} = 1 - \frac{S_2}{S_1} = 1 - \frac{1}{K};$$

$$K_n = 1 - \frac{1}{K}; \quad (21)$$

$$K_n = 0,10 \text{ болғанда } K = \frac{1}{0,9} = 1,11;$$

$$K_n = 0,20 \text{ болғанда } K = \frac{1}{0,8} = 1,25;$$

Конфузордың сығу дәрежесі

$$K = 1,11 \div 1,25.$$

Осындай конфузор қалақтармен жабдықталған желдөңгелектің қуысындағы 1-ші конфузорға кірген желдің мөлшері

$$Q_1 = p \cdot S_1 \cdot v_1 .$$

Конфузордан шыққан желдің мөлшері

$$Q_2 = p \cdot S_2 \cdot v_2 .$$

Конфузорға кірген жел түгел шығатын болғандықтан

$$Q_1 = Q_2$$

шартынан желдің конфузордан шығу жылдамдығын табамыз:

$$p \cdot S_1 \cdot v_1 = p \cdot S_2 \cdot v_2 ;$$

осыдан

$$v_2 = v_1 \cdot \frac{S_1}{S_2} = v_1 \cdot K ;$$

$$v_2 = v_1 \cdot K . \quad (22)$$

Конфузордың үлкен және кіші ауыздары түзу сызықты беттермен қосылса, оның сығу дәрежесі (K) ұзындығында

$$K_e = 1 \div \frac{S_1}{S_2} = 1 \div K$$

аралығында түзу сызықты заңдылықпен өзгереді.

Сондықтан, желдің жылдамдығы конфузордың бойында келесі заңдылықпен өседі

$$v_l = v_1 \cdot K_l , \quad (23)$$

мұнда: $l = 0 \div l_k$ – аралығында өзгереді; l_k – конфузордың ұзындығы.

Желдің конфузордың ішкі бетіне түсіретін жылдамдық қысымы [3]

$$q = \frac{\gamma \cdot g^2}{2 \cdot g} , \quad (24)$$

мұнда: $\gamma = g \cdot p = 9,81 \cdot 1,25 = 12,2625 \frac{H}{m^3}$ – желдің көлемдік салмағы;

v – конфузордың ішіндегі желдің жылдамдығы, м/с;

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ауырлық күшінің үдеуі.

(23) теңдеуді ескеріп конфузордың ішкі бетіне түсетін желдің жылдамдық қысымының өзгеру заңдылығын табамыз

$$q = \frac{\gamma \cdot g_1^2 \cdot K_l^2}{2 \cdot g} . \quad (25)$$

$K_l = 1$ болғанда

$$q_{\min} = \frac{\gamma \cdot g_1^2}{2 \cdot g} . \quad (26)$$

Бұл қысым конфузордың үлкен аузы жағындағы ішкі бетіне түседі
 $K_l = K$ болғанда

$$q_{\max} = \frac{\gamma \cdot g_1^2 \cdot K^2}{2 \cdot g} . \quad (27)$$

Бұл қысым конфузордың кіші аузы жағындағы ішкі бетіне түседі.
 Конфузордың ішкі бетіне түсетін желдің орташа жылдамдық қысымы

$$q_{cp} = \frac{q_{\min} + q_{\max}}{2} ;$$

$$q_{cp} = \frac{\gamma \cdot g_1^2 + \gamma \cdot g_1^2 \cdot K^2}{4 \cdot g} = \frac{\gamma \cdot v_1^2}{4 \cdot g} \cdot (1 + K^2) ;$$

$$q_{cp} = \frac{\gamma \cdot g_1^2}{2 \cdot g} \cdot (1 + K^2) . \quad (28)$$

Конфузордың ішімен сығылып жүретін желден оның ішкі бетіне үйкеліс күші түседі

$$F_f = q_{cp} \cdot S \cdot f ;$$

(28) формуланы ескерсек

$$F_f = S \cdot f \cdot \frac{\gamma \cdot g_1^2}{4 \cdot g} \cdot (1 + K^2) , \quad (29)$$

мұнда: S — конфузордың ішкі бетінің ауданы, m^2 ; f — жел мен конфузордың ішкі бетінің арасындағы үйкеліс коэффициенті; v_1 — желдөңгелектің қуысына кірген желдің жылдамдығы, m/c .

1-ші конфузор қалақтан шыққан жел желдөңгелектің қуысына таралып бастапқы жылдамдығына (v_1) келеді. Сондықтан, келесі конфузор қалаққа түсетін желдің үйкеліс күші 1-ші конфузор қалаққа түскен үйкеліс күшіндей болады. Сол себепті, желдөңгелектің желдің өтіндегі барлық конфузор қалақтарына бірдей үйкеліс күштері түседі.

Желдің үйкеліс күші түсетін конфузор қалақты желдөңгелектің айналысқа келу шарты

$$M_K = 0,25 \cdot (D_H + D_e) \cdot z \cdot F_f \geq M_C. \quad (30)$$

Осы шарттан желдөңгелектің бірдей желдің өтінде болатын конфузор қалақтарының санын анықтауға болады

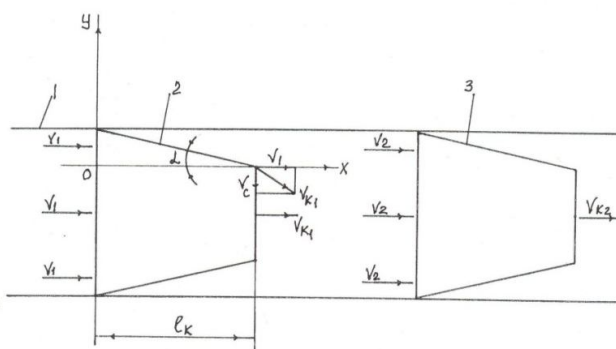
$$z \geq \frac{M_C}{0,25 \cdot (D_H + D_e) \cdot F_f}. \quad (31)$$

3. Желдөңгелек желді тежейтін бетінің үлесі орташа ($K_n = 0,20 \div 0,50$) конфузор қалақтармен жабдықталған. Мұндай жағдайда, конфузордың ішінде тежелген желдің бір бөлігі сығылып ортадағы желдің легіне қосылып сыртқа шығады деп есептейміз. Конфузорға тежелген желдің қарсылық күші және сығылған желдің үйкеліс күші түседі деп болжаймыз.

Конфузордың ішінде тежелген желдің оның бойында сығылуы түзу бетті конфузорда, түзу сызықты заңдылықпен жүреді (2-сурет)

$$y = x \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (32)$$

мұнда: x – конфузордың бойының координатасы, м; y – конфузор бетінің биіктік координатасы (желдің сығылу шамасы), м; α – конфузор бетінің көлбеулік бұрышы.



Сурет 2. Жел жүретін қуыста конфузордың желмен әрекеттесу сұлбасы

(32) теңдеуді уақыт бойынша дифференциальдап желдің конфузордың ішінде сығылу жылдамдығын табамыз

$$\frac{dY}{dt} = \frac{dX}{dt} \cdot \operatorname{tg} \alpha;$$

мұнда: $\frac{dY}{dt} = g_C$ – желдің сығылу жылдамдығы, м/с; $\frac{dx}{dt} = g_1$ – кірген желдің жылдамдығы, м/с.

Конфузордың ішкі бетінде желдің сығылу жылдамдығы

$$v_c = v_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha . \quad (33)$$

Конфузордың ішкі бетіндегі желдің сығылу жылдамдығы оның ортасындағы желдің ағу жылдамдығымен (v_1) қосылып желдің конфузордан шығу жылдамдығын (v_k) құрады (2-сурет):

$$v_{k1} = \sqrt{v_c^2 + v_1^2} ;$$

(33) теңдеуді ескерсек

$$v_{k1} = v_1 \cdot \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} . \quad (34)$$

Сонда, конфузордан шыққан желдің мөлшері келесідей болады

$$Q_2 = p \cdot S_2 \cdot v_{k1} = p \cdot S_2 \cdot v_1 \cdot \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} .$$

Конфузордың желді тежейтін бетінің үлесі

$$K_n = \frac{S_1 - S_2}{S_1} ;$$

осыдан

$$S_1 \cdot K_n = S_1 - S_2 ;$$

$$S_2 = S_1 \cdot (1 - K_n) . \quad (35)$$

(35) теңдеуді ескеріп 1-ші конфузор қалақтан шығатын желдің мөлшерінің теңдеуін келесі түрде жазамыз

$$Q_2 = p \cdot S_1 \cdot (1 - K_n) \cdot v_1 \cdot \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} . \quad (36)$$

Конфузордың ішінде тежелген желдің мөлшері

$$\Delta Q_1 = Q_1 - Q_2 = p \cdot S_1 \cdot v_1 - p \cdot S_1 \cdot (1 - K_n) \cdot v_1 \cdot \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} ;$$

$$\Delta Q_1 = p \cdot S_1 \cdot v_1 \cdot [1 - (1 - K_n) \cdot \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}] . \quad (37)$$

Конфузордың ішінде тежелген желдің қарсылық күші

$$F_{c_i} = 0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot g_1^2 \cdot [1 - (1 - K_n) \cdot \sqrt{1 + tg^2 \alpha}]^2. \quad (38)$$

Желдің конфузордан шығу жылдамдығы (v_k) оның ішкі бетіне жылдамдық қысымын түсіреді

$$q_1 = \frac{\gamma \cdot g_{K_1}^2}{2 \cdot g} \quad H / m^2;$$

(34) теңдеуді ескерсек

$$q_1 = \frac{\gamma \cdot g_{K_1}^2}{2 \cdot g} \cdot (\sqrt{1 + tg^2 \alpha})^2. \quad (39)$$

Конфузордың ішкі бетіне түсетін желдің үйкеліс күші

$$F_{f_1} = q_1 \cdot S \cdot f;$$

$$F_{f_1} = S \cdot f \cdot \frac{\gamma \cdot g_1^2}{2 \cdot g} \cdot (\sqrt{1 + tg^2 \alpha})^2. \quad (40)$$

1-ші конфузорға желден түсетін толық күш

$$F_{K_1} = F_{C_1} + F_{K_1}, \quad (41)$$

қарсылық және үйкеліс күштері бағыттас деп есептейміз.

1-ші конфузор қалақтан шыққан жел желдөңгелектің қуысына таралып жылдамдығын өзгертеді

$$Q_2 = p \cdot S_1 \cdot v_2.$$

(36) теңдеуді соңғы теңдеуге теңестіріп 2-ші конфузор қалаққа кіретін желдің жылдамдығын табамыз

$$p \cdot S_1 \cdot v_2 = p \cdot S_1 \cdot (1 - K_n) \cdot v_1 \cdot \sqrt{1 + tg^2 \alpha};$$

осыдан

$$v_2 = v_1 \cdot (1 - K_n) \cdot \sqrt{1 + tg^2 \alpha}. \quad (42)$$

2-ші конфузордан шығатын желдің жылдамдығы:

$$v_{K_2} = \sqrt{v_c^2 + v_2^2};$$

$$v_c = g_2 \cdot \operatorname{tg} \alpha;$$

$$v_{K_2} = g_2 \cdot \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha};$$

(42) теңдеуді ескерсек

$$v_{K_2} = v_1 \cdot (1 - K_n) \cdot (\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha})^2. \quad (43)$$

2-ші конфузор қалақтан шыққан желдің мөлшері

$$Q'_2 = p \cdot S_1 \cdot (1 - K_n) \cdot v_{K_2};$$

$$Q'_2 = p \cdot S_1 \cdot v_1 \cdot (1 - K_n)^2 \cdot (\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha})^2. \quad (44)$$

2-ші конфузорда тежелген желдің мөлшері

$$\Delta Q_2 = Q_2 - Q'_2 = p \cdot S_1 \cdot (1 - K_n) \cdot v_1 \cdot \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} - p \cdot S_1 \cdot v_1 \cdot [(1 - K_n) \cdot \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}]^2;$$

$$\Delta Q_2 = p \cdot S_1 \cdot v_1 \cdot (1 - K_n) \cdot \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} \cdot [1 - (1 - K_n) \cdot \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}].$$

Осы теңдеуден 2-ші конфузорға қарсылық күшін түсіретін желдің жылдамдығын анықтаймыз

$$v_{F_2} = v_1 \cdot (1 - K_n) \cdot \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} \cdot [1 - (1 - K_n) \cdot \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}].$$

2-ші конфузорға түсетін желдің қарсылық күші

$$F_{c_2} = 0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot g_{F_2}^2;$$

$$F_{c_2} = 0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot g_1^2 \cdot [1 - (1 - K_n) \cdot \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}]^2 \cdot [1 - (1 - K_n) \cdot \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}]^2 \quad (45)$$

2-ші конфузордың ішкі бетіне түсетін желдің жылдамдық қысымы:

$$q_2 = \frac{\gamma \cdot g_{K_2}^2}{2 \cdot g};$$

(43) теңдеуді ескерсек

$$q_2 = \frac{\gamma \cdot g_1^2}{2 \cdot g} \cdot (1 - K_n)^2 \cdot (\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha})^4. \quad (46)$$

Конфузордың ішкі бетіне түсетін желдің үйкеліс күші:

$$F_{f_2} = q_2 \cdot S \cdot f ;$$

$$F_{f_2} = S \cdot f \cdot \frac{\gamma \cdot g_1^2}{2 \cdot g} \cdot (1 - K_n)^2 \cdot \left(\sqrt{1 + tg^2 \alpha} \right)^4 . \quad (47)$$

Желдөңгелектің 2-ші конфузор қалағына түсетін желдің күші

$$F_{K_2} = F_{C2} + F_{f_2} . \quad (48)$$

2-ші конфузордан шыққан жел желдөңгелектің қуысына таралады

$$Q_3 = p \cdot S_1 \cdot v_3 .$$

Осы теңдеуді (44) теңдеумен теңестіріп желдің 3-ші конфузор қалаққа кіретін жылдамдығын табамыз

$$p \cdot S_1 \cdot v_3 = p \cdot S_1 \cdot v_1 \cdot [(1 - K_n) \cdot \sqrt{1 + tg^2 \alpha}]^2 ;$$

осыдан

$$v_3 = v_1 \cdot (1 - K_n)^2 \cdot (\sqrt{1 + tg^2 \alpha})^2 . \quad (48)$$

3-ші конфузордан шығатын желдің жылдамдығы

$$v_{K_3} = \sqrt{v_c^2 + v_3^2} ;$$

$$v_c = g_3 \cdot tg \alpha ;$$

$$v_{K_3} = g_3 \cdot \sqrt{1 + tg^2 \alpha} ;$$

(48) теңдеуді ескерсек

$$v_{K_3} = v_1 \cdot (1 - K_n)^2 \cdot (\sqrt{1 + tg^2 \alpha})^3 . \quad (49)$$

3-ші конфузор қалақтан шығатын желдің мөлшері

$$Q'_3 = p \cdot S_1 \cdot (1 - K_n) \cdot v_{K_3} ;$$

$$Q'_3 = p \cdot S_1 \cdot v_1 \cdot (1 - K_n)^3 \cdot (\sqrt{1 + tg^2 \alpha})^3 . \quad (50)$$

3-ші конфузор қалақта тежелген желдің мөлшері

$$\Delta Q_3 = Q_3 - Q'_3 = p \cdot S_1 \cdot v_1 (1 - K_n)^2 \cdot (\sqrt{1 + tg^2 \alpha})^2 - p \cdot S_1 \cdot v_1 \cdot (1 - K_n)^3 \cdot (\sqrt{1 + tg^2 \alpha})^3 ;$$

$$\Delta Q_3 = p \cdot S_1 \cdot v_1 \cdot (1 - K_n)^2 \cdot (\sqrt{1 + tg^2 \alpha})^2 \cdot [1 - (1 - K_n) \cdot \sqrt{1 + tg^2 \alpha}].$$

3-ші конфузор қалаққа қарсылық күшін түсіретін желдің жылдамдығы

$$v_{F3} = v_1 \cdot (1 - K_n)^2 \cdot (\sqrt{1 + tg^2 \alpha})^2 \cdot [1 - (1 - K_n) \cdot \sqrt{1 + tg^2 \alpha}].$$

3-ші конфузор қалаққа түсетін желдің қарсылық күші

$$F_{c3} = 0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot \vartheta_{F3}^2;$$

$$F_{c3} = 0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot \vartheta_1^2 \cdot [(1 - K_n) \cdot \sqrt{1 + tg^2 \alpha}]^4 \cdot [1 - (1 - K_n) \cdot \sqrt{1 + tg^2 \alpha}]^2 \quad (51)$$

3-ші конфузордың ішкі бетіне түсетін желдің жылдамдық қысымы

$$q_3 = \frac{\gamma \cdot \vartheta_{K3}^2}{2 \cdot g};$$

(49) теңдеуді ескерсек

$$q_3 = \frac{\gamma \cdot \vartheta_1^2}{2 \cdot g} \cdot (1 - K_n)^4 \cdot (\sqrt{1 + tg^2 \alpha})^6. \quad (52)$$

3-ші конфузордың ішкі бетіне түсетін желдің үйкеліс күші:

$$F_{f3} = q_3 \cdot S \cdot f;$$

$$F_{f3} = S \cdot f \cdot \frac{\gamma \cdot \vartheta_1^2}{2 \cdot g} \cdot (1 - K_n)^4 \cdot (\sqrt{1 + tg^2 \alpha})^6. \quad (53)$$

3-ші конфузор қалаққа түсетін желдің күші

$$F_{K3} = F_{C3} + F_{f3}. \quad (54)$$

Желдөңгелектегі келесі кезектегі конфузор қалақтардың желмен әрекеттесуі осындай заңдылықтармен жалғасады.

Жүргізілген есептеулер, желді тежейтін бетінің үлесі орташа конфузор қалақтармен жабдықталған желдөңгелектің желмен әрекеттесуінің келесі заңдылықтарын анықтады:

1. Жел дөңгелектің қуысында конфузордан конфузорға желдің мөлшерінің өзгеру заңдылығы

$$Q_i = p \cdot S_1 \cdot \vartheta_1 \cdot (1 - K_n)^{i-1} \cdot (\sqrt{1 + tg^2 \alpha})^{i-1}. \quad (55)$$

2. Конфузордан конфузорға желдің жылдамдығының өзгеру заңдылығы

$$\vartheta_i = \vartheta_1 \cdot (1 - K_n)^{i-1} \cdot (\sqrt{1 + tg^2 \alpha})^{i-1}. \quad (56)$$

3. Конфузор қалақтардың ішкі бетіне түсетін желдің жылдамдық қысымының өзгеру заңдылығы

$$q_{ui} = \frac{\gamma \cdot \vartheta_1^2}{2 \cdot g} \cdot (1 - K_n)^{2(i-1)} \cdot (\sqrt{1 + tg^2 \alpha})^{2i}. \quad (57)$$

4. Конфузор қалақтарға түсетін желдің қарсылық күшінің өзгеру заңдылығы

$$F_{ci} = 0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot \vartheta_1^2 \cdot [1 - (1 - K_n) \cdot \sqrt{1 + tg^2 \alpha}]^2 \cdot (1 - K_n)^{2(i-1)} \cdot (\sqrt{1 + tg^2 \alpha})^{2i-1}. \quad (58)$$

5. Конфузор қалақтардың ішкі бетіне түсетін желдің үйкеліс күші

$$F_{fi} = S \cdot f \cdot \frac{\gamma \cdot \vartheta_1^2}{2 \cdot g} \cdot (1 - K_n)^{2(i-1)} \cdot (\sqrt{1 + tg^2 \alpha})^{2i}. \quad (59)$$

6. Конфузор қалақтарға желдің түсіретін шеңберлік күштері

$$F_{Ki} = F_{Ci} + F_{fi}. \quad (60)$$

(18) шартты ескеріп (56) теңдеуден желдөңгелектің бірдей жел өтінде болатын конфузор қалақтарының санын табамыз:

$$0,33 \cdot \vartheta_1 = v_1 \cdot (1 - K_n)^{i-1} \cdot (\sqrt{1 + tg^2 \alpha})^{i-1};$$

шарт $i = z$ болғанда орындалады;

$$(z - 1) \cdot \ln[(1 - K_n) \cdot \sqrt{1 + tg^2 \alpha}] = \ln 0,33;$$

осыдан

$$z = \frac{\ln 0,33}{\ln[(1 - K_n) \cdot \sqrt{1 + tg^2 \alpha}]} + 1. \quad (61)$$

Конфузор қалақты желдөңгелектің айналысқа келу шарты

$$M_K = 0,25 \cdot (D_n + D_6) \cdot \sum_{i=1}^z F_{ci} \geq M_C;$$

осыдан

$$\sum_{i=1}^z F_{ci} \geq \frac{M_C}{0,25 \cdot (D_n + D_6)}. \quad (62)$$

Жалпы, көп конфузор қалақты желдөңгелек конфузордың сығу дәрежесі (K) мен ішкі бетінің көлбеу бұрышына (α) қарай үш түрлі режимде желмен әрекетке кіруі мүмкін: құбыр тәрізді; желді өткізетін қарсылық күшінің қалақтары тәрізді; құбыр және қалақ тәрізді.

Конфузорды желдөңгелекке қалақ сапасында пайдалану үшін оның қарсылық коэффициентін (C_x), үйкеліс коэффициентін (f) және желдің шығу жылдамдығының ($\mathcal{G}_2$) конфузордың сығу дәрежесі (K) мен ішкі бетінің көлбеу бұрышына (α) тәуелділігін білу керек. Конфузордың мұндай параметрлерін тәжірибе жүзінде анықтауға болады.

Конфузор қалақты желдөңгелектің тыныш қалпында желмен әрекеттесуінің теориялық негізі құрылды. Ұсынылған есептеу әдістемесі конфузор қалақты желдөңгелек құруға мүмкіндік жасайды.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Көшеров, Е.М. Қалақты желқозғалтқыш құру және зерттеу [Мәтін]: магистрлік диссертация / Е.М. Көшеров. – Тараз, 2014.
2. Фолькер Куашнинг. Системы возобновляемых источников энергии [Текст] / Куашнинг; Перевод с немецкого. – Астана: Фолиант, 2013. – 432 с.
3. Кострюков, В.А. Основы гидравлики и аэродинамики [Текст] / В.А. Кострюков. – М.: Высшая школа, 1975. – 220 с.

Материал редакцияға 17.05.17 түсті.

Б.А. Койайдаров, А.М. Байарыстанова

Таразский государственный университет им. М.Х.Дулати, г. Тараз, Казахстан

РАСЧЕТ ВЕТРОКОЛЕСА С КОНФУЗОРНЫМИ ЛОПАСТЯМИ

Предложена методика расчета ветроколеса, снабженное конфузорными лопастями.

Ключевые слова: конфузор, ветроколесо, ветер, скорость, сила, поверхность.

B.A. Koyaydarov, A.M. Bayarystanova

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

CALCULATION OF THE WIND WHEEL BLADES WITH CONVERGENT

The method of calculation of the wind wheel, provided with convergent blades.

Keywords: konfuzor, wind wheel, wind, speed, strength, surface.

ӘОЖ 621.311.24

Б.А. Қойайдаров¹, А.М. Байарыстанова²¹Техн. ғылымдарының канд., доцент, ²Магистрант

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қаласы, Қазақстан

**ҚОЗҒАЛЫСТАҒЫ КОНФУЗОР ҚАЛАҚТЫ ЖЕЛДӨНГЕЛЕКТІ
ЕСЕПТЕУ**

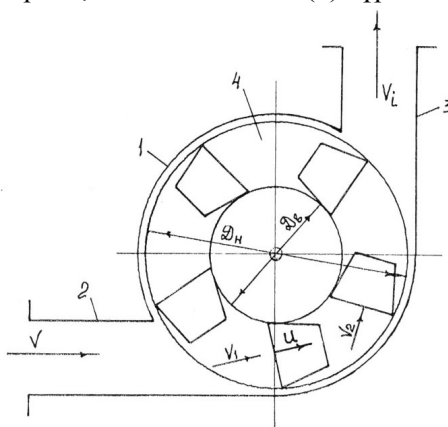
Орныққан қозғалысқа кірген көп конфузор қалақтармен жабдықталған желдөңгелекті есептеу әдістемесі ұсынылды.

Түйін сөздер: желдөңгелек, конфузор, қалақ, жылдамдық, жел, күш.

Желдің күшімен көп конфузор қалақты желдөңгелек қозғалысқа келген. Сондықтан, жел жүретін қуысқа кірген желдің легі қозғалыстағы конфузор қалақтармен әрекетке кіреді.

Конфузор қалақтардың үш түрімен жабдықталған айналыстағы желдөңгелектің желмен әрекеттесуін қарастырамыз:

1. Желдөңгелек сығу дәрежесі үлкен конфузор қалақтармен жабдықталған. Конфузор қалақты желдөңгелекті желқозғалтқыштың сұлбасы 1- суретте көрсетілген. Ол корпустан (1), жел кіретін (2) және шығатын (3) құбырлардан, желдөңгелектен (4) тұрады.



Сурет 1. Конфузор қалақты желдөңгелекті желқозғалтқыштың сұлбасы

Желдөңгелектің (4) қуысына жел U_1 жылдамдықпен корпустың (1) құбыры (2) арқылы кіреді және жолындағы конфузорлармен әрекеттесіп, U_i жылдамдықпен екінші құбыр (3) арқылы сыртқа шығады.

Корпустың (1) құбыры (2) арқылы желдөңгелектің (4) қуысына кірген желдің массалық мөлшері

$$Q_0 = \rho \cdot S_1 \cdot g_1 \quad , \quad (1)$$

мұнда: $\rho = 1,25 \text{ кг/м}^3$ – желдің тығыздығы; S_1 – конфузордың үлкен аузының ауданы, м^2 ; v_1 – желдің кіру жылдамдығы, м/с .

Қозғалыстағы 1-ші конфузордың үлкен аузына кірген желдің мөлшері

$$Q_1 = p \cdot S_1 \cdot (\vartheta_1 - u), \quad (2)$$

мұнда: S_1 – конфузордың үлкен аузының ауданы, ол желдөңгелектің жел жүретін қуысының көлденең қимасының ауданына тең, m^2 ; u – конфузордың өсінің шеңберлік жылдамдығы, m/s .

1-ші конфузор қалақтың ішінде тежелетін желдің мөлшері

$$Q'_1 = p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot (\vartheta_1 - u), \quad (3)$$

мұнда: K_n – конфузордың желді тежейтін бетінің үлесі.

Тежелген желдің 1-ші конфузор қалаққа түсіретін қарсылық күші [1]

$$F_{c1} = 0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot (\vartheta_1 - u)^2, \quad (4)$$

мұнда: C_x – конфузордың қарсылық коэффициенті.

1-ші конфузор қалақтан өтетін желдің мөлшері

$$\begin{aligned} Q_2 &= Q_1 - Q'_1 = p \cdot S_1 \cdot (\vartheta_1 - u) - p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot (\vartheta_1 - u); \\ Q_2 &= p \cdot S_1 \cdot (1 - K_n) \cdot (\vartheta_1 - u). \end{aligned} \quad (5)$$

1-ші конфузор қалақтан өткен желдің мөлшері желдөңгелектің қуысына таралып жылдамдығын өзгертеді

$$Q_2 = p \cdot S_1 \cdot \vartheta_2. \quad (6)$$

(6) және (5) теңдеулерді теңестіріп 2-ші конфузор қалаққа баратын желдің жылдамдығын табамыз

$$p \cdot S_1 \cdot \vartheta_2 = p \cdot S_1 \cdot (1 - K_n) \cdot (\vartheta_1 - u);$$

осыдан

$$\vartheta_2 = (1 - K_n) \cdot (\vartheta_1 - u). \quad (7)$$

2-ші конфузор қалақтың ішінде тежелетін желдің мөлшері

$$Q'_2 = p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot \vartheta_2;$$

(7) теңдеуді ескерсек

$$Q'_2 = p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot (1 - K_n) \cdot (\vartheta_1 - u). \quad (8)$$

2-ші конфузор қалақтан 3-ші конфузорға өтетін желдің мөлшері

$$Q_3 = Q_2 - Q'_2 = p \cdot S_1 \cdot (1 - K_n) \cdot (\vartheta_1 - u) - p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot (1 - K_n) \cdot (\vartheta_1 - u);$$

$$Q_3 = p \cdot S_1 \cdot (1 - K_n)^2 \cdot (\vartheta_1 - u). \quad (9)$$

Желдің 2-ші конфузоз қалаққа түсіретін қарсылық күші

$$F_{c_2} = 0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot \vartheta_2^2;$$

(7) теңдеуді ескерсек

$$F_{c_2} = 0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot (1 - K_n)^2 \cdot (\vartheta_1 - u)^2. \quad (10)$$

2-ші конфузоз қалақтан өткен жел желдөңгелектің қуысына таралып жылдамдығын өзгертеді

$$Q_2 = p \cdot S_1 \cdot \vartheta_3. \quad (11)$$

(11) және (9) теңдеулерді теңестіріп 3-ші конфузоз қалаққа баратын желдің жылдамдығын табамыз

$$p \cdot S_1 \cdot \vartheta_3 = p \cdot S_1 \cdot (1 - K_n)^2 \cdot (\vartheta_1 - u);$$

осыдан

$$\vartheta_3 = (1 - K_n)^2 \cdot (\vartheta_1 - u). \quad (12)$$

3-ші конфузоз қалақтың ішінде тежелетін желдің мөлшері

$$Q'_3 = p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot \vartheta_3;$$

(12) теңдеуді ескерсек

$$Q'_3 = p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot (1 - K_n)^2 \cdot (\vartheta_1 - u). \quad (13)$$

3-ші конфузоз қалаққа түсетін желдің қарсылық күші

$$F_{c_3} = 0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot \vartheta_3^2;$$

(12) теңдеуді ескерсек

$$F_{c_3} = 0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot (1 - K_n)^4 \cdot (\vartheta_1 - u)^2. \quad (14)$$

Желдің желдөңгелектің келесі конфузоз қалақтарымен әрекеттесуі жоғарыдағыдай заңдылықтармен жалғасады.

Есептеулер, сығу дәрежесі жоғары конфузоз қалақтармен жабдықталған айналыстағы желдөңгелектің желмен әрекеттесуінің келесі заңдылықтарын анықтады:

1. Желдөңгелектің желдің өтіндегі конфузор қалақтарына кіретін жел легінің мөлшерінің өзгеру заңдылығы

$$Q_i = p \cdot S_1 \cdot (\vartheta_1 - u) \cdot (1 - K_n)^{i-1}, \quad (15)$$

мұнда: $i = 1 \div z$ – желдің өтіндегі конфузордың реттік нөмірі; z – желдің өтіндегі конфузор қалақтарының саны.

2. Айналыстағы желдөңгелектің конфузор қалақтарына кіретін желдің жылдамдығының өзгеру заңдылығы

$$\vartheta_i = (\vartheta_1 - u) \cdot (1 - K_n)^{i-1}. \quad (16)$$

3. Желдөңгелектің жұмыстағы конфузор қалақтарына желдің түсіретін қарсылық күшінің өзгеру заңдылығы

$$F_{c_i} = 0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot (\vartheta_1 - u)^2 \cdot (1 - K_n)^{2(i-1)}. \quad (17)$$

Желдөңгелектің қуаты бір уақытта конфузор қалақтарға түскен желдің қарсылық күштерінің қуаттарының қосындысына тең

$$N_K = u \cdot \sum_{i=1}^z F_{c_i};$$

(17) теңдеуді ескерсек

$$N_K = 0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot (\vartheta_1 - u)^2 \cdot u \cdot \sum_{i=1}^z (1 - K_n)^{2(i-1)}. \quad (18)$$

Желдөңгелектің қуысына кірген желдің қуаты

$$N_0 = 0,5 \cdot p \cdot S_1 \cdot \vartheta_1^3. \quad (19)$$

Конфузор қалақты желдөңгелектің желдің энергиясын пайдалану коэффициенті

$$C_p = \frac{N_K}{N_0} = \frac{0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot (\vartheta_1 - u)^2 \cdot u \cdot \sum_{i=1}^z (1 - K_n)^{2(i-1)}}{0,5 \cdot p \cdot S_1 \cdot \vartheta_1^3};$$

$$C_p = C_x \cdot K_n \cdot \frac{u \cdot (\vartheta_1 - u)^2}{\vartheta_1^3} \cdot \sum_{i=1}^z (1 - K_n)^{2(i-1)}. \quad (20)$$

Желдөңгелектің желдің энергиясын пайдалануы конфузордың қарсылық коэффициенті (C_x) мен желді тежейтін бетінің үлесіне (K_n), бір уақытта желдің өтінде болатын конфузорлар санына (z) тәуелді болады екен.

2. Желдөңгелек сығу дәрежесі төмен конфузор қалақтармен жабдықталған. Мұндай конфузор тік құбыр тәрізді жұмыс жасайды, кірген жел аздап сығылып түгел сыртқа шығады.

1-ші конфузор қалаққа кірген желдің мөлшері

$$Q_1 = p \cdot S_1 \cdot (\vartheta_1 - u). \quad (21)$$

Кірген жел конфузордың кіші аузы арқылы түгел сыртқа шығады

$$Q_2 = p \cdot S_2 \cdot \vartheta_2. \quad (22)$$

(21) және (22) теңдеулерді теңестіріп желдің конфузордан шығу жылдамдығын табамыз:

$$p \cdot S_2 \cdot \vartheta_2 = p \cdot S_1 \cdot (\vartheta_1 - u);$$

$$\vartheta_2 = \frac{S_1}{S_2} \cdot (\nu_1 - u) = K \cdot (\nu_1 - u);$$

$$\vartheta_2 = K \cdot (\nu_1 - u), \quad (23)$$

мұнда $K = \frac{S_1}{S_2}$ – конфузордың сығу дәрежесі.

Конфузордың ішінде желдің жылдамдығы келесі аралықта өзгереді

$$\vartheta = (\nu_1 - u) \div K \cdot (\nu_1 - u).$$

Конфузордың ішкі бетіне желдің жылдамдық қысымы түседі [2]:

1) үлкен аузы жағына

$$q_{\min} = \frac{\gamma \cdot (\vartheta_1 - u)^2}{2 \cdot g};$$

2) кіші аузы жағына

$$q_{\max} = \frac{\gamma \cdot K^2 \cdot (\vartheta_1 - u)^2}{2 \cdot g};$$

3) орташа қысым

$$q_{cp} = \frac{q_{\min} + q_{\max}}{2} = \frac{\gamma \cdot (\vartheta_1 - u)^2}{4 \cdot g} \cdot (1 + K^2);$$

$$q_{cp} = \frac{\gamma \cdot (\vartheta_1 - u)^2}{4 \cdot g} \cdot (1 + K^2). \quad (24)$$

Конфузордың ішінен қысылып өтетін желден конфузордың ішкі бетіне үйкеліс күші түседі

$$F_f = q_{cp} \cdot S \cdot f;$$

$$F_f = S \cdot f \cdot \frac{\gamma \cdot (\vartheta_1 - u)^2}{4 \cdot g} \cdot (1 + K^2), \quad (25)$$

1-ші конфузордан шыққан жел желдөңгелектің қуысына таралып бастапқы жылдамдығына (U_1) келеді.

Сондықтан, желдің келесі конфузорлармен әрекеттесуі 1-ші конфузордағыдай болады.

Осыған байланысты, желдің өтіндегі барлық конфузорлардан өтетін жел легінің мөлшері мен түсіретін үйкеліс күштері бірдей болады.

Жоғарыдағы есептеулермен, сығу дәрежесі төмен конфузор қалақтармен жабдықталған желдөңгелектің желмен әрекеттесуінің келесі заңдылықтары анықталды:

1. Конфузорлардан өтетін жел легінің мөлшері

$$Q = p \cdot S_1 \cdot (\vartheta_1 - u). \quad (26)$$

2. Желдің конфузорлардан шығу жылдамдығы

$$\vartheta_2 = K \cdot (U_1 - u). \quad (27)$$

3. Желдің конфузорлардың ішкі бетіне түсіретін жылдамдық қысымы

$$q = \frac{\gamma \cdot (\vartheta_1 - u)^2}{4 \cdot g} \cdot (1 + K^2). \quad (28)$$

4. Желдің конфузорлардың ішкі бетіне түсіретін үйкеліс күші

$$F_f = S \cdot f \cdot \frac{\gamma \cdot (\vartheta_1 - u)^2}{4 \cdot g} \cdot (1 + K^2). \quad (29)$$

5. Желдөңгелектің қуаты

$$N_K = z \cdot F_f \cdot u;$$

$$N_K = z \cdot S \cdot f \cdot \frac{\gamma \cdot u \cdot (\vartheta_1 - u)^2}{4 \cdot g} \cdot (1 + K^2). \quad (30)$$

3. Желдөңгелек сығу дәрежесі орташа конфузозор қалақтармен жабдықталған. Желдің өтіндегі конфузозордың ішінде келесі процесстер жүруі мүмкін:

1. Жел конфузозордың орталық бойымен кіші аузына қарай, көлденең қимасы кіші аузының қимасындай құбырмен жүргендей, ағады – конфузозордың барлық түрінде.

2. Конфузозордың үлкен аузынан кіші аузына дейінгі кеңістікте жел тежеледі – сығу дәрежесі жоғары конфузозорларда.

3. Конфузозордың ішкі бетінде жел сығылып ортасынан аққан желге қосылып кіші аузынан сыртқа шығады – сығу дәрежесі төмен конфузозорларда.

Ортасынан өтетін жел конфузозорға күш түсірмейді, ал тежелген жел конфузозорға қарсылық күшін түсіреді.

Конфузозордың ішкі бетінде сығылып сыртқа шығатын жел конфузозордың ішкі бетіне жылдамдық қысымын түсіреді және сырғып өтетіндіктен үйкеліс күшін түсіреді.

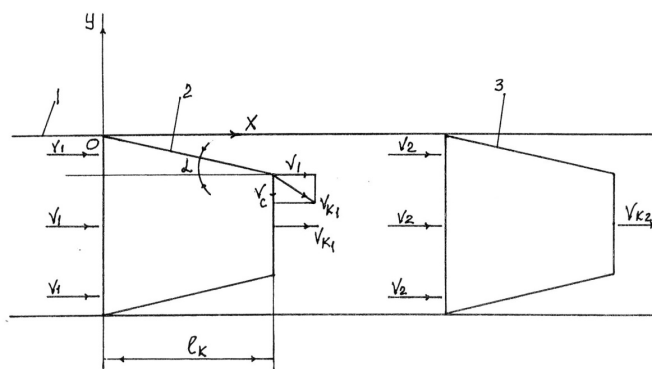
Сығу дәрежесі орташа конфузозорда тежелген желдің бір бөлігі сыртқа шығуы мүмкін. Сондықтан, мұндай конфузозорда жел легінің үш түрі де болады деп есептеуге болады.

Конфузозордың ортасынан өтетін желге сығылған жел келіп қосылатындықтан желдің конфузозордан шығу жылдамдығы өседі.

Желдің конфузозордың бойындағы сығылу шамасы конфузозордың қабырғасының теңдеуіне сәйкес жүреді деп есептеуге болады (2-сурет)

$$y = -x \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (31)$$

мұнда: y – конфузозордың қабырғасының ординатасы, желдің сығылу шамасына тең; $x = 0 \div l_k$ – конфузозордың қабырғасының абсциссасы; α – конфузозордың қабырғасының көлбеу бұрышы; l_k – конфузозордың ұзындығы.



Сурет 2. Желдің конфузозордан өту жылдамдығының сұлбасы

(31) теңдеуді уақыт бойынша дифференциальдап желдің сығылу жылдамдығын табамыз

$$\frac{dY}{dt} = -\frac{dX}{dt} \cdot \operatorname{tg} \alpha,$$

мұнда: $\frac{dY}{dt} = g_C$ – желдің сығылу жылдамдығы; $\frac{dx}{dt} = g_1 - u$ – желдің конфузторға кіру жылдамдығы.

Сонда

$$g_C = (g_1 - u) \cdot \operatorname{tg} \alpha. \quad (32)$$

Желдің конфузтордан шығу жылдамдығы (2-сурет)

$$v_{k1} = \sqrt{v_c^2 + (v_1 - u)^2};$$

(32) теңдеуді ескергенде

$$v_{k1} = (v_1 - u) \cdot \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}. \quad (33)$$

1-ші конфузтор қалаққа кірген желдің мөлшері

$$Q_1 = p \cdot S_1 \cdot (v_1 - u). \quad (34)$$

1-ші конфузтор қалақтан шыққан желдің мөлшері

$$Q'_1 = p \cdot S_2 \cdot v_{k1};$$

$S_2 = S_1 \cdot (1 - K_n)$ екенін және (33) теңдеуді ескерсек

$$Q'_1 = p \cdot S_1 \cdot (1 - K_n) \cdot (v_1 - u) \cdot \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}. \quad (35)$$

1-ші конфузтордың ішінде тежелген желдің мөлшері

$$\Delta Q_1 = Q_1 - Q'_1 = p \cdot S_1 \cdot (v_1 - u) - p \cdot S_1 \cdot (1 - K_n) \cdot (v_1 - u) \cdot \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha};$$

$$\Delta Q_1 = p \cdot S_1 \cdot (v_1 - u) \cdot [1 - (1 - K_n) \cdot \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}].$$

Осы теңдеуден конфузторға қарсылық күшін түсіретін желдің жылдамдығын анықтаймыз

$$v_{F_1} = (v_1 - u) \cdot [1 - (1 - K_n) \cdot \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}]. \quad (36)$$

1-ші конфузторға түсіретін желдің қарсылық күші

$$F_{c_1} = 0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot g_{F_1}^2;$$

(36) теңдуді ескерсек

$$F_{c_1} = 0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot (\vartheta_1 - u)^2 \cdot [1 - (1 - K_n) \cdot \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}]^2. \quad (37)$$

1-ші конфузор қалаққа түсіретін желдің жылдамдық қысымы (үлкен жылдамдық бойынша)

$$q_1 = \frac{\gamma \cdot \vartheta_{K_1}^2}{2 \cdot g};$$

(33) теңдеуді ескерсек

$$q_1 = \frac{\gamma \cdot (\vartheta_1 - u)^2}{2 \cdot g} \cdot \left(\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} \right)^2. \quad (38)$$

Конфузордың ішкі бетіне желден түсетін үйкеліс күші

$$F_{f_1} = q_1 \cdot S \cdot f;$$

(38) теңдеуді ескерсек

$$F_{f_1} = S \cdot f \cdot \frac{\gamma \cdot (\vartheta_1 - u)^2}{2 \cdot g} \cdot \left(\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} \right)^2, \quad (39)$$

мұнда: S – конфузордың ішкі бетінің ауданы, м^2 ; f – жел мен конфузордың ішкі бетінің арасындағы үйкеліс коэффициенті; γ – желдің көлемдік массасы, Н/м^3 .

1-ші конфузор қалаққа желден түсетін күш

$$F_{K_1} = F_{C_1} + F_{K_1}. \quad (40)$$

1-ші конфузордан шыққан жел желдөңгелектің қуысына таралып жылдамдығын өзгертеді

$$Q_2 = p \cdot S_1 \cdot v_2.$$

Осы теңдеуді (35) теңдеумен теңестіріп 2-ші конфузорға бағытталған желдің жылдамдығын табамыз

$$p \cdot S_1 \cdot v_2 = p \cdot S_1 \cdot (1 - K_n) \cdot (v_1 - u) \cdot \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha};$$

осыдан

$$v_2 = (v_1 - u) \cdot (1 - K_n) \cdot \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}. \quad (41)$$

2-ші конфузорға кірген желдің мөлшері:

$$Q_2 = p \cdot S_1 \cdot (v_1 - u) \cdot (1 - K_n) \cdot \sqrt{1 + tg^2 \alpha} . \quad (42)$$

2-ші конфузордан желдің шығу жылдамдығы

$$v_{K_2} = \sqrt{v_c^2 + v_2^2} = g_2 \cdot \sqrt{1 + tg^2 \alpha} ;$$

(41) теңдеуді ескерсек

$$v_{K_2} = (v_1 - u) \cdot (1 - K_n) \cdot (\sqrt{1 + tg^2 \alpha})^2 . \quad (43)$$

2-ші конфузор қалақтан шыққан желдің мөлшері

$$Q'_2 = p \cdot S_1 \cdot (1 - K_n) \cdot v_{K_2} ;$$

(43) теңдеуді ескерсек

$$Q'_2 = p \cdot S_1 \cdot (v_1 - u) \cdot (1 - K_n)^2 \cdot (\sqrt{1 + tg^2 \alpha})^2 . \quad (44)$$

2-ші конфузор қалақтың ішінде тежелген желдің мөлшері

$$\Delta Q_2 = Q_2 - Q'_2 = p \cdot S_1 \cdot (v_1 - u) \cdot (1 - K_n) \cdot \sqrt{1 + tg^2 \alpha} - p \cdot S_1 \cdot (v_1 - u) \cdot (1 - K_n)^2 \cdot (\sqrt{1 + tg^2 \alpha})^2 ;$$

$$\Delta Q_2 = p \cdot S_1 \cdot (v_1 - u) \cdot (1 - K_n) \cdot \sqrt{1 + tg^2 \alpha} \cdot [1 - (1 - K_n) \cdot \sqrt{1 + tg^2 \alpha}] .$$

2-ші конфузорға желдің қарсылық күшін түсіретін желдің жылдамдығы

$$v_{F_2} = (v_1 - u) \cdot (1 - K_n) \cdot \sqrt{1 + tg^2 \alpha} \cdot [1 - (1 - K_n) \cdot \sqrt{1 + tg^2 \alpha}] . \quad (45)$$

Желдің 2-ші конфузор қалаққа түсіретін қарсылық күші

$$F_{c_2} = 0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot g_{F_2}^2 ;$$

(45) теңдеуді ескерсек

$$F_{c_2} = 0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot (g_1 - u)^2 \cdot (1 - K_n)^2 \cdot (\sqrt{1 + tg^2 \alpha})^2 \cdot [1 - (1 - K_n) \cdot \sqrt{1 + tg^2 \alpha}]^2 . \quad (46)$$

2-ші конфузор қалаққа түсіретін желдің жылдамдық қысымы:

$$q_2 = \frac{\gamma \cdot g_K^2}{2 \cdot g} ;$$

(43) теңдеуді ескерсек

$$q_2 = \frac{\gamma \cdot (g_1 - u)^2}{2 \cdot g} \cdot (1 - K_n)^2 \cdot (\sqrt{1 + tg^2 \alpha})^4 \quad (47)$$

2-ші конфузор қалақтың ішкі бетіне түсетін желдің үйкеліс күші

$$F_{f_2} = q_2 \cdot S \cdot f ;$$

$$F_{f_2} = S \cdot f \cdot \frac{\gamma \cdot (\vartheta_1 - u)^2}{2 \cdot g} \cdot (1 - K_n)^2 \cdot (\sqrt{1 + tg^2 \alpha})^4 . \quad (48)$$

2-ші конфузор қалаққа желден түсетін күш

$$F_{K_2} = F_{C2} + F_{f_2} .$$

2-ші конфузор қалақтан шыққан жел желдөңгелектің қуысына тарап, жылдамдығын өзгертеді

$$Q_3 = p \cdot S_1 \cdot v_3 .$$

Осы теңдеуді (44) теңдеумен теңестіріп 3-ші конфузор қалаққа кіретін желдің жылдамдығын табамыз

$$p \cdot S_1 \cdot v_3 = p \cdot S_1 \cdot (v_1 - u) \cdot (1 - K_n)^2 \cdot (\sqrt{1 + tg^2 \alpha})^2 ;$$

осыдан

$$v_3 = (v_1 - u) \cdot (1 - K_n)^2 \cdot (\sqrt{1 + tg^2 \alpha})^2 . \quad (49)$$

3-ші конфузор қалақтан шығатын желдің жылдамдығы

$$v_{K_3} = \vartheta_3 \cdot \sqrt{1 + tg^2 \alpha} ;$$

$$v_{K_3} = (v_1 - u) \cdot (1 - K_n)^2 \cdot (\sqrt{1 + tg^2 \alpha})^3 . \quad (50)$$

3-ші конфузор қалақтан шығатын желдің мөлшері

$$Q'_3 = p \cdot S_1 \cdot (1 - K_n) \cdot v_{K_3} ;$$

$$Q'_3 = p \cdot S_1 \cdot (v_1 - u) \cdot (1 - K_n)^3 \cdot (\sqrt{1 + tg^2 \alpha})^3 . \quad (51)$$

3-ші конфузор қалақта тежелетін желдің мөлшері

$$\Delta Q_3 = Q_3 - Q'_3 = p \cdot S_1 \cdot (v_1 - u) \cdot (1 - K_n)^2 \cdot (\sqrt{1 + tg^2 \alpha})^2 -$$

$$- p \cdot S_1 \cdot (v_1 - u) \cdot (1 - K_n)^3 \cdot (\sqrt{1 + tg^2 \alpha})^3 ;$$

$$\Delta Q_3 = p \cdot S_1 \cdot (v_1 - u) \cdot (1 - K_n)^2 \cdot (\sqrt{1 + tg^2 \alpha})^2 \cdot [1 - (1 - K_n) \cdot \sqrt{1 + tg^2 \alpha}] .$$

Желдің 3-ші конфузор қалаққа қарсылық күшін түсіретін желдің жылдамдығы

$$v_{F3} = (v_1 - u) \cdot (1 - K_n)^2 \cdot (\sqrt{1 + tg^2 \alpha})^2 \cdot [1 - (1 - K_n) \cdot \sqrt{1 + tg^2 \alpha}]. \quad (52)$$

3-ші конфузор қалаққа түсетін желдің қарсылық күші

$$\begin{aligned} F_{c3} &= 0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot g_{F3}^2; \\ F_{c3} &= 0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot (g_1 - u)^2 \cdot (1 - K_n)^4 \cdot (\sqrt{1 + tg^2 \alpha})^4 \cdot \\ &\cdot [1 - (1 - K_n) \cdot \sqrt{1 + tg^2 \alpha}]^2. \end{aligned} \quad (53)$$

3-ші конфузор қалаққа түсетін желдің жылдамдық қысымы

$$\begin{aligned} q_3 &= \frac{\gamma \cdot g_{K3}^2}{2 \cdot g}; \\ q_3 &= \frac{\gamma \cdot (g_1 - u)^2}{2 \cdot g} \cdot (1 - K_n)^4 \cdot (\sqrt{1 + tg^2 \alpha})^6. \end{aligned} \quad (54)$$

3-ші конфузор қалақтың ішкі бетіне түсетін желдің үйкеліс күші

$$\begin{aligned} F_{f3} &= q_3 \cdot S \cdot f; \\ F_{f3} &= S \cdot f \cdot \frac{\gamma \cdot (g_1 - u)^2}{2 \cdot g} \cdot (1 - K_n)^4 \cdot (\sqrt{1 + tg^2 \alpha})^6. \end{aligned} \quad (55)$$

3-ші конфузор қалаққа желден түсетін күш

$$F_{K3} = F_{c3} + F_{f3}.$$

Желдөңгелектің желдің өтіндегі келесі конфузор қалақтарымен желдің әрекеттесуі жоғарыдағыдай заңдылықтармен жалғасады.

Жүргізілген есептеулер негізінде сығу дәрежесі орташа конфузор қалақтармен жабдықталған айналыстағы желдөңгелектің желмен әрекеттесуінің келесі заңдылықтары анықталды:

1. Конфузор қалақтарға кіретін желдің мөлшерінің өзгеру заңдылығы

$$Q_i = p \cdot S_1 \cdot (g_1 - u) \cdot (1 - K_n)^{i-1} \cdot (\sqrt{1 + tg^2 \alpha})^{i-1}. \quad (56)$$

2. Желдөңгелектің қуысында конфузордан конфузорға желдің жылдамдығының өзгеру заңдылығы

$$g_i = (g_1 - u) \cdot (1 - K_n)^{i-1} \cdot (\sqrt{1 + tg^2 \alpha})^{i-1}. \quad (57)$$

3. Конфузор қалақтардың ішкі бетіне түсетін желдің жылдамдық қысымының өзгеру заңдылығы

$$q_{ui} = \frac{\gamma \cdot (\vartheta_1 - u)^2}{2 \cdot g} \cdot (1 - K_n)^{2(i-1)} \cdot \left(\sqrt{1 + tg^2 \alpha} \right)^{2i}. \quad (58)$$

4. Конфузор қалақтарға желдің түсіретін қарсылық күштерінің өзгеру заңдылығы

$$F_{ci} = 0,5 \cdot C_x \cdot p \cdot S_1 \cdot K_n \cdot (\vartheta_1 - u)^2 \cdot [1 - (1 - K_n) \cdot \sqrt{1 + tg^2 \alpha}] \cdot (1 - K_n)^{2(i-1)} \cdot \left(\sqrt{1 + tg^2 \alpha} \right)^{2i-1}. \quad (59)$$

5. Конфузор қалақтардың ішкі беттеріне желдің түсіретін үйкеліс күштерінің өзгеру заңдылығы

$$F_{fi} = S \cdot f \cdot \frac{\gamma \cdot (\vartheta_1 - u)^2}{2 \cdot g} \cdot (1 - K_n)^{2(i-1)} \cdot \left(\sqrt{1 + tg^2 \alpha} \right)^{2i}. \quad (60)$$

6. Желдөңгелектің жұмыстағы конфузор қалақтарына желдің түсіретін шеңберлік күштері

$$F_{Ki} = F_{Ci} + F_{fi}. \quad (61)$$

7. Конфузор қалаққа қарсылық күшін түсіретін кірген желдің мөлшерінің үлесі

$$K_Q = \frac{\Delta Q_i}{Q_i} = 1 - (1 - K_n) \cdot \sqrt{1 + tg^2 \alpha}, \quad (62)$$

тұрақты және конфузордың желді тежейтін бетінің үлесі (K_n) мен қабырғасының көлбеулік бұрышына (α) тәуелді екен.

Желдөңгелекке түсетін бұрау моменті

$$M_K = 0,25 \cdot (D_n + D_\theta) \cdot \sum_{i=1}^z F_{\kappa_i}. \quad (63)$$

Конфузор қалақты желдөңгелектің қуаты

$$N_K = u \cdot \sum_{i=1}^z F_{\kappa_i}. \quad (64)$$

Конфузор қалақты желдөңгелектің желдің энергиясын барынша пайдалану шарты [1]

$$\nu_i = 0,33 \cdot \nu_1. \quad (65)$$

Осы шартты ескеріп (57) теңдеуден конфузор қалақтардың орналасу шеңберіндегі желдөңгелектің шеңберлік жылдамдығын табуға болады:

$$0,33 \cdot \vartheta_1 = (\vartheta_1 - u) \cdot (1 - K_n)^{i-1} \cdot \left(\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} \right)^{i-1};$$

$i = z$ болғанда шарт орындалады.

Сонда

$$u = \vartheta_1 - \frac{0,33 \cdot v_1}{(1 - K_n)^{z-1} \cdot \left(\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} \right)^{z-1}}. \quad (66)$$

Жоғарыда жүргізілген есептеулердің негізінде келесілерді атап өтуге болады.

Конфузор қалақты желдөңгелектің желмен әрекеттесуі конфузор түріне қарай жалпы үш түрлі режимде жүруі мүмкін.

Конфузор түрі оның желді тежейтін бетінің үлесі (K_n) мен қабырғасының көлбеулік бұрышымен (α) анықталады.

Конфузор қалақты желдөңгелектің күш-қуат параметрі конфузордың қарсылық коэффициентіне (C_x), желді тежейтін бетінің үлесіне (K_n) және қабырғаларының көлбеулік бұрышына (α) тәуелді.

Желдің конфузорға түсіретін қозғаушы күшін тәжірибе жүзінде зерттеу арқылы оның оңтайлы параметрлерін таңдауға болады. Осындай зерттеумен конфузордың қарсылық коэффициенті (C_x) анықталады.

Қозғалыстағы конфузор қалақты желдөңгелектің желмен әрекеттесуінің теориялық негізі құрылды. Ұсынылған есептеу әдістемесі конфузор қалақты желдөңгелекті оңтайлап құруға мүмкіндік жасайды.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Фолькер Куашнинг. Системы возобновляемых источников энергии [Текст] / Куашнинг Фолькер; Перевод с немецкого. - Астана: Фолиант, 2013. - 432 с.
2. Кострюков, В.А. Основы гидравлики и аэродинамики [Текст] / В.А. Кострюков. - М.: Высшая школа, 1975.

Материал редакцияға 17.05.17 түсті.

Б.А. Койайдаров, А.М. Байарыстанов

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

РАСЧЕТ ВЕТРОКОЛЕСА С КОНФУЗОРНЫМИ ЛОПАСТЯМИ В ДВИЖЕНИИ

Предложена методика расчета ветроколеса, снабженного конфузорными лопастями, в установившемся движении.

Ключевые слова: ветроколесо, конфузор, лопасть, скорость, ветер, сила.

B.A. Koyaydarov, A.M. Bayarystanova

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

**CALCULATION OF THE WIND WHEEL BLADES
WITH CONVERGENT IN MOTION**

The method of calculating the propeller fitted with blades convergent in ustanovivshemsya movement.

Keywords: wind wheel, konfuzor, blade speed, wind force.

Технологии
продовольственных продуктов

УДК 664.7 : 664.66: 664:68

Н.А. Горбатовская¹, А.С. Дильдабаева², Е.Н. Шоя³, Ш.Д. Умирбаева³¹Канд. техн. наук, профессор, ²Магистрант, ³Инженеры
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати,
г. Тараз, Республика Казахстан**ГАЗООБРАЗУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ МУКИ – ВАЖНЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОКАЗАТЕЛЬ**

Представлено значение важных хлебопекарных свойств муки – газообразующей и газоудерживающей способности, как важных технологических показателей от которых зависит ход технологического процесса, интенсивность брожения, накопление и образование веществ, оказывающих влияние на вкус, запах и окраску корки хлеба. Проанализированы исследования по определению газообразующей способности муки разных торговых марок двумя методами. Рекомендован современный метод определения газообразующей способности муки, который дает полную оценку оптимальности каждого процесса тестоведения, что позволит интенсифицировать процесс хлебопечения в целом.

Ключевые слова: мука, хлебопекарные свойства, газообразующая, газоудерживающая способность муки, сахар, брожение теста, хлеб.

Одним из важных звеньев в технологическом процессе производства хлеба является приготовление теста. Составляющими теста являются мука, вода, соль, дрожжи и другие виды сырья, соотношение которых называют рецептурой. В хлебопечении применяется в основном пшеничная мука хлебопекарная разных сортов, наиболее распространенным из которых является первый сорт.

Главные показатели, характеризующие хлебопекарные свойства муки: количество и качество клейковины, газообразующая и газоудерживающая способность муки.

Клейковина представляет собой белковое вещество, которое состоит из двух белков глина и глютеина. Белки, образующие клейковину, сосредоточены главным образом между центральной частью эндосперма и ближе к алейроновому слою. Поэтому, исходя из расположения и наличия клейковинообразующих белков в эндосперме пшеницы, содержание клейковины в муке высшего сорта содержится по ГОСТ26574 – 85 не менее 28%, в муке первого сорта – не менее 30%, второго – не менее 25%.

Физические свойства теста характеризуются газообразующей и газоудерживающей способностью муки, которые зависят: газообразующая – от углеводноамилазного комплекса, газоудерживающая от белково-протеиназного комплекса муки [1].

Целью проводимых научных исследований является изучение газообразующей и газоудерживающей способности муки пшеничной

хлебопекарной первого сорта разных торговых марок, как технологического показателя, который предопределяет интенсивность процесса брожения теста.

За объекты исследования была принята мука торговых марок «Алтын Дэн» и «Корона». Методы исследования общепринятые. Эксперименты проведены в научно-исследовательской лаборатории инженерного профиля «Наноинженерные методы исследований» на современном оборудовании зарубежных производителей, таких как Швеция, Франция, Италия и др.

Качество муки, взятой для исследования, представлено в таблице 1.

Таблица 1

Показатели качества муки разных торговых марок

Наименование показателей	Мука пшеничная хлебопекарная I сорт		
	согласно ГОСТ 26574 - 85	торговых марок	
		«Алтын Дэн»	«Корона»
Цвет	белый или белый с кремовым оттенком	белый	слегка с желтоватым оттенком
Запах	свойственный пшеничной муке, без посторонних запахов, не затхлый, не кислый, не плесневый	свойственный пшеничной муке, без посторонних запахов, не затхлый, не кислый, не плесневый	
Вкус	свойственный пшеничной муке без посторонних привкусов, не кислый, не горький	свойственный пшеничной муке без посторонних привкусов, не кислый, не горький	
Влажность, %	не более 15,0	13,7	12,4
Клейковина: - количество, % - качество	не менее 30,0 не ниже II группы	31,6 II группа	32 II группа
Зольность, %	не более 0,75	0,58	0,63
Водопоглощательная способность	-	59,1	58,5

Из данных таблицы 1 видно, что мука первого сорта «Алтын Дэн» и «Корона» соответствует требованиям «ГОСТ 52189-2003 Мука пшеничная хлебопекарная. Технические условия» по всем показателям качества.

Таблица 2

Химические показатели муки

Наименование показателей	Мука пшеничная хлебопекарная I сорт	
	торговых марок	
	«Алтын Дэн»	«Корона»
Белок, %	10,3	10,6
Жир, %	1,1	1,3
Крахмал, %	68,9	67,6

За исследуемый показатель, оценивающий хлебопекарные свойства муки, принята газообразующая способность муки.

Газообразующая способность муки обуславливается содержанием в ней собственных сахаров и ее сахаробразующей способностью, которая связана с действием содержащихся в ней амилолитических ферментов на крахмал, в результате гидролиза которого в тесте образуются сахара. Поэтому газообразующая способность муки связана с ее углеводно-амилазным комплексом.

Сахарообразующая способность является важнейшей характеристикой муки, оказывающей большое влияние на ход биохимических, микробиологических, коллоидных и других процессов в бродящем и выпекаемом тесте. Сахарообразующая способность обусловлена наличием в зерне и муке амилолитических ферментов (α -амилазы и β -амилазы), под действием которых из крахмала в тесте образуются сахара. Основным питанием для дрожжей в бродящем тесте служит мальтоза, образующаяся из крахмала под действием β -амилазы. Если в муке активность амилолитических ферментов соответствует норме, то дрожжи не испытывают голода, они хорошо размножаются и активно сбраживают сахара. В результате брожения выделяется достаточное для хорошего подъема теста количество углекислого газа. Для муки 1 сорта «Алтын Дэн» сахарообразующая способность составляет 281 единицу, для муки «Корона» – 276 единиц.

Для выявления роли собственных сахаров и сахаробразующей способности муки учеными были проведены специальные опыты, показавшие, что в газообразовании, проходящем при брожении теста, участвуют как собственные сахара муки, так и сахара, образующиеся в тесте в результате амилолиза крахмала [2]. Однако, собственные сахара муки играют существенную роль только в самом начале брожения теста. Успех же технологического процесса приготовления теста обуславливается газообразованием в конце брожения теста, во время расстойки и в начальной фазе выпечки.

Таким образом, газообразующая способность муки хотя и зависит в известной мере от содержания в ней собственных сахаров, в основном все же определяется сахаробразующей способностью муки.

Определение газообразующей способности муки по используемому в основном методу Яго-Островского заключается в том, что из исследуемой муки (100 г при влажности 14%), определенного количества воды (60 мл) и дрожжей (10%) замешивается тесто всегда одинаковой температуры (30°C) и в течение определенного времени (5 ч) его брожения замеряется количество выделяющегося углекислого газа. За показатель газообразующей способности муки принимается общее количество миллилитров углекислого газа, выделившегося за 5 ч брожения теста. Для выполнения более точного анализа целесообразно через каждый час фиксировать количество газа, выделившегося после каждого часа брожения, что дает возможность судить о кинематике газообразования [3]. Установка для определения газообразующей способности муки представлена на рисунке 1 (а).

В настоящее время применяется современный способ определения газообразующей и газодерживающей способности муки – прибор Rheofermentometer фирмы Chopin (Франция) (рис. 1 б), который соответствует стандартам, и служит для анализа процессов, протекающих в образце теста, помещенном в специальную емкость. Брожение теста происходит в условиях, соответствующих выбранному режиму (температура, вес груза и т.д.).



а



б

а – прибор для определения газообразующей способности муки по методу Яго-Островского; б – прибор Реоферментометр F3 для определения ферментативных и газообразующих свойств муки.

Рис. 1. Установки для определения газообразующей способности муки

Реоферментометр F3 дает возможность установить связь способности теста к брожению с качеством объемной сетки белка, поддерживающей структуру теста во время выпечки.

Полученные данные по определению газообразующей способности муки разных торговых марок на установке Яго-Островского представлены в таблице 3.

Таблица 3

Показатели газообразующей способности муки на приборе Яго-Островского

Наименование торговой марки муки 1 сорта	Количество выделившегося углекислого газа (мл) в течении 5 часов					
	1	2	3	4	5	итого
«Алтын Дэн»	650	1140	1320	1330	-	1330
	<u>650</u>	<u>(+490)</u>	<u>(+180)</u>	<u>(+10)</u>	-	<u>1330</u>
«Корона»	570	1060	1250	1420	-	1420
	<u>570</u>	<u>(+490)</u>	<u>(+190)</u>	<u>(+170)</u>	-	<u>1420</u>

Из данных таблицы 3 видно, что обе торговые марки муки имеют среднюю газообразующую способность. Как в первом, так и во втором образцах муки максимальное выделение углекислого газа происходит в первые два часа. Третий и четвертый часы наблюдается снижение выделения углекислого газа, а для муки «Алтын Дэн» практически минимальное выделение около 10 мл, до пяти часов газовыделение заканчивается в обоих образцах.

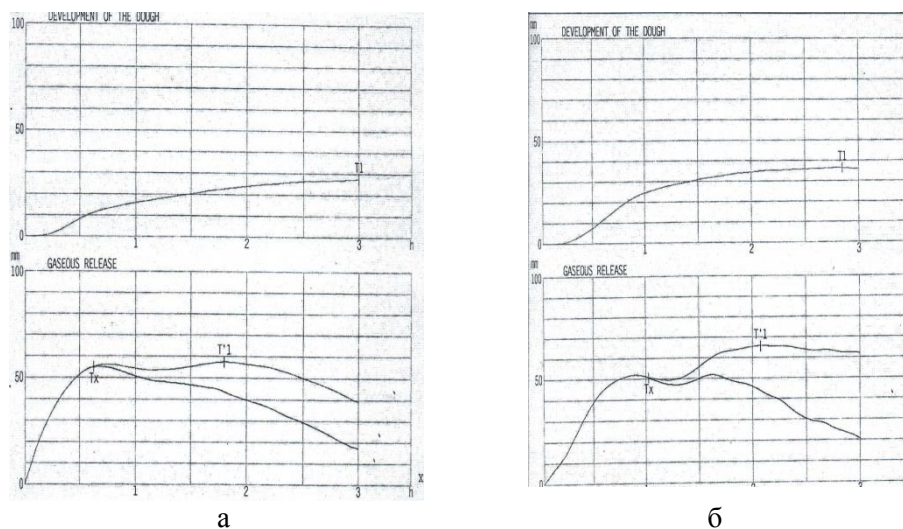
Данные, полученные на приборе Реоферментометр F3, представлены в таблице 4.

Таблица 4

Экспериментальные данные газообразующей и газоудерживающей способности муки пшеничной 1 сорта различных торговых марок

Наименование показателей	Мука пшеничная хлебопекарная I сорт торговых марок	
	«Алтын Дэн»	«Корона»
Время поднятия теста, в ч и мин (T1)	03' 00"	03' 00"
Максимальное значение газовыделения, мм (H'm)	57,3	65,6
Максимальная высота теста под нагрузкой, мм (Hm)	27,3	42,0
Высота поднятия теста в конце проведения анализа, мм (h)	27,3	42,0
Время, необходимое для образования пор в тесте, мин (Tx)	00' 37"	01' 01"
Газообразующая способность муки, мл	1382	1443
Газоудерживающая способность, мл	286	298
Удерживающий объем, мл	1096	1145
Коэффициент удержания газа, %	79,3	79,3

Однако, проследить процесс газообразования, определяемого на приборе Реоферментометр F3 (рис. 2 а,б) можно по графикам, которые фиксируются непосредственно в самом приборе при определении газообразования.



а – мука фирмы «Алтын Дэн»; б – мука фирмы «Корона»

Рис. 2. Определение газообразующей способности муки разных торговых марок

Из данных графиков можно выделить три основных составляющих процесса брожения и готовности теста к выпечке:

- продолжительность созревания теста;

- продолжительность окончательной расстойки тестовых заготовок;
- продолжительность брожения теста.

Продолжительность созревания теста для муки «Алтын Дән» (Тх), при котором выделяется углекислый газ составляет 37 минут, для теста из муки «Корона» – около 1 часа, аналогично и с продолжительностью окончательной расстойки. Следовательно, продолжительность брожения теста происходит более интенсивно для муки «Алтын Дән». Процесс газообразования проходит в первые 3 часа более интенсивно, что указывает на высокую сахаробразующую способность муки. Следовательно, используя данные, полученные на приборе Реоферментометр F3, мы можем дать практические рекомендации по хлебопекарным свойствам для каждого вида муки, сорта и торговой марки муки.

Технолог, получив данные лаборатории по определению газообразующей способности на Реоферментометре F3, может оптимизировать процессы тестоведения по времени, что снизит общую продолжительность процесса приготовления хлеба и хлебобулочных изделий.

Таким образом, газообразующая способность муки является важным показателем от которого зависит ход технологического процесса, интенсивность брожения, накопление и образование веществ, оказывающих влияние на вкус, запах и окраску корки хлеба.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ауэрман, Л.Я. Технология хлебопекарного производства [Текст] / Л.Я. Ауэрман. – М.: Пищевая промышленность, 1972. – 512 с.
2. Шепелев, А.Ф. Товароведение и экспертиза продовольственных товаров [Текст]: учеб. пособие / А.Ф. Шепелев, И.А. Печенежская. – М., 2004. – 992 с.
3. Пучкова, Л.И. Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства [Текст] / Л.И. Пучкова. – М., 1971.

Материал поступил в редакцию 21.06.17.

Н.А. Горбатовская, А.С. Дильдабаева, Е.Н. Шоя, Ш.Д. Умирбаева

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ, Қазақстан

ҰННЫҢ ГАЗ ТҮЗУ ҚАБІЛЕТІ – МАҢЫЗДЫ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШ

Ұнның маңызды наубайханалық қасиеттері – газ түзу және газ ұстау қабілеттері – технологиялық үрдістің барысы, ашу қарқындылығы, нанның дәміне, иісіне және қабығының реңіне әсер ететін маңызды технологиялық көрсеткіштері ретінде қарастырылған. Әртүрлі сауда белгілері ұсынған ұндардың газ түзу қабілеттерін екі әдіспен анықтау бойынша жүргізілген зерттеу жұмыстарына талдау жасалған. Нан пісіру үрдісін қарқындатуға мүмкіндік беретін, қамыр дайындау үрдістерін оңтайландыруды толық бағалайтын ұнның газ түзу қабілетін анықтаудың заманауи әдісі ұсынылған.

Түйін сөздер: ұн, наубайханалық қасиеттер, ұнның газ түзу және газ ұстау қабілеттері, қант, қамырдың ашуы, нан.

N.A. Gorbatovskaya, A.S. Dildabayeva, Y.N. Shoya, Sh.D. Umirbayeva

Taraz State University named after M.Kh.Dulati, Taraz, Kazakhstan

GAS-FORMING ABILITY OF THE FLOUR - IMPORTANT TECHNOLOGICAL INDEX

The importance of valuable baking properties of flour – gas forming and gas retaining ability, as important technological indicators of technological process, fermentation intensity, accumulation and formation of substances influencing taste, smell and coloring of bread crust depend is presented. Studies on the determination of the gas-forming ability of flour of different brands by two methods have been analyzed. A modern method for determining the gas-forming ability of flour is recommended, which gives a complete assessment of the optimality of each test-testing process, which will allow to integrate the bakery process as a whole.

Keywords: flour, baking properties, gas-forming, gas-retaining ability of flour, sugar, fermentation of dough, bread.

УДК 664.71:006.354

Е. Спандияров¹, М.Д. Кенжеходжаев², Т.Б. Изтурганова³

*¹Д-р техн. наук, профессор, ²Канд. техн. наук, доцент, ³Магистрант
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан*

РЕЛАКСАЦИЯ НАПРЯЖЕНИИ ТОЛОКНА «ТАРЫ» В УСЛОВИЯХ ОБЪЕМНОГО СЖАТИЯ

В работе изучена релаксация напряжений толокна «Тары» в условиях одноосного объемного сжатия. Предложенное уравнение релаксации напряжения испытуемого продукта от времени справедливо в интервале начальных напряжений от 10 до 30 МПа.

Ключевые слова: толокно, прессование, напряжение, релаксация, объемное сжатие, деформация.

В Республике Казахстан, Туве и др. странах применяют своеобразный национальный способ обработки проса: его варят в течении 50-60 минут в кипящей воде, прокаливают, шелушат с последующим аспирированием, затем измельчают до определенной крупности [1].

Полученный продукт называется толокно «Тары», которое является ценным национальным продуктом питания, так как обладает высокими товарными и потребительскими свойствами, не требует тепловой обработки, проявляет высокую стойкость при хранении.

Из толокна «Тары», добавляя в него различные пищевые компоненты по определенному рецепту, можно приготовить за короткий промежуток времени множество вкусных и полезных блюд для различных слоев населения с заранее заданной пищевой ценностью.

Однако, физико-механические свойства толокна «Тары», которые необходимы для расчета и проектирования технологического оборудования, изучены мало.

Целью работы является исследование релаксации напряжения толокна «Тары» влажностью 8,0%. Ситовой анализ показал, что сход продукта на сите с отверстиями 1,0 мм отсутствовал. Насыпная плотность толокна «Тары» составляла в пределах 680-700 кг/м³.

Для прессования испытуемого материала в виде таблетки круглого поперечного сечения нами разработана и изготовлена пресс-форма, принципиальная схема которой представлена на рисунке 1.

Она состоит из поршня 1, обоймы 2, цилиндра 3 с внутренним диаметром 15 и высотой 35 мм. Общий вид матрицы, цилиндра и поршня пресс-формы показан на рисунке 2, а общий вид пресс-формы – на рисунке 3. Сжатие испытуемого образца происходит в замкнутом объеме 4, что соответствует производственным условиям.

Исследование процесса релаксации напряжения толокна «Тары» проводили на прессе с ручным приводом (рис. 4) при комнатной температуре, пресс-форму помещали на нижний столик и, вращая рукояткой, сжимали посредством поршня испытуемый материал.

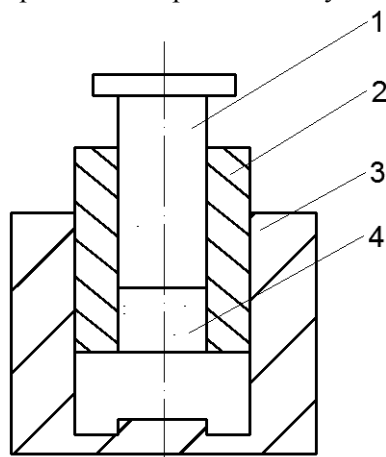


Рис. 1. Принципиальная схема пресс-формы



Рис. 2. Общий вид пресса



Рис. 3. Общий вид матрицы, цилиндра и поршня пресс-формы



Рис. 4. Общий вид пресс-формы

Усилие на образец фиксировали с помощью стрелки пресса. Тарировку силоизмерителя прибора производили с помощью скобы Токаря.

Начальное напряжение – один из основных и решающих факторов релаксации напряжений [2]. Поэтому процесс релаксации напряжений изучали при следующих начальных напряжениях: 10; 15; 20; 25 и 30 МПа.

На рисунке 5 приведены кривые релаксации напряжений толочка «Тары», построенные по экспериментальным данным. Кривые, соответствующие напряжениям 15, 20 и 25 МПа, находятся между кривыми 1 и 2, и для лучшей наглядности на рисунке не показаны.

Процесс релаксации напряжений условно можно разделить на два этапа: первый – неустановившийся с постепенно уменьшающейся скоростью напряжения, второй – установившийся, с постоянной скоростью снижения релаксации напряжений.

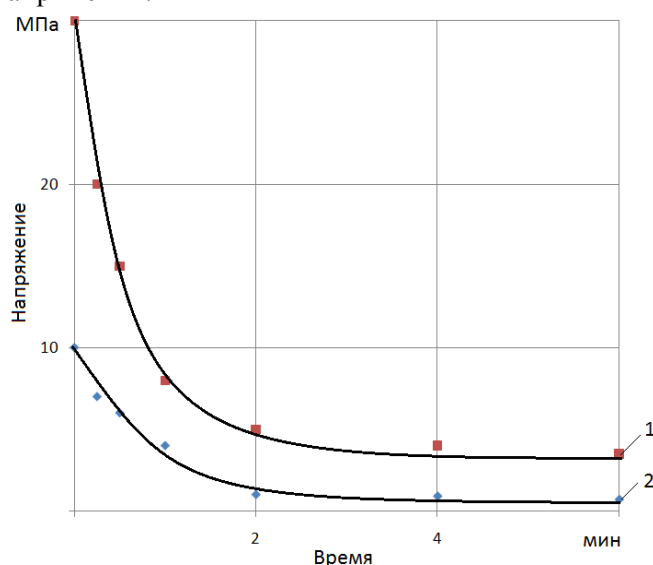


Рис. 5. Релаксация напряжений толочка «Тары» при: 1 – 30 МПа; 2 – 10 МПа.

Практический интерес представляет первый этап релаксации, так как за короткий промежуток времени (около 1 мин) падает большая часть напряжений. Например, при начальном напряжении 30 МПа, падение напряжения в течение 1 минуты составляло 22 МПа, а за последующие 5 минут – всего лишь, примерно, 4 МПа.

Из рисунка 5 видно, что характер кривых релаксации напряжений одинаковый, что позволяет искать для них общую закономерность.

Обработка опытных данных позволила предложить зависимость релаксации напряжений от времени и для первого этапа описывать уравнением вида

$$\sigma = \sigma_0(1 - A\sqrt{\tau}), \quad (1)$$

где: σ – напряжение (давление) в момент времени τ , МПа; σ_0 – начальное напряжение (давление), МПа; A – эмпирический коэффициент, зависящий от вида и состава испытуемого материала; τ – текущее время, мин.

Если разделим обе части уравнения (1) на σ_0 , то получим

$$\frac{\sigma}{\sigma_0} = 1 - A\sqrt{\tau} \quad (2)$$

Построив это уравнение (2) в координатах $\frac{\sigma}{\sigma_0}$ и $\sqrt{\tau}$, можем получить семейство прямых, каждая из которых может соответствовать определенному значению начального напряжения.

На рисунке 6 приведена зависимость $\frac{\sigma}{\sigma_0}$ от $\sqrt{\tau}$ при 10 МПа. Тангенс угла наклона прямой к оси абсцисс дает численное значение коэффициента A , а пересечение прямой с осью ординат есть 1.

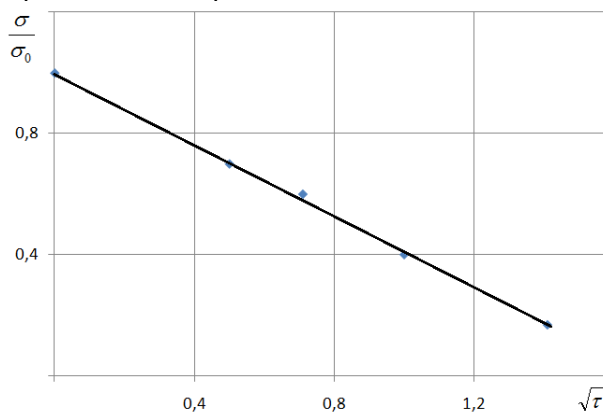


Рис. 6. Зависимость $\frac{\sigma}{\sigma_0}$ от $\sqrt{\tau}$ при 10 МПа

Анализ найденных численных значений коэффициентов A для остальных начальных напряжений показал, что разница между ними составляет не более 3%, поэтому выбрали среднее значение $A=0,61$.

Полученное уравнение релаксации напряжении толочна «Тары» от времени справедливо в интервале начальных напряжений от 10 до 30 МПа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Spandiyarov Y., Nemerebayev M., Ayazbaev T. The pellet mill for feed mix granulation. Scientific Journal Mechanics & technologies. № 1 (47), 2015. 142-144 p.
2. Мачихин, Ю.А. Инженерная реология пищевых материалов [Текст] / Ю.А. Мачихин, С.А. Мачихин. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. – 215 с.

Материал поступил в редакцию 18.07.17.

Е. Спандияров, М.Д. Кенжеходжаев, Т.Б. Изтурганова

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

КӨЛЕМДІК ҚЫСЫЛУ ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ «ТАРЫ» ТАЛҚАНЫНЫҢ КЕРНЕУ РЕЛАКСАЦИЯСЫ

Жұмыста бір өсті көлемдік қысу жағдайындағы «Тары» талқанының кернеу релаксациясы қарастырылған. Зерттелетін өнімнің кернеу релаксациясының уақытқа байланысты ұсынылған теңдеуі 10-30 МПа болатын бастапқы кернеу аралығында ғана дұрыс екені анықталды.

Түйін сөздер: талқан, престоу, жүктеме, релаксация, көлемдік қысылу, деформация.

Y. Spandiyarov, M.D. Kenzhekhodjaev, T.B. Izturganova

Taraz State University named after M.Kh.Dulati, Taraz, Kazakhstan

RELAXATION STRESS OF MILLET "TARY" UNDER CONDITIONS OF VOLUMETRIC COMPRESSION

Relaxation of "Tary" millet under volumetric compression conditions was studied. The proposed equation of stress relaxation of the test product by time is valid in the interval of initial stresses from 10 to 30 MPa.

Keywords: millet, pressing, stress, relaxation, volumetric compression, deformation.

ӘОЖ 664. 144

А.С. Клышбекова

Магистр, аға оқытушы

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ, Қазақстан

КОНФЕТ ТҰРҚЫЛАРЫНЫҢ ӨНДІРІСІНДЕ АСҚАБАҚ ЖӘНЕ АЛМА ЕЗБЕСІН БІРІКТІРІП ҚОЛДАНУ МҮМКІНДІГІ

Жұмыста шикізаттың жергілікті және дәстүрлі емес түрі – асқабақ пен алма езбесінен конфет тұрқыларын дайындау мүмкіндігі зерттелді. Зерттеу жұмысында қолданылатын асқабақ пен алма Қазақстанда кең тараған және арзан көкөністі шикізат болып табылады. Конфет массалары мен дайын конфет тұрқыларының физикалық-химиялық және органолептикалық көрсеткіштері анықталды.

Түйін сөздер: дәстүрлі емес шикізаттар, көкөністер, дәрумендер, минералды элементтер, конфет тұрқылары, асқабақ және алма езбесі.

Қай кезде де салауатты тамақтану мәселесі – мемлекеттік маңызы бар өзекті мәселер қатарына жатады. Тамақ өнеркәсібін жоғары сапалы шикізаттармен қамтамасыз ету ауыл шаруашылығының негізгі мақсаты. Ал, тамақ және қайта өңдеу өнеркәсібінің негізгі мақсаты – денсаулыққа пайдалы өнімдерді қажетті мөлшерде және жеткілікті ассортиментте өндіру.

Экологиялық жағдайдың нашарлауы, өнеркәсіп дағдарысының басталуы мен халық санының артуы, адамзаттың өмір сүру қарқынының өсуі, тамақтану саласына бірқатар өзгерістер әкелді. Оның ішінде тамақ өнеркәсібіндегі өнімдердің көпшілігі адамзат ағзасына кері әсерін беретін химиялық қоспалардан жасалып жатыр. Бұл көбінесе өнімдердің сақтау мерзімін арттыруға бағытталған, пайдалы компонентер мөлшерін азайтауға алып келетін күрделі технологиялық өңдеулерден өтуімен тікелей байланысты. Сонымен қатар, адамзаттың күнделікті тамақтануына қажетті өнімдер құрамында теңестірілген ақуыздар, тағамдық талшықтар мен минералдық заттар мөлшері төмендеп, ал май, консерванттар, химиялық бояғыштар мен тұздар мөлшері артып келеді, сонымен қатар адам ағзасына

әсері әлі толығымен зерттелмеген генетикалық модифицирленген өнім көздерінен алынған тағамдық қоспалардың үлесі қарқынды өсіп келеді [1].

Соңғы жиырма жылдықта «адамдардың денсаулығы мен өмір сүру жағдайының әсері» деген тұжырымда басты орын тамақтану саласына тиесілі екені айқындалды. Сондықтан, өнім құрамына жеміс пен көкөністі қолдану арқылы қоғамды сапалы және тағамдық құндылығы жоғары өнімдермен қамтамасыз ету, өнімдердің ассортиментін кеңейту, құрылымын толық жетілдіру көзделіп отыр. Туындап отырған мәселелердің бірден-бір шешімі – күнделікті қолданылатын қантты өнімдерге көкөніс пен жемістер қосып, тамақ саласындағы өнімдердің жаңа технологиялары мен рецептураларын жете зерттеп, дайын өнімнің құндылығын байыту мәселелері болып отыр [2].

Қазіргі кезде дәстүрлі емес жергілікті шикізаттар көзі болып табылатын құрамында үйлесімді өмір сүруге қажетті ақуыз, дәрумендер, минералдық заттар, тағамдық талшықтарға бай тағамдық және биологиялық құндылығы жоғары қанты кондитер өнімдерін алу мақсаттары алға қойылған. Бұл мақсаттарға жету үшін қанты кондитер өнімдеріне дәстүрлі емес жергілікті шикізат көздерін, соның ішінде көкөніс пен жеміс өнімдерін қолданып биологиялық және тағамдық құндылығы жоғары емдік-профилактикалық бағыттағы дайын өнімдер жасау қызығушылық тудыруда. Дәстүрлі технологиялық үрдістегі негізгі шикізат көкөніс еzbесі ретінде, асқабақ және сәбіз ezbелері, ал жеміс ezbесі ретінде алма ezbесі және осы көкөніс және жеміс ezbелері біріктіріліп қолданылды. Қоспаның құрамында адам ағзасына өте пайдалы В, С, Е және РР тобының дәрумендері бар, сонымен қатар ағзадағы зат алмасуының тез өтуіне әсер ететін Т дәрумені сияқты сирек кездесетін дәрумен бар.

Жергілікті және дәстүрлі емес шикізаттарды енгізу, каротинмен, дәрумендермен және минералды элементтермен байытылған, тағамдық құндылығы жоғары жаппай өндірілетін кондитер өнімдерінің принципіалды жаңа түрлерін алуға, сонымен қатар абрикос ezbесі, алхоры және алма ezbесі сияқты жемісті шикізаттардың негізгі түрлерін көкөністі шикізаттармен тиімді алмастыратын технологияларды жасауға мүмкіндік береді [3].

Кондитер өндірісінде жемістер мен жидектерден дайындалған жартылай өнімдер, оның ішінде алмадан дайындалған ezbелер кеңінен пайдаланылады. Оны мармелад-пастилалы өнімдерді дайындағанда, конфет тұрқыларына жемісті-желелейлі және бұлғанған массаларды дайындау үшін, «Ассорти» конфеттері, карамельдер, торттар, пирожное және т.б. өндіру үшін қолданады. Алма ezbесінің сапасы белгілі дәрежеде жемісті және жемісті-желелейлі кондитер массаларының сапасын құрайды [4].

Аталған жұмыста асқабақ және алма ezbесін біріктіріп қосудың конфет тұрқыларының сапасына әсері зерттелді.

Жұмыстың мақсаты – конфет тұрқыларын өндіру үшін асқабақ және алма ezbелерін біріктіріп қолданудың мүмкіндігін зерттеу болды. Конфет тұрқыларын өндіру технологиясын жасау барысында, алма ezbесі және пісірілген асқабақтан дайындалған eзбе пайдаланылды. Зерттеу нысандары ретінде қанттан, асқабақ ezbесінен, алма ezbесінен, инверт шәрбәтінен, майдан және лимон қышқылынан дайындалған, жемісті-көкөністі конфет тұрқылары болып табылады.

Зерттеуді жүргізу үшін конфет тұрқылары қанттың, асқабақ пен алма ezbесінің келесі қатынастарында дайындалды: К:А-АЕ=0,9:0,7:0,3; 1,0:0,7:0,3; 1,2:0,7:0,3; 1,3:0,7:0,3. Құмшекер рецептураға сәйкес eзбе массасына шаққанда 90, 100, 120 және 130% мөлшерінде қосылды.

Бұл жұмыстың ерекшелігі жемісті-көкөністі конфет тұрқыларын дайындау үшін асқабақ езбесімен бірге алма езбесінің де қолданылуы. Алма езбесі, қант пен езбе қатынасына байланыссыз, асқабақ езбесіне шаққанда 30% мөлшерінде қосылды.

Жемісті-көкөністі конфет тұрқыларын дайындау, сонымен қатар қалыптау келесі түрде жүргізілді.

Конфет массалары мерзімді әдіспен дайындалды. Рецептuralық қоспа құрғақ заттар мөлшері 90, 85, 80 және 75% және соңғы температурасы 115, 110, 100, 95 және 90°C болғанша әбден пісіру арқылы дайындалды. Конфет тұрқыларының тиімді құрғақ заттар мөлшері 84-87% және тиімді соңғы температурасы 92-95°C болып табылады. Әбден пісіру ұзақтығы 30-40 минутты құрады. Берілген параметрлерден ауытқу, тұрқылардың өте жабысқақ және қалыпталуы қиын (төмен температурада және құрғақ заттар мөлшері аз болғанда) немесе қатты, әрі кристалдануына әкеледі.

Әбден пісірілген масса 75-80°C температурада қыздырылды. Сосын масса үстел бетінде жағу әдісімен қалыпталды және 50, 40, 30 және 25°C температураға дейін суытылды. Нәтижесінде тиімді қалыптау температурасы 25°C болатындығы анықталды. 25°C температурада конфет массасы төртбұрышты немесе тіктөртбұрышты жеке тұрқыларға кесілді.

Конфет массаларының және дайын конфет тұрқыларының сапасы келесі физикалық-химиялық көрсеткіштер бойынша анықталды: ылғалдылығы, редуцирлейтін заттар мөлшері, қышқылдығы, тұтқырлығы, жылжу кернеуі, конфет тұрқыларының иілімділік беріктігі; органолептикалық бағалау келесі көрсеткіштер бойынша жүргізілді: түсі, иісі, дәмі, бетінің күйі, консистенциясы және сақтау кезінде конфет тұрқыларының салмақ өзгерісі. Жоғарыда аталған көрсеткіштер бойынша конфет массаларының және дайын конфет тұрқыларының сапалық көрсеткіштері 1-ші және 2-кестелерде келтірілген.

Кесте 1

Конфет массалары мен дайын конфет тұрқыларының физикалық-химиялық сапа көрсеткіштері

Қант пен езбе қатынасы	Сапа көрсеткіштері					
	ылғалдылық, %	редуцирлейтін заттар мөлшері, %	қышқылдық, град	тұтқырлық, Па·с	жылжу кернеуі, Па	тұрғызылғаннан кейінгі конфет тұрқыларының иілімділік беріктігі, кПа
0,9: 0,7:0,3	14	10,6	9,0	47,91	53	9,8
1,0: 0,7:0,3	14	9,8	8,4	61,38	53	10,0
1,2: 0,7:0,3	14	8,2	6,7	98,4	53	10,4
1,3: 0,7:0,3	14	7,4	6,0	125,63	53	10,8

Кесте 2

Дайын конфет тұрқыларының органолептикалық сапа көрсеткіштері

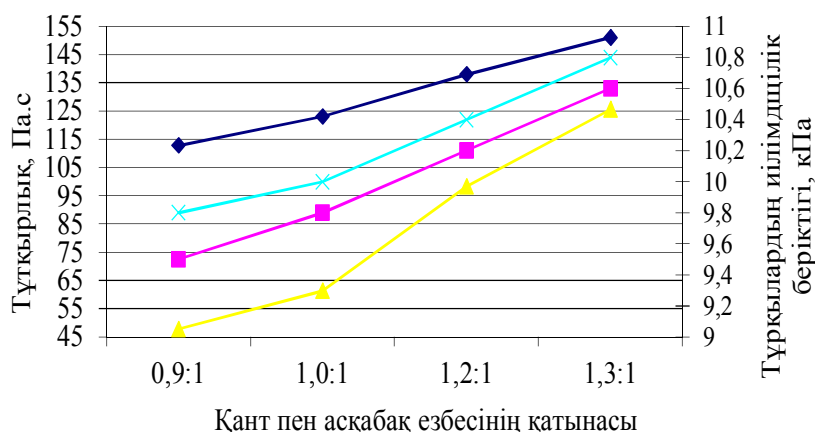
Қант пен езбе қатынасы	Сапа көрсеткіштері
	Органолептикалық бағалау

0,9: 0,7:0,3	Қызғылт-қоңыр түсті, бөтен иіссіз, берілген тұрқы түріне тән, дәмі өте жағымды, әлсіз қышқыл, беті тегіс, мөлдір, консистенциясы жұмсақ, аздап жабысады, жеңіл қалыпталады
1,0: 0,7:0,3	Қызғылт-қоңыр түсті, бөтен иіссіз, берілген тұрқы түріне тән, дәмі жағымды тәтті, беті тегіс, мөлдір, консистенциясы жұмсақ, жабысқақ емес, жеңіл қалыпталады
1,2: 0,7:0,3	Күңгірт қоңыр түсті, бөтен иіссіз, берілген тұрқы түріне тән, дәмі тәтті, беті тегіс емес, қант кристалдары бар, консистенциясы жұмсақ, қиын қалыпталады
1,3: 0,7:0,3	Ашық қоңыр-сары түсті, бөтен иіссіз, берілген тұрқы түріне тән, дәмі аса тәтті, беті тегіс, консистенциясы жұмсақ, аздап жабысады, жеңіл қалыпталады

1-кесте мәндеріне сәйкес, келесі қорытындыны жасауға болады: ылғалдың массалық үлесі 13-15% құрады. Редуцирлейтін заттар мөлшері қант пен езбенің әртүрлі қатынасында 7,4-10,6% құрады. Редуцирлейтін заттардың ең аз мөлшері 1,3:0,7:0,3 қатынасында 7,4% құрады, ал редуцирлейтін заттардың ең көп мөлшері 0,9:0,7:0,3 қатынасында 10,6% құрады. Қышқылдық көрсеткіші 1,3:0,7:0,3 қатынасында ең төмен мәнге ие және 6,0 градусты құрайды, ал 0,9:0,7:0,3 қатынасында ең үлкен мәнге ие және 9,0 градусты құрайды. 1-кесте мәндеріне сәйкес, редуцирлейтін заттар мөлшері мен қышқылдық мәнінің көрсеткіштері, қант мөлшерінің біртіндеп артуына байланысты төмендейтінін анықтауға болады. Конфет массаларының тұтқырлық көрсеткіштері, қант мөлшерінің артуына байланысты жоғарылайды. Конфет тұрқыларының иілімділік беріктігі 9,8-10,8 кПа құрайды. Қант мөлшерінің асқабақ-алма езбесіне қатысты артуына байланысты, конфет тұрқыларының беріктігі өседі. Тек қана асқабақ езбесі пайдаланылған конфет тұрқыларының мәндерімен салыстырғанда, асқабақ-алма езбесі пайдаланылып дайындалған конфет тұрқыларының иілімділік беріктігі жоғары көрсеткіштерге ие және бұл жағдайды конфет тұрқыларына алма езбесін енгізумен түсіндіруге болады.

1-суретте қант пен асқабақ езбесінің және қант пен асқабақ-алма езбесінің қатынасына байланысты, конфет тұрқыларының тұтқырлығы мен иілімділік беріктігінің графигі келтірілген.

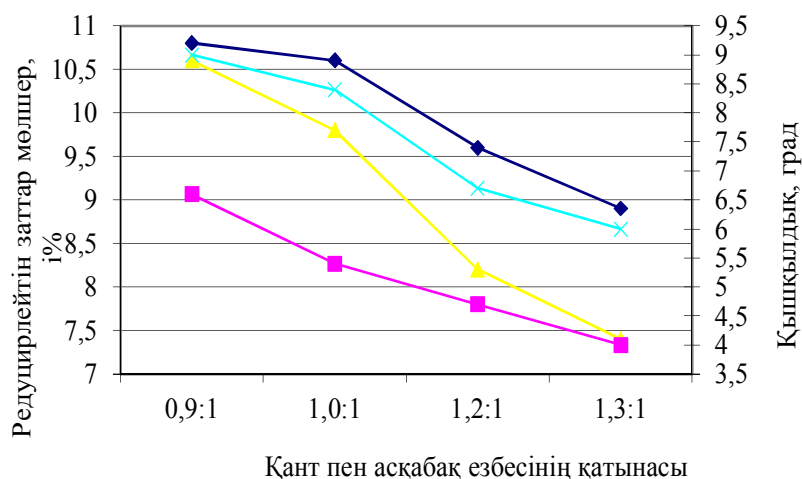
1-сурет мәндеріне сәйкес, конфет массаларының тұтқырлығы мен конфет тұрқыларының иілімділік беріктігі көрсеткіштерінің қант мөлшерінің асқабақ және асқабақ-алма езбесіне қатысты алғанда артатындығы анықталды. Тек қана асқабақ езбесін қолданған жағдайда, массалардың тұтқырлығы, асқабақ-алма езбесін қолданған кездегі массалардың тұтқырлығына қарағанда жоғары болады. Асқабақ-алма езбесін пайдаланған кезде тұрқылардың беріктігі, тек асқабақ езбесін пайдаланған кездегі конфет тұрқыларының беріктігінен жоғары болады. Асқабақ-алма езбесін қолдану барысындағы конфет тұрқыларының иілімділік беріктігі, тек қана асқабақ езбесін қолданған кездегі конфет тұрқыларының иілімділік беріктігімен салыстырғанда жоғары болады. Мұны алма езбесінің жоғары беріктік қасиеттерімен түсіндіруге болады.



1 – қант пен асқабақ езбесінің қатынасына байланысты массалардың тұтқырлығы; 2 – қант пен асқабақ езбесінің қатынасына байланысты тұрқылардың беріктігі; 3 – қант пен асқабақ-алма езбесінің қатынасына байланысты массалардың тұтқырлығы; 4 – қант пен асқабақ-алма езбесінің қатынасына байланысты тұрқылардың беріктігі

Сурет 1. Қант пен асқабақ езбесі және қант пен асқабақ-алма езбесі қатынасының конфет массаларының тұтқырлығы мен конфет тұрқыларының иілімділік беріктігіне әсері

2-суретте қант пен асқабақ Қ:АЕ және қант пен асқабақ-алма Қ:А-АЕ езбесінің қатынасына байланысты, конфет массалары мен конфет тұрқыларының редуцирлейтін заттар мөлшері мен қышқылдығының графигі келтірілген.



1 – Қ:АЕ қатынасына байланысты редуцирлейтін заттар мөлшері; 2 – Қ:АЕ қатынасына байланысты қышқылдық; 3 – Қ:А-АЕ қатынасына байланысты редуцирлейтін заттар мөлшері; 4 – Қ:А-АЕ қатынасына байланысты қышқылдық

Сурет 2. Қант пен асқабақ және қант пен асқабақ-алма езбесінің қатынасының, конфет массалары мен тұрқыларының редуцирлейтін заттар мөлшері мен қышқылдығына әсері

2-сурет мәндеріне сәйкес, конфет массалары мен конфет тұрқыларының құрамындағы редуцирлейтін заттар мөлшері мен қышқылдығы көрсеткіштерінің, асқабақ және асқабақ-алма езбесіне қатысты алғанда қант мөлшерінің біртіндеп артуына байланысты төмендейтіндігі анықталды. Тек қана асқабақ езбесін қолданған кезде массалардың қышқылдығы, асқабақ-алма езбесін қолдану барысындағы массалардың қышқылдығымен салыстырғанда төмен болады. Себебі, асқабақ езбесінің қышқылдығы алма езбесінің қышқылдығымен салыстырғанда төмен келеді.

Тұрқыларды суытқан соң, бір ай мерзім аралығында сақтау кезінде салмақ өзгерісін анықтау үшін, өнім үлгілері техникалық таразыда өлшенді. Сақтау кезінде салмақ өзгерісін анықтау, конфет тұрқыларының үлгілерін әрбір 3 тәулік сайын өлшеу жолымен анықталды. Нәтижесінде, барлық үлгілерде, дайын конфет тұрқылары салмағының айтарлықтай өзгерменгендігі белгілі болды. Бұл жағдай, осы конфет тұрқыларының да сақтау кезіндегі масса шығындарына тұрақты екендігін дәлелдейді.

Конфет тұрқыларына жүргізілген органолептикалық және физикалық-химиялық талдау нәтижесінде асқабақ-алма езбесінің негізінде конфет тұрқыларын өндіру үшін қант пен езбенің Қ:А-АЕ 1,0:0,7:0,3 қатынасы тиімді болып табылатындығы анықталды. Осы тиімді қатынаста конфет тұрқылары қызғылт-қоңыр түсті, бөтен иіссіз, берілген тұрқы түріне тән, жағымды әлсіз қышқыл дәмді, беті тегіс және мөлдір, сонымен қатар жұмсақ жабыспайтын консистенциялы, жеңіл қалыпталатын болады және бұл тұрқыларға мынадай оң физикалық-химиялық көрсеткіштер тән: ылғалдылығы 14%, редуцирлейтін заттар мөлшері 9,8%, қышқылдығы 8,4 град., тұтқырлығы 61,38 Па·с, конфет тұрқыларының иілімділік беріктігі 10,0 КПа. Осылайша, келесі зерттеуді жүргізу үшін қант пен асқабақ-алма езбесінің Қ:А-АЕ 1,0:0,7:0,3 қатынасы таңдалды.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Аксенова, Л.М. Научно-практические основы здорового питания в кондитерской промышленности [Текст] / Л.М.Аксенова // Пищевая промышленность. – 1999. – №9. – С.6-11.
2. Спиричев, В.Б. Витаминно минеральные премиксы при производстве кондитерских изделий [Текст] / В.Б.Спиричев, В.М.Воробьева. // Пищевая промышленность. – 2000. – №5. – С. 40-41.
3. Корячкина, С.Я. Новые виды мучных и кондитерских изделий [Текст] / С.Я. Корячкина. – М.: Орел, 2001.
4. Драгилев, А.И. Технология кондитерских изделий [Текст] / А.И.Драгилев, И.С. Лурье. – М.: Делипрант, 2001. – 484 с.

Материал редакцияға 18.05.17 түсті.

А.С. Клышбекова

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТЫКВЕННО-ЯБЛОЧНОГО ПЮРЕ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОНФЕТНЫХ КОРПУСОВ

Представлены результаты исследований тыквенного и яблочного пюре для производства конфетных корпусов. Применяемые материалы – яблоки и тыква, широко распространены в Казахстане, являются дешевым фруктово-

овощным сырьем. Определены органолептические и физико-химические показатели конфетных масс и готовых конфетных корпусов.

Ключевые слова: нетрадиционные виды сырья, овощи, витамины, минеральные элементы, конфетные корпуса, тыквенное и яблочное пюре.

A.S. Klyshbekova

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

THE POSSIBILITY OF USING THE PUMPKIN AND APPLE PUREE IN CANDY SHELLS PRODUCTION

The results of research of pumpkin and apple purees for the production of candy shells are presented. Applied materials – apples and pumpkin, are widely distributed in Kazakhstan, cheap fruit and vegetable raw materials. Organoleptic and physicochemical indicators of candy masses and ready-made candy shells have been determined.

Keywords: non-traditional raw materials, vegetables, vitamins, mineral elements, candy shells, pumpkin and apple mash.

Машиностроение
и обработка материалов

ӨОЖ 621.311.24

Р.К. Нусипали¹, А.Б. Танабекова²¹Магистр, аға оқытушы, ²Лаборант*М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан***ЦИЛИНДР БЕТТІ ДАЙЫНДАМАЛАРДЫ ЦЕНТРЛЕП БЕКІТЕТІН
ӘМБЕБАП СТАНОКТЫҚ ҚҰРЫЛҒЫ**

Жұмыста құрылысы қарапайым, цилиндр бөлшекті бірден центрлеп бекітетін жобаланған қысқыш құрылғы қарастырылған. Құрылғы стандартты бөлшектерден жасалған, жетегі пневмокамера болғандықтан бөлшекті бекітуге аз уақыт жұмсайды. Пневмо желі істен шыққан жағдайда өңделетін материалды қолмен бекітуге болады. Ұсынылған құрылғының негізгі параметрлерін есептеу әдістемесі көрсетілген.

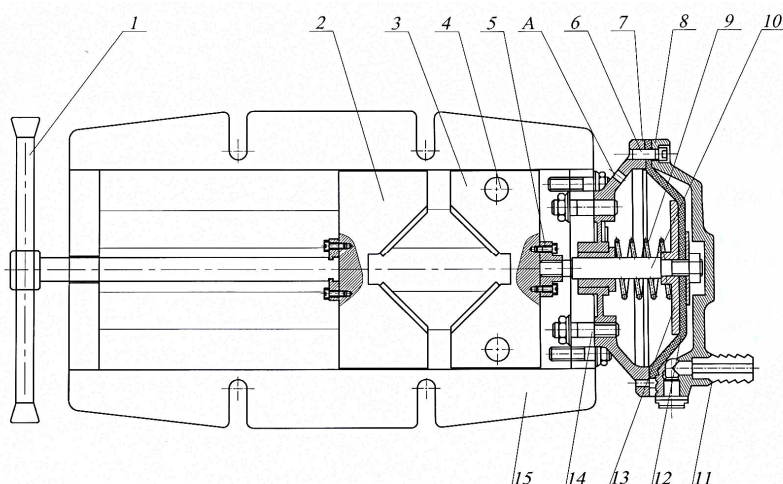
Түйін сөздер: станоктық құрылғы, дайындаманы бекіту, әмбебап құрылғы, цилиндр дайындамаларды бекіту.

Машина жасау өндірісінде жұмыс өнімділігі мен бөлшектің сапасын жоғарылатудың бірден бір жолы – қолайлы саймандар қолдану. Осыған орай болашақ машина жасау өнеркәсібінде үлкен пайдасын тигізетін сайманды (тискіні) жобалау қажет. Қазіргі кезде қолданылып жүрген металл кесетін станоктарда қолданылатын сырты цилиндр бетті дайындаманы центрлеп бекітетін саймандардың бірқатар кемшіліктері бар. Дайындаманың өңделетін бөлігін кескішке дәл алып келу қолайсыз. Көптеген зауыттарда, өнеркәсіптерде металл кесетін станоктарда сырты цилиндр бетті дайындаманы бекітетін станокты тискілер әмбебап емес. Металл кесетін станокқа арналған тискілер цилиндр бетті дайындаманы өңдеуде ыңғайсыздық тудырады және өңдеу дәлдігі тура болмайды.

Осынған орай цилиндр бөлшекті бірден центрлеп бекітетін, дайындаманы жылдам, әрі сенімді қысуға мүмкіндік беретін сайман жобалау өзекті мәселе болып табылады.

Жобаланып отырған құрылғының құрылымы өте қарапайым. Қысқыш құрылғы элементтері мүмкіндігінше стандартты бөлшектерден жасалады. Кейбір стандартты бөлшектер механикалық өңдеу арқылы жасалды. Жобаланған құрылғының қысатын элементі екі түрлі бекіту қысқыштарынан тұрады (1-сурет): біржақты әсер етуші тәрелке пішінді диафрагмалы пневмокамералық қозғалмалы қысқыш призма (4), арнайы тетіктің көмегімен қозғалатын винтті қозғалмалы қысқыш призма (2). Біржақты әсер етуші тәрелке пішінді диафрагмалы пневмокамерасы (4) және винт арқылы жылжып отыратын қозғалмалы қысқыш призмалары (2) бар тискі қажетті станок үстеліне бекітіледі. Дайындаманы тискіге винтті айналдыратын қолтетікпен (1) қозғалмалы қысқыш призманы (2) өстің бойымен қажетті арақашықтыққа жылжыту арқылы және біржақты әсер етуші тәрелке пішінді

диафрагмалы пневмокамера (4) арқылы бекітеді. Біржақты әсер ететін тәрелке пішінді диафрагмалы пневмокамера (4) жоғарғы табактан (8) және төменгі табактан (7), яғни қораптан және қақпақтан тұрады. Олардың арасында бұрандамен (14) штокка (10) бекітілген резіңке матадан жасалған тәрелке пішінді диафрагма (12) қысылып, болат дискіге (11) қатаң бекітілген. Пневмокамера құрылғының қорабына шпилькалармен (5) бекітілген. Қысу күші шток (10) арқылы беріледі. Сығылған ауа үлестіруші краннан штуцер (13) арқылы пневмокамераның штоксыз қуысына беріледі. Штуцер (13) арқылы сығылған ауа берілгенде дискімен (11) бірге диафрагма (12) серіппені (9) қысып, штокты (10) жылжытады. Штоктың (10) резьбалық ұшына тетіктің қысқыш механизміне әрекет ететін итергіш (қысқыш) бекітіледі. Шток (10) бекітпе (5) арқылы қозғалмалы қысқыш призманы (4) қозғалысқа келтіреді. Қозғалмалы қысқыш призма (4) бөлшекті бекітеді. Бөлшекті өңдеп біткеннен кейін ауа қысымын беру тоқтатылады. Сығылған ауа штокты (10) жазықтықтан үлестіруші кран арқылы атмосфераға жіберіледі. Сол кезде шток (10) серіппе күшімен дискіге (11) бекітілген диафрагмамен (12) бастапқы орнына кері қайтады. Штоктың (10) жұмысшы жүрісі кезінде сол қуыстан ауаның шығуы үшін А тесігі қызмет етеді.



Сурет 1. Цилиндр бетгі бөлшектерді центрлеп бекітетін қысқыш құрылғы сұлбасы

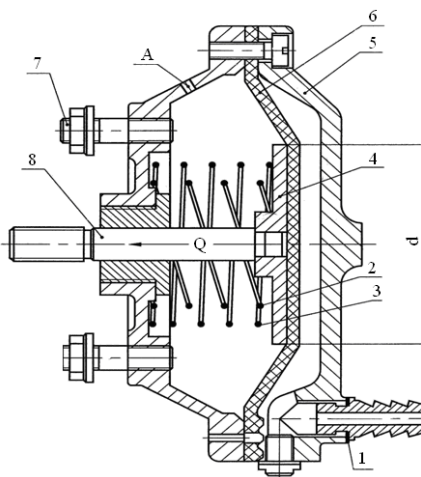
Құрылғымен бөлшекті бекіту үшін винтті қозғалмалы қысқыш призманы (2) қажетті арақашықтықта орналастырылады. Бұл қозғалмайтын, яғни бекітілген қысқыштың ролін атқарып тұрады. Енді дайындаманы біржақты әсер ететін тәрелке пішінді диафрагмалы пневмокамера (4) арқылы бекітіледі. Штуцер (13) арқылы ауа жіберіледі. Сығылған ауа берілгенде диафрагма (12) серіппені (9) қысып, штокты (10) жылжытады. Осы кезде қозғалмалы қысқыш призма (4) жылжып, бөлшекті бекітеді. Бөлшекті өңдеп біткеннен кейін ауа қысымын беру тоқтатылады. Ауа А тесігі арқылы атмосфераға шығады. Сол кезде қысылып тұрған серіппе (9) созылып, штокты (10) бастапқы орнына алып келеді. Осының арқасында қозғалмалы қысқыш призма (4) кері қайтып, бөлшекті босатады. Өңделген бөлшекті алып, орнына келесі бөлшекті қойып, жоғарыда айтылған операциялар қайталанады.

Егер белгілі бір себептермен пневмокамера істен шығып қалса пневмокамера арқылы қозғалатын қысқыш призма (4) бекітіліп қойылады. Ол үшін қозғалатын қысқыш призмаға (4) және қысқыш призма жолына арнайы кетік ойма (3) ойылады. Осы ойма арқылы қозғалмалы қысқыш призманы (4) орнынан жылжып кетпеу үшін шпилькамен бекітіледі. Сонда бұл призма қозғалмайтын қысқыштың ролін атқарады. Ал бөлшекті винтті қысқыш призма (2) арқылы қажетті арақашықтықта қысып бекітіле береді. Бөлшекті өңдеу жұмыстары аяқталғаннан соң винтті қысқыш призма (2) қолтетік (1) арқылы босатылып, дайын бөлшек алынып, орнына келесі бөлшек жоғарыда айтылған операциялар ретін қайталау арқылы орнатылады.

Жобаланып отырған құрылғының бекіту элементі етіп призма таңдалды. Себебі призмамен цилиндр бетті бөлшекті бекіткенде төменде көрсетілгендей артықшылықтар береді:

- бекітілетін бөлшек бірден төрт жағынан бекітіледі;
- бөлшекті әрқашан белгіленген бір орында орналастыруды қамтамасыз етеді;
- бірден центрлеп бекітеді [1].

Тискінің қысқыш элементінің жетегі ретінде біржақты әсер ететін тәрелке пішінді диафрагмалық пневмокамера (2-сурет) таңдалды. Себебі диафрагмалық пневмокамераларды қолдану жұмысты орындау барысында көптеген артықшылықтарға ие [2].



1 – штуцер; 2, 3 – серіппе; 4 – диск; 5 – қорап; 6 – диафрагма; 7 – шпилька; 8 – шток.

Сурет 2. Біржақты әсер етуші тәрелке пішінді диафрагмалы пневмокамера сұлбасы

Пневможетекті қолданудың төмендегідей тиімділіктері бар [2]:

- құрылымы қарапайым;
- құрылғыдағы қысқыш құрылғыларды басқару қарапайым;
- камералар ықшамды және салмағы үлкен емес;
- пневмокамералардың диафрагмаларын ұзақ мерзімде қолданады;
- қолмен немесе гидрожетектермен бекітуге қарағанда жылдамдығы жоғары;
- бөлшекті қысу және босатуға кеткен уақытты төрт немесе сегіз есе азайтады, пневможетектің әрекет ету жылдамдығы 0,5-1,2 с;

- құрылғыдағы бөлшекті қысу күші тұрақты;
- бөлшекті қысу күшін реттеу мүмкіншілігі бар;
- адамды қол жұмысынан босатады;
- жұмыс өнімділігін арттырады.

Пневматикалық жетекті іске келтіретін энергия көзі – сығылған ауа. Пневмокамераларды пневмоцилиндрлермен салыстырғандағы артықшылықтары мынадай:

- конструкциясы қарапайым;
- пневмоцилиндрге қарағанда арзан;
- өңделетін бетте аз дәлдік пен тазалықты талап етеді.

Біржақты әсер ететін пневмокамерада ауаның шығып кету қаупі туындамайды [3].

Цилиндр бетті бөлшектерді бекітетін қысқыш құрылғыны есептеу. Дайындаманы құрылғы арқылы өндегенде әсер етуші күштер: ауырлық күші, көлемдік күштер, айналу моменті, центрден тебу күші, үйкеліс күші және бекіту күші.

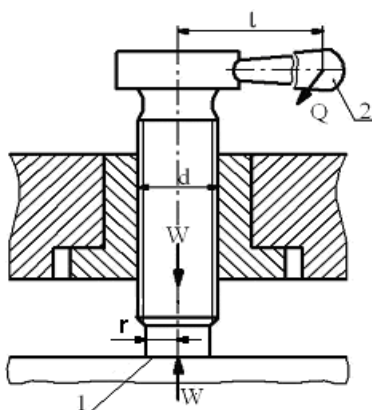
Өңдеу кезінде дайындама бірыңғай тұрақты қалыпты, тепе-теңдікті сақтау керек. Күштерді есептеу мақсаты өңдеу кезінде дайындамаға әсер ететін күштерді анықтап, осы тұрақтылықты қамтамасыз ету және оларды тепе-теңдікке келтіру.

Дайындамалардың массасы мен өлшемдері үлкен болған жағдайда бекіту күшін есептеуде оның ауырлық күші ескеріледі [4].

Винттің қысу күшін есептеу. Қолмен басқарылатын винтті қысу құрылғылары дайындаманы бекітудің қарапайымдылығымен және сенімділігімен станок құрылғыларында кең қолданыс тапқан. Винтті қысу құрылғыларының кемшілігі: бөлшекті қысуға және босатуға қосымша уақыт кетеді; жұмысшылардың қол күшін қажет етеді.

Винтті қысу құрылғылары бөлшекті қолмен қысқанда пайдаланылады. Винтті қысу құрылғысымен құрылғыдарда бөлшектерді қысу жұмыстары винттің соңына орнатылған кілттің, тұтқаның, гайканың, гайка-бастиектердің көмегімен орындалады. Қысқыш винт пен гайка қаттылығы HRC 30-35 болатын 35, 45 маркалы болаттан және үшінші класты бұранда дәлдігімен жасалады [5].

3-суретте тұтқаға әсер ететін күш Q мен қысу күші W әсер ететін винтті қысу құрылғысының сұлбасы көрсетілген.



1 – қысу құрылғысының жазық беті; 2 – тұтқа

Сурет 3. Винтті қысу құрылғысының сұлбасы

Винтті қысқышпен бөлшекті қысқанда әсер ететін күш тұтқаның ұзындығына l , әсер етуші күш Q мөлшерінен, қысқыш беттің формасына, винттің бұрандасының түріне байланысты.

Гайканың бұралу моменті келесі формуламен анықталады:

$$M_1 = Q \cdot l, \quad (1)$$

мұндағы: $Q = 11 - 20$ кгс – жұмысшының бұрайтын кілтке немесе тұтқаға түсіріп отырған күші; l – винт өсі мен салынған күштің Q арасындағы қашықтық ($l \approx 14d$, мұндағы d – бұранданың сыртқы номиналды диаметрі, мм).

$$l = 14 \cdot d = 14 \cdot 24 = 336 \text{ мм}$$

Сонда

$$M_1 = 11 \cdot 336 = 3696 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Бұрандалы қосылыстағы үйкеліс күшінің моменті төмендегі формуламен анықталады [5]:

$$M_2 = W \cdot r_{cp} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi), \quad (2)$$

мұндағы: W – өстік күш; $r_{cp}=12$ – винт бұрандасының орташа радиусы, мм; $\alpha \approx 2^\circ 30' - 3^\circ 30'$ – бұранданың айналымының көтерілу бұрышы; винттің немесе болттың өздігінен тежелу шарты ($\alpha \leq 6^\circ 30'$):

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{S}{2\pi \times r_{cp}}, \quad (3)$$

мұндағы: φ – бұрандалы жұпта көрсетілген үйкелу бұрышы - $\varphi = 6^\circ 30'$; r – винттің соңындағы цилиндр бөлігінің радиусы, мм; $S=3$ – бұранда қадамы, мм [6].

Сонда

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{3}{2 \cdot 3,14 \cdot 12} = \frac{3}{75,36} = 0,039$$

$$\operatorname{tg}\varphi = \operatorname{tg} 6^\circ 30' = 0,11$$

Гайканың тірек бетіндегі үйкеліс күшінің моменті:

$$M_3 = W \cdot \frac{f}{3} \cdot \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2}, \quad (4)$$

мұндағы: $f = 0,1-0,15$ – гайканың тірек бетіндегі үйкеліс коэффициенті; D – гайканың сақиналы бетінің сыртқы диаметрі; d – гайкадағы болтқа арналған тесігінің диаметрі; әдетте $D = 1,7d$ қабылданады [5].

Сонда

$$D = 1,7 \cdot d = 1,7 \cdot 24 = 40,8 \approx 41 \text{ мм}$$

Жүйенің тепе-теңдік шартынан

$$M_1 = M_2 + M_3, \quad (5)$$

(1), (2), (4) теңдіктерін (5) формуласына қойып келесі теңдеуді аламыз:

$$M_1 = Q \cdot l = W \cdot \left[r_{cp} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \frac{f}{3} \cdot \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} \right] \quad (6)$$

Осыдан қысу күші W анықталады:

$$W = \frac{Q \cdot l}{r_{cp} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \frac{f}{3} \cdot \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2}}. \quad (7)$$

Сонда

$$W = \frac{11 \cdot 336}{12 \cdot (0,039 + 0,11) + \frac{0,1}{3} \cdot \frac{41^3 - 24^3}{41^2 - 24^2}} = \frac{3696}{1,79 + 0,03 \cdot 50} = \frac{3696}{2,69} = 1374 \text{ Н}$$

Винттің тұтқаны бекіткен жеріндегі, яғни әлсіз жеріндегі беріктікті де тексеру ұсынылады. Бұл бетте M_1 моментінің әсер етуімен айналуға күштер түседі [5]:

$$\tau = \frac{M_1}{W_p}. \quad (8)$$

Полярлы момент кедергісінің W_p мөлшерін келесі формуламен анықтауға болады:

$$W_p = \frac{\pi d^3}{16} \approx 0,2d^3, \quad (9)$$

мұндағы d – винт бұрандасының сыртқы номиналды диаметрі.

Сонда

$$W_p = \frac{\pi d^3}{16} = \frac{3,14 \cdot 24^3}{16} = \frac{43407}{16} = 2713 \text{ мм}^3$$

Осыдан

$$\tau = \frac{M_1}{W_p} = \frac{3696}{2713} = 1,36$$

Есептелген күш рұқсат етілген күштеумен салыстырылады. Олар анықтамадан алынады немесе жуық шамамен анықталады [5].

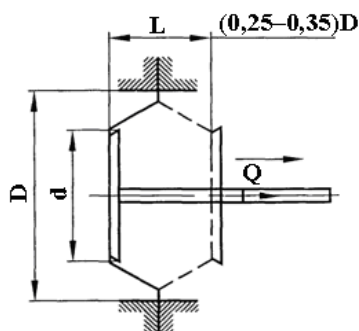
Келесі кезекте пневмо камераның қысу күшін есептейміз. Пневмокамераның жұмысын анықтайтын негізгі өлшемі ретінде штоктағы күш Q пен штоктың жұмысшы жүрісінің ұзындығын алады.

Пневмокамерада штокқа түсетін күш штоктың бастапқы орнынан соңғы орнына жылжуынан ауысып отырады. Пневмокамерадағы шток жүрісінің оптималды ұзындығы диафрагма диаметріне D , оның қалыңдығына h , материалына, диафрагманың тіреуіш дискілерінің формасы мен диаметріне d байланысты болады.

Егер пневмокамераның штогын жұмысшы жүрістің барлық ұзындығына дейін жылжытсақ, онда штоктың соңғы жүрісінде сығылған ауаның барлық энергиясы диафрагманың серпінді деформациясына шығарылады. Ал штоктағы пайдалы күш 0-ге дейін төмендейді. Сондықтан диафрагманы штоктың барлық жұмысшы жүрісіне емес, штоктың соңғы жүрісінде күштің шамасы штоктың бастапқы орнындағы күшінің 80-85% құрайтындай, тек қана бір бөлігінде қолданылады [5].

4-суретте штоктың бастапқы және соңғы қалпындағы жүрістерінің оптималды ұзындығы көрсетілген.

Диафрагмалы пневможетектерді дұрыс таңдау мен қолдану үшін олардың күштік (Q , Q_1 , p) және геометриялық (D , d) параметрлерінің арасындағы байланысты орнату керек.



Сурет 4. МЕСТ 2924-45 бойынша бельтинг матасынан жасалған тәрелке тәріздес резіңке-маталы диафрагма штогының бастапқы және соңғы қалпындағы жүрістерінің оптималды ұзындығы

Резіңкелік матадан жасалған біржақты әсер ететін тәрелке тәріздес немесе жазық диафрагмалы пневмокамера штогының жуықтап алынған Q күші:

Бастапқы орнында

$$Q = \frac{\pi \cdot (D + d)^2 \cdot p}{16} - Q_1, \quad (10)$$

мұндағы: $D=150$ мм= 15 см-диафрагманың ішкі диаметрі; $d= 88$ мм = $8,8$ см – тіреуіш шайбаның диаметрі; $p=4$ кгс/см²-ауаның қысымы.

P-25 – серіппенің кедергісі. 9-кесте [7] бойынша, МЕСТ 13772-68 сәйкес дайындалған, материалы Сталь 65Г6, сыртқы диаметрі 38 мм серіппе таңдап алынып, сол кесте бойынша серіппе күші қабылданады: $q = 25$ кгс= 250 Н.

Сонда

$$Q = \frac{3,14 \cdot (15 + 8,8)^2 \cdot 4}{16} - 25 = \frac{7115}{16} - 25 = 444,7 - 25 = 419,7 \text{ кгс} = 4197 \text{ Н}$$

Шток $0,3D$ ұзындыққа жылжығанда:

$$Q = \frac{0,75\pi(D + d)^2 \cdot p}{16} - Q_1. \quad (11)$$

Сонда

$$Q = \frac{0,75 \cdot 3,14(15 + 8,8)^2 \cdot 4}{16} - 25 = \frac{5336}{16} - 25 = 308,5 \text{ кгс} = 3085 \text{ Н}$$

Диафрагмалы пневмокамераның штоксыз бөлігіне сығылған ауаны бергендегі штоктың Q күші:

$$Q = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot p}{4} - Q_1. \quad (12)$$

Сонда

$$Q = \frac{3,14 \cdot 8,8^2 \cdot 4}{4} - 25 = \frac{973}{4} - 25 = 243 - 25 = 218 \text{ кгс} = 2180 \text{ Н}$$

Шток $0,22D$ ұзындыққа жылжығанда:

$$Q = \frac{0,9\pi \cdot d^2 \cdot p}{4} - Q_1. \quad (13)$$

Сонда

$$Q = \frac{0,9 \cdot 3,14 \cdot 8,8^2 \cdot 4}{4} - 25 = 219 - 25 = 194 \text{ кгс} = 1940 \text{ Н}$$

Біржақты әсер ететін пневмокамера штогының бастапқы орнынан соңғы орнына дейінгі оптималды ұзындығы [5]

$$L=(0,25-0,35)D; \quad (14)$$

Сонда

$$L = 0,25 \cdot D = 0,25 \cdot 15 = 37,5 \text{ мм}$$

$$L = 0,35 \cdot D = 0,35 \cdot 15 = 52,5 \text{ мм}$$

$$L_{opt} = \frac{L_1 + L_2}{2} = \frac{37,5 + 52,5}{2} = \frac{90}{2} = 45 \text{ мм}$$

$$L = 45 \text{ мм}$$

Тискінің қысу күшін есептеу үшін диафрагманың өстік күшін ПӘК-не көбейту қажет ($\eta=0,9$):

$$W = Q \cdot \eta = 3085 \cdot 0,9 = 2776,5 \approx 2778 \text{ Н}$$

Құрылғының негізгі көрсеткіштерін қабылдау. Пневмокамераның негізгі өлшемдері 1-кестеде көрсетілген. Құйылған қорабы және тәрелке пішіндес диафрагмасы бар біржақты әсер ететін пневмокамераның негізгі өлшемдері миллиметрмен өлшенеді.

Кесте 1

Пневмокамераның негізгі өлшемдері

Сыртқы диаметр, D_1		Ішкі диаметр, D		Тәрелкенің диаметрі d	Штоктың ең үлкен қысымы, кгс	Штоктың жүрісі, L	D_2	D_3	D_4	H	h	l	l_1	Ең кіші l_2
Қораптың	Диафрагманың	Қораптың	Диафрагманың											
200	198	150	148	88	325	35	125	100	4	94	10	35	35	45

Диафрагмалардың есептік диаметрлері D МЕСТ 9887–61 бойынша таңдалады. Диаметрлерді келесі қатардан таңдау керек: 125, 160, 200, 250, 320, 400 мм. Бұлар пневмокамералардың құрылысында ең көп қолданылатын түрлері [3].

Осы кестеден қораптың сыртқы диаметрі $D_1=200$ мм болатын диафрагмалық пневмокамера қабылданды.

Камераның қорабы мен қақпағы сұр шойыннан құйылып жасалады. Кейде аз көміртектегі болаттан қалыптап жасалады. Сонымен қатар АЛ9В, АЛ10В алюминий қорытпаларынан және волокнит пластмассасынан да әзірленеді.

Тәрелке пішіндес диафрагмалар престеліп жасалады. Материалы – екі жағынан майға тұрақты резінкемен жабылған, МЕСТ 2924–45 бойынша дайындалатын төрт қабатты бельтинг матасы. «Каучук» резінке-техникалық зауытында өндіріледі [5].

Диафрагма қалыңдығының t оның диаметріне D тәуелділігі 2-кесте бойынша таңдалады.

Кесте 2

Диафрагма қалыңдығының t оның диаметріне D тәуелділік кестесі

Диафрагманың есептік диаметрі D , мм	90-160	200	250	320	400
Диафрагманың қалыңдығы t , мм	3-4	4-5	5-6	6-8	8-10

Диафрагма қалыңдығы $t=4$ мм деп қабылданады.

Дисктердің (тіреуіш шайбалардың) диаметрін d диафрагманың D және t шамаларының тәуелділігінен анықтау керек:

1) резіңке-маталық диафрагма үшін $d = 0,7D$;

2) резіңке диафрагма үшін $d = D - 2t - (2 \div 4)$ мм.

Диафрагманың диаметрлерінің d негізгі қатары үшін дисктің диаметрлері 3-кесте бойынша таңдалады.

Кесте 3

Дискінің ұсынылатын диаметрлері d

Диафрагма диаметрі D , мм		125	160	200	250	320	400
Дискінің диаметрі d , мм	Резіңке-маталық диафрагма үшін	88	115	140	175	225	280
	Резіңке диафрагма үшін	115	150	186	235	300	375

Диафрагма қалыңдығына байланысты бекіту элементтерінің негізгі көрсеткіштері төменде көрсетілген кестеден (4-кесте) таңдалды.

Кесте 4

Диафрагманың бекіту элементтерінің көрсеткіштері

Диафрагманың қалыңдығы	K	a_1	S	a_2	r_1	a_3	c	$r_1=t$
4	12	5	1,8	0,5	0,5	6	0,5	4

Винтті механизмге М24 бұрандасы 10-кестеден [6] қабылданды. Кесте бойынша винт қадамы $S=3$ мм, тұтқа ұзындығы $l=310$ мм, қажетті күш $Q=13,0$ кгс= 130 Н, қысу күші $W=230$ кгс= 2300 Н деп қабылданды.

Жұмыстың нәтижесінде құрылысы қарапайым, цилиндр бөлшекті бірден центрлеп бекітетін, жетегі пневмокамера болғандықтан бөлшекті бекітуге аз уақыт жұмсайтын, стандартты бөлшектерден жасалған, пневмо желі істен шыққан жағдайда қолмен бекітуге болатын қысқыш құрылғы жобаланған және негізгі параметрлерін есептеу әдістемесі көрсетілген. Бұл құрылғыды сериялы өндірістерде қолданған тиімді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. Клепиков, В.С. Проектирование технологической оснастки [Текст]: учебное пособие / В.С. Клепиков. – М.: МГИУ, 2008. – 76 с.

2. Косов, Н.П. Технологическая оснастка: вопросы и ответы [Текст]: учебное пособие для вузов / Н.П. Косов, А.Н. Исаев, А.Г. Схиртладзе. – М.: Машиностроение, 2005. – 304 с.
3. Корцаков, В.Ц. Основы конструирования приспособлений [Текст]: учебник для вузов / В.Ц. Корцаков. – М.: Машиностроение, 1983. – 277 с.
4. Косов, Н.П. Станочные приспособления [Текст]: Справочное пособие / Н.П. Косов. – М.: Машиностроение, 1968. – 234 с.
5. Белозёров, В.А. Проектирование технологической оснастки [Текст]: Учебное пособие / В.А. Белозёров, Н.Н. Абрамова. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2008. – 112 с.
6. Антонюк, В.Е. Справочник конструктора по расчету и проектированию станочных приспособлений [Текст] / В.Е. Антонюк, В.А. Королев, С.М. Башеев. – Минск: «Беларусь», 1969. – 392 с.

Материал редакцияга 25.02.17 түсті.

Р.К. Нусипали, А.Б. Танабекова

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

САМОЦЕНТРИРУЮЩЕЕ УНИВЕРСАЛЬНОЕ СТАНОЧНОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗАГОТОВОК

В работе рассмотрено спроектированное самоцентрирующее зажимное устройство для закрепления заготовок круглого сечения, отличающееся простотой конструкции, не требующего усилий для закрепления заготовок в связи с наличием пневмопривода. Устройство сделано из стандартных деталей, при неполадке пневмопривода можно закрепить деталь вручную. Представлен метод вычисления основных параметров предложенного устройства.

Ключевые слова: станочное приспособление, закрепление заготовок, универсальное приспособление, закрепление цилиндрических заготовок.

R.K. Nusipali, A.B. Tanabekova

Taraz State University named after M.Kh.Dulati, Taraz, Kazakhstan

SELF-CENTERING UNIVERSAL MACHINE TOOLS TO ATTACH A CYLINDRICAL BILLETS

A self-centering clamping device for fastening round-billets is presented, which is characterized by simplicity of construction, which does not require any effort to secure the workpieces due to the presence of the pneumatic drive. The device is made of standard parts, in case of a malfunction of the pneumatic actuator it is possible to fix the part manually. A method for calculating the basic parameters of the proposed device is presented.

Keywords: machine tool accessories, fastening pieces, universal attachment, fastening cylindrical workpieces.

УДК 621.878.25

Т.С. Жүсіп¹, Ж.А. Дүйсебаев², Б.Л. Мельдебек³

¹Канд. техн. наук, и.о. доцента, ²Старший преподаватель, ³Магистрант
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан
Электронная почта: ¹Dzhusipov76@mail.ru

ВЛИЯНИЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ БУЛЬДОЗЕРА С ПОВОРОТНЫМ ОТВАЛОМ

Для улучшения курсовой устойчивости бульдозера с поворотным отвалом при больших углах установки отвала в плане применен дополнительный горизонтальный нож. Дополнительный нож смонтирован впереди отвала с поворотом в противоположном направлении углу установки отвала в плане.

Ключевые слова: бульдозер, поворотный отвал, дополнительный нож, угол установки, стенд, усилия.

Об эффективности применения дополнительного ножа, установленного впереди отвала бульдозера с поворотным отвалом и автогрейдера, приведены в работах [1-3], посвященных дальнейшему усовершенствованию конструкции рабочего оборудования землеройно-транспортных машин. Вместе с тем, отсутствуют исследовательские работы по определению рациональных параметров подобного дополнительного оборудования к бульдозерам. Поэтому данная работа направлена на исключение отмеченного пробела в области изучения рабочего процесса бульдозера с дополнительным ножом. В соответствии с этим в лабораторных условиях ТарГУ им. М.Х. Дулати проводились экспериментальные исследования на стенде для физического моделирования рабочих процессов землеройных машин. Техническая характеристика и описание стенда приведены в предыдущих работах [4] авторов статьи.

Для изучения рабочего процесса использовался эквивалентный грунт.

В результате анализа поисковых экспериментов и априорной информации определены уровни и интервалы варьирования факторов. В качестве выходных параметров установлены лобовое P_1 и боковое P_2 составляющие сопротивления копанию грунта.

Методика экспериментальных исследований разработок грунта с физическими моделями отвала с дополнительным упорным ножом базировалась на принципах многофакторного анализа с использованием матриц рототабельного плана при четырех варьируемых факторах: угла установки отвала φ_o , угла установки дополнительного ножа φ_n , глубины резания h грунта и скорости резания V грунта.

Уровни факторов и интервалы варьирования приведены в таблице 1.

Перед проведением опытов производилась тарировка тензометрического элемента путем подвешивания к нему эталонных грузов. Перед началом опытов контролировалась влажность грунта.

Измерение составляющих сопротивления копанию грунта (P_1 и P_2) осуществлялось с помощью тензометрической аппаратуры при

установившемся режиме копания грунта. На стенде также установлены датчики регистрации пройденного пути тележки.

Таблица 1

Уровни факторов и интервалы варьирования

Факторы	Уровни факторов					Интервалы варьирования
	-2	-1	0	+1	+2	
$X_1 (\varphi_o)$ угол установки отвала, град	21	27	33	39	45	6
$X_2 (\varphi_n)$ угла установки дополнительного ножа, град	15	20	25	30	35	5
$X_3 (h)$ – глубина резания, мм	4	8	12	16	20	4
$X_4 (v)$ скорость резания, м/с	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	0,5

Одновременно наблюдалась картина процесса разработки грунта путем замеров, зарисовок и фотографирования.

Обработка экспериментальных данных позволила получить регрессионные модели, определяющие зависимость функций отклика от варьируемых факторов:

Для лобового усилия грунта копанию; Н

$$P_1 = 47,25 + 2,37x_2 - 2,38x_4 + 1,9x_1^2 + 6,36x_4^2 - 1,78x_{14} - 3,57x_{24} - 2,68x_{34}$$

Для бокового усилия грунта копанию; Н

$$P_2 = 8,5 + 0,66x_1 + 2,1x_1^2 + 1,85x_2^2 + 0,5x_{12}$$

Переход от кодированного вида к натуральным значениям переменных осуществляется по формуле:

$$X_i = X_i E + X_{oi}$$

где: X_i - натуральное значение фактора; X_i - кодированное значение фактора; E – кодированное значение интервала варьирования фактора; X_{oi} - кодированное значение фактора на нулевом уровне.

На рисунках 1 и 2 представлены графики зависимости функции отклика (P_1 и P_2) от угла установки отвала в плане (φ_o) и угла установки дополнительного упорного ножа (φ_n). Экспериментально нами установлено значение угла установки отвала в плане (φ_o), где проявляется наименьшее значение P_2 (при $\varphi_o = 27^0 \dots 39^0$), хорошо согласуется с результатами исследований предшествующих авторов, где констатируется «энергоемкость косоугольного копания отвалом с параметрами, обеспечивающими наиболее интенсивный сход грунта отвала, в 2-3 раза меньше энергоемкости

лобового копания при угле захвата отвала 30...40° [5]. При угле $\varphi_n = 15^\circ$ значение P_2 остается существенным и с увеличением этого угла до 25° происходит постоянное снижение P_2 достигая наименьшего значения. При дальнейшем росте φ_n наблюдается увеличение значения P_2 .

В условиях наличия дополнительного упорного ножа на отвале зависимость лобового усилия резания P_1 от скорости резания (V) (рис. 1) качественно совпадает с известными результатами исследований. В пределах исследуемого диапазона скорости резания значение лобового усилия резания P_1 имеет незначительное изменение, что подтверждает сходство с результатами исследований академика В.П. Горячкина, где увеличение скорости (V) в пять раз (с 0,4 до 2,0 м/с) привело к возрастанию всего на 12% сопротивления копанию грунта сельскохозяйственным плугом P_k .

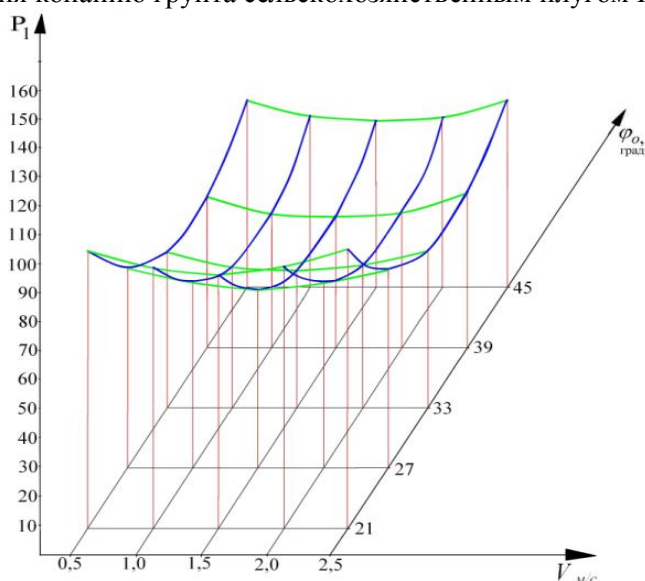


Рис. 1. Зависимости лобового усилия резания P_1 от угла установки отвала в плане (φ_o) и скорости резания (V)

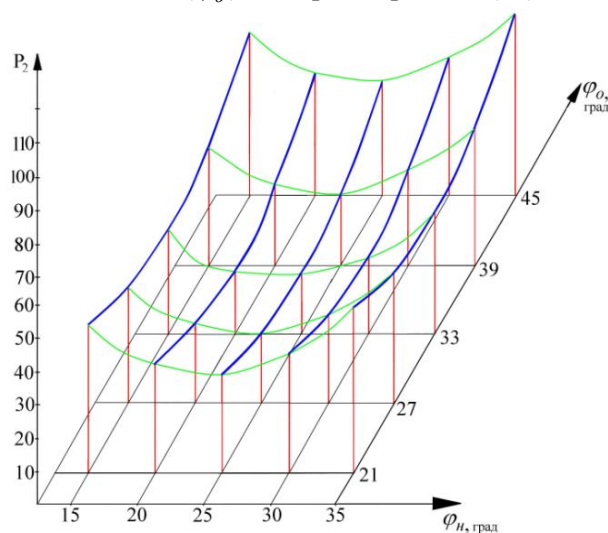


Рис. 2. Зависимость бокового усилия резания P_2 от угла установки отвала в плане (φ_o) и дополнительного упорного ножа (φ_n)

Зависимости бокового составляющего сопротивления копанию грунта P_2 от углов установки отвала в плане φ_o и дополнительного ножа φ_n представлены на рис.2. Следует отметить, что P_2 имеет четко выраженную область минимального значения при определенном диапазоне изменений значений φ_o и φ_n . Таким образом, при углах $\varphi_o = 27^\circ \dots 39^\circ$ и $\varphi_n = 20^\circ \dots 30^\circ$ наблюдается наименьшее значение P_2 . При угле $\varphi_n = 15^\circ$ значение P_2 остается существенным и с увеличением этого угла до 25° происходит постоянное снижение P_2 достигая наименьшего значения. При дальнейшем росте φ_n наблюдается увеличение значения P_2 .

Выводы. По результатам экспериментальных исследований рабочего процесса англодозера, оснащенного дополнительным упорным ножом впереди отвала, получены регрессионные модели, адекватно описывающие зависимости лобового (P_1) и бокового (P_2) составляющих сопротивления копанию грунта от угла установки отвала в плане (φ_o) и угла установки дополнительного упорного ножа (φ_n). Определена область минимального значения (P_2) в определенном диапазоне изменений углов (φ_o) и (φ_n). При углах $\varphi_o = 27^\circ \dots 39^\circ$ и $\varphi_n = 20^\circ \dots 30^\circ$ наблюдается наименьшее значение P_2 .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мырзашев, С.М. Влияние угла установки отвала и ножа в плане на эффективность землеройной машины [Текст] / С.М. Мырзашев, М. Абдигалиев, С.И. Шотанов, Р.К.Токсамбаева, Т.С. Джусипов // Вестник ТарГУ им. М.Х. Дулати, 2005.
2. Авторское свидетельство СССР №1760028. Абдигалиев М., Кадыров Ж.О., Шотанов С.И.
3. Хмара, Л.А. Исследование копания грунта бульдозером с двухножевым рабочим органом [Текст] / Л.А. Хмара, С.В. Шатов, В.И. Баловнев, В.В. Мелашич // Строительные и дорожные машины. – 1979. – №3. – С. 21-22.
4. Абдигалиев, М. Экспериментальный стенд для проведения лабораторных исследований рабочих процессов на физических моделях рабочих органов землеройных машин [Текст] / М. Абдигалиев, С.И. Шотанов, Т.С. Жүсіп, Р.К. Токсамбаева // Вестник ТарГУ им. М.Х. Дулати, 2010.
5. Зеленин, А.Н. Косое резание и копание грунта [Текст] / А.Н. Зеленин, Л.В. Красильников. [?].

Материал поступил в редакцию 17.10.17.

Т.С. Жүсіп, Ж.А. Дуйсебаев, Б.Л. Мельдебеков

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

ЖЕТІЛДІРІЛГЕН ЖҰМЫС ЖАБДЫҚТЫҢ ҚАЙЫРМАСЫ
БҰРЫЛАТЫН БУЛЬДОЗЕРДІҢ ЖҰМЫСЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІНЕ
ӘСЕРІ

Қайырмасының пландағы көп орналасу бұрышында англодозердің бағыттық тұрақтылығын жақсарту мақсатында қосымша көлденең пышақ қолданылған. Ол қайырма алдында оның орналасу бұрышына қарсы бұрышпен құрастырылған. Қосымша пышақтың орналасу бұрышының мөлшері негізделген.

Түйін сөздер: бульдозер, бұрылатын қайырма, қосымша пышақ, орнату бұрышы, стенд, жүктеме.

T.S. Zhussip, Zh.A. Duisebayev, B.L. Meldebekov

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

THE IMPACT OF IMPROVED WORK ON THE EFFICIENCY OF THE BULLDOZER WITH A ROTARY BLADE

To improve the stability of a bulldozer with a rotary blade at high angles of blade installation in terms of additional applied horizontal knife. Additional knife mounted ahead of the blade with a turn in the opposite direction the blade installation angle in the plan.

Keywords: bulldozer, rotary blade, additional knife, installation angle, stand, effort.

УДК 625.3.054.12

О.А. Тлеуов¹, С.Ж. Жашен²

*¹Канд. техн. наук, старший преподаватель, ²Канд. техн. наук, доцент
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан*

РЕЗАНИЯ МАТЕРИАЛА, КОГДА ЛЕЗВИЕ РЕЗАКА ОРИЕНТИРОВАНО К ОСИ ВРАЩЕНИЯ ВАЛКА ПОД ПРЯМЫМ УГЛОМ

Представлены результаты исследования процесса резания материала методом прокатки, когда лезвие резака ориентировано по отношению к оси вращения вала под углом $\gamma = \frac{\pi}{2}$. Получено уравнение силы, которую необходимо приложить к материалу для его разрезания при ориентации лезвия резака к оси вращения вала под прямым углом. Установлено, что при $\gamma = \frac{\pi}{2}$ снижаются технологические усилия резания до минимума.

Ключевые слова: лезвие резака, валок, пластина, критическая сила, контактное напряжение, длина контакта, зона деформации, угол трения, угол ориентации, угол заготовки, клин.

Исследуем процесс резания материала методом прокатки, когда лезвие резака ориентировано по отношению к оси вращения вала под углом $\gamma = \frac{\pi}{2}$ [1] (рис. 1). При этом, материал разрезается не сразу по всей длине резака, а

последовательно.

На рисунке 1-а представлена физическая модель процесса резания с использованием пластины 1, а лезвие резака 2 ориентировано к оси вращения вала 3 под прямым углом $\gamma = \frac{\pi}{2}$.

На рисунке 1-б представлена эпюра напряжений материала 5 под действием прижимного вала 3 через пластину 1, имеющая вид квадратической параболы.

На рисунке 1-в представлена эквивалентная эпюра напряжений 6 в виде прямоугольника, ордината которой равна σ_p , а абцисса – приведенной длине резака l_{np} .

В момент начала резания критическая сила $P_{кр}$, приложенная к лезвию, должна преодолеть сумму сил, действующих в вертикальном направлении [2] (рис. 2):

$$P_{кр} = P_{раз} + P_{сжп} + P_{сжл} + F_n \cdot \cos \beta_1 + F_d \cdot \cos \beta_2 \quad (1)$$

Сила $P_{раз}$ определяется как произведение площади кромки лезвия ΔS на разрушающее контактное напряжение σ_p .

При расположении лезвия резака перпендикулярно оси вращения валков напряжение, возникающее по длине контакта лезвия резака с материалом, имеет неравномерный характер и зависит от физико-механических свойств материала, параметров рабочего органа, величины и скорости деформации материала. Имеющиеся исследования показывают, что напряжение по длине контакта имеет вид квадратной параболы [33] и изменяется от нуля до σ_p . В этом случае длину резания принимать равной длине контакта неправомерно (рис.1-б). Действительно фактически длина контакта лезвия резака с материалом в зоне деформации проходит по линии АД. Распределение напряжений по данной линии неравномерное, так как процесс резания осуществляется последовательно. Следовательно, ее нельзя считать длиной резания, воспринимающей напряжение σ_p по всей ее длине. Резание происходит в месте, где напряжение принимает максимальное значение, т.е. σ_p . Длина контакта резания в этом месте является точечной, площадь $S_{точ}$ не будет зависеть от длины контакта лезвия резака с материалом в зоне деформации.

Таким образом, ни длина контакта лезвия резака с материалом в зоне деформации, ни точечная величина контакта лезвия резака с материалом в месте разрыва не будут учитывать постепенный характер нарастания напряжений от начала сжатия материала до его полного разрушения. Поэтому необходимо найти такую длину, которая была бы эквивалентна длине контакта лезвия резака с материалом при условии ее нагружения равномерной нагрузкой, равной σ_p . Назовем эту величину приведенной длиной резания l_{np} . Для ее определения используем принцип эквивалентности площадей $S_{np} = l_{np} \cdot \rho$. Площадь, образуемая эпюрой напряжений в виде квадратической параболы (рис. 1-б) эквивалента площади

прямоугольника (рис.1-в), образуемой той же величиной ординаты σ_p и абсциссы равна величине приведенной длины l_{np} , т.е.:

$$\sigma_p \cdot l_{np} \cdot \rho \equiv \int_0^{\frac{1}{3}l_{кмп}} \rho \cdot \sigma_p \cdot dl \equiv \frac{1}{3} \sigma_p \cdot \rho \cdot l_{кмп}, \quad (2)$$

где $l_{кмп}$ – длина контакта лезвия резака с материалом в зоне АД.

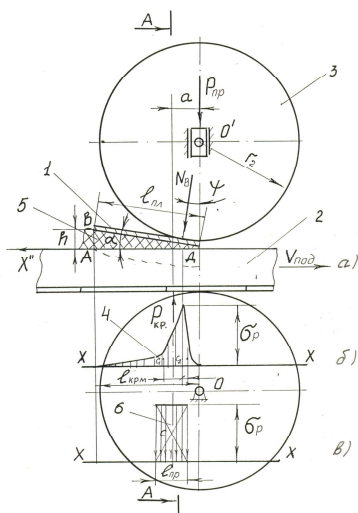


Рис. 1. Физическая модель процесса резания, когда $\gamma = \frac{\pi}{2}$ и эпюра напряжения σ_p

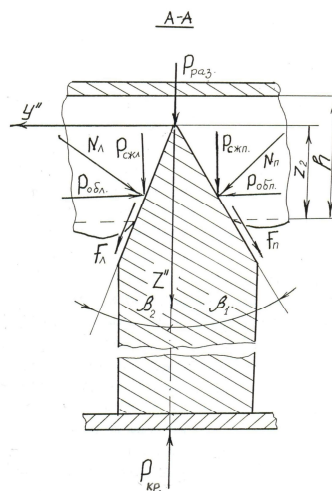


Рис. 2. Схема сил, действующих на режущий инструмент, при угле ориентации $\gamma = \frac{\pi}{2}$.

Длина контакта лезвия резака с материалом $l_{кмп}$ в зоне деформации пластиной определяется из условия несмещаемости материала о лезвие резака (рис 1-а):

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{l_{кмп}} \leq \operatorname{tg} \varphi_{кpm} \leq f_{pm}, \quad (3)$$

где α – угол наклона пластины после разрезания материала; $\varphi_{кмп}$ – угол трения материала о лезвие реака.

Из уравнения (2) длина контакта лезвия резака с материалом в зоне деформации АД определяется:

$$l_{кмп} = \frac{h}{f_{кpm}}. \quad (4)$$

С другой стороны, из треугольника АВД:

$$l_{кмп} = l_{кpm} \cdot \cos \alpha,$$

где $l_{кpm}$ – длина контакта пластины с материалом в зоне деформации. При условии равенства длины пластины l_{nl} длине контакта $l_{кpm}$ имеем:

$$l_{кмп} = l_{нл} \cdot \cos \alpha \quad (5)$$

Так как линия действия усилия N_B вала на пластину направлена по нормали к ней, то угол $\alpha = \psi$. Значит:

$$l_{кмп} = l_{нл} \cdot \cos \psi \quad (6)$$

Тогда приведенная длина резания равна:

$$l_{np} = \frac{1}{3} l_{нл} \cdot \cos \psi \quad (7)$$

или

$$l_{np} = \frac{h}{3f_{крм}} \quad (8)$$

Из равенства выражений (6), (7) и из условий несмещаемости материала можно определить минимальную длину пластины:

$$l_{нл} = \frac{h}{f_{крм} \cdot \cos \psi} \quad (9)$$

Минимальная длина пластины зависит от толщины материала и коэффициента трения между кромкой лезвия и материалом, так и от диаметра прижимного вала и толщины пластины. Величина ее возрастает с увеличением толщины материала и снижением коэффициента трения материала о лезвие резака при неизменных параметрах прижимного вала и толщины пластины.

Физический смысл приведенной длины резания заключается в том, что это та величина, на которую приходится равномерное распределение напряжений σ_p , возникаемых между пластиной и сжимаемым материалом (рис. 1-в).

При произвольном расположении лезвия резака в пределах $0 < \gamma < \frac{\pi}{2}$ для определения разрушающего усилия σ_p также должна быть использована не длина контакта в зоне деформации $l_{кмп}$, а приведенная длина, соответствующая равномерно распределенной нагрузке с ординатой, равной σ_p с учетом угла ориентации γ .

Таким образом, $P_{раз}$ равно:

$$P_{раз} = \frac{1}{3} \sigma_p \cdot \rho \cdot l_{нл} \cdot \cos^2 \psi. \quad (10)$$

Рассмотрим действие элементарных сил $dP_{сж}$, $dP_{об}$ (рис. 3) на правую и левую грани клина при внедрении его в материал. При этом относительное сжатие материала E любого вертикального столбика $dP_{сжп}$ и $dP_{сжл}$ на расстоянии y_1 и y_2 от вертикальной линии, проходящей через лезвие, будет:

$$E_n = \frac{z_2 \cdot \operatorname{tg} \beta_1 - y_1}{h \cdot \operatorname{tg} \beta_1},$$

$$E_n = \frac{z_2 \cdot \operatorname{tg} \beta_2 - y_2}{h \cdot \operatorname{tg} \beta_2},$$

где z_2 – величина сжатия материала на расстоянии $(r_2 + \Delta_2 + E_{xz} \cdot h) \cdot \sin \psi$ от линии ОО.

Тогда элементарные силы сжатия $dP_{сжп}$ и $dP_{сжл}$, действующие в левом деформируемом столбике шириной dy_1 и dy_2 при длине, соответствующей приведенной длине резания $\frac{1}{3} l_{nl} \cdot \cos \psi$ на резак и направлении вниз, будут равны для правой грани клина:

$$dP_{сжп} = \sigma_{сж} \cdot dS_y,$$

$$dP_{сжп} = \frac{E l_{nl} \cdot \cos \psi}{3h} \left(z_2 - \frac{y_1}{\operatorname{tg} \beta_1} \right) dy;$$

где dS_y – площадь на стороне клина, на которую действует сила $dP_{об}$ и определяется по формуле:

$$S_y = \int_0^{z_2 \cdot \operatorname{tg} \beta_1} l_{nl} \cdot \cos \psi dy.$$

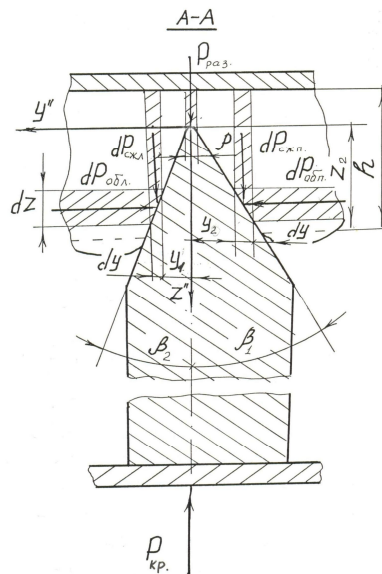


Рис. 3. Схема распределения деформации материала при ориентации лезвия

резака к оси вращения вала под прямым углом $\gamma = \frac{\pi}{2}$

Таким образом, полная сила сжатия $P_{сжл}$ равна:

$$P_{сжп} = \frac{E \cdot l_{nl} \cdot \cos \psi}{3h} \int_0^{z_2 \operatorname{tg} \beta_2} \left(z_2 - \frac{y_1}{\operatorname{tg} \beta_1} \right) dy,$$

$$P_{сжп} = \frac{E \cdot l_{нл} \cdot z_2^2 \cos \psi \cdot \operatorname{tg} \beta_1}{6h} \quad (11)$$

Аналогично для левой грани

$$P_{сжл} = \frac{E \cdot l_{нл} \cdot z_2^2 \cos \psi \cdot \operatorname{tg} \beta_2}{6h} \quad (12)$$

Таким образом, необходимая сила сжатия материала с двухсторонней заточкой резака и при повороте пластины на угол ψ равно:

$$P_{сжс} = P_{сжп} + P_{сжл},$$

$$P_{сжс} = \frac{E \cdot l_{нл} \cdot z_2^2 \cos \psi \cdot (\operatorname{tg} \beta_1 + \operatorname{tg} \beta_2)}{6h}. \quad (13)$$

Анализ уравнения (13) показывает, что величина $P_{сжс}$ в основном обуславливается только упругостью материала и зависит от угла заточки.

Относительную деформацию E' в горизонтальном направлении можно определить по известной зависимости. При этом элементарная сила, действующая со стороны горизонтального столбика, имеет следующий вид:

$$dP_{об} = \mu \cdot \varepsilon \cdot E \cdot dS_y.$$

На участке dS_y действует только элементарная сила за счет упругости материала

$$dP_{об} = \mu \cdot \frac{z_2 \cdot \operatorname{tg} \beta_1 - y_1}{h \cdot \operatorname{tg}^2 \beta_1} \cdot E \cdot \frac{l_{нл} \cdot \cos \psi}{3} \cdot dy.$$

Полная сила, обжимающая правую грань клина на расстоянии $(r_2 + \Delta_2 + E_{xz} \cdot h) \cdot \sin \psi$ от линий ОО', равна:

$$P_{об} = \frac{E \cdot \mu \cdot l_{нл} \cdot \cos \psi}{3 \cdot h \cdot \operatorname{tg} \beta_1} \int_0^{z_2 \cdot \operatorname{tg} \beta_1} \frac{z_2 \cdot \operatorname{tg} \beta_1 - y_1}{\operatorname{tg} \beta_1} \cdot dy = \frac{E \cdot \mu \cdot l_{нл} \cdot \cos \psi \cdot z_2^2}{6h}. \quad (14)$$

Аналогично, полную силу, обжимающую левую грань клина, можно определить:

$$P_{об} = \frac{E \cdot \mu \cdot l_{нл} \cdot \cos \psi \cdot z_2^2}{6h}. \quad (15)$$

Силы трения F_n и F_l определяются через нормальное давление, действующее на правую и левую грани клина, будут равны:

$$F = N \cdot f_{pm} = f_{pm} \sqrt{P_{об}^2 + P_{сжс}^2}. \quad (16)$$

Подставляя значения (11), (12), (14) и (15) в уравнение (16), получим силы трения, действующие на правую и левую грани клина:

$$F_n = \frac{E \cdot l_{nl} \cdot z_2^2 \cdot f_{pm} \cdot \cos \psi}{6h} \cdot \sqrt{\mu^2 + tg^2 \beta_1}, \quad (17)$$

$$F_l = \frac{E \cdot l_{nl} \cdot z_2^2 \cdot f_{pm} \cdot \cos \psi}{6h} \cdot \sqrt{\mu^2 + tg^2 \beta_2}.$$

Подставляя значения (5), (13), (15) и (17) в уравнение (2), получим общую силу, действующую в вертикальном направлении при прямом угле ориентации лезвия резака к оси вращения вала:

$$P_{кр} = \frac{1}{3} \cdot \sigma_p \cdot \rho \cdot l_{nl} \cdot \cos^2 \psi + \frac{E \cdot l_{nl} \cdot z_2^2 \cdot \cos \psi}{6h} (tg \beta_1 + tg \beta_2) + \frac{E \cdot l_{nl} \cdot z_2^2 \cdot f_{pm} \cdot \cos \psi}{6h} \left(\cos \beta_1 \sqrt{\mu^2 + tg^2 \beta_1} + \cos \beta_2 \sqrt{\mu^2 + tg^2 \beta_2} \right).$$

или, преобразуя, будем иметь:

$$P_{кр} = \frac{l_{nl} \cdot \cos \psi}{3} \left\{ \rho \cdot \sigma_p \cdot \cos \psi + \frac{E \cdot z_2^2}{2h} \left[(tg \beta_1 + tg \beta_2) + f_{pm} \left(\cos \beta_1 \cdot \sqrt{\mu^2 + tg^2 \beta_1} + \cos \beta_2 \cdot \sqrt{\mu^2 + tg^2 \beta_2} \right) \right] \right\}. \quad (18)$$

Последнее выражение (18) представляет собой уравнение силы, которую необходимо приложить к материалу для его разрезания при ориентации лезвия резака к оси вращения вала под прямым углом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тлеуов, О.А. Исследование процесса резания материала методом прокатки через промежуточное звено [Текст] / О.А. Тлеуов, Б.Г. Инкаров, Г.Ж. Кулбасов // ММПТ. – 1997. – №2. – С. 222-227.
2. Тлеуов, О.А. Резание материала, когда лезвие резака ориентировано к оси вала под углом $0 < \gamma < \frac{\pi}{2}$ [Текст] / О.А. Тлеуов, Л.Х. Юсупова, Н.Д.

Абилядаева // Материалы международной научно-практической конференции «Уркумбаевские чтения». – Тараз, 2015.

Материал поступил в редакцию 07.02.17.

О.А. Тлеуов, С.Ж. Жашен

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

ПЫШАҚТЫҢ ЖҮЗІ БІЛТЕШЕНІҢ АЙНАЛУ ӨСІНЕ ТІК БҰРЫШТАН БАҒЫТТАЛУЫ КЕЗІНДЕГІ МАТЕРИАЛДЫ КЕСУ

Пышақ жүзі білтешенің айналу өсіне $\gamma = \frac{\pi}{2}$ бұрыштан бағытталу кезіндегі материалдарды сығымдап кесу үрдісін зерттеу нәтижелері

келтірілген. Пышақтың жүзі білтешенің айналу өсіне тік бұрыштан бағытталуы кезіндегі материалды кесу үшін жұмсалатын күш теңдеуі алынды. $\gamma = \frac{\pi}{2}$ кезінде кесу үрдісінің технологиялық жүктемесі ең төмен шамаға кемитіні анықталды.

Түйін сөздер: кескіш жүзі, білтеше, пластина, критикалық күш, байланыс жүктемесі, байланыс ұзындығы, ақау аумағы, үйкеліс бұрышы, бағдар бұрышы, дайындау бұрышы, сына.

O.A. Tleuov, S.Zh. Zhashen

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

CUTTING OF THE MATERIAL WHEN THE CUTTER BLADE IS ORIENTED TO THE AXIS OF ROTATION OF THE SHAFT UNDER DIRECT ANGLE

The results of the investigation of the material cutting process by the rolling method are presented, when the blade of the cutter is oriented with respect to the axis of rotation of the roll at an angle $\gamma = \frac{\pi}{2}$. An equation of force is obtained which must be applied to the material for cutting it when the blade of the torch is oriented to the axis of rotation of the roll at a right angle. It is established that the cutting force is reduced to a minimum.

Keywords: cutting blade, roll, plate, critical force, contact stress, contact length, deformation zone, friction angle, orientation angle, workpiece angle, wedge.

UDC 685.31.65.011

S. Baubek¹, M. Nemerebayev², M.M. Bekmuratov³, S.A. Orynbayev⁴

^{1,2} Doctor of technical sciences, Professor, ³ Candidate of technical sciences, Associate Professor, ⁴ PhD, Associate Professor

^{1,2} Taraz innovation and humanities University, Taraz, Kazakhstan

^{3,4} Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

¹ tigu_kz@mail.ru, ² nemerebayev@mail.ru, ³ bekmuratov_63@mail.ru, ⁴ seitzhan_74@mail.ru

INVESTIGATION OF MACHINE PARAMETERS FOR CONTOUR PROCESSING AUTOMATION OF PRODUCTS IN A LIGHT INDUSTRY

The article proposes a new method for contour processing of product details in a light industry and a device for its realization, where, during the execution of contour processing of various curvatures, the device automatically adjusts itself to changes in the curvature of the contour and ensures the execution of an equidistant line due to the friction-transport-orienting device (FTOD). The paper presents the results of the study of the technological capabilities of FTOD and the ways of their expansion.

Keywords: mechanical engineering, automation of contouring, light industry, equidistance of line, friction-transport-orientation device (FTOD), orientation process, device and processing methods, sewing machine.

Creation of automated machines for joining parts of light industry items without operator enables significant increase of efficiency, labor quality and is one of the most important directions of improving processes in LI. Similar devices for contouring automation use special programmed machines for only one contour type. Of course, a new program is to be made in case of changing module and curve size, clamping devices for clamping processed items (cassette) and device for cassette travel along the preset route shall be made. This requires suspension of technological process and significant expenses.

Author was the first to create scientifically supported machine complexes on the basis of friction-transport-orientation device (FTOD) [1-3], permitting to carry out joining of parts with curvilinear contours even though their contours do not match. In the process of stitching the stitch is equidistant both to upper edge and the lower one. The hypothesis of possible use of deflecting needle and systems of rollers and bars for part orientation in contouring has been put forward.

The works [4-5] contain theoretical research of similar structures efficiency. However, certain works do not view the issue of dry friction between the material and working tools in the study of the oriented part travel dynamics.

This work studies for the first time the process of part orientation upon dry friction under the conditions of new method and device for its implementation [6], some additional theoretical elaborations reflecting the essence of this issue and ways of its solution are provided as well.

It is supposed in the works [7-9] that, in the process of flat body (part) travel in the plane, the part pressure over platform (needle plate) surface in each point is proportional to its local density p (referred to the part area). That means that vertical shear stress in the part is relatively low.

To study the efficiency of new device [6] the methods of the works above [7-9] are used, in connection herewith mass center velocity vector and radius vector are designated as V , R , ω - its angular velocity, κ - friction coefficient of part along the plain surface, m - part mass, I - its central inertia moment around vertical axis, g - acceleration of gravity.

Part movement equation is made up. The dry friction force dF , affecting the elementary area ds of needle plate surface in proportion to pressure p and is directed against velocity vector V of the element ($\bar{V} \neq 0$), i.e. at $\bar{V} \neq 0$:

$$d\bar{F} = -k^* p^* g^* ds \bar{V} |\bar{V}|. \quad (1)$$

It is supposed that friction force affecting the fixed element of the part (at $\bar{V} = 0$, i.e. slide is absent) is lacking. This is determined for the part without localized mass.

Coordinate system connected with the part is introduced with the beginning in the mass center. $\bar{r}$ is designated and radius vector connecting the beginning of the system and element ds of the needle plate surface. Element velocity ds is:

$$\bar{V} = \bar{v} + \bar{\omega} \times \bar{r}.$$

The main vector F and the main moment M to the mass center are equal to:

$$\bar{F} = kg \int \int_s p \frac{|\bar{v} + \bar{\omega} x \bar{r}| ds}{\bar{v} + \bar{\omega} x \bar{r}}, \quad (2)$$

$$\bar{M} = -kg \int \int_s p \bar{r} \frac{|\bar{v} + \bar{\omega} x \bar{r}| ds}{\bar{v} + \bar{\omega} x \bar{r}}. \quad (3)$$

Mass and inertia central moment I —of the part are determined by an integral:

$$m = \int \int_s p^* \cdot ds; \quad I = \int \int_s r^2 \cdot p ds. \quad (4)$$

With account of (1,4) it is:

$$d\bar{R}/df = \bar{v}; \quad m d\bar{v}/df = \bar{F}; \quad d\varphi/dt = \omega; \quad \bar{I} d\omega/dt = \bar{M},$$

where, R – part mass center radius vector; φ – part turning angle, calculated from some fixed direction.

If p – function of part density distribution, has axial symmetry, like a circle, with constant density. Then v – keeps the constant direction. For this purpose it is sufficient:

$$\bar{v} x \bar{F} = 0.$$

i.e. the main vector of friction forces is constantly directed along the velocity vector:

$$\bar{v} x \bar{F} = -kg \int \int_s p v \frac{\bar{v} + \bar{\omega} x \bar{r}}{|\bar{v} + \bar{\omega} x \bar{r}|} ds.$$

In coordinate form (2, 3) it is (4):

$$F = -kgp \int_0^{2\pi} \int_{r_1}^{r_2} \frac{v - r\omega \sin \psi}{(v^2 + r^2\omega^2 - 2rv\omega \sin \psi)^{1/2}} r dr d\omega, \quad (5)$$

$$M = -kgp \int_0^{2\pi} \int_{r_1}^{r_2} \frac{r\omega - v \sin \psi}{(v^2 + r^2\omega^2 - 2rv\omega \sin \psi)^{1/2}} r^2 dr d\omega, \quad (6)$$

it is (4):

$$m = p \pi (r_2^2 - r_1^2), \quad I = 1/2 p \pi (r_2^4 - r_1^4). \quad (7)$$

For our case [6], with account of dry friction the friction force between the material and needle plate is determined during oriented part travel, figure 1.

$$Qf = -k g p \int_0^{2\pi} \int_{r_1}^{r_2} \frac{v - r\omega \sin \psi}{(v^2 + r^2 \omega^2 - 2rv \sin \psi)^{1/2}} r dr d\psi, \quad (8)$$

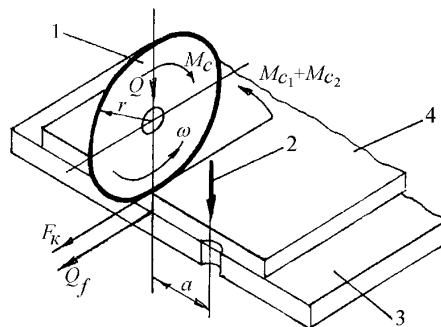
$$M_{c2} = -k g p \int_0^{2\pi} \int_{r_1}^{r_2} \frac{r\omega - v \sin \psi}{(v^2 + r^2 \omega^2 - 2rv \sin \psi)^{1/2}} r^2 dr d\psi, \quad (9)$$

$M_{c1}=0$, as slid from the part is lacking in the mechanism; $Q=N_c$ —force of roller pressure over part; $\kappa=f$ —friction coefficient of part over needle plate; ψ —angle of oriented part turning during stitching; r_1, r_2 — vector radius connecting the beginning of the system and element ds ; v — part velocity; ω — angular velocity of the part g — part acceleration of gravity; M_{c2} — moment resistance of turning as a result of part (material); p —function of part density distribution.

Then with account of dry friction F_{c1} is written in the form:

$$F_{c1}=N_c * f_1 + Qf, \text{ where } Q=N_c. \text{ or} \\ F_{c1} = N_c * f_1 + \left(-k g p \int_0^{2\pi} \int_{r_1}^{r_2} \frac{v - r\omega \sin \psi}{(v^2 + r^2 \omega^2 - 2rv \sin \psi)^{1/2}} r dr d\psi \right). \quad (10)$$

$$M_{c2} = r N_c * f_2 + \left(-k g p \int_0^{2\pi} \int_{r_1}^{r_2} \frac{r\omega - v \sin \psi}{(v^2 + r^2 \omega^2 - 2rv \sin \psi)^{1/2}} r^2 dr d\psi \right). \quad (11)$$



1 – guide rollers; 2 – needle; 3 – needle plate; 4 – part

Figure 1. Determination of M_c

Moment resistance to part displacement by rollers with consideration of formula (2) is:

$$M_{1c} = F_{1c} * r_1; \\ M_{2c} = F_{2c} * r_2,$$

where r_1, r_2 —guide rollers radius (figure 2). Substituting (8, 9) in (10, 11) it is determined (figure 2):

$$M_{1c} = r_1 N_c * f_2 + \left(-k g p \int_0^{2\pi} \int_{r_1}^{r_2} \frac{r\omega - v \sin \psi}{(v^2 + r^2 \omega^2 - 2rv \sin \psi)^{1/2}} r^2 dr d\psi \right); \quad (12)$$

$$M_{c2} = r_2 N_c^* f_2^1 + \left(-kgp \int_0^{2\pi} \int_{r_1}^{r_2} \frac{r\omega - v \sin \psi}{(v^2 + r^2\omega^2 - 2rv \sin \psi)^{1/2}} r^2 dr d\psi \right). \quad (13)$$

Using formulas(12, 13) and solving optimization tasks for determination of FTOD parameters we obtain the required values of: $c_1, c_2, \Delta np_1, \Delta np_2, r_{1tp}, r_{2tp}, f_1, f_2$, used for modernization of basic sewing machines for part contouring.

For further study of new method and device for its implementation [12], with consideration of early works of the author [18-24], the condition for part displacement by rollers is recorded (instrument C), with flexible connections with machine driving shafts in the form of FTOD. Pic. 2 a reflects the conditions of part travel:

$$F < F_1 + F_2,$$

where F_1 and F_2 – are friction forces between the instruments Cand the part (leather front and reverse sides).

Friction force is determined:

$$F_c = N_c f,$$

where N_c – pressure of instrument C over part, f – friction coefficient between the part and instrument.

Circular effort of rollers is determined by ratio

$$P_{1x} = M_{1c} / r_1;$$

$$P_{2x} = M_{2c} / r_2.$$

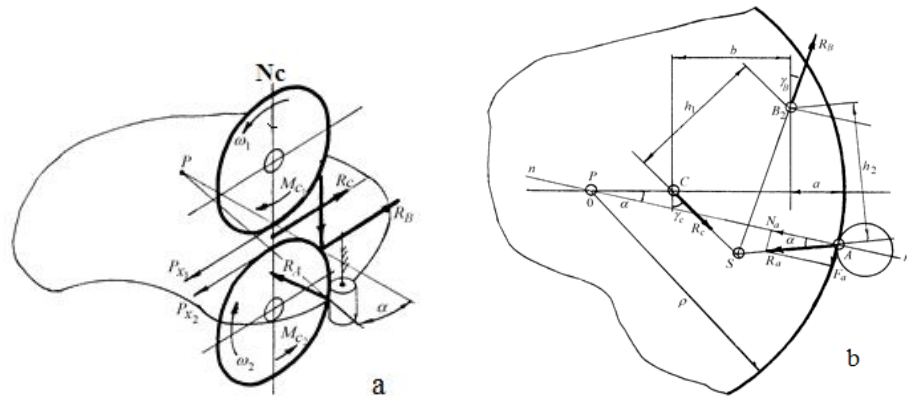


Figure 2. a – scheme of FTOD interaction with material; b – design scheme.

On the other hand, for the viewed case [6], resistance force to part travel is determined under formula

$$P_x = P_{1x} + P_{2x} < (\mu_1 + \mu_2) * N_c \cos \beta;$$

where β – angle between the directions P and P_x ; μ_1, μ_2 – friction coefficients between instruments C and the part.

Conditions of sliding in fraction are:

$$\frac{M_{1c}}{r_1} + \frac{M_{2c}}{r_2} \leq (\mu_1 + \mu_2) N_c \cdot \cos \beta;$$

Resistance to displacement from instruments C can be determined:

$$T_c = P_x = M_{1c} / r_1 + M_{2c} / r_2;$$

$$\frac{M_{1c}}{r_1} + \frac{M_{2c}}{r_2} \leq (\mu_1 + \mu_2) N_c \cdot \cos \beta;$$

Then R_c edition is:

$$R_c = \sqrt{(M_{1c}/r_1 + M_{2c}/r_2)^2 + (N_c \cdot f)^2}; \quad (14)$$

Using formula from work [28]

$$M_c = r(\mu Q \omega / k + Q t + (M_{c1} + M_{c2}) / a)^2, \quad (15)$$

where Qf – is the force of sliding friction of material along the needle plate; M_{c1} – resistance moment from the part; M_{c2} – resistance moment to turning as a result of material jamming; $\mu Q \omega / k$ – resistance force to roller travel (F_k); a – distance between the rollers and the needle; r – roller radius.

The last formula for determination of reaction R_c and moments is used M_c .

Using results of author's works [10-17], specifying analytical relations for determination of reaction R_a , reaction of deflecting needle R_B , friction force between the part edge and support F_a (figure 2-b) it is determined:

$$R_a = R_c \cdot h_2 / h_1; \quad R_B = 2 F_a \cos \alpha / \cos \gamma; \quad F_a = R_a \sin \varphi, \quad (16)$$

where h_1 – distance from the point B_2 to the line of effective reaction R_a ; h_2 – distance from the point B_2 to the line of reaction effect R_c .

$$R_B = 2 \cdot R_a \sin \varphi \cos \alpha / \cos \gamma_B \quad (17)$$

where, $\gamma = \gamma_B$; $\gamma^1 = \gamma_c$.

Thus, all reactions participating in the process of part orientation to the guiding support A are known. Substituting formula (16) with (14) it is obtained:

$$R_a = \sqrt{(M_{1c}/r_1 + M_{2c}/r_2)^2 + (N_c \cdot t)^2} \cdot h_2 / h_1. \quad (18)$$

Then h_1 , h_2 are determined, but it shall be noted that in this formula effect on the process, dry friction are not considered:

$$h_1 = p \cdot \sin \alpha - \sqrt{\frac{[(p - \alpha) \sin \alpha]^2 + [p - (p - \alpha) \cos \alpha]^2 - (p \cdot \sin \alpha)^2 \cdot \operatorname{tg}(\alpha - \varphi)}{p^2 (1 - \cos \alpha)^2 - 2 p a \sin \alpha + a^2 \cdot \operatorname{tg}(\alpha - \varphi)}}; \quad (19)$$

where a – the distance from the part edge to the middle of the needle that corresponds to the equidistance of line to the part edge (figure 2-b); α – angle

determining arrangement of support to the orientation instruments (C- rollers, B-needle); φ - angle of part edge friction on the support $A(\sin\varphi=F_d/R_a)$; ρ – minimal value of part edge curve.

$$h_2 = \beta \cos \varphi^1, \quad \text{or} \quad \operatorname{tg} \gamma_1 = F_c/T_c \quad (20)$$

where β – the distance between instruments B and C

$$\operatorname{tg} \gamma^1 = M_c \cdot K_v / r; \quad (21)$$

where M_c – moment resistance to parts displacement by rollers, K_v – coefficient of rollers skid, ($K_v=0,82 \div 0,92$) [23]; r – radius of rollers.

Substituting (21) to (20) it is obtained:

$$h_2 = b \cdot \sin \gamma^1 / \operatorname{tg} \gamma^1 = b \cdot r_p \sin \gamma^1 / M_c \cdot K_v. \quad (22)$$

For new method and device [13] h_1 , h_2 are determined substituting in (22) values (10, 11) with consideration of dry friction:

$$h_2 = \frac{b r_p \sin \gamma^1}{K_v \left[N_c f_1^1 + \left(-k g p \int_0^{2\pi r_2} \int_{r_1} \frac{r \omega - v \sin \psi}{v^2 + (r^2 \omega^2 - 2 r \omega \sin \psi)^{1/2}} r^2 dr d\psi \right) \right]}, \quad (23)$$

where v – part velocity at its orientation; ω – angular speed of part at its orientation, and angle ψ is accepted from [11] considering the stage corresponding to part orientation after its edge contact with support, i.e. in the middle of orientation.

Using (22) and (23), values h_2 , h_1 are determined with account of dry friction. The obtained values are used for modernization of existing basic machines designed by the author [18-24].

Conclusions. The work determined technological possibilities of newly developed method and device for its implementation in automatic contouring of lines.

Analytical relation were obtained for determination of main parameters of new device (h_2 , h_1 , α , φ , a , γ , c_1 , c_2 , $\Delta n p_1$, $\Delta n p_2$, ρ , $r_{1\text{TP}}$, $r_{2\text{TP}}$, f_1 , f_2), used for creation of innovative equipment ASM instead of expensive imported automated sewing machines operating on the basis of pre-set program. With consideration of frequently changed fashion and seasonality of light industry goods, existing automated machines are not flexible and expensive. This is why the proposed inexpensive, self-adjusting for contouring, and technological flexible automated sewing machine [18-24] is certainly beneficial.

REFERENCES

1. A.S. №1333728. Sposob vypolneniya kraevoy strochki na shveynykh detalyakh pri ikh obrabotke po konturu i ustroystvo dlya ego osushchestvleniya. Avt. Komissarov A.I., Baubekov S.D.; opubl. 09.07.1985. B.I. №23.

2. Baubekov S.D. Razrabotka i issledovanie mekhanizmov dlya avtomatizirovannogo orientirovaniya i peremeshcheniya detaley verkhya obuvi, sshivaemykh vnakladku. Kand. diss. – M.: MTILP, 1987, 185 p.
3. Komissarov A.I., Baubekov S.D. Modernizirovannye shveyne mashiny dlya avtomatizirovannogo vypolneniya strochek. – M.: Kozh. obuvnaya promyshlennost', № II, 1987, pp. 27-27.
4. Storozhev V.V. Osnovy proektirovaniya sistem dlya avtomaticheskoy konturnoy obrabotki v proizvodstve izdeliy iz kozhi. Dok. diss. – M.: MTILP. 1978, 410 p.
5. Uriadmopeli T.D. Razrabotka nauchnykh osnov sozdaniya mashinnykh kompleksov dlya avtomatizirovannoy sborki shveynykh izdeliy. Avtoreferat. dokt. diss. – M.: MGALP i KTU, 2000, 50 p.
6. Patent RK №29332. Cposob konturnoy obrabotki i ustroystvo dlya ego realizatsii. NPV RK. – Astana: 15.12.2014. Byul. №12. –4s., il. S.D.Baubekov, S.Z. Kazakhbaev, K.S.Taukebaeva, S.S. Baubekov.
7. Dzhonson K. Mekhanika kontaktного vzaimodeystviya. Perevod s angl. – M.: Mir, 1989, 510 p.
8. Ishlinskiy A.Y. O dvizhenii ploskikh tel pri nalichii sukhogo treniya, kn.2, Prikladnye zadachi mekhaniki. Mekhanika uprugikh i absolyutno tverdykh tel. – M., Nauka, 1986, 416 p.
9. Mekhatronika: Per. s yapon./Isii T., Simoyama I., Inoue Kh. i dr./ - M.: Mir, 1988. - 318 p.
10. Baubekov S.D., Taukebaeva K.S., Dzhanakhetov U.K. Issledovanie tekhnologicheskoy vozmozhnosti avtomatizirovannoy mashiny dlya konturnoy obrabotki. Mezhdunar. konf., doklad. – Shakhty: Rossiya, 2005, pp.151-166.
11. Baubekov S.D. Modelirovanie friktsionno-transportno-orientiruyushchikh ustroystv (FTOU) dlya avtomatizirovannoy konturnoy obrabotki detaley. Monografiya. – Taraz: Tarazskiy gosudarstvennyy universitet im. M.Kh. Dulati, 2004. – 282 p.
12. Baubekov S.D. Proektirovanie innovatsionnogo oborudovaniya shveynoy promyshlennosti. Uchebnik. – Taraz: Tipografiya IP «Beysenbekova A.Zh.», 2015. -240 p.
13. Baubekov S.D., Taukebaeva K.S., Kayranbekov G.D. Modelirovanie protsessa orientirovaniya detaley pri ikh avtomatizirovannoy konturnoy obrabotke// -M.: RAE, zhurnal "Sovremennye naukoemkie tekhnologii» №12, RINTs=0,586, 2013. –pp. 7-11.
14. Baubekov S.D., Taukebaeva K.S. Dinamika vzaymodeystviya upora s konturom detali pri avtomatizirovannoy konturnoy obrabotke. Soobshenie 1. // Materialy vii mezinarodni vedecko – prakticka koference «Veda a technologie: krok do budoucnosti -2011» 27.02.2011-05.03.2011. Dil 17 Technicke vedy Vystavba a architektura. Praha Publishing House "Education and Science" s.r.o. – 14-18 pp.
15. Baubekov S.D., Taukebaeva K.S. Kinematika konturnoy obrabotki detaley // Materialy VII Mezinarodni vedecko-prakticka conference "Vedecky pokrok na prelovu tysyachalety-2011". Cbornik nauchnykh trudov "Nauka i studia" N.Koreckij. -Varshava: Pol'sha. – 2011. – pp.27-32.
16. Baubekov S.D., Taukebaeva K.S. Modelirovanie protsessa orientirovaniya detaley pri ikh avtomatizirovannoy konturnoy obrabotke //Sovremennye naukoemkie tekhnologii, RAE. – M.: 2013. – № 12. – pp.7-11.

17. Baubekov S.D., Baubekov S.S., Taukebaeva K.S. Eksperimental'noe issledovanie kinetiki orientirovaniya detali. //Fundamental'noe issledovanie RINTs. – 0.186. – M., RAE. – 2014. – № 3. – pp.13-17.
18. Baubek S.D. Modelling of working capacity of the automated sewing-machine for planimetric processing of details// "Nauka i studia" N.Koreckij, //Materialy VII Mezinardni vedecko-praktika conference "Vedecky pokrok na prelovu tysyachalety-2012". 27-05 cervna 2012 roku. Praha: 2012. – pp.31-35.
19. Patent RK №9529. Sposob okantovyvavaniya srezov detaley i ustroystva dlya ego osushchestvovaniya. Baubekov S.D., Taukebaeva K.S i Tleuov S.T.; opubl. 16.10.2000, BI №10.
20. Komissarov A.I., Baubekov S.D. Mashina dlya orientirovaniya i eremeshcheniya zagotovok verkha obuvi pri ikh sborke. Sb. nauch. trud. MTILP, -M., 1988, pp.74-77.
21. Baubekov S.D., Taukebaeva K.S., Dzhanakhmetov U.K. Mashinnyy kompleks (MK) dlya sborki detaley izdeliya legkoy promyshlennosti. Kaunasskiy tekhnologicheskyy universitet, sb. nauch.trudov «Tekhnicheskoe regulirovanie-bazovaya sostavlyayushchaya upravleniya kachestvom uslug i izdeliyami servisa», YuRGUES, -Kaunas:, Litva, 2004, pp.90-99.
22. Baubekov S.D., Baubekov S.S., Taukebaeva K.S.(2013) Sposob formirovaniya ob"emnoy formy obuvi pri avtomatizirovannoy sborki detaley// -M.: RAE, zhurnale "Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya", RINTs (2011) - 0,186. №5, 2013. -pp.106-109.
23. Baubekov S.D., Taukebaeva K.S. Avtomatizirovannaya mashina dlya vypolneniya konturnoy strochki // Materialy vii mezinardni vedecko – prakticka koference «Veda a technologie: krok do budoucnosti -2011» 24.02.2011-05.03.2011. Dil 17 Technicke vedy Vystavba a architektura. - Praha: Publishing House "Education and Science" s.r.o. – pp.18-22.
24. Baubekov S.D. Novyy sposob dlya avtomatizirovannoy konturnoy obrabotki detaley obuvi. "Nauka i studia" N.Koreckij, //Materialy VII Mezinardni vedecko-praktika conference "Vedecky pokrok na prelovu tysyachalety-2011". 27-05 cervna 2011 roku. – Praha: 2011. – pp.19-23.

Material received 10.04.17.

С. Баубек¹, М. Немербаев², М.М. Бекмуратов³, С.А. Орынбаев⁴

^{1,2}Таразский инновационно-гуманитарный университет, г. Тараз, Казахстан

^{3,4}Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МАШИНЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ КОНТУРНОЙ ОБРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Предлагается новый способ контурной обработки деталей изделий легкой промышленности, а также устройство для его реализации. В процессе выполнения контурной обработки различной кривизны устройство автоматически самонастраивается на изменения кривизны контура и обеспечивает выполнение эквидистантной строчки за счет фрикционно-транспортно-ориентирующего устройства (ФТОУ). В работе представлены результаты исследования технологической возможности ФТОУ и пути их расширения.

Ключевые слова: машиностроение, автоматизация контурной обработки, легкая промышленность, эквидистантность строчки, фрикционно-транспортно-ориентирующее устройство (ФТОУ), процесс ориентации, устройство и способ обработки, швейная машина.

С. Баубек¹, М. Немеребаев², М.М. Бекмұратов³, С.Ә. Орынбаев⁴

^{1,2}Тараз инновациялық-гуманитарлық университеті, Тараз қ., Қазақстан

^{3,4}М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

ЖЕҢІЛ ӨНЕРКӘСІП ӨНІМДЕРІН АВТОМАТТЫ ТҮРДЕ КОНТУРЛЫ ӨНДЕУ МАШИНАСЫ ПАРАМЕТРЛЕРІН ЗЕРТТЕУ

Мақалада жеңіл өнеркәсіп өнімдерін контурлы өндеудің жаңа әдісі ұсынылған. Онда, қисықтығы әртүрлі контурларды өндеу үрдісі кезінде, құрылғы автоматты түрде контур қисығының өзгеруіне әрекеттенеді, соның нәтижесінде фрикционды-тасымалдаушы-бағыттағыш құрылғы (ФТБҚ) есебінен эквидистантты тігісті орындайды. Жұмыста ФТБҚ технологиялық мүмкіндіктерін зерттеу нәтижелері мен оларды кеңейту жолдары қарастырылған.

Түйінді сөздер: машина жасау, контурлы өндеуді автоматтандыру, жеңіл өнеркәсіп, тігістің эквидистанттылығы, фрикционды-тасымалдаушы-бағыттағыш құрылғы (ФТБҚ), бағыттау үрдісі; өндеу әдісі мен құрылғысы, тігін машинасы.

Технологии в сфере строительства

УДК 661.68:666.9:974:666.68

Г.М. Баялиева¹, С.К. Нурпеисов², А. Омирбекова³

^{1,2}Канд. техн. наук, доценты, ²Магистрант
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан
Электронная почта: ¹bayali@bk.ru

СИЛИКАТ-НАТРИЕВОЕ КОМПОЗИЦИОННОЕ ВЯЖУЩЕЕ И ИЗДЕЛИЯ НА ОСНОВЕ БАРХАННОГО ПЕСКА

Представлены результаты исследования безводного силикат-натрия, представляющего собой тонкодисперсный порошок, состоящий из смеси щелочных силикатов переменного состава $Na_2O \cdot mSiO_2$. Предложено Основным цементирующим компонентом силикат-натриевых композиционных вяжущих и материалов на их основе является Растворимые щелочные силикаты в настоящее время находят широкое применение в различных отраслях, в том числе и в производстве строительных материалов.

Ключевые слова: силикат-натриевое композиционное вяжущее, силикат глыба, растворимые силикаты, кремнезем содержащий компонент, рентгенофазовый анализ.

Сейчас применяются разнообразные растворимые силикаты (в виде жидкости, кристаллического вещества, твердого порошка и массивного вещества), отличающиеся видом щелочи, молярным отношением, содержанием воды и др. Из большого разнообразия растворимых силикатов наиболее изучены в теоретическом плане силикаты натрия ($2Na_2O \cdot SiO_2$; $Na_2O \cdot SiO_2$; $Na_2O \cdot 2SiO_2$; $Na_2O \cdot 3SiO_2$) [1]. Их производят в виде силикат-глыбы или гранулята, получаемого сплавлением шихты из кварцевого песка и карбоната щелочи при температуре 1400⁰С с последующим охлаждением до стеклообразного состояния, а также жидкого стекла, образующегося при растворении кремнезема различной формы в едкой щелочи.

Силикат-натрия должен удовлетворять требованиям, указанным в таблице 1.

Таблица 1

Технические требования к силикату натрия

Показатели	Низкомодульный	Высокомодульный
Силикатный модуль М	2,61-3	3,01-3,5
SiO ₂ , % по массе	70,8-73,4	73,5-76,2
Na ₂ O, % по массе	25,3-27,9	22,5-25,2
Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃ , % не более	0,6	0,6
CaO, % не более	0,4	0,4
SO ₃ , % не более	0,3	0,3

Силикат-глыба (ГОСТ 13079-81 имеет модуль 2,7-3) твердая масса охлажденного расплава, полученная плавлением смеси кварцевого песка с содой или сульфатом натрия при 1300-1400°C. Его химическая формула $Na_2O \cdot nSiO_3$ (n -модуль стекла). Химический состав силикат-глыбы приведен в таблице 2.

Таблица 2

Химический состав силикат-глыбы

Сырьё	SiO_2	Al_2O_3	CaO	Na_2O	SO_3	п.п.п.
Силикат-глыба	72-72,5	0,6-1,5	0,1-0,2	23,5-26,1	0,35-0,67	0,5-0,7

Для получения порошка силикат-глыба предварительно подвергается последовательному измельчению в щековой и валковой или конусной дробилках до размера частиц со средним диаметром зерен 2 мм. Затем устанавливается оптимальный режим тонкого помола силикат-глыбы, а также путем определения удельной поверхности.

Для получения композиционного вяжущего на основе силиката натрия в исследовании использовали силикат-глыбу в виде тонкодисперсного порошка удельной поверхностью 2500-3000 см²/г.

Рентгенофазовый анализ силикат-глыбы (рис. 1 а) свидетельствует о ее рентгеноаморфности, т.е. об отсутствии в ней каких-либо кристаллических фаз.

Результаты ДТА показывают (рис. 1 б) эндоэффект при 115°C, связанный с удалением гигроскопической воды. Небольшой эндоэффект при 840°C объясняется размягчением стеклофазы [2].

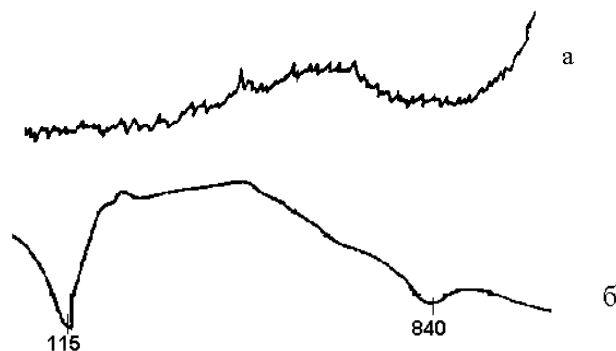


Рис. 1. Рентгенограмма и термограмма силикат-глыбы

Одним из обязательных условий приготовления стекловяжущих на основе силикат-глыбы является совместный помол его с кремнезем-содержащим компонентом. В качестве последнего могут быть использованы широко распространенные на территории Казахстана полиминеральные барханные пески, содержащие до 40% свободного кварца.

Минералогический состав барханного песка представлен следующими составляющими, %: кварц 20-40, полевошпат 20-35, карбонаты 8-15, обломки пород 20-30. Это позволяет отнести его к категории кварц-полевошпатовых.

Согласно рентгенофазовому анализу (рис. 2) в барханном песке Асинского месторождения присутствуют, мас. %: кварц (4,26; 3,34; 2,45; 2,27; 2,23; 2,12; 1,987; 1,817 Å), альбит (6,37; 4,03; 3,76; 3,66; 3,46 3,23; 3,18; 2,928; 2,89 2,76; 2,64; 2,55; 2,15; 1,925; 1,880 Å), кальцит (3,02; 2,27; 1,987; 1,925; 1,880 Å).

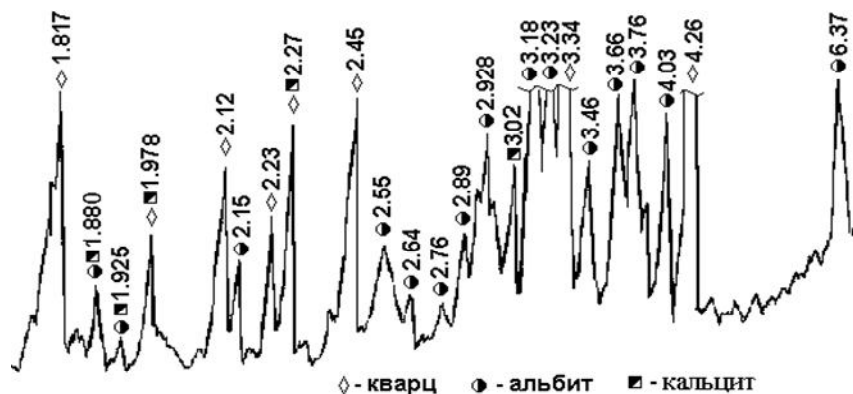


Рис. 2. Рентгенограмма барханного песка

Дифференциально-термический анализ барханного песка (рис. 3) показывает на термограмме наличие эндотермических эффектов при температурах 130°C, 580°C и 870°C. Первый эндотермический эффект связан с удалением физически связанной воды, второй связан с переходом β -кварц в α -кварц, третий – с разложением кальцита.

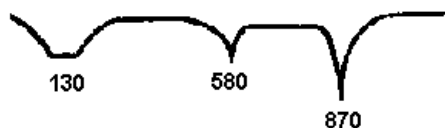


Рис. 3. Термограмма барханного песка

Таблица 3

Гранулометрический состав барханного песка

Диаметр отверстий сита, мм	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	Менее 0,14
Частные остатки на сите, %	0,24	1,36	5,89	25,76	33,53	33,22
Полные остатки на сите, %	0,24	1,6	7,49	33,25	66,78	-

Насыпная плотность барханного песка 1520 кг/м³, модуль крупности 1,1. Содержание глины, ила и пыли составляет 5,2%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сулейменов, Ж.Т. Технология силикатных облицовочных и конструкционных материалов на основе техногенного сырья [Текст]: учебное пособие / Ж.Т. Сулейменов, М.Т. Жугинисов. – Тараз: Тараз университеті, 2004. – 216 с. ISBN 9965-728-10-0.
2. Сулейменов, Ж.Т. Получение стекловяжущего и изделий на основе барханного песка [Текст] / Ж.Т. Сулейменов, М.Т. Жугинисов, Г.М. Баялиева // Наука и образование Южного Казахстана. Сер.: экология. – 2000. – №11(18). – С.87-89.

Материал поступил в редакцию 17.05.17.

Г.М. Баялиева, С.Қ. Нұрпейісов, А. Омірбекова

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

БАРХАН ҚҰМЫ НЕГІЗІНДЕГІ СИЛИКАТ НАТРИЙЛІ КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ БАЙЛАНЫСТЫРҒЫШТАР МЕН БҰЙЫМДАР

Силикат натрийлі композициялық байланыстырғыштарды және олардың негізіндегі материалдарды цементтейтін компоненті сусыз силикат натрий болып табылады. Сусыз силикат натрий жұқа ұнтақталған порошок, құрамына сілтілі силикаттар $\text{Na}_2\text{O} \cdot m\text{SiO}_2$ кіреді. Еритін сілтілі силикаттар әртүрлі салаларда, соның ішінде құрылыс өндірісінде қолданылады.

Түйін сөздер: силикат натрийлі композициялық байланыстырғыштар, минералды толтырғыштар, силикат-тас, еритін силикаттар, кремнеземді компонент, рентгенфазалық талдау.

G.M. Bayalieva, S.K. Nurpeisov, A. Omirbekova

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

SILICATE-SODIUM COMPOSITE BINDERS AND PRODUCTS BASED ON DUNE SAND

The main cementing component of silicate-sodium composite binders and materials on their base is anhydrous sodium silicate, which is a fine powder consisting of a mixture of alkali silicates of variable composition $\text{Na}_2\text{O} \cdot m\text{SiO}_2$. Soluble alkaline silicates currently find wide application in various industries, including the production of construction materials.

Keywords: silicate-sodium composite binder, silicate lump, soluble silicates, silica containing component, x-ray diffraction.

УДК 661.68:666.9:974:666.68

Г.М. Баялиева¹, С.К. Нурпеисов², А. Омирбекова³

^{1,2}Канд. техн. наук, доценты, ²Магистрант

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

Электронная почта: ¹bayali@bk.ru

ТЕХНОЛОГИЯ СТЕНОВЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ ШЛАКОВ

Гранулированные фосфорные и доменные шлаки являются ценным сырьем для производства шлаковых вяжущих. Получение силикат-натриевого композиционного вяжущего с использованием гранулированных фосфорных и доменных шлаков является продолжением разработок технологии шлакощелочных вяжущих. Роль активизатора шлака в данном случае выполняет силикат-глыба.

Ключевые слова: гранулированные фосфорные и доменные шлаки, силикат-натриевое композиционное вяжущее, силикат глыба, растворимые силикаты, кремнезем содержащий компонент.

Технология изготовления стеновых изделий и силикат-натриевого композиционного вяжущего, полученного на основе фосфорных и доменных шлаков, практически ничем не отличается от технологии получения стеновых изделий на силикат-натриевом композиционном вяжущем, полученного на основе барханного песка. Различие технологии заключается в использовании разных наполнителей при изготовлении вяжущего [1].

Для получения стеновых изделий используются шлаковые вяжущие составов СНФШ - 3 и СНДШ - 6, содержащие 30% силикат-глыбы (табл. 1). Производство стеновых изделий на их основе можно осуществлять с использованием различных заполнителей. Обычно в качестве заполнителей применяются песок, керамзит, аглопорит, топливные шлаки и золы. В данной технологии используются рисовая шелуха, древесные опилки и керамзит. Свойства стеновых изделий определялись на образцах-кубах с размером ребра 10 см.

Сушка изделий проводится по двухступенчатому режиму. На первой ступени поднимают температуру до 90-100⁰С в течении 1,5-2 часа, выдержка при 90⁰С – 2 часа. На второй ступени температуру поднимают до 180-200⁰С в течении 1 часа, выдержка при 200⁰С 1-1,5 часа. Такой режим сушки способствует наиболее полному протеканию физико-химических процессов при твердении изделий.

В таблице 1 приведены составы и свойства бетонов для изготовления стеновых изделий с применением силикат-натриевых композиционных вяжущих на основе шлаков.

Таблица 1

Составы и свойства стеновых изделий,
полученных на основе минеральных и органических заполнителей

№ п/п	Состав бетона, мас. %			Свойства		
	Вяжущее	Заполнитель	Заполнитель	Прочность при сжатии	Плотность, кг/м ³	Коэфф. размягчения
1	СНФШ-3-30	Барханный песок 67-68	Древесные опилки 2-3	13-16	1700-1740	0,6-0,65
2	СНФШ-3-30	Барханный песок 66-67	Рисовая шелуха 3-4	14-17	1750-1800	0,6-0,7
3	СНФШ-3-30	Барханный песок 20-30	Керамзит (фр. 5-10 мм) 40-50	19-21	1710-1750	0,7-0,75
4	СНДШ-6-30	Барханный песок 67-68	Древесные опилки 2-3	16-18	1750-1780	0,6-0,7
5	СНДШ-6-30	Барханный песок 66-67	Рисовая шелуха 3-4	17-19	1760-1810	0,65-0,7
6	СНДШ-6-30	Барханный песок 20-30	Керамзит (фр. 5-10 мм) 40-50	20-22	1720-1770	0,75-0,8

По прочностным характеристикам образцы изделий, полученные с применением вяжущих на основе шлаков не уступают стеновым изделиям,

изготовленных с применением вяжущих на основе барханного песка. При этом у них средняя плотность меньше, а коэффициент размягчения выше.

В технологическом процессе приготовления вяжущего и изделий на основе шлаков применяется такое же типовое технологическое оборудование, которое используется в производстве вяжущих и изделий на основе барханного песка и кварцитов.

Очищенный и измельченный фосфорный шлак с тонкостью помола 2000-2500 см²/г подается с помощью ковшового элеватора в бункер запаса.

Силикат-глыба сначала дробится в щековой дробилке, затем подвергается помолу в конусной дробилке и также направляется в бункер запаса.

При использовании Карагандинского доменного шлака, который не выделяет при помоле токсичных газов, процесс подготовки силикат-натриевого композиционного вяжущего значительно упрощается. Доменный шлак только подвергается сушке и направляется в бункер запаса.

Подготовленные таким образом сырьевые компоненты дозируются в соотношении: 80 (70) шлак: 20 (30) силикат-глыба [2]. После дозирования сырьевые компоненты смешиваются в шнековом смесителе и направляются в шаровую мельницу для совместного помола.

В качестве стеновых изделий изготавливаются кирпичи, камни и блоки стандартных размеров, а также армированные стеновые панели.



Рис. 1. Технологическая схема производства стеновых изделий.

Твердение стеновых изделий можно осуществлять и автоклавной обработкой при температуре 150-200⁰С и давлении пара 0,8-1,2 МПа. При этом повышается прочность изделий примерно в 1,5 раза, морозостойкость на 5-10 циклов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сулейменов, Ж.Т. Технология силикатных облицовочных и конструкционных материалов на основе техногенного сырья [Текст]:

- учебное пособие / Ж.Т. Сулейменов, М.Т. Жугинисов. – Тараз: Тараз университеті, 2004. – 216 с. ISBN 9965-728-10-0.
2. Сулейменов, Ж.Т. Получение стекловяжущего и изделий на основе барханного песка [Текст] / Ж.Т. Сулейменов, М.Т. Жугинисов, Г.М. Баялиева // Наука и образование Южного Казахстана. Сер.:экология. – 2000. – №11(18). – С.87-89.

Материал поступил в редакцию 17.05.17.

Г.М. Баялиева, С.Қ. Нұрпейісов, А. Омірбекова

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

ҚОЖ НЕГІЗІНДЕГІ ҚАБЫРҒАЛЫ МАТЕРИАЛДАР ТЕХНОЛОГИЯСЫ

Түйіршікті фосфор қожы мен домналық қождар, шлак негізіндегі байланыстырғыштарда шикі зат ретінде кенін қолданылады. Қож негізіндегі силикат натрилі композициялық байланыстырғыштарды өндеп алу, қож сілтілі байланыстырғыштар технологиясының жалғасы болып есептеледі. Қождін белсендіргіші ретінде силикат – тас болады.

Түйін сөздер: түйіршікті фосфор қожы мен домналық қожы, силикат натрилі композициялық байланыстырғыштар, силикат – тас, еритін силикаттар, кремнеземді компонент.

G.M. Bayalieva, S.K. Nurpeisov, A. Omirbekova

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

TECHNOLOGY WALL PRODUCTS ON THE BASIS OF SLAG

Phosphate and granulated blast furnace slag is a valuable raw material for the production of slag binders. Obtaining a silicate-sodium composite binder with the use of phosphate and granulated blast furnace slag is a continuation of the development of the technology of slag binders. The role of the activator of slag in this case is performed by silicate-lump.

Keywords: phosphate and Granulated blast furnace slag, silicate-sodium composite binder, silicate lump, soluble silicates, silica-containing component.

Мелиоративные технологии

УДК 631.622.9

Н.Н. Хожанов¹, Д. Юлдашева², Г.Н. Хожанова²

¹Канд. с-х. наук, доцент, ²Студенты

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ НА ОСНОВЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОДХОДА

В статье рассмотрены вопросы эффективного использования земель с применением энергетического подхода к исчислению энергетического потенциала почвы, энергии питательных веществ, фотосинтетической активизации солнечных лучей с учетом закона сохранения энергии.

Ключевые слова: энергетический потенциал, энергетический эффект, потенциальный урожай, испарения, солнечная энергия, оценка, биоэнергетические ресурсы.

Проблемы эффективного использования земель в Казахстане в настоящее время требует безотлагательных мер, так как около 60% существующего почвенного покрова республики в значительной степени относится к деградированным.

По данным Агентства земельных ресурсов Казахстана (2010 год) около 1030,0 тысяч га земель подвержены водной эрозии, более 594,6 тыс. га земель подвержены ветровой эрозии. Подобное явление в настоящее время широко распространено в орошаемых зонах Казахстана – Алматинской, Кызылординской, Жамбылской и Южно-Казахстанской областях. Решением этой проблемы занимаются ученые кафедры «Мелиорация и агрономия» Таразского государственного университета им. М.Х. Дулати.

На оснований проведенных исследований, рентабельность воспроизводства продукции растениеводства с учетом местных условий землепользования и перспектив развития сельскохозяйственной отрасли вообще обуславливаются необходимостью раскрытия экономической эффективности и рационального использования земли, как в теоретическом так и методологическом аспекте.

В теоретическом плане по данному вопросу определенный вклад внесли такие ученые, как А.В. Колмыков, Ф.П. Епифанов, Э.Г. Овсянников, С.Н. Волков, И.П. Айдаров, В.В. Шабанов, М.Н. Будыко и др. Однако по решению данной проблемы среди ученых нет единого мнения. Каждый ученый приводит свои доводы, которые имеют различные выводы об эффективности землепользования с учетом взаимодействия природно-техногенных комплексов.

Методы исследований. В основу теоретического поиска разработки предлагаемого метода положены идеи отечественных и зарубежных ученых в тесной связи с производством сельскохозяйственной продукции по выявлению категорий оценки, отражающие эффективность применения методов индукции, анализа и синтеза результатов многолетних исследований в области растениеводства и природообустройства.

Рассматривая проблему уточнения внешних и внутренних факторов, определяющих энергетический эффект земледелия, наши исследования были направлены на изучение теплового и водно-воздушного режимов, состава почвы по содержанию гумуса и других питательных веществ в корнеобитаемой зоне. Для определения оценки эффективности использования земель применяли энергетический подход к исчислению энергетического потенциала почвы, энергии питательных веществ, фотосинтетической активизации солнечных лучей с учетом закона сохранения энергии, которые подчиняются к процессам природы. Нами были проведены экспериментальные работы на сельскохозяйственном участке полигона, где высажены карликовые фруктовые деревья и кормовые культуры, такие как сорго, Африканское просо, кукуруза. При этом установлены отношения энергетического эффекта на производство продукции к изучаемым факторам энергетического потенциала.

Энергетический эффект земледелия устанавливается как разность энергетического содержания продукции растениеводства и совокупных энергозатрат на ее получение. При этом в расчетах энергию ФАР и осадков можно не учитывать, поскольку их величина в пределах одной природно-климатической зоны, в отличие от плодородия почв (энергетического потенциала земель), существенного различия не имеет [1].

Коэффициент энергетической эффективности использования сельскохозяйственных (пахотных) земель можно установить по следующей зависимости:

$$h_s = \frac{\mathcal{E}_p - \mathcal{E}_{зм}}{\mathcal{E}_{нс}} \quad (1)$$

где: $\mathcal{E}_p$ – энергетическое содержание продукции растениеводства, полученной с одного структурного гектара сельскохозяйственных земель, МДж; $\mathcal{E}_{зм}$ – совокупные затраты энергии на производство продукции растениеводства в расчете на структурный гектар пахотных земель, МДж; $\mathcal{E}_{нс}$ – энергетический потенциал сельскохозяйственных земель, МДж/га.

Энергетическое содержание продукции растениеводства ($\mathcal{E}_p$) полученной с одного структурного гектара сельскохозяйственных земель, предлагается вычислять по формуле:

$$\mathcal{E}_p = \sum_{i=1}^n Y_i \cdot a_i \cdot \beta_i \quad (2)$$

где: Y_i – урожайность i -ой сельскохозяйственной культуры, ц/га; a_i – энергосодержание одного центра основной и побочной продукции i -ой сельскохозяйственной культуры, МДж; β_i – доля i -ой сельскохозяйственной

культуры в структурном гектаре посевной площади; i – вид сельскохозяйственной культуры от 1 до n .

Совокупные энергозатраты на возделывание одного структурного гектара посевов сельскохозяйственных культур вычисляется по зависимости:

$$\mathcal{E}_{\Sigma i} = \sum_{i=1}^n (\mathcal{E}_{ei} \cdot \mathcal{E}_{mi} \cdot \mathcal{E}_{yi} \cdot \mathcal{E}_{ci}) \beta_i \quad (3)$$

где: $\mathcal{E}_{ei}$ – внутривидовые энергозатраты на возделывание i -ой сельскохозяйственной культуры, МДж; $\mathcal{E}_{mi}$ – энергозатраты на транспортные работы при возделывании i -ой сельскохозяйственной культуры, МДж; $\mathcal{E}_{yi}$ – энергетическое содержание высоких минеральных, органических удобрений и ядохимикатов при возделывании i -ой сельскохозяйственной культуры, МДж; $\mathcal{E}_{ci}$ – расход семян i -ой сельскохозяйственной культуры в энергетическом исчислении, МДж [2].

Энергетический потенциал гектара используемых сельскохозяйственных земель можно определить по следующей зависимости:

$$\mathcal{E}_{\Sigma} = \mathcal{E}_e + \mathcal{E}_k + \mathcal{E}_a + \mathcal{E}_p \quad (4)$$

где: $\mathcal{E}_e$ – энергия гумуса, МДж; $\mathcal{E}_k$ – энергия калия, МДж/га; $\mathcal{E}_a$ – энергия азота, МДж/га; $\mathcal{E}_p$ – энергия фосфора, МДж/га.

Энергия гумуса ($\mathcal{E}_e$) устанавливается по следующей зависимости:

$$\mathcal{E}_e = H_e \cdot d_e \quad (5)$$

где: H_e – валовый запас гумуса, т/га; d_e – энергетическое содержание 1 т гумуса, МДж.

Валовый запас гумуса в почве (H_e) предлагается определять по следующей формуле:

$$H_e = \frac{10000A \cdot B \cdot P}{100} \quad (6)$$

где: H_e – валовый запас гумуса, т/га; A – мощность гумусового горизонта, м; B – объемная масса почвы, г/см³; P – содержание гумуса, %.

Энергию подвижных форм питательных веществ – калия, азота и фосфора ($\mathcal{E}_k$, $\mathcal{E}_a$, $\mathcal{E}_p$) – можно установить по следующей зависимости:

$$\mathcal{E}_n = \sum_{j=1}^m N_j \cdot d_j \quad (7)$$

где: N_j – запас подвижной формы j -го питательного вещества (калия, азота, фосфора), г/га; d_j – энергосодержание j -го питательного вещества подвижного элемента (калия, азота, фосфора), МДж; j – вид питательного вещества.

Запасы подвижной формы j -го питательного вещества (калия, азота, фосфора) в гумусовом горизонте можно установить по формуле:

$$N_j = 10000 A' B K_j \quad (8)$$

где: N_j – запас подвижной формы j -го питательного вещества; A' – мощность корнеобитаемого слоя, м; B – объемная масса почвы, г/см³; K_j – содержание подвижной формы j -го питательного вещества (азота, фосфора, калия) в почве, кг/т.

Результаты исследований. Рассчитанный таким образом коэффициент энергетической эффективности (K_3) для почв Казахстана представлен в таблице 1. Данные позволяют однозначно судить об эффективности использования сельскохозяйственных земель в сельскохозяйственных предприятиях. Отсюда следует, что коэффициент энергетической эффективности $K_{эф}$ в сероземных почвах Казахстана при возделывании сельскохозяйственных культур колеблется в пределах 0,59÷3,9. При этом наименьший показатель приходится на озимую пшеницу, а наибольшее – на лен-долгунец и картофель.

Энергетический подход к исчислению экономической эффективности использования сельскохозяйственных земель позволяет исключить при ее установлении влияние на результаты расчетов земельной инфляции, диспаритета цен на сельскохозяйственную продукцию, горюче-смазочные материалы, сельскохозяйственную технику, минеральные удобрения, ядохимикаты и др.

Таблица 1

Энергозатраты в сероземных почвах Казахстана
при возделывании сельскохозяйственных культур

№ п/п	Культуры	Энергозатраты на 1 ц прибавки урожая, МДж	Урожайность, ц/га	Энергетическое содержание продукции, мгДж/га	Коэффициент энергетической эффективности (K_3)
1	Озимая пшеница	1063	24	25512	0,59
2	Озимая рожь	1128	32	36096	1,32
3	Яровая пшеница	1212	30	38760	1,53
4	Яровая ячмень	939	40	37560	1,42
5	Овес	102	38	38076	1,45
6	Кукуруза на зерно	805	35	28175	0,77
7	Картофель	166	400	66400	3,40
8	Сахарная свекла	131	270	35370	1,30
9	Лен-долгунец	2478	30	74340	3,9
10	Хлопчатник	1804	32	57728	2,8
11	Подсолнечник	1318	20	26360	0,64

В этом плане, если рассматривать сельское хозяйство вообще, и его растениеводческую отрасль в частности, как целостную замкнутую энергетическую систему, в функционировании которой задействованы одновременно энергетический потенциал земли, энергия осадков, фотосинтетической активной радиации солнца (ФАР), семян, удобрений, ядохимикатов, а также энергия живого и овеществленного труда, используемого человеком для превращения природного энергетического потенциала в средства производства с целью получения сельскохозяйственных продуктов, то правомерно применить при установлении энергетической эффективности использования земли закон сохранения энергии, которому подчиняются все без исключения процессы в природе.

Для оценки продуктивности растительного покрова агроландшафтов можно использовать метод эталонных урожаев, например потенциальный урожай описывается формулой следующего вида [9]:

$$ПУ = \frac{R \cdot K_{хоз} \cdot \eta}{q}, \quad (15)$$

где: $ПУ$ – потенциальная урожайность сельскохозяйственных культур, ц/га; q – теплота сгорания килограмм продукции сельхоз культуры; η – потенциальный КПД посева, равный 3,0; $K_{хоз}$ – коэффициент, определяющий хозяйственную ценность урожая сельскохозяйственных культур.

Для оценки эффективности использования ФАР сельскохозяйственными культурами можно применить коэффициент использования биоэнергетических ресурсов растений [5]:

$$K_{бэ} = R\eta_{эн}/100БП, \quad (16)$$

где: БП – биоэнергетический потенциал растений, 2500 ккал/(м²год); $\eta_{эн}$ – коэффициент использования свободной энергии, который в естественных условиях равен 0,005.

Для интегральной оценки биоэкологической продуктивности растений можно применить совокупность коэффициента использования биоэнергетических ресурсов растений ($K_{бэ}$) и эффективность использования атмосферных осадков (K_y), т.е. показателя биоэкологической продуктивности ландшафтов:

$$П_{бэ} = K_{бэ} \cdot K_y \quad (17)$$

Таким образом на протяжении многих лет при разработке технологии программированного выращивания сельскохозяйственных культур на основе прогнозных расчетов с использованием эмпирических формул, нами существенно искажались расчетные данные, которые в конечном счете отразилась на экологическом состоянии агроландшафтов орошаемой зоны. Поэтому поправленные данные коэффициента биоэнергетических ресурсов растений приведены в таблице 2.

Таблица 2

Расчет коэффициента использования биоэнергетических ресурсов растений

№ п/п	Метеостанции	Расчетный биоэнергетический коэффициент, $K_{бэ}$	Потенциальный урожай кукурузы на силос, т/га		Биоэкологическая оценка, $П_{бэ}$
			при R по t_v	при расчетной	
1	Сузак	0,061	63,2	104,4	0,005
2	Туркестан	0,090	69,1	155,1	0,007
3	Тюлькубас	0,096	63,8	164,5	0,021
4	Арыс	0,091	69,9	172,2	0,007
5	Шымкент	0,127	65,9	217,5	0,019
6	Шардара	0,095	69,7	162,6	0,007

По данным Южно-Казахстанской области показатели экологической продуктивности ландшафтов в разрезе исследуемых метеостанций

характеризуется следующими показателями: для метеостанции Сузак как выше средней, для Туркестана, Арыс и Шардара – высокий, а для Тюлькубас и Шымкент – очень высокий, что следует предусмотреть при планировании схем размещения сельскохозяйственных культур.

По расчету урожая зеленой массы кукурузы предлагаемая формула расчета радиационного баланса (R) соответствует истинному значению, т.е. производственному показателю. При расчете программированного урожая по формуле Шабанова В.В. получены на 40-43% завышенные показатели. Данная ситуация позволяет считать, что по расчетным показателям биоэнергетических коэффициентов можно с уверенностью районировать сельскохозяйственные культуры, с гарантией получения стабильного и экологически безопасного урожая возделываемых культур [3, 6-8, 10]. Оценка влагообеспеченности растений осуществляется с помощью коэффициента естественного увлажнения ландшафтов:

$$K_y = O_c / E_0, \quad (18)$$

где: O_c – атмосферные осадки, мм; E_0 – испаряемость, мм.

Кроме того, нами [11] выявлены следующие процентные отношения показателей суммарного испарения (табл. 3). Данные свидетельствуют, что при формировании суммарного испарения основными факторами являются энергетический (ФАР) – 16,2%, индекс почвы – 19,9%, человеческий фактор – 20,2%, другие компоненты – 42,7%. Наблюдениями определены, что испаряемость почвенной влаги с поверхности орошаемого участка происходит особенно в летний период с 12.00 до 17.00 часов.

Поэтому в целях стабилизации экосистемы, а также обеспечения эффективности водохозяйственных расчетов на оросительных системах целесообразно решать вопросы мелиорации на основе разработок, охватывающие весь комплекс биосферы.

Таблица 3

Процентное отношение показателей суммарного испарения

№ п/п	Показатели суммарного испарения	Процентное отношение E_0
1	Урожайность с/х культур (при 5 т/га)	20,2
2	Индекс почвы	19,9
3	Фотосинтетическая активная радиация	16,2
4	Индекс сухости	14,74
5	Скорость ветра	12,2
6	Осадки	7-12
7	Среднесуточная температура воздуха	5,2
8	Относительная влажность воздуха	2,1
9	Континентальность климата	1,29
10	Продолжительность безморозного периода	0,52
11	Оросительные нормы с/х культур	0,014

Заключение. Для комплексной оценки экономической эффективности использования земель нами проведены маркетинговые и аналитические исследования для определения влияния внешних и внутренних факторов энергетического эффекта с изучением теплового режима, водно-воздушного и биохимического состава почвы в корнеобитаемой зоне основных сельскохозяйственных культур. Для определения оценки эффективности

использования земель применяли энергетический подход к исчислению энергетического потенциала почвы, энергии питательных веществ, фотосинтетической активизации солнечных лучей с учетом закона сохранения энергии, которые подчиняются к процессам природы.

Таким образом внедрение технологии комплексного регулирования принципов рационального использования биоэнергетических ресурсов в системе водопользования обеспечить должной стабилизации природных экосистем, повышению экологической безопасности орошаемых территорий бассейнового управления и весомому увеличению производства сельскохозяйственных продуктов с единицы площади засоленных и эродированных земель.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колмыков, А.В. Теоретические основы установления эффективности использования сельскохозяйственных земель [Текст] / А.В. Колмыков // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2010. – №1. – С. 124-130.
2. Магазинчиков, Т.П. Земельный кадастр [Текст] / Т.П. Магазинчиков. 2-е издание перераб. и допол. – Львов: Виша шк., 1987. – 424 с.
3. Мустафаев, Ж.С. Адаптивно-ландшафтные мелиорации земель в Казахстане [Текст] / Ж.С. Мустафаев, А.Д. Рябцев. – Тараз: BIG NEO Service, 2012. – 528 с.
4. Ольдекоп, Э.М. Об испарении с поверхности речных бассейнов [Текст] / Э.М. Ольдекоп // Труды Юрьевской обсерватории. – М., 1911. – С.12-24.
5. Будыко, М.И. Глобальная экология [Текст] / М.И. Будыко. – М.: Мысль, 1977. – 327 с.
6. Мустафаев, Ж.С. Почвенно-экологическое обоснование мелиорации сельскохозяйственных земель в Казахстане [Текст] / Ж.С. Мустафаев. – Алматы: Гылым, 1997. – 358 с.
7. Айдаров, И.П. Регулирование водно-солевого и питательного режимов орошаемых земель [Текст] / И.П. Айдаров. – М.: Агропромиздат, 1985. – 304 с.
8. Айдаров, И.П. Моделирование почвенно-мелиоративных процессов [Текст] / И.П. Айдаров, А.И. Корольков, В.Х. Хачатурьян // Биологические науки. – 1987. – №9. – С.27-38.
9. Никольский, Ю.Н. Расчет проектной урожайности в зависимости от водного режима мелиорируемых земель [Текст] / Ю.Н. Никольский, В.В. Шабанов // Гидротехника и мелиорация. – 1986. – №9. – С.52-56.
10. Шабанов, В.В. Влагообеспеченность яровой пшеницы и ее расчет [Текст] / В.В. Шабанов. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 141 с.
11. Хожанов, Н.Н. Элементы суммарного испарения в условиях орошения [Текст] / Н.Н. Хожанов, Н.К. Ержанова // Материалы международной научно-практической конференции «VII Дулатовские чтения», 20-21.11.2012 года. – Тараз: Тараз университеті, 2012. – С.319-321.

Материал поступил в редакцию 14.03.17.

Н.Н. Хожанов, Д. Юлдашева, Г.Н. Хожанова*М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан***РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ
НА ОСНОВЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОДХОДА**

Мақалада ауылшаруашылық жерлерінен жоғары өнім алу үшін жумсалып жатқан энергетикалық ресурстарынан тиімді пайдалану жолдары қарастырылған және дақылдардың түрлері бойынша жумсалуға қажет энергетикалық коэффициенттері анықталған.

Түйінді сөздер: энергетикалық пайдалығы, энергетикалық әлеуеті, радиациялық балансы, өнімділік, биоэкологиялық өнімділік.

N.N. Khozhanov, D. Yuldasheva, G.N. Khozhanova*Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan***THE CALCULATION OF THE EFFICIENCY OF AGRICULTURAL
LAND ON THE BASIS OF THE ENERGY APPROACH**

The article considers issues of efficient use of land with the application of energy approach to the calculation of potential energy of soil, energy, nutrients, photosynthetic intensify the sun's rays taking into account the law of conservation of energy, which will be subject to the processes of nature.

Keywords: energy potential, energy effects, the potential crop evaporation, solar energy, evaluation of bioenergy resources.

Электрoэнергетика

УДК 620.9:001.893

С.А. Орынбаев¹, А. Абикен²¹Д-р Ph, доцент, ²Магистрант

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

Электронная почта: ¹seitzhan_74@mail.ru, ²adilet_910@mail.ruАНАЛИЗ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ
КАЗАХСТАНА И ДАЛЬНЕГО ЗАРУБЕЖЬЯ

В статье приведен результаты анализа потерь электрической энергии в сетях электроэнергетических компаний Республики Казахстан. Кроме того, представлен сравнительный анализ потерь электрической энергии в сетях некоторых стран дальнего зарубежья.

Ключевые слова: электрические сети, электроэнергия, потери электрической энергии, энергокомпанияи.

Как показывает отечественный и зарубежный опыт, кризисные явления в экономике в целом, и в энергетике в частности, отрицательным образом влияют на производство и уровень потребления электрической энергии в стране.

Известно, что в первые годы независимости Казахстана уровень электропотребления по всем регионам сократился на 40-60% (рис. 1).

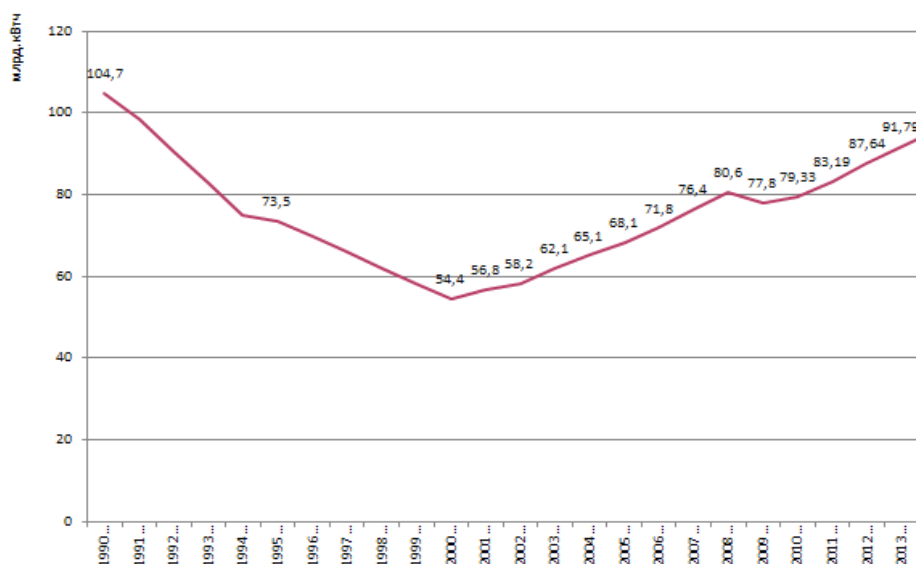


Рис. 1. Динамика фактического потребления электроэнергии в РК за период с 1990 по 2013 годы

Это соответственно повлияло на производство электрической энергии (рис. 2) и на такой важный показатель энергетической эффективности передачи и распределения электроэнергии как ее потери в электрических сетях [1].



Рис. 2. Динамика производства электроэнергии в РК за период с 1998 по 2015 годы

Со времен распада Советского Союза уровень нормативных потерь электроэнергии в относительном выражении вырос в 1,5 и более раз.

Сокращение электропотребления в кризисные годы во многих Региональных электрических компаний, вызвало резкое сокращение финансирования мероприятий по снижению потерь электроэнергии. В результате запланированные мероприятия с ежегодным определенным экономическим эффектом выполнялись не в полном объеме. Это связано с ослаблением в данный период контроля за потреблением электроэнергии и системы в целом, снижением платежеспособности значительной части потребителей, в первую очередь населения, с ростом хищений электроэнергии, обострением проблем из-за несовершенства традиционной системы учета электроэнергии. Все вышеперечисленные факторы, так или иначе привели к увеличению отчетных потерь.

На сегодняшний день в Республики Казахстан зарегистрировано порядка двадцати четырех крупных региональных энергокомпаний в четырнадцати областях страны и одна национальная компания по управлению электрическими сетями 220-1150 кВ АО «KEGOC». Приватизации многих Региональных Энергокомпаний, в период становления независимости нашей страны, повлекло за собой создание рынка электроэнергии с четким разграничением балансовой принадлежности каждого РЭК. В связи с этим понятие и величина нормативных потерь стало «остро ощущаться» как для специалистов с техническим образованием, так и для экономистов. В нормативный уровень потерь стали включать допустимый небаланс обусловленный погрешностью приборов учета, потери от токов утечки по изоляторам, потери в соединительных проводах и

ошиновках ПС, потери в приборах учета и т.д. Несомненно, все эти дополнительные составляющие потерь должны быть включены в нормативные потери, поскольку вызваны физическими процессами передачи электроэнергии [2].

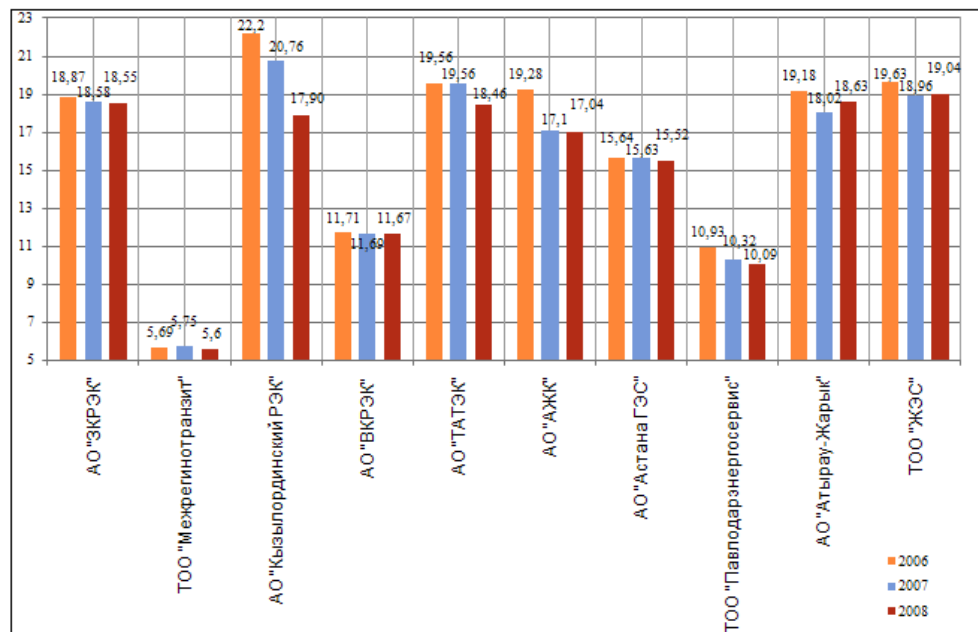


Рис. 3. Динамика изменения относительных потерь в некоторых РЭК РК за 2006-2008 годы

Как видно из диаграммы (рис. 3) наименьшие потери в ТОО «Межрегионтрансит», наибольшие – в АО «Кызылординский РЭК». Это можно объяснить тем, что основная доля потерь приходится на распределительные сети с напряжением 6-10/0,4 кВ. Некоторые энергокомпании имеют на балансе только сети 110-35 кВ, каким является ТОО «Межрегионэнерготранзит» с наименьшим значением относительных потерь 6%. Остальные энергокомпании имеют сети 220-0,4 кВ и уровень относительных потерь в этих энергокомпаниях значительно выше.

Для сравнения на рисунках 4 и 5 приведены данные по относительным потерям электроэнергии в электрических сетях стран дальнего зарубежья. Из рисунка 4 видно, что потери электроэнергии в странах Западной Европы и в Японии находятся в диапазоне от 4,0 до 8,9%. Несколько выше потери в Канаде и Новой Зеландии 9,8-11%. Потери в странах Африки (рис. 5) колеблются в широких пределах от 7% в ЮАР до 38,5% в Сьерра-Леоне [3].

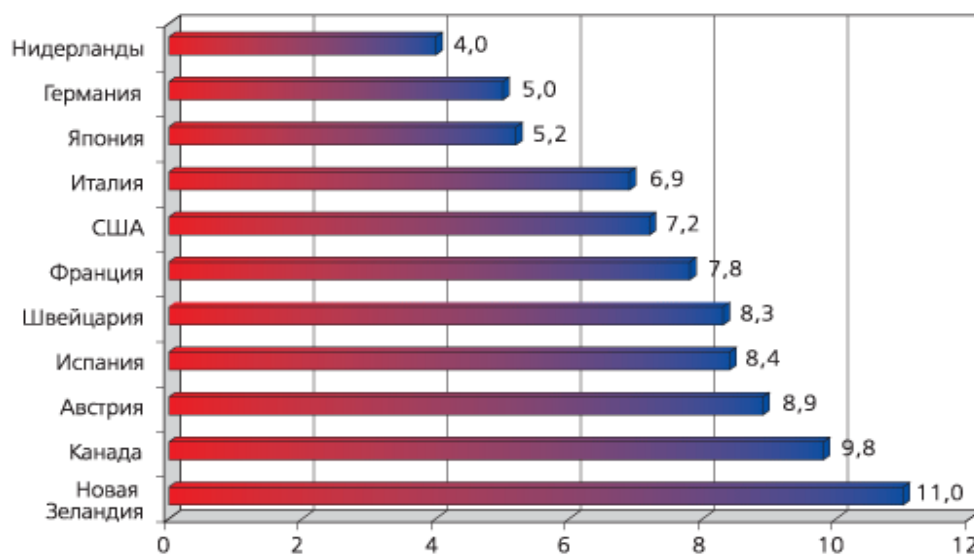


Рис. 4. Потери электроэнергии в электрических сетях стран дальнего зарубежья

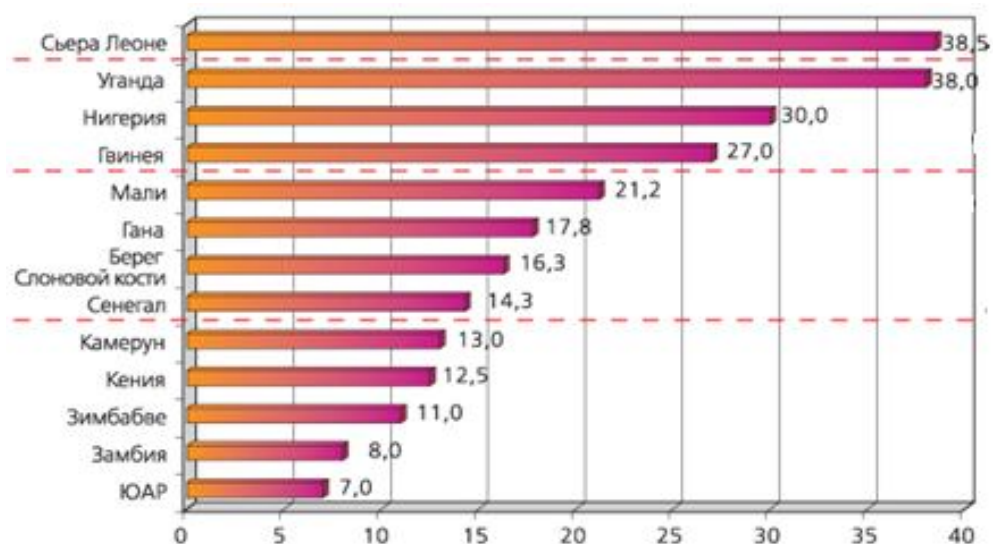


Рис. 5. Потери электроэнергии в электрических сетях стран Африки

Как видно из диаграмм, уровень развития страны оказывает существенное влияние на возможности электроэнергетических компаний в осуществлении мероприятий по снижению потерь в электрических сетях [4].

Выводы. Уровень потерь электрической энергии в сетях в первую очередь зависит от финансовых возможностей энергокомпаний в осуществлении мероприятий по снижению потерь электроэнергии. Для определения приоритетных направлений и очередности внедрения мероприятий по снижению потерь необходим тщательный анализ энергетических балансов электрических сетей в целом и их отдельных узлов, технического состояния и погрешности приборов учета, организации работы по внедрению мероприятий по снижению потерь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Типовая инструкция по учету электроэнергии при ее производстве, передаче и распределении. РД 34.09.101-94 [Текст]. – М.: СПО ОРГРЭС, 1995.
2. Сборник нормативных и методических документов по измерениям, коммерческому и техническому учету электрической энергии и мощности [Текст]. – М.: Издательство «НЦ ЭНАС», 1998.
3. Бондаренко, А.Ф. Зарубежные энергообъединения [Текст] / А.Ф. Бондаренко, Н.В. Лисицын, Ф.Я. Морозов. – М.: Изд-во «НЦ ЭНАС», 2001.
4. Воротницкий, В.Э. Снижение потерь электроэнергии в электрических сетях. Динамика, структура, методы анализа и мероприятия [Текст] / В.Э. Воротницкий, М.А. Калинкина, Э.В. Комкова, В.И. Пятигор // Энергосбережение. – 2005. – №2. – С. 90-94.

Материал поступил в редакцию 01.03.17.

С.Ә. Орынбаев, Ә. Әбікен

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

**ҚАЗАҚТАН ЖӘНЕ АЛЫС ШЕТЕЛДЕР ЭЛЕКТР ТОРАПТАРЫНДАҒЫ
ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯ ШЫҒЫНДАРЫНА ТАЛДАУ**

Бұл мақалада Қазақстан Республикасының электрэнергетикалық компаниялары тораптарындағы электрэнергия шығындарына талдау жүргізілді. Сонымен қатар кейбір шет мемлекеттердің тораптарындағы электр энергия шығындарына салыстырмалы талдау жасалынды.

Түйін сөздер: электрлік тораптар, электрэнергия, электр энергия шығындары, энергокомпаниялар.

S.A. Orynbayev, A. Abiken

Taraz State University named after M. Kh. Dulaty, Taraz, Kazakhstan

**ANALYSIS OF ENERGY LOSSES IN ELECTRIC NETWORKS OF
KAZAKHSTAN AND FOREIGN COUNTRIES**

This article provides an analysis of electrical energy losses in electric networks of companies of the Republic of Kazakhstan. In addition, a comparative analysis of electrical energy losses in the networks of some foreign countries.

Keywords: electrical networks, electricity, electric power, energy loss.

ӘОЖ 621.314.5

С.Ә. Орынбаев¹, М.М. Бекмұратов², М.Д. Ыдырыс³¹ Ph докторы, доцент, ²Техн. ғылымд. канд., доцент, ³Магистрант
М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан**IGBT ЖӘНЕ MOSFET ТРАНЗИСТОРДЫҢ НЕГІЗГІ КӨРСЕТКІШТЕРІ
ЖӘНЕ АРТЫҚШЫЛЫҚТАРЫ**

Мақалада IGBT және MOSFET транзисторларының негізгі сипаттамалары келтірілген. Қолдану саласына байланысты, олардың негізгі айырмашылықтары мен артықшылықтары қарастырылған. Күштік транзисторлар өндірушілері нарығындағы негізгі компаниялар берілген.

Түйін сөздер: транзистор, жартылай өткізгіш, эмиттер, коллектор, электроника, ендік-импульстік модуляция.

Қуатты электроникада IGBT және MOSFET транзисторлар сияқты тез дамып өзгеріп отыратын басқа элементтер жоқ [1, 2].

Қазіргі кезде барлық инвертор жасап шығарушылар IGBT және MOSFET екі жартылай өткізгіш технологиясы бойынша жасайды. IGBT және MOSFET транзисторлар күшті импульсті түрлендіргіштерде қолданылады. Олардың статикалық және динамикалық сипаттамалары ондаған және жүздеген киловатт қуат бере алады, олардың көлемі шағын және ПӘК 95% құрайды.

IGBT және MOSFET-те ортақ оқшауланған бекітпе, бұл элементтердің басқару сипаттамалары ұқсас. Температуралық коэффициентінің қысқа терістігі тұйықталуға төзімді транзисторларды жасап шығуға мүмкіндік туғызды. Қазір барлық фирмалар уақыт бойынша топқа төзімді, транзисторлар шығарады [3].

IGBT және MOSFET элементтерінің типтерін анықтау ғана мәселе емес. Нарықта жартылай өткізгіш құралдарды жасап шығарушылар бәсекелестік туғызып отыр.

Қажетті элементті табу үшін кей кезде өндірушілерді де таңдағанда қиынға түседі. MOSFET транзисторлар 80-ші жылдарда пайда болды. Бұл транзисторлардың сипаттамалары мінсіз кілт сипаттамаларына жақын болып келеді де, кілттік элементтер деп айтуға болады. Олардың қолданылу кезінде негізгі параметр кернеудегі ағын болып табылады. Жақсы сипаттамасы бар жоғары вольтты MOSFET транзисторларды жасауға мүмкіндік жоқ, өйткені ашық транзисторларды арна кедергісі кернеу кедергісіне пропорционал өседі. Бұл жоғары ПӘК бар құралдарда қолдану қиын [4].

Өткен ғасырдың 80-ші жылдарының соңында оқшауланған бекітпесі (IGBT) бар биполярлы транзистор жасалды, ал 90-шы жылдың басында екінші және үшінші ұрпағы жасалды [5].

Биполярлы транзисторлардың үлкен түйіспе токтарын өрістік бекітпе арқылы қарапайым басқару бұл құралдарды біріктірді [6].

IGBT мен MOSFET транзисторлардың, р-п-р биполярлы комбинациясы арқылы қысқартылған түрде көрсетуге болады. IGBT және MOSFET өндіру өте қарапайым, ол жаңа заман микроэлектроникасының көмегімен ұйымдастыруға болады. Бұл IGBT мен MOSFET элементтерінің тез дамуы

қуатты электроникаға жаңа нарық ашып жатыр. Жоғары кернеулі биполярлы транзисторлар болғандықтан қолданыста жоқ.

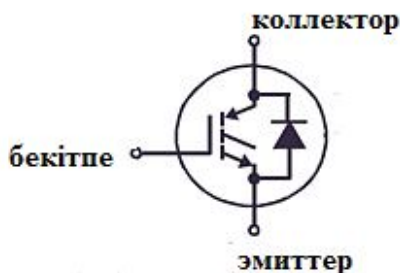
Бүгінгі таңда 6,5 кВ, 4,5кВ, 3,3 кВ, 2,2 кВ кернеулі IGBT модульдер шығарылады, мысалы 3,3 кВ, 2,4 кА. IGBT түрлендіргіштер (көп деңгейлі IGBT тізбектей қосылатын) мегаватты деп айтады, ал кернеу көзі 6 кВ қазір жасалады. Басқа жағынан қарасақ MOSFET өте жоғары жиілік үшін жасалған; үлкен токтар негізінде 500 кГц сәйкес сұлба алуға болады.

IGBT және MOSFET модульдері мен құрама компоненттері келешек аз қуатты құралдарға өте маңызды болып табылады.

IGBT құрал р-п-р биполярлы транзистор болып индукциялық төмен вольтты MOSFET транзистор арқылы басқарылады.

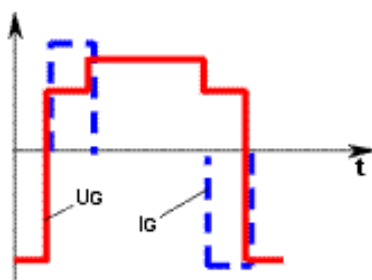
Қазіргі заманғы қуатты IGBT транзисторлар мен модульдер негізінде орта және үлкен қуатты инвертор жасауға болады [7].

Оқшауланған бекітпесі бар биполярлы транзистор толық басқарылатын жартылай өткізгіш құрал, оның негізі үшқабатты құрамнан тұрады. Оның өшіп қосылуы бекітпе мен бастауға оң кернеу беру арқылы жүзеге асырылады [8]. IGBT транзистордың шартты белгіленуі 1-суретте көрсетілген.



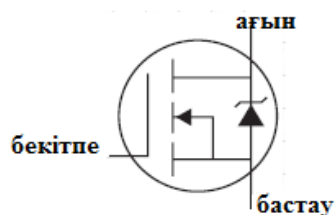
Сурет 1. IGBT транзистордың шартты белгісі

IGBT қолдану 80-ші жылдардан басталды. IGBT үш ішкі шықпасы бар эмиттер, коллектор, бекітпе. Эмиттер ағынды қосу арқылы база мен бастау ішкі болады. Бір құрылымды екі құралды өрістік және биполярлы транзисторларды қосу арқылы аз кедергісі және жоғары токты жүктеме кіріс кедергісі жоғары болады [9].



Сурет 2. Басқару ток және кернеу диаграммасы

Барлық қазіргі цифрлы электроника негізі өрістік МОЖ (метал–оксид – жартылай өткізгіш) транзисторлардан жасалған, ол биполярлы транзисторларға қарағанда үнемді. Кей кезде МОЖ транзисторларды МДЖ (метал – диэлектрик – жартылай өткізгіш) деп атайды. Бұл транзистордың халықаралық атауы - MOSFET (metal-oxide–semiconductor field effect transistor) [10]. Шартты белгісі 3-суретте көрсетілген.



Сурет 3. MOSFET транзисторының шартты белгісі

Жылдамдығы жағынан IGBT транзисторлары MOSFET транзисторларына жол береді, мәні бойынша биполярлы асып түседі. IGBT өткен кездегі токтың төмендеуі және жиналған заряд мәні 0,2-0,4 және 0,2-1,5 мкс диапазонында сәйкес. IGBT қауіпсіз жұмыс ауданы қосымша тізбектерсіз сапалы жұмысты қамтамасыз етеді, олардың қосылу траекториясы 10...20 кГц жиілікке тең.

Қорек көзі 500 В кернеулік биполярлы кілттер MOSFET ығыстырып, дискретті сияқты (3500 В) жоғары кернеулі IGBT жасап шығарып жатыр.

Қазіргі уақытта IGBT транзисторлар төртбұрыш корпуста біржақты салқындау прижим модульдері (Mitsubishi, Siemens, Simikron және т.б.) шығарылады. Тағы бір түрі екіжақты салқындатуы бар (Toshiba Simicoductor Group). Біржақты салқындату модульдері, сапалы пластмасса корпусында оқшауланған негізде жасалған. Барлық электрлік түйіспелер корпусық бетінде орналасады, IGBT басқару тогы аз, сондықтан басқару тізбегі ықшамды. Тізбек драйверлерін қуатты кілтке жақын орналастыру қажет. IGBT модульдерінде интеллектуалды транзисторлы модульдер (ИТМ) жасалады, олардың қысқа тұйықталу тогынан қорғанысы бар, диагностика жүйесі басқарушы сигналдың жоғалып кетуінен басқа да апаттық жағдайлардан, кернеу көзінің жоғалуынан қорғап бақылайды [4].

ИТМ (Интеллектуалды транзисторлы модуль) негізінде IGBT ендік-импульстік модуляцияларының (ЕИМ) басқару жүйесін қарастырады [11].

Қуатты өрістік транзисторлар (MOSFET) басқарушы кілт ретінде қолданылады. Олардың шығару технологияларын жаңарту арқылы техникалық сипаттамаларын күшейту мүмкін болар еді, ал көп шығарып бәсекелестік туғызса бағасы деп арзандар еді. Қуатты жартылай өткізгіш өнімдерін шығаратындардың барлығы төмен вольтты MOSFET шығарады. Жарты ғасырдан бері International Rectifier компаниясы қуатты жартылай өткізгіш өнімдерін шығару бойынша көшбасшы болып саналады.

MOSFET транзисторларының ерекшеліктері. Оның сипаттамалары биполярлы транзисторлардың сипаттамаларынан ерекшеленеді:

- MOSFET ток емес, кернеумен басқарылады;
- температуралық өзгеріске аз әсер береді;
- VLSI көпұяшықты технологиясына байланысты MOSFET-тің жұмыс кернеуі теориялық тұрғыдан төменгі шегі жоқ;
- арна кедергісі төмен (0,003 Ом);
- ендік ток диапазоны (0,5 - 100А);
- жоғары қайта қосылу жиіліктері (500 кГц);
- өте үлкен жүктемелік өзгерулер мен ауыр жұмыс циклдері және төмен шығыс қуаты кезінде жұмыс кернеуі 1000В [12].

Транзисторларға тән оқшауланған бекітпесі бар және кездейсоқ токтардың секіруін бөгейтін диоды бар MOSFET жеңіл басқарылады. Жұмыс

жиілігі 200кГц импульсті қорек көздерін және аккумуляторды зарядтау құрылғыларында MOSFET-ті қолданамыз.

IGBT транзисторларының ерекшеліктері:

- ашық кезде жоғары кернеу және үлкен токта аз жоғалтулар;
- биполярлы транзистор өткізгіштігі және қосылу сипаттамасы;
- MOSFET сияқты кернеумен басқарылады.

IGBT ($>1000\text{В}$) жоғары кернеуде, ($>100^\circ\text{C}$) жоғары температурада және ($>5\text{кВт}$) жоғары шығыс қуат жұмысында қолданамыз. Қозғалтқышты басқару сұлбаларында, үзіліссіз қорек көзінде IGBT қолданылады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 IGBT силовые транзисторы International Rectifier шестого поколения [Текст] // Силовая электроника. – 2014. – №6.
- 2 [?] / [Текст]. – Режим доступа: <http://www.compitech.ru>.
- 3 [?] / [Текст]. – Режим доступа: <http://www.gaw.ru>.
- 4 Арендт, Винтрих. Trench 4 – универсальная технология IGBT. Руководство по эксплуатации [Текст] / Винтрих Арендт // Силовая электроника. – 2008. – №2. – С. 27-30.
- 5 Дьяконов, В.П. Энциклопедия устройств на полевых транзисторах [Текст] / В.П. Дьяконов, А.М. Ремнев, В.Ю. Смердов. – М.: Солон-Р, 2002. – 512 с.
- 6 Дуплякин, Е. IGBT или MOSFET? Оптимальный выбор [Текст] / Е.Дуплякин // Электронные компоненты. – 2000. – №1.
- 7 Волович, Г. Драйверы силовых ключей [Текст] / Г.Волович // Современная электроника. – 2007. – № 8. – С.32-41.
- 8 Бранов, С.В. Расчет динамических потерь в многоуровневых полупроводниковых преобразователях с емкостным делителем напряжения [Текст] / С.В. Бранов, М.А. Дыбко // Доклады академии наук высшей школы РФ. – 2011. – №2 (17). – С.46-55.
- 9 Chandan Kumar Sarkar. Technology Computer Aided Design: Simulation for VLSI MOSFET: CRC Press. 2013. pp 27- 31.
- 10 Intellimod Module Single Phase IGBT Inverter Output 150 Amperes/1200 Volts.
- 11 Бреднев, А. Силовые полевые транзисторы STMicroelectronics [Текст] / А.Бреднев // Современная электроника. – 2010. – № 4. – С. 40-45.
- 12 Герцер, Р. Технологии интегральных драйверов IGBT для применений низкой и средней мощности [Текст] / Р. Герцер, М. Россберг, Б. Воглер // Компоненты и технологии. – 2011. – №2. – С.102-107.

Материал редакцияға 22.05.17 түсті.

С.А. Орынбаев, М.М. Бекмуратов, М.Д. Ыдырыс

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ПРЕИМУЩЕСТВА IGBT И MOSFET ТРАНЗИСТОРОВ

В данной статье приводятся основные характеристики IGBT и MOSFET транзисторов. В зависимости от сферы применения рассматриваются их

принципиальные отличия и преимущества. Приведены компании, зарекомендовавшие себя на рынке производителей силовых транзисторов.

Ключевые слова: транзистор, полупроводник, эмиттер, коллектор, электроника, широтно-импульсная модуляция.

S.A. Orynbayev, M.M. Bekmuratov, M.D. Ydyrys

Taraz State University named after M. Kh. Dulaty, Taraz, Kazakhstan

MAIN CHARACTERISTICS AND ADVANTAGES OF IGBT AND MOSFET OF TRANSISTORS

In this article the fundamental characteristics also IGBT of transistors MOSFET are given. Depending on the sphere of application their vital differences and advantages are examined. Companies, which recommended themselves on the market for the producers of the power transistors are given.

Keywords: transistor, semiconductor, emitter, collector, electronics, pulse width modulation.

ӘОЖ 53(076.1)

М.Т. Кейкиманова¹, Т.К. Касенова², А.С. Жантурина³

*¹Техн. ғылымдарының. канд., доцент,²Оқытушы, ³Студент
М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан*

ТОК КӨЗДЕРІ ПАРАЛЛЕЛЬ ҚОСЫЛҒАН ЭЛЕКТР ТІЗБЕКТЕРІН ЕСЕПТЕУ ТУРАЛЫ

Тұрақты электр тогының тізбегін есептеудің ерекше әдісі ұсынылған. Мұндай тізбек параллель қосылған ЭҚК-і мен ішкі кедергілері әртүрлі ток көздерінен, сонымен бірге электр энергиясы, жылу энергиясымен бірге басқа да энергия түрлеріне айналатын ток тұтынушылардан тұрады. Ұсынылған әдіс тәжірибеде жиі қолданылатын электрлік тізбектерді оңай есептеуге мүмкіндік береді. Ұқсас электр тізбектерін есептеу мысалдары келтірілген. Өзін-өзі тексеру үшін тапсырмалар берілген.

Түйін сөздер: ток көзі, электр қозғаушы күші, электрлік тізбек, ішкі және сыртқы кедергілер.

ЭҚК-і және ішкі кедергілері әртүрлі екі ток көзі параллель қосылған электр тізбектерін есептеу кезінде қиындықтар туындайтыны белгілі. Бірақ, әр түрлі ток көздері мен ток тұтынушылардың кез келген саны параллель қосылған тізбектерді есептеуді жеңілдететін теңдеулер жүйесін құруға болады. Төменде осындай теңдеулер жүйесін қорытуды қарастырылады [1].

ЭҚК-і және ішкі кедергілері әртүрлі, параллель қосылған n ток көздерінен тұратын электр тізбегін қарастырамыз (1-сурет). Жалпы жағдайда, берілген тізбектің кез келген k -шы тармағы үшін Ом заңы келесі түрде

жазылады: $\varphi_A - \varphi_B = \varepsilon_k \mp I_k r_k$ немесе $U_{AB} = \varepsilon_k \mp I_k r_k$, егер ЭҚК тармақтағы токқа қарсы қосылса, токтың алдына «қосу» таңбасы қойылады.

Тізбектің n тармағы үшін:

$$\begin{cases} U_{AB} = \varepsilon_1 - I_1 r_1 \\ U_{AB} = \varepsilon_2 + I_2 r_2 \\ \text{-----} \\ U_{AB} = \varepsilon_k - I_k r_k \\ \text{-----} \\ U_{AB} = \varepsilon_n - I_n r_n \end{cases} \quad (1)$$

немесе

$$\begin{cases} I_1 = \frac{\varepsilon_1}{r_1} - \frac{U_{AB}}{r_1} \\ -I_2 = \frac{\varepsilon_2}{r_2} - \frac{U_{AB}}{r_2} \\ \text{-----} \\ I_k = \frac{\varepsilon_k}{r_k} - \frac{U_{AB}}{r_k} \\ \text{-----} \\ I_n = \frac{\varepsilon_n}{r_n} - \frac{U_{AB}}{r_{n1}} \end{cases} \quad (2)$$

(2) – жүйенің теңдеулерін мүшелеп қосамыз:

$$\begin{aligned} I_1 - I_2 + \dots + I_k + \dots + I_n &= \left(\frac{\varepsilon_1}{r_1} + \frac{\varepsilon_2}{r_2} + \dots + \frac{\varepsilon_k}{r_k} + \dots + \frac{\varepsilon_n}{r_n} \right) - \\ &- U_{AB} \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_k} + \dots + \frac{1}{r_n} \right) \end{aligned} \quad (3)$$

$I_1 - I_2 + \dots + I_k + \dots + I_n$ өрнегі параллель тізбектің кез келген түйініне (мысалы, А немесе В) кіретін және одан шығатын токтардың алгебралық қосындысы болып табылады. Электр зарядының сақталу заңы бойынша түйінге кіретін токтардың қосындысы одан шығатын токтардың қосындысына тең болады; керісінше жағдайда түйінге зарядтар жиналып қалар еді. Басқаша айтқанда, тізбек түйіндеріндегі токтардың қосындысы нольге тең, яғни

$$\begin{aligned} I_1 - I_2 + \dots + I_k + \dots + I_n &= 0. \\ \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_k} + \dots + \frac{1}{r_n} &= \frac{1}{r_3}, \end{aligned} \quad (4)$$

мұндағы r_3 – тізбектің эквиваленттік (жалпы) кедергісі. (3) – өрнектен шығатыны:

$$\frac{U_{AB}}{r_3} = \frac{\varepsilon_1}{r_1} + \frac{\varepsilon_2}{r_2} + \dots + \frac{\varepsilon_k}{r_k} + \dots + \frac{\varepsilon_n}{r_n} \quad (5)$$

(5), (4) және (1) теңдеулерді жүйеге келтіреміз:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{U_{AB}}{r_0} = \frac{\varepsilon_1}{r_1} + \frac{\varepsilon_2}{r_2} + \dots + \frac{\varepsilon_k}{r_k} + \dots + \frac{\varepsilon_n}{r_n} \\ \frac{1}{r_0} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_k} + \dots + \frac{1}{r_n} \\ U_{AB} = \varepsilon_1 - I_1 r_1 \\ \text{-----} \\ U_{AB} = \varepsilon_k - I_k r_k \\ \text{-----} \\ U_{AB} = \varepsilon_n - I_n r_n \end{array} \right. \quad \text{немесе} \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{U_{AB}}{r_0} = \sum_{k=1}^n \frac{\varepsilon_k}{r_k} \\ \frac{1}{r_0} = \sum_{k=1}^n \frac{1}{r_k} \\ U_{AB} = \varepsilon_1 - I_1 r_1 \\ \text{-----} \\ U_{AB} = \varepsilon_k - I_k r_k \\ \text{-----} \\ U_{AB} = \varepsilon_n - I_n r_n \end{array} \right. \quad (6)$$

(6) – теңдеулер жүйесі тек қана қарапайым тізбектерді ғана емес, сонымен бірге күрделі электр тізбектерін салыстырмалы түрде оңай есептеуге мүмкіндік береді. Жүйенің бірінші теңдеуі ғана күтпеген жағдай болып көрінеді. Бірақ, бұл теңдеудің физикалық мағынасы – қарапайым: теңдеудің сол жақ бөлігі – тізбектегі жалпы ток күші; ал оң жағы – әрбір ток көзіндегі токтардың алгебралық қосындысы. Ал қалған теңдеулердің мағынасы түсінікті.

1-суретте көрсетілген тізбектің әр тармағына ЭҚК мен ішкі кедергілері әртүрлі ток көздерімен бірге резисторлардың кез келген саны жалғануы мүмкін. Сонымен бірге, тізбектің кез келген тармағында ешқандай ток көзінің болмауы да мүмкін. Тізбекке резисторлар немесе ток тұтынушылары (аккумуляторлар, электрлік моторлар, индуктивтілік катушкасы, электролиттік ванна және т.с.с.) қосылуы мүмкін.

(6) – теңдеулер жүйесін практикада қолдану біршама ережелерді қолдануды талап етеді. Әр тармақтың ұштарындағы $\varphi_A - \varphi_B = U_{AB}$ потенциалдар айырымы тармақтағы токтың бағытына тәуелді: $U_{AB} = \varepsilon_k \mp I_k r_k$, мұндағы «минус» таңбасы, ток А-дан В-ға қарай, яғни ток көзінің ішінде теріс полюстан оңға қарай жүргенде қойылады. Кері жағдайда «плюс» таңбалы ток алынады. Егер параллель тізбектің басқа тармақтарында қарастырылып отырған тармақтың ЭҚК-не қарама-қарсы ЭҚК-і қосылған болса, онда айтылған жағдай орын алады.

Сондықтан есеп шығару кезінде келесі ережелерді еске ұстаған дұрыс [2]:

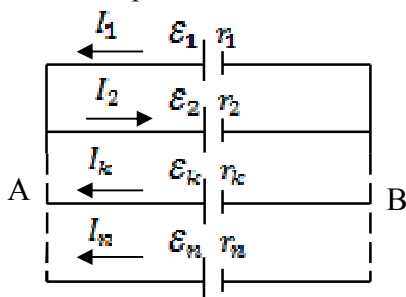
1) Тізбек тармақтарының оң бағытын таңдап алу керек: оңнан солға немесе солдан оңға, яғни В-дан А-ға немесе А-дан В-ға қарай (1-сурет). Осы таңдаумен токтың оң бағыты беріледі.

2) Тармақтардағы токтардың бағытын көрсету керек. Егер токтардың бағыты анық берілмеген болса, онда оларды қалауымыз бойынша аламыз.

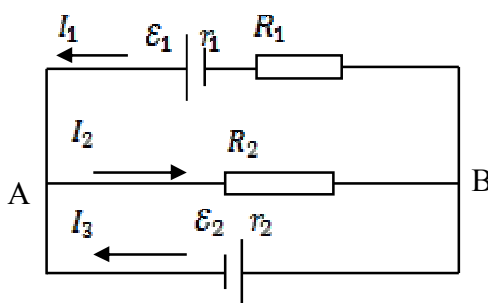
3) Тармақтардың ұштарындағы кернеулердің өрнектері келесі түрде жазылады: $U_{AB} = \varepsilon_k - I_k r_k$. Бірақ, бағыттары таңдалып алынған тармақтың бағытымен сәйкес токтар оң деп есептелінеді, кері бағытталғандары – теріс; сәйкес таңбалары ескеріледі.

Егер ЭҚК тармақтың оң бағытындағы потенциалдан үлкен болса, яғни тармақтың оң бағыты ток көзінің ішінде минусқа қарай жүрсе, онда ЭҚК оң деп есептеледі. Кері жағдайда (6) – теңдеудегі ЭҚК «минус» таңбасымен жазылады. Ток тұтынушылардың ЭҚК – і (аккумулятордың ЭҚК-і, индукцияның ЭҚК-і, поляризацияның ЭҚК-і және т.б.) қарсы ЭҚК, яғни тармақта көрсетілген токтың бағытына қарсы қосылған деп қарастырылады.

Егер теңдеулер жүйесін шешу кезінде қандай да бір тармақта теріс таңбалы токтың мәні алынса, онда бұл – токтың шын бағыты болжанған бағытқа қарсы дегенді білдіреді. Егер кедергілер анықталса, онда олардың теріс мәндері нәтиженің дұрыс еместігін көрсетеді (себебі омдық кедергілер әрқашанда оң болады). Мұндай жағдайда берілген кедергідегі токтың бағытын өзгертіп, есепті қайта шығару керек.



Сурет 1.



Сурет 2.

Айтылған тұжырымдарды көрнекі түрде көрсету үшін бірнеше мысал келтіреміз [3].

1 – есеп. 2 – суретте берілген тізбектегі ЭҚК мен кедергілердің мәндері: $\varepsilon_1 = 24B$, $\varepsilon_2 = 2.5B$, $r_1 = 0.5 \text{ Ом}$, $r_1 = 1 \text{ Ом}$, $R_1 = 5.5 \text{ Ом}$ және $R_2 = 12 \text{ Ом}$. Барлық тармақтардағы токтарды табу керек.

Шешуі:

1. В-дан А-ға қарай тармақтың оң бағытын таңдап аламыз (оңнан солға қарай).
2. Әр тармақтағы токтардың бағыттарын қалауымызша көрсетеміз.
3. ЭҚК-і мен токтардың таңбаларын таңдау ережесі бойынша (6) – теңдеулер жүйесін жазамыз:

$$\begin{cases} \frac{U_{AB}}{r_3} = \frac{\varepsilon_1}{r_1 + R_1} + \frac{0}{R_2} - \frac{\varepsilon_2}{r_2} \\ \frac{1}{r_3} = \frac{1}{r_1 + R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{r_2} \\ U_{AB} = \varepsilon_1 - I_1(r_1 + R_1) \\ U_{AB} = 0 - (I_2)R_2 \\ U_{AB} = -\varepsilon_2 - I_3r_2 \end{cases}$$

немесе

$$\begin{cases} \frac{U_{AB}}{r_3} = \frac{\varepsilon_1}{r_1 + R_1} - \frac{\varepsilon_2}{r_2} \\ \frac{1}{r_3} = \frac{1}{r_1 + R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{r_2} \\ U_{AB} = \varepsilon_1 - I_1(r_1 + R_1) \\ U_{AB} = I_2R_2 \\ U_{AB} = -\varepsilon_2 - I_3r_2 \end{cases}$$

4. Бұл теңдеулер жүйесі белгісіз физикалық шамаларды – тармақтардағы токтардың мәндерін табуға мүмкіндік береді. Бірақ теңдеулер

жүйесін жалпы түрде шешу күрделі нәтижеге алып келеді. Бұл шешімді, теңдеуге белгілі шамалардың сандық мәндерін қойып, ықшамдауға болады.

Сонымен, теңдеуге белгілі шамалардың мәндерін қойып, келесі нәтижені аламыз:

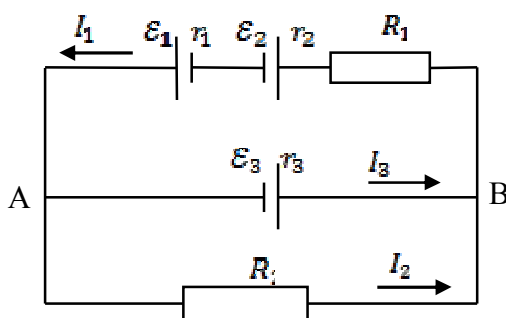
$$\begin{cases} \frac{U_{AB}}{r_3} = 1.5 \\ r_3 = 0.8 \\ U_{AB} = 24 - 6I_1 \\ U_{AB} = 12I_2 \\ U_{AB} = -2.5 - I_3 \end{cases}$$

5. Жүйенің алғашқы екі теңдеуінен тармақ ұштарындағы кернеудің мәнін табамыз: $U_{AB} = 12$ В. Бұл шаманы басқа үш теңдеуге қойып, тармақтардағы токтардың сандық мәндерін табамыз:

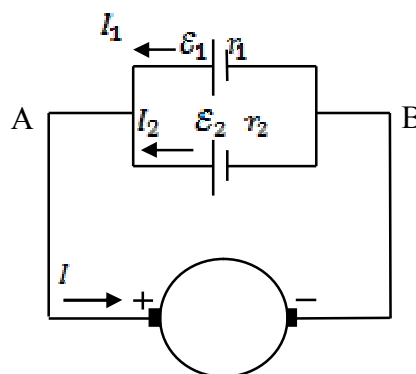
$$I_1 = 3.8 \text{ A}, I_2 = 0.1 \text{ A}, I_3 = -3.7 \text{ A}$$

Есептеулер нәтижесі бойынша I_3 токтың бағыты болжанған бағытқа қарсы (тізбек сызбасында көрсетілген).

6. Тексеру: нақтыланған I_3 токтың бағытын ескергенде, түйінге кіретін токтардың қосындысы одан шығатын токтардың қосындысына тең болуы керек; яғни, мысалы, А түйіні үшін $I_1 = I_2 + I_3$ теңдігі орындалуы керек, ол шынында да орындалады.



Сурет 3.



Сурет 4.

2 – есеп. Тізбектегі (3 – сурет) ЭҚК және кедергілердің сандық мәндері: $\varepsilon_1 = 12$ В, $\varepsilon_2 = 6$ В, $\varepsilon_3 = 18$ В, $r_1 = r_2 = 0.5$ Ом, $r_3 = 2$ Ом, $R_1 = 5$ Ом. R_2 резистор арқылы $I_2 = 1,6$ А ток жүреді. R_2 резистордың кедергісін және тізбектің басқа тармақтарындағы токтарды табу керек.

Шешуі:

1. В-дан А-ға қарай тармақтың оң бағытын таңдап аламыз.
2. Әр тармақтағы токтың бағытын қалауымызша көрсетеміз.
3. ЭҚК – н және токтардың таңбаларын таңдау ережесі бойынша (6) теңдеуді келесі түрде жазамыз:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{U_{AB}}{r_3} = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{r_1 + r_2 + R_1} - \frac{\varepsilon_3}{r_3} \\ \frac{1}{r_3} = \frac{1}{r_1 + r_2 + R_1} + \frac{1}{r_3} + \frac{1}{R_2} \\ U_{AB} = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 - I_1(r_1 + r_2 + R_1) \\ U_{AB} = -\varepsilon_2 + I_3 r_3 \\ U_{AB} = I_2 R_2 \end{array} \right. \quad \text{немесе} \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{U_{AB}}{r_3} = 8 \\ r_3 = \frac{3R_2}{3 + 2R_2} \\ U_{AB} = 6 - 6I_1 \\ U_{AB} = -18 + 2I_3 \\ U_{AB} = 1.6R_2 \end{array} \right.$$

4. Жүйенің екі алғашқы және соңғы теңдеулерінен $R_2 = -9$ Ом екенін анықтаймыз. Кедергінің теріс таңбасы алынған нәтиженің дұрыс еместігін көрсетеді. Дұрыс нәтиже алу үшін R_2 резистордағы I_2 токтың бағытын өзгерту керек; сонда жүйенің соңғы теңдеуі келесі түрде жазылады: $U_{AB} = -I_2 R_2$ және $U_{AB} = -1.6R_2$. Көрсетілген теңдеулерді қайта шешсек, $R_2 = 6$ Ом болады.

5. Алғашқы төрт (немесе түзетілген бесінші теңдеуді ескере отырып, соңғы үш) теңдеулерден қалған токтарды табамыз:

$$I_3 = 4.2 \text{ A}, \quad I_1 = 2.6 \text{ A}.$$

Есепті шығару барысында пайда болған U_{AB} – тармақ ұштарындағы кернеудің алдындағы «теріс» таңбасы ешқандай қиындық туғызбайды. Бұл тек В нүктесіндегі потенциалдың А нүктесіндегі потенциалдан жоғары екенін білдіреді.

6. Тексеру: Түзетілген I_2 токты ескеріп А түйіні үшін $I_1 + I_2 = I_3$ теңдігінің орындалатынына көз жеткізуге болады.

3 – есеп. Параллель қосылған екі, ЭҚК – і $\varepsilon_1 = 12$ В, $\varepsilon_2 = 24$ В және ішкі кедергілері $r_1 = 1$ Ом, $r_2 = 2$ Ом ток көздері электродвигательмен қоректендіріледі (4 – сурет). Егер электродвигательдің орамының кедергісі $r_1 = 1$ Ом, ал олар тұтынатын ток күші $I = 3,6$ А болса, онда электродвигательдің механикалық қуаты мен ПӘК –і қандай болғаны.

Шешуі:

Электродвигательдің механикалық қуаты $P = I\varepsilon_i$ өрнегімен анықталады. Сондықтан алдымен оның индукциялық ЭҚК-ін табу керек.

1. В-дан А-ға қарай тармақтың оң бағытын таңдап аламыз.
2. Тармақтардағы токтардың бағытын көрсетеміз.
3. ЭҚК – ң және токтардың таңбаларын таңдау ережесі бойынша (6) – жүйенің үш теңдеуін жазамыз:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{U_{AB}}{r_3} = \frac{\varepsilon_1}{r_1} + \frac{\varepsilon_2}{r_2} + \frac{\varepsilon_i}{r} \\ \frac{1}{r_3} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r} \\ U_{AB} = \varepsilon_i + Ir \end{array} \right. \quad \text{немесе} \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{U_{AB}}{r_3} = 24 + \varepsilon_i \\ r_3 = 0.4 \\ U_{AB} = \varepsilon_i + 3.6 \end{array} \right.$$

4. Жүйенің соңғы теңдеуінен: $\varepsilon_i = 10 \text{ В}$. Ендеше, электродвигательдің механикалық қуаты $P = I\varepsilon_i = 36 \text{ Вт}$ және ПӘК – і

$$\eta = \frac{P_{\tau}}{P_{\text{ж}}} = \frac{I\varepsilon_i}{IU_{AB}} = \frac{\varepsilon_i}{\varepsilon_i + Ir} \approx 0.74$$

Жаттығулар:

1. Параллель қосылған екі, ЭҚК – і $\varepsilon_1 = 18 \text{ В}$, $\varepsilon_2 = 12 \text{ В}$ және ішкі кедергілері $r_1 = 0.2 \text{ Ом}$, $r_2 = 0.4 \text{ Ом}$ ток көздері зарядталу үшін, ішкі кедергісі $r = 0.2 \text{ Ом}$ аккумуляторға қосылған. Аккумулятордың клеммаларындағы кернеу 14.4 В . Аккумулятордың ЭҚК –ін және тұтынылатын токты анықтау керек. Зарядтық токты 7.5 А – ге дейін азайту үшін, аккумуляторға тізбектей жалғанатын реостаттың кедергісі қандай болу керек?

2. Электромотор параллель қосылған, ЭҚК-і $\varepsilon_1 = 24 \text{ В}$, $\varepsilon_2 = 22 \text{ В}$ және ішкі кедергілері $r_1 = 0.5 \text{ Ом}$, $r_2 = 1 \text{ Ом}$ ток көздерінен қоректенеді.

А. Мотордың білігі сыналған. Егер тұтынылатын ток 10 А болса, онда мотор орамының кедергісі қандай?

Б. Мотор қуаты 56 Вт болатындай механикалық жұмыс жасайды. Мотор тұтынатын токты және оның ПӘК –ін табыңыз. Алынған нәтижені түсіндіріңіз.

3. Параллель қосылған екі, ЭҚК – і $\varepsilon_1 = 3.6 \text{ В}$, $\varepsilon_2 = 9 \text{ В}$ және ішкі кедергілері $r_1 = 0.2 \text{ Ом}$, $r_2 = 0.5 \text{ Ом}$ ток көздеріне кілт арқылы кедергісі $R = 5 \text{ Ом}$ индуктивтілік катушкасы жалғанған. Кілтті тұйықтап қосады. Катушкадағы ток күші 0.3 А болған мезеттегі өздік ЭҚК-ін анықтау керек. Катушкада тұрақталған ток күші неге тең?

4. Параллель қосылған екі, ЭҚК – і $\varepsilon_1 = 120 \text{ В}$, $\varepsilon_2 = 90 \text{ В}$ және ішкі кедергілері $r_1 = 2 \text{ Ом}$, $r_2 = 1 \text{ Ом}$ ток көздеріне конденсатор жалғанған. Егер конденсатордың электр сыйымдылығы 0.2 мкФ болса, онда конденсатордың заряды неге тең?

5. Параллель қосылған екі, ЭҚК – і $\varepsilon_1 = 9 \text{ В}$, $\varepsilon_2 = 6 \text{ В}$ және ішкі кедергілері $r_1 = 0.2 \text{ Ом}$, $r_2 = 0.1 \text{ Ом}$ ток көздерінің бір қысқышына кілт арқылы, кедергісі өте аз және радиусы $R = 0.5 \text{ м}$ жартылай сақина қосылған. Екінші қысқыш жартылай сақинаның центрі арқылы өтетін оське жалғанған. Оське кедергісі $r = 0.6 \text{ Ом}$ және екінші ұшы жарты сақина бойымен үйкеліссіз сырғитын стержень орнатылған. Контур күш сызықтары жарты сақинаның жазықтығына перпендикуляр магнит өрісінде ораласқан. Кілтті қосқанда стержень жарты сақина бойымен сырғи бастайды. Стерженнің айналмалы қозғалысының бұрыштық жылдамдығын тұрақты ұстап тұру үшін, оған $M = 0.09 \text{ Н·м}$ тежеуші күш моментімен әсер етеді. Егер стержень бойымен 9 А ток өтетін болса, онда стерженнің айналу жиілігі мен магнит өрісінің индукциясы неге тең?

6. Электролиттік ванна параллель қосылған, ЭҚК – і $\varepsilon_1 = 18 \text{ В}$, $\varepsilon_2 = 15 \text{ В}$ және ішкі кедергілері $r_1 = 3 \text{ Ом}$, $r_2 = 2 \text{ Ом}$ екі ток көздерімен қоректенеді. Егер судың электролизі кезінде әрбір 45 с – та 13 см^3 сутегі бөлінсе, онда поляризацияның ЭҚК – і мен ваннаның ПӘК – і, сонымен

бірге, химиялық реакцияны жасауға жұмсалған қуат неге тең? Ваннаның ішкі кедергісі 4 Ом; жағдайды қалыпты деп есептеу керек.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. G. Eve, M. Peschard. Physique – 1CDT. - Paris: Maghfrd. – 1967. – 392 p.
2. G. Guinier, R. Guimbal. Physique, classe de premiere. - Paris: Chais – Desfosses.-1972.- 463 p.
3. H. Fraudet, F. Milsant. Cours deelectricite. - Paris: Editions eyrolles.-1966.- 375 p.

Материал редакцияға 28.03.17 түсті.

М.Т. Кейкиманова, Т.К. Касенова, А.К. Жантурина

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

О РАСЧЕТЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПАРАЛЛЕЛЬНО СОЕДИНЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

Предложен оригинальный метод расчета электрических цепей постоянного тока. Такая цепь содержит параллельное включение источников тока с различными ЭДС и внутренними сопротивлениями а также другие потребители тока, в которых электрическая энергия, помимо тепловой, преобразуется в другие виды энергии. Предложенный метод позволяет легко рассчитывать наиболее часто применяемые на практике электрические соединения. Приведены примеры расчета подобных электрических цепей. Даны задания для самоконтроля.

Ключевые слова: Источник тока, эдс, электрические цепи, внешние и внутренние сопротивления.

M. T. Keikimanova, T.K.Kasenova, A.K. Zhanturina

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

ON THE CALCULATION OF ELECTRIC CIRCUITS OF PARALLEL- CONNECTED CURRENT SOURCES

Original method of calculation of DC electric circuits with parallel connection of current power supplies with various electromotive forces and internal resistances as well as other current consumers has been proposed. Application of Ohm's Law in generalized form in the course of Physics permits easy calculation of DC circuit, containing not only active resistances but any other consumers of current, where electric power is transformed into thermal and other energy types (mechanic, chemical, energy of electromagnetic field and etc.). Tasks for self-control are provided. The offered method permits to calculate most frequently applied electrical connections. Examples of calculation of similar electric circuits have been provided.

Keywords: Current Source, electromotive force, electric circuit, internal and external resistance.

Математика

ӘОЖ 517.938

Н.А. Абиев¹, Ш.Т. Сейдалиева²¹Физ.-мат. ғылым. канд., доцент, ²Магистрант

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

СИНГУЛЯРЛЫ АУЫТҚЫҒАН ТЕНДЕУЛЕР
БИФУРКАЦИЯЛАРЫНЫҢ КОМПЬЮТЕРЛІК
ИНТЕРПРЕТАЦИЯЛАНУЫ

Жұмыс Ван дер Поль осцилляторынан алынатын сингулярлы ауытқыған сызықсыз автономды дифференциалдық теңдеулер жүйесі шешімдерінің сапалық жүріс-тұрысын компьютерде интерпретациялау сұрақтарына арналған. Аталған система гиперболалық типтегі жалғыз ерекше нүктеге ие болады. Сонымен бірге, мұндай нүкте тек түйін немесе фокус болуы мүмкін. Жұмыс осындай белгілі нәтижелерді компьютерде растаудың мақсатын көздейді.

Түйін сөздер: сингулярлы ауытқыған жүйе, ерекше нүкте, бифуркация.

Кіріспе. $\vec{a} := (a_1, \dots, a_n) \in R^n$ параметрінен тәуелді

$$\frac{d\vec{x}(t)}{dt} = f(\vec{x}, \vec{a}), \quad (1)$$

дифференциалдық теңдеулер жүйесі берілсін, мұнда $\vec{x} := (x_1, \dots, x_n) \in R^n$. Сонда $f(\vec{x}^0, \vec{a}) = 0$ шартын қанағаттандыратын $\vec{x}^0 = \vec{x}^0(\vec{a})$ нүктесі (1) жүйесінің *ерекше нүктесі (singular point)* деп аталады [2,3]. $f(\vec{x}, \vec{a}) = 0$ шартын қамтамасыз ететін $\vec{x}^0 = \vec{x}^0(\vec{a})$ нүктелері $\vec{a}$ векторы мәнінен тәуелді болатыны түсінікті. Анықтамаларға сай $\vec{x}^0 = \vec{x}^0(\vec{a})$ ерекше нүктесінің тибі $\vec{a}^0$ мәнінде шұғыл түрде өзгергенде $\vec{a} = \vec{a}^0$ мәні (1) жүйесінің *бифуркациялық мәні (bifurcation value)* деп аталады. Сонымен қатар, мұнда $\vec{x}^0 = \vec{x}^0(\vec{a})$ тәуелділігі үзіліссіз түрде болуы мүмкін. Мақалада Ван дер Поль теңдеуінен келіп шығатын мынадай сингулярлы ауытқыған жүйе қарастырылады [1]:

$$\frac{dx_1}{dt} = f = \alpha \left(x_1 + x_2 - \frac{x_1^3}{3} \right), \quad (2)$$

$$\frac{dx_2}{dt} = g = -\frac{x_1}{\alpha},$$

мұндағы α – нақты сандық параметр. Сонымен қатар, (2) жүйесінің α параметрінен тәуелді бифуркациялары зерттелінеді.

$$J = J(x_1^0, x_2^0) = \begin{pmatrix} f_{x_1} & f_{x_2} \\ g_{x_1} & g_{x_2} \end{pmatrix} \bigg|_{(x_1, x_2) = (x_1^0, x_2^0)}$$
 матрицасы (2) жүйесінің

(x_1^0, x_2^0) нүктесіндегі *Якоби матрицасы (Jacobian matrix)* деп аталады. $J = J(x_1^0, x_2^0)$ матрицасы меншікті мәндерін келесі формула бойынша да есептеуге болады [3]:

$$\lambda_{1,2} = \frac{\rho \pm \sqrt{\sigma}}{2}, \quad (3)$$

мұндағы $\sigma := \rho^2 - 4\delta$, $\delta := \det(J)$ саны- J матрицасының анықтаушысы, $\rho := \text{trace}(J)$ саны- J матрицасының ізі. (x_1^0, x_2^0) нүктесі (2) жүйесінің ерекше нүктесі болсын, яғни $f(x_1^0, x_2^0) = g(x_1^0, x_2^0) = 0$. Ерекше нүктелердің классификациясына қатысты белгілі териялық нәтижелерге тоқтала кетейік ([2] жұмысын қараңыз):

Нұқсанды болмаған (non degenerate) ерекше нүкте ($\lambda_1 \neq 0$, $\lambda_2 \neq 0$). Демек, $\delta = \lambda_1 \lambda_2 \neq 0$. Мұндай нүкте ершік (saddle), түйін (node), фокус (focus) немесе центр (center) болуы мүмкін. λ_1, λ_2 меншікті мәндерінің екеуінің де $\text{Re } \lambda_1$, $\text{Re } \lambda_2$ нақты бөліктері нөлге тең болмаса, онда (x_1^0, x_2^0) нүктесі (2) жүйесінің *гиперболалық (hyperbolic) ерекше нүктесі* деп те аталады.

Нұқсанды (degenerate) ерекше нүкте ($\delta = 0$):

А) *Жартылай гиперболалық (semi-hyperbolic) ерекше нүкте* ($\lambda_1 = 0$, $\lambda_2 \neq 0$). Демек, $J \neq 0$, $\rho = \lambda_1 + \lambda_2 \neq 0$, $\sigma > 0$. Мұндай нүкте ершік, түйін немесе ершік-түйін болады;

Б) *Нульпомент (nilpotent) ерекше нүкте* ($\lambda_1 = 0$, $\lambda_2 = 0$, $J \neq 0$). Демек, $\rho = 0$, $\sigma = 0$. Мұнда фазалық портреттердің 13 түрі кездеседі;

В) *Сызықты нөлдік (linearly zero) ерекше нүкте* ($J = 0$). Мұнда да, $\rho = 0$, $\sigma = 0$. Мұндайда, [4] жұмысында дәлелденгендей, фазалық портреттердің 65 түрі кездеседі.

Негізгі нәтижелер. Maple 17 аналитикалық есептеулер жүйесіне (2) дифференциалдық жүйесінің оң жақтарын енгіземіз:

$$\begin{aligned} &> f := \alpha \cdot \left(x_1 + x_2 - \frac{x_1^3}{3} \right); g := -\frac{x_1}{\alpha}; \\ &f := \alpha \left(x_1 + x_2 - \frac{1}{3} x_1^3 \right) \end{aligned}$$

$$g := -\frac{x_1}{\alpha}$$

Сонымен бірге, (2) жүйесі жалғыз ғана $(x_1^0, x_2^0) = (0, 0)$ ерекше нүктесіне ие болатынын оңай-ақ байқаймыз:

> solve($\{f, g\}, \{x_1, x_2\}$);

$\{x_1 = 0, x_2 = 0\}$

Енді (2) жүйесінің Якоби матрицасын табатын болсақ:

>

$j_{11} := \text{diff}(f, x_1); \quad j_{12} := \text{diff}(f, x_2); \quad j_{21} := \text{diff}(g, x_1); \quad j_{22} := \text{diff}(g, x_2);$

$j_{11} := \alpha(-x_1^2 + 1)$

$j_{12} := \alpha$

$j_{21} := -\frac{1}{\alpha}$

$j_{22} := 0$

> $J := \text{Matrix}([[j_{11}, j_{12}], [j_{21}, j_{22}]])$

$$J := \begin{bmatrix} \alpha(-x_1^2 + 1) & \alpha \\ -\frac{1}{\alpha} & 0 \end{bmatrix}$$

яғни $J := J(x_1, x_2) = \begin{pmatrix} \alpha(1 - x_1^2) & \alpha \\ -\frac{1}{\alpha} & 0 \end{pmatrix}.$

Демек, $(x_1^0, x_2^0) = (0, 0)$ нүктесінде Якоби матрицасының меншікті мәндері

$$\lambda_1 = \frac{1}{2}\alpha + \frac{1}{2}\sqrt{\alpha^2 - 4},$$

$$\lambda_2 = \frac{1}{2}\alpha - \frac{1}{2}\sqrt{\alpha^2 - 4}$$

болатыны түсінікті:

> $eig := \text{Eigenvalues}(\text{subs}(x_1 = 0, J))$

$$eig := \begin{bmatrix} \frac{1}{2}\alpha + \frac{1}{2}\sqrt{\alpha^2 - 4} \\ \frac{1}{2}\alpha - \frac{1}{2}\sqrt{\alpha^2 - 4} \end{bmatrix}$$

$(x_1^0, x_2^0) = (0, 0)$ жағдайында $\delta = 1$, $\rho = \alpha$, $\sigma = \alpha^2 - 4$, себебі

>

$$\delta := \text{Determinant}(\text{subs}(x_1 = 0, J)); \rho := \text{Trace}(\text{subs}(x_1 = 0, J)); \sigma := \rho^2 - 4 \cdot \delta$$

$$\delta := 1$$

$$\rho := \alpha$$

$$\sigma := \alpha^2 - 4$$

Сөйтіп, (2) жүйесінің $(x_1^0, x_2^0) = (0, 0)$ ерекше нүктесі α параметрінен тәуелсіз болып шықты. Алайда бұл нүктенің тибі α параметріне тәуелді болатынын көрсетеміз. Ол үшін (3) формулаларын талдап отырайық.

$\delta = 1 > 0$ болған себепті, $(x_1^0, x_2^0) = (0, 0)$ ерекше нүктесі ешқашан *ерішк* бола алмайды [3]. Сонымен қатар, $\delta = 1 > 0$ шартынан ерекше нүкте тек гиперболалық типте ғана болуы мүмкін екенін алдын ала қорытындылай аламыз, яғни орын алуы мүмкін жағдайлар: *түйін*, *фокус* және *центр*. Енді осыларға толығырақ тоқталайық.

$\alpha = 0$ **жағдайы**. Мұндайда (2) жүйесі анықталмаған. *Центр* тибіндегі ерекше нүкте теорияға сай $\rho = 0$ кезінде алынуы тиіс еді. Алайда $\rho = \alpha$ болғандықтан, (2) жүйесінде центр болуы мүмкін емес.

$\alpha \neq 0$, $|\alpha| < 2$ **жағдайы**. $\sigma = \alpha^2 - 4 < 0$ шартынан меншікті мәндер комплекс сандар болатынын байқаймыз. Демек, [3] жұмысы нәтижелеріне сай $(x_1^0, x_2^0) = (0, 0)$ ерекше нүктесі *фокус* тибіндегі ерекше нүкте болады. Сонымен қатар, $\rho = \alpha$ болғандықтан, $\alpha < 0$ кезінде *фокус орнықты*, ал $\alpha > 0$ кезінде *орнықсыз* екені келіп шығады. Осы айтылғандарды $\alpha = \alpha_0 = -1$ кезіндегі 1,2-суреттерден байқауға болады. Графикалық терезені дайындаймыз:

$$> x_min := -1; x_max := 1; y_min := -1; y_max := 1;$$

$$x_min := -1$$

$$x_max := 1$$

$$y_min := -1$$

$$y_max := 1$$

$(x_1^0, x_2^0) = (0, 0)$ ерекше нүктесін E_1 арқылы белгілеп алайық. E_1 нүктесін графикке шығаруға дайындаймыз:

>

$$\text{sing_point} := \text{plot}(\text{Vector}([0]), \text{Vector}([0]), \text{style}=\text{point}, \text{symbol}=\text{diamond}, \text{symbolsize}=20, \text{legend}=[E_1], \text{color}=\text{blue});$$

$$\text{sing_point} := \text{PLOT}(\dots)$$

$\alpha = \alpha_0 = -1$ кезінде (2) жүйесі мына түрге келеді:

$$> \alpha_0 := -1$$

$$\alpha_0 := -1$$

>

$$\text{deq} := \frac{d}{dt}x_1(t) = \text{subs}(x_1 = x_1(t), x_2 = x_2(t), \text{subs}(\alpha = \alpha_0, f)), \frac{d}{dt}x_2(t) = \text{subs}(x_1 = x_1(t), x_2 = x_2(t), \text{subs}(\alpha = \alpha_0, g));$$

$$deq := \frac{d}{dt} x_1(t) = -x_1(t) - x_2(t) + \frac{1}{3} x_1(t)^3, \frac{d}{dt} x_2(t) = x_1(t)$$

Осылайша алынған жүйенің фазалық портретін графикке шығаруға дайындаймыз:

>

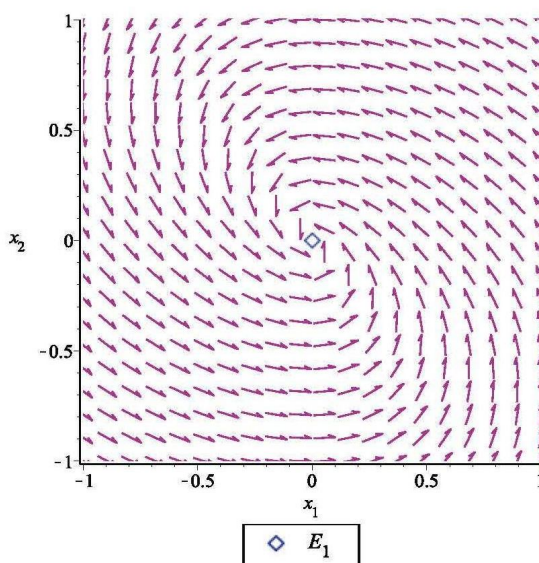
```
d_plot := DEplot([ deq ], [ x_1(t), x_2(t) ], t=-20..20, x_1=x_min..x_max, x_2=y_min..y_max, axes
=framed, linecolor=blue, numpoints=1500, color=magenta, scaling=constrained);
```

```
d_plot := PLOT(...)
```

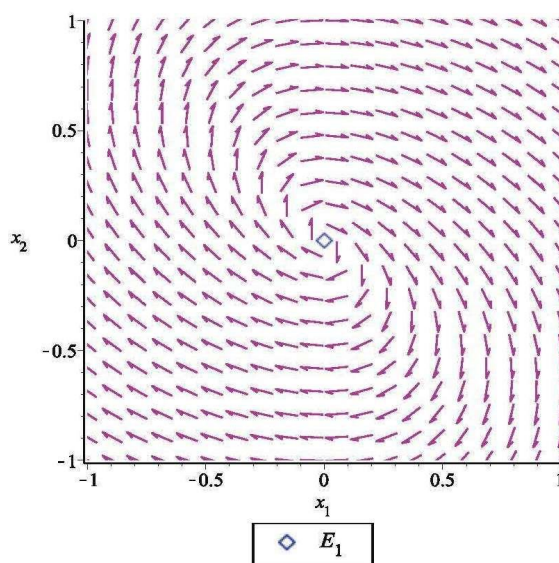
Сонда

```
display(d_plot, sing_point, view = [x_min..x_max, y_min..y_max]) :
```

командасы мониторға 1-суретті алып шығады:

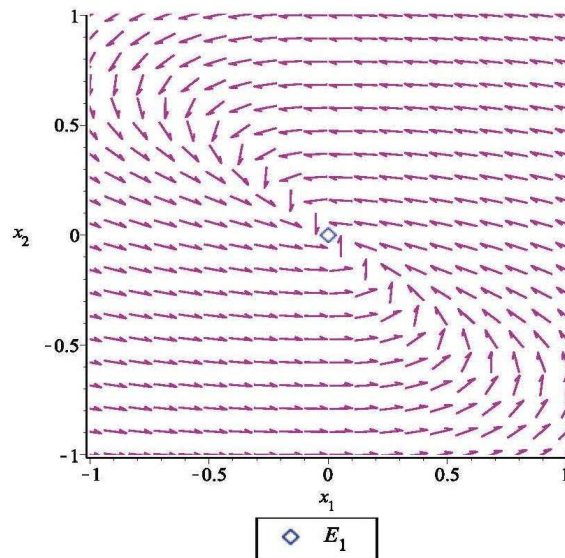


Сурет 1. (2) жүйесінің $-2 < \alpha < 0$ кезіндегі фазалық портреті

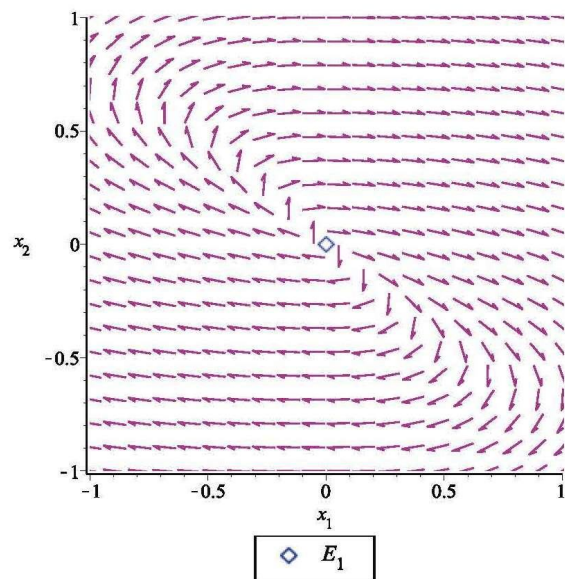


Сурет 2. (2) жүйесінің $0 < \alpha < 2$ кезіндегі фазалық портреті

$|\alpha| \geq 2$ жағдайы. Мұндайда $\sigma = \alpha^2 - 4 \geq 0$ болғандықтан, $(x_1^0, x_2^0) = (0,0)$ түйін болады. Сонымен қатар, $\rho = \alpha$ болғандықтан, $\alpha < 0$ кезінде фокус орнықты, ал $\alpha > 0$ кезінде орнықсыз екені келіп шығады. Осы айтылғандарды 3,4-суреттерден байқауға болады.



Сурет 3. (2) жүйесінің $\alpha \leq -2$ кезіндегі фазалық портреті



Сурет 4. (2) жүйесінің $\alpha \geq 2$ кезіндегі фазалық портреті

$(x_1^0, x_2^0) = (0,0)$ ерекше нүктесі гиперболалық типте болғандықтан, осы нүктеде Хартман-Гробман теоремасы орын алады, яғни $(x_1^0, x_2^0) = (0,0)$ нүктесінің қандайда бір маңайында (2) жүйесінің траекторияларын сызықтандырылған

$$\frac{dx_1}{dt} = \alpha(x_1 + x_2),$$

$$\frac{dx_2}{dt} = -\frac{x_1}{\alpha}$$

(4)

жүйесінің траекторияларына көшіретін (бейнелейтін) гомеоморфизм табылады. (4) жүйесінің фазалық портретін графикке шығаруға дайындау келесі командалармен жүзеге асырылады:

```
>  $\alpha_0 := -1$ 
```

```
 $\alpha_0 := -1$ 
```

```
>
```

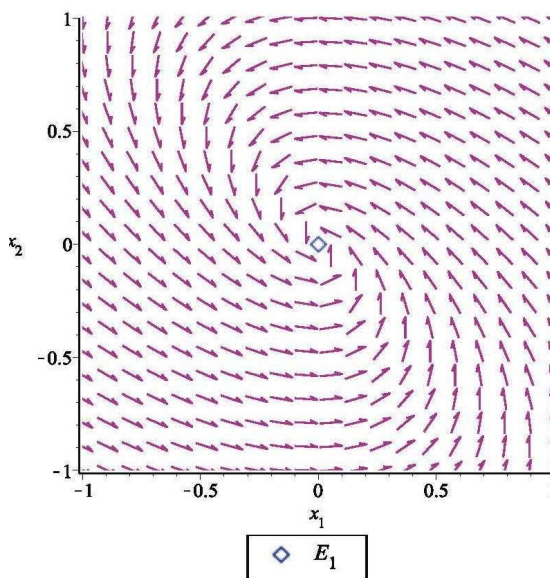
```
leq :=  $\frac{d}{dt}x_1(t) = \text{subs}(\alpha = \alpha_0, \alpha \cdot x_1(t) + \alpha \cdot x_2(t)), \frac{d}{dt}x_2(t) = \text{subs}(\alpha = \alpha_0, -\frac{1}{\alpha} \cdot x_1(t))$ ;
```

```
 $\text{leq} := \frac{d}{dt}x_1(t) = -x_1(t) - x_2(t), \frac{d}{dt}x_2(t) = x_1(t)$ 
```

```
>
```

```
d_plot := DEplot([leq], [x1(t), x2(t)], t=-20..20, x1=x_min..x_max, x2=y_min..y_max, axes  
=framed, linecolor=blue, numpoints=1500, color=magenta, scaling=constrained);
```

```
d_plot := PLOT(...)
```



Сурет 5. (4) жүйесінің $-2 < \alpha < 0$ кезіндегі фазалық портреті

Сонымен, $\alpha = 0$ және $\alpha = \pm 2$ мәндері (2) жүйесі үшін бифуркациялық мәндер болатыны айқын болды. Дәлірек айтсақ, (2) жүйесінің $(x_1^0, x_2^0) = (0, 0)$ ерекше нүктесі $\alpha \leq -2$ кезінде орнықты түйін болады да, $-2 < \alpha < 0$ мәндерінде орнықты фокусқа айналады. Тура осылайша, $0 < \alpha < 2$ мәндерінде бұл нүктенің тибі орныксыз фокусқа өзгереді. $\alpha \geq 2$ мәндерінде $(x_1^0, x_2^0) = (0, 0)$ нүктесі орныксыз түйінді береді. α мәндерінің

ешқайсысында (2) жүйесінде ершіктер мен центрлер болмайтынын да жоғарыда дәлелдедік.

Соңында $(x_1^0, x_2^0) = (0, 0)$ нүктесі аз маңайында (2) сызықсыз жүйесі мен оның сызықтандырылған (4) жүйесінің фазалық портреттері топологиялық тұрғыдан өз ара эквивалентті болатынын қорытындылаймыз. Мұны $-2 < \alpha < 0$ кезіндегі 1- және 5-суреттерін салыстыру арқылы да байқауға болады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Berglund N. Perturbation Theory of Dynamical Systems. Switzerland, Zurich, 2001. Also available at: <https://arxiv.org/abs/math/011178v1>.
2. Dumortier F., Llibre J., Artes J. Qualitative Theory of Planar Differential Systems. Universitext. Springer-Verlag, Berlin, 2006. 298p.
3. Perko L. Differential Equations and Dynamical Systems. Texts in Applied Mathematics, 7. Springer, New York, 2001. 555p.
4. Jiang Q., Llibre J. Qualitative classification of singular points // Qualitative Theory of Dynamical Systems. -2005. -V.6, -No.1. -P.87-167.

Материал редакцияға 03.04.17 түсті.

Н.А. Абиев, Ш.Т. Сейдалиева

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

КОМПЬЮТЕРНАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ БИФУРКАЦИЙ СИНГУЛЯРНО ВОЗМУЩЕННЫХ УРАВНЕНИЙ

Работа посвящена вопросам компьютерной интерпретации качественного поведения решений системы сингулярно возмущенных нелинейных автономных дифференциальных уравнений, полученных из осциллятора Ван дер Поля. Такая система имеет единственную особую точку, которая является гиперболической. Более того, эта точка может быть только либо узлом, либо фокусом. Цель работы подтвердить такие известные результаты на компьютере.

Ключевые слова: сингулярно возмущенная система, особая точка, бифуркация.

N.A. Abiev, Sh.T. Seidaliyeva

Taraz State University named after M.Kh.Dulati, Taraz, Kazakhstan

COMPUTER INTERPRETATION OF BIFURCATIONS OF SINGULARLY PERTURBED EQUATIONS

The present work is devoted to the computer interpretation of qualitative behavior of solutions of a system of singularly perturbed nonlinear autonomous differential equations obtained from the Van der Pol oscillator. The system under consideration has a unique singular point which is of the hyperbolic type. Moreover, that point can be either nodes or foci only. The aim of the present work is to confirm these well-known results on computer.

Keywords: singularly perturbed system, singular point, bifurcation.

ӘОЖ 517.938

Н.А. Абиев¹, Ш.Т. Сейдалиева²¹Физ.-мат. ғылым. канд., доцент, ²Магистрант

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

**СИНГУЛЯРЛЫ АУЫТҚЫҒАН ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ
ТЕҢДЕУЛЕРДЕГІ ШЕКАРАЛЫҚ ҚАБАТТЫҢ ҚАЛЫҢДЫҒЫН
КОМПЬЮТЕРДЕ БАҒАЛАУ**

Жұмыс жоғары туындылары аз параметрлі дифференциалдық теңдеулердегі шекаралық қабаттың қалыңдығын компьютерде шамалау сұрақтарына арналған. Бірінші ретгі модельдік теңдеудің асимптотикалық жіктеуін іске асыратын Maple программасы әзірленген. Осындай жіктеудің қалдығы бағаланған. Жұмыс Maple қаражаттарының артықшылығын демонстрациялау мақсатын көздейді.

Түйін сөздер: сингулярлы ауытқыған жүйе, асимптотикалық жіктеу.

Кіріспе. Мынадай екі теңдеу берілсін:

$$L_0 u = f_0, \quad (1)$$

$$L_0 u + \varepsilon L_1 u = f_0 + \varepsilon f_1, \quad (2)$$

мұнда L_0, L_1 - операторлар, f_0, f_1 - берілген функциялар, $\varepsilon > 0$ - аз шама, u - ізделінді функция, $x \in D \subseteq R^n$. Сонда $\varepsilon \rightarrow 0$ кезінде

$$\sup_D \|u_\varepsilon(x) - u_0(x)\| \rightarrow 0 \quad (3)$$

шарты орын алса, онда (2) есебі *регулярлы ауытқыған (regularly perturbed)* деп аталады [1,2]. Олай болмағанда бұл есеп *сингулярлы ауытқыған (singularly perturbed)* деп аталады. Демек, регулярлы ауытқыған жағдайда (2) есебінің u_ε шешімі (1) есебінің u шешіміне $\varepsilon \rightarrow 0$ кезінде D облысының әрбір нүктесінде жинақталады. Сондықтан, егер (2) есебі сингулярлы ауытқуға ұшыраған болса, онда u_ε шешімі u шешімінен D облысының қайсы бір бөлігінде алшақтайды.

Мақалада сингулярлы ауытқыған мынадай модельдік Коши есебі қарастырылады [1]:

$$\varepsilon \frac{du}{dx} = -u(x) + x, \quad 0 \leq x \leq 1, \quad (4)$$

$$u(0) = 1.$$

$\varepsilon = 0$ кезінде

$$0 = -u(x) + x, \quad 0 \leq x \leq 1 \quad (5)$$

есебі алынады. Соңғы есеп (4) есебіндегі бастапқы шартты қанағаттандырмайтыны анық.

Негізгі нәтижелер. Maple 17 аналитикалық есептеулер жүйесіне (4) есебін енгіземіз:

restart : with(DEtools) : with(plots) : with(plottools) :

> deq := ε · $\frac{d}{dx} u(x) = -u(x) + x$; init := u(0) = 1

deq := ε $\left(\frac{d}{dx} u(x) \right) = -u(x) + x$

init := u(0) = 1

Сонымен бірге, (4) есебі $u_\varepsilon(x) = -\varepsilon + x + e^{-x/\varepsilon}(1 + \varepsilon)$ шешіміне ие болады:

> $u_\varepsilon := rhs(dsolve(\{deq, init\}))$

$u_\varepsilon := -\varepsilon + x + e^{-\frac{x}{\varepsilon}}(1 + \varepsilon)$

Енді $d_\varepsilon(x) = u_\varepsilon(x) - u(x)$ айырымын табатын болсақ:

> d := $u_\varepsilon - x$;

$d := -\varepsilon + e^{-\frac{x}{\varepsilon}}(1 + \varepsilon)$

Бұдан

$$\sup_{x \in [0,1]} \|d_\varepsilon(x)\| = \sup_{x \in [0,1]} \|u_\varepsilon(x) - u_0(x)\| = \sup_{x \in [0,1]} \|(1 + \varepsilon)e^{-x/\varepsilon} - \varepsilon\| = 1$$

екені алынады, яғни (4) есебі сингулярлы ауытқыған. Осы айтылғандарды 1-суреттен көруге болады. Ол үшін графикалық терезені дайындаймыз:

> x_min := 0; x_max := 1; y_min := 0; y_max := 1;

x_min := 0

x_max := 1

y_min := 0

y_max := 1

Сонда келесі командалар бізге 1-суретті шығарады:

>

d3 := plot $\left(subs\left(\varepsilon = \frac{1}{2^3}, |d| \right), x = 0..x_max, legend = ["ε=0.125"], color = red, numpoints = 1500, thickness = 2 \right)$;

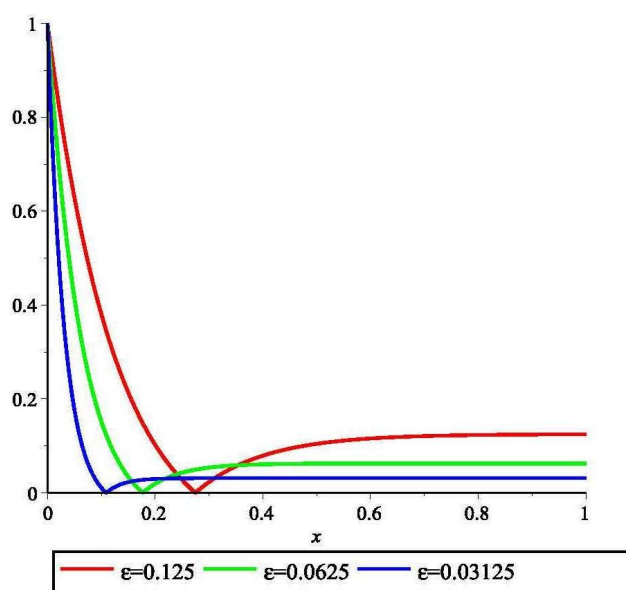
>

```
d4 := plot( subs( ε = 1/2^4, |d| ), x = 0 .. x_max, legend = ["ε=0.0625"], color = green, numpoints
= 1500, thickness = 2 ) :
```

>

```
d5 := plot( subs( ε = 1/2^5, |d| ), x = 0 .. x_max, legend = ["ε=0.03125"], color = blue, numpoints
= 1500, thickness = 2 ) :
```

```
> display( d3, d4, d5, view = [x_min .. x_max, y_min .. y_max] )
```



Сурет 1. ε параметрінің әртүрлі мәндеріндегі $|d_\varepsilon(x)|$ шамасының графиктері

Осыдан мынадай белгілі заңдылықты байқауға болады: x аргументінің бастапқы $x_0 = 0$ мәнінің аз маңайында $d_\varepsilon(x) = u_\varepsilon(x) - u(x)$ айырымы жеткілікті үлкен болады. Бұл $e^{-x/\varepsilon}$ шамасының $x \approx \varepsilon$ кезіндегі жүріс тұрысы мен түсіндіріледі: $\varepsilon \rightarrow 0$ кезінде

$$d_\varepsilon(x) = -\varepsilon + e^{-x/\varepsilon}(1 + \varepsilon)$$

шамасы нөлге ұмтылуына $x \approx 0$ мәндері кедергі болады. Басқаша айтқанда, қандайда бір $0 \leq x \leq \delta$ интервалында (4) есебінің u_ε шешімі (5) есебінің u шешіміне ε шамасының аз мәндерінде де жақын болмайды. Осындай $[0, \delta]$ интервалы *шекаралық қабат* (*пограничный слой*) деп аталады. Енді осындай шекаралық қабатты зерттеуге кірісейік.

Мынадай сұрақ қояйық: x аргументінің қандай мәндерінде $\sup_{x \in [0,1]} \|d_\varepsilon(x)\| = \sup_{x \in [0,1]} \|u_\varepsilon(x) - u_0(x)\|$ саны берілген $\Delta > 0$ санынан кем болмайды? Сонымен қатар, $\sup_{x \in [0,1]} \|d_\varepsilon(x)\|$ саны ε шамасынан қалайша тәуелді болатыны да бізді қызықтырады. $d_\varepsilon(x) = \Delta$ теңдеуінің шешімін δ арқылы белгілеп, мұны шешетін болсақ:

$$> \delta := \text{solve}(d - \Delta, x)$$

$$\delta := -\ln\left(\frac{\Delta + \varepsilon}{1 + \varepsilon}\right) \varepsilon$$

Δ санының мынадай мәнін таңдап алайық:

$$> \Delta_0 := 0.1$$

$$\Delta_0 := 0.1$$

ε шамасы үшін

$$> \varepsilon_0 := \frac{1}{2^3}$$

$$\varepsilon_0 := \frac{1}{8}$$

болсын. Сонда тиісті $\delta = \delta_0$ мәні мынаған тең болмақшы:

$$> \delta_0 := \text{evalf}(\text{subs}(\varepsilon = \varepsilon_0, \Delta = \Delta_0, \delta))$$

$$\delta_0 := 0.2011797390$$

Келесі командалар (5), (4) есептері шешімдері мен (4) есебі фазалық портретін графикалық редакторға шығаруға дайындайды:

>

$$\text{non_per} := \text{plot}(x, x = x_{\min} \dots x_{\max}, \text{color} = \text{"Teal"}, \text{linestyle} = \text{solid}, \text{numpoints} = 1500, \text{thickness} = 1, \text{scaling} = \text{constrained})$$

>

$$\text{per} := \text{plot}(\text{subs}(\varepsilon = \varepsilon_0, u_\varepsilon), x = x_{\min} \dots x_{\max}, \text{color} = \text{blue}, \text{linestyle} = \text{solid}, \text{numpoints} = 1500, \text{thickness} = 3, \text{legend} = [\text{"}\varepsilon=0.125\text{"}], \text{scaling} = \text{constrained})$$

>

$$d_plot := \text{DEplot}(\text{subs}(\varepsilon = \varepsilon_0, deq), u(x), x = x_{\min} \dots x_{\max}, u = y_{\min} \dots y_{\max}, [\text{init}], \text{linecolor} = \text{blue}, \text{numpoints} = 1500, \text{thickness} = 3, \text{scaling} = \text{constrained})$$

δ_0 мәніне сәйкес келетін $x = \delta_0$ түзуі:

>

```
x_vert := implicitplot([x -  $\delta_0$ ], x=x_min..x_max, y=y_min..subs(x= $\delta_0$ ,  $\varepsilon = \varepsilon_0$ ,  $u_\varepsilon$ ), grid=[500, 500], linestyle=solid, color="SteelBlue")
```

$u = 0$ түзуін және (5), (4) есептері шешімдерінің графиктерін $x = \delta_0$ түзуі P, Q, R нүктелерінде қиып өтсін дейік. Сонда P, Q, R нүктелері былайша табылады:

>

```
P := plot(Vector([ $\delta_0$ ]), Vector([0]), style=point, symbol=asterisk, symbolsize=20, legend=["P"], color=blue)
```

>

```
Q := plot(Vector([ $\delta_0$ ]), Vector([ $\delta_0$ ]), style=point, symbol=diamond, symbolsize=20, legend=["Q"], color=blue)
```

>

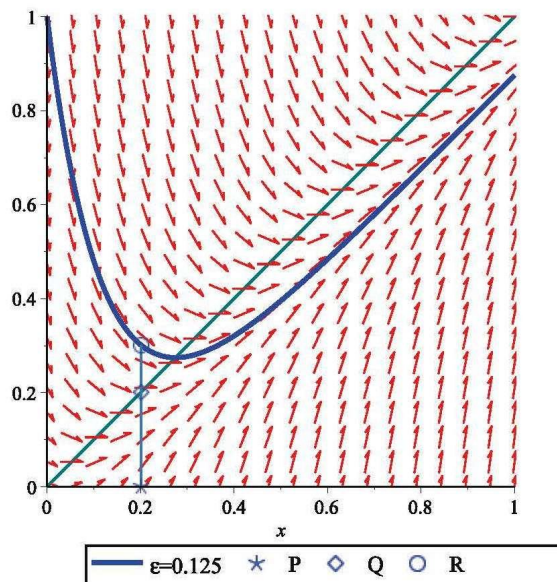
```
R := plot(Vector([ $\delta_0$ ]), Vector([subs(x= $\delta_0$ ,  $\varepsilon = \varepsilon_0$ ,  $u_\varepsilon$ )]), style=point, symbol=circle, symbolsize=20, legend=["R"], color=blue)
```

Соңында

>

```
display(non_per, per, d_plot, x_vert, P, Q, R, view=[x_min..x_max, y_min..y_max])
```

командасы мониторға 2-суретті алып шығады:

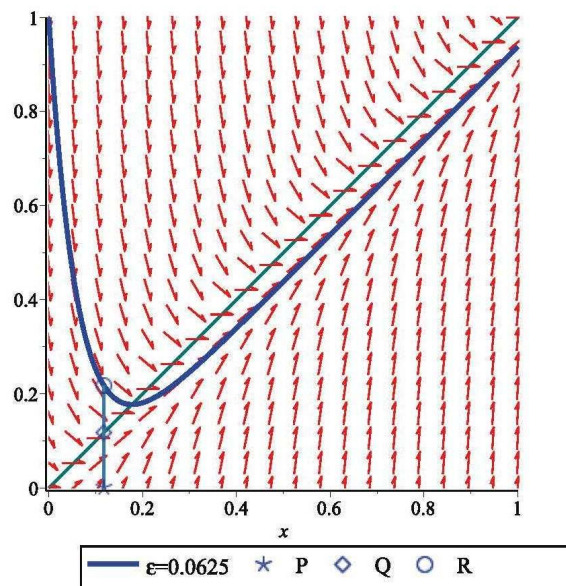


Сурет 2. (4) теңдеуінің $\varepsilon = 0.125$ кезіндегі фазалық портреті

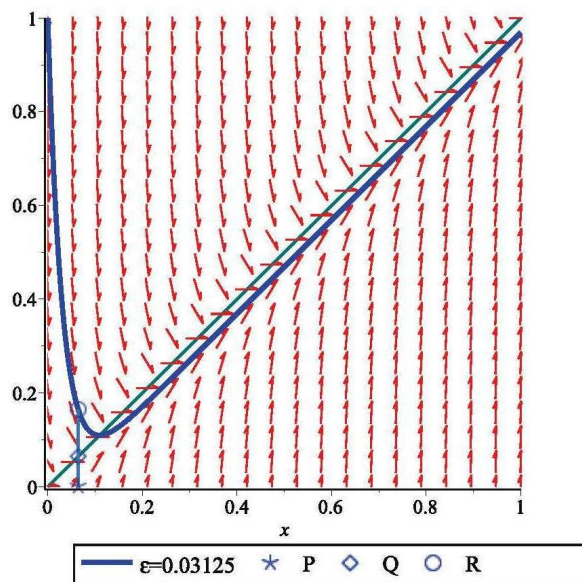
Демек, $\varepsilon = \frac{1}{2^3}$ кезінде $0 \leq x \leq \delta = 0.2011797390$ интервалында (шекаралық қабатында) (4) есебінің u_ε шешімі (5) есебінің u шешімінен алшақтығы $\Delta = 0.1$ санынан кем болмайды:

$$\sup_{x \in [0,1]} \|d_\varepsilon(x)\| \geq \Delta.$$

$\varepsilon = \frac{1}{2^4}$ және $\varepsilon = \frac{1}{2^5}$ кезінде алынған нәтижелер 3-ші және 4-суреттерде кескінделген.



Сурет 3. (4) теңдеуінің $\varepsilon = 0.0625$ кезіндегі фазалық портреті



Сурет 4. (4) теңдеуінің $\varepsilon = 0.03125$ кезіндегі фазалық портреті

Корыта келсек, $\varepsilon = \frac{1}{2^4}$ кезінде $\sup_{x \in [0,1]} \|d_\varepsilon(x)\| \geq \Delta$ шартымен

анықталатын шекаралық қабат $\delta = 0.1173563687$ санымен, ал $\varepsilon = \frac{1}{2^5}$ кезінде $\delta = 0.06441946988$ санымен сипатталынады. Бұдан ε кеміген сайын шекаралық қабаттық қалыңдығы болатын $\delta = \delta(\varepsilon)$ санының да азаятынын байқауға болады. Осы айтылғандар $\Delta = \Delta_0 = const$ және $\varepsilon \rightarrow 0$ кезіндегі мынадай теориялық болжамды растайды:

$$\delta(\varepsilon) = -\varepsilon \ln\left(\frac{\Delta + \varepsilon}{1 + \varepsilon}\right) = -\ln(\Delta)\varepsilon + O(\varepsilon^2) \rightarrow 0.$$

Шынында да

> series($\delta, \varepsilon, 2$)

$$-\ln(\Delta)\varepsilon + O(\varepsilon^2)$$

Енді (4) есебі шешімін асимптотикалық қатарға жіктеу арқылы іздестіріп көрейік. Ол үшін

$$u(x, \varepsilon) = \sum_{n=0}^{\infty} \varepsilon^n u_n(x) \quad (6)$$

формальды қатарын (4) теңдеуіне апарып қоямыз да, теңдеудің екі жағындағы бірдей дәрежедегі ε^k сандарын коэффициент ретінде қамтыған мүшелерін теңдейміз:

>

$$G := collect\left(\varepsilon \cdot \frac{d}{dx} \left(u_0(x) + \varepsilon \cdot u_1(x) + \varepsilon^2 \cdot u_2(x) + \varepsilon^3 \cdot u_3(x) + \varepsilon^4 \cdot u_4(x) \right) + \frac{\left(u_0(x) + \varepsilon \cdot u_1(x) + \varepsilon^2 \cdot u_2(x) + \varepsilon^3 \cdot u_3(x) + \varepsilon^4 \cdot u_4(x) \right)}{1} - x, \varepsilon\right);$$

$$G := \left(\frac{d}{dx} u_4(x) \right) \varepsilon^5 + \left(\frac{d}{dx} u_3(x) + u_4(x) \right) \varepsilon^4 + \left(u_3(x) + \frac{d}{dx} u_2(x) \right) \varepsilon^3 + \left(u_2(x) + \frac{d}{dx} u_1(x) \right) \varepsilon^2 + \left(\frac{d}{dx} u_0(x) + u_1(x) \right) \varepsilon + u_0(x) - x$$

Осыдан

$$> u_0 := x$$

$$u_0 := x$$

$$> u_1 := -\frac{d}{dx} u_0$$

$$u_1 := -1$$

$$> u_2 := -\frac{d}{dx} u_1$$

$$u_2 := 0$$

Қалған мүшелердің нөлге тең екені айқын. Демек, асимптотикалық жіктеудің қалдық мүшесі $\xi(x, \varepsilon) = u_\varepsilon(x) - u(x, \varepsilon)$ табылады:

$$> \xi := u_\varepsilon - (u_0 + \varepsilon \cdot u_1 + \varepsilon^2 \cdot u_2);$$

$$\xi := e^{-\frac{x}{\varepsilon}} (1 + \varepsilon)$$

Келесі командалардың көмегімен $\varepsilon = \frac{1}{2^3}$, $\varepsilon = \frac{1}{2^4}$, $\varepsilon = \frac{1}{2^5}$

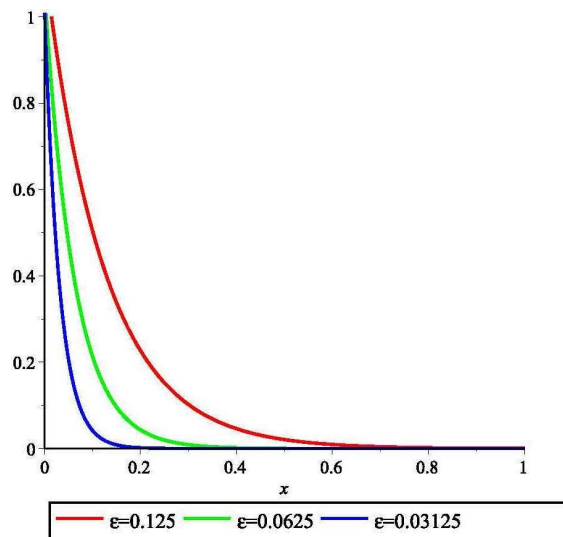
мәндеріндегі $\xi(x, \varepsilon)$ қалдық мүшесінің графиктері алынады (5-сурет):

```
>
as3 := plot(subs(ε = 1/2^3, ξ), x = 0 .. x_max, legend = ["ε=0.125"], color = red, numpoints
= 1500, thickness = 2):

>
as4 := plot(subs(ε = 1/2^4, ξ), x = 0 .. x_max, legend = ["ε=0.0625"], color = green, numpoints
= 1500, thickness = 2):

>
as5 := plot(subs(ε = 1/2^5, ξ), x = 0 .. x_max, legend = ["ε=0.03125"], color = blue, numpoints
= 1500, thickness = 2):

> display(as3, as4, as5, view = [x_min .. x_max, y_min .. y_max])
```



Сурет 5. (4) теңдеуі шешімінің (6) асимптотикалық жіктеуінің $\xi(x, \varepsilon)$ қалдық мүшесі

$\xi(x, \varepsilon) = e^{-x/\varepsilon} (1 + \varepsilon)$ функциясы $x > \delta$ және $\varepsilon \rightarrow 0$ кезінде нөлге x бойынша бір қалыпты ұмтылатыны айқын. Алайда $0 \leq x \leq \delta$ шекаралық кабатында $\varepsilon \rightarrow 0$ кезінде $\xi(x, \varepsilon) \rightarrow 0$ ұмтылуы орын алмайды.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Berglund N. Perturbation Theory of Dynamical Systems. Switzerland, Zurich, 2001. Also available at: <https://arxiv.org/abs/math/0111178v1>.
2. Васильева, А.Б. Асимптотические методы в теории сингулярных возмущений [Текст] / А.Б. Васильева, В.Ф. Бутузов. – М.: Высшая школа, 1990. – 208 с.

Материал редакцияға 03.04.17 түсті.

Н.А. Абиев, Ш.Т. Сейдалиева

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

**КОМПЬЮТЕРНАЯ ОЦЕНКА ТОЛЩИНЫ ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ В
СИНГУЛЯРНО ВОЗМУЩЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ
УРАВНЕНИЯХ**

Работа посвящена компьютерной оценке толщины пограничного слоя в дифференциальных уравнениях с малым параметром при старших производных. Была разработана Maple программа осуществления асимптотического разложения для модельного уравнения первого порядка. Получена оценка остаточного члена такого разложения. Целью работы является демонстрация преимуществ инструментария Maple.

Ключевые слова: сингулярно возмущенное уравнение, асимптотическое разложение, пограничный слой.

N.A. Abiev, Sh.T. Seidaliyeva

Taraz State University named after M.Kh.Dulati, Taraz, Kazakhstan

**COMPUTER ESTIMATIONS OF THICKNESS OF BOUNDARY LAYER
IN SINGULARLY PERTURBED DIFFERENTIAL EQUATIONS**

The present work is devoted to the computer estimation of thickness of boundary layer in differential equations with a small parameter at high derivatives. Maple program for asymptotic expansion was prepared for a model equation of first order. An estimation of a residual term of such expansion was obtained. The aim of the present work is to demonstrate advantages of Maple tools.

Keywords: singularly perturbed equation, asymptotic expansion, boundary layer.

УДК 514.763.85

Е.Н. Баяндиев¹, Д.А. Мекемова²¹Преподаватель, ²Студент

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

**РЕШЕНИЕ СИСТЕМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ И
ПОСТРОЕНИЕ ФАЗОВЫХ ПОРТРЕТ НА MAPLE**

В работе рассматриваются решение систем дифференциальных уравнений и построение фазовых портрет на MAPLE.

Ключевые слова: система, параметры, дифференциальное уравнение, фазовая траектория, фазовый портрет, диапазон изменения независимой переменной.

Дифференциальное уравнение – это уравнение, в которое входит неизвестная функция под знаком производной или дифференциала.

Если неизвестная функция является функцией одной переменной, то дифференциальное уравнение называют обыкновенным (сокращенно ОДУ – обыкновенное дифференциальное уравнение). Если же неизвестная функция есть функция многих переменных, то дифференциальное уравнение называют уравнением в частных производных.

Максимальный порядок производной неизвестной функции, входящей в дифференциальное уравнение, называется порядком дифференциального уравнения [1].

Решением системы дифференциальных уравнений называется совокупность функций $y_1(x), y_2(x), \dots, y_n(x)$, удовлетворяющих каждому уравнению этой системы. Частным решением СДУ называется решение, удовлетворяющее заданным начальным условиям: $y_1(x_0) = y_{10}, y_2(x_0) = y_{20}, \dots, y_n(x_0) = y_{n0}$, где $y_{10}, y_{20}, \dots, y_{n0}$ – заданные постоянные числа.

Одно дифференциальное уравнение n -го порядка, разрешённое относительно старшей производной: $y^{(n)} = f(x, y, y', y'', \dots, y^{(n-1)})$ всегда можно свести к нормальной системе дифференциальных уравнений. Нормальную систему дифференциальных уравнений можно привести методом исключения неизвестных к одному уравнению, порядок которого меньше или равен числу уравнений нормальной системы дифференциальных уравнений [2].

Задаем значения параметров системы.

> *alpha* := 0.1;

> *beta* := 0.05;

> *xi* := 0.03;

> *delta* := 0.2;

> *epsilon* := 0.15;

Задаем первое дифференциальное уравнение

> *first* := diff(*x*(*t*), *t*) = *x*(*t*) * (*alpha* – *beta* * *y*(*t*) – *xi*(*x*) * *x*(*t*));

$$\text{first} = \frac{\partial}{\partial t} x(t) = x(t)(0.1 - 0.5y(t) - 0.3x(t)) \quad (1)$$

и второе дифференциальное уравнение

$$> \text{second} := \text{diff}(y(t), t) = -y(t) * (\text{delta} - \text{epsilon} * x(t));$$

$$\text{second} := \frac{\partial}{\partial t} y(t) = -y(t)(0.2 - 0.15x(t)) \quad (2)$$

$$> \text{deqns} := [\text{first}, \text{second}];$$

Задаем список функций

$$> \text{vars} := [x(t), y(t)];$$

Задаем начальные условия. Мы планируем нарисовать две фазовые траектории, поэтому создаем список из двух условий.

$$> \text{inits} := [[x(0) = 3.7, y(0) = 0.01],$$

$$[x(0) = 2, y(0) = 0.01]];$$

Задаем диапазон изменения независимой переменной

$$> \text{trange} := t = 0..164;$$

Задаем опции для графика: linecolor задает цвета линий, color - цвет стрелок, arrows определяет вид стрелок, stepsize - шаг

>

$$\text{optns} := \text{linecolor} = [\text{red}, \text{blue}], \text{color} = \text{black}, \text{arrows} = \text{'MEDIUM'}, \text{stepsize} = .5;$$

Функция phaseportrait рисует фазовый портрет автономной системы дифференциальных уравнений первого порядка (рис.). Параметры: первый параметр (deqns) задает систему дифференциальных уравнений, второй (vars) - список переменных, третий (trange) - диапазон изменения независимой переменной (в данном случае - времени t), четвертый (inits) параметр определяет начальные значения величин x и y, пятый (optns) - необязательный список опций для построения фазового портрета.

$$> \text{phaseportrait}(\text{deqns}, \text{vars}, \text{trange}, \text{inits}, \text{optns});$$

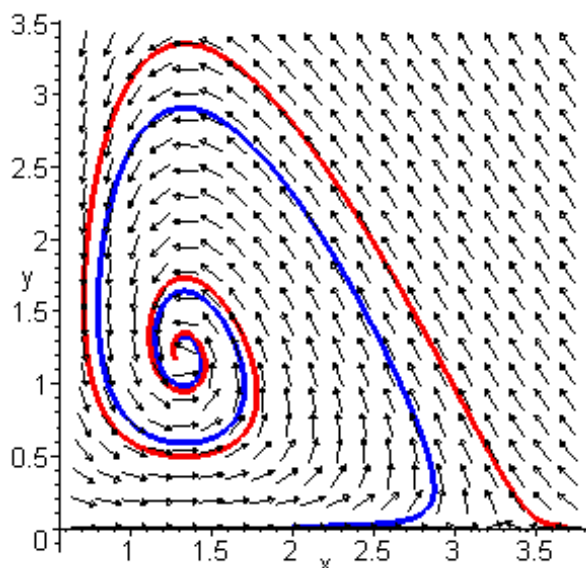


Рисунок. Фазовый портрет автономной системы дифференциальных уравнений первого порядка

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ракитин, В.И. Практическое руководство по методам вычислений с применением программ [Текст] / В.И.Ракитин, В.Е.Первушин. – М.: Высшая школа, 1998.
2. Агафонов, С.А. Дифференциальные уравнения [Текст] / С.А. Агафонов, А.Д. Герман, Т.В. Муратова. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004.

Материал поступил в редакцию 09.01.17.

Е.Н. Баяндиев, Д.А. Мекемова

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

**ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕНДЕУЛЕР ЖҮЙЕСІН ШЕШУ ЖӘНЕ
MAPLE-да ФАЗАЛЫҚ ПОРТРЕТТЕР ҚҰРАУ**

Бұл жұмыста MAPLE аналитикалық жүйесінде дифференциалдық теңдеулер жүйесінің шешімі мен фазалық траекториялары қарастырылады.

Түйін сөздер: жүйе, параметрлер, дифференциалдық теңдеулер, фазалық траектория, фазалық портрет, тәуелсіз айнымалы диапазон.

E.N. Baiandyev, D.A. Mekemova

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

SOLVING SYSTEMS OF DIFFERENTIAL EQUATIONS ON MAPLE

In this work the differential equations are considered in MAPLE, that is ratios between unknown function, her derivatives and independent variables.

Keywords: system, parameters, differential equalization, a phase trajectory, is a phase portrait, turn-down of independent variable.

Информационные
технологии

ӘОЖ 681.3

И.Б. Шедреева¹, К. Тлепберды², Б. Жолдыбай³¹Оқытушы, магистр, ²Студент, ³СтудентМ.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қаласы, Қазақстан
Электрондық пошта: indisher@mail.ruGSM ЖҮЙЕСІН EDGE ТЕХНОЛОГИЯСЫНА
ҚАРАСТЫ ЖЕТІЛДІРУ

Бұл мақалада GSM желісінде Интернет қызметін енгізу үшін GPRS (радиокызметтің ортақ дестелі таратуы) дестелі мәліметтерді тарату технологиясы қарастырылған. GSM-дегі ұялы/жиілікті жобалауда мәліметтердің көлемін үш есе үлкеюін қамтамасыз етеді. EDGE/GSM физикалық параметрлері салыстырылған.

Түйін сөздер: GSM желісі, EDGE технологиясы, мультимедиялық қосымшалар, радио-интерфейс, QOS кешені, модуляция, UMTS желісі.

GSM желісіндегі Интернет қызметін енгізу үшін өткізу жолағын бөлуі GPRS (радиокызметтің ортақ дестелі таратуы) дестелі мәліметтерді тарату технологиясы қолданылады. Нақты уақыт режимінде мәліметтерді таратуға бағытталған, қосымша, одан кең өткізу жолағын және қызмет көрсету сапасы (QOS) жоғары болғандығын талап етеді, қазір сол сапаны GPRS стандарты қамтамасыз ете алмайды. GPRS-тен EGPRS-ке ақырындап өту осы ахуалды шешуге көмектеседі. EGPRS стандарты жоғарғы қызмет көрсету сапасын және бір абонентке кең өткізу жолағын қамтамасыз етеді. EDGE технологиясы сегізпозициялы фазалық манипуляциясында (8PSK) негізделген, ол радио-интерфейс үшін жаңа шешім көрсетеді. EDGE технологиясы GSM желісінің операторларының алдында ұялы мәліметтерді тарату және мультимедиялық қызметті қамтамасыз етуі жағынан эволюциялық даму мүмкіндігін ашады, GSM-дегі бар жиілік аймағында ұялы/жиілікті жобалауда ешбір үлкен өзгеріссіз таратылып жатқан мәліметтердің көлемін үш есе үлкеюін қамтамасыз етеді. Сонымен, желінің UMTS стандартын іске асыруға лицензиясы жоқ операторларға, EDGE альтернативті шешім болып табылады. UMTS желісін дамытамын деген операторлар, қосымша EDGE технологиясын енгізе алады. Осындай желі «эстафетті таратудың»/ GSM/EDGE және UMTS желілерінің арасында қатынасты қамтамасыздандыру кезіндегі ұяны қайта таңдаудың функционалдық мүмкіндіктерін қамтамасыз етеді. АҚШ-та DAMPS (ұялы телефондық байланыстың жетілдірілген есептік жүйесі) желісінің операторлары үшінші ұрпақтың желісін құрастыру үшін EDGE технологиясын қолдады [1].

EDGE технологиясы соңғы қолданушы үшін қызмет көрсету сапасын (QOS) көп есе жоғарлатады:

- жаңа мультимедиялық ұсыныстар ұялы мәліметтерді тарату қызметін қолданушылар үшін тартымды жасайды;

- QOS комплексті сипаттамаларын енгізу үшін байланыс арналарының тез рұқсатына және жоғарғы өтімділік қасиетіне кепілді;

- қайталап таралудың автоматты сұранысының кең таралған үлкен сұлбаларын қолдану (ARQ) (байланыс арнасының шартына байланысты мәліметтерді тарату жылдамдығының адаптациясы, жоғарлайтын кемшілік);

- EDGE технологиясы тораптың жалпы көлемін жоғарылатады.

EDGE технологиясы ұялы мультимедиялық қосымшалардың арасында кең қолданыс табатын, инвестицияның мүмкін болатын қорғау дәрежесін максималды қамтамасыз етеді, оған себепті:

- жаңа тораптық элементтерді орнату қажеттігінің болмауы;

- GSM/EDGE (интервал бойынша) торапының екілік режим жұмысының арқасында инвестициялық тәуекелдің төмендеуі;

- эволюциондық дамудың мүмкіндігі, ұйғарылатыны

- GPRS стандартының қызметтерін де сүйемелдейді, бірақ мәліметтерді тарату жылдамдығы 473,6 кбит/сек-ке дейін жоғары;

- GSM стандарты үшін қолданатын жиілікті спектр, өткізу жолағының, протоколдың, тасымалдаушының құрылымының кеңдігі және ұялық жобалау процесі;

- UMTS тораптарын енгізу бағытында тағы бір қадам – қызмет көрсетіп жатқан тораптардың эволюциясын қамтамасыз етеді;

- GERAN торабы арқылы үшінші ұрпақты торапқа көпір болады;

- өзінде өсу потенциалы бар, жаңа бизнес мүмкіндіктерін ашу;

- өткізу жолағының кеңдігіне қатысты шығындардың тиімді қатынастары;

- дестелі мәліметтерді тарату торапына тура рұқсат (мысалы, Интернет);

- енгізу трафик көлемі бойынша тарификация моделі, абоненттердің «торапқа тұрақты қосылып тұратынына» мүмкіндік береді;

- екі нүкте арасында үнемі көп емес көлемде мәліметтері үшін оптималды тарату ортасын қамтамасыз ету немесе берілген географиялық райондағы «нүкте-көпнүкте» сұлбасы бойынша мәліметтермен айырбас [2].

GSM классикалық технологиясынан EDGE технологиясына көшу кезіндегі негізгі эволюциондық өзгеріс жаңа модуляция және кодтау әдістерін қолданады, ол радио-интерфейстың мүмкіндіктерін едәуір жоғарлатады. Сонымен, GSM радиоинтерфейсының аса маңызды қасиеттерін бір уақытта сақтаған кезінде, EDGE технологиясын аса жоғары мәліметтерді тарату жылдамдығының жолында эволюциондық қадам, мысалы, арна жиілік жолағының кеңдігі 200 кГц және десте құрылымы (биттік кезектігі). Классикалық GSM жүйесінде тек ғана минималды жиілікті жылжулы гаусстық манипуляция (GMSK) қолданылады, ол радиоинтерфейстағы бір уақыттық интервалға (TS) таратудың максималды жылдамдығын 22.8 кбит/с қамтамасыз етеді. Осыған қарама қарсы EDGE технологиясы екі модуляция әдісін қолданады: радиотаралудың жағымсыз шарттары кезінде төменгі жылдамдықты мәліметтерді тарату үшін бөгеуілге тұрақты гаусстық модуляцияны және радиобайланыстың жақсы шарттары кезінде радиоинтерфейстегі бір уақыттық интервалға 59,2 кбит/с битті едәуір жоғарлатылған таралу жылдамдықты мәліметтерді тарату үшін жаңа модуляция әдісін, сегізпозициялы фазалық манипуляцияны (8PSK)

қолданады. 1-кестеде EDGE/GSM физикалық параметрлерін салыстыру көрсетілген [3].

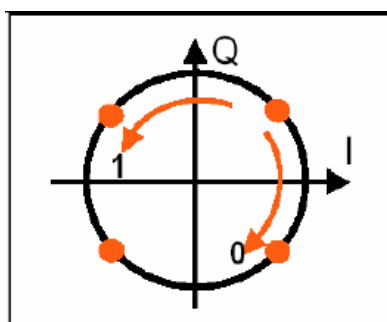
Екі модуляция әдістерінің айырмашылығы негізінен бір символға берілетін бит санынан тұрады. GMSK модуляция кезінде бір символға бір бит беріледі (1-сурет), ал 8PSK модуляция кезінде бір символға үш бит беріледі (2-сурет) [4].

Кесте 1

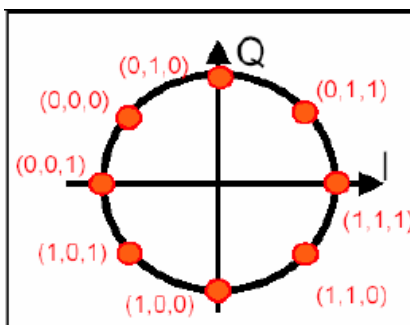
EDGE/GSM физикалық параметрлерін салыстыру

Параметрлері	EDGE	GSM
Модуляция	8-PSK 3 бит\сим	GMSK 1 бит\сим
Символдық жылдамдық	270.833 ksps	270.833 ksps
Тестегі пайдалы жүктеме	348 бит	114 бит
Уақыттық интервалдағы қосылған жылдамдық	592 кбит\с	228 кбит\с

Осымен, сол бір 200 кГц жиіліктік жолақта (уақыттық интервалдағы GSM жолақ кеңдігі) радиосигналдың таралу шарттары жақсы болған кезінде биттердің таралу жылдамдығы үш есе жоғары болады. Сонымен бірге, EDGE жүйесіндегі байланыс арнасындағы адаптация механизімінде GMSK модуляциясына көшу мүмкіндігі енгізілген [5].



Сурет 1. Минималды жиіліктік жылжытулы (GMSK) Гаусстық манипуляция, символға бір бит



Сурет 2. Сегізфазажиілікті жылжытулы манипуляция (8PSK), символға үш бит

ӘДБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Авдеева, Л.В. Внедрение в России систем радиотелефонной связи GSM: история и проблемы [Текст] / Л.В. Авдеева // Мобильные системы. Спецвыпуск по стандарту GSM. – М., 1998. – 34 с.
2. [?] Беспроводный доступ абонентских линий [Текст]: Справочник по подвижной наземной связи. Том 1. – М., 1997. – 346 с.
3. Варакин, Л.Е. Теория систем сигналов [Текст] / Л.Е. Варакин. – М., 1978. – 304 с.
4. Варакин, Л.Е. Системы связи с шумоподобными сигналами [Текст] / Л.Е. Варакин. – М., 1985. – 384 с.
5. Громаков, Ю.А. Цифровые сотовые системы подвижной радиосвязи с кодовым разделением каналов [Текст] / Ю.А. Громаков. – М., 1996. – 49 с.

Материал редакцияға 24.01.17 түсті.

И.Б. Шедреева, К. Тлепберды, Б. Жолдыбай

Таразский государственный университет им.М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

МОДЕРНИЗАЦИЯ GSM СИСТЕМ В EDGE ТЕХНОЛОГИИ

В статье используется GPRS (технология пакетной передачи данных по радиоканалу) технология. Для высокоскоростной передачи данных посредством GSM сетей была разработана эта технология. была внедряет Интернет услуги. EDGE/GSM это цифровая технология беспроводной передачи для мобильной связи, которая функционирует как надстройка 2G. Обеспечивает более высокую пропускную способность для передачи и приема данных.

Ключевые слова: GSM сети, EDGE технология, мультимедийные приложения, радио-интерфейс, QOS комплекс, модуляция, UMTS сети.

I.B. Shedreyeva, K. Tlepberdi, B. Zholdybay

Taraz State University named after M.Kh.Dulati, Taraz, Kazakhstan

MODERNISATION OF GSM OF SYSTEMS IS IN EDGE OF TECHNOLOGY

In this article GPRS (technology of batch communication of data on a radio channel) is used technology. For kilostream service by means of GSM of networks was worked out it is technology. it was inculcates the Internet of service. EDGE/GSM it is digital technology of off-wire transmission for mobile communication that functions as building on 2g. Provides a higher carrying capacity for a transmission and reception of data.

Keywords: GSM of network, EDGE technology, multimedia applications, radio-interface, QOS complex, modulation, UMTS of network.

ӘОЖ 681.3

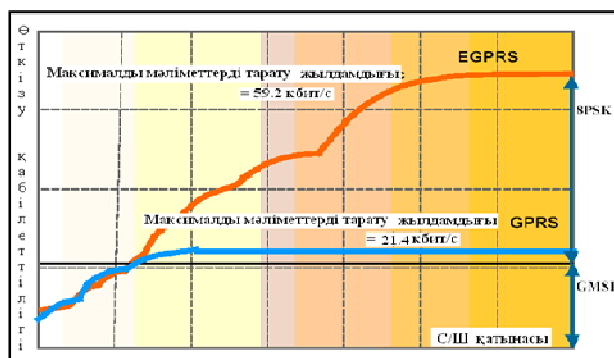
И.Б. Шедреева¹, К. Тлепберды², Б. Жолдыбай³¹Оқытушы, магистр, ²Студент, ³СтудентМ.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қаласы, Қазақстан
Электрондық пошта: indisher@mail.ru**EGPRS ЖӘНЕ EDGE РАДИО-ИНТЕРФЕЙСТЫҢ СИПАТТАМАЛАРЫ**

Бұл мақалада EGPRS жүйесі туралы айтылған. Демек, GPRS жүйесіне қарағанда мәліметтерді тарату жылдамдығы едәуір жоғары, сондықтан EGPRS абоненттерге ұялы Интернетке ыңғайлы рұқсатты қамтамасыз етеді. Егер GPRS радиоинтерфейстегі бір уақыттық интервалға максималды мәліметтерді тарату жылдамдығы 21.4 кбит/с болса, онда EGPRS бөлінген радио-слотқа максималды мәліметтерді тарату жылдамдығы 59.2 кбит/с құрайды.

Түйін сөздер: LTE – кейінгі ұрпақ технологиясы, GSM – мобилді байланыстың цифрлық стандарты, GPRS – мәліметтерді жіберудің пакеттік қызметі.

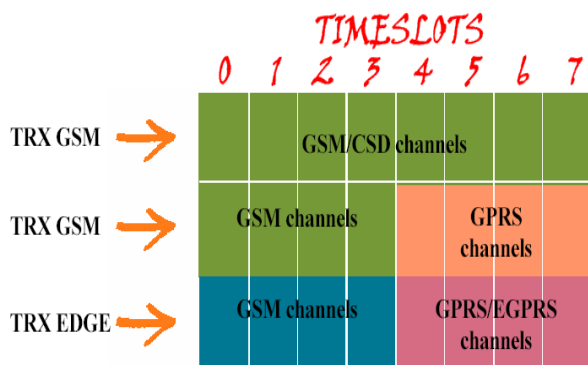
EGPRS GPRS жүйесіне қарағанда мәліметтерді тарату жылдамдығы едәуір жоғары, сондықтан EGPRS абоненттерге ұялы Интернетке ыңғайлы рұқсатты қамтамасыз етеді. Егер GPRS радиоинтерфейстегі бір уақыттық интервалға максималды мәліметтерді тарату жылдамдығы 21.4 кбит/с (CS4) болса, онда EGPRS бөлінген радио-слотқа (MCS9) максималды мәліметтерді тарату жылдамдығы 59.2 кбит/с. EDGE технологиясы Интернет торапындағы іздену немесе электрондық почта сияқты, GPRS қызметтерінің кеңеюін қамтамасыз етпей ғана, басқа да қызметтерге жол ашады, мысалы, ұялы видеоконференц-байланыс немесе MP3 форматты әуенді файлдарды тиеу. 1.3 суретте көрсетілгендей, мәліметтерді тарату арнаның мүмкіндіктері едәуір дәрежеде радио-интерфейс сапасына тәуелді. EGPRS үшін пиктік мәліметтерді тарату жылдамдығы едәуір мөлшерде қоршаған шарттарына және қолданушының орналасу жылдамдығына тәуелді [1].

Төменде диаграммада жақсы радио шарттары кезіндегі мәліметтерді тарату жылдамдықтары бойынша EGPRS-тің GPRS-ке қарағанда сапалық ерекшеліктері 1 суретте көрсетілген:



Сурет 1. Өртүрлі радио шарттарындағы 8PSK және GMSK жұмыс параметрлерін салыстыру

EDGE технологиясын абонентке EGPRS, ECSD, (HS)CSD, GPRS және дауыстық байланыс GSM (толық жылдамдықты FR, жарты жылдамдықты HR, және AMR адаптивті көпжылдамдықты режимі) сияқты қызметтермен қолдануды қамтамасыз етеді. Берілген технология бір уақыттық интервалдағы (слоттағы) әртүрлі модуляция әдістерімен қызметтерді тығыздау мүмкіндігін береді. GSM стандартындағы қызмет істеп жатқан базалық станцияларға EDGE технологиясын енгізу үшін, минимум , тасымалдаушы блогын EDGE (ECU) деп аталатын тасымалдаушы блогына ауыстырамыз. ECU блогын қосу EDGE (EGPRS, ECSD) және EDGE-емес (мысалы, GSM дауыс байланысы, AMR адаптивті көпжылдамдықты таралу режимі, HSCSD, GPRS дестелі мәліметтерді тарату) сол бір тасымалдаушыда уақыттық интервалдарын біріктіріп (2 сурет) әтүрлі комбинацияларын қолдануға болады. EDGE және EDGE-емес интервалдары, яғни EGPRS және GPRS дестелі мәліметтер ағыны сол бір берілген тасымалдаушыдағы уақыттық интервалында топталуы (мультиплексерленуі) мүмкін [2].



Сурет 2. EDGE жүйесіндегі уақыттық интервалдарды толтыру

Алдымен EDGE жүйесін енгізу үшін негізгі сілтемелерді көрсетейік:

- EDGE технологиясы GSM/GPRS жүйелерінің эволюциясында логикалық және табиғи қадам болып табылады;
- EDGE және WCDMA бір-бірін толықтыратын технологиялар болып табылады: SIEMENS компаниясы және тағы басқа компаниялар EDGE және WCDMA технологияларын бәсекелес деп қарастырмайды;
- Үшінші ұрпақ қызметін тез ұйытылу мүмкіндігі;
- GPRS (EGPRS жүйелеріндегі спектрді едәуір тиімді қолдану) және HSCSD тораптарының сыйымдылықтарының жоғарылануы.

Екінші ұрпақтың GSM торапының эволюциясы бірнеше сатыдан өтеді. Бірінші сатыда GPRS қызметін енгізу, яғни мәліметтерді тарату қызметтерінде дестелерді тарату үшін аса кең өткізу жолағын қамтамасыздандыру үшін мәліметтердің дестелі коммутациялау трафигін қолдану. Мәліметтерді тарату қызметі тұрақты дамып жатқандықтан, олар үздіксіз сыйымдылықтарының жоғарлануын талап ететін, шынайы уақыт режимінде жұмыс істейтін қосымшалар, GPRS-тен EGPRS/UMTS-ке көшу болады. EDGE технологиясын әртүрлі жолдармен енгізуге болады және нақты операторлардың үшінші ұрпақты тораптарға көшу стратегиясына байланысты [3].

GPRS қызметін енгізу операторларға келесі артықшыларды береді:

- дестелі коммутациялық мәліметтерді таратуды қолдануы арқасында байланыс арнасын жоғарғытиімді қолдану. Нәтижесінде абонентке бүкіл уақыт интервалы бөлінбейді.

- көп мөлшердегі қолданушыларға арналған, трафиктің көлемі бойынша абоненттерге арналған қызықты тарифті жобаларды құрастыру.

- BSS жүйесіндегі минималды инвестициялық талаптар.

- үшінші ұрпақ торапына көшуді қамтамасыз ететін, жаңа технологияға енгізілген инвестицияларды қорғау.

- дестелі мәліметтерді тарату тораптарына тура рұқсат (мысалы, Интернет, X.25);

- қызмет көрсетуді және басқаруды интеграциялау.

Абоненттер үшін артықшылықтар келесіде:

- мәліметтерді тарату қызметі үшін тарату жылдамдығын 170 кбит/с дейін жоғарлату (8 мультислоттар CS-4 теру мүмкіндігі);

- уақыт бойынша емес, берілген мәліметтер көлемі бойынша тарификация (нақты қолдану);

- ұялы станция «тұрақты қосылу» режимінде болады, яғни GPRS қызметі қосылған;

- IP протоколы бойынша Интернет қызметінің провайдеріне арзан;

- ұялы IP функциялары (Интернет, телеметрия, электрондық почта) тұрақты қосылу режимінде болады;

- трафиктің көлемі бойынша биллинг.

GPRS бизнес қолданушыларға әрбір нүктеден өзінің офисімен мәліметтермен ауысу арнасымен қосылу мүмкіндігін береді. Олар қазіргі уақытта қайда болмаса да өзінің электрондық почталарына, Интернет торапына, өздерінің электрондық файлдарына, факстарына және басқа мәліметтеріне рұқсаты болады.

GPRS нарық реакциясын тексеру үшін жаңа дестелі-бағытталған ұсыныстардың бірінші қадамы. GPRS-тен EDGE және EGPRS көшу эволюциясы екінші ұрпақтың операторлары абоненттерге үшінші ұрпақтық қызметтерін ұсыну мүмкіндіктерін ашады. EDGE технологиясын енгізу операторлармен екі мүмкін сценарий бойынша өткізіледі [4].

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Попов, Е.А. Технология GPRS пакетной передачи данных в сетях GSM [Текст] / Е.А. Попов. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008. – 68 с.
2. Диксон, Р.К. Широкополосные системы [Текст] / Р.К. Диксон. – М., 1979. – 304 с.
3. Немировский, М.С. Цифровая передача информации в радиосвязи. [Текст] / М.С. Немировский. – М.: Радио и Связь, 2000. – 156 с.
4. Мордухович, Л.Г. Цифровая передача информации в радиосвязи [Текст] / Л.Г. Мордухович. – М.: Радио и Связь, 2001. – 160 с.

Материал редакцияға 24.01.17 түсті.

И.Б. Шедреева, К. Тлепберды, Б. Жолдыбай

Таразский государственный университет им.М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

ХАРАКТЕРИСТИКИ EGPRS И EDGE РАДИО-ИНТЕРФЕЙСОВ

В статье рассмотрены технологии EGPRS, которые могут внедряться двумя разными способами: как расширение GPRS, в этом случае его следует называть EGPRS (enhanced GPRS) или как расширение CSD (ECSD). Учитывая, что GPRS распространена намного шире, GPRS способен обеспечивать пропускную способность до 160 Кбит/с, для этого нужно использовать кодирования каналов и коррекции ошибок.

Ключевые слова: GPRS – служба пакетной передачи данных, LTE – технология следующего поколения, GSM – цифровые данные мобильной связи.

I.B. Shedreyeva, K. Tlepberdi, B. Zholdybay

Taraz State University named after M.Kh.Dulati, Taraz, Kazakhstan

DESCRIPTIONS OF EGPRS AND EDGE OF RADIOS-INTERFACES

In this article it is said about technologists. EGPRS. Because, it technology can be inculcated two in number of different ways: as expansion of GPRS, in this case him it is necessary to name EGPRS (enhanced GPRS) or as expansion of CSD (ECSD). Taking into account, GPRS is widespread far wider. GPRS is able to provide a carrying capacity to 160 Kbit\with, for this purpose it is needed to use encoding of channels and ERCC.

Keywords: GPRS – General packet radio service, LTE – Long Term Evolution, GSM - Global System for Mobile Communications.

ӘОЖ 681.3

С.О. Ахметова¹, А.А. Куттибоев²

¹Аға оқытушы, магистр, ²Студент

*М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қаласы, Қазақстан
Электрондық пошта: saule.axmetova.79@mail.ru*

WI-FI ТЕХНОЛОГИЯСЫ НЕГІЗІНДЕ ЖЕРГІЛІКТІ ЖЕЛІНІ ҚҰРУ БОЙЫНША NET CRACKER БАҒДАРЛАМАСЫН ҚОЛДАНУ

Берілген мақалада мәліметтерді сымсыз байланыс желісінің негізі және жай кабель желісіне қарағанда Wi-Fi технологиясының артықшылығы жайында айтылады. Мақалада кеңейтілген спектр технологиясы негізінде сымсыз байланыс ортасында қолжетімділік әдістеріне байланысты сұрақтар қарастырылған. Мақалада қазіргі заманауи NET CRACKER бағдарламасын қолдана отырып желі топологиясын құрастырып зерттеу жасалады.

Түйін сөздер: коммутатор, қол жеткізу нүктесі, сымсыз желі, Internet желісі, net cracker бағдарламасы.

Wi-Fi технологиясы негізінде жергілікті желіні құру принциптерінің мақсаты: Wi-Fi негізінде сымсыз жергілікті желілерін құру принциптерін қарастыру. Ол үшін қолданбалы бағдарламаларды пайдалану керек.

Тапсырмалар

Офистік ғимараттың 4 қабатын біріктіретін Wi-Fi желісін құрыңыз. Net Cracker ортаны пайдаланыңыз.

Әдістемелік нұсқаулар:

Заманауи сымсыз технологиялар теориялық тұрғыдан қарағанда 1,3 Гбит/сек жылдамдықпен деректерді таратуға жарамды (стандарт Wi-Fi 802.11ac), іс жүзінде болса, бұл көрсеткіш көпке төмен, көбінесе 150 – 300 Мбит/с. Ең басында жобаланатын желіге қойылатын талаптарды және оның масштабын анықтап алу керек. Керекті жабдықтардың таңдалуы құрылғылардың санына, олардың физикалық орнатылуына және қосылудың мүмкін тәсілдеріне тікелей тәуелді болады (1-сурет) [1].



Сурет 1. Керекті жабдықтардың таңдалуы

Wi-Fi технологияның келесі стандарттары қолданады:

- 802.11 - 1 Мбит/с және 2 Мбит/с, 2,4 ГГц;
- 802.11a - 54 Мбит/с, 5 ГГц;
- 802.11b - 5,5 и 11 Мбит/с, 2,4 ГГц;
- 802.11g - 54 Мбит/с, 2,4 ГГц;
- 802.11n - 600 Мбит/с, 2,4 - 2,5 ГГц немесе 5 ГГц.

Wi-Fi желіні ұйымдастыру үшін қажетті жабдықтар [2]:

1) D-Link DWL-8600AP – жалпыланған сымсыз қол жеткізу нүктесі, ол IEEE 802.11n стандартына сәйкес. Бұл құрылғы икемділікпен, қуаттылықпен ерекшеленеді, оны басқарушы нүкте режимінде немесе сымсыз коммутаторға қосылғаннан кейін бақыланатын жеке сымсыз қол жеткізу режимінде пайдаланады (2-сурет).



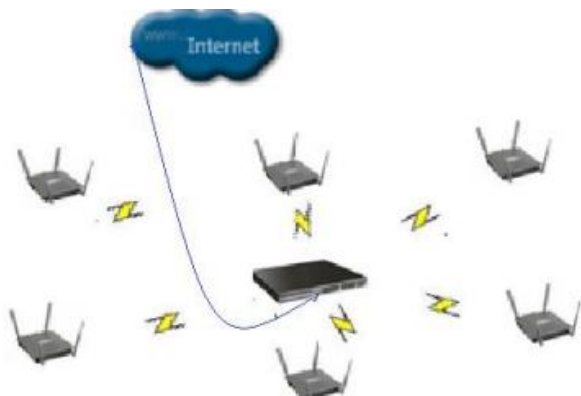
Коммутатор



Қол жеткізу нүктесі

Сурет 2. D-Link DWL-8600AP – жалпыланған сымсыз қол жеткізу нүктесі

2) Коммутатор DWS-3024. Бұл коммутаторлар 2+ деңгейдегі сымсыз қол жеткізу нүктелерін басқару үшін қолданады, көбінесе бизнес үшін (3-сурет).



Сурет 3. Сымсыз желінің сұлбасы

Wi-Fi аббревиатурасы ағылшын тілінде Wireless Fidelity (сымсыз сенімділік) – деректерді сымсыз таратудың IEEE 802.11x (802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n протоколдар жиынтығы. Сымсыз желінің 802.11x стандарты жергілікті желілердің IEEE802.x стандарттарының бөлігі болып табылады. 802.11x стандарты жеті деңгейлі OSI (Open System Interconnection) үлгінің тек төменгі екі деңгейлерін жабады – физикалық және арналық, өйткені олар жергілікті желілердің спецификасын көрсетеді. Сымсыз желілер кабельдік желілерге қарағанда OSI үлгінің физикалық (Phy) және арналық (MAC) деңгейлерінде ғана айырмалары байқалады [3].

Арналық деңгей екі деңгейге бөлінеді: MAC – деректерді тарататын ортаға қол жетімділікті басқару және LCC – логикалық арнаны басқару. Wi-Fi желілерінде деректер жартылай дуплексті режим бойынша таратылады, ал Ethernet архитектуралы кабельдік желілерінде дуплексті режим қолданады. Сондықтан сымсыз және сымды желілердің MAC деңгейлері бөлек болады.

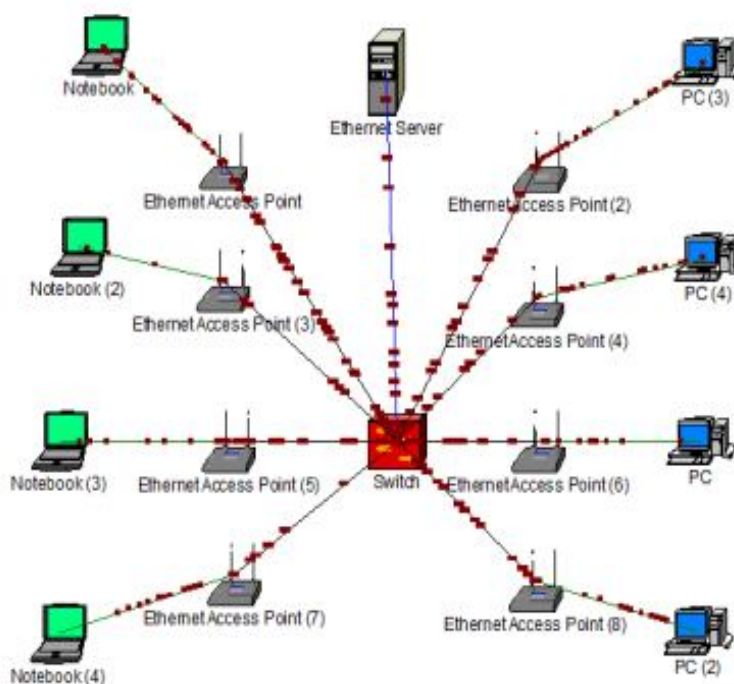
Wi-Fi желілері 2,4 ГГц немесе 5 ГГц жиіліктерінде жұмыс істейді. 802.11a стандартында 5 ГГц жиілігі қолданады. 802.11b және 802.11g (802.11b үйлесімді) стандарттарында 2,4 ГГц. 802.11n 802.11a,b,g үйлесімді) стандартында 2,4 немесе 5 ГГц жиіліктері қолданады. Тіке көріністе қол жеткізу нүктесінен есептегенде сымсыз байланыс 300 метрге дейінгі қашықтыққа таралады. Жабық ғимаратта сымсыз байланыс 50 м аралықта қамтамасыз етіледі [4].

Net cracker бағдарламасындағы желі топологиясының құрастырылған үлгісі (4-сурет).

Wi-Fi желілерінің қауіпсіздігі үшін рұқсат етілмеген қол жеткізуден қорғау үшін кешенді әдістер қолданады.

Барлық стандарттар секілді IEEE 802, 802.11 стандарттары ISO/OSI үлгісінің төменгі екі деңгейінде, яғни физикалық және арналық деңгейде жұмыс жасайды. Кез-келген желілік қосымша, желілік операциялық жүйе немесе протокол (хаттама) (мысалы, TCP/IP) 802.11 желісінде Ethernet желісіндегідей жақсы жұмыс жасайды.

802.11b стандартының алғашқы архитектурасы, ерекшеліктері және қызметі алғашқы 802.11 стандартында анықталады. 802.11b спецификациясы рұқсаттың жоғарғы жылдамдығын қосып, тек физикалық деңгейді ғана анықтайды.



Сурет 4. Net cracker бағдарламасындағы желі топологиясының үлгісі

802.11 стандарты құрылғының екі үлгісін анықтайды. Біріншісі, сымсыз желілік интерфейстік картамен жабдықталған компьютерді ұсынатын клиент (Network Interface Card, NIC) және екіншісі, сымсыз және желілік желілердің арасында көпір ролін атқаратын рұқсат нүктесі (Access point, AP). Әдетте, рұқсат нүктесінің құрамында қабылдап-таратушы, желілік желі интерфейсі (802.3) және деректерді өңдеумен айналысатын программалық қамтамасыз ету кіреді. Сымсыз станция ретінде ISA, PCI және 802.11 стандартындағы PC Card желілік картасы немесе нақты шешімдер, мысалы 802.11 телефондық гарнитурасы қолданылуы мүмкін.

Физикалық деңгейде таратудың екі кең жолақты радиожелілік әдісі және оның біреуі инфрақызыл диапазонда анықталады.

Радиожелілік әдістер ISM-де 2,4 ГГц диапазонында жұмыс істейді және 83 МГц тен 2,400 ГГц пен 2,483 ГГц-ке дейінгі жолақты қолданады. Радиожелілік әдістерде қолданылатын кең жолақты сигнал технологиялары сенімділікті, өткізгіштік қабілетті арттырады және көптеген бір-біріне байланысы жоқ құрылғылар үшін бір-біріне өте аз бөгеуілдері болатын бір жиілік жолағын қолдануға мүмкіндік береді.

Деректерді таратудың екі жылдамдығы - 1 және 2 Мbps қолданылады. 1 Мbps жылдамдықты қолданған кезде деректер тобы модуляция уақытында әрқайсысы 16 импульстің біріне кодталатын кварталеттерге бөлінеді. 2 Мbps жылдамдық кезінде модуляция әдісі өзгеше. Деректер тобы әрқайсысы төрт импульстің біріне модуляцияланатын биттік жұптарға бөлінеді.

Жиіліктік секіріс FHSS әдісін қолданған кезде 2,4 ГГц жолағы 1 МГц-тен 79 арнаға бөлінеді. Таратушы және қабылдап алушылар арналарды ауыстырып қосу схемасына алдын-ала келісіп алады (таңдауда 22 схема бар) және деректер осы схеманы қолданып, әртүрлі арналармен жүйелі түрде жіберіледі. 802.11 желісінде әрбір деректі тарату әртүрлі қосылу схемаларымен жүреді, ал схемалардың өздері екі таратушының да біруақытта

бір арнаны қолдану мүмкіндігін азайту үшін өңделіп шығарылған. FHSS әдісі қабылдап- таратушының өте қарапайым схемасын қолдануға мүмкіндік береді, бірақ та ол 2 Mbps максимальды жылдамдықпен шектелген. Бұл шектеу FHSS жүйесінің 2,4 ГГц диапазонды әрбір арнаға 1 МГц-ке тең етіп бөлуінен шығып отыр. Бұл арналарды жиі ауыстырып қосу жүретіндігін білдіреді (мысалы, АҚШ-та секундына ең минимальды 2,5 ауыстырып қосу жылдамдығы орнатылған) және бұл өз кезегінде шығындарды арттырады.

DSSS әдісі 2,4 ГГц диапазонды 14 бөліктелген арналарға бөледі. Бірнеше арналардың біруақытта және бір жерде қолданылуы үшін, сонымен қатар өзара бөгеуілдерді болдырмау үшін олар бір-бірінен 25 МГц жерде тұруы керек. Осылайша, бір жерде және бір уақытта ең көп дегенде 3 арна қолданылуы мүмкін. Деректер басқа арналарға қосылмай тек бір арна бойымен жіберіледі. Бөгде шуылдарды компенсациялау үшін қолданушының деректерінің әрбір биті таратылған деректердің 11 битіне ауысқан кезде Баркердің 11 биттік тізбегі қолданылады. Әрбір бит үшін мұндай артықтылық таратылатын сигналдың қуатын төмендете отырып таратудың сенімділігін арттыруға көмектеседі. Егер де сигналдың бір бөлігі өшіп қалатын болса, ол көптеген жағдайларда қалпына келтіріледі. Осылайша, деректерді қайтадан тарату саны азаяды.

Infrastructure Mode режимінде жұмыс істейтін Wi-Fi желіде сымсыз құрылғылар өзара Access Point қол жеткізу нүстесі арқылы байланысады. Желінің SSID (Service Set ID) идентификаторын қол жеткізу нүктесі арнайы сигналдық дестелер көмегімен таратады. Сымсыз құрылғылар Access Point-қа желінің SSID арқылы қосылып, ақпаратпен алмасады. Бұл жағдайда Access Point орталық нүкте ретінде қолданады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Рошан, П. Основы построения беспроводных локальных сетей стандарта 802.11. [Текст] / П.Рошан, Д.Лиэrm. – М.: Cisco Systems, 2005. – 445 с.
2. Сюваткин, В.С. WiMAX -технология беспроводной связи, теоретические основы, стандарты, применение [Текст] / В.С. Сюваткин. – СПб.: БХВ - Петербург, 2005. - 368 с.
3. Гусев, Д. Технологии беспроводного доступа [Текст]: справочник / Д.Гусев. – СПб.: БХВ Петербург, 2002. - 345 с.
4. Попов, В.И. Основы сотовой связи стандарта GSM [Текст] / В.И. Попов. – М.:Эко-Трендз, 2005. - 545 с.

Материал редакцияға 06.01.17 түсті.

С.О. Ахметова, А.А. Куттибоев

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИКЛАДНОЙ ПРОГРАММЫ NET CRACKER ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СЕТИ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ WI-FI ТЕХНОЛОГИИ

В статье представлена возможности прикладной программы NET CRACKER для сборки беспроводной сети по заданной топологии. Результаты

исследования выводятся в виде сигналов. По виду сигналов определяется точность передачи информации.

Ключевые слова: коммутатор, точка доступа сети, беспроводная связь, сети Internet, программа net cracker .

S.O. Akhmetova, A.A. Kutyboev

Taraz State University named after M.Kh.Dulati, Taraz, Kazakhstan

THE NET CRACKER APPLICATION PROGRAM USE FOR CREATION OF THE COMMUNICATION NETWORK ON THE WI-FI TECHNOLOGY

In this article, we conducted research work of students on the subject of "wireless technology" using NET CRACKER application program in this work is fully assembled on a given wireless network topology, and the result of the study appear in the form of signals. As determined by the type of signal transmission accuracy.

Keywords: switch, network access point, wireless communication, Internet networks, net cracker program.

ӘОЖ 681.5.011

А.С. Тлешова¹, Б.А. Айтқали²

¹Аға оқытушы, магистр, ²Студент

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қаласы, Қазақстан
Электрондық пошта: ¹akmaral.tleshova@mail.ru

PLC (POWER LINE COMMUNICATIONS) ТЕХНОЛОГИЯСЫН ҚОЛДАНУМЕН ЭНЕРГИЯ ТОРАБЫ БОЙЫНША МӘЛІМЕТТЕРДІ БЕРУ ТОРАБЫНЗЕРТТЕУ

Мақалада PLC технологиясы негізінде энергияторабы бойынша желіні құру және жалпы қолданыстағы желіде PLC технологиясын қолдану кезінде мәліметтерді беру торабын ұйымдастыру, сонымен қатар оны ендіру кезіндегі проблемаларды шешу жолдары қарастырылған.

Түйін сөздер: PLC технологиясы, модуляция, сигнал, модем компоненттері, кабель, тораптағы қолжетімді нүкте.

Қазіргі кезеңде компьютерлі техника мен торапты технологияның даму деңгейі торапқа қатаң талап жасауда. Компьютерлі торап беріліс жылдамдығының нақты шарты үшін талаптарды қанағаттандыру қажет; және де ол мобилді, кабелді жүргізуді талап етпейтін үлкен санды қолжетімді түйіндерден тұруы қажет; торап қарапайым администрацияланытын болу керек; ол қарапайым техникалық шешімдерде жоғары сенімділікті қамтамасыз ету керек; торап мүмкіндігінше барлық типті торапты жабдықтарға қосыла біліп, сонымен қатар арзан бағада болу керек.

Жалпы тұрғындар мен мекемелерді, ұжымдар мен арнайы қызметшілерді компьютермен қамту кезінде компьютерлік торапты ұйымдастыру қажеттігі туындайды [1].

Осы торапты ұйымдастырудың бірден бір нұсқасы энергия торабы бойынша мәліметтерді беру жүйесі болып табылады.

PLC технологиясы - бұл, біріншіден «соңғы миль» проблемаларын шешу болып табылады. Өйткені бөл шешімде ішкі электр тораптары қолданылады. Қызметтің өзі Plug&Play принципі бойынша ұсынылған. Яғни адаптер немесе дүкеннен сатып алынған абоненттік модем ешқандай жабдықтарды қолдану қажет етпейді. Оны қосқан кезде байланыс басты құрылғымен автоматты түрде қосылады, ол әр бір үйде бірден автоматты түрде конфигурацияға келтіру және IP-адресі белгіленеді. Технологияның артықшылығы сол Интернетке қосылу үшін монтерлерді үйге шақырып қосудың қажеті жоқ. Басқада қосымша артықшылығы роуминг: модем PLC-жабуы бар барлық үйлерде істей береді. Ол қатаң бір адреске жабысып қалмаған, аудандарда, қала ішінде және басқа да қалаларда жұмыс істей береді. Қазіргі кезде бұл технология біраз аз тұрғындары бар қалалар мен ауылдарда орнатылуда [2].

PLC технологиясы және оның дамуы. Электр торап арқылы Интернетте кеңжолақты қолжетімділік қызметін тестілеу Шотландияда қосылды. Бұл инициатива Scottish Hydro Electric's электр энергетикалық компаниясымен ұсынылды. Британдық PC Advisor басылымы хабарлағандай «Розета арқылы Интернет» тестілеу 150 тұтынушыны қамтыған. Әрбір абонент Интернетке 2 Мбит/с жылдамдықпен қосылуға мүмкіндік алды. Бағасы бойынша бұл басқа Интернет провайдерлері ұсыныстарынан екі есе арзанға түсті. Жаңа қызметке қызығушылық елдің бірнеше энергетикалық компанияларынан сұранысқа ие болды. Сонымен қатар PLC технологиясын Германияның RWE компаниясы тез енгізуде [3]. Мысалы Германияда жергілікті тұрғындар электр энергия квитанциясын толтырмайды: есептеуіштен ақпарат бірден электржетегі бойынша электрмен қамтамасыз етушіге келип түседі. Осындай жобалар Италия мен Швецияда жүргізілген.

Қазақстанда PLC-технологии базасында құрылыс «Спарк» компаниясымен 2011 жылы жүргізіле бастады. Сол мезгілде торап өзіне тұрғын үйлерде орналасқан 750 түйін қолжетімділігін қоса алды. Барлық түйіндердің қосылуы Gigabit Ethernet магистралді оптикалық торапқа біріккен.

Интернетке қосылу төлемі жоғары емес қызмет жақсы бәсекелестік қабілеттілікті қамтамасыз етеді. Бірақ кейде сапасы тұтынушы абоненттерге ұнамай жатады. Мысалы, Торапқа қосылу үшін тек белгілі бір розетка арқылы қосылу керектігін, бұл абонентке қолайсыздық тудырады, және де басқада электр аспаптарын қосқанда жылдамдықтың азаятыны жайында өткен форумдарда әңгіме етілді. Бұл жағдай ортақ өткізгіштің болуынан, ол мәселені провайдермен шешуге болады [4].

«Соңғы миль проблемасы» соңғы кезде көп айтылып, ол көп шешімді тудырды. Бірақ шешімнің мұндай көп бөліктерінде бір жалпы кемшілік бар-олардың барлығы өткізгіш сымдар мен кабельдерді жүргізуді талап етеді. Қазіргі кезде кабельді жүргізудің бағасы торапты құруға кеткен шығынның көп бөлігін алады. Сонымен қатар бірқатар жағдайларда жаңа кабельдерді жүргізу мүмкін емес.

Сондықтанда әрқашан қызығушылықты жаңа кабель жүргізуді қажет етпейтін технологиялар тудырады. Қазіргі кезде осы проблемаға қолайлы екі

технологияларымыз бар – олар желісіз торап Wi-Fi және PLC технологиясы. Егер желісіз торап жайында көп жазылса, ал PLC технологиясы жайында ақпарат тым аз.

PLC технологиясы компьютерлі локальді торапты жүргізілген электрберіліс желісіне қосуға мүмкіндік береді. Осылай PLC технологиясының көмегімен электрлік өткізгіш сымды қолдана отырып, үйде локальді торапты құруға болады.

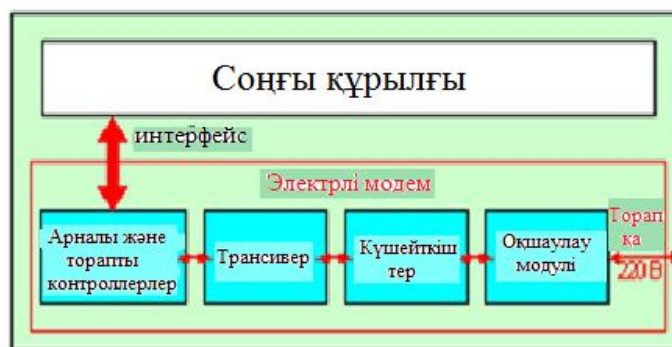
Бірінші қарағанда PLC технологиясы қарапайым болып көрінуі мүмкін, яғни мәліметтерді берудің керекті жылдамдығын қамтамасыз ететін модуляция тәсілін таңдасаң болғаны. Бірақ PLC технологиясын қолдану үшін модуляцияның бұл тәсілдері тығыз нығыздалған сигналдар күрделі математикалық операцияны талап етеді. Оларға шапшаң сигналды (DSP) процессорларды қолдану қажет [5].

Сигналдарды сандық өңдеу процессоры (digital signal processor – DSP) – бұл нақты масштаб уақыт ағымында сандық мәліметтерді манипуляциялау үшін тағайындалған арнайы бағдарламаланған микропроцессор. DSP-процессорлары аудио- және видео сигналдарды, графикалық ақпарат ағымдарын өңдеу үшін кеңінен қолданылады.

Соған байланысты PLC-технологиясының дамуы алғы алгоритмді тиімді модуляциясымен DSP процессорларының дамуымен тығыз байланыста болады. Қазіргі кезде PLC-технологиясында OFDM-модуляциясы қолдануда, ол мәліметтерді берудің жоғары жылдамдығын және сигналдардың кедергіге жақсы беріктілігін қамтамасыз етеді.

Негізгі соңғы жабдық PLC-модем, ол әдетте ПК мен байланысы үшін интерфейстер жасалады: USB, немесе Ethernet. Сондықтан да модем ақпарат корегіне – 220 В розеткаға қосылады, ал шығысы сәйкес персоналды компьютер интерфейсіне қосылады. ПК мен параллель VoIP режимін қолдайтын телефон нұсқасы қосылуы мүмкін.

Типті функционалды схема және PLC-модемінің негізгі компоненттері 1- суретте келтірілген.



Сурет 1. PLC-модем компоненттері

Бұл инновациялы технологияда торапты Интернетпен жалғау Broadband over power lines (BPL) деп аталады.

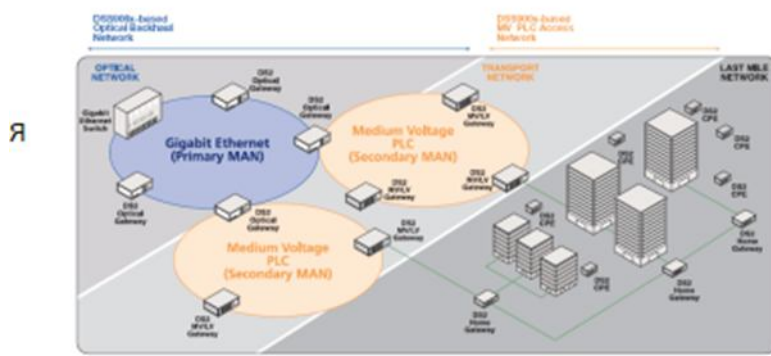
DSL-жалғануынан артықшылығы тұрмыстық торап жабдығы технологиясы Интернетте кеңжолақты қолжетімділігі бар бірнеше сан адамға қосылуына мүмкіндік береді.

PLC технологиясының даму проблемалары. Шет елдерде PLC торабының экспериментальдік жұмыс нәтижесі жақсы болғанымен, біздің елімізде бұл технология бір қатар қиыншылықтармен ұшырауы мүмкін.

Отандық электрлік өткізгіш сымдар көп елдерде қолданатын мыстан емес, негізінен алюминийден жасалған. Алюминилі өткізгіш сымдар нашар электрөткізгіштік қасиетіне ие, ол сигналдардың тез өшуіне әкеліп соғады. Бұдан басқа проблемалар бұл осы технологиялардың қолдануына нормативтік-құқықтың негізгі сұрақтарын реттеу әлі күнге дейін шешілмеген. Бұл мәселе Батыс елдерінде де актуальді. PLC жоғары жылдамдықты жүйесінің дамуының басты факторы кеңжолқты PLC-жүйесінің стандартының болмауында, ол басқада қызметі бар тура сондай немесе жақын жиілік диапазонын қолдануымен үлкен үйлеспеушілік қауіпі бар. 2001 жылы халықаралық консорциум HomePlug Powerline Alliance тұрмыстық электрөткізгіш желісі арқылы үй тораптарын құру үшін салалық стандарт - HomePlug 1.0. спецификациясын қолдануды шешті. Бірақ бұл стандарт бір пәтер (коттедж) аймағындағы торапқа «үйлік» торапты құруды ұсынады. Кеңжолқты PLC үшін толыққанды стандарт әзірге жасалмады [5].

PLC-шешімі үшін ИМС өндірушілері. Үшінші буын PLC-жүйесі үшін ИМС (чиптер)-ті өндіру Design of Systems on Silicon Corporation - DS2 (Испания) компаниясы болып табылады. Ол 1998 жылы құрылып, өнімнің толық жинағын өндіреді. Ол PLC базасында кеңжолқты қамтамасыз ету тапсырмасын шешу үшін қолданады. ИМС-ның үшінші буынын бірден бір DS2 ұсынып, 200 Мб/с дейін алмасу жылдамдығын қамтамасыз ету. DS2 өнімдері HP v.AV стандартын қолдайды.

DS2 өнімдері негізінде өткізу PLC-жүйесі келесі 2- суретте көрсетілген.



Сурет 2. DS2 өнімдері негізінде өткізу PLC-жүйесі

Осы технология негізінде IPTV және VoIP тораптарын қолдануға болатын PLC-торабын құруға болады.

PLC технологиясының артықшылықтары мен кемшіліктері

Артықшылығы:

Кабелдерді жүргізуге, оны қорапқа салуға, қабырғаны тесуге және тіреуші конструкцияны қою қажеттілігінің болмауында.

Қолдану қарапайымдылығы

Монтаж жылдамдығы

Wi-Fi салыстырғанда:

Келтіруді қажет етпейді

Мейлінше тұрақты байланыс

Аппараттың үлкен қауіпсіздігі

Multicast-трафигін беру үшін ыңғайлы, мысалы, IPTV

Байланыстың сапасына материал мен пәтердегі қабырға қалыңдығы әсер етпейді.

В КР қондырғыларды тіркеуді Казкомнадзор талап етпейді.

Кемшіліктері:

PLC-модемдері жұмыс істейтін үйжайдағы радиоқабылдау бұзылуы, әсіресе орташа және қысқа толқындарда [6], модемнен 3-5 метр қашықтықта болуы керек.

Электржетек бойынша тораптағы өткізу қабілеттілігі бардық қолданушылардың арасында бөлінеді. Мысалы, егер бір Powerline-торабында екі жұп адаптерлері белсенді түрде ақпаратпен алмасса, онда әрбір жұп үшін алмасу жылдамдығының жалпы өткізу қабілеттілігі 50 өзара бөлінеді

PLC жұмысының жылдамдығы мен тұрақтылығы әртүрлі материалдан тоғысу болуынан (мысалы, мысты және алюминийлі өткізгіш сымдар) электржетекті орындау сапасына әсер етеді. Сол сияқты өткізгіш сымдарды жалғау санына да байланысты болады.

Торапты сүзгіштер мен жабдықталмаған "PLC READY" арнайы розеткасы ИБП арқылы жұмыс істемейді.

Байланыстың сапасына арзан энергия жинақтаушы шамдар, тиристорлы диммерлер, импульсті қоректену блоктары және зарядтау құрылғылары кері әсер етуі мүмкін. Тораптағы аталған құрылғылардың жылдамдығына максималды әсер PLC-модемне тікелей жақын қосқанда болады.

Қазақстан Республикасында анықталмаған құқықты аспектілердің берілген технологияны қолдануына мүмкіндік болмауында.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Павловский, А. PLC в России. Специфика, проблемы, решения, проекты [Текст] / А. Павловский, С. Соломасов // ИнформКурьерСвязь, - 2003.- № 8. - С. 29-33.
2. Невдяев, Л. М. Мост в Интернет по линиям электропередачи [Текст] / Л. М. Невдяев // ИнформКурьерСвязь. - 2003. - № 8. - С. 25-28.
3. Курочкин, Ю.С. "PLC приходит в Россию" [Текст] / Ю.С. Курочкин // Connect.– 2004.- № 8.- С. 46-47.
4. Коноплянский, Д.К. PLC - передача данных по электрическим сетям [Текст] / Д.К. Коноплянский // Последняя миля.– 2006.- № 5.-С.5-7.
5. Даффи, Д. BPL набирает силу. [Текст] / Д. Даффи// Сети. – 2005. - № 14. - С. 24.
6. Моррисси, П. Реализация технологии BPL. [Текст] / Сети и системы связи // - 2005.- № 12.- С. 79-81.

Материал редакцияға 16.02.17 түсті.

А.С. Тлешова, Б.А. Айткали

Таразский государственный университет им.М.Х. Дулати, г Тараз, Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЕ СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПО ЭНЕРГИЯ СЕТЯМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ PLC (POWER LINE COMMUNICATIONS)

В статье рассматривается организации сети передачи данных по энергосетям построения сети на основе PLC технологии и использование технологии PLC в сетях общего пользования, и пути решения проблемы при внедрении.

Ключевые слова: технология PLC, модуляция, сигнал, компоненты модем, кабель, точка доступа сети.

A.S. Tleshova, A.B. Aytkali

Taraz State University named after M.Kh.Dulati, Taraz, Kazakhstan

RESEARCH NETWORK DATA IN ENERGY NETWORKS USING TECHNOLOGY PLC (POWER LINE COMMUNICATIONS)

This article discusses the organization of the network transmission of data on the grid of building a network based on PLC technology and the use of PLC technology in public networks, and solutions to problems in the implementation of

Keywords: PLC technology, modulation, signal components of the modem, cable, network access point.

ӘОЖ 721.2

А.С. Тлешова¹, М.Р. Жаксылық²

¹Аға оқытушы, магистр, ²Студент

*М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қаласы, Қазақстан
Электрондық пошта: akmaral.tleshova@mail.ru*

«РАДИОТЕХНИКА ЖӘНЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ НЕГІЗДЕРІ» ПӘНІНЕН МАТЛАВ БАҒДАРЛАМАСЫНДА ТӘЖІРИБЕЛІК ЗЕРТТЕУ ЖҰМЫСТАРЫН ЖАСАУ

Берілген мақалада қолданбалы MATLAB бағдарламасы көмегімен «Радиотехника және телекоммуникация негіздері» сабағы бойынша студенттермен жүргізілген зерттеу жұмысы қарастырылады. Бұл жұмыста берілген топология бойынша сымсыз байланыс торабын толық жинақтау жұмысы көрсетілген. Сигнал түрлері бойынша ақпараттың беру дәлдігі анықталады.

Түйін сөздер: сымсыз байланыс, топологиялық желілер, сигналдар, спектр, осциллограф, MatLab Simulink бағдарламасы.

Замануи телекоммуникациялық әлемінде байланыстың сымсыз түрлері шапшаң дамуда. Олардың арасында ерекше орын алатын сымсыз байланыстың жылжымалы (ұялы және транкингітік) түрі.

«Радиотехника және телекоммуникация негіздері» пәні сымсыз байланыстың топталуын, көп станциялы қол жеткізу әдістерін, сымсыз байланыс жүйесін құрудың техникалық концепцияларын, сигналдардың таралу принциптерін, спектрі кеңейтілген жүйелер құрамын қарастырады.

Осы мақсатта оқу процесінде білімгерлерге сымсыз байланысты ұйымдастыру принциптерін, оның технологияларын оқып үйрету, арналарды

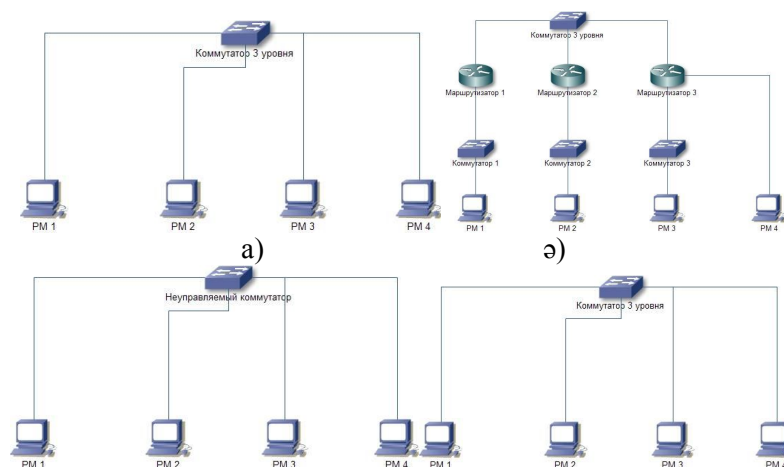
бөлу әдістерін көрсету, олардың жиіліктері тональды стандартты арналардан қандай айырмашылығы бар екенін көрсету, сигналдарды шашыратқанда оптикалық және радио байланысты пайдаланғанды үйрету, сымсыз байланыс жүйелерін құрудың техникалық жағын қарастыру, спектрі кеңейтілген жүйелерді қарастыру, жергілікті сымсыз желілерді құру принциптерімен таныстыру үшін келесі тәжірибелік жұмыс ұсынылуда.

Сымсыз байланыстың құрылғыларын зерттеу. Сымсыз байланыс жүйелерінде сигналдарды қабылдау.

Сабақтың мақсаты: IPv4 және IPv6 хаттамаларын желілік құрылғыларда баптау, сымсыз байланыстың сигналдарын қабылдау үрдісін MATLAB бағдарламасын қоданып зерттеу.

Тапсырмалар. Тапсырмаларды орындау үшін «Ауқымды компьютерлік желілер» зертханалық стенді керек.

Тәжірибе барысында көрсетілген топологиялық желілерді жинау қажет (1-сурет).



Сурет 1. Желі топологиялары

1. ЭЕМ-нен біртіндеп желілік құрылғылардың түйіндері мен интерфейстерінің қол жетімділігін тексеру, ол үшін ping команданы қолданып, нәтижесін есепте көрсету керек.

2. Веб-браузер арқылы HP коммутаторының желілік IPv6 адресін баптау. ЭЕМ-ге қол жеткізулікті коммутатордың құрылғылары арқылы тексеру. Нәтижені есепте көрсету.

3. Коммутаторға ЭЕМ-нен қол жеткізу мүмкіндігін тексеру. Нәтижені есепке кірістіру.

Әдістемелік нұсқаулар. Желінің қызмет көрсету радиусы қолданыстағы сымсыз қол жеткізу нүктесінің (роутердің) түріне, оларды қолдайтын 802.11* стандартына, антенналардың маны мен қуаттылығына байланысты болады. Сымсыз желі бойымен мультимедиялық трафикті тарату кезінде әр түрлі бөгеттердің әсер тигізу мүмкіндігі жоғары болады. Одан басқа, замануи техниканы жобалағанда олардың мобильділігін максималды, ал өлшемдерін минималды етуге тырысады, сондықтан Wi-Fi мен Bluetooth блоктары бір платада орналастырылады. Нәтижеде жұмысшы жиіліктер диапазоны жақын орналасқаннан, өзара бөгеттер пайда болады, IEEE 802.11 стандарты үшін – 0,9; 2,4; 3,6 және 5 ГГц; IEEE 802.15 үшін – 2,4–

2,4835 ГГц. Сонымен, Wi-Fi мен Bluetooth-дың бөгеттерге деген тұрақтылығын бағалағанда, стандарттардың екеуінің де арналық интерференциясын есепке алады.

Енді сигналдардың пайда болуын зерттейміз.

Цифрлік байланыстың жүйелерінде сигналдың пайда болуын MatLab Simulink бағдарламасы негізінде қарастыру.

Тапсырманы орындау үшін келесі блоктарды қолданамыз:

Random Integer Generator – кездейсоқ бүтін сандар генераторы;

1-D Lookup Table – сәйкестіктер (ақиқаттылық) кестесі;

Raised Cosine Transmit Filter – көтеріңкі косинустың түбірі деген сипаттамасы бар әзірлеуші фильтр;

Gain – сигналдың күшейткіші;

Complex to Real-Imag – комплекстік санның нақты және жорамал бөліктерін ажырату блогы;

Scope – осциллограф;

Discrete-Time Eye Diagram Scope – сигналдың көздік диаграммасын бейнелеу блогы;

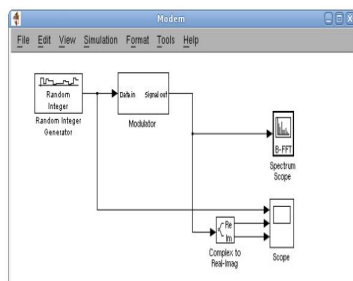
Discrete-Time Signal Trajectory Scope – жазықтықтағы сигналдың комплекстік орайжанауыш векторының траекториясын бейнелеу блогы;

Discrete-Time Scatter Plot Scope – сигналдың шашырау диаграммасын бейнелеу блогы;

Subsystem – ішкі жүйе, үлгінің бір бөлігін жеке блок түрінде көрсетеді;

Spectrum Scope – сигнал спектрінің талдаушысы.

Көрсетілген блоктар арасынан 2-суретте көрсетілген үлгіні жинау керек. Modulator – цифрлік таратқыштың сигналды әзірлейтін ішкі жүйе. Бастапқы деректер



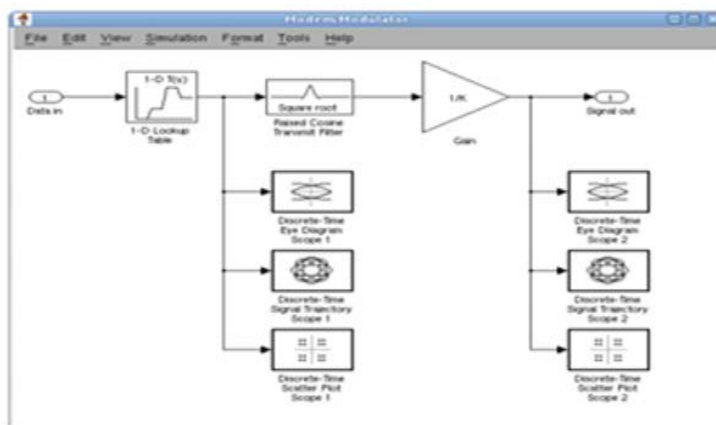
Вариант	Вид манипуляции	Позиционность созвездия	Кратность созвездия
0	BPSK	2	1
1	QPSK	4	2
2	8PSK	8	3
3	16PSK	16	4
4	32PSK	32	5
5	16QAM	16	4
6	32QAM	32	5
7	64QAM	64	6
8	128QAM	128	7
9	256QAM	256	8

Сурет 2. Таратқыш жүйе үлгісінің жалпы көрінісі

Кездейсоқ сандар генераторының баптауларында өз нұсқаңызғасәйкес позиционность созвездия (M-ary number) деп аталатын параметрді және дискреттеу жиілігін (Sample Time) 1/9600 (бұл шама 9600 бод/сек жылдамдықсәйкес) деп беру керек.

Спектр талдаушының (Spectrum Scope) баптауларында БПФ терезенің өлшемін 1024 деп көрсету керек, ал кірісигналының буферизациясын қосу керек, буфердің өлшемін 1024 отсчет деп аламыз.

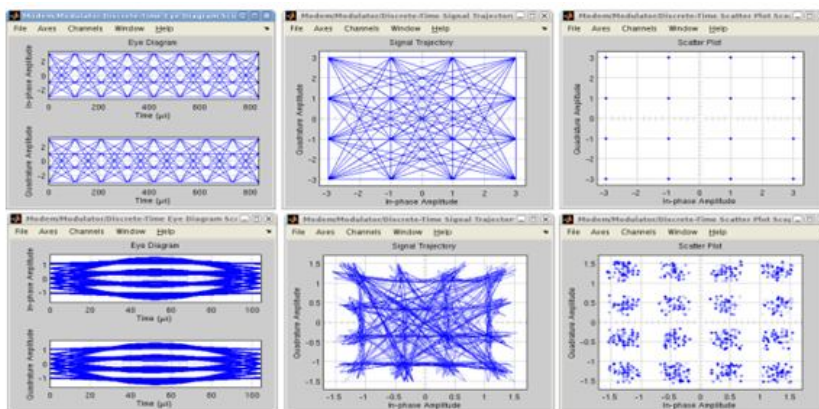
Осциллографтың кірісигналдары ретінде деректердің сигналдары және таратқыштан шығатын комплекстік сигналдың (Complex to Real-Imag блогынан шығатын) құрамдас бөліктері алынады. 3-суретте сигналды әзірлеудің үлгісі келтірілген.



Сурет 3. Сигнал құраушысы

Сигнал спектрін шектеу үшін көтеріңкі косинус түбірі бар фильтр арқылы жүргізеді. Оның баптаулары келесідей: фильтрдың түрі (Filter Type) – көтеріңкі косинустың түбірі (Square Root); ИХ фильтрдің ұзындығын анықтайтын топтық кідіріс (Group Delay) – 5 символ; дөңгелектендіру коэффициенті (Rolloff Factor) – 0.8; дискреттеу жиілігін жоғарлату коэффициенті (Upsampling factor) – 8; сигналды өңдеу сипаты (Input Processing) – sample based. Құраушы фильтр шығысынан түскен комплекстік сигнал күшейткішке түседі, ондаоның нормалануы орындалады. Күшейткіштің тарату коэффициенті $1/K$, мұнда, N – шоктың позициялығы.

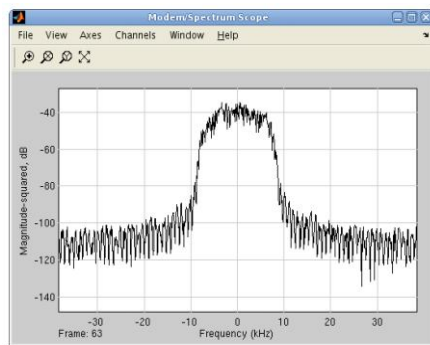
Сигналдың құрылу үрдістерін зерттеу үшін көздік диаграммаларды бейнелеу блоктарын, комплекстік орайжанауыш векторының траекториясын бейнелеу блоктарын және шашырату диаграмманың бейнелеу блогын қолданады (4-сурет).



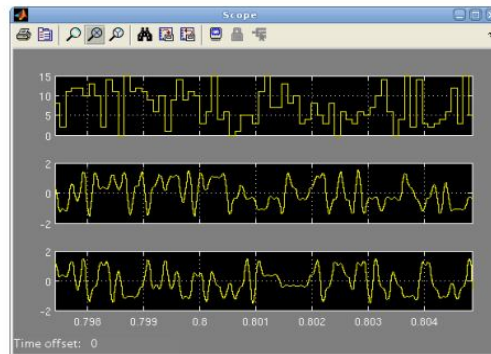
Сурет 4. Сигнал туралы ақпаратты бейнелейтін блоктар

5-суретте спектр талдаушының жұмысы көрсетілген. Үш арналы осциллограф көмегімен деректер сигналын және сигнал компонентасын комплекстік орайжанауышты салыстыруға болады (6-сурет).

Әзірленген сигнал фильтрінің дөңгелек ету коэффициентін 0 деп беріп, үлгіні қосыңыз. Есеп үшін барлық графиктерді сақтап қойыңыз. Сигнал спектрінің енін, алғашқы жақтық тармақтың деңгейін бағалаңыз. Осциллограф арқылы сигналдық созвездиедегі сыртқы нүктелер үшін квадратуралық құрамдастардың максималды амплитудасын, ал ішкі нүктелер үшін минималды амплитудасын бағалаңыз.



Сурет 5. Әзірленген сигналдың спектрі



Сурет 6. Деректер шинасы мен құрылған сигналдың осциллограммалары

Осы жұмыс негізінде келесі тапсырмаларды орындауға болады:

- 1) Цифрлік ақпаратты тарату жүйелерінің арналарында пайда болатын құбылыстарды зерттеу;
- 2) Цифрлік байланыс жүйелеріндегі қабылдағыштар жұмысы негіздерін зерттеу.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Рошан, П. Основы построения беспроводных локальных сетей стандарта [Текст] / П.Рошан, Д. Лиэrm. – М: Cisco Systems, 2012. – 445 с.
2. Сюваткин, В.С. WiMAX-технология беспроводной связи, теоретические основы, стандарты, применение [Текст] / В.С. Сюваткин и др. - СПб.: БХВ – Петербург.- 2015. –368 с.
3. Гусев, Д. Технологии беспроводного доступа [Текст]: справочник / Д.Гусев. – СПб.: БХВ Петербург. - 2012. – С 45-51.
4. Попов, В.И. Основы сотовой связи стандарта GSM [Текст] / В.И. Попов. – М.: Эко-Трендз. - 2005. – 256 с.
5. Шахнович, И.В. Современные технологии беспроводной связи [Текст] / И.В. Шахнович. – М.: Техносфера.- 2006. – 288 с.

Материал редакцияға 16.02.17 түсті.

А.С. Тлешова, М.Р. Жаксылык

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА СТУДЕНТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ MATLAB ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОСНОВЫ РАДИОТЕХНИКИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ»

В статье проводятся исследовательская работа студента по предмету «Технология беспроводной связи» с помощью прикладной программы MATLAB. В этой работе полностью идет сборка беспроводной сети по заданной топологии и результат исследования выводятся в виде сигналов. По виду сигналов определяется точность передачи информации.

Ключевые слова: беспроводная связь, линии топологии, сигналы, спектр, осциллограф, модулятор, программа MatLab Simulink.

A.S.Tleshova, M.R.Zhaksylyk*Taraz State University named after M.Kh.Dulati, Taraz, Kazakhstan***RESEARCH STUDENT WORKING WITH ICPOLZOVANIEM
MATLAB PROGRAMS VYPOLNENIYA PRAKTICHECKIH RABOT ON
THE SUBJECT "OCNOVY RADIO ENGINEERING AND
TELECOMMUNICATIONS"**

This article conducted research work of the student on the subject of "wireless Technology" using the software program MATLAB. In this work we build a wireless network for a given topology and the result of the study are displayed in the form of signals. On types of signals determined by the accuracy of information transfer.

Key words: wireless communication, line topology, signaller, spectrum, oscilloscope, a modulator, MatLab Simulink.

ӘОЖ 683.8

А.С. Тлешова¹, М.Р. Жақсылық²¹Аға оқытушы, магистр, ²Студент*М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қаласы, Қазақстан
Электрондық пошта: akmaral.tleshova@mail.ru***«СЫМСЫЗ БАЙЛАНЫС ТЕХНОЛОГИЯСЫ» ПӘНІНЕН
CISCO PACKET TRACER БАҒАДАРЛАМАСЫ КӨМЕГІМЕН
БІЛІМГЕРЛЕРДІҢ ЗЕРТТЕУ ЖҰМЫСЫ**

Мақалада Cisco Packet Tracer бағдарлама пакеті көмегімен берілген пән бойынша виртуалды зертханалық жұмыстарды орындау көрсетілген. Онда маршрутизатор, коммутатор, қолжетімді нүкте, арнай компьютер, торапты принтер, IP-телефония ретінде имитациялы моделдер мен желі құрылғылары қолданылған. Сигнал түрлері бойынша ақпараттың беру дәлдігі анықталады.

Түйін сөздер: топологиялық желілер, симуляция, спектр, осциллограф, Cisco Packet Tracer бағдарлама пакеті.

Сымсыз байланыстың замануи құралдары өзінің кішігірім габариттеріне және салмағына қарамастан, күрделі техникалық құрылғы болып табылады. Ол құрылғылардың жоғары эксплуатациялық сипаттамаларын қолдайтын және ондай жүйені жобалайтын дәрежесі жоғары маман қажет.

Сымсыз байланыстың негізін құрайтын іргелі принциптердің кешенді түсінігін қалыптастыру үшін принциптерге сымсыз жүйелердің сипаттамаларына және сапа көрсеткіштеріне қойылған шектеулер, сымсыз жүйелерді талдауға қажетті әдістер мен математикалық аппарат, сымсыз жүйелерді құруға қатысты техникалық құралдар мен компромисстерді жатқызады[1].

Сымсыз байланыстың құрылғыларын зерттеу

Сабақтың мақсаты: Біріктірілген сымсыз маршрутизаторлар мен сымсыз қол жеткізу нүктелерін зерттеу.

Тапсырмалар

1. Интернеттен үш әр түрлі сымсыз маршрутизаторды тауып, олардың ең маңызды функцияларын тізімдеп, төмендегі кесетеге кірістіріңіз. Іздестіру кезінде Сіз үшін маңызды болып табылатын қосымша функцияларын да жазып алып, кестедегі Басқа функциялары атты бағанға кірістіріңіз.

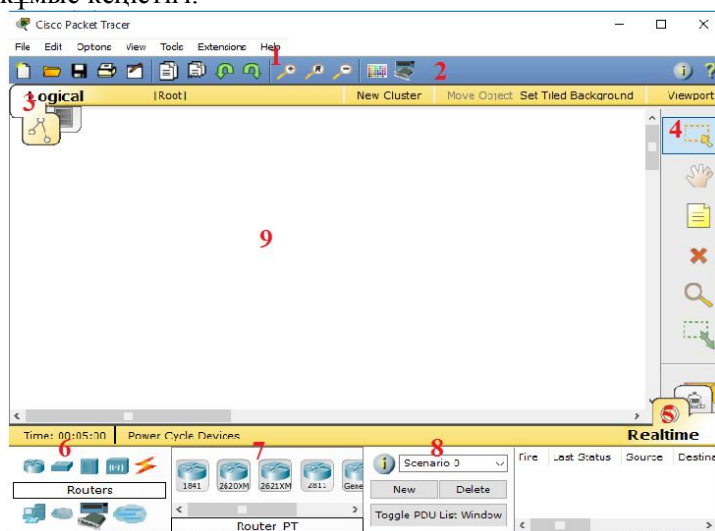
2. Сымсыз қол жеткізудің екі Cisco нүктесін зерттеу керек — WAP321 және AP541N. Cisco веб-сайтынан осы нүктелердің қол жетімді техникалық сипаттамаларын іздестіріп, төмендегі кестені толтырыңыз.

Cisco Packet Tracer виртуалды зертхана негізінде желілік жабдықтарды зерттеу.

Cisco Packet Tracer – бұл Cisco компаниясы өндірген желінің эмуляторы. Cisco Packet Tracer бағдарламасы арқылы маршрутизатор қосымша арқылы желіні әр түрлі жабдықтар негізінде, әр түрлі топологиялы желілерді, әр түрлі хаттамалар негізіндегі желілерді әзірлеуге болады. Коммутатор, сымсыз қол жеткізу нүктесі, дербес компьютер, желілік принтер, IP-телефон сияқты құрылғылардың негізіндегі желінің жұмысын имитациялауға болады. Интерактивті симулятор негізінде көптеген құрылғылардан тұратын нақты желінің баптауын жүргізгендей болсасыз[2].

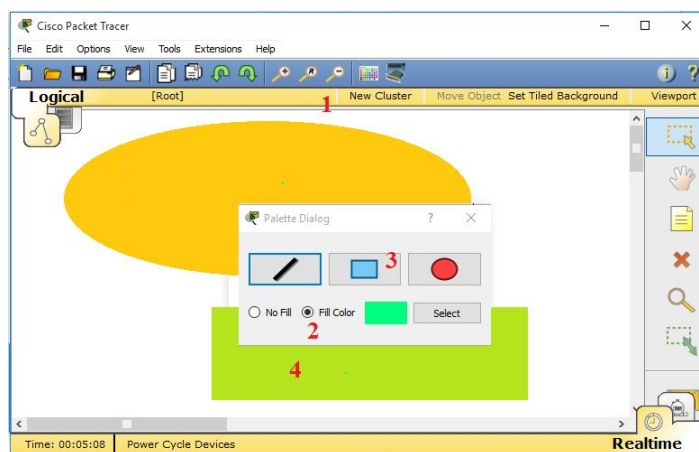
1 - суретте бағдарламаның телімдерге бөлінген интерфейсі көрсетілген. Суретте сандармен келесі компоненттер белгіленген:

- 1 – бағдарламаның бас мәзірі;
- 2 – құрал-құрылғыдар тақтасы;
- 3 – логикалық және физикалық ұйымдастыруларды ауыстырып тұру;
- 4 – құрал-құрылғыдар тақтасы, мұнда нысандарды ерекшелеу, жою, тасымалдау, масштабтау, дестелерді әзірлеу құрылғыдары орналасқан;
- 5 – нақты режим (Real-Time) мен симуляция режимдерді алмастыру;
- 6 – ақырғы құрылғылар мен байланыс арналарының тақтасы;
- 7 – ақырғы құрылғылардың өздері, мұнда әр түрлі коммутаторлар, түйіндер, қол жеткізу нүктелері, өткізгіштер бар;
- 8 – пайдаланушының сценарийлерін құру тақтасы;
- 9 – жұмыс кеңістігі.



Сурет 1. Cisco Packet Tracer бағдарламаның интерфейсі

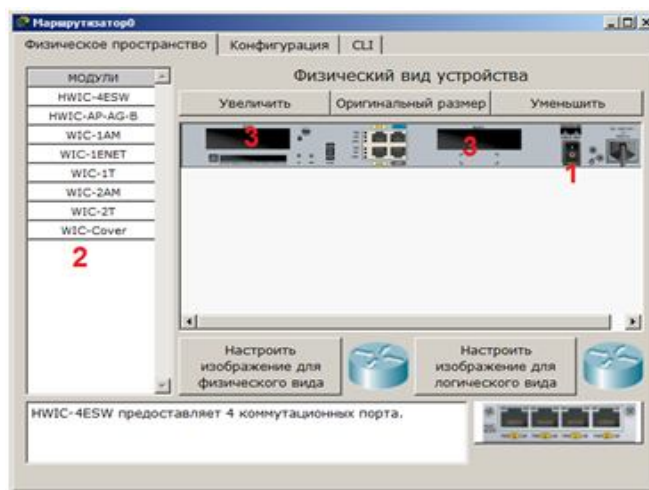
Бір желіні басқа желіден ажырату үшін түрлі түсті аумақтарды қолдануға болады (сурет 2). Түрлі түсті аумақты орнату үшін келесі амалдар орындалады: 1 – құрал-саймандар тақтасынан керекті таңбашаны таңдаймыз; 2 - "Заливка" режимін таңдаймыз; 3 – түс пен қалыпты таңдаймыз; 4 – жұмысшы кеңістікте аумақты сызамыз. Одан басқа жазбаларды қосып, оларды тасымалдап, аумақтардың өлшемдерін өзгертуге болады.



Сурет 2. Түрлі түсті аумақтарды орналастыру мысалы

Жабдықтардың физикалық құрамдалуы

Жұмысшы өрісінде Cisco 1841 роутерін орнатыңыз. Роутердің баптауларынан оның физикалық конфигурациясын таңдаймыз (3-сурет).

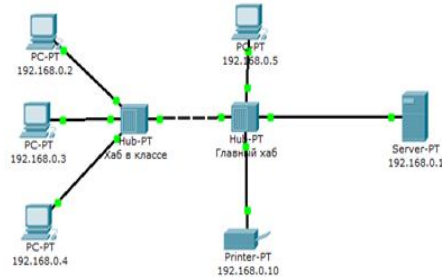


Сурет 3. Құрылғының физикалық конфигурациясы

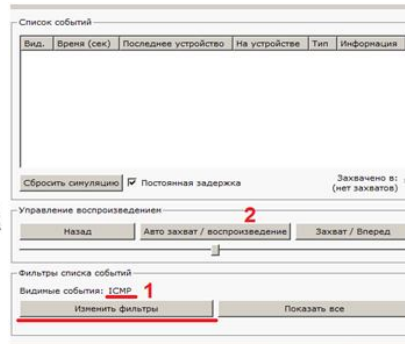
Сол жағында модульдердің тізімі (цифра 2) орналасқан, солар арқылы берілген роутерді жабдықтауға болады. Қазір онда екі бос орын көріп тұрмыз (цифра 3). Осы бос орындарға модульдерді кірістіруге болады. Әрине, бұл операцияны қорек көзін өшіріп орындайды (цифра 1).

Желінің құрамы: 4 түйін, сервер, принтер, екі концентратор. Концентраторлар өзара кроссоверлі кабельмен жалғанған (4-сурет).

Симуляция режиміне өту үшін Shift+S немесе жұмыс кеңістігіндегі тетікшені шертеді. Келесі оқиғаға өту үшін "Вперёд" тетігін қолданамыз (5-сурет). PING-сұранысын жібереміз.



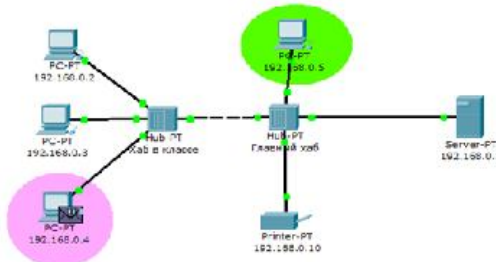
Сурет 4. Желінің сұлбасы



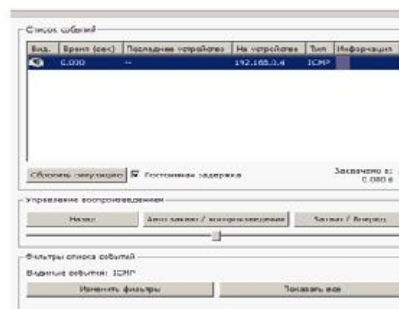
Сурет 5. Симулятордың интерфейсі

Бір түйін арқылы басқа түйінді бақылауға тырысамыз. Алыста орналасқан түйіндерді таңдап, симуляция режимінде дестелер желі бойымен қалай өтетінін көреміз. Дестені желіге жіберу үшін симуляция терезесіндегі "Вперёд" тетігін басамыз (6-сурет).

Сол терезеден дестені көріп, оның түрін (ICMP) және көзін (192.168.0.4), [3] ерекшелейміз (7-сурет).



Сурет 6. Симулятордың жұмысы

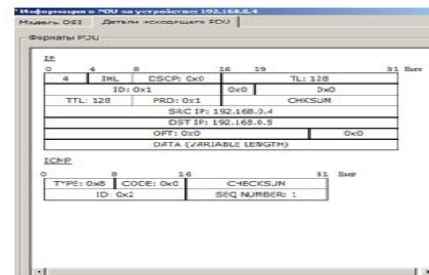


Сурет 7. Хаттамалар жұмысын бақылау

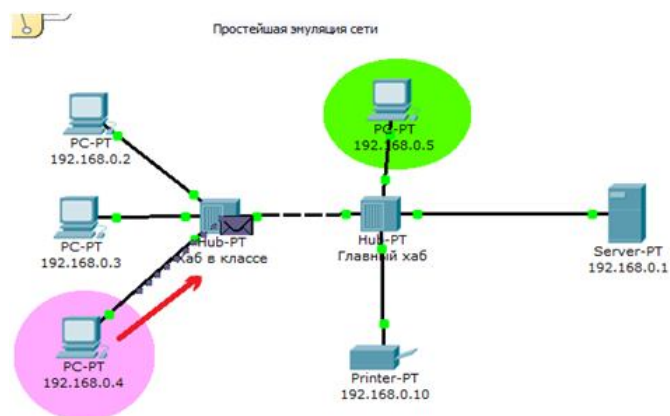
Дестенің үстінен шертсек, толық ақпарат алуға болады. Сонда біз OSI үлгісін көреміз. 3-ші (желілік) деңгейде шығу бағытында дестенің пайда болғанын бірден көреміз. (8-сурет).

Басқа қыстырмадан дестенің құрылымын көруге болады (9-сурет).

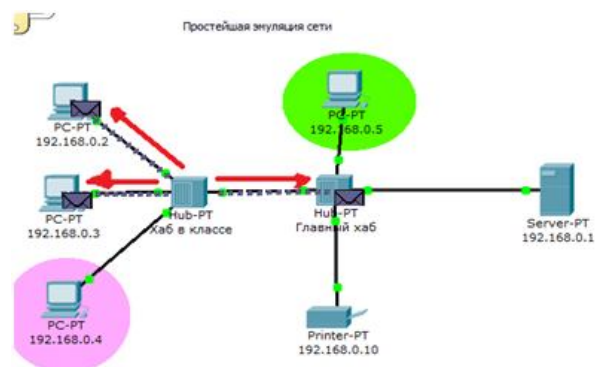
"Вперёд" тетігін басқанда десте концентраторға қарай жылжиды. Бұл осы жақтан келіп қосылған бір ғана желілік қосылу (10-сурет). Концентратор дестені қалған порттарда соның біреуінде адресат болу керек деген себеппен қайталайды (11-сурет). Десте қайтып келгенде, қосылу шын мәнінде болғанын дәлелдеуге болады [4].



Сурет 9. Дестенің құрылымы



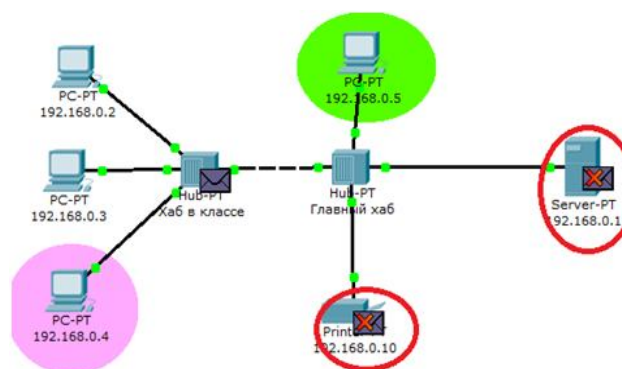
Сурет 10. Дестенің өтуі. Алғашқы кезең



Сурет 11. Дестенің өтуі. Екінші кезең

Осы жұмыс негізінде келесі тапсырмаларды орындауға болады:

- 1) Бір желіні басқа желіден ажырату үшін түрлі түсті аумақтарды қолдану
- 2) Бір түйін арқылы басқа түйінді бақылау.



Сурет 12. Дестенің өтуі. Үшінші кезең

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Рошан, П. Основы построения беспроводных локальных сетей стандарта 802.11 [Текст] / П. Рошан, Д. Лиэрм. – М.: Cisco Systems, 2005. – 445 с.
2. Сюваткин, В.С. WiMAX – технология беспроводной связи, теоретические основы, стандарты, применение [Текст] / В.С. Сюваткин и др. – СПб.: БХВ – Петербург, 2013. – 368 с.
3. Гусев, Д. Технологии беспроводного доступа [Текст]: справочник / Д. Гусев. – СПб.: БХВ Петербург, 2012. – 248 с.
4. Попов, В.И. Основы сотовой связи стандарта GSM [Текст] / В.И. Попов. – М.:Эко-Трендз, 2005. – 301 с.

Материал редакцияға 16.02.17 түсті.

А.С. Тлешова, М. Жаксылык

Таразский государственный университет им.М.Х. Дулати, г Тараз, Казахстан

**ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА СТУДЕНТА ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ТЕХНОЛОГИЯ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ» С ПОМОЩЬЮ ПАКЕТА
ПРОГРАММЫ CISCO PACKET TRACER**

В статье с помощью пакета программы CiscoPacketTracer выполняется виртуальные лабораторные работы по данному предмету и используются имитационные модели и устройства сети как маршрутизатор, коммутатор, точка доступа, персональный компьютер, сетевой принтер, IP-телефония.

Ключевые слова: системы тополлогии, симуляция, спектр, осциллограф, пакет программы Cisco Packet Tracer

A.S. Tleshova, M.R. Zhaksylyk

Taraz State University named after M.Kh.Dulati, Taraz, Kazakhstan

**RESEARCH WORK OF THE STUDENT ON THE SUBJECT OF
"WIRELESS COMMUNICATION TECHNOLOGY" WITH THE HELP OF
PROGRAM PACKAGE FOR CISCO PACKET TRACER**

In this article, using the program package Cisco Packet Tracer runs the virtual laboratory work on the subject and used a simulation model and network devices like router, switch, access point, personal computer, network printer, IP-telephony.

Keywords: system topology, simulation, spectrum, oscilloscope, packet program Cisco Packet Tracer.

Журнал «Механика и технологии»:



Входит в реферативную базу данных Information Service for Physics, Electronics and Computing (INSPEC DIRECT) Института Инжиниринга и Технологий Великобритании.

<http://inspecdirect-service.theiet.org/private/home.aspx>



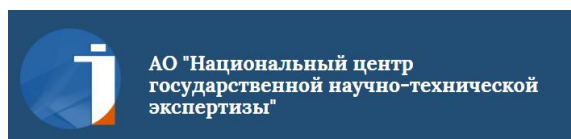
Зарегистрирован в российской национальной библиографической базе данных научного цитирования РИНЦ

http://elibrary.ru/project_risc.asp



Включен в перечень научных изданий, рекомендуемых Комитетом по контролю в сфере образования и науки Министерства образования и науки Республики Казахстан для публикации основных результатов научной деятельности.

<http://control.edu.gov.kz/ru/perechen-nauchnyh-izdaniy-rekomenduemyh-komitetom-dlya-publikacii-osnovnyh-rezultatov-nauchnoy-0>



Имеет импакт-фактор по Казахстанской базе цитирования –

$IF_{kaz} = 0,03$

http://www.nauka.kz/page.php?page_id=794&lang=1#

Подписной индекс журнала: 74714 (АО «Казпочта»-«Почтовый сервис»)