

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ**

Ж. ЖАҒАБАЕВ

**ИНЖЕНЕРЛІК ГРАФИКА
(Сызба геометрия, машина жасау сызуы)**

Оқулық

Алматы, 2012

УДК 76 (075.8)
ББК 85.15 я 73
Ж 28

Пікір жазғандар:

Есмұхан Ж. М. – техника ғылымдарының докторы, профессоры;

Бәйдібеков Ә. К. – техника ғылымдарының докторы, профессор;

Нәби Ы. – педогогика ғылымдарының докторы, профессор.

Ж 28 **Жаңабаев Ж.**

Инженерлік графика (Сызба геометрия, машина жасау сызуы).

Оқулық/Ж. Жаңабаев. Экономика, – Алматы. 2012. – 507 бет.

ISBN 978-601-225-469-3

Оқулық Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі техникалық жоғары оқу орындарының барлық техникалық мамандықтарында оқитын бакалаврларды «Инженерлік графика», «Сызба геометрия және инженерлік графика», «Машина жасау сызуы және компьютерлік графика» пәндері бойынша даярлау үшін бекіткен Мемлекеттік стандарттарының талаптарына сәйкес жазылған.

Оқулық екі бөлімнен тұрады: «Сызба геометрия» және «Машина жасау сызуы».

Оқулық оқытудың кредиттік технология бойынша оқитын студенттердің өзіндік жұмысын ұйымдастыру үшін үлкен мүмкіндік береді. Әрбір бөлім алынған білімді тексеруге алынған өзін-өзі тексеру сұрақтары, жаттығулар және тест тапсырмаларымен аяқталады. Оқулықта келтірілген жаттығулар студентке теориялық білімін бекітуге және нақты инженерлік тапсырмаларды шешуге көмектеседі.

Оқулық техникалық жоғары оқу орындарының күндізгі және сырттай оқу бөлімдері студенттеріне, бакалаврлар мен магистранттарға, конструкторларға арналып шығарылып отыр.

УДК 76 (075.8)

ББК 85.15 я 73

ISBN 978-601-225-469-3

© Жаңабаев Ж., 2012

© Қазақстан Республикасы жоғары
оқу орындарының қауымдастығы, 2012

Шартты белгілеулер

1. $A, B, C, D, E, F, \dots$ 1, 2, 3, 4, 5, $\dots$ – нүктелер
2. $a, b, c, d, e, \dots$ – түзу сызықтар
3. $\tilde{a}, \tilde{b}, \tilde{c}, \tilde{d}, \tilde{e}, \dots$ – қисық сызықтар
4. h – горизонталь
5. f – фронталь
6. P – профиль түзу
7. $\theta, Q, \Delta, \Gamma, \Phi, \Omega, \dots$ – беттер
8. $\alpha, \beta, \gamma, \dots$ – жазықтықтар
9. π_1 – фронталь проекциялар жазықтығы
10. π_2 – горизонталь проекциялар жазықтығы
11. π_3 – профиль проекциялар жазықтығы
12. $A \in \Phi$ – A нүктесі Φ бетіне тиесілі
13. $A \in \alpha$ – A нүктесі α жазықтығына тиесілі
14. $A \notin \alpha$ – A нүктесі α жазықтығына тиесілі емес
15. $|AB|$ – A нүктесінен B нүктесіне дейінгі арақашықтық
16. $|\alpha\beta|$ – α және β жазықтығының арақашықтығы
17. $\Phi_\kappa = \Phi_i - \Phi_\kappa$ фигурасы Φ_i фигурасымен беттеседі
18. $\Phi_\kappa \cup \Phi_i - \Phi_\kappa$ фигурасы Φ_i фигурасымен бірігеді
19. $\Phi_\kappa \cap \Phi_i - \Phi_\kappa$ фигурасы Φ_i фигурасымен қиылысады
20. $//$ – параллельдік
21. $\perp$ – перпендикулярлық
22. $\nearrow$ – айқасады
23. $=$ – беттеседі, тең, амал нәтижесі
24. $\wedge$ – «және» деген мағынаны береді
25. $<$ – жазық немесе екі жақты бұрыш
26. $\nearrow$ – айқас түзулер
27. $\Rightarrow$ – логикалық салдар
28. $\Leftrightarrow$ – эквиваленттілік
29. $\updownarrow$ – байланыс сызықтар
30. $\updownarrow$ – бәсекелес элементтер (мысалы, $A \downarrow B$ – A және B нүктелері горизонталь бәсекелес, теріс $\uparrow$ жағдайда фронталь бәсекелес).

АЛҒЫ СӨЗ

Ұсынылып отырған оқулықтың құрылымы мен стилі негізінен автордың 2005 жылы жарық көрген «Инженерлік және компьютерлік графика» техникалық мамандықтар даярлайтын ЖОО арналған оқулық басылымына ұқсас болып келеді. Бұл басылымының ерекшелігі сызбаның жасалуы екі (қос) кескін тәсілі теориясы тұрғысынан қарастырылады, осының салдарынан мазмұны мен жеке бөлімдерге тиісті өзгерістер енгізілген. Мұнда Мемлекеттік білім беру стандарттарының ұсыныс шегінде және бұрыннан бар оқулықтың көлемі бойынша мүмкіндіктер шегінде рецензенттер мен әріптестердің ескертулері және тілектері айтарлықтай дәрежеде ескерілген.

Жекелей, бұл басылымда жіктеу мәселесі өзгеше қарастырылған, сызбаны түрлендіру бөлімі толық қаралған, жеке түсініктер нақтыланған, теориялық ережелерді практикада қолданудың сондай-ақ позициялық есептер шешімінің қосымша жолдары келтірілген.

Екінші бөлімінде машина жасау сызбалары қазіргі кезде машина және механизмдерді жобалау жүйелерінде, олардың конструкциялық құрылымдарындағы алатын орны ерекше екені анықталып отыр. Осыған байланысты бұл бөлімнің біріктірулер және берілістер тарауы жаңа стандарттар негізінде қарастырылған.

Техникалық және ғылыми әдебиеттердегі қолданылып жүрген терминдердің түсіндірілуі бірмағыналы болмау салдарынан, және де ұсынған оқулықпен жұмыс істеу ыңғайлы болу үшін автор бұл оқулығында Инженерлік графикадан орысша-қазақша терминологиялық сөздік келтірген. Дегенмен кейбір терминдер ТМД аясында бұрынғысынша қалдырылған. Мысалы, стандарттау бойынша ТМД мемлекеттерінің жасаған стандарттарын бекітетін Мемлекетаралық кеңестің (МАК-тың) шешімімен әрекеттегі бұрынғы Кеңес Одағының стандарттары (ГОСТары) мемлекетаралық стандарттар, яғни ГОСТ күйінше қалдырылған. Оның үстіне олар Интернетте де ГОСТ деп енгізілген.

Осы себептерге байланысты оқулықта ГОСТ термині МЕСТ терминіне ауыстырылмаған.

Автор рецензенттерге: профессорлар Ж. М. Есмұханға, Ә. К. Бәйдібековке, Ы. Нәбиге басылымға оқулықты дайындауға, теориялық ережелерді редакциялық бағалауды және кәсіби ұсыныстарды бергендері үшін өзінің алғысын білдіреді.

КІРІСПЕ

Инженерлік кәсіби еңбегінің сапасының маңызды сипаттамаларының бірі нақты өндірістік үдерістерді, заманауи механизмдерді немесе ұйымдастырушылық-техникалық кешенді модельдеуге мүмкіндігін беретін графикалық сауаттылығы мен шығармашылық бабының деңгейі болып табылады. Сауаттылықтың осындай деңгейін қалыптастыруға «Инженерлік графика» пәні үлкен әсер етеді.

Қазіргі уақытта оқытудың кредиттік технологиясын енгізумен көптеген пәндер, оның ішінде «Сызба геометрия», «Машинажасау сызуы» немесе «Техникалық сызу», «Инженерлік-құрылыс сызуы» т.с.с. пәндер бір «Инженерлік графика» пәніне топтастырылған.

Сызба геометрия нүктелердің, сызықтардың, беттердің жиыны болып табылатын кеңістіктік пішіндерді жазықтықта кескіндеу, олардың проекциялық кескіндері бойынша сызбаны оқу, яғни объектіні кеңістіктік елестету әдістері (тәсілдері) туралы түсінік беретін геометрия бөлімдерінің бірі болып табылады. Сызба геометрия өзінің мазмұны бойынша өзге ғылымдардың арасында ерекше орынға ие: ол онсыз ешқандай инженерлік шығармашылық болмайтын адамның кеңістіктік елестетуін дамытудың ең жақсы құралы болып табылады.

Машинажасау сызуы – болашақ бакалаврды оқытудың бірінші сатысы, онда құрастыру құжаттарын жасау мен рәсімдеудің негізгі ережелері оқытылады. Машинажасау сызуы курсы оқудың нәтижесінде бакалаврлар стандартты тетікбөлшектердің, олардың ажырамалы және ажыратылмалы біріктірулерін және құрастыру бірліктерінің сызбасын күрделілік пен тағайындалудың әртүрлі деңгейдегі құрастыру сызбалары мен жалпы түрдегі сызбаларды салу және оқу олардың (бөлшектеу) тәсілдерін меңгереді. Олар сондай-ақ өзінің болашақ мамандығының бұйым тараптарының құрастыру элементтері мен техникалық тетікбөлшектердің нобайын түсіру мен сызбасын орындау тәжірибиесін алады, құрастыру сызбасында көрсетілген жұмыс принципі туралы, тетікбөлшектерді дайындаудың негізделген техникалық процестері туралы, сызбалардың компьютерлік орындалу мүмкіндіктері туралы, халықаралық стандарттар туралы түсінігі болады. Машинажасау сызуы курсы оқыту нормативті құжаттар, құрастыру құжатаның бірыңғай жүйесінің (ҚҚБЖ) мемлекеттік стандарттарының біліміне негізделеді.

Техникалық ой мен өндірістік құжаттамаларды өрнектеу құралы ретінде сызбаны толық меңгеру, сондай-ақ сызуда тұрақты дағдыларды игеру курстық және дипломдық жобалау тәжірибиесімен бекітілген сәйкес профильдің барлық техникалық пәндер кешенін меңгерудің нәтижесінде қол жетеді.

Инженерлік графика – бұл **сызба геометрия** және **машина жасау** сызуынан тұратын пән.

Кез келген бұйым өндірудің үдерісі оның конструкторлық құжатын жасаудан басталады.

Конструкторлық құжаттар деп жекелей немесе жиынтық түріндегі бұйымның құрамы мен құрылымын анықтайтын және оны жасау немесе дайындау, бақылау, қабылдау, пайдалану және жөндеу үшін қажетті мәліметтерді мазмұндайтын графикалық және мәтіндік құжаттарды айтады.

Бұйым деп кәсіпорында дайындауға жататын өндірістің кез келген затыу немесе заттар жиынтығын айтады.

Бұйымдардың тек геометриялық қасиеттерін (олардың пішінін, өлшемдерін) қарастыра отырып, бұл кеңістік геометриялық объектілер екеніне назар аударайық, ал осы объектілерді жасауға керек құжат қағазда, демек, жазықтықта беріледі.

Одан басқа, бұйымды жасау үшін негізгі қызметі құжатта көрсетілген оның өлшемдері атқарады, оларды геометриялық параметрлер деп атайтын боламыз.

Сірә, бұйымның геометриялық пішіні мен оның параметрлері туралы мәліметтерді сызба деп аталатын конструкторлық құжатының графикалық бөлігі құрайды. Демек, **сызба** – ол жазық кескіндер және геометриялық параметрлер түрінде бұйымдарды жасауға немесе дайындауға қажетті мәліметтер келтірілген графикалық құжат.

Сызба геометрия сызда кеңістіктік геометриялық объектілердің кескіндерін (модельдерін) салу тәсілдерін, олардың геометриялық қасиеттерін және осы кескіндерде кеңістіктік геометриялық есептерді шығару тәсілдерін зерттейді. Өзінің мәні бойынша сызба геометрия бірегей техникалық тіл, жазық кескіннің теориясы немесе негізі болып табылады. Оның бірегейлігі барлық адамзат үшін оның бірыңғай болатынында. Оның ақпараттылығы оны өзге тілмен ауыстыру іс-жүзінде мүмкін болмайтындай соншалықты үлкен.

Мұнда біз «сызба» түсінігіне әдейі акцент жасайтынымызды ескеру қажет.

Бірақ сызба геометрия заңдары кез келген геометриялық пішіндердің кескініне таралады. Сызба геометрияның әдістерімен салынған сызбалар келесі негізі талаптарға жауап беруі тиіс.

1. **Көрнекілігі.** Сызбаның бұл қасиеті бұйым туралы кеңістіктік елестетуді туындатады.

2. **Салу қарапайымдылығы,** яғни кескіндерді салу және оларда есептерді шығару жеткілікті қарапайым болуы тиіс.

3. **Қайтымдылығы** – бұл сызба бойынша кеңістікте кескінделген объектінің пішіндерін, өлшемдері мен орындарын көз алдына

4. келтіру (елестету) мүмкіндігі, яғни оригиналды тұрғызудың (жасаудың) мүмкіндігі.

5. Геометриялық есептерді жеткілікті дәрежедегі дәлдікпен шешу мүмкіншілігі.

Осыдан сызба геометрияның негізгі мақсаттары шығады:

- Жазықтықта геометриялық объектілерді проекциялау (модельдеу) әдістерін зерттеу және жасау;
- Геометриялық түрлендірулер мен олардың қасиеттерін зерттеу;
- Жазық кескіндерде кеңістіктік геометриялық есептерді шешу әдістерін жасау;
- Сызбаның қайтымдылығын қамтамасыз ететін жағдайларды жасау және жаңа технологияларды есепке алумен бұйымдарды сапалы жасау.

Сызба геометриясының негізгі тәсілі **проекциялау тәсілі** болып табылады, сондықтан осы тәсілмен салынған сызбаларды **проекциялық сызбалар** деп атайды. Дегенмен сызбаның көрнекілігін және бұйым өндіру мүмкіндігін қамтамасыз ету үшін кескіндерді рәсімдеу және оларды қосымша ақпаратпен сүйемелдеу заңдары орнатылады. Бұл заңдарды мақсатты мемлекетаралық стандарттарына (ГОСТ) біріктірген. Ал осындай стандарттардың жинағын Конструкторлық құжаттардың бірыңғай жүйесі немесе қысқаша КҚБЖ (ЕСКД) деп атайды.

I-БӨЛІМ

1. СЫЗБА ГЕОМЕТРИЯ ЖӘНЕ ОНЫҢ НЕГІЗГІ ТӘСІЛІ

Сызба геометрия математика бөлімдерінің бірі бола отырып, үшөлшемді кеңістікті жазықтыққа проекциялау немесе бейнелеу әдістері және стереометриялық (кеңістіктік) есептерді сызбада графикалық шешу тәсілдерін зерттейді.

Алдымен кеңістіктің өлшемділігі дегеніміз не? Осыған сипаттама берейік. Мектеп геометриясы курсына оқылатын декартты координаталар жүйесін алатын болсақ, оның Ox сандық осі *бір өлшемді кеңістікті*, Oy жазық жүйесі (системасы) *екі өлшемді кеңістікті*, ал $Oxyz$ кеңістік жүйесі – *үш өлшемді кеңістікті* анықтайды.

Бұл кеңістіктерде кез келген A нүктесі сәйкесінше (тиісінше) *бір* (X_A), *екі* (X_A, Y_A) және *үш* (X_A, Y_A, Z_A) координаталары арқылы бір мәнді беріледі. Осыған сәйкес A нүктесінің *бір*, *екі* және *үш еркіндік дәрежелері* болады.

Ендеше үшөлшемді кеңістіктің геометриялық фигураларының *алуан түрлілігі* және олардың арасындағы қатынастар ***сызба геометрия оқу курсының пәнін*** құрайды. Геометриялық фигуралардың ең қарапайымдарына ***нүкте***, ***түзу*** және ***жазықтық*** жатады.

Кеңістіктің негізгі элементі ретінде нүкте есептелінеді, сондықтан ***жиындар теориясы*** тұрғысынан кез келген геометриялық фигура, оған тиісті барлық нүктелер жиыны болып қарастырылады. Сондай нүктені негізгі элемент дей отырып түзуде *бір параметрлі* (∞^1) *нүктелер жиыны*, жазықтықта *екі параметрлі* (∞^2) *нүктелер жиыны*, ал кеңістікте – *үш параметрлі* (∞^3) *нүктелер жиыны* бар деп айта аламыз, өйткені түзудегі нүкте бір координатамен (ол бірпараметрлі), жазықтықтағы нүкте екі координатасымен (екіпараметрлі), ал кеңістіктегі нүкте үш координатасымен (үшпараметрлі) бір мәнді анықталады.

Геометриялық фигуралар араларында келесі қатынастар болуы мүмкін:

- ***позициялық*** (тиістілік, қиылысу, параллельдік);
- ***метрикалық*** (арақашықтық, бұрыш).

Позициялық қатынастарға бір фигураның басқасына өзара **тиесілігі** бар немесе жоқ негізінде жазықтықта және кеңістікте орналасуларын білдіретін қатынастар жатады. Мұндағы «тиесілігі» термині «жатыр», «арқылы өтеді» сияқты осындай түсінікті алмастырады. Мысалы, « A нүктесі α жазықтағында жатыр», « l түзуі B нүктесі арқылы өтеді» деген сөз тіркестерінің орнына « A нүктесі α жазықтығына тиесілі», « B нүктесі l түзуіне тиесілі» сөз тіркестерін қолдануға болады. Сонымен бірге бұл курста геометриялық фигуралар және олардың проекцияларын белгілеу, олардың арасындағы қатынастарды кескіндеп көрсету, сонымен қатар геометриялық сөйлемдерді, есептерді шығару алгоритмдерін және теоремаларды дәлелдеу үшін орта мектеп геометриясының жаңа курсына қабылдаған белгілеулер мен символдардан құралатын жиындар теориясының тілі қолданылып отыр. Мысалы, жоғарыда келтірілген сөз тіркестерін символдық түрінде $A \in \alpha$ (A нүктесі α жазықтығына тиесілі); $B \in l$ (B нүктесі l түзуіне тиесілі) деп жазуға болады.

Сол сияқты кейбір геометриялық фигуралар араларындағы түрлі қатынастарды төмендегі символдар арқылы жазуға болады:

- 1) $l \supset A$ (l түзуі A нүктесі арқылы өтеді);
- 2) $l \subset \alpha$ (l түзуі α жазықтығына тиесілі);
- 3) $ABCD = [AB] \cup [BC] \cup [CD]$ ($ABCD$ сынық сызығын $[AB]$, $[BC]$, $[CD]$ кесінділерден біріктіру);

4) $K = l \cap \alpha$ (K нүктесі l түзуінің α жазықтығымен қиылысқан нүктесі);

5) $m = \alpha \cap \beta$ (m түзуі α және β жазықтықтарының қиылысу сызығы);

Егер көрсетілген белгілерді сызықшамен сызып тастаса, онда ол «емес» мағынасын білдіреді.

- 6) $A \notin l$ (A нүктесі l түзуіне тиесілі емес);
- 7) $l \not\supset A$ (l түзуі A нүктесі арқылы өтпейді);
- 8) $a \nparallel b$ (a , b түзулері параллель емес);
- 9) $[AB] \neq [CD]$ ($[AB]$ кесіндісі $[CD]$ кесіндісіне тең емес).

Логикалық операцияларды белгілейтін символдар:

1) $a \parallel c \wedge b \parallel c \Rightarrow a \parallel b$ (егер екі түзу үшінші түзуге параллель болса, онда олар өзара параллель болады);

2) $A \in \alpha \Leftrightarrow A \in l \subset \alpha$ (егер нүкте жазықтықта жататын қандай да бір сызыққа тиесілі болса, онда ол осы жазықтыққа тиесілі);

Метрикалық қатынастарға – фигуралардың бір-бірінен арақашықтықтарын, бұрыштарын, т.с.с өлшемдерін анықтайтын қатынастар жатады.

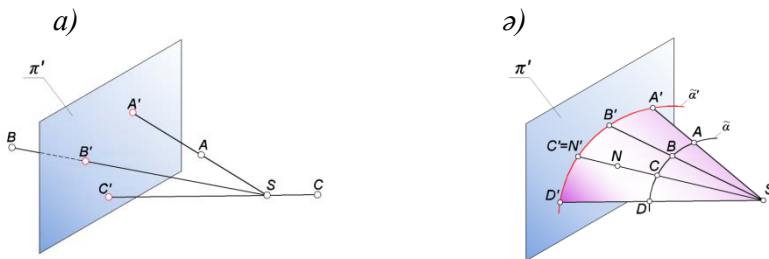
Геометриялық фигура кескінінің құрылу үдерісін кеңістікті жазықтыққа *проекциялау* немесе *кескіндеу* деп атайды. Фигураның нүктелерін, олардың кескіндерімен байланыстыратын түзулерді *проекциялаушы түзулер*, ал алынған кескінді осы фигураның *проекциясы* немесе *модель*, *кескіні*, *нұсқасы* деп атайды. Кескіннің құрылуын ұйымдастыратын әдісті көрсету үшін «*проекция*» сөзінің алдына проекциялау әдісінің атын жазады, мысалы $A'-A$ нүктесінің центрлік проекциясы, ал (SA) – проекциялаушы түзу, т.с.с.

Кескіндерді жазықтықта салу үшін келесі проекциялау әдістерін қолданады:

1. **Центрлік проекциялау;**
2. **Параллель (қиғашбұрышты) проекциялау;**
3. **Ортогональ проекциялау.**

1.1. ЦЕНТРЛІК ПРОЕКЦИЯЛАУ

Центрлік проекциялау π' жазықтығынан және одан тыс орналасқан S нүктесінен құрылады (1.1-сурет). π' жазықтығын – *проекциялау жазықтығы*, *кескіндеу*, *картина жазықтығы*, ал S нүктесін *проекциялау центрі* немесе *қарау нүктесі* деп атайды. π' проекциялар жазықтығының шегі жоқ, ал суретте оны көрнекті болу үшін жазық фигура етіп көрсетеді.



1.1-сурет. Центрлік проекциялаудың құрылуы: а) нүктелердің центрлік проекциялары; ә) сызықтың центрлік проекциясы

π' жазықтығын және S проекциялау центрін (оның π' жазықтығына қатысты орны берілгенде) *проекциялау аппараты* деп атайды.

Біз кеңістіктің кейбір A нүктесін (оригиналын) бір көзбен анықтап отырмыз деп ойлайық осы нүкте және S нүктесі арқылы π_1 жазықтығымен қиылысқанша проекциялаушы (SA) түзуін жүргізейік. Бұны былай жазамыз:

$$A_1 = (SA) \cap \pi',$$

яғни, A нүктесінің π' жазықтығындағы A' проекциясы (SA) түзуінің π' проекциялар жазықтығымен қиылысу нәтижесі болып табылады.

Байқайық, нүкте (оригинал) проекциялар жазықтығының алдында да, артында да, сондай-ақ S центріне жетпей де орналасуы мүмкін. Бұдан кескін құру принципі өзгермейді. Мысалы 1.1-сурет, a -дағы B және C нүктелерінің проекциялары дәл солай алынады:

$$B' = (SB) \cap \pi'; \quad C' = (SC) \cap \pi'.$$

Осылайша алынған A_1, B_1, C_1 нүктелері A, B, C нүктелерінің π' жазықтығындағы *центрлік проекциялары* болып табылады.

Кеңістіктің кейбір $\tilde{a}$ қисық сызығының центрлік проекциясын салу үшін (1.1 ә-сурет), оның бойынан бірқатар $\{A, B, C, D, \dots\}$ нүктелерін таңдап проекциялаушы (SA), (SB), (SC), (SD)...түзулерін жүргіземіз, олардың π' жазықтығымен қиылысында $\{A', B', C', D', \dots\}$ нүктелер жиынының проекцияларын анықтаймыз. Енді осылай анықталған нүктелер арқылы қисық сызық жүргізсек, $\tilde{a}$ сызығының π' жазықтығындағы $\tilde{a}'$ центрлік проекциясын аламыз. $\tilde{a}$ сызығындағы нүктелерді неғұрлым тығыздау етіп алсақ, оның a' проекциясы соғұрлым дәлірек салынады.

S центрі арқылы жүргізілетін проекциялаушы түзулердің жиынтығы конустық $\theta\{S, \tilde{a}\}$ (S -конустың төбесі, $\tilde{a}$ -бағыттаушы сызық) бетін құрайды (1.1 ә-сурет). Мұндайда $\tilde{a}$ сызығының $\tilde{a}'$ проекциясы θ конустық бетінің π' проекциялар жазықтығымен қиылысқан сызығы болып табылады деуге болады, яғни

$$\tilde{a}^1 = \theta \cap \pi_1$$

Сол себепті центрлік проекциялауды перспективалық, ал проекциялауды кейде конустық проекциялау деп атайды. Біз нүктелік кеңістіктің (кеңістік фигураның) моделін жазықтықта центрлік проекциялау тәсілімен салу принципін қарастырдық. Осы арада центрлік проекциялаудың негізгі қасиеттерін келтірейік:

1-қасиет. Нүктенің проекциясы нүкте болады: $A \rightarrow A'$;

2-қасиет. Қисық сызықтың проекциясы жалпы жағдайда қисық сызық болады: $\tilde{a} \rightarrow \tilde{a}'$;

3-қасиет. Егер нүкте сызыққа тиесілі болса, онда оның проекциясы сызықтың сәйкес проекциясына тиесілі болады (өзара тиістілік қасиеті): $A \in \tilde{a} \rightarrow A_1 \in \tilde{a}_1$;

Үшінші қасиетінен мынадай салдары шығады: егер сызықтар қиылысса, онда олардың проекциялары осы сызықтардың проекцияларының қиылысу нүктесінде қиылысады.

Егер (CN) сызығын – S центрі арқылы өтетін түзу деп алсақ, онда ол нүкте болып проекцияланады. Мұндай түзу проекциялаушы түзу деп аталады 1.1 ә-суретте сондай [CN] кесіндісі ұштарының $C' = N'$ проекциялары белгіленген.

Проекциялаушы түзудің қараушыға қатысты нүктелерін бәсекелес нүктелер деп атайды. Егер [CN] кесіндісінің ұштарын бекітетін болсақ, онда қараушы S нүктесін көреді, өйткені ол қараушыға жақын орналасқан және бұл түзудің қалған нүктелерін жауып тұр. Бұл жағдайды геометриялық элементтердің кескіндерінде, олардың көрінетін не көрінбейтінін анықтау үшін пайдаланады.

4-қасиет. Проекциялаушы түзудің проекциясы нүкте болады (нүктеге туындайды), ал түзуде бекітілген нүктелер бәсекелес нүктелер болып табылады.

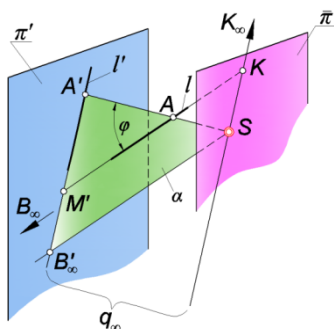
Кеңістіктің кейбір ℓ түзу сызығының центрлік проекциясын алуды қарастыралық (1.2-сурет). ℓ түзу сызығы S центрімен бірге проекциялаушы α {S, ℓ } жазықтығын құрайды. Бұл жерде {S, ℓ }- α жазықтығының анықтаушысы. Онда ℓ түзуінің центрлік ℓ' проекциясы α жазықтығының π' жазықтығымен қиылысқан түзу сызығы болып табылады:

$$\ell' = \alpha \cap \pi'.$$

5-қасиет. Жалпы жағдайда түзу сызықтың проекциясы түзу сызық болады.

Түзу сызықты проекциялаудың жекеленген қасиеттерін зерттейік.

ℓ түзуінің π' проекциялар жазықтығымен қиылысқан M' нүктесі *түзудің ізі* деп аталады. Түзудің ізі өзінің проекциясымен беттеседі (1.2-сурет). Проекциялаушы (SA) түзуі ℓ түзуімен φ бұрышын құрайды. А нүктесі ℓ түзуі бойымен π' жазықтығынан неғұрлым алыстаған сайын φ бұрышы соғұрлым кішірейе береді, шегінде ол нөлге тең болады. Егер ℓ түзуінде шексіз қашықтықтағы B_∞ нүктесін алсақ, онда проекциялаушы (SB_∞) түзуі ℓ түзуіне параллель болып қалады және π' жазықтығын B'_∞ нүктесінде қияды. Демек, B'_∞ нүктесі ℓ түзуіндегі шексіз қашықтықтағы B_∞ нүктесінің центрлік проекциясы болады: $B_\infty = \ell \cap (SB'_\infty)$, яғни ℓ және (SB'_∞) параллель түзулер шексіз қашықтықтағы B_∞ нүктесінде қиылысады. B_∞ нүктесі меншіксіз нүкте деп аталады. Сол сияқты, егер K нүктесін ℓ түзуі бойымен алыстата берсек, онда қайтадан B_∞ меншіксіз нүктесіне келеміз. Бұл параллель түзулер қиылыспайды деп бекітілген Евклид аксиомасына қайшы келеді. Мұндай қайшылықтарды жою үшін Евклид кеңістігін меншіксіз (шексіз қашықтықтағы) нүктелерімен толықтырады. Оны *кеңейтілген Евклид кеңістігі* деп атайды. Бұл кеңістікте ℓ түзуінің B_∞ меншіксіз нүктесі нағыз B'_∞ нүктесіне проекцияланады.



1.2-сурет. Түзудің центрлік проекциясы

(SA) түзуін қарастыралық. A нүктесі K нүктесіне жақындай бере γ бұрышы кішірейе береді, және шегінде $K'_\infty = l' \cap (SK)$ болады, ал бұл параллель l' және (SK) түзулері меншіксіз K'_∞ нүктесінде қиылысады деген мағынаны білдіреді. Яғни, меншікті K нүктесінің проекциясы меншіксіз нүкте болады. Демек, l' проекциясы түзудің меншіксіз нүктесі B'_∞ проекциясынан басталады да K меншікті нүктесінің меншіксіз K' нүктесінде тәмамдалады. S нүктесінің проекциясы

анықталмайды. S нүктесінен өтетін π' жазықтығына параллель π жазықтығының барлық нүктелерінің проекциялары меншіксіз нүктелер болады, ал π және π' жазықтықтарының өздері меншіксіз түзу бойымен қиылысады: $q_\infty = \pi \cap \pi'$

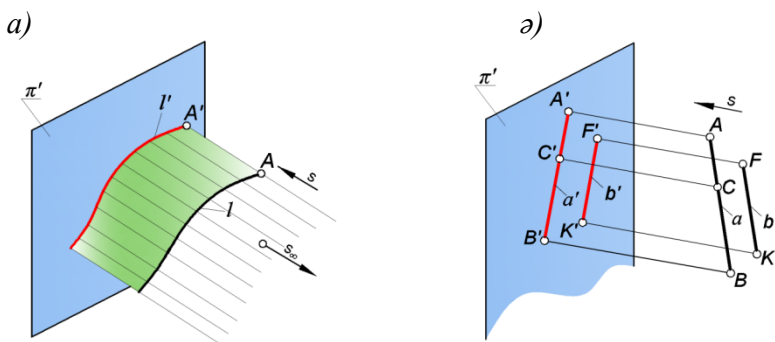
Сонымен меншіксіз нүктелермен, түзулермен және жазықтықпен толықтырылған Евклид кеңістігі келесі тиесілік қатынастарына ие болады:

1. Бір жазықтықтың екі түзуі әрқашан қиылысады;
2. Түзу сызық және жазықтық әрқашан қиылысады.
3. Екі жазықтық әрқашан қиылысады.

1.2. ПАРАЛЛЕЛЬ ПРОЕКЦИЯЛАУ ЖӘНЕ ОНЫҢ ҚАСИЕТТЕРІ

S_∞ проекциялау центрін таңдалған s бағытында шексіздікке қашықтатайық. Сонда проекциялаушы түзу сызықтар (мысалы, AA') осы бағытқа параллель болады (1.3 а-сурет), ал проекциялаушы түзулер бір-біріне параллель етіп жүргізіледі. Бұл түзулер l сызығын проекциялағанда цилиндрлік проекциялаушы θ бетін кұрайды. Нәтижесінде $l' = \theta \cap \pi' - l$

сызығының параллель проекциясы болып табылады. Мұндай проекциялау **параллель проекциялау тәсілі** деп аталады.



1.3-сурет. Параллель проекциялау тәсілі

Параллель проекциялар центрлік проекциялаудың 1.1. параграфында кетірілген барлық қасиеттеріне ие бола отырып, оның өзіндік ерешеленген қасиеттері болатынын көрсетейік:

Кеңістікте параллель $[AB]$ және $[FK]$ кесінділерін алып s бағыты бойынша π' жазықтығына проекциялайық (2.3 ә-сурет). Бұл кесінділерді проекциялайтын проекциялаушы жазықтықтар өзара параллель, демек $[A'B'] \parallel [F'K']$

6-қасиет. Кеңістіктегі өзара параллель түзулердің проекциялары параллель болады: $a \parallel b \rightarrow a' \parallel b'$. Сондай-ақ a түзуіндегі үш нүктенің қарапайым қатынасы сақталынады:

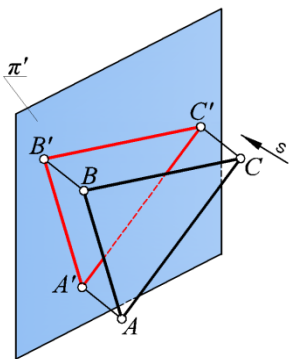
$$(ABC) = (A'B'C') \text{ немесе кеңейтілген түрде: } \frac{[AC]}{[BC]} = \frac{[A'C']}{[B'C']}.$$

7-қасиет. Параллель кесінділердің пропорционалдығы олардың проекцияларында да сақталынады: $\frac{[A'C']}{[AC]} =$

$$\frac{[B'C']}{[BC]} = \frac{[A'B']}{[AB]} = p; \frac{[A'C']}{[AC]} - \text{қатынасын } p \text{ бұрмалану көрсеткіші}$$

деп атайды.

8-қасиет. Параллель проекциялауда берілген бағыттағы барлық кесінділер үшін бұрмалану көрсеткіші бірдей болады.



1.4-сурет. Жазық фигураның проекциясы

9-қасиет. Проекциялар жазықтығына параллель түзудің кесіндісі осы жазықтыққа нақты шамасына проекцияланады. Егер $[AB] \parallel \pi'$ (1.4-сурет), онда $A'B'$ фигурасы параллелограмм болады, демек $|AB| = |A'B'|$. Егер $\triangle ABC \parallel \pi'$, онда $\triangle ABC = \triangle A'B'C'$, бұл 9-қасиетінің салдары болады.

Салдар. Проекциялар жазықтығына параллель жазық фигура нақты шамасына проекцияланады.

Өз кезегінде параллель проекциялау **қиғаш бұрышты** (проекциялаушы түзулер проекциялар жазықтығына перпендикуляр емес) және **тік бұрышты** (проекциялаушы проекциялар жазықтығына перпендикуляр) проекциялауларға бөлінеді. Соңғы жағдайдағысын **ортогональ (тік бұрышты) проекциялау** деп атайды.

1.3. КЕСКІНДЕРДІҢ ҚАЙТЫМДЫЛЫҒЫН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТЕТІН ӘДІСТЕР

Сызба геометрияға осы тараудың басында берілген анықтамасынан, сызбаға келесі талаптар қойылады: **қайтымдылық, дәлдік, қарапайымдылық, көрнекілік.**

Соңғы үш талап түсіндіруге мұқтаж емес. Сызбаның **қайтымдылық** түсінігін ашайық: Егер проекциялау центрі және проекция жазықтығы берілсе, онда кеңістік нүктесінің проекциясы бір мәнді анықталады – ол проекциялаушы түзудің проекция жазықтығымен қиылысқан нүктесі болады. Кері есеп (проекциялары бойынша нүктенің кеңістіктегі орнын анықтау) бірімәнді болмайды, себебі проекция жазықтығындағы бір нүктенің өзіне проекциялаушы түзудің бойында жататын сансыз көп нүктелер проекцияланады. Мұндайда геометриялық фигураның бір проекциясы бойынша оның кеңістіктегі пішіні (формасы) мен орнын анықтау мүмкін емес.

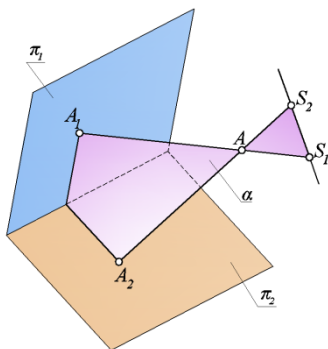
Мысалы, π_1 проекциялар жазықтығы және оған тиісті A_1 нүктесі берілген делік. A нүктесінің (оригиналдың) кеңістіктегі орнын бір ғана A_1 проекциясы арқылы анықтауға бола ма? Бұны проекциялар аппаратын еселемей жасау мүмкін емес.

Кеңістікте екі S_1, S_2 проекциялау центрлерінен және екі π_1, π_2 проекциялар жазықтықтарынан тұратын проекциялау аппаратын тандайық (1.5-сурет). Кеңістіктің кейбір A нүктесін S_1 центрінен π_1 -ге және S_2 центрінен π_2 -ге проекциялап, проекциялаушы түзулердің π_1 және π_2 -мен қиылыстарында:

$$A_1 = (S_1 A) \cap \pi_1;$$

$$A_2 = (S_2 A) \cap \pi_2$$

нүктелерін аламыз. Салынған A_1, A_2 және берілген S_1, S_2, A нүктелердің барлығы бір проекциялаушы α жазықтығында жатыр, олай болса кері есепті шығаруымызға болады. Ол үшін (S_1, A_1) және (S_2, A_2) түзулерін жүргізсек, олардың қиылысында A нүктесінің кеңістіктегі орнын бір мәнді анықтаймыз:



1.5-сурет. Қос кескіндер тәсілі

$$A = (S_1, A_1) \cap (S_2, A_2).$$

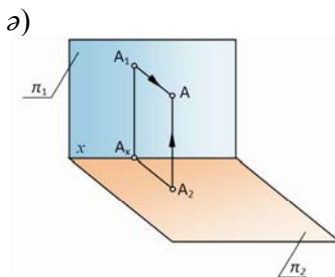
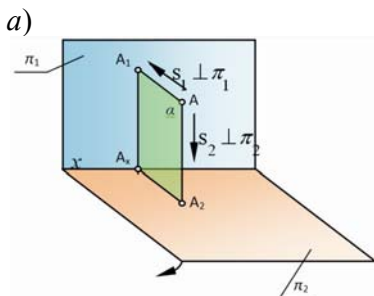
Осыдан қос A_1, A_2 нүктелер арқылы алынған қайтымды сызба кеңістіктегі A нүктесінің моделі болды. Демек, осылайша кеңістіктің (S_1, S_2) түзуіндегі нүктелерінен басқа барлық нүктелерін модельдеуге болады. Қарастырылған әдіс нүктелік кеңістікті модельдейтін **қос кескіндеу әдісінің** инженерлік практикада қолданылатын ық-шамды (толығырақ [1], [2]-ні қараңыз) түрі болып табылады.

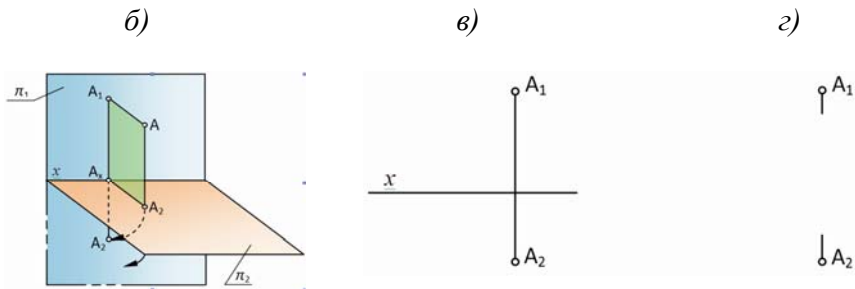
1.4. МОНЖ ТӘСІЛІ. МОНЖ ЭПЮРІ. НҮКТЕНІҢ ЕКІ (ОС) КӨРІНІСТІ ЖӘНЕ ҮШ КӨРІНІСТІ КЕШЕНДІ СЫЗБАЛАРЫ

XVIII ғасырдың соңында Батыс Еуропа елдерінде капиталистік өндірістің дамуы машиналар және механизмдер тетікбөлшектерін кескіндеу үшін лайықталған жоғары дәлдігімен және қарапайымдылығымен ерекшеленетін қайтымды кескіндерді жасауды керек етеді. Француз математигі әрі инженері Гаспар Монж (1746-1818 жж.) кеңістік заттарының кескіндерін салу теоремасы мен практикасы бойынша сол уақытта жинақталған білімді жүйелеп және жалпыландырып, олардың кескінін екі немесе үш өзара перпендикуляр проекциялар жазықтықтарына **ортогональ** (грек сөзінен: orthogonios-тік бұрышты) проекциялау жолымен алуды ұсынды

Кескіндерді алудың мұндай тәсілі Монж тәсілі деп аталады және бұл тәсілмен алынатын ортогональ проекциялар сызбаның анықтылығын, дәлдігін және оңай өлшенетіндігін қамтамасыз ете отырып, жазықтықта машинажасау тетікбөлшектерін кескіндеудің осы күнге дейін негізгі әдісі болып табылады.

Монж тәсілі бойынша проекциялар жазықтықтарының біреуі үнемі горизонталь жағдайда орналасады. Оны **горизонталь проекциялар жазықтығы** деп атайды және π_2 әріпімен белгілейді. Екінші вертикаль жазықтық – **фронталь проекциялар жазықтығы** деп аталады, ол π_1 әріпімен белгіленеді. Олардың $x = \pi_1 \cap \pi_2$ қиылысу сызығы: **проекциялар осі** деп аталады (1.6 а-сурет).





1.6-сурет. Нүктені екі проекциялар жазықтықтарына ортогональ проекциялау:

а) кеңістіктік сызба; ә) қайтымды сызбаны алу; б) Монж тәсілі; в) Монж эпюрі; г) проекциялар осі көрсетілмеген сызба

Айта кетейік біз π_1 әрпімен фронталь проекциялар жазықтығын, ал π_2 әрпімен горизонталь проекциялар жазықтығын белгіледік. Бұлай белгілеуіміздің себебі машина жасау сызбаларында π_1 -де тетікбөлшектің бас көрінісі, ал қалған көріністері π_2 -де, керек болған жағдайда π_3 -те т.с.с. кескінделіне береді. Кескіндерді алу принципі бұдан өзгермейді.

Кеңістіктің кейбір A нүктесін өзара перпендикуляр $\pi_1 \perp \pi_2$ жазықтықтарына $s_1 \perp \pi_1$ және $s_2 \perp \pi_2$ бағыттары бойынша ортогональ проекциялайық (1.6 а-сурет). Проекциялаушы түзулер A нүктесінде қиылыса отырып x осіне перпендикуляр проекциялаушы $\alpha \{AA_1 \cap AA_2\}$ жазықтығын құрайды. Бұл жазықтық x осін A_x нүктесінде, ал проекциялар жазықтығын $AA_1 = \alpha \cap \pi_1$ және $AA_2 = \alpha \cap \pi_2$ түзулер бойынша қияды. Нәтижесінде проекциялау жазықтықтарының A нүктесінің проекциялаушы түзулерімен қиылысуы A_1 және A_2 проекцияларының орындарын нақты анықтайды:

$$A_1 = \pi_1 \cap (AA_1);$$

$$A_2 = \pi_2 \cap (AA_2).$$

Алынған A_1 және A_2 проекциялары тиісінше A нүктесінің **фронталь проекциясы** және **горизонталь проекциясы** деп аталады.

Бірақ бұл әлі кеңістіктік көріністі өз алдына елестету болып тұр, ал іс жүзінде қолданатын сызбаны алу үшін, π_2 жазықтығын

x осінен π_1 жазықтығымен беттескенше бұрады (1.6 б-сурет). Сонда A нүктесінің A_1, A_2 проекциялары *байланыс сызығы* деп аталатын (A_1A_2) вертикаль түзуінің бойында орналасады (1.6 в-сурет). (A_1A_2) байланыс сызығы x осіне әрқашанда перпендикуляр болады. Алынған кескін *Монж эпюрі (сызбасы)* немесе *кешенді сызба*, ал осы сызбадағы A_1 және A_2 нүктелері A нүктесінің *эпюрі, моделі, кешенді сызбасы* деп аталады. Оны біз былай белгілейміз:

$$A\{A_1, A_2\}$$

Мұндай сызбаның қайтымды болатынына көз жеткізу қиын емес. Егер A нүктесінің A_1 және A_2 проекциялары берілген болса (1.6 ә-сурет), онда A_1 арқылы π_1 -ге және A_2 арқылы π_2 -ге перпендикулярлар жүргізіліп олардың қиылысында бір ғана - A нүктесін аламыз. Нәтижесінде нүктенің екі проекциясы оның берілген проекциялар жазықтықтарына қатысты кеңістіктегі орнын нақты анықтайды.

Эпюрге өте отырып, біз проекциялар жазықтықтары мен нүкте орналасуының кеңістік көрінісін жоғалттық. Бірақ, ары қарай көретініміздей, эпюр кескіндерді едәуір қарапайым салынуымен қатар олардың дәлділігін және қолайлы өлшемділігін қамтамасыз етеді. Ол бойынша кеңістіктік көрінісін келтіру үшін, оқушының кеңістіктік ойлағыштық қабілеті талап етіледі. Мысалы: 1.6 в-сурет, бойынша 1.6 а-суретте кескінделген сызбаны елестете білу керек.

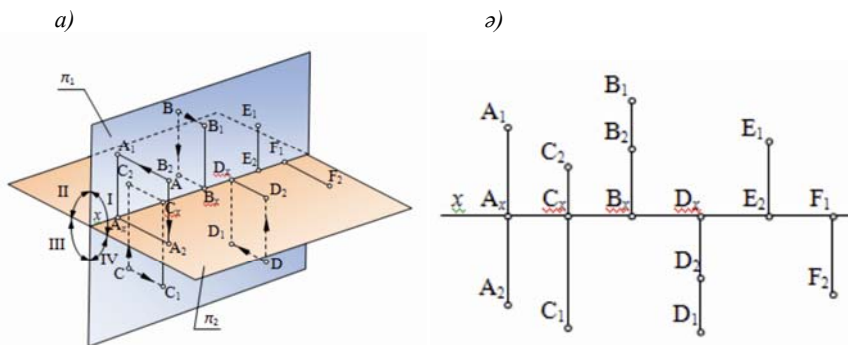
Қос кескіндеу әдісі тұрғысынан қарағанда Монж сызбасы π_1 және π_2 жазықтықтарын бір-біріне перпендикуляр етіп орналастыруынан алынған жеке (дербес) жағдайы болып табылады (1.6 а-суретке қараңыз), өйткені S_1 және S_2 центрлері s_1 және s_2 бағыттарындағы меншіксіз нүктелеріне айналады. Демек s_1 және s_2 проекциялау бағыттары сәйкесінше π_1 және π_2 -ге перпендикуляр, ал осы бағыттарға параллель болатын (AA_1) және (AA_2) проекциялаушы түзулер π_1 және π_2 -ге ортогональ болып орналасады.

1.4.1. Екі көріністі кешенді сызба

Техникалық сызбалар Монж эпюрі негізінде құрылатынын, және де бұл сызбаларда нәрсенің π_1 -дегі проекциясын алдынан

қарағандағы көрінісі, π_2 -дегіні үстінен қарағандағы көрінісі, π_3 -тегі көрінісін сол жақ көрінісі деп аталатындарын біз бұрыннан білеміз. Олай болса өзара байланысқан екі немесе одан да көп проекциялардан (көріністерден) тұратын сызбаларды *екі көріністі* немесе *үш көріністі кешенді (комплекс) сызба* деп атауымызға болады. Ары қарай $A\{A_1, A_2\}$ белгілеуін А нүктесінің ***екі көріністі кешенді сызбасы*** немесе қысқаша А нүктесінің ***сызбасы*** деп атауға келісейік.

Кескіндерді салу практикасында әдетте проекциялар осьтерін, қажеттілігі болмаса, сызбайды. Бірақ олардың қатыстары бары проекциялық байланыс сызығы мен өлшемдері арқылы байқалады. Мұндай сызбаны ***проекциялар осі көрсетілмеген сызба*** немесе ***осі жоқ (оссіз) эюр*** деп атайды (1.6 2-сурет). Бұйымдарды кескіндегенде вертикаль A_1A_2 байланыс сызығын сақтайды, бірақ сызбайды, ал керек болған жағдайда оны 1.6 2-суретте көрсетілгендей етіп қысқа сызықшалармен немесе мүлдем сызықшаларсыз кескіндейді. Мұндай жағдайда, сызба проекциялар жазықтықтарын параллель тасымалдауға дейінгі дәлдікпен берілген деп айтады. Осі көрсетілмеген сызбада x осін қалауымызша жүргізуімізге болады, бірақ ол байланыс сызығына перпендикуляр болатынын ұмытпауымыз керек.



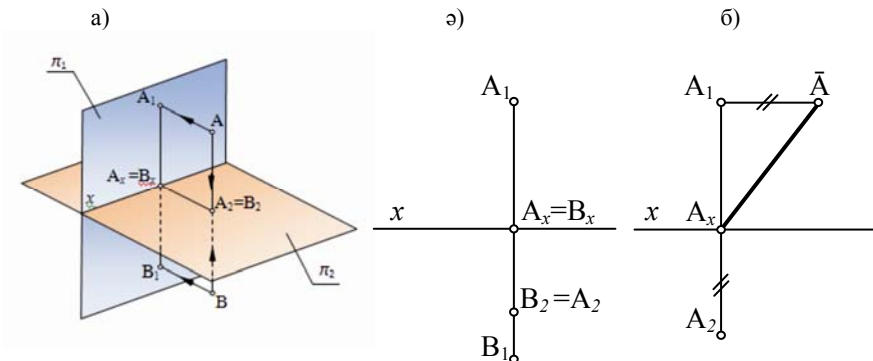
1.7-сурет. Нүктелердің әртүрлі ширектерде орналасулары:

а) кеңістік сызбасы; б) эюрдегі сызбасы

Өзара перпендикуляр π_1 және π_2 проекциялар жазықтықтары кеңістікті төрт екіжақты бұрыштарға бөледі, оларды кеңістіктің **ширектері** немесе **квадранттары** деп атайды. Олар 1.7 а-суретте I, II, III, IV рим цифрларымен нөмірленген. I-ширекте барлық координаталар оң болады. Кеңістіктің кез келген нүктесі ширектердің қайсы бірінде орналасуына байланысты оның эпюрдегі (1.7-сурет, ә) проекциялары x осіне қатысты әр түрлі жағдайда орналасуы мүмкін. Мысалы, I ширекте орналасқан $A\{A_1, A_2\}$ нүктесінің, горизонталь A_2 проекциясы x осінің астында, ал фронталь A_1 проекциясы осьтің үстінде орналасады (1.7 ә-сурет). Оның үстіне бұл нүкте π_1 және π_2 жазықтықтарынан бірдей қашықтықта орналасқан, себебі $[A_1A_x] = [A_2A_x]$. $B\{B_1, B_2\}$ нүктесі II-ширекте яғни π_2 -нің үстінде және π_1 -дің артында орналасқан, олай болса оның фронталь және горизонталь проекциялары x осінің үстінде орналасады. В нүктесі π_2 -ге қарағанда π_1 -ге жақын, өйткені $[B_2B_x] < [B_1B_x]$. Егер осы арада В нүктесі π_1 және π_2 -ден бірдей қашықтықта орналасқан болса, онда $B_1 = B_2$ болар еді.

Сондай-ақ $C\{C_1, C_2\}$ нүктесі III-ширекте $B\{B_1, B_2\}$ нүктесінен сол жағында орналасқан, оның горизонталь C_2 проекциясы x осінің үстінде, ал фронталь C_1 проекциясы x осі астында орналасады. $[C_1C_x] > [C_2C_x]$ болғандықтан C нүктесі π_1 -ге қарағанда π_2 -ден алысырақ орналасқан. $D\{D_1, D_2\}$ нүктесі IV ширекте $B\{B_1, B_2\}$ нүктесінің оң жағында орналасқан. Оның проекциясының екеуі де x осінің астында орналасады. D нүктесі π_2 -ге қарағанда π_1 -ге жақын. Себебі $[D_1D_x] < [D_2D_x]$. Егер нүкте проекциялар жазықтығында жатса, онда оның бір проекциясы x осінде жатады. Мысалы Е нүктесі π_1 жазықтығында жатыр, себебі оның E_2 проекциясы x осінде орналасқан; сол сияқты F нүктесі π_2 -де жатыр, оның F_1 проекциясы x осінде орналасып тұр.

1.8-сурет, а-де $A\{A_1, A_2\}$ және $B\{B_1, B_2\}$ нүктелері π_2 жазықтығына қатысты бір-біріне симметриялы болып орналасқан. Сызбада мұндай нүктелердің горизонталь проекциялары бір бірімен беттеседі: $A_2 = B_2$, ал фронталь проекциялары x осінен бірдей қашықтықтарда орналасады: $[A_1A_x] = [B_1B_x]$ (1.8 ә-сурет).



1.8-сурет. Бір-біріне симметриялы нүктелерді кескіндеу; а) кеңістіктік сызба;

ә) сызбадағы кескіні; б) A нүктесінің x осінен арақашықтығын анықтау

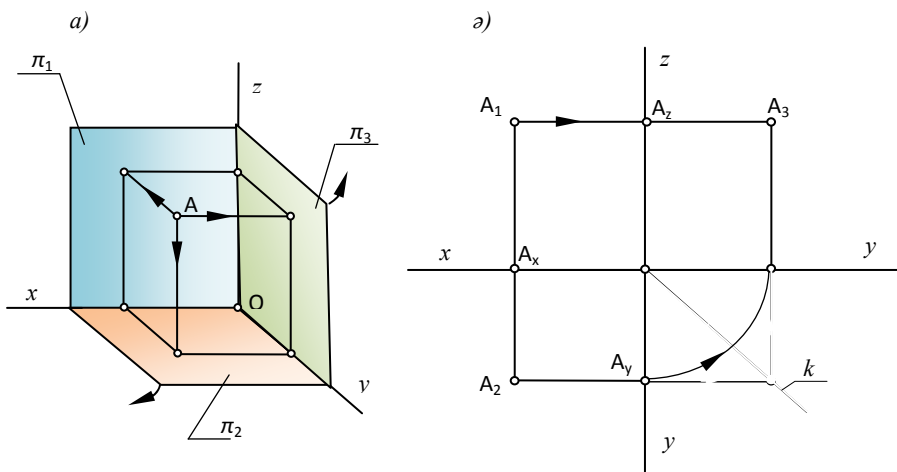
Проекциялар осі бар болғанда A нүктесінің π_1 және π_2 проекциялар жазықтықтарына қатысты орны $[A_2A_x]$ кесіндісімен (A нүктесінің π_1 проекциялар жазықтығынан арақашықтығы) және $[A_1A_x]$ кесіндісімен (A нүктесінің π_2 проекциялар жазықтығынан арақашықтығы) анықталатындарын білдік. Енді дәл осылай A нүктесінің x проекциялар осінен арақашықтығын анықтауға болады. Ол $[A_2A_x]$ және $[A_1A_x]$ катеттері бойынша құрылған тікбұрышты үшбұрыштың гипотенузасымен анықталады (1.8 б-сурет): эпюреде $[A_2A_x]$ -қа тең $[A_1\bar{A}]$ кесіндісін (A_2A_x) сызығына перпендикуляр сала отырып, ізделініп жатқан арақашықтықты білдіретін $\bar{A}A_x$ гипотенузасын аламыз.

1.4.2. Үш көріністі кешенді сызба

Бірқатар салуларда және есептер шығаруда π_1, π_2 жүйесіне басқа да проекциялар жазықтықтарын енгізуге тура келеді.

Енді π_1, π_2 жүйесіне тағы бір π_3 проекциялар жазықтығын енгізуді қарастыралық 1.9 а-суретте. π_3 әріпімен белгіленген жазықтық π_1 -ге де, π_2 -ге де перпендикуляр. Оны **профиль проекциялар жазықтығы** деп атайды. π_3 жазықтығы да π_1 сияқты вертикаль орналасады. Өзара перпендикуляр үш $\pi_1 \perp \pi_2 \perp \pi_3$ проекциялар жазықтықтарының қиылысында O нүктесінен тарайтын x осінен басқа y және z проекциялар осьтері пайда

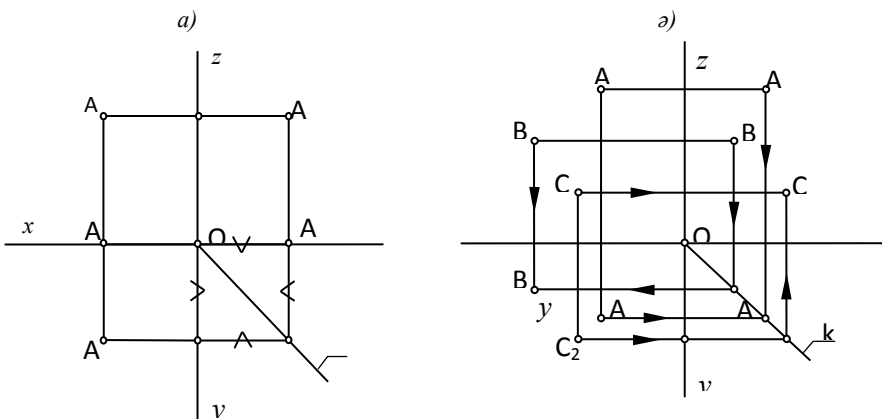
болады. Кеңістіктің кейбір A нүктесінің π_1, π_2, π_3 жазықтықтарында ортогональ проекцияларын құруды өзара перпендикуляр екі жазықтықтарда құру тұрғысынан (1.9 б-суретке қараңыз) қарастыруға болады: $\pi_1 - \pi_2 \rightarrow A_1 - A_2$; $\pi_2 - \pi_3 \rightarrow A_2 - A_3$; $\pi_1 - \pi_3 \rightarrow A_1 - A_3$. A нүктесінің A_1, A_2, A_3 проекцияларының алынуы 1.9 а-суретте нұсқамалар арқылы көрсетілген. A_3 проекциясы A нүктесінің **профиль проекциясы** деп аталады.



1.9-сурет. Үш көріністі сызбаның құрылуы: а) кеңістіктік сызба; б) жазық сызба

Енді үш өзара перпендикуляр проекциялар жазықтықтарына проекцияланған A нүктесінің жазық сызбасын (эпюрін) құру үшін π_2 жазықтығын x осінен, ал π_3 жазықтығын z осінен айналдырып π_1 жазықтығымен беттестіреміз. Бұл жерде y осі «екіге бөлініп» кескінделеді (1.9 б-сурет). Нәтижесінде өзара байланысқан үш A_1, A_2, A_3 нүктелерден тұратын жазық сызба-**Монж эпюрін** аламыз (1.9 б-сурет). Мұндай сызбада (A_1, A_3) сызығы **горизонталь байланыс сызығы** деп аталады. Енді вертикаль ($A_1 A_2$) және горизонталь ($A_1 A_3$) байланыс сызықтарын пайдаланып A нүктесінің берілген A_1 және A_2 проекциялары бойынша A_3 проекциясын салуға болады. Ол үшін горизонталь ($A_1 A_3$) байланыс сызығының бойына $[A_x A_2] = [A_z A_3]$ кесіндісін өлшеп салсақ жеткілікті. Сондай-ақ A_3 проекциясын 1.9 б-суретте

көрсетілгендей етіп O нүктесінен шеңбер доғасын жүргізу, немесе $\angle y_2 O y_3$ тікбұрышының биссектрисасы арқылы да анықтауға болады, соңғысын *тұрақты k түзуі* деп атайды. Осылайша A нүктесінің үш проекцияларын бір жазық сызбада байланыстырып кескіндеуден алынған сызбаны A нүктесінің **үш көріністі кешенді сызбасы** деп атайды. Оны $A\{A_1, A_2, A_3\}$ деп белгілейміз.



1.10-сурет. Үш көріністі сызбадағы k тұрақты түзуі:

а) k -тұрақты түзуін анықтау;

ә) k тұрақты түзуі арқылы проекциялық байланысты орнату.

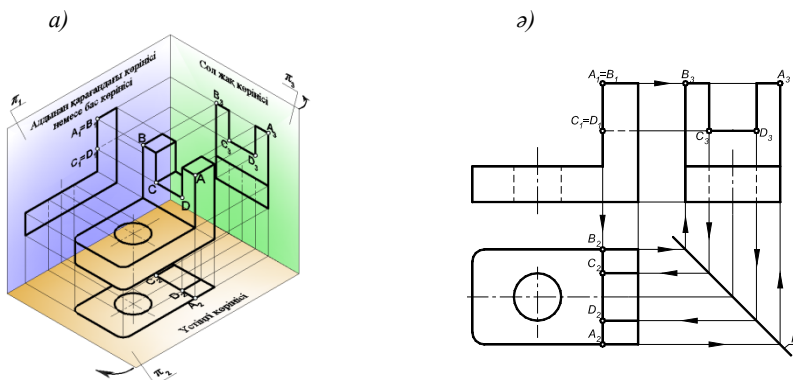
Үш көріністі кешенді сызбада проекциялық байланысты k тұрақты түзуі арқылы орнату өте ыңғайлы. Ол берілмеген жағдайда оны сызбада былай анықтайды: A нүктесінің үш A_1, A_2, A_3 проекциялары берілген делік (1.10 а-сурет). $A_3 A_0 // A_1 A_2$ және $A_2 A_0 // A_1 A_3$ параллель түзулерін саламыз. $A_2 A_0 A_3$ сынық сызығы *горизонталь-вертикаль байланыс сызығы* деп аталады. Осы арада $A_y A_0 A_y A_3$ фигурасы квадрат, ал оның диагоналі k тұрақты түзуі болады. Бұл түзудің орны координаталар осьтерін таңдауға байланысты емес, бірақ олардың бас нүктесі әрқашанда осы түзуде жатады. Сызбада k тұрақты түзуі берілген жағдайда нүктенің кез келген екі проекциялары арқылы үшінші проекциясын оңай анықтауға болады. Мысалы, $A\{A_1, A_2\}$ нүктесін берейік – горизонталь және сынық байланыс сызықтарының қиылысында A_3 -ті табамыз (1.10 ә-сурет). $C\{C_1, C_3\}$ -ті берейік -

вертикаль және сынық байланыс сызықтарының қиылысында C_2 -ні анықтаймыз. Егер x осін берсек, онда оның k түзуімен қиылысуы O координаталар басын және y пен z осьтерінің орналасуын анықтайды.

1.4.3. Кескіндер-көріністер

Монж тәсілінің негізінде алынған үш көріністі кешенді сызба, оның анықтылығын, дәлдігін және қолайлы өлшемділігін қамтамасыз ете отырып, сызбада машинажасау тетікбөлшектерін кескіндеудің негізгі әдісі болады.

Мысал ретінде 1.11-суретте берілген нәрсенің көрнекі кескіні бойынша үш көріністі кешенді сызбасын салу жолы көрсетілген. Нәрсе π_1, π_2, π_3 проекциялар жазықтықтарынан құралған жүйеде орналастырылып, осы жазықтықтарға ортогональ проекцияланады (1.11 а-сурет). Нәрсенің жазық сызбасын (эпюрін) алу үшін проекциялар жазықтықтарын бұрады: π_2 жазықтығы төменге түсіріледі де, ал π_3 жазықтығы оңға бұрылады. Нәтижесінде сызба жазықтығында нәрсе көріністер келесі ретте орналасады: π_1 -де алдынан қарағандағы көрінісі, дәл соның астында, π_2 -де – үстінен қарағандағы көрінісі, ал одан оң жақта, яғни π_3 -те сондай биіктікте сол жақ көрінісі (1.11 ә-сурет). Көріністердің осылай орналасуы *проекциялық байланыс* деп аталады және барлық елдерде бірдей қатаң сақталынады.



1.11-сурет. Тетікбөлшектің үш көріністі сызбасын құру:

а) нәрсенің көрнекі кескіні; ә) нәрсенің үш көріністі кешенді сызбасы.

Осы сызбада нәрсеге тиісті А, В, С, D, нүктелерінің проекцияларын анықтайтын проекциялық байланыс сызықтары көрсетілген.

Конструкторлық құжаттарда қолданылатын кескіндерді құру, орналастыру және рәсімдеу ережелері жайында анағұрлым жете мәліметтер КҚБЖ (ЕСКД) – стандарттарында, және, жеке жағдайда «Кескіндер – көріністер, тіліктер, қималар» ГОСТ 2.305-68 стандартында сипатталады. Бірақ бұл проблемалар инженерлік графика курсына оқылады, ал көріністер жайында түсініктің берілу себебі, оны жекеленген оқу-графикалық жұмыстарына пайдалануға ыңғайлы және де ол кескіндердің қасиеттері мен құрылуының теориялық негіздерінен оларды практикалық қолдануға бірқалыпты өту жолдарының көпірі іспеттес.

1.4.4. Нүктенің тік бұрышты координаталар жүйесіндегі моделі

1.9 а-суретке қайта оралайық. π_1, π_2, π_3 проекциялар жазықтықтары өзара үш Ox, Oy, Oz түзу сызықтары бойларымен қиылысып $Oxyz$ декартты координаталар жүйесін құрайды. Бұл жүйеде π_1, π_2, π_3 проекциялар жазықтықтары тиісінше xOz, xOy, yOz координаталық жазықтықтары болады. Координаталық жазықтықтардың Ox, Oy, Oz қиылысу сызықтарын *координаталық осьтері* ал координаталық осьтердің қиылысу O нүктесі *координаталар басы* деп аталады. Координаталық осьтерін $Oxyz$ жүйесінде:

$Ox = \pi_1 \cap \pi_2$ - абсциссалар (ендіктер) осі;

$Oy = \pi_2 \cap \pi_3$ - ординаталар (тереңдіктер) осі;

$Oz = \pi_1 \cap \pi_3$ - аппликатаалар (биіктіктер) осі

деп атайды.

$Oxyz$ жүйесінде нүкте орнының моделі осы нүктенің тікбұрышты **координаталарын** (нүктенің үш өзара перпендикуляр координаталық жазықтықтардан арақашықтықтарын білдіретін сандарын) біле отырып салынатын моделімен бірдей.

Енді $Oxyz$ жүйесінде орналасқан кейбір А нүктесінің координаталарын анықтайтын кесінділердің құрылуын

көрсетелік: A нүктесінен әр координаталық жазықтықтарына перпендикулярлар жүргіземіз. A нүктесінің *абсциссасы* деп аталатын бірінші координатасы $[OA_x]$ кесіндісінің *ординатасы* деп аталатын екінші координатасы $[A_x A_2]$ кесіндісінің, *аппликата* деп аталатын үшінші координатасы $[A_2 A]$ кесіндісінің сандық өлшемдерімен анықталады. Координаталардың әріптік белгілеулерінде X_A әрпімен A нүктесінің *абсциссасы*, Y_A әрпімен - *ординатасы* және Z_A әрпімен *аппликата*сы көрсетіледі.

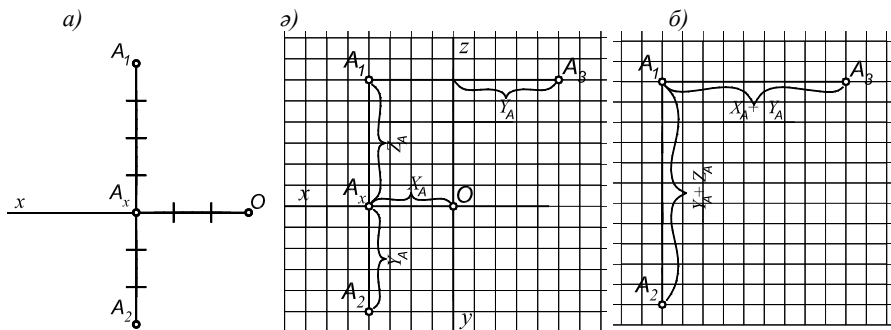
Сонымен A нүктесінің (оригиналдың) кеңістіктегі орны үш перпендикуляр кесінділермен анықталып тұр: $OA_x \perp A_x A_2 \perp A_2 A$ немесе $X_A \perp Y_A \perp Z_A$. Бұны **координаталық сынық сызық** деп атайды. Нүктені, оның берілген координаталары арқылы салынуы осы үшбуынды сынық сызықтың салынуымен іспеттес. Мұндайда X_A, Y_A, Z_A немесе X_A, Z_A, Y_A т.с.с. кесінділерін тізбектеп салу керек. Осылайша A нүктесін, әрқайсысында үш координаталары бар алты комбинациялармен алуға болады. Координаталары арқылы алынған A нүктесінің моделін **Монж координаталық моделі** деп атаймыз және оны былай белгілейміз: $A(X_A, Y_A, Z_A)$.

Алынған координаталық модель графикалық есептерді компьютерде шешу алгоритмдерін құрастыру үшін графикалық мәліметтерді кодтар арқылы енгізуге мүмкіндік береді.

Координаталары мәлім нүктенің екі көріністі сызбасын салу оңай. Мысалы $A(3, 3, 4)$ нүктесі берілген делік. Бұл жазу A нүктесі $X=3, Y=3, Z=4$ координаталары арқылы тұрғызылады деген мағынаны білдіреді. Егер сызбаның масштабы берілген немесе таңдалған болса, онда x осінің бойындағы кейбір O нүктесінен (1.11 а-сурет) 3 бірліктерге тең $[OA_x]$ кесіндісі, A_x нүктесінен осы оське жүргізілген перпендикулярдың бойына $[A_x A_1]=4$ бірл., және $[A_x A_2]=3$ бірл. кесінділерін салып A нүктесінің A_1 және A_2 проекцияларын аламыз. Оларды салу үшін тек x осін алсақ жеткілікті.

Енді координаталарымен берілген $A(20, 25, 30)$ нүктесінің үш көріністі сызбасын салуды қарастырайық. Егер сызба масштабын тор көзді парақтың масштабымен бірдей ($M1:1$) етіп алатын болсақ, онда $X_A=20\text{мм}, Y_A=25\text{мм}, Z_A=30\text{мм}$ -лерге тең кесінділер болып табылады. A нүктесінің A_1, A_2, A_3 проекцияларының салынуы 1.12 ә-суреттен түсінікті. Егер A нүктесінің A_1, A_2, A_3

проекцияларын осі көрсетілмеген сызбада салу керек болса, онда нүктенің қандай да бір проекциясы, мысалы A_1 проекциясы таңдалады (1.12 б-сурет). Сосын вертикаль байланыс сызығы жүргізіледі де оның бойына $|Y_A + Z_A|$ -ға тең кесінді салынып A_2 проекциясы, горизонталь байланыс сызығының бойына $|X_A + Y_A|$ -ға тең кесінді салынып A_3 проекциясы алынады.



1.12-сурет. А нүктесін координаталары арқылы кескіндеу:

а) екі көріністі сызбасын кескіндеу; ә) үш көріністі сызбасын кескіндеу; б) осі көрсетілмеген сызбада кескіндеу.

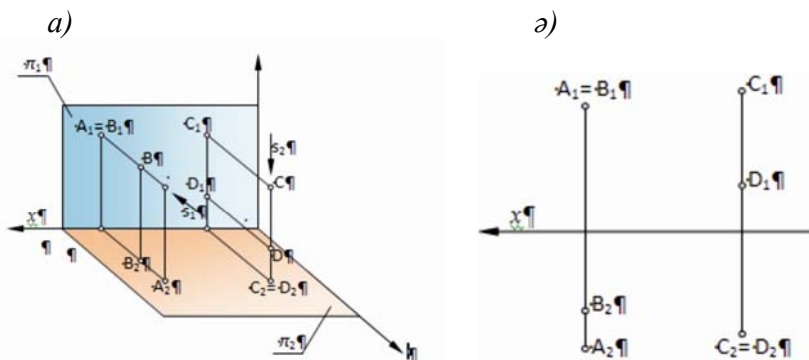
Сондай-ақ проекциялар осьтерін координаталар осьтері етіп қабылдап, нүктенің координаталарын оның берілген проекциялары бойынша анықтауға болады. Мысалы, 1.12 а-суретте $[OA_x], [A_xA_2], [A_xA_1]$ кесінділері А нүктесінің тиісінше X_A, Y_A, Z_A – координаталарын анықтайды.

Атлас координаталары бір-біріне тең нүктелер *бәсекелес нүктелер* болып табылады. Сызбада бәсекелес нүктелер бір проекциялаушы түзудің бойында орналасады. Сол себепті олардың атлас проекциялары проекциялар жазықтықтарының біреуінде беттеседі.

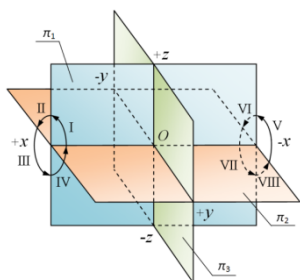
Бәсекелес нүктелерді, олардың араларына $\uparrow\downarrow$ белгілер қойып ажыратады. Егер нүктелер фронталь бәсекелес болса, онда $\uparrow$ белгісі қойылады. Мысалы $A\uparrow B \Rightarrow A_1=B_1$, оқылуы А мен В фронталь бәсекелес нүктелер, яғни олардың π_1 -дегі атлас проекциялары беттеседі: $A_1=B_1$; өткені $Z_A=Z_B$. Егер нүктелер горизонталь бәсекелес болса, онда: $C\downarrow D \Rightarrow C_2=D_2$. Эпюрге қарап (1.13 ә-сурет) бұл нүктелердің қайсысы қараушыға жақын орналасқандарын білуге болады. Мысалы, А нүктесі В-ға

қарағанда қараушыға жақын орналасқан, өйткені $Y_A < Y_B$. Сондай-ақ C нүктесі D -ға қарағанда биігірек орналасқан, өйткені $Z_C > Z_D$.

Координаталық жазықтықтар өздерінің қиылысу сызықтарынан *ары созыла бара* кеңістікті сегіз үшжақты бұрыштарға бөледі. Оларды октанттар деп атайды (1.14-сурет). Бірінші төрт (I, II, III, IV) октанттар π_3 жазықтығының сол жағында және қалған төртеуі (V, VI, VII, VIII) оң жағында орналасады. π_3 жазықтығы I және V, II және VI, III және VII, IV және VIII – октанттар үшін симметрия жазықтығы болып табылады. I-октантта $Oxyz$ координаталар жүйесі оң декартты жүйе ал басқа октанттарда ол теріс жүйе болады.



1.13-сурет. Бәсекелес нүктелер: а) кеңістік сызба; ә) жазық сызба (эпюр).



1.14-сурет.
Кеңістікті октанттарға бөлу

1.1-кесте. Октанттардағы нүкте координаталары мәндерінің таңбалары

Координаталар	Октанттар						
	I	II	III	I V	V	VI	VI I
X	+	+	+	+	-	-	-
Y	+	-	-	+	+	-	-
Z	+	+	-	-	+	+	-

Нүкте осы сегіз октанттардың әрбіреуінде орналасуы мүмкін. Нүктенің қай октантта орналасқанын оның координаталары

мәндерінің оң (+) немесе теріс (-) болуларын 1.1-кестеге қарап анықтауға болады. Мысалы, егер нүкте координаталарының үшеуі де оң (+) болса, онда нүкте I – октантта орналасқан, ал егер нүкте координаталарының үшеуі де теріс (-) болса, онда нүкте VII –октантта орналасқан болып табылады.

1.5. АКСОНОМЕТРИЯЛЫҚ ПРОЕКЦИЯЛАР

Сіздер алдыңғы тарауларда проекциялар жүйелері негізгілерінің бірі – ортогональды проекциялар жүйесін оқыдыңыздар. Одан ортогональды проекциялардың көмегімен сызбаларды орындау жеткілікті қарапайымды-лығымен түсіндірілетінін білдіңіздер.

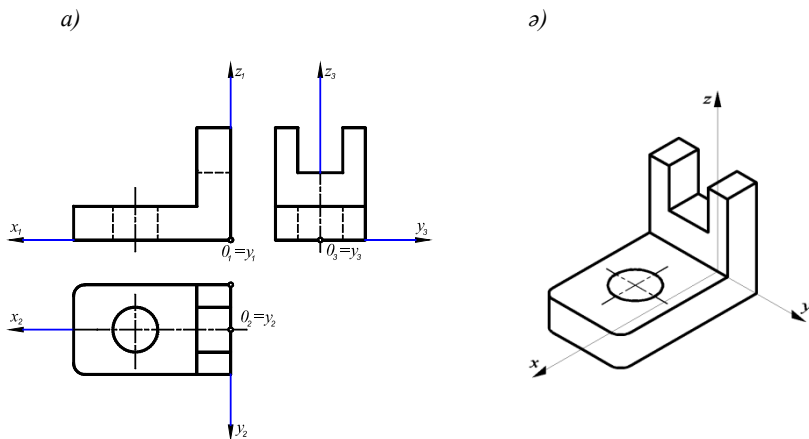
Дегенімен ортогональды проекциялау әдісінің аталған артықшылық-тарымен қатар айтарлықтай кемшіліктері де бар. Ортогональды проекциялар-мен берілген геометриялық фигураның (геометриялық дененің) пішіні туралы түсінік алу үшін бір мезетте екі, үш, ал кейде одан да көп проекцияларды қарастыруға тура келеді. Бұның себебі ортогональды проекциялар жүйесінде тік бұрыштап проекциялаудың бағыттары, әдетінше, геометриялық фигураның басты бағыттарының (биіктігі, ұзындығы және ені) біреуімен беттеседі де, осыдан оның қырлары не нақты шамасына, немесе нүктелер болып кескінделеді. Мұндайда кеңістіктегі фигураның пішіні мен орналасуы туралы біріңғай түсініктің қалыптасуы едәуір қиын болады.

Геометриялық фигураның осы аталған басты бағыттарының үшеуі де бір мезетте бір жазықтыққа кескінделетін, осыдан оның көлемді (көрнекі) түрде қабылдануына мүмкіншілік туғызатын жүйені *аксонометриялық проекциялар жүйесі* немесе қысқаша *аксонометрия* деп атайды.

Байқайық, *аксонометрия* сөзі гректің «аксон» – *ось* және «метрео» - *өлшеу* деген сөздерінен құралған, сонда дәлме-дәл аудармасы «*осьтер бойынша өлшеу*» болып шығады. Кейінірек, осындай әдіспен орындалған жазықтықтағы кескіндер дененің координаталар осьтеріне параллель негізгі өлшемдерін сызбаның өзінен оңай анықтауға, яғни *оңай өлшенетініне* мүмкіндіктер беретінін көреміз. Ал дененің осындай *оңай өлшенеді* деп аталатын қасиеті сызба үшін өте пайдалы болып келеді.

Берілген тетікбөлшектің осыған дейінгі параграфта (1.11 а, ә-суретке қараңыздар) көрсетілген кескіндеріне қайта оралайық. 1.16 а-суретте бұл тетікбөлшектің ортогональ сызбасы, ал 1.16-сурет, ә-де - аксонометриясы берілген делік. Бұл суреттерге салыстырмалы түрде қарап, кескіндердің артықшылықтары мен кемшіліктерін бағалайық

Аксонометриялық сызба Монж сызбасына қарағанда көрнекілеу, себебі оның бас (негізгі) өлшемдерінің үшеуі де белгілі болып тұр.



1.16-сурет. Тетікбөлшекті кескіндеу: а) ортогональ сызбасы;

ә) аксонометриялық сызбасы

Ортогональ сызбада көрнекілік жоқ, себебі тетікбөлшек проекцияларының әрқайсысында екі өлшемнен артық өлшем болмайды. Атап айтқанда фронталь жазықтығындағы проекциясында ені, ал горизонталь жазықтығындағы проекциясында биіктігі жоқ болады. Өз кезегінде ортогональ сызбада тетікбөлшектің жақтары негізгі проекциялар жазықтықтарына параллель орналасады, демек олар сәйкес проекциялар жазықтықтарына бұрмаланусыз проекцияланады. Егер сызбада тетікбөлшек беттерінің бас (негізгі) өлшемдерінің бағыттарын өзара перпендикуляр Ox, Oy және Oz координаталық осьтері арқылы белгілесек (1.16 а-сурет) онда тетікбөлшектің

өлшемдерін тікелей осы сызбадан алуға болады. Бұл ортогональ сызбаның артықшылығына жатады.

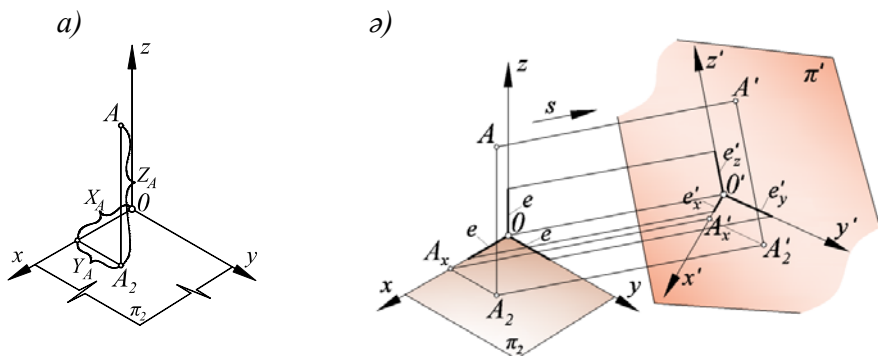
Сонымен ортогональ сызбаға қарағанда аксонометриялық сызбаның артықшылығы, оның көрнекілігінде болатынын байқадық.

Техникада аксонометриялық проекциялар түрлі объектілердің көрнекі кескінін орындау үшін қолданылады. Сондықтан төменде қаралатын мәселелер осы мақсаттың төңірегінде болады.

1.5.1. Негізгі түсініктер мен анықтаулар

Кеңістікте натурал координаталар жүйесі және осы жүйеге тиісті A нүктесі берілген делік (1.17 а-сурет). A нүктесі координаталық осьтер жүйесімен OA_xA_2A - кеңістік сынық сызығының үш буындары арқылы байланысқан. Бұл сынықтың $[OA_x]=X_A$, $[A_x A_2]=V_A$ және $[A_x A_2]=Z_A$ кесінділері A нүктесінің *натурал координаталары*, ал A_2 - A нүктесінің xOy координаталық жазықтығындағы ортогональ проекциясы болады. Егер енді $Oxyz$ – координаталық осьтерін және A нүктесін, оның A_2 горизонталь проекциясымен бірге π' жазықтығына проекцияласақ, онда біз осы π' жазықтығында *аксонометриялық* деп аталатын сызба аламыз (1.17 ә-сурет). Ондағы A' нүктесі A нүктесінің *аксонометриялық проекциясы*, ал A'_2 нүктесі A нүктесінің екінші қайталанатын, немесе *қысқаша қайталама* проекциясы болады. Бұл проекция бұған дейін алынған A_2 проекциясынан өзгеше проекция екенін ұмытпаңыздар. Осыдан қайтымды сызбаны алуға, яғни нүктенің аксонометриялық проекциясы және оның қайталама проекциясының көмегімен нүктенің координаталық осьтер жүйесіндегі орнын нақты (бірмәнді) анықтауға болады.

Кеңістікте A нүктесінің натурал координаталар жүйесіне қатысты орны OA_xA_2A кеңістік сынық сызығымен анықталса, A нүктесінің A' аксонометриялық проекциясы сәйкес $O'A'_xA'_2A'$ жазық сынық сызығымен анықталады.



1.17-сурет. Аксонометриялық кескіндеудің схемасы:

а) координаталар жүйесіндегі A нүктесі; ә) аксонометриялық π' жазықтығына проекциялау.

Аксонометриялық проекцияда кескінделетін нәрсенің нақты өлшемдерін орнату үшін аксонометриялық сызбада координаталар басы O нүктесінен $O'x', O'y', O'z'$ осьтері бойларына белгіленген e натурал масштабының проекциялары - e'_x, e'_y, e'_z кесінділері көрсетіледі. Олар координаталық осьтердің π' жазықтығына қатысты орналасулары жалпы жағдайда болғандықтан бір-біріне тең болмайды. Натурал масштабтың $O'x', O'y'$ және $O'z'$ осьтер бойларындағы e'_x, e'_y, e'_z проекциялары *аксонометриялық (масштабтық) кесінділері* деп аталады. Параллель проекциялау қасиеттерінің келесі қатынастарынан:

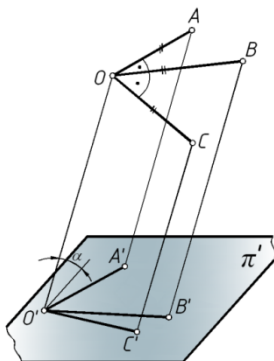
$$X_A = \frac{[OA_x]}{[e]} = \frac{[O'A'_x]}{[e'_x]}, \quad Y_A = \frac{[A_x A_2]}{[e]} = \frac{[A'_x A'_2]}{[e'_x]}, \quad Z_A = \frac{[A_2 A_2]}{[e]} = \frac{[A'_2 A'_2]}{[e'_z]},$$

аксонометриялық сызбаның қайтымды болатыны белгілі болып тұр.

Кеңістікте аксонометриялық π' проекция жазықтығының, проекциялау s бағытының және Ox, Oy, Oz координаталық осьтерінің өзара орналасуына байланысты бұл осьтерге параллель түзулер, мысалы A нүктесінің координаталарын анықтап тұрған $OA_x A_2 A$ сынықтың $OA_x, A_x A_2, A_2 A$ буындары, немесе A нүктесінің координаталары π' жазықтығына өзінің

натурал шамасынан не үлкен, немесе кіші, немесе, дербес жағдайда, натурал шамасына проекцияланады. Осыдан келесі қатынастардың теңдіктері орын алып тұрғанын байқау қиын емес:

$$p = \frac{[e'x]}{[e]}; \quad q = \frac{[e'y]}{[e]}; \quad r = \frac{[e'z]}{[e]}. \quad (1)$$



1.18-сурет. Польке теоремасы бойынша алынған аксонометриялық осьтер

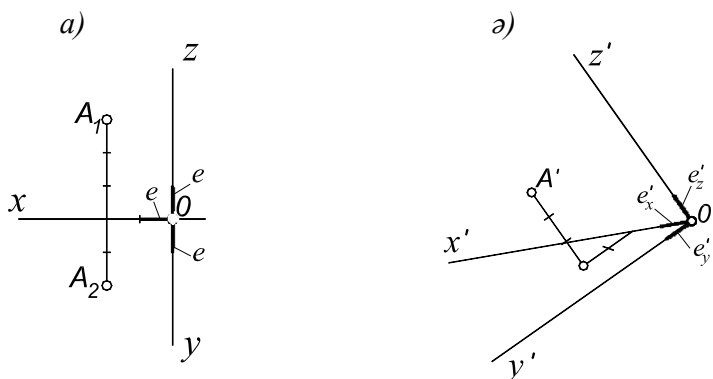
Бұл қатынастарды, атап айтқанда аксонометриялық проекциядағы кесінділер ұзындықтарының олардың натурал ұзындықтарына қатынастарын **бұрмалану көрсеткіштері (коэффициенттері)** деп атайды. **Бұрмалану көрсеткіштерін** p, q және r әріптері арқылы белгілейміз.

Сонымен натурал координаталар жүйесі мен аксонометриялық проекция жазықтығының әр түрлі өзара орналасуын қабылдай отырып және проекциялаудың әр түрлі бағытын бере отырып, аксонометриялық осьтердің бағытымен, сондай-ақ осы осьтер бойы бұрмалау коэффициенттердің шамасымен бір-бірінен айрықшаланатын көптеген аксонометриялық проекцияларды алуға болады. Осы тұжырымның дұрыстығын неміс ғалымы Карл Польке дәлелдеген болатын. Польке теоремасы былай дейді:

Бір жазықтықта жататын және бір нүктеден қалауынша бұрыштар құрап шығатын кез-келген үш кесіндіні, кеңістіктегі үш тең және өзара перпендикуляр кесінділердің параллель проекциялары деп қарастыруға болады.

Бұны аксонометрияның **негізгі теоремасы** деп атайды. Бұл теореманың негізінде нәрсенің аксонометриялық кескінін саларда

аксонометриялық осьтер мен аксонометриялық масштабтар еркінше алынады (1.18-сурет).



1.19-сурет. А нүктесін еркінше таңдалған аксонометрияда салу:
а) А нүктесінің ортогональ сызбасы; б) А нүктесінің аксонометриясы.

Аксонометриялық кескіндерді салу барысында аксонометриялық осьтер мен аксонометриялық бірлік кесінділері қаншалықты еркінше таңдалуын көрсету үшін ортогональ сызбада (Монж сызбасында) берілген $A\{A_1, A_2\}$ нүктесінің еркінше таңдалған аксонометриясын салуды қарастыралық. Салудан алдын берілген ортогональ сызбадан (4.4 а-сурет) А нүктесінің координаталарын анықтап аламыз. Біздің жағдайда $A(2, 2, 3)$. Біз еркінше таңдалған аксонометриясын салып отырмыз. Ендеше Польке теоремасы бойынша сызбада O' нүктесінен шығатын үш кез-келген түзулерді жүргізіп (3.4 ә-сурет) оларды еркінше алынған $O'x', O'y', O'z'$ аксонометриялық осьтері ретінде қабылдаймыз. Енді $O'x'$ осінің бойына 2 кесінді, $O'y'$ бойына 2 кесінді, $O'z'$ осінің бойына 3 кесіндіні берілген масштабқа сәйкес өлшеп салсақ жеткілікті

Проекциялау бағыты мен аксонометриялық проекция жазықтығының арасындағы α бұрышына байланысты аксонометрия тік бұрышты (ортогональды), егер бұл бұрыш тік болса; теріс жағдайда қиғаш бұрышты деп аталады.

Тікбұрышты аксонометрияда p , q және r бұрмалану көрсеткіштерін

$$p^2 + q^2 + r^2 = 2 \quad (2)$$

формуласы байланыстырса, қиғашбұрышты аксонометрияда оларды

$$p^2 + q^2 + r^2 = 2 + ctg^2 \alpha \quad (3)$$

формуласы байланыстырады (бұл жерде α – бұрышты проекциялау бағыты мен аксонометриялық жазықтықтың аралығындағы көлбеулік бұрышы).

Бұрмалану көрсеткіштері барлық үш осьтер бойынша бір-біріне тең болуы мүмкін ($p=q=r$). Мұндай аксонометрия **изометрия** деп аталады; олардың екеуі ғана тең болғанда ($p=q \neq r$) – **диметрия**, ал үшеуі де әртүрлі болса ($p \neq q \neq r$) – **триметрия** деп аталады.

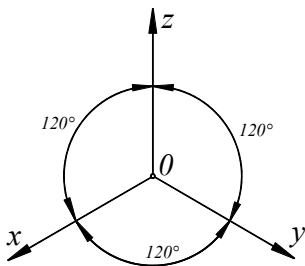
Бұдан былай аксонометрия параметрлерін сәтті таңдаудан жұмыстың соңғы нәтижесі – кескіннің көрнекілігі байланысты болады, сол себептен өндіріс және құрылыстың барлық салаларында қолданылатын ГОСТ 2.317-69* «Аксонометриялық проекциялар» стандарты қабылданған.

1.5.2. Стандартты аксонометриялық проекциялар

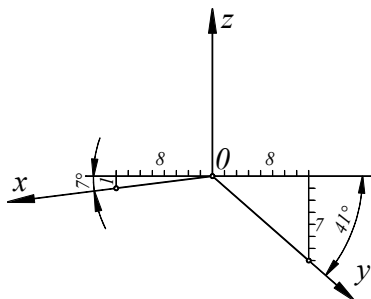
ГОСТ 2.317-69* стандарты бойынша оқу үдерісінде және инженерлік практикада, қолданылатын аксонометриялық проекциялардың қатарына келесі үш түрі: **тікбұрышты изометрия**; **тікбұрышты диметрия** және **қиғашбұрышты фронталь диметрия** жатады. Бұлардың қатарына **қиғаш бұрышты изометрия**, немесе **«әскери перспективасы»** да кіреді.

Аксонометриялық осьтер сызбаларда ГОСТ 2.317-69* стандартына сәйкес апострофсыз орындалады (1.20, 1.21, 1.22-суреттер).

Тікбұрышты изометрия. Тікбұрышты изометриялық проекцияда координаталық осьтерінің үшеуі де аксонометриялық проекция жазықтығына бірдей көлбеулік бұрыштар құрап орналасады. Сол себептен изометрия осьтерінің арасындағы бұрыштар өзара тең болады: $\angle xOz = \angle xOy = \angle yOz = 120^\circ$. Сызбада Oz осі, әдетте вертикаль (тік), ал Ox пен Oy осьтері Oz осімен 120° бұрыштар құрап орналасады (3.5-сурет).



1.20-сурет. Тікбұрышты
изометрия осьтерінің орналасуы



1.21-сурет. Тікбұрышты
диметрия осьтерінің орналасуы

Сондай-ақ осьтер бойларындағы бұрмалану көрсеткіштері де бірдей болады: $p=q=r$. Бұлардың сандық әлпетін (2)

формуласынан оңай табуға болады: $3p^2=2$, $p=\sqrt{\frac{2}{3}} \approx 0,82$. Бұл өте

қолайсыз себебі әр аксонометриялық осьтің бойына нәрсенің сәйкес параллель әрбір сәйкес өлшемі 0,82-ге көбейтіліп барып салынады.

Мұндай қолайсыздықты жою үшін, әдетінше 0,82-нің орнына 1-ге тең келтірілген бұрмалану көрсеткішін пайдаланады. Бұған сәйкес ұтатынымыз нәрсенің ортогональ сызбасынан алынатын кесінділер аксонометриялық (координаталық) осьтеріне параллель күйінде нақты шамаларымен салынады. Нәтижесінде нәрсенің изометриясы 1,22 есеге ұлғайып ($1:0,82=1,22$) кескінделеді, ал мұндай шамалы ұлғайуы аксонометрияның көрнекілігіне әсерін тигізбейді.

Тікбұрышты диметрия. Аксонометриялық проекциялардың ішінде геометриялық дене жайында анағұрлым көрнекілеу түсінікті **тік бұрышты диметриялық** проекциясы береді. Тікбұрышты диметрия осьтерінің орналасуы 4.5-суретте көрсетілген. Оның Oz осі тік, ал Ox және Oy осьтері онымен сәйкес $97^{\circ}10'$ және $131^{\circ}25'$ бұрыштарды құрап орналасады. Сызбада бұл осьтерді графикалық жолымен былай салуға болады: Алдымен O нүктесі арқылы горизонталь түзу жүргізіп, O нүктесінің (центрдің) сол жағы мен оң жағына бірдей 8 кесінділерді өлшеп саламыз. Сол жағындағы ұшынан 1 кесіндіні, ал оң жағындағы ұшынан 7 кесіндіні перпендикуляр бағытында

төменге жүргізіп оларды O нүктесімен қоссақ, диметрияның Ox және Oy осьтері горизонталь сызықпен тиісінше $7^0 10'$ және $41^0 25'$ құрап орналасады, себебі $tg 7^0 10' = 1/8$, ал $tg 41^0 25' = 7/8$ қатынастарына тең болады. Oy осін $\angle xOz$ биссектрисасының жалғасы деп қарастыруға болады. Тікбұрышты диметрияның

бұрмалану көрсеткіштері $2p^2 + \frac{p^2}{4} = 2$ қатынасы арқылы

анықталады. Осыдан $p = \sqrt{\frac{8}{9}} = 0,94$. Олай болса, диметрияның

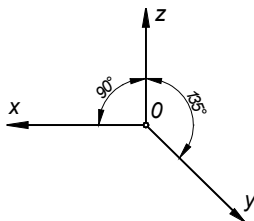
Ox және Oz осьтері бойынша бұрмалану көрсеткіштері бірдей: $p=r=0,94$, ал Oy осі бойынша $q=0,47$ -ге тең болады. Бұл жерде де нәрсенің тікбұрышты диметриясын салар алдында оның негізгі өлшемдерін Ox және Oz осьтері бойынша $0,94$ -ке, ал Oy осі бойынша $0,47$ -ге көбейтіп барып салынатыны болып тұр. Мұнда да изометриядағыдай нәрсенің аксонометриялық кескінін салу үшін *келтірілген бұрмалану көрсеткіштерін*: $p=r=1$ -ге, $q=0,5$ -ке теңестіріп, пайдаланады. Нәтижесінде нәрсе кескінінде, оның сызықтық өлшемдері нақты өлшемдерінен бар болғаны $1,06$ есе ($1:0,94=1,06$) асып тұрады.

Қиғаш бұрышты фронталь диметрия.

Қиғаш бұрышты аксонометриялық проекциялардың ішінде қиғаш бұрышты фронталь диметрия (кейде оны кабинеттік проекция деп те атайды) стандартты аксонометриялардың қатарына кіреді. Оны практикада өзінің бір тамаша қасиетіне бола қолданады: бұл жүйеде аксонометриялық проекция жазықтығы координаталық xOz жазықтығына параллель болып орналасады. Сызбада Ox және Oz осьтерінің арасындағы бұрыш 90^0 -қа, ал Oy осі олармен 135^0 бұрыш құрайды (1.22-сурет). Ox және Oz осьтері бойынша бұрмалану көрсеткіштері 1 -ге, ал Oy осі бойынша $0,5$ -ке тең болып қалады.

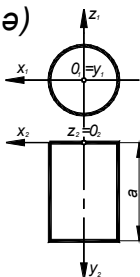
Мысал ретінде 1.23 а-суретте табаны фронталь жазықтығына параллель орналасқан цилиндрдің фронталь диметриясы кескінделген (4.8 ә-сурет) .

а)



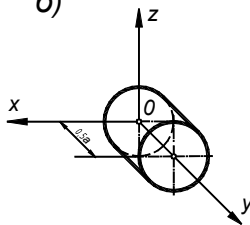
1.22-сурет. Қиғаш бұрышты фронталь диметрия осьтерінің орналасуы.

ә)



1.23-сурет. Цилиндрдің аксонометриясы:
а) цилиндрдің ортогональ сызбасы;
ә) цилиндрдің қиғаш бұрышты фронталь диметриясы

б)



1.5.3. Геометриялық фигуралардың аксонометриялық проекцияларын салу мысалдары

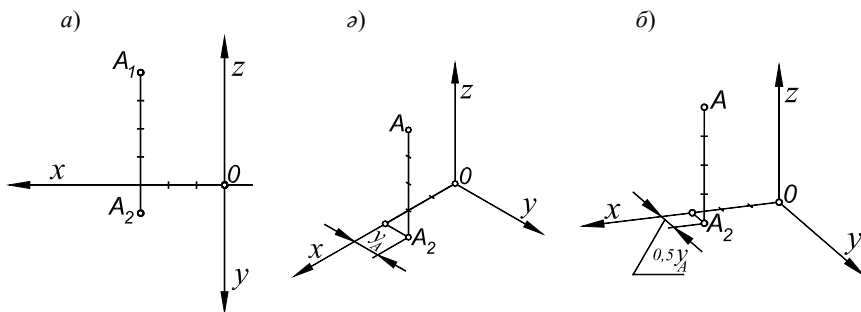
Геометриялық фигуралардың (нүктенің, түзудің, жазықтықтың) аксонометриялық проекцияларды тік бұрышты изометрия мен диметрияда салу барысында нағыз бұрмалану көрсеткіштерін қолданған қолайсыз болатындығын, олардың орнына ГОСТ 2.317-69* бойынша стандартты бұрмалану көрсеткіштерін (тік бұрышты изометрия үшін 1,22, тік бұрышты диметрия үшін 1,06) пайдаланған ұтымды болатындығын, осыдан нәрсенің ортогональ проекциясынан алынған сәйкес өлшемдері қысқартылмай, өзгеріссіз салынатынын, тек диметриялық проекцияларда y осі бойындағы өлшемдер екі есе қысқартылып салынатынын жоғарыда айтып кеттік.

Енді геометриялық фигуралардың, оның ішінде нүктенің стандартты аксонометриялық проекцияларын салуды қарастырайық.

Нүктенің аксонометриялық проекциялары. Егер нүктенің ортогональ сызбасы бойынша (1.24 а-сурет), оның изометриялық (1.24-сурет, ә) немесе диметриялық (1.24 б-сурет) кескінін салу керек болса, онда келтірілген бұрмалану көрсеткіштерін ескере отырып Ox, Oy, Oz осьтері бойларында нүктенің ортогональ сызбасынан сәйкес координаттарын өлшеп алып салса жеткілікті. Тек диметрияда A нүктесінің y координатасы екі есе кішірейтіліп салынатынын ескеру керек.

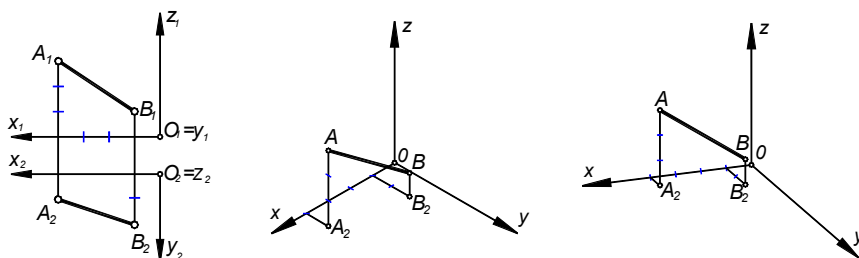
Параллель проекциялауда түзулер түзулерге проекцияланады (1-тарау, 1.1. 2-қасиеті), олай болса, **түзудің аксонометриялық проекциясы**, ондағы жататын екі нүктенің аксонометриялық проекциялары салынса жеткілікті.

Мысалы 1.25 а-суретта ортогональ проекциялары берілген $[AB]$ кесіндінің стандартты тік бұрышты изометриясы (1.25 ә-сурет) және тік бұрышты диметриясы (1.25 б-сурет) кескінделген.



1.24-сурет. A нүктесінің аксонометриясы: а) A нүктесінің ортогональ сызбасы; ә) A нүктесінің изометриясы; б) A нүктесінің диметриясы

Жазық көпбұрыштардың аксонометриялық проекциялары. Жазық фигуралардың, мысалы жазық көпбұрыштардың аксонометриясын салу үшін қолданылатын аксонометриялық проекцияның түріне және оның бұрмалану көрсеткішіне (масштабына) байланысты төбелерінің координаталарын ортогональ сызбаларынан өлшеп салып, түзу кесінділермен қосып кескіндесе жеткілікті.

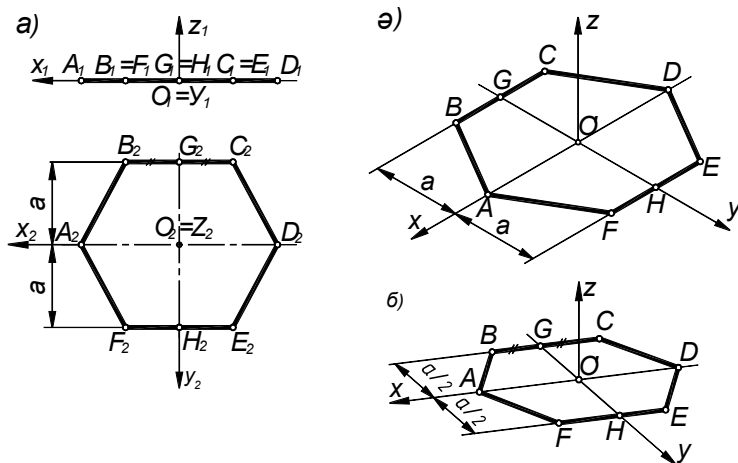


1.25-сурет. $[AB]$ кесіндісінің аксонометриялық проекциялары:

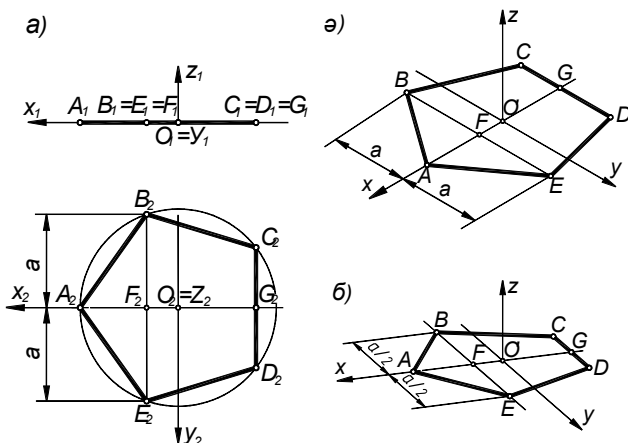
а) $[AB]$ кесіндісінің ортогональ проекциялары; ә) тік бұрышты изометрияда; б) тік бұрышты диметрияда

Мысалы жазық фигура $ABCDEF$ (1.26-сурет) дұрыс алтыбұрыштың ортогональ проекциясы бойынша аксонометриялық проекцияларын изометрияда және диметрияда салуды қарастырайық:

Берілген жазық $ABCDEF$ алтыбұрышы горизонталь жағдайда орналасқан. Ендеше симметрия центрі етіп $O \{O_1, O_2\}$ нүктесін координаталық осьтердің басы етіп аламыз (1.26 а-сурет). Координаталық осьтердің проекциялары Π_1 -де: $O_1x_1 \perp O_1z_1$; $O_1=y_1$, ал Π_2 -де: $O_2x_2 \perp O_2y_2$; $O_2=z_2$ болып орналасады. Енді тік бұрышты изометриялық (1.26 ә-сурет) және тікбұрышты диметриялық проекциялардың (1.26 б-сурет) осьтерін белгілеп болғаннан кейін, берілген $ABCDEF$ алтыбұрыштың төбелерінің аксонометриялық проекцияларын 1.26 ә, б-суретте көрсетілгендей анықтап, оларды түзу кесінділермен қосамыз. Тек диметриясын саларда сәйкес кесінділердің өлшемдері екі есе кішірейтіліп салыныатынын ескеру керек.



1.26-сурет. Жазық көпбұрыштың аксонометриялық проекциялары :
 а) $ABCDEF$ алтыбұрыштың ортогональ сызбасы;
 ә) изометриясы;
 б) диметриясы.



1.27-сурет. Жазық $ABCDE$ бесбұрыштың аксонометриялық кескінін салу:
 а) $ABCDE$ бесбұрыштың ортогональ сызбасы; ә) бесбұрыштың
 изометриясы; б) диметриясы

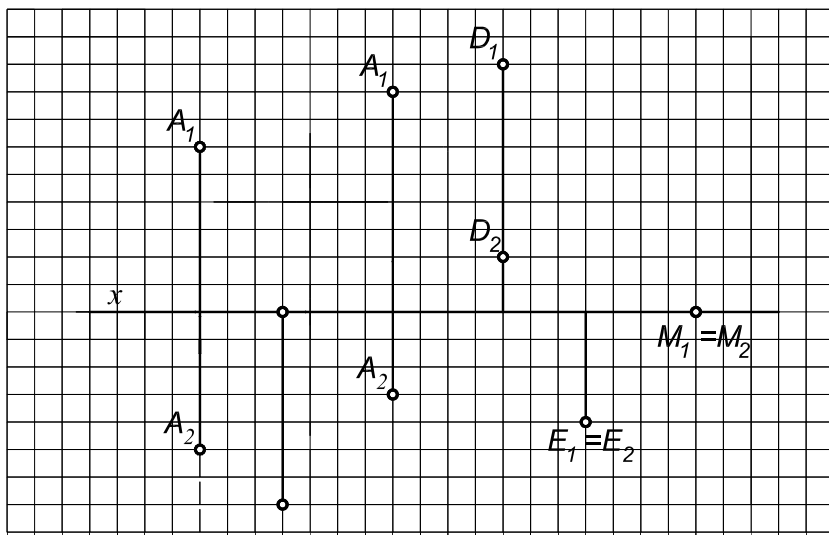
Кейбір жағдайларда жазық фигуралардың симметрия центрі болмауы мүмкін. Мұндай симметрия центрін өз қалауымызша таңдап алуымызға болады. Мысалы, горизонталь жағдайда орналасқан $ABCDE$ (1.26 а-сурет) жазық бесбұрыштың тікбұрышты изометриясын және тікбұрышты диметриясын салу үшін координаталар басын сырттай орап сызылған шеңбердің центрінде орыналастырамыз. Бұл жерде де аксонометриялық осьтерді тік бұрышты изометрияда (1.26-сурет, ә) және тікбұрышты диметрияда (1.26-сурет, б) салып болғаннан кейін көпбұрыш төбелерінің аксонометриялық проекцияларын түзу кесінділермен қоссақ жеткілікті.

Өзін-өзі тексеру арналған сұрақтар, жаттығулар және тест тапсырмалары

1. Геометриялық фигуралар дегеніміз не және олардың қарапайымдарына қайсылары жатады?
2. Бір екі үш өлшемді кеңістіктерге сипаттама беріңіздер.
3. Сызба геометрия пәні не қарастырады?
4. Проекциялаудың қандай әдістері бар және олар қалай аталынады?
5. Центрлік проекциялаудың қасиеттерін атаңыздар.

6. Параллель проекциялаудың қасиеттерін еске түсіріңіздер.
7. Кеңейтілген евклид кеңістігіне анықтама беріңіздер.
8. Нүктенің бір проекциясы бойынша оның кеңістіктегі орнын анықтауға бола ма?
9. Қос кескіндеу әдісінің мәні неде?
10. Қандай нүктелерді бәсекелес нүктелер деп атайды және оларды не үшін пайдаланады?
11. Қандай геометриялық элементтерді меншіксіз деп атайды және олар қалай анықталады?
12. Бұрмалану көрсеткіші деп нені айтады?
13. Сызба қайтымдылығын қамтамасыз ететін әдістерді атаңыз.
 - Қос кескіндеу әдісінің проекциялау аппаратын ашыңыздар.
14. Ортогональ проекциялау дегеніміз не және ол қайтымды бола ала ма?
15. Монж әдісінің мәні неде?
16. Монж эпюрі дегеніміз не және ол қалай алынады?
17. Екі көріністі кешенді сызба деп неге аталады? Үш көріністі сызба ше?
18. Кеңістік ширектері дегеніміз не және олар нешеу болады?
19. Төртінші ширекте орналасқан нүктенің горизонталь проекциясы x осіне қатысты қалай орналасады?
20. Нүктенің координаталары дегеніміз не және олар қалай аталады?
21. Нүктеден π_2 жазықтығына дейінгі қашықтық қай координатамен анықталады? π_1 жазықтығына дейін ше?
22. Қай кезде нүктенің бір координатасы нөлге тең?
23. Келесі нүктелердің проекцияларын екі көріністі сызбада (Монж эпюрінде) салыңыздар: $A(10,20,30)$; $B(20,0,40)$; $C(30,+40,20)$; $D(40,-30,-30)$; $E(50,20,-20)$; $F(60,40,0)$
24. Екі көріністі сызбада $A(30,40,50)$ нүктесіне π_1 фронталь проекциялар жазықтығына, π_2 горизонталь проекциялар жазықтығына, Ox осіне қатысты симметриялы $\bar{A}$ нүктесін салыңыздар.

25. Екі көріністі Монж сызбасында проекциялары бойынша A, B, C, D, E, F, M нүктелерінің координаталарын анықтаңыздар (1.15-сурет).



1.15-сурет. A, B, C, D, E, F, M нүктелерінің екі көріністі сызбалары

26. Үш көріністі сызбада келесі нүктелердің проекцияларын салыңыздар: A (10,20,30); B(30,-40,20); C(-40,30,50); D(-50,20,-30);

27. Кеңістіктің октанттары деп нені айтады және олар нешеу болады.

28. Координаталарының: ординатасы (+y) және аппликаты (+z), ал абсциссасы теріс (-x) нүкте қай октантта орналасқан болып табылады?

29. Келесі нүктелер: A(20, -20, 30); B(-40, -30, -35) қай октанттарда орналасқан?

30. Қандай сызбаларды аксонометриялық деп атайды?

31. Аксонометриялық сызбаның проекциялық аппараты неден тұрады?

32. Аксонометриялық сызбаның қайтымдылығын қамтамасыз етуге қандай амал қолданылады?

33. Аксонометрияның негізгі теоремасы не жайында айтады?

34. Аксонометрияда бұрмалау көрсеткіштері деп нені айтады?
35. Аксонометриялық және натурал координаталар жүйесінің байланысы қалай орнатылады?
36. Қандай сызықты координаталық сынығы деп атайды?
37. Қиғаш бұрышты және тік бұрышты проекциялаудағы аксонометрияның негізгі теңдеуін жазыңыздар.
38. ГОСТ 2.317-69 стандарты бойынша қандай аксонометриялық проекциялар қолданылады?
39. Келтірілген бұрмалану көрсеткіштері дегеніміз не?
40. Жазық фигуралардың аксонометриялық кескіндері қалай өлшеніп салынады. Оларды кескіндеудің тік бұрышты изометрияда және тік бұрышты диметрияда салудың өзгешелігі бар ма?
41. Кеңіс қисық сызықтың аксонометриялық кескінін қалай салады?
42. Шеңбердің аксонометриялық проекциясы қандай сызық болады?
43. Эллипстің үлкен және кіші осьтері тікбұрышты изометриядағы, тік бұрышты диметриядағы және қиғаш бұрышты диметриядағы аксонометриялық осьтеріне қатысты қалай орналасады?
44. Эллипстің тік бұрышты изометрияда үлкен осінің шамасы қандай өлшеммен алынады? Кіші осі ше?
45. Төбелерінің координаталары $A(60, 70, 80)$, $B(30, 10, 100)$, $C(15, 50, 25)$ үшбұрышты пластинаны стандартты тік бұрышты изометриясын салыңыздар.
46. Тік бұрышты проекциялау әдісі проекциялау әдістерінің қайсысына негізделген?
- A) центрлік
 - B) қисызықты
 - C) параллель
 - D) қиғашбұрышты
 - E) көмекші
47. Параллель (қиғаш бұрышты) проекциялауда геометриялық фигуралардың қандай қасиеті сақталынбайды?
- A) түзу кесінділерінің қатынасы
 - B) жазық фигураның ауданы
 - C) түзулер параллельдігі

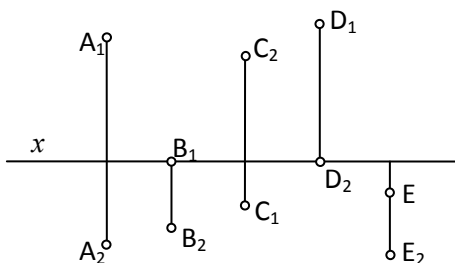
- D) цилиндрлік беттің жасаушыларының параллельдігі
E) ешқайсысы

48. $B(20, -30, 30)$ нүктесі қай ширекте орналасқан?

- A) I
B) II
C) III
D) IV
E) еш қайсысында

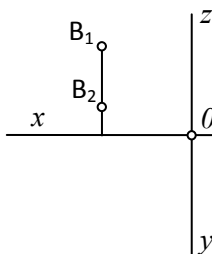
49. Сызбада кескінделген A, B, C, D, E нүктелерінің қайсысы π_1 жазықтығында орналасқан?

- A) $C\{C_1, C_2\}$
B) $E\{E_1, E_2\}$
C) $D\{D_1, D_2\}$
D) $A\{A_1, A_2\}$
E) $B\{B_1, B_2\}$

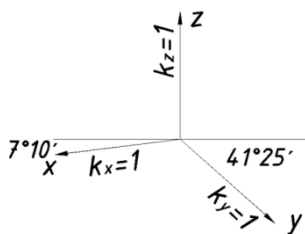


50. Сызбада кескінделген $B\{B_1, B_2\}$ нүктесінің координаталық мәндері қандай болады?

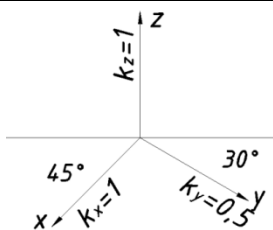
- A) $B(-, +, -)$
B) $B(-, -, -)$
C) $B(+, +, -)$
D) $B(-, -, +)$
E) $B(+, -, +)$



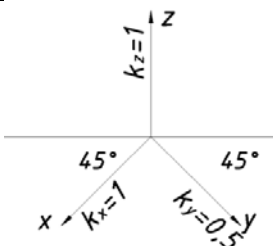
51. Қайсы суретте осьтер және бұрмалану коэффициенттері тікбұрышты изометрияға сәйкес келеді?



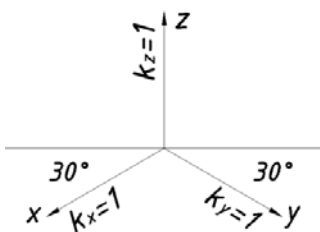
1-сурет



2-сурет

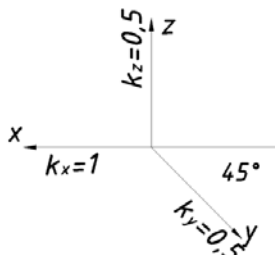


3-сурет

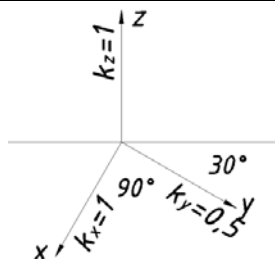


4-сурет

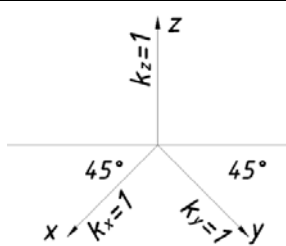
52. Қайсы суретте осьтер және бұрмалану коэффициенттері қиғаш бұрышты изометрияға сәйкес келеді?



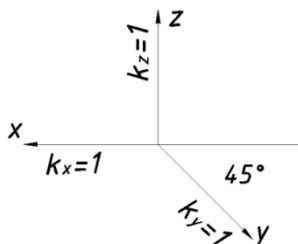
1-сурет



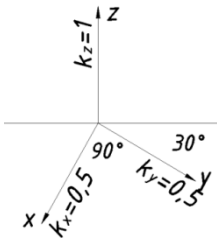
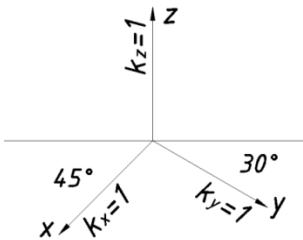
2-сурет

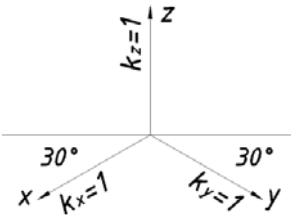
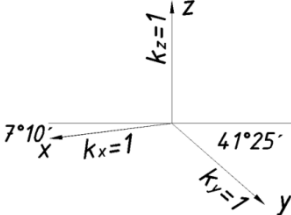
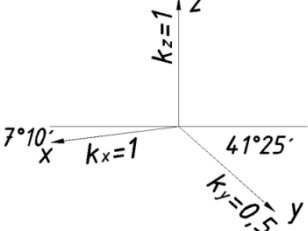
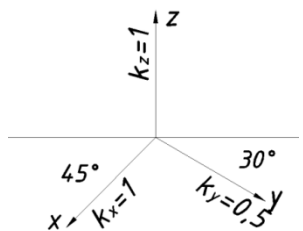
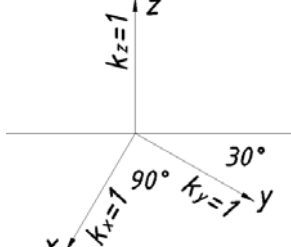
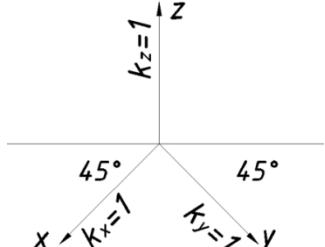


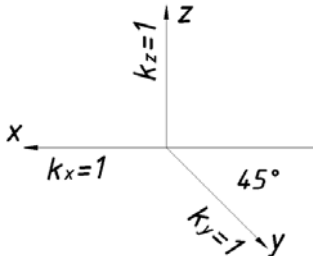
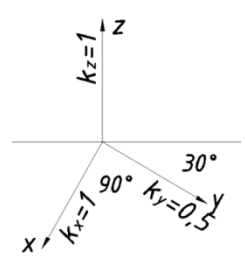
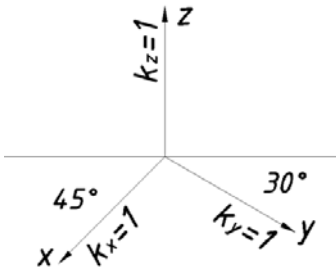
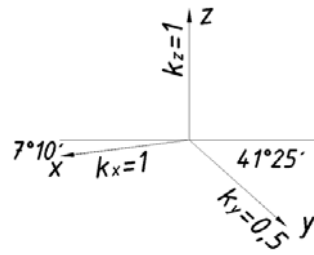
3-сурет

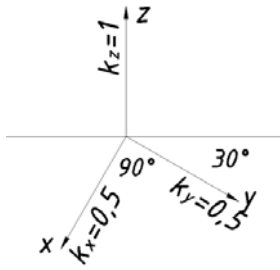
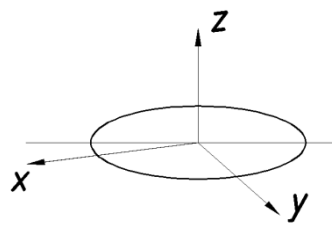


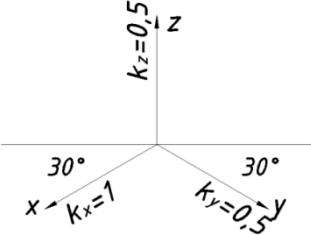
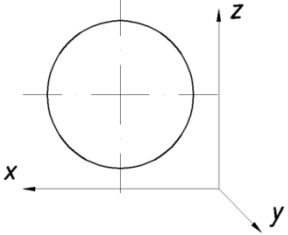
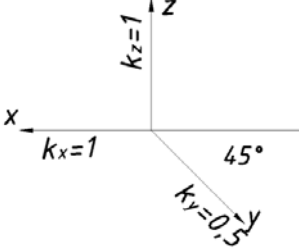
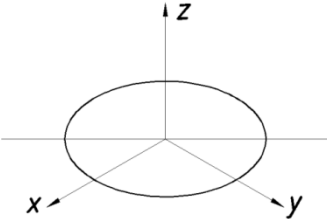
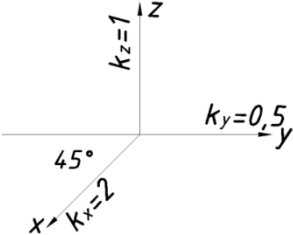
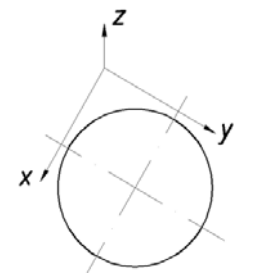
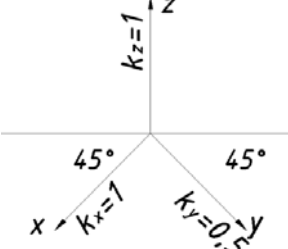
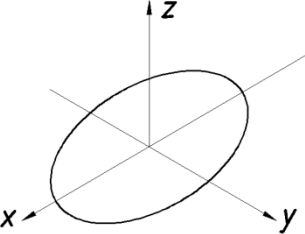
4-сурет

 5-сурет	 5-сурет
Дұрыс жауабы: -сур.	Дұрыс жауабы: -сур.

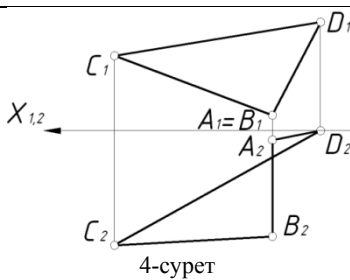
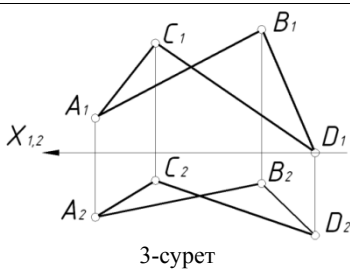
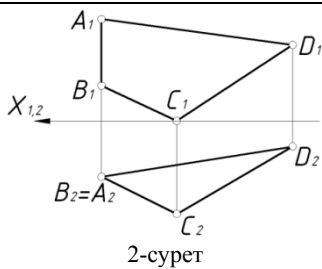
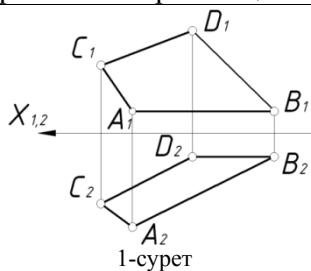
53. Қайсы суретте осьтер және бұрмалану коэффициенттері қиғаш бұрышты изометрияға сәйкес келеді?	54. Қайсы суретте осьтер және бұрмалану коэффициенттері тік бұрышты диметрияға сәйкес келеді?
 1-сурет	 1-сурет
 2-сурет	 2-сурет
 3-сурет	 3-сурет

 4-сурет	 4-сурет
 5-сурет	 5-сурет
Дұрыс жауабы: _____ - сур	Дұрыс жауабы: _____ - сур.

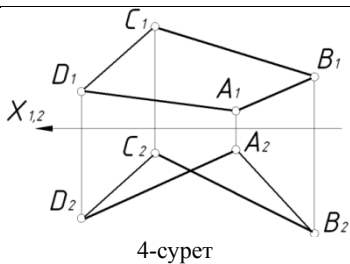
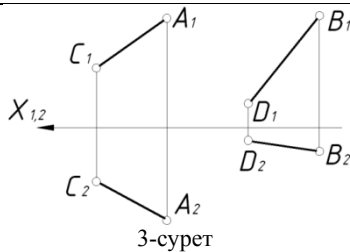
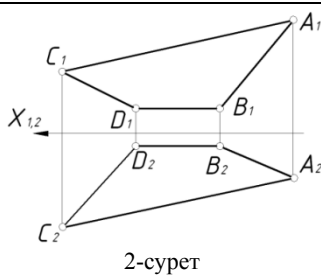
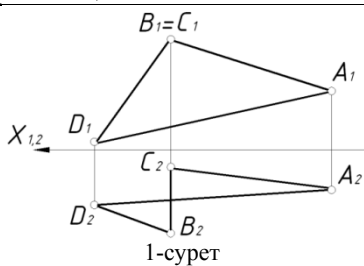
55. Қайсы суретте осьтер және бұрмалану коэффициенттері қиғаш бұрышты диметрияға сәйкес келеді?	56. Қайсы суретте шеңбертік бұрышты изометрияда кескінделген?
 1-сурет	 1-сурет

 2-сурет	 2-сурет
 3-сурет	 3-сурет
 4-сурет	 4-сурет
 5-сурет	 5-сурет
Дұрыс жауабы: _____ - сур.	Дұрыс жауабы: _____ - сур.

57. Қайсы суретте А нүктесі В, С және Д нүктерінен биік орналасқан?

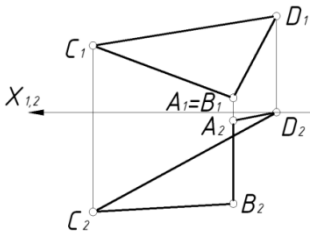
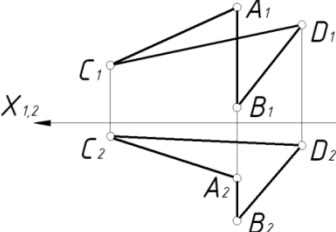
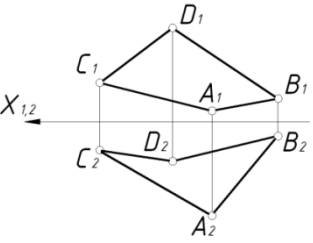
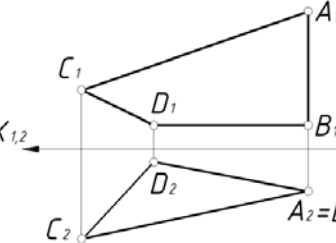


58. Қайсы суретте А нүктесі қараушыға жақын орналасқан?



5-сурет	5-сурет
Дұрыс жауабы: _____ - сур.	Дұрыс жауабы: _____ - сур.

59. Қайсы суретте А және В нүктелері фронталь-бәсекелес болып табылады?	60. Қайсы суретте А және В нүктелері горизонталь-бәсекелес болып табылады?
1-сурет	1-сурет
2-сурет	2-сурет
3-сурет	3-сурет

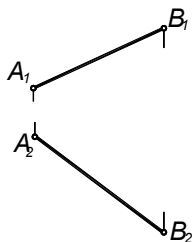
 4-сурет	 4-сурет
 5-сурет	 5-сурет
Дұрыс жауабы: _____ - сур.	Дұрыс жауабы: _____ - сур.

2. НЕГІЗГІ ГЕОМЕТРИЯЛЫҚ ФИГУРАЛАРДЫ СЫЗБАДА КЕСКІНДЕУ.

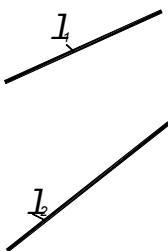
2.1. ТҮЗУ СЫЗЫҚТЫҢ СЫЗБАЛАРЫ

Жалпы жағдайда **түзу сызық** екі нүктелері арқылы беріледі. Түзу сызықтың моделі нүктенің моделі сияқты қос түзулерден тұрады, және оны сызбада төменде көрсетілгендей етіп беруге болады: $[AB]\{[A_1B_1], [A_2B_2]\}$ кесіндісінің проекцияларымен (2.1-сурет, а); ұзындығы еркінше алынған $l\{l_1, l_2\}$ түзуінің проекцияларымен (2.1-сурет, ә), немесе $C\{C_1, C_2\}$ нүктенің проекциялары және осы нүкте арқылы тандалған бағытта жүргізілген $m \ni C$ (2.1-сурет, б) түзуінің проекцияларымен.

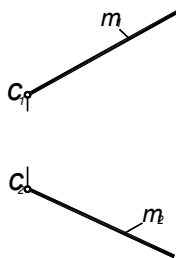
а) $[AB]\{[A_1B_1], [A_2B_2]\}$



ә) $l\{l_1, l_2\}$



б) $l \ni C \Rightarrow m_1 \ni C_1 \wedge m_2 \ni C_2$

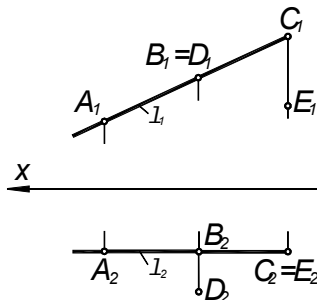


2.1-сурет. Түзу сызықты кескіндеу варианттары:

а) $[AB]$ кесіндісінің проекцияларымен;
ә) $l\{l_1, l_2\}$ түзуінің проекцияларымен; б) $C\{C_1, C_2\}$ нүктесі арқылы жүргізілетін $m\{m_1, m_2\}$ түзуінің проекциялармен.

Кеңістікте еркінше орналасқан түзу сызық **жалпы жағдайда орналасқан түзу**, немесе **жалпы жағдай түзу** деп аталады. Сызбада оның проекцияларының біреуі де проекциялар осіне параллель, не перпендикуляр болмайды (2.1-сурет).

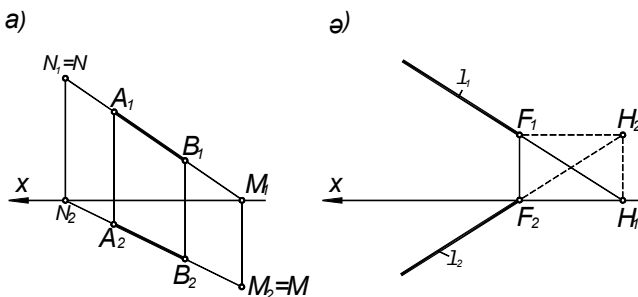
Егер нүкте түзуге тиесілі болса, онда оның проекциялары осы түзудің аттас проекцияларына тиесілі болады. Мысалы, $A \in l \Rightarrow A_1 \in l_1, A_2 \in l_2$ (2.2-сурет). Осы суретте $B \in l$, ал $D \notin l$, өйткені $D_1 \in l_1$ ал $D_2 \notin l_2$. Өз кезегінде B және D нүктелері фронталь бәсекелес ($B \perp D$) нүктелер



2.2-сурет. Түзуге тиесілі және тиесілі емес нүктелер

болып табылады, өйткені олардың фронталь проекциялары беттесіп тұр ($B_2=D_2$). Бұл жерде D нүктесі B нүктесінің алдында (демек түзу алдында) жатыр, осыдан B_1 проекциясы көрінбейді. Сондай-ақ C және E нүктелері горизонталь бәсекелес нүктелер болып табылады, өйткені $C_2=E_2$ және E нүктесі C нүктесінің астында жатыр, яғни түзу астында, сондықтан E_2 проекциясы көрінбейді.

Түзудің проекциялар жазықтығымен қиылысу нүктесі осы түзудің **ізі** деп аталады. Түзудің ізі проекциялар жазықтықтары берілген жағдайда ғана анықтала алады, демек ол үшін сызбада x осі берілуі қажет және жеткілікті 2.3-сурет, а-да $[AB]$ кесіндісі арқылы берілген түзудің π_1 және π_2 проекциялар жазықтықтарымен қиылысқан $M\{M_1, M_2\}$ және $N\{N_1, N_2\}$ нүктелері көрсетілген. Бұл нүктелер $[AB]$ түзуінің іздері болады: $M\{M_1, M_2\}$ нүктесі – **түзудің горизонталь ізі**; $N\{N_1, N_2\}$ нүктесі – оның **фронталь ізі** болып табылады.



2.3-сурет. Түзудің іздері: а) $[AB]$ кесіндісінің іздері; б) l түзуінің іздері.

$[AB]$ кесіндісінің $M=[AB] \cap \pi_2$ горизонталь ізінің аппликаты нольге тең ($Z_M=0$), сондықтан M_1 фронталь проекциясы x осіне тиесілі болады. Демек, $M_2=[M_1M_2] \cap [A_2B_2]$, яғни $[A_2B_2]$ -де және вертикаль байланыс сызығында жатыр. Дәл осылайша N фронталь ізін табамыз: $N_2=[A_2B_2] \cap x$, өйткені $Y_N=0$; $N_1=[A_1B_1] \cap (N_2N_1)$.

2.3-сурет, ә-де көрсетілген $l\{l_1, l_2\}$ түзуінің $F\{F_1, F_2\}$ фронталь ізі I -ширекте табылып тұр, ал $H\{H_1, H_2\}$ -горизонталь ізі II -ширекте орналасқан.

Егер $Oxuz$ проекциялар осі және $l\{l_1, l_2\}$ түзуі берілсе (2.4-сурет, а), онда оның іздерін келесі реттілікпен анықтауға болады:

- H горизонталь ізі: $z_H=0 \Rightarrow H_1=l_1 \cap x, H_2=(H_1H_2) \cap l_2$;
- F фронталь ізі: $y_F=0 \Rightarrow F_2=l_2 \cap x, F_1=(F_1F_2) \cap l_1$;
- W профиль ізі: $x_W=0 \Rightarrow W_2=l_2 \cap y, W_1=l_1 \cap z$.

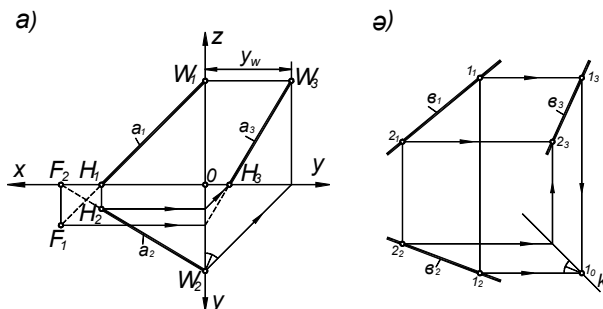
Профиль ізінің W_3 профиль проекциясын салу үшін $y_W=[OW_2]$ кесіндісін түсіреміз, немесе былай жасаймыз:

- W_2 арқылы y_3 осімен қиылысқанша $\angle 45^\circ$ бұрыш құрайтын түзу (бұл катеттері

$[OW_2]=y_W$ болатын үшбұрыштың гипотенузасы) және вертикаль түзу жүргіземіз;

- W_1 арқылы (W_1W_3) байланыс сызығын жүргіземіз.

W_3 белгілі жағдайда бола тұрғанда түзудің l_3 профиль проекциясын салу үшін фронталь ізінің F_3 профиль проекциясын немесе H_3 горизонталь ізін салсақ жеткілікті (салынуы нұсқамалары бар байланыс сызықтарымен көрсетілген).



2.4-сурет. Түзу сызықтың үш көріністі сызбасы: а)- $a\{a_1, a_2\}$ – түзуінің іздері;

ә) $b\{b_1, b_2\}$ – түзуінің үш көріністі сызбасы

Егер $b\{b_1, b_2\}$ түзу сызығы осі жоқ сызбада берілген болса (2.4-сурет, ә) және оның b_3 профиль проекциясын салу керек болса, онда бұл үшін:

- нүкте таңдалады, мысалы $1\{1_1, 1_2\}$, және горизонталь байланыс сызығының бойында оның 1_3 профиль проекциясы беріледі;
- $1-1_0-1_3$ байланыс сынық сызығы және кешенді сызбаның k тұрақты сызығы салынады;
- 2_1 нүктесі таңдалады, және 2_2-2_3 анықталады;
- 1_3-2_3 арқылы b_3 жүргізіледі.

2.2. ЖЕКЕ (ДЕРБЕС) ЖАҒДАЙДАҒЫ ТҮЗУ СЫЗЫҚТАР

Проекциялар жазықтығына параллель немесе перпендикуляр орналасқан түзу сызықтарды жеке (дербес) жағдайдағы түзулер деп атайды. Олар *деңгейлік* және *проекциялаушы түзулерге* бөлінеді.

2.2.1. Деңгейлік түзулер.

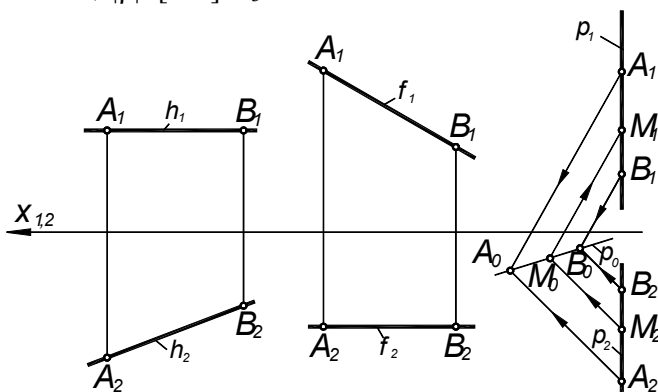
Проекциялар жазықтығына параллель түзу сызықтарды *деңгейлік түзулер* деп атайды. Горизонталь проекциялар жазықтығына параллель түзу сызық *деңгейлік горизонталь түзуі*, немесе, *горизонталь* деп аталады. Оны h әрпімен белгілейді: $h\{h_1, h_2\} // \pi_2$ (2.5-сурет, а).

Горизонтальдың барлық нүктелерінің биіктіктері (аппликаталары) бірдей болады ($z=Const$), сондықтан $[AB] \in h_1 // x$. Горизонталь проекциялар жазықтығына (π_2 -ге) ол нақты шамасымен проекцияланады: $[AB] \in h \Rightarrow |AB| = |A_2B_2|$; ал α бұрышы $[AB]$ кесіндісінің π_1 жазықтығына көлбеу бұрышына тең: $|\alpha| = [AB]^\wedge \pi_1$.

Фронталь проекциялар жазықтығына параллель түзу сызық *деңгейлік фронталь түзуі* немесе *фронталь* деп аталады. Оны f әрпімен белгілейді: $f\{f_1, f_2\} // \pi_1$ (2.5-сурет, ә).

Фронтальдың барлық нүктелерінің тереңдіктері (ординаталары) бірдей ($y=Const$), және сондықтан $[A_2B_2] \in f_2 // x$. π_1 -ге

$[AB]$ фронталі нақты шамасына проекцияланады: $[AB] \in f \Rightarrow \Rightarrow |AB| = [A_1B_1]$; және β бұрышы $[AB]$ кесіндісінің π_2 -ге көлбеу бұрышына тең: $|\beta| = [AB]^\wedge \pi_3$



2.5-сурет. Деңгейлік сызықтар: а) горизонталь; ә) фронталь; б) профиль түзуі.

Профиль проекциялар жазықтығына параллель $p // \pi_3$ – түзу сызықты **деңгейлік профиль түзуі** деп атайды (2.5-сурет, б). p_1 және p_2 проекцияларының арасында бір мәнді сәйкестілік жоқ, өйткені $p_1 \perp x$ және $p_2 \perp x$. p_1, p_2 проекцияларының әрқайсысы сансыз көп профиль түзулерінің бірі болып табылады. Олардың ішінен жалғыз профиль түзуін алу үшін түзу бойынан екі нүктені, мысалы $A\{A_1, A_2\}$ және $B\{B_1, B_2\}$, немесе p_3 профиль проекциясын (2.5-сурет, в-да көрсетілмеген) беру керек.

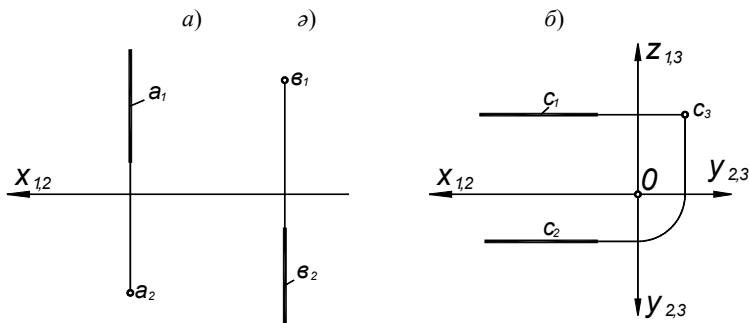
p деңгейлік профиль түзуіне тиесілі M нүктесінің M_1, M_2 проекцияларының салынуы, үш нүктенің қарапайым қатынасының сақталу шартынан орындалады: $(A_2 B_2 M_2) = (A_1 B_1 M_1)$.

Осындай $M \in p$ нүктесінің берілген M_2 горизонталь проекциясы бойынша M_1 фронталь проекциясын салу алгоритмдерінің біреуі 2.5-сурет, б-да көрсетілген: A және B нүктелері арқылы параллель түзулер жүргізіліп, сәйкес түзулердің A_0, B_0 қиылысу нүктелері белгіленеді; A_0, B_0 нүктелері p_0 «сыну осін» анықтайды; сосын M_2 арқылы $M_2 M_0 // A_2 A_0$ түзуі, ал $M_0 = M_2 M_0 \cap A_0 B_0$ нүктесі арқылы $M_0 M_1 // A_0 A_1$ түзуі жүргізіледі; Осыдан $M_1 = M_2 M_0 = A_1 B_1$ нүктесі

ізделінді нүктесі болады. Дәл осындай жолмен $M \in p$ нүктесінің берілген M_1 фронталь проекциясы бойынша M_2 горизонталь проекциясы салынады.

2.2.2. Проекциялаушы түзулер

Проекциялар жазықтығына перпендикуляр түзулер **проекциялаушы түзулер** деп аталады (2.6-сурет).



2.6-сурет. Проекциялаушы түзулер: а) горизонталь проекциялаушы түзу; ә) фронталь проекциялаушы түзу; б) профиль проекциялаушы түзу.

$a \perp \pi_2$ түзуі **горизонталь проекциялаушы** түзу деп аталады (2.6-сурет, а). Оның фронталь проекциясы, мысалы $[AB] \in a$ кесіндісі нақты шамасына проекцияланады ал горизонталь проекциясы нүктеге туындалады: $[AB] \in a \Rightarrow |AB| = |A_1 B_1|$; $a_1 \rightarrow a_2^*$

$b \perp \pi_1$ түзуі **фронталь проекциялаушы** түзу деп аталады (2.6-сурет, ә). Оның горизонталь проекциясы, мысалы $[CD] \in b$ кесіндісі нақты шамасына проекцияланады, ал фронталь проекциясы нүктеге туындалады: $[CD] \in b \Rightarrow |CD| = |C_2 D_2|$; $b_1 \rightarrow b_2^*$

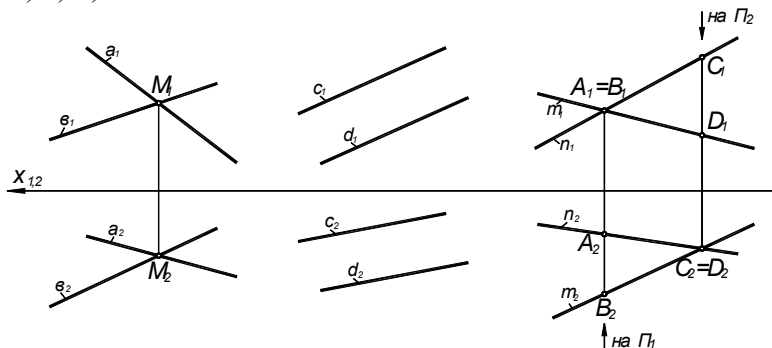
$c \perp \pi_3$ түзуі **профиль проекциялаушы** түзу деп аталады (2.6-сурет, б), оның горизонталь және фронталь проекциялары x осіне параллель болады да, профиль проекциясы нүктеге айналады:

$$[EF] \in c \Rightarrow |EF| = |E_2 F_2|; c_1 \rightarrow c_3^*$$

2.2.3. Түзулердің өзара орналасуы

Кеңістікте екі түзу өзара қиылысушы ($a \cap b$), параллель ($c//d$) және айқасушы m^0/n түзулер болып орналасуы мүмкін (2.7-сурет):

а) ә) б)



2.7-сурет. Түзу сызықтардың өзара орналасуы:

а) қиылысушы түзулер; ә) параллель түзулер; б) айқасушы түзулер.

Екі қиылысушы түзулердің ортақ нүктесі болады. Сондықтан сызбада олардың горизонталь және фронталь проекцияларының қиылысу нүктесі осы ортақ нүктесінің проекциялары болып табылады (2.7-сурет, а):

$$a \cap b = M \Leftrightarrow a_1 \cap b_1 = M_1, a_2 \cap b_2 = M_2$$

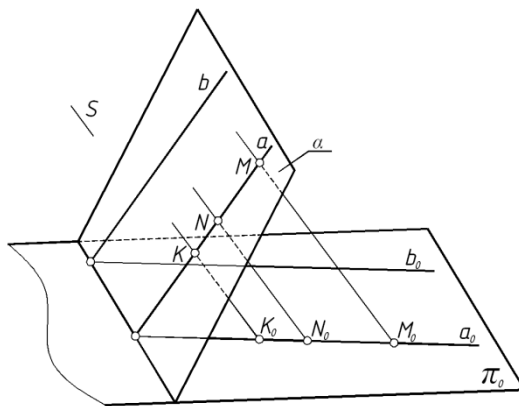
Екі c және d параллель түзулердің аттас проекциялары параллель болады: $c//d \Rightarrow c_1//d_1, c_2//d_2$ (5.7-сурет, ә). Бұл параллель проекциялаудағы параллельділік қасиетінің сақталуынан туындаған.

Екі айқасушы түзулердің ортақ нүктесі болмайды. Сондықтан олардың горизонталь және фронталь проекцияларының қиылысу нүктелері бір байланыс сызығының бойында орналаспайды, яғни екі әртүрлі нүктелердің беттескен проекциялары болып табылады (2.7-сурет, б). Мұндай нүктелер бұған дейін көрсетілген бәсекелес нүктелер қатарына жатады, олар арқылы фигуралардың өзара орналасуындағы көрінетіндігін анықтауға болады. π_1 -де B нүктесі A нүктесін жауып тұр, яғни ол көрінетін нүкте, өйткені ол қараушыға жақынырақ орналасқан (оның B_2 горизонталь проекциясы x осінен қашығырақ орналасқан). Сондай-ақ π_2 -де C

нүктесі D нүктесін жауып тұр, π_2 , өйткені C нүктесі D нүктесінен биігірек орналасқан (C_1 проекциясы x осінен D_1 проекциясына қарағанда жоғарырақ орналасқан).

2.3. ЖАЗЫҚТЫҚТЫҢ СЫЗБАЛАРЫ

Жазықтық сызбасын салудың түбегейлі ерекшеліктері бар. Егер нүкте мен түзу сызық сызбада өздерінің проекцияларымен кескінделсе, онда кейбір α жазықтығының нүктелерін қандай да бір π_0 проекциялар жазықтығына проекциялау берілген жазықтық пен проекциялар жазықтығының нүктелер арасында сәйкестік орнатуға алып келеді. Параллель (жеке жағдайда тікбұрышты) проекциялау жағдайында бұл сәйкестік параллель проекциялау қасиеттерінен (2.8-сурет) тікелей туындалатын келесі қасиеттерге ие болады:



2.8-сурет. Нүктелердің тектес сәйкестілігі

- a түзуіне a_0 түзуі сәйкес;
- тиесілік сақталынады ($M \in a \Leftrightarrow M_0 \in a_0$);
- параллельдік сақталынады ($a // b \Leftrightarrow a_0 // b_0$);
- үш нүктенің қарапайым қатынастары сақталынады ($(MNK) = (M_0N_0K_0)$).

Аталған қасиеттерге ие болатын нүктелік сәйкестілік перспективалы – аффиндік немесе тектес сәйкестілік деп аталады.

A^i нүктелерін екі π_1, π_2 проекциялар жазықтығына проекциялау барысында жоғарыда келтірілген қасиеттерге ие $\pi_1\{A_1^i\}$ фронталь проекциялар және $\pi_2\{A_2^i\}$ горизонталь проекциялар өрістерінің арасында бір мәнді сәйкестілік орнатылады: $\pi_1\{A_1^i\} \subset \pi_2\{A_2^i\}$. Сонымен екі параллель проекциялау көмегімен қос кескіндер тәсілі схемасымен алынған кез келген сызбада жазықтық тектес сәйкестілікпен модельденеді (кескінделеді).

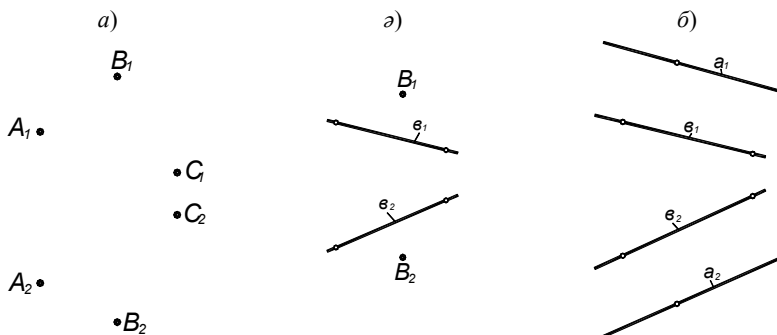
Жалғыз жазықтықты бөліп алатын параметрлер жиынтығын оның **анықтаушысы** деп атайды.

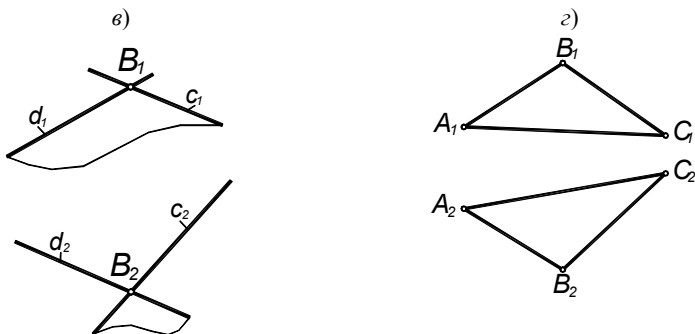
Сызбада жазықтықты берудің әртүрлі варианттары, яғни оның тектес сәйкестілігінің әртүрлі элементтері қолданылады. Олардың негізінде жазықтықтың үш A, B, C нүктелерінің проекцияларымен берілуі жатыр (2.9 а-сурет). Мұндайда жазықтықтың берілуін былай жазады: $\alpha\{A, B, C\}$

Егер екі нүктесі арқылы, мысалы B және C арқылы ω түзуін жүргізсек, онда жазықтық нүкте мен түзу арқылы берілген болады, яғни $\alpha\{B, \omega\}$ (5.9 ә-сурет).

Сондай ақ B нүктесі арқылы $a//\omega$ түзуін жүргізуге болады, сонда жазықтық параллель түзулер арқылы, $\alpha\{a//\omega\}$ (2.9 б-сурет), немесе $(AB) \subset d, (BC) \subset c$ етіп алсақ, онда жазықтық $\alpha\{d \cap c\}$, қиылысушы түзулер арқылы берілген болып табылады (2.9 в-сурет).

Сызбаның көрнекілігін жақсарту мақсатында, шартты түрде жазықтықта жататын ирек сызықты (2.9 в-сурет) немесе жазық фигураның бөлігін, мысалы ABC үшбұрышын (2.9 г-сурет) көрсетеді.



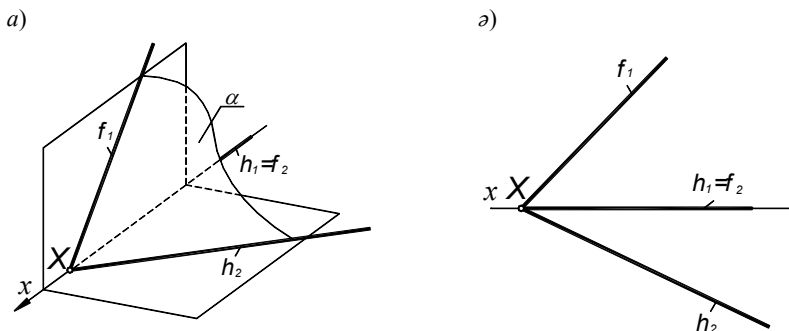


2.9-сурет. Жазықтықтың сызбада берілу варианттары:

а) $\alpha\{ABC\}$, ә) $\alpha\{B, \theta\}$, б) $\alpha\{a//\theta\}$, в) $\alpha\{d \cap c\}$, з) $\alpha\{\Delta ABC\}$

Сондай-ақ α жазықтығы іздерімен де беріле алады (2.10 а-сурет). Жазықтықтың **ізі** деп оның проекциялар жазықтығымен қиылысқан сызығын айтады. $f = \alpha \cap \pi_1$ сызығын α жазықтығының **фронталь ізі** деп атайды. Сызбада f фронталь ізінің f_1 горизонталь проекциясы әр уақытта x осімен беттеседі: $f_1 \in x$.

$h = \alpha \cap \pi_2$ сызығын α жазықтығының **горизонталь ізі** деп атайды, оның h фронталь проекциясы x осімен беттеседі: $h_1 \in x$. $X = f \cap h$ нүктесі іздердің **тоғысу нүктесі** деп аталады. Сызбада іздері арқылы берілген жазықтық 2.10 ә-суретте көрсетілгендей етіп беріледі.



2.10-сурет. Жазықтықтың іздерімен берілуі.

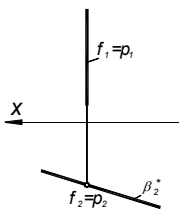
2.9-суреттер және 2.10-да кеңістікте еркінше орналасқан жазықтықтар кескінделген. Мұндай жазықтықтарды **жалпы**

жағдайда орналасқан жазықтықтар, немесе қысқаша **жалпы жағдай жазықтықтар** деп атайды.

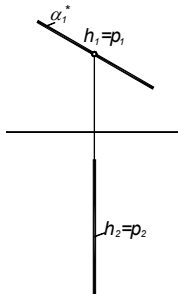
2.3.1. Жеке дербес жағдайда орналасқан жазықтықтар, немесе қысқаша **дербес жағдай жазықтықтар** деп проекциялар жазықтығына параллель немесе перпендикуляр жазықтықтарды атаймыз. Проекциялар жазықтығына перпендикуляр жазықтық **проекциялаушы**, ал оған параллель – **деңгейлік жазықтық** деп аталады.

Монж сызбасында (эпюре) проекциялаушы жазықтықтар проекциялар жазықтықтарының қайсыбіріне перпендикуляр орналасуына байланысты фронталь, горизонталь және профиль проекциялаушы жазықтықтар деп аталады (2.11-сурет). Мұндайда проекциялаушы жазықтықтардың бір проекциясы түзуге айналады (туындайды). Сондықтан мұндай жазықтыққа тиесілі кез келген фигураның сәйкес проекциясы да түзуге айналады (туындайды). Проекциялаушы жазықтық сызбада өзінің түзуге айналған (туындалған) проекциясымен беріледі. Әрине, ол жалпы жағдай жазықтық сияқты, оны анықтайтын нүктелер және (немесе) түзулермен берілуі мүмкін. Мұндайда бұл элементтердің сәйкес проекциялары жазықтықтың түзуге айналған проекциясымен беттеседі. Нәтижесінде горизонталь проекциялаушы жазықтықтың анықтаушысы $\beta\{\beta^*_2\}$, ал α фронталь проекциялаушы жазықтық - $\alpha\{\alpha^*_2\}$ деп жазылады. (2.11 а,ә-сурет)

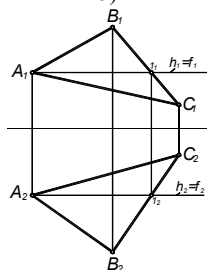
Горизонталь
проекциялаушы
жазықтық ($\beta \perp \pi_2$)
а)



Фронталь
проекциялаушы
жазықтық ($\alpha \perp \pi_1$)
ә)



Профиль проекциялаушы
жазықтық ($\gamma \perp \pi_3$)
б)



2.11-сурет. Проекциялаушы жазықтықтар: а) горизонталь проекциялаушы жазықтық; ә) фронталь проекциялаушы жазықтық; б) профиль проекциялаушы жазықтық.

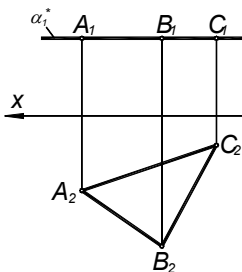
Профиль проекциялаушы жазықтықты екі көріністі сызбада π_1, π_2 проекциялар жазықтықтары жүйесінде кескіндегенде мұндай жазықтықтың горизонтальдары және фронтальдары профиль проекциялаушы түзу болады: $f^h \in \alpha \perp \pi_3 \Rightarrow f_1 = h_1; f_2 = h_2$

Яғни, үш деңгейлік сызықтарының қандай да екеуі проекциялаушы түзулерге туындайтыны (өзгеруі) проекциялаушы жазықтықтардың белгісі болып табылады.

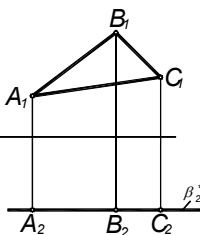
Бұл екі жазықтықтың өзара перпендикулярлығының белгісімен үйлеседі: проекциялаушы жазықтықтың проекциялаушы түзуі болатындықтан, ол проекциялар жазықтығына перпендикуляр болады.

Деңгейлік жазықтықтар проекциялаушы жазықтықтардың жеке (дербес) жағдайлары болып табылады. Олар, проекциялаушы жазықтықтар сияқты, әдетте өздерінің түзуге айналған (туындалған) проекцияларымен кескінделеді. 2.12-суретте деңгейлік жазықтықтардың Монж сызбасындағы кескіндері келтірілген:

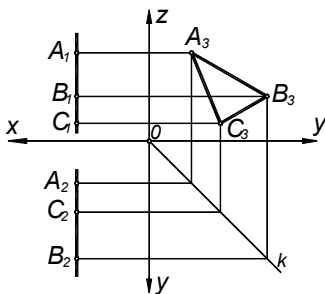
Горизонталь деңгейлік
жазықтық



Фронталь деңгейлік
жазықтық



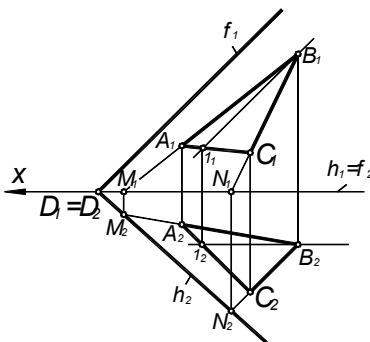
Профиль деңгейлік
жазықтық



2.12-сурет. Деңгейлік жазықтықтар

Деңгейлік жазықтыққа тиесілі фигура сәйкес проекциялар жазықтығына нақты шамасына проекцияланады:
 $|\Delta A_2 B_2 C_2| = |\Delta ABC|$ (2.13 а, ә-сурет)

2.3.2. Жазықтықтың іздерін салу алгоритмі



2.13-сурет. Жазықтықтың іздерін салу алгоритмі

Сызбада (эпюре) жазықтықтардың берілуін қарастыра отырып, айтуға болады, егерде жазықтықтар іздерімен – олардың проекциялар жазықтықтарымен қиылысу сызықтарымен (2.10-суретке қараңыздар) берілген болса, көптеген есептердің шешімдері едәуір ықшамдалды. Былайша айтқанда, жазықтықтың іздері – бұл нөлдік деңгейдегі сызықтар.

Бұл анықтаудан оларды салу алгоритмдері келіп шығады. Монж сызбасында (2.13-сурет) $\alpha\{ABC\}$ жазықтығының h, f іздерін салу мынадай реттілікте орындалады.

1) h горизонталь ізі AB және BC түзулерінің M және N горизонталь іздерімен анықталады;

2) f фронталь ізі іздердің тоғысу $(D_1=D_2)=h_2 \cap x_{l2}$ нүктесі арқылы өтетін және $\alpha\{ABC\}$ жазықтығының қалауынша алынған f фронталіне параллель болады.

2.3.3. Жазықтықтың ерекше сызықтары

Жазықтықтың ерекше сызықтарына оның деңгейлік сызықтары және ең үлкен еңіс сызығы жатады. Берілген жазықтықтың π_2 жазықтығына ең үлкен еңіс сызығын жазықтықтың ең үлкен еңісі деп атайды.

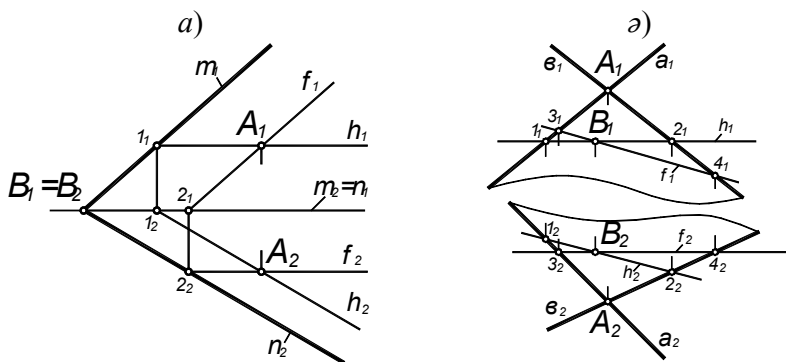
Жазықтықтың **горизонтальдары** деп осы жазықтыққа тиесілі және горизонталь проекциялар жазықтығына параллель

түзулерді, ал фронталь проекциялар жазықтығына параллель түзулерді – **фронтальдар** деп атайды.

Іздерімен берілген $\alpha \{f \cap h\}$ жазықтығының h горизонталі мен f фронталін $A \in \alpha$ нүктесі арқылы өтетін етіп салайық (2.14 а-сурет).

$A \in \alpha$ нүктесі арқылы өтетін h горизонталінің h_1 фронталь проекциясы x осіне параллель ($h_1 // x$). Олай болса, $l \{1_1 1_2\} = h_1 \cap \pi_1$ – нүктесі горизонтальдың фронталь ізі болады. Сонда 1_2 нүктесі арқылы горизонтальдың h_2 горизонталь проекциясы жазықтықтың n_2 ізіне параллель етіп жүргізіледі. Оның h_2 проекциясы A_2 нүктесі арқылы өтетіні көрініп тұр.

Осы жазықтықтың f фронталін салу горизонталь түзуді салғанға ұқсас.



2.14-сурет. Жазықтықтың горизонтальдарын және фронтальдарын салу

$\alpha \{a \cap \epsilon\}$ жалпы жағдай жазықтығының (2.14 б-сурет) $B \in \alpha$ нүктесі арқылы өтетін горизонталін салуды оның фронталь проекциясынан бастайды, және де $h_1 // x$ проекциясын жазықтықтың берілген элементтерін қиып өтетіндей етіп жүргізеді. Біздің мысалда:

- 1) $h_1 \supset B_1 // x$;
- 2) $1_1 = h_1 \cap a_1$;
- 3) $1_1 \downarrow 1_2 \wedge 1_1 \in a_2$;
- 4) $2_1 \downarrow 2_2 \wedge 2_2 \in \epsilon_2$;
- 5) $1_2 \cup 2_2 = h_2$;
- 6) $4_2 = f_2 \cap \epsilon_2$;

f фронтальды да салу жолы ұқсас:

- 1) $f_2 \supset B // x$;
- 4) $4_2 = f_2 \cap \epsilon_2$;

- 2) $3_2 = f_2 \cap a_2$; 5) $4_2 \uparrow 4_1 \wedge 4_1 \in \sigma_1$;
 3) $3_2 \downarrow 3_2 \wedge 3_1 \in a_1$; 6) $3_1 \cup 4_1 = f_1$;

2.3.4. Нүктелер мен түзулердің жазықтыққа тиесілігін (тиістілігін) анықтайтын есептер

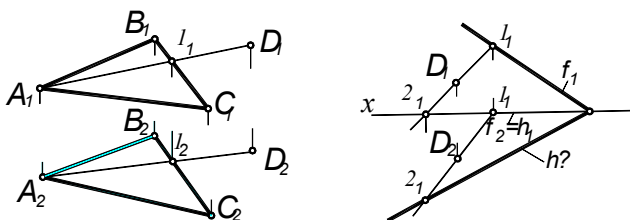
Тиесілікті анықтайтын есептер мектеп геометриясынан белгілі екі жағдайға негізделген:

1. Нүкте жазықтыққа тиесілі, егер ол осы жазықтықта жататын қандай да бір түзуге тиесілі болса;

2. Түзу жазықтыққа тиесілі, егер оның жазықтықпен екі ортақ нүктесі болса.

Сызбада жазықтыққа тиесілі нүктені салу үшін оның бір проекциясын береді, сосын екінші (жетіспей тұрған) проекциясын берілген нүкте арқылы жүргізілген түзудің көмегімен табады.

Мысал. $\alpha \{ \triangle ABC \}$ жазықтығына тиесілі D нүктесін салу керек (2.12 а-сурет). Сызбада D нүктесінің бір проекциясын (D_1 проекциясы) берілген.



2.15-сурет. Нүктенің және түзудің жазықтыққа тиесілігі

Олай болса, α жазықтығында D нүктесі арқылы өтетін түзуді, мысалы оның (A_1D_1) фронталь проекциясын аламыз. (BC) және (AD) түзулері бір жазықтықта жатыр, олай болса $l = (BC) \cap (AD)$ және $l_1 = (B_1C_1) \cap (A_1D_1)$, ал l_2 -ні байланыс сызығы арқылы (B_2C_2) бойынан белгілейміз. Сонан соң (A_2I_2) түзуін жүргізіп оның бойынан байланыс сызығы бойынша D_2 проекциясын табамыз.

5.15 ә-суретте осы есеп іздері арқылы берілген $\alpha \{ f \cap h \}$ жазықтығы үшін көрсетілген.

$D \in \alpha$ нүктесінің D_2 проекциясы берілген делік. D_1 фронталь проекциясын табу керек.

α жазықтығында D нүктесі арқылы қалауымызша (1-2) түзуін жүргіземіз. Ол үшін D_1 арқылы (1_2-2_2) проекциясын жүргізіп, (1_1-2_1) проекциясын саламыз. Сосын байланыс сызығы бойынша D_1 -ді белгілейміз.

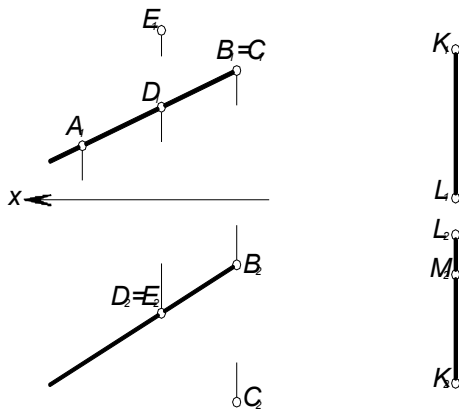
**Өзін-өзі тексеруге арналған сұрақтар,
жаттығулар және тест тапсырмалары.**

1. Сызбада түзу сызық қандай тәсілдермен берілуі мүмкін?
2. Жалпы жағдай түзу сызығының сызбасын, деңгейлік түзулердің сызбаларының мысалдарын келтіріңіздер.
3. Деңгейлік түзу сызықтарының сызбасында қандай ерекшеліктер болады?
4. Қандай жағдайда кесінді ұзындығы оның проекцияларының біріне тең болады?
5. Проекциялар жазықтығында орналасқан түзу сызық сызбада қалай кескінделеді?
6. Нүктенің түзуге тиесілігі сызбада қалай анықталады?
7. Сызбада параллель, қиылысатын, айқас түзулерді қалай ажыратады?
8. Түзудің ізі дегеніміз не?
9. Жалпы жағдай жазықтықты қандай геометриялық элементтерімен беруге болады? Жазықтықтың анықтаушысы дегеніміз не?
10. Сызбада (эрюрде) жалпы және жеке (дербес) жағдай жазықтықтарды қалай беруге болады? Олардың модельдерін мысал етіп келтіріңіздер.
11. Жазықтықтың ізі дегеніміз не?
12. Жазықтықтың горизонталь ізінің фронталь проекциясы және фронталь ізінің горизонталь проекциясы қай жерде орналасады?
13. Нүкте мен түзудің жазықтыққа тиесілігінің белгілері қандай?
14. Сызбада түзудің жазықтыққа тиесілігін қалай анықтауға болады?
15. Жазықтыққа тиесілі нүктені қалай салуға болады?

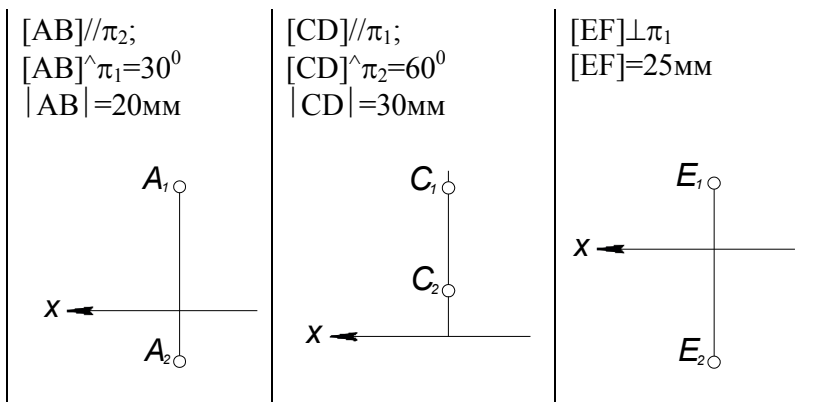
16. Қандай жазықтықтарды проекциялаушы және деңгейлік деп атайды? Олардың айырмашылығы неде? Оларды кескіндейтін мысалдар келтіріңіздер.

17. Қандай сызықтарды жазықтықтың ерекше сызықтары деп атайды?

18. Түзулердің екеуінің кескіндері берілген. Осы түзулерге тиесілі A_2 және M_1 нүктелерінің проекцияларын салыңыз. В, С және D, Е нүктелері түзуге қатысты қалай орналасқан. Көрінбейтін нүктені жақша ішіне алыңыздар. (AB) түзуінің іздерін табыңыздар. Түзулер мен нүктелердің үшінші проекцияларын салыңыздар.

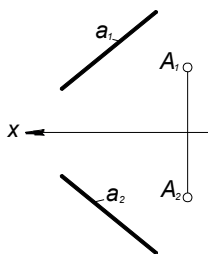


19. $[AB]$, $[CD]$ және $[EF]$ кесінділерінің проекцияларын салыңыздар:



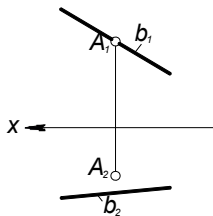
20. А нүктесі арқылы ℓ түзуін жүргізіңіздер:

$\ell // \pi_1$;
 $\ell \cap a$



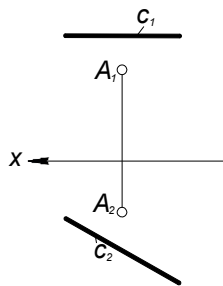
Есептің ГША-сын жазыңыздар

$\ell // b$



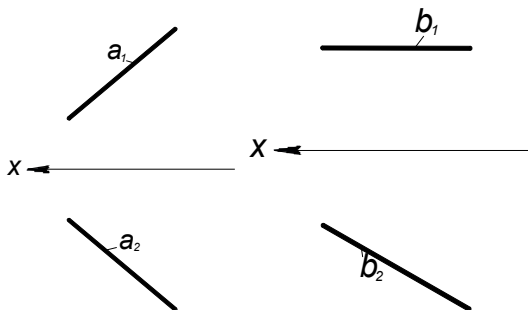
Түзулердің сызбада кескінделу ерекшеліктерін атаңыздар

$\ell \perp c$



Айқас түзулердің бойынан бәсекелес нүктелерді көрсетіңіздер және олардың көрінетіндігін анықтаңыздар

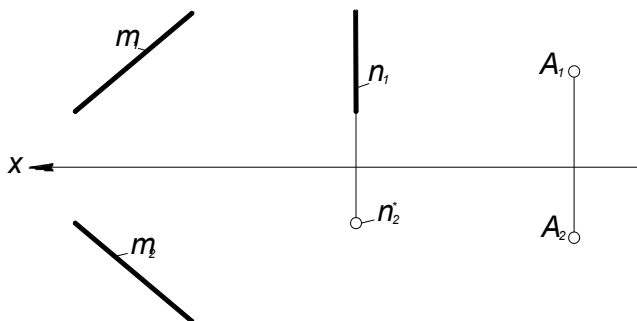
20. Берілген a және b түзулерінің π_1 және π_2 проекциялар жазықтықтарымен қиылысатын нүктелерін салыңыздар және олардың қай ширектен өтетінін анықтаңыздар.



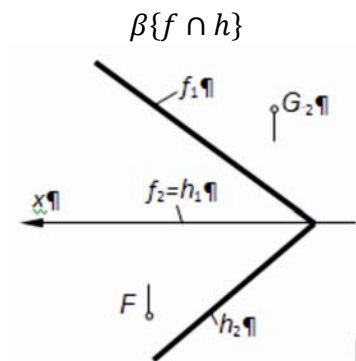
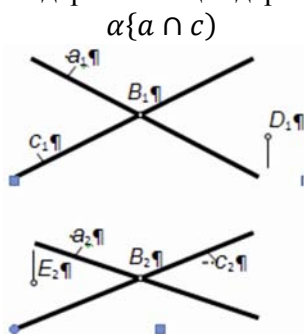
21. Кеңістіктің I, II және IV ширектерінен өтетін түзудің проекцияларын салыңыздар.



22. Берілген m және n түзулерімен қиылысатын A нүктесі арқылы өтетін ℓ түзуін жүргізіңіздер.

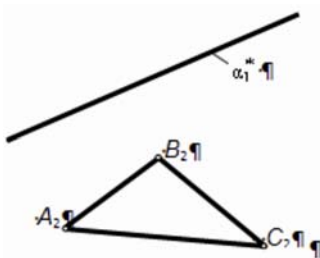
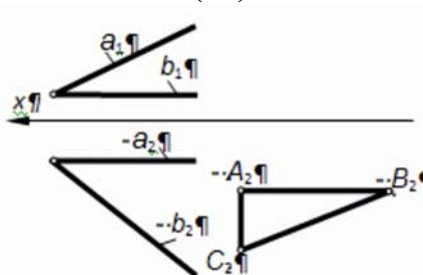


24. Берілген жазықтықтарға тиесілі D , E нүктелерінің жетіспейтін проекцияларын салыңыздар. Есепті шешу алгоритмдерін жазыңыздар.



25. α жазықтығына тиесілі ABC үшбұрышының фронталь проекцияларын салыңыздар.

$$\alpha\{a \cap b\} \quad \alpha\{a_*^*\}$$

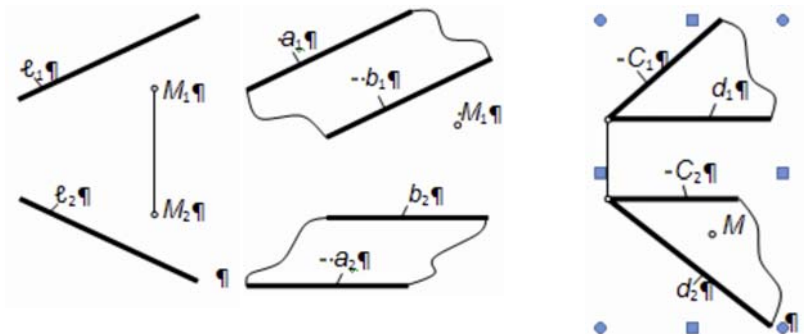


26. Берілген жазықтықтарда М нүктесі арқылы өтетін деңгейлік $h\{h_1, h_2\} // \pi_2$ және $f\{f_1, f_2\} // \pi_1$ түзулерін жүргізіндер:

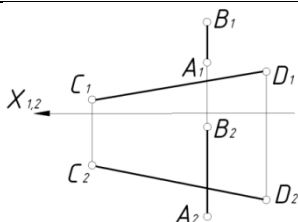
$\alpha \{M, \ell\}$

$\alpha \{a // b\}$

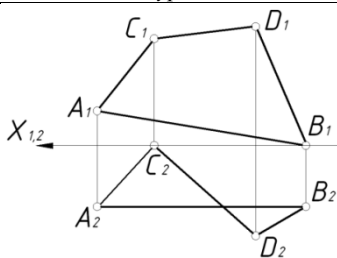
$\alpha \{c \cap d\}$



27. Қайсы суретте АВ түзуі горизонталь-проекциялаушы болып табылады?

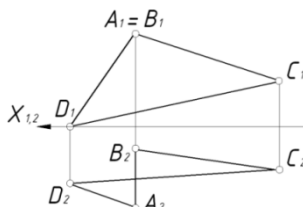


1-сурет

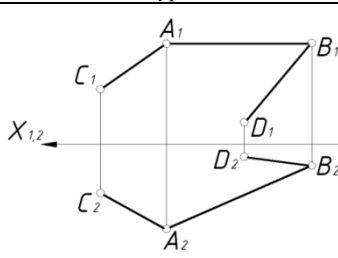


2-сурет

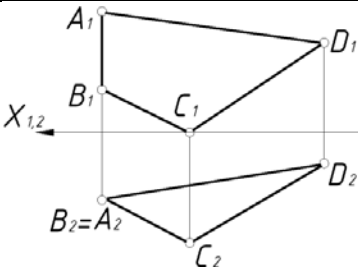
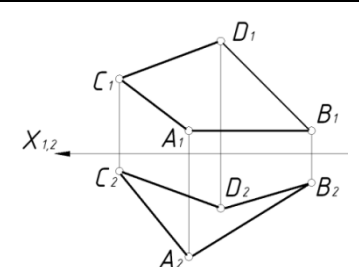
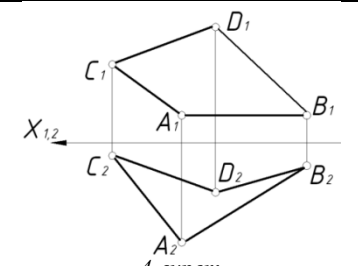
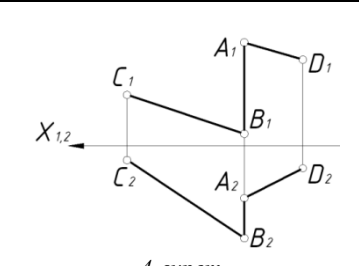
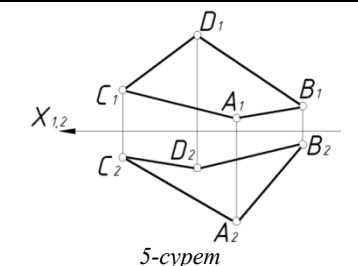
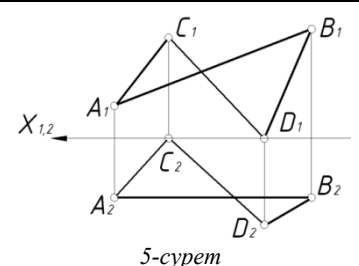
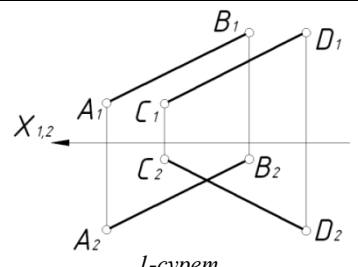
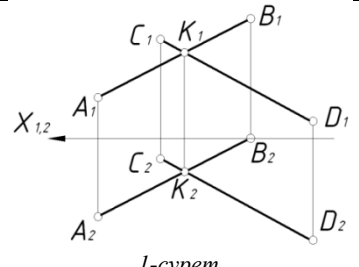
28. Қайсы суретте АВ түзуі фронталь-проекциялаушы болып табылады?



1-сурет



2-сурет

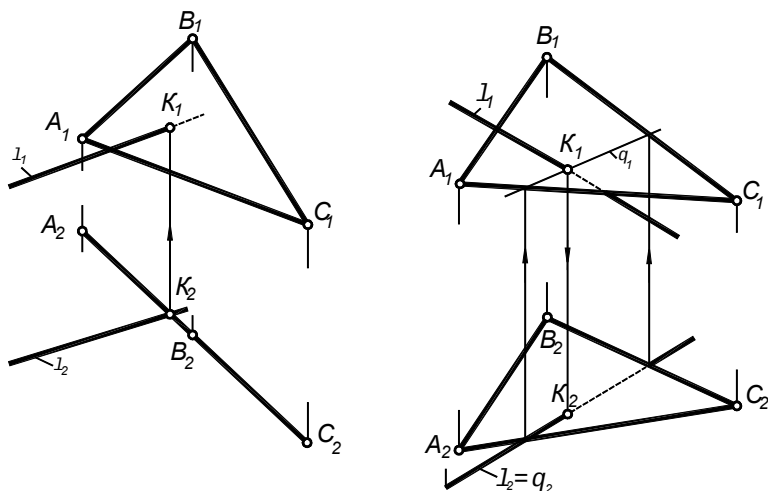
 3-сурет	 3-сурет
 4-сурет	 4-сурет
 5-сурет	 5-сурет
Дұрыс жауабы: _____ - сур.	Дұрыс жауабы: _____ - сур.
29. Қайсы суретте АВ және СД түзулері өзара параллель?	30. Қайсы суретте К нүктесі АВ және СД түзулерінің қиылысу нүктесі болып табылады?
 1-сурет	 1-сурет

2-сүрөт	2-сүрөт
3-сүрөт	3-сүрөт
4-сүрөт	4-сүрөт
5-сүрөт	5-сүрөт
Дұрыс жауабы: _____ - сүр.	Дұрыс жауабы: _____ - сүр.

3. СЫЗБАНЫ ТҮРЛЕНДІРУ ТӘСІЛДЕРІ

Сызбаны түрлендіру тәсілдері геометриялық фигураларды проекциялар жазықтықтарына қатысты дербес жағдайға келтіру үшін қолданылады. Егер геометриялық фигуралар дербес жағдайда орналасса, онда позициялық және метрикалық есептерді шешудің графикалық алгоритмдері едәуір *ықшамды* болады. Мысал ретінде түзу мен жазықтықтың қиылысу нүктесі анықталатын есепті келтіруге болады (3.1-сурет)

Проекциялаушы, яғни дербес жағдайда орналасқан $\alpha\{\Delta ABD\}$ жазықтығын (3.1 а-сурет), оның жалпы жағдайда орналасқанымен (3.1 ә-сурет) салыстыралық. Дербес жағдайда орналасқан жазықтықтың берілген l түзуімен қиылысу нүктесі *өте оңай* анықталатыны түсінікті.



3.1-сурет. Түзу мен жазықтықтың қиылысу нүктесі:

а) түзудің проекциялаушы жазықтықпен қиылысуы; ә) түзудің жалпы жағдай жазықтықпен қиылысуы.

Сызбаны түрлендіру тәсілдері екі топқа бөлінеді:

1. Координаталар жүйесін түрлендіру:
 - а) проекциялар жазықтығын *алмастыру* тәсілі;
 - ә) қосымша проекциялау тәсілі;
2. Кеңістікті түрлендіру:

- а) жазық параллель қозғалу тәсілі;
- ә) проекциялаушы түзу бойынан *айналдыру* тәсілі;
- б) деңгейлік түзу бойынан *айналдыру* тәсілі.

Сызбаны түрлендіру арқылы шығарылатын барлық позициялық есептер келесі төрт негізгі есептерді шешуге келтіріледі:

- 1) жалпы жағдай түзуді деңгейлік түзуге түрлендіру;
- 2) жалпы жағдай түзуді проекциялаушы түзуге түрлендіру;
- 3) жалпы жағдай жазықтықты проекциялаушы жазықтыққа түрлендіру;
- 4) жалпы жағдай жазықтықты деңгейлік жазықтыққа түрлендіру.

Осы есептерді шешу үшін қолданылатын сызбаны түрлендіру тәсілдерінің екеуіне ғана тоқталамыз, олар ***проекциялар жазықтығын алмастыру*** және ***айналдыру*** тәсілдері.

3.1. ПРОЕКЦИЯЛАР ЖАЗЫҚТЫҒЫН АЛМАСТЫРУ ТӘСІЛІ

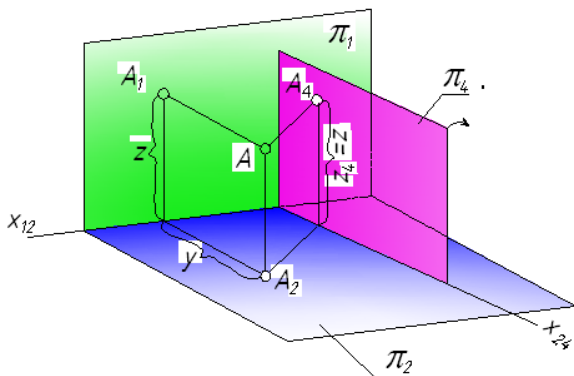
Бұл тәсіл мынадай екі ережеге негізделеді:

1. Геометриялық фигура кеңістіктегі өз орнын сақтайды, ал проекциялар жазықтықтары рет-ретімен өзгереді, сәйкесінше жаңа жазықтықтар жүйесінде ортогональ проекциялар алуды қамтамасыз ететін проекциялау аппараты және ескі мен жаңа координаталар жүйесі өзгереді.

2. Кез келген екі өзара перпендикуляр жазықтықтар проекциялар жазықтықтары болып қабылдануы мүмкін, мұндайда горизонталь және фронталь проекциялар жазықтықтары дейтін түсінік сақталынады

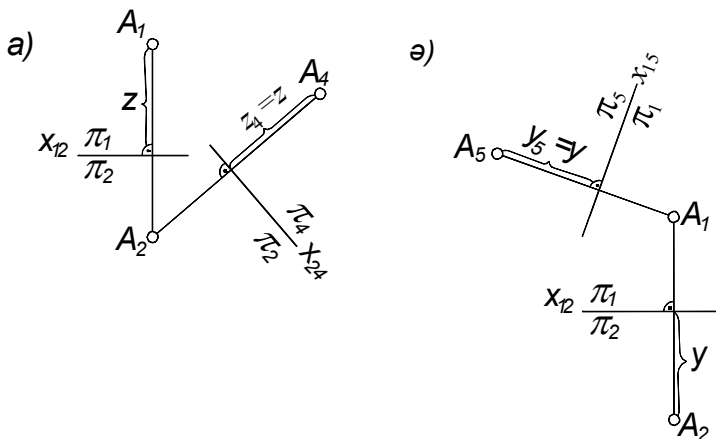
3.1.1. Проекциялар жазықтығын алмастыру алгоритмі

Бұл алгоритмнің негіздерін және заңдылықтарын нүкте мысалында қарастыралық.



3.2-сурет. Проекциялар жазықтықтарын алмастыру.

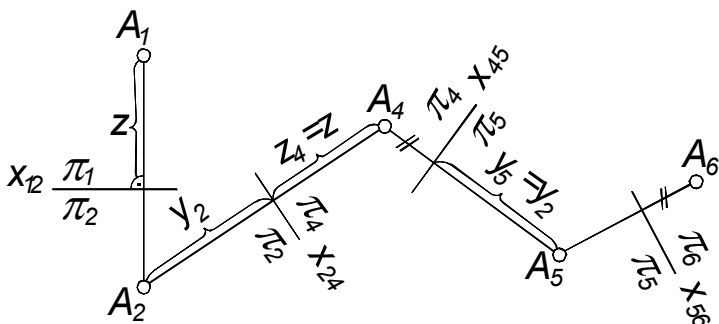
А нүктесін $\pi_1 \perp \pi_2$ жазықтықтарына проекциялайық және оның (y, z) координаталарын белгілейік (6.2-сурет). Жаңа $\pi_4 \perp \pi_2$ проекциялар жазықтығын таңдайық және оның фронталь проекциялар жазықтығы атауын сақтап қалайық. $x_{12} = \pi_1 \cap \pi_2$ проекциялық жүйесін ескі, ал $x_{24} = \pi_2 \cap \pi_4$ проекциялық жүйені жаңа жүйе деп атауға келісейік, x_{24} – жаңа проекциялар осі. Осы $A\{A_1, A_2\}$ -сі нүктесінің жаңа жүйедегі ортогональ проекцияларын салғанда, байқағанымыз $|AA_2| = z = z_4$, яғни мұндай π_1 фронталь проекциялар жазықтығын жаңа π_4 фронталь проекциялар жазықтығына алмастырғанда нүкте биіктігі өзгермейді. Бұл орынды нәтиже, өйткені π_2 жазықтығы мен А нүктесі (объектісі) өзара қатыстылық орындарын өзгерткен жоқ. Бұл жерде және ары қарай жаңа проекциялар жазықтықтарын π_4 -тен бастап белгілейміз, өйткені π_3 белгілеуіне профиль проекциялар жазықтығы иеленген болатын. Енді π_4 жазықтығын π_2 жазықтығымен x_{24} осінен айналдырып беттестіреміз де, А нүктесінің екі өзара байланысқан сызбасын (эпюрін) бір жазықтықта аламыз (3.3 а-сурет).



3.3-сурет. Проекциялар жазықтықтарының алмастырудың
эпюрге кескіндеу

Осыдан π_1 фронталь проекциялар жазықтығын алмастыру ережелері алынады:

- жаңа проекциялар жазықтығын енгізу үшін жаңа x_{24} проекциялар осін тандасак жеткілікті;
- жаңа (A_2A_4) байланыс сызығы жаңа x_{24} проекциялар осіне перпендикуляр болады, яғни $(A_2A_4) \perp x_{24}$.
- A_1 проекциясын ескі (алмастырылатын) z координатасы A_4 проекциясының жаңа (алмастырылған) z_4 координатасына тең.
-



3.4-сурет. Проекциялар жазықтықтарын рет-ретімен алмастыру.

Осындай алгоритммен π_2 горизонталь проекциялар жазықтығын (3.3 ә-сурет) жаңа π_5 жазықтығына алмастыруға

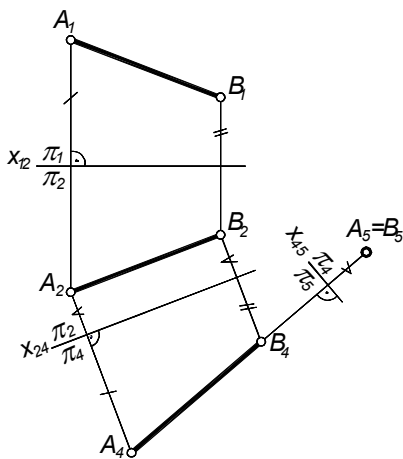
болады. Ол үшін жаңа x_{15} осінің орнын таңдап $(A_1 A_5) \perp x_{15}$ және x_{15} -тен $y_5=y$ ординатасын түсіреміз. Орнатылған ережелерді пайдаланып проекциялар жазықтығын бірінен кейін екіншісін ары қарай рет-ретімен алмастыра беруге болады (3.4-сурет):

Біз $x_{12}=\pi_1 \cap \pi_2$ жүйесінен біз фронталь проекциялар жазықтығын алмастырып $x_{24}=\pi_2 \cap \pi_4$ жүйесіне ауыстық, сосын $\square \pi_2$ горизонталь проекциялар жазықтығын алмастырып $x_{45}=\pi_4 \cap \pi_5$ жүйесіне ауыстық, бұл жерде A_5-A нүктесінің жаңа проекциясы болып табылады; сосын π_4 -ті π_6 -ға алмастырып $x_{56}=\pi_5 \cap \pi_6$ жүйесіне ауыстық, бұл жерде A_6-A нүктесінің жаңа проекциясы болады т.с.с.

3.2. НЕГІЗГІ ЕСЕПТЕРДІ ШЫҒАРУ АЛГОРИТМДЕРІ

Алдымен негізгі төрт есептерді шығару алгоритмдерін қарастыралық.

1-есеп. Жалпы жағдайда орналасқан АВ түзуін деңгейлік түзуге түрлендіру керек немесе, басқа сөздермен, АВ кесіндісінің нақты шамасын табу керек.



3.5-сурет. Түзуді деңгейлік және проекциялаушы жағдайға келтіру.

Бұл есепті шешу үшін берілген түзуге параллель жаңа проекциялар жазықтығын таңдаймыз. 3.5-суретте жаңа π_4 проекциялар жазықтығын АВ-ға параллель етіп аламыз, яғни жаңа x_{24} осін АВ түзуінің $A_2 B_2$ горизонталь проекциясына параллель етіп орналастырамыз: $x_{24} // [A_2 B_2]$.

Сонда $[A_4 B_4]$ проекциясы жаңа π_4 проекциялар жазықтығында оның А, В нүктелерінің, 3.3 ә-суретте келтірілген алгоритм бойынша салынған A_4, B_4 проекцияларымен анықталады.

2-есеп. Жалпы жағдайда орналасқан АВ түзуін проекциялаушы түзуге түрлендіру керек.

Бұл есеп бір ғана проекциялар жазықтығын алмастырумен шешіле алмайды, өйткені жаңа проекциялар жазықтығын бір мезгілде АВ түзуіне және проекциялар жазықтықтарының біреуіне перпендикуляр етіп алуға болмайды.

Сол себептен бұл есепті екі рет түрлендіру арқылы шығарамыз (3.5-сурет): π_1 -ді π_4 -ке алмастырып АВ түзуін $x_{24}=\pi_2 \cap \pi\pi_4$ жүйесінде деңгейлік түзуге түрлендіреміз (1-есепке қараңыз). Екінші түрлендірумен, яғни π_2 -ні π_5 -ке алмастырып, (бұл жерде π_5 проекциялар жазықтығы АВ түзуіне перпендикуляр етіп алынады: АВ ($A_4B_4 \perp x_{45}$)), $x_{45}=\pi_4 \cap \pi_5$ жүйесінде проекциялаушы түзу аламыз.

3-есеп. Жалпы жағдай $\alpha\{\Delta ABC\}$ жазықтығын (3.6-сурет) проекциялаушы жазықтыққа түрлендіру керек.

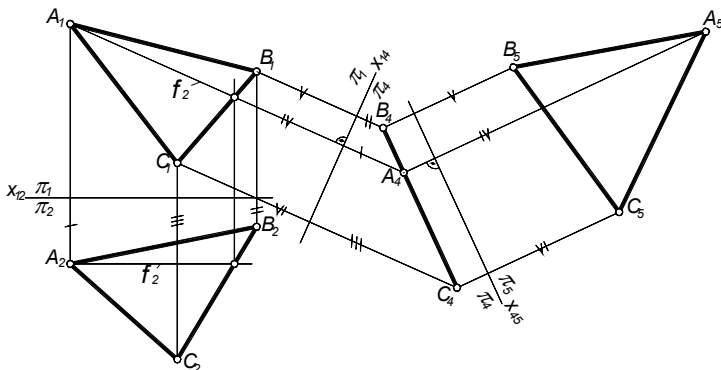
Есептің шарты бойынша жаңа проекциялар жазықтығы берілген $\alpha\{\Delta ABC\}$ жазықтығына перпендикуляр болу керек. Бұл шартты орындау үшін π_1 -ді, немесе π_2 -ні π_4 -ке алмастыру барасында жаңа жазықтықты α жазықтығының h горизонталіне немесе f фронталіне перпендикуляр етіп аламыз.

6.6-суретте π_1 проекциялар жазықтығын жаңа π_4 горизонталь проекциялар жазықтығына алмастыру арқылы шешілгені көрсетілген. Бұл жерде $\alpha \perp \pi_4$, олай болса $\pi_4 \perp f \in \alpha$, яғни $x_{24} \perp f_1$. α жазықтығындағы А, В, С нүктелерінің жаңа A_4, B_4, C_4 проекцияларының салынуы суреттен түсінікті.

4-есеп. $\alpha\{\Delta ABC\}$ жалпы жағдай жазықтығын деңгейлік жазықтыққа түрлендіру керек. Басқа сөздермен, ΔABC үшбұрышының нақты шамасын анықтау керек (6.6-сурет).

Бұл есеп проекциялар жазықтықтарын екі рет алмастыру арқылы шешіледі, өйткені бір мезгілде α жазықтығына параллель және проекциялар жазықтықтарының біреуіне перпендикуляр бола алатын жаңа жазықтықты енгізу мүмкін емес.

Сол себептен α жазықтығын бірінші $\bar{f}(\pi_1 \rightarrow \pi_4)$ алмастыруымен $x_{24}=\pi_2 \cap \pi_4$, жүйесінде проекциялаушы жазықтыққа түрлендіреміз, ал екінші $\bar{f}(\pi_4 \rightarrow \pi_5)$ алмастыруымен (бұл жерде $\pi_5 // \alpha$), оны $x_{45}=\pi_4 \cap \pi_5$ жүйесінде деңгейлік жазықтық жағдайына келтіреміз. Нәтижесінде ABC үшбұрышының нақты шамасын анықтадық: $|\Delta A_5 B_5 C_5| = |\Delta ABC|$

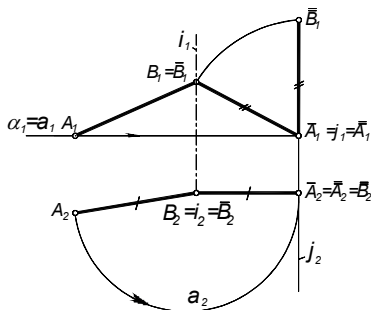


3.6-сурет. Жалпы жағдай жазықтығын проекциялаушы және нақты шамасына түрлендіру

3.3. СЫЗБАНЫ АЙНАЛДЫРУ ТӘСІЛІМЕН ТҮРЛЕНДІРУ

3.3.1. Проекциялаушы түзуден айналдыру

Проекциялаушы түзулерден айналдыру тәсілі сызбаларды бір проекциялар жазықтығы жүйесінде салуға мүмкіндік береді. Өйткені проекциялар жазықтықтары өзгеріссіз қалады да, берілген нәрсе (зат) проекциялар жазықтығына перпендикуляр осьтерінен айналдыру жолымен жаңа жағдайға келтіріледі. Бұл жаңа жағдайда оның ортогональ проекциялары салынады, яғни нәрсенің сызбасы салынады.



3.7-сурет. Проекциялаушы түзу сызығынан айналдыру:

1-есеп. АВ жалпы жағдай түзуін деңгейлік түзуге түрлендіру немесе, басқа сөздермен, $[AB]$ кесіндісінің нақты шамасын анықтау керек.

Бұл есептің графикалық шешімін ықшамды ету үшін горизонталь проекциялаушы i осін В нүктесі арқылы өтетін етіп аламыз (3.7-сурет).

Сонда В нүктесі өз орнында қалады ($B_2 = \bar{B}_2, B_1 = \bar{B}_1$), тек А нүктесінің бұрылған орнын салу керек. А нүктесі $\tilde{a}$ шеңберін сызады, өйткені оның α жазықтығы π_2 -ге параллель. Сол себептен $a_1 = \alpha_1^*$; $\tilde{a}_2$ — центрі i_2 осінде орналасқан радиусы $[A_2 B_2]$ кесіндісіне тең шеңбер болады.

Нәтижесінде $[\bar{A}_1 \bar{B}_1]$ кесіндісі $[AB]$ кесіндісінің $|AB|$ нақты шамасын анықтайды, егер $[\bar{A} \bar{B}]$ фронталь болса, оның $[\bar{A}_2 \bar{B}_2]$ горизонталь проекциясы байланыс сызықтарына перпендикуляр болады.

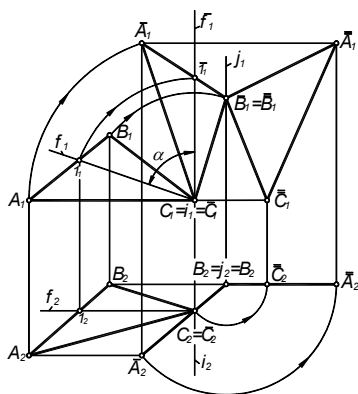
2-есеп. АВ жалпы жағдай түзуін проекциялаушыға түрлендіру керек.

Жоғарыда қарастырылған тәсілдермен бұл есеп екі рет түрлендіру арқылы шешілген еді, оның проекциялаушы түзуден айналдыру тәсілімен шешілуі де сондай екі түрлендіруді талап ететіні анық.

Алдымен АВ түзуін, мысалы, i горизонталь проекциялаушы түзуінен айналдырып $\bar{A} \bar{B}$ деңгейлік түзуге-фронтальға түрлендіреміз (3.7-суретке қараңыз). Екінші айналдырумен енді фронталь проекциялаушы j осінен $\bar{A} \bar{B}$ фронталі горизонталь проекциялаушы $\bar{\bar{A}} \bar{\bar{B}}$ түзуіне түрленеді. Графикалық операцияларды ықшамды ету үшін 3.7-суретте j осі $\bar{A} \bar{B}$ түзуінің $\bar{A}$ нүктесі арқылы өтетін болып алынған.

3,4-есептер. $\alpha = \{\Delta ABC\}$ жалпы жағдай жазықтығын $\alpha_2^* = \{\Delta \bar{A} \bar{B} \bar{C}\}$ горизонталь проекциялаушы жазықтығына түрлендіру керек (3.8-сурет).

$\alpha = \{\Delta ABC\}$ жазықтығында біз $h\{h_1, h_2\}$ горизонталін салдық, сосын жазықтықты горизонталь проекциялаушы $i\{i_1, i_2\} \rightarrow C\{C_1, C_2\}$ түзуінен айналдырып жазықтықты $(\bar{A}_2 \bar{B}_2 \bar{C}_2 \uparrow \bar{A}_1 \bar{B}_1 \bar{C}_1) \perp \pi_1$ жағдайына ауыстырдық, яғни горизонталь проекциялаушы жағдайына келтірдік. Осылайша үшінші позициялық есеп шешіледі.



3.8-сурет. Жазықтықты проекциялаушы және деңгейлік жағдайға түрлендіру

Бұдан кейін В нүктесі арқылы $q\{q_1, q_2\} \perp \pi_1$ түзуін жүргіздік және оны айналу осі етіп қабылдап жазықтықты $(\overline{A_1 B_1 C_1} \downarrow \overline{A_2 B_2 C_2}) // \pi_2$ жағдайына, яғни фронталь деңгейлік жазықтық жағдайына дейін бұрамыз. Нәтижесінде, $\triangle ABC$ үшбұрышының $\triangle \overline{A_1 B_1 C_1}$ нақты шамасын таптық. Бұл 4-ші есептің шешімі.

3.3.2. Деңгейлік түзуден айналдыру тәсілі

Деңгейлік түзуден айналдыру әдетте төртінші негізгі есепті шешу (жалпы жағдай жазықтықты деңгейлік жазықтыққа түрлендіру) үшін қолданылады. Жоғарыда қарастырылған тәсілдерден өзгеше бұл есеп бір ғана түрлендірумен шешіледі.

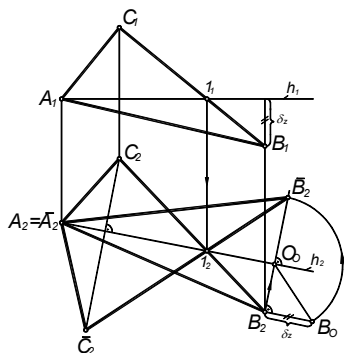
Мысал ретінде ABC үшбұрышын оның горизонталінен айналдырудан нақты шамасын анықтауды қарастыралық (3.9-сурет). Есептің шешілуі ықшамды болуы үшін h горизонталін берілген үшбұрыштың А төбесі арқылы жүргіземіз. Бұл жағдайда А нүктесі, сондай-ақ $l=h \cap BC$ нүктесі, айналу осінде орналасқандықтан өз орындарында қалады: $A = \overline{A}, l = \overline{l}$.

В, С төбелері h осінен айнала отырып олардың α, β жазықтықтары горизонталь проекциялаушы болатын шеңберлерді сызады, өйткені бұл жазықтықтар h горизонталіне перпендикуляр:

$$B = \alpha \perp h (B_2 \in \alpha_2 \perp h_2),$$

$$C = \beta \perp h (B_2 \in \beta_2 \perp h_2).$$

Алдымен В нүктесінің $\overline{AB} \overline{C}$ үшбұрышы бұрылған жағдайында $\bar{\gamma} (\bar{\gamma}_1 = h_1)$ горизонталь деңгейлік жазықтық болатын шартынан $\overline{B}$ бұрылған орнын саламыз.



3.9-сурет. Жазықтықты деңгейлік түзуден айналдыру.

В нүктесі h осінен айнала отырып, кеңістікте шеңбер сызады. Бұл шеңбердің O центрі h айналу осінің α жазықтығымен қиылысу нүктесі болып табылады: $O_2 = h_2 \cap \alpha_2$. Бұл жерде O нүктесінің O_1 фронталь проекциясы h_1 -ге тиесілі. В нүктесінің айналу радиусы $[OB] \{[O_1B_1], [O_2B_2]\}$ кесіндісіне тең болады.

В нүктесінің $\bar{B}$ бұрылған орны $\bar{\gamma}(\bar{\gamma}_1 = h_1)$ горизонталь деңгейлік жазықтығына тиесілі болады. Сол себептен $\bar{B}$ нүктесінің $\bar{B}_2$ горизонталь проекциясы α жазықтығының түзуге айналған α_2 проекциясына тиесілі болады және O_2 -ден $[OB]$ айналу радиусының нақты шамасы болып табылатын $[O_2B_2]$ қашықтығында орналасады. OB кесіндісінің нақты шамасын жоғарыда қарастырылған тәсілдердің кез келгенімен анықтауға болады, 3.9-суретте, ол тік бұрышты үшбұрыш ережесі бойынша анықталған: $|OB| = |O_2B_2| = [O_2B_0]$, бұл жерде $[O_2B_0]$, $[O_2B_2]$ катетінде салынған $\triangle O_2B_2B_0$ үшбұрышының гипотенузасы болады. Екінші $[B_2B_0]$ катеті OB кесіндісі ұштарының δ_z биіктіктерінің айырмашылығына тең.

С төбесінің $\bar{C}$ бұрылған орны $\bar{C}$ нүктесінің β жазықтығына және $\bar{B}\bar{I}$ түзуінің бұрылған жағдайдағысына тиесілі болатын шартынан салынған: $\bar{C}_2 = \beta_2 \cap \bar{B}_2I_2$. $\bar{A}, \bar{B}, \bar{C}$ төбелерінің фронталь проекциялары үшбұрыш бұрылғандағы жазықтықтың түзуге айналған $\bar{\gamma}_1$ проекциясына тиесілі болады (6.9-суретте олар көрсетілмеген).

Өзін-өзі тексеруге арналған сұрақтар, жаттығулар және тест тапсырмалары

1. Сызбаны түрлендірудің мақсаты неде?
2. Сызбаны түрлендірудің қандай тәсілдері сіздерге мәлім?

3. Сызбаны түрлендіру тәсілдерінің бір-бірінен принципті айырмашылығы неде?

4. Бір түрлендірумен шешілетін негізгі позициялық есептерді атаңыздар.

5. Екі түрлендірумен шешілетін негізгі позициялық есептерді атаңыздар. Оларды шешу алгоритмі қандай болады?

6. Проекциялар жазықтықтарын алмастыру тәсілінің заңдылықтарын атаңыздар. Олардың шешу алгоритмі қандай болады?

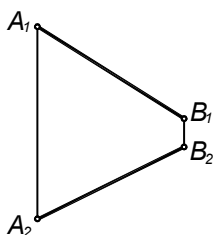
7. Проекциялар жазықтықтарын алмастыру барысында жаңа проекциялардың ескі проекциялармен байланыстары қандай болады?

8. Проекциялаушы түзуден айналдыру тәсілімен сызбаны түрлендіру заңдылықтарын еске түсіріңіздер.

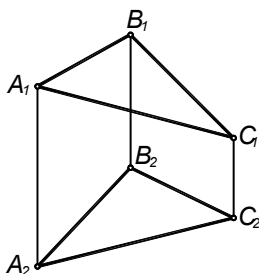
9. Қай кезде деңгейлік түзуден айналдыруды қолданған ыңғайлы?

10. Әртүрлі тәсілдерді қолдана отырып (AB) түзуінің сызбасын мынадай жағдайға түрлендіріңіз:

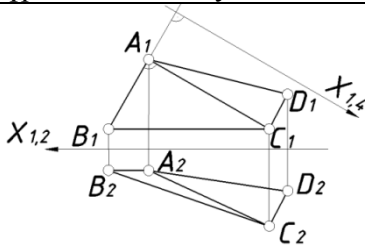
а) $[AB] // \pi_1$; ә) $[AB] \perp \pi_1$; б) $[AB] // \pi_2$; в) $[AB] \perp \pi_2$;



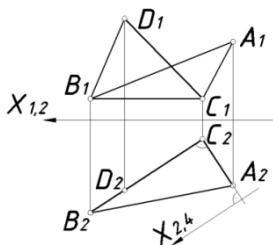
11. Сызбаны түрлендіру тәсілдерінің әртүрлісін қолдана отырып $\triangle ABC$ үшбұрышының нақты шамасын анықтаңыздар.



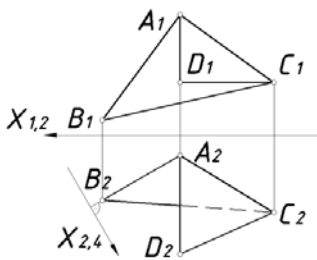
12. Қайсы суретте проекциялар жазықтығын бір рет алмастыру арқылы $\alpha(ABC)$ және $B(BCD)$ жазықтықтары арасындағы бұрышты анықтауға болады?



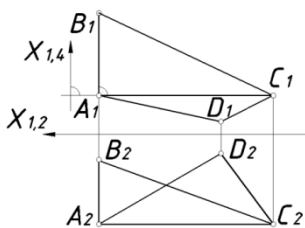
1-сурет



2-сурет

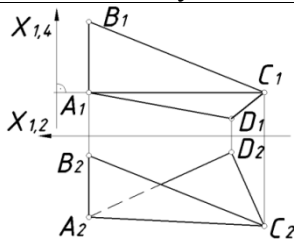


3-сурет

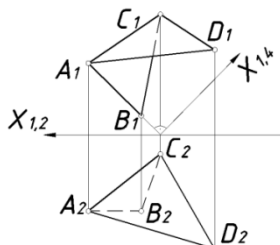


4-сурет

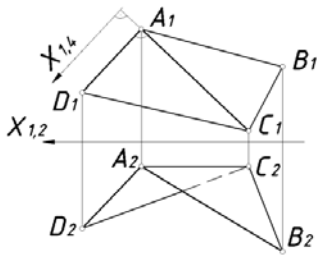
13. Қайсы суретте проекциялар жазықтығын бір рет алмастыру арқылы $\alpha(ABC)$ және $B(BCD)$ жазықтықтары арасындағы бұрышты анықтауға болады?



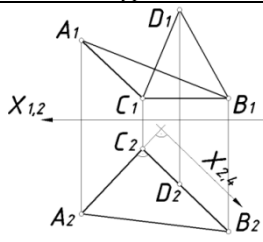
1-сурет



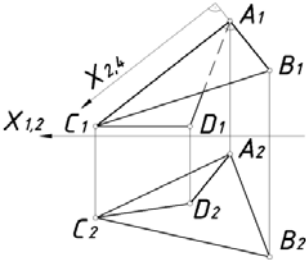
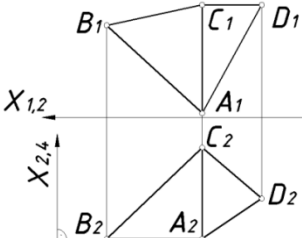
2-сурет



3-сурет



4-сурет

 5-сурет	 5-сурет
Дұрыс жауабы: _____ - сур.	Дұрыс жауабы: _____ - сур.

4. КӨПЖАҚТЫ БЕТТЕР

Көпжақты беттер немесе қысқаша көпжақтар, кеңістіктің құрамалы геометриялық фигуралары болып саналады. Көпжақты пішіндер (формалар) табиғатта (әртүрлі заттардың кристалдық торлары, ара ұясы); техникада (машиналар мен механизмдердің тетікбөлшектері, жиналмалы антенналардың беттері және конструкциялары, күн энергиясын шоғырландырғыштары) құрылыс пен сәулетте (үймереттердің қыртысты жабындары, олардың фрагменттері және конструктивті элементтері) және т.б. жерлерде көп тараған. Күрделі техникалық беттерді сандық тәсілдермен есептеуде, олардың жазбаларын салуда сандық программалы станоктарда қайта өңдеуде, дисплей экрандарында визуализациялағанда және т.с.с. жағдайларда олар іштей немесе сырттай сызылатын көпжақты беттермен алмастырылады (аппроксимацияланады).

4.1. НЕГІЗГІ ТҮСІНІКТЕР МЕН АНЫҚТАУЛАР

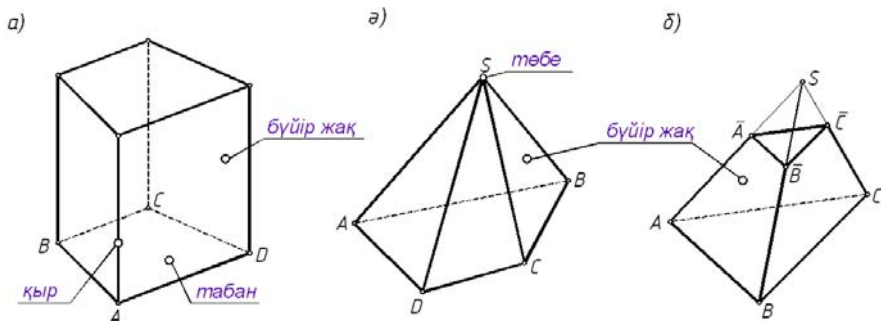
Көпжақты бет деп бір жазықтықта жатпайтын жазық көпбұрыштардың шекті санының жиынтығын айтады. Бетті жасайтын жазық көпбұрыштарды **жақтары**, олардың қабырғаларын – **қырлары**, ал төбелерін – **беттің төбелері** деп атайды (4.1-сурет)

Көпжақты беттің барлық төбелері мен қырларының жиынтығы оның **торы** деп аталады. Егер әрбір қыры екі жақтарына да тиесілі болса, ондай көпжақты бет **тұйықталған** деп аталады. Тұйық көпжақты бетпен шектелген дене **көпжақ** деп аталады.

Барлық әртүрлі көпжақтардың ең көп тарағандарына **призмалар, пирамидалар, дұрыс көпжақтар** кіреді.

Екі жағы параллель жазықтықтарда жататын өзара тең n -бұрыштар, ал қалған жақтары параллелограмдар болатын көпжақ n -бұрышты призма деп аталады (4.1 а-сурет).

Ондағы көпбұрыштар призманың **табандары**, параллелограмдары – **бүйір жақтары** деп аталады.

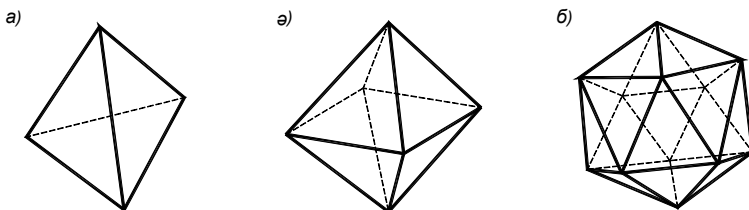


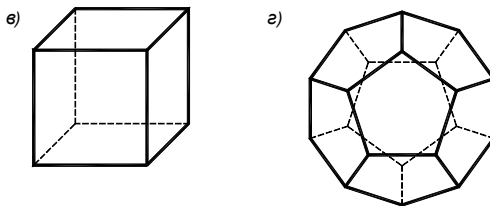
4.1-сурет. Көпжақтар: а) призма; ә) пирамида, б) қиық пирамида

Жақтарының бірі еркін көпбұрыш, ал қалғандары ортақ төбелі үшбұрыштар болатын көпжақ пирамида деп аталады. (4.1 ә-сурет). Пирамиданың көпбұрышты жағы – **табаны**, ал үшбұрыштылары – **бүйір жақтары** деп аталады. Үшбұрыштардың ортақ S төбесі пирамиданың **төбесі** деп атайды. Бүйір жақтарының қиылысу SA , SB , SC түзулерін **бүйір қырлары**, ал бүйір жақтарының табанымен қиылысу түзулерін **табан қырлары** деп атайды. Пирамиданың белгілеуі пирамида төбесінен және табан төбелерінен тұрады. Мысалы, 4.1 ә-сурет - дегіні **$SABCD$** пирамидасы деп белгілейді.

Пирамиданың табанына параллель және төбесінен өтпейтін жазықтықпен шектелген бөлігі **қиық пирамида** деп аталады (4.1 б-сурет).

Барлық жақтары дұрыс көпбұрыштар және барлық көпжақты бұрыштары конгруэнтті дұрыс көпжақты бұрыштар болып табылатын көпжақ **дұрыс көпжақ** деп аталады (4.2-сурет). Оларға **тетраэдр** (а), **октаэдр** (ә), **икосаэдр** (б), **куб** (**гексаэдр**) (в), **дodeкаэдр** (г) жатады. Дұрыс көпжақтарды Платон зерттеген. Сондықтан оларды **платон көпжақтары** деп те атайды.

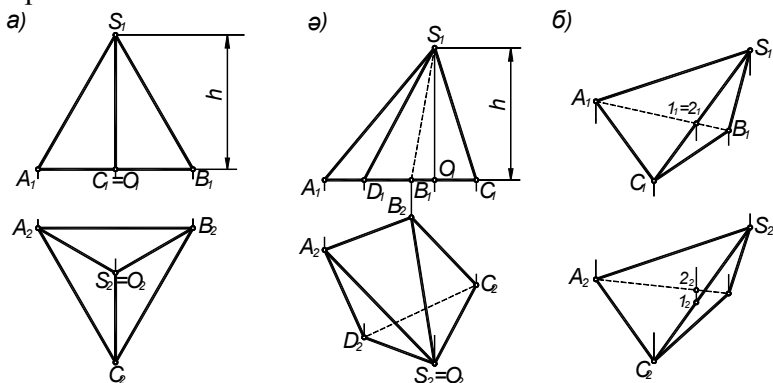




4.2-сурет. Дұрыс көпжақтар: а) тетраэдр; ә) октаэдр;
б) икосаэдр; в) текше (гексаэдр); г) додекаэдр.

4.2. КӨПЖАҚТАРДЫ СЫЗБАЛАРДА КЕСКІНДЕУ

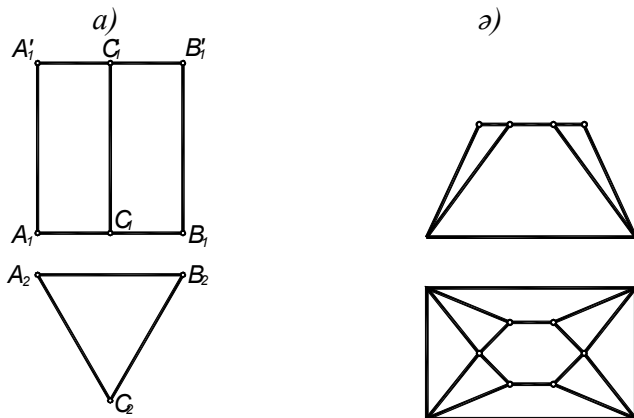
Көпжақ беттің қырлары оның қаңқасын (торын) жасайды. Осыдан көпжақ беттің проекцияларын салу оның қаңқасының проекцияларын (4.3 а-сурет), яғни тордың (қырларын қосып тұрған төбелерін) салуға келтіріледі. 4.3 а, ә, б-суреттерде үш жақты пирамиданың Монж эпюріндегі ортогональ сызбасылары берілген.



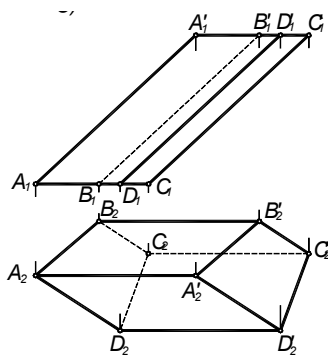
4.3-сурет. Пирамидалар: а) үшбұрышты тік пирамида; ә) төртбұрышты көлбеу пирамида; б) үшбұрышты жалпы жағдайдағы пирамида

Пирамида төбесінен оның табанына жүргізілген [SO] перпендикулярмен өлшенетін кесінді пирамида биіктігі (h) деп аталады. Егер табаны дұрыс көпбұрыш және биіктігі осы көпбұрыштың центрінен өтетін болса ондай пирамиданы **дұрыс** (4.3 а-сурет), ал басқа жағдайларда пирамиданы **көлбеу** деп атайды (4.3 ә, б-сурет).

Егер пирамиданың S төбесін шексіздікке қашықтатсақ, онда оның бүйір қырлары параллель түзулер, ал фигура – призма болып қалады. Бүйір қырлары табанына перпендикуляр болатын призманы **тік призма** (4.4 а-сурет) , басқа жағдайдағысын **көлбеу призма** (4.4 ә-сурет) деп атайды.



4.4-сурет. Призмалар: а) үшжақты тік призма;
ә) төртжақты көлбеу призма.



4.5-сурет. Призматойд.

Табаны дөңес призма **дөңес** деп аталады. Дөңес призманың жазықтықпен қиғандағы қимасы дөңес көпбұрыш болады. Табаны тіктөртбұрыш болатын тік призма **параллелепипед** деп

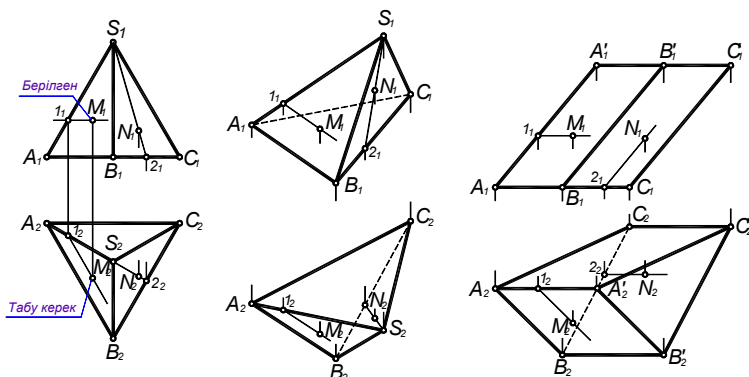
аталады. Табандары мен бүйір жақтары квадрат болатын параллелепипедті **куб** деп атайды.

Бүйір жақтарының пішіндері үшбұрыштар немесе трапециялар, ал табандары параллель жазықтықтарда орналасқан екі көпбұрыштардан тұратын көпжақты бет **призматойд** деп аталады (4.5-сурет).

4.3. КӨПЖАҚТАРҒА ҚАТЫСТЫ ПОЗИЦИЯЛЫҚ ЕСЕПТЕР

4.3.1. Көпжаққа тиесілі нүкте мен түзулерді салу алгоритмдері

Көпжаққа тиесілі нүкте және түзу кесіндіні салу алгоритмдері жалпы жағдайда берілген жазықтыққа тиесілі нүкте мен түзуді салу алгоритмдеріне ұқсас болады, өйткені көпжақтың әрбір жағы көпбұрышпен шектелген жазықтық болып табылады. Мұндайда есептің барынша оңай шешілетін (салынатын) жолдарын қарастыру қажет.



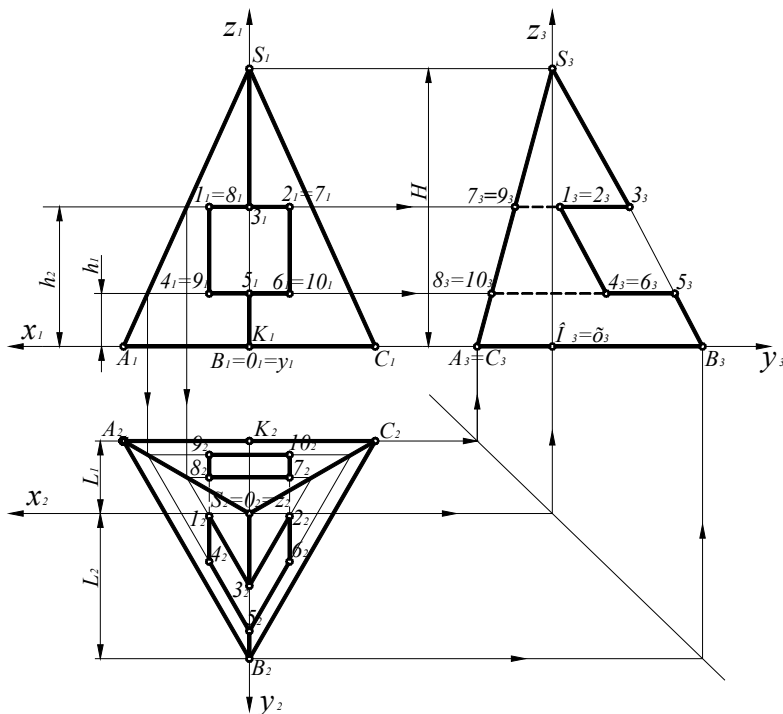
4.6-сурет. Көпжақты беттерге тиесілі M және N нүктелерін анықтау.

Көпжақ жағында орналасқан нүктені салу үшін алынатын көмекші түзу қалауынша таңдалады.

Мысалы, әртүрлі көпжақтарға тиесілі M және N нүктелерін табу алгоритмдері бірдей болады 4.6 а, ә, б-суреттер.

Беттің көрінетін жағында орналасқан M нүктесінің M_1 фронталь проекциясы берілген делік. Оның M_2 горизонталь проекциясын салу үшін жақта M нүктесі арқылы өтетін кез

келген түзуді салу керек, сонда нүктенің сәйкес проекциялары осы түзудің проекцияларында жатады. Мұндайда параллель түзулердің қасиетін пайдаланып табан қырына параллель түзу сызықты қолданған ыңғайлы, мысалы $(I_1M_1) \parallel (A_1B_1) \rightarrow (I_2A_2) \parallel (A_2B_2)$. Сондай-ақ N_1 проекциясы және S_1 төбесі арқылы (S_1I_1) түзуін жүргізіп (S_2I_2) сәйкес проекциясының бойына байланыс сызығы арқылы N_2 проекциясын алуға болады.



4.7-сурет. Өтпелі тесігі бар $SABC$ пирамидасының проекциялары.

4.7-суретте $SABC$ үшбұрышты пирамидасы берілген. Оның көлденең өтпелі призмалы тесігі фронталь проекциясында толық кескінделген. Өтпелі тесіктің горизонталь және профиль проекциялары пирамиданың фронталь проекциясы арқылы салынған. Сызбада 1,2,3,...10 нүктелерін пирамиданың h_1 және h_2 биіктіктерінде жүргізілген горизонталь түзулер арқылы салу алгоритмі көрсетілген. Ондағы 1, 3, 4, 5 нүктелері SAB жағында

2, 3, 5, 6 нүктелері - SBC жағында, ал 7, 8, 9, 10 нүктелері SAC жағында орналасқан. Табылған нүктелер түзу кесінділермен қосылған. Сызбада өтпелі тесіктің көрінетін контурлары жуан тұтас сызықтармен, ал көрінбейтін контурлары үзілме сызықтармен кескінделген.

4.3.2. Көпжақтардың түзу сызықпен қиылысуы

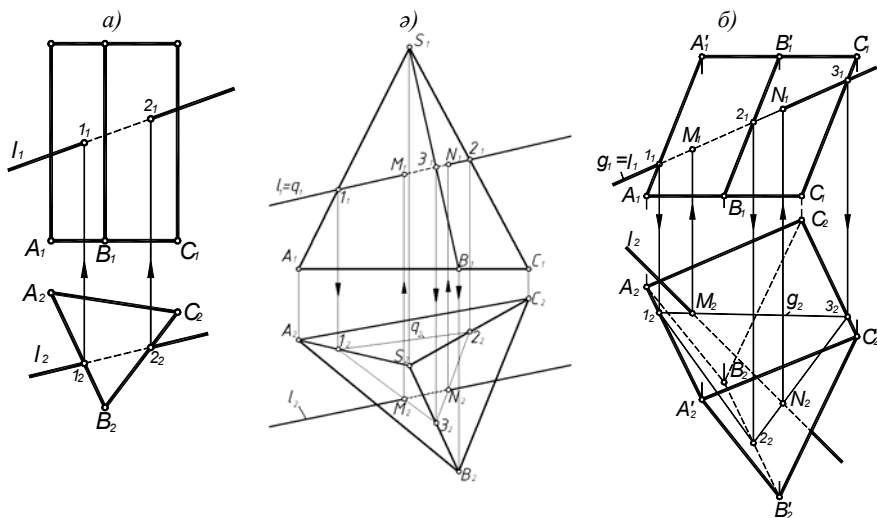
Призма немесе пирамида беттерінің түзу сызықпен қиылысында екі нүктелер (кіру және шығу нүктелері) алынады. Бұл нүктелерді табу үшін берілген түзу арқылы бетте жататын бәсекелес сызығын (сынық сызығын) жүргізіп, оның беттегі проекциясын табу керек; бұл сынық сызық берілген түзумен бір жазықтықта жатады және өзара қиылысып, ізделінді нүктелерін анықтайды.

Көпжақтардың сызбада берілуіне байланысты олардың түзумен қиылысуының екі жағдайы болуы мүмкін: 1) көпжақтың жақтары проекциялаушы жағдайда орналасқан; 2) көпжақтың жақтары жалпы жағдайда орналасқан.

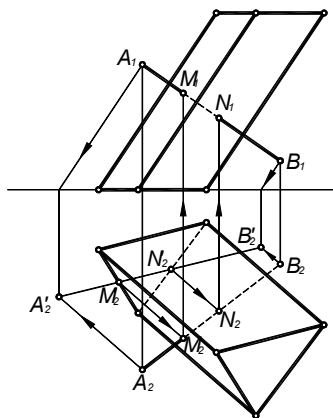
Бірінші жағдайда түзудің көпжақтың жақтарымен қиылысу нүктелерін табу үшін бәсекелес сызықты жүргізудің қажеті болмайды. Мысалы, 4.8 а-суретте берілген призманың бүйір жақтары π_2 -ге перпендикуляр, яғни проекциялаушы жақтар болып тұр, демек M_2 және N_2 нүктелері бірденнен анық болып тұр. Осыдан байланыс сызықтары арқылы M_1 және N_1 нүктелері табылады.

4.8 а-сурет және 4.8 б-суретте ℓ түзуінің SABC пирамидасымен және үшбұрышты ABC призмасымен қиылысу нүктелерін салу алгоритмі көрсетілген. $\ell\{\ell_1\ell_2\}$ түзуі арқылы бетте жататын бәсекелес $q\{q_1, q_2\}$ сызығы жүргізілген. Бұл сызық сынық сызық болатыны көрініп тұр, оның q_1 фронталь проекциясы ℓ түзуінің ℓ_1 проекциясымен беттеседі; q_2 проекциясы $1_2, 2_2$, және 3_2 нүктелерін қосу арқылы табылған $\Delta 1_2 2_2 3_2$ үшбұрыш болады, осыдан ℓ_2 проекциясының q_2 ($\Delta 1_2 2_2 3_2$) сызығымен қиылысында ізделінді M_2 және N_2 қиылысу

нүктелерін аламыз. Байланыс сызықтары арқылы M_I , N_I нүктелерін табамыз.



4.8-сурет. Көпжақтардың түзумен қиылысуы: а) түзумен тік призманың қиылысуы; б) түзу мен үшбұрышты пирамиданың қиылысуы; в) түзу мен жалпы жағдайда орналасқан призмамен қиылысуы.



4.9-сурет. Түзу мен көлбеу призманың қиылысу нүктелері

M'_2, N'_2 нүктелерінде қияды. Бұл нүктелерді кері проекциялап біз M_2, N_2 проекцияларын, ал олар арқылы M_I, N_I проекцияларын табамыз.

Сондай-ақ жалпы жағдайда берілген $[AB]$ кесіндісінің көлбеу призмамен қиылысу нүктелерін салу алгоритмі 4.9-суретте көрсетілген. Ол үшін $[AB]$ кесіндісін призманың қырларына параллель бағытта призманың табанына қиғашбұрыштап проекциялайды. Нәтижесінде призма өзінің табанына, ал түзу - $[A'_2B'_2]$ кесіндісіне проекцияланады. $[A'_2B'_2]$ кесіндісі призма табанын

4.3.3. Көпжақтардың жазықтықпен қиылысуы

Көпжақтың жазықтықпен қиылысу сызығы (қимасы) көпбұрыш болады. Мұндай көпбұрышты салу екі тәсілмен орындалады:

1) **Қырлар тәсілі** – яғни түзу сызықтың жазықтықпен қиылысу нүктесін анықтау арқылы көпбұрышты қиманың төбелері анықталады;

2) **Жақтар тәсілі** – көмекші қиюшы жазықтықтар арқылы көпбұрышты қиманың қабырғалары анықталады.

Бірінші тәсілде көпбұрыштың төбелері бірінші позициялық есепті – көпжақ қырларының қиюшы жазықтықпен қиылысу нүктелерін салуды бірнеше рет қайталап шығарудан анықталады. Бұл тәсіл, егер көпжақтың кейбір қырлары проекциялаушы болған жағдайда, қолайлы болып табылады.

Екінші тәсіл екінші позициялық есепті (көпжақ жақтарының қиюшы жазықтықпен қиылысу сызығын салу) бірнеше рет қайталап шығаруға келтіріледі. Бұл тәсіл, егер көпжақтың кейбір жақтары проекциялаушы жазықтық болған жағдайда қолайлы болып табылады. Әрине жағдайлар қатарында комбинацияда екі тәсілді де қолданған орынды болады.

Бұл тәсілдердің қайсысының қолданылуы берілген көпжақ пен қиюшы жазықтықтың π_1 және π_2 -ге қатысты және олардың өзара орналасуларына байланысты болады.

Көпжақ және қиюшы жазықтық өзара келесі төрт жағдайларда орналасуы мүмкін:

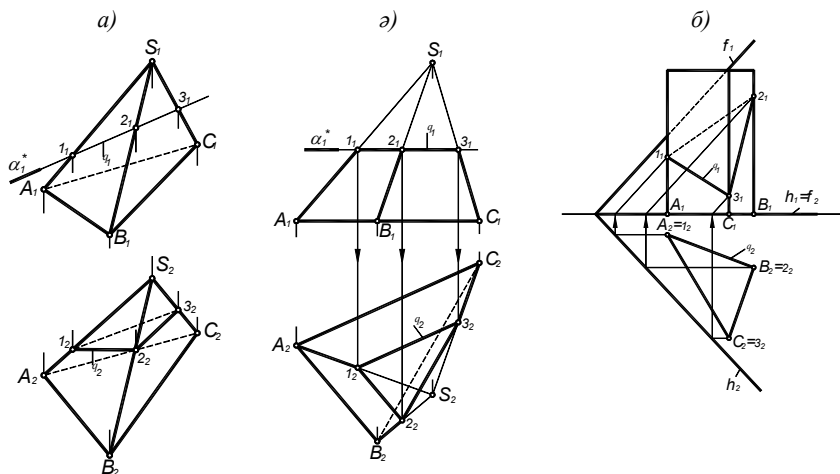
- 1) Көпжақ және қиюшы жазықтық проекциялаушы;
- 2) Көпжақ жалпы жағдайда, ал жазықтық- проекциялаушы;
- 3) Көпжақ проекциялаушы, ал жазықтық – жалпы жағдайда;
- 4) Көпжақ та қиюшы жазықтық та жалпы жағдайларда орналасқан.

Бірінші жағдайын, яғни көпжақ та оны қиюшы жазықтық та проекциялаушы болатын жағдайы оңай шешілетіндіктен біз оған мысал келтірмейміз. Екінші жағдайда, яғни көпжақ жалпы, ал оны қиюшы жазықтық проекциялаушы жағдайда болса, мұндайда есеп оңай шешіледі. Мысалы, 4.10-сурет, а-да SABC пирамидасын $\alpha \{ \alpha_1^* \} \perp \pi_1$ жазықтығымен қиғанда алынған $q\{1-2-3\}$ қима сызығы кескінделген. Мұнда қима сызығы көпжақ

қырларының фронталь проекциялары фронталь проекциялаушы $\alpha \{ \alpha_1^* \}$ жазықтығымен қиылысатын $1_2-2_2-3_2$ нүктелері бойынша салынғаны көрініп тұр.

SABC пирамидасының, оның табанына параллель $\alpha \{ \alpha_1^* \}$ жазықтығымен қиылысында алынған $q \{ q_1, q_2 \}$ фигурасы табанындағы фигураға ұқсас болады (4.10 ә-сурет).

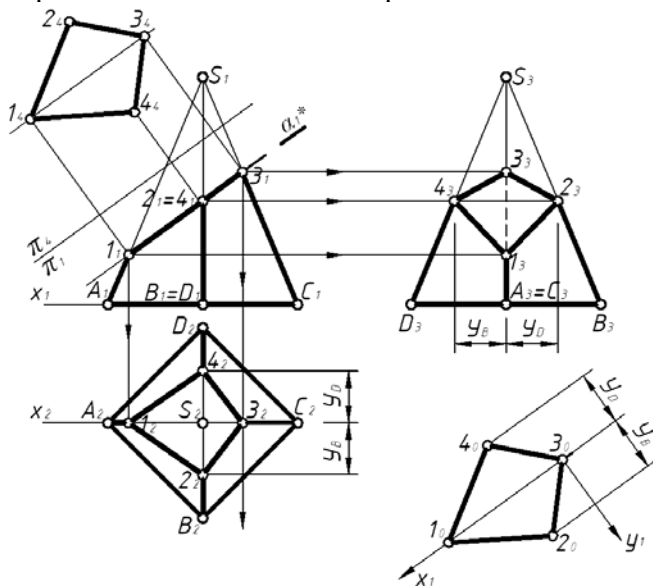
Үшінші жағдайда көпжақ преокциялаушы, ал жазықтық жалпы жағдайда берілген болса, оны былай шығарады: 4.10 б-суретте өзінің іздері арқылы берілген $\alpha \{ f, h \}$ жазықтығы және онымен қиылысқан тікүшбұрышты призма кескінделген.



4.10-сурет. Көпжақтардың жазықтықпен қиылысу варианттары.

Призма берілуінде тік болып тұр, демек оның горизонталь проекциясы α жазықтығымен қиылысу сызығының горизонталь проекциясы $q_2 \{ 1_2, 2_2, 3_2 \}$ проекциясы (табанының проекциясы) үшбұрышпен беттеседі, ал фронталь $q_1 \{ 1_1, 2_1, 3_1 \}$ проекциясы үшбұрыш төбелерінен жүргізілген фронтальдар арқылы табылады. Олар призма қырларының бойында жататыны көрініп тұр.

π_2 және π_3 -тегі сәйкес қырларына проекциялап табамыз: $q_1\{1_1, 2_1, 3_1, 4_1\} \rightarrow q_1\{1_2, 2_2, 3_2, 4_2\} \rightarrow q_1\{1_3, 2_3, 3_3, 4_3\}$. Осы суреттің сол жақ жоғарысында $q\{q, q_2\}$ қима сызығының $q_1\{1_4, 2_4, 3_4, 4_4\}$ нақты шамасын салу алгоритмі көрсетілген. Оны салу үшін проекциялар жазықтықтарын алмастыру тәсілі қолданған. Қиманың нақты шамасын салудың басқа варианты оң жақ төменінде көрсетілген. Оны салу үшін басы 3-4 нүктесінде орналасқан жаңа координаталық x және y осьтері пайдаланылған. Мұндай вариант техникалық сызбаларда жиі қолданылады.



4.12-сурет. $SABCD$ пирамидасының қимасы және оның нақты шамасы.

4.3.4. Екі көпжақты беттерінің қиылысу сызығын салу алгоритмдері

Екі көпжақты бет жалпы жағдайда кеңістіктік тұйық сынық сызық бойынша қиылысады. Бөлек жағдайда осы сынық екі немесе одан да көп тұйық сынық сызықтарға ыдырайды. Сынықтың төбелері бір көпжақ қырларының басқасының жақтарымен қиылысу нүктелері, ал қабырғалары көпжақтардың жақтары қиылысатын түзулердің кесіндісі болып табылады.

Осыдан көпжақтар беттерінің қиылысу сызығын салудың екі тәсілі шығады:

1) **қырлар тәсілі** – бірінші көпжақ қырларының екіншісінің жақтарымен және екінші көпжақ қырларының біріншісінің жақтарымен қиылысу нүктелері ретінде сынықтың төбелерін салу; мұнда табылған нүктелер келесі ережені сақтай отырып, белгілі бір реттілікте қосылады: тек бір жаққа тиесілі нүктелердің ғана проекциялары түзулермен қосылады.

2) **жақтар тәсілі** – көпжақтар жақтарының жұп-жұбымен қиылысқан түзулер кесінділері ретінде сынықтың қабырғаларын салу.

Осы тәсілдердің бірін немесе олардың комбинациядағысын таңдау берілген көпжақтардың қасиеттеріне тәуелді. Егер сынықтың төбелерімен жақтары бір көпжақтың жалпы жағдайдағы жақтардың басқасының проекциялаушы қырларымен және жақтарымен қиылысу нүктелері және түзулері ретінде анықталатын болса, оны салу оңай болады. Жалпы жағдайдағы қырлар мен жақтардың қатысымен сынықтың төбелері мен жақтарын салу үшін қосымша жазықтықтарды таңдау барысында 4.2.2, 4.4.1-бөлімшелерінде құрылған ұсыныстарды жетекшілікке алу қажет. Екі пирамиданың, призма мен пирамиданың, екі призма беттерінің қиылысу сызығын салу барысында көмекші жазықтықтар ретінде жалпы жағдайдағы жазықтықты қолдануға болады:

1) егер екі пирамида беттерінің қиылысу сызығы салынатын болса, онда көмекші жазықтықтар пирамидалардың төбелері арқылы өтеді;

2) пирамида мен призма беттерінің қиылысу сызығын салу барысында пирамиданың төбесі арқылы өтетін көмекші жазықтықтарды призманың бүйір қырларына параллель күйінде қолдану керек.

3) Екі призма беттерінің қиылысу сызығын салу үшін екі призманың бүйір қырларына параллель көмекші жазықтықтарды қолдану қажет.

Аталған жазықтықтар оның төбесі арқылы өтетін түзулер бойынша пирамида бетін, оның бүйір қырларына параллель түзулер бойынша призма бетін қияды. Бұл жағдайлар қатарында графикалық салулардың көлемі айтарлықтай қысқартады және

басқа көпжақтың қырымен қиылысатын бір көпжақтың жақтарын алдын ала анықтауға мүмкіндік береді.

Нақты мысалдарды қарастырайық.

1-мысал. Профиль проекциялаушы тікбұрышты призмамен SABC үшбұрышты пирамиданың қиылысу сызығын салу керек (Сурет 4.13).

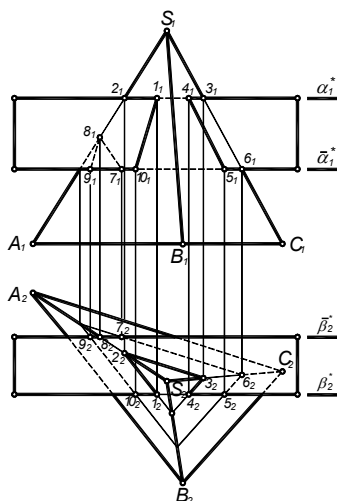
Призма жақтары деңгейлік жазықтықтары болып табылады. Сондықтан берілген көпжақтар беттерінің қиылысу сызығын салу жақтар тәсілімен орындаймыз. Алдымен призманың жоғарғы жағынан жүргізілген α_1^* жазықтығымен пирамиданың қимасын саламыз.

Алынған үшбұрыш қимасынан призманың жоғарғы жағының шегінде орналасқан 1-2-3-4 сынығын бөлеміз. Содан соң төменгі жақтың шегінде орналасқан 6-7-8 және 9-10 аумақтары бөлінетін призманың төменгі жақтарының $\bar{\alpha}_1^*$ жазықтығымен пирамиданың үшбұрышты қимасын саламыз. 4,5 нүктелері бірмезгілде пирамиданың жағына SBC және β_2^* призманың алдыңғы жағына тиесілі, яғни 4-5 кесінді олардың қиылысу сызығы болып табылады. Осыған ұқсас, 1-10 кесінді бойынша пирамиданың SAB жағы және β_2^* призманың алдыңғы жағы қиылысады.

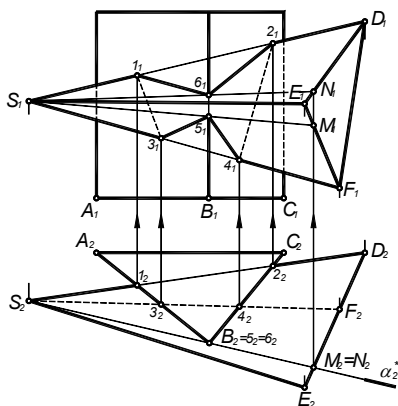
7,9 нүктелері β_2^* призманың артқы жағына, бірақ пирамиданың әр түрлі болып табылатын SAC және SAB жақтарына тиесілі болады. Сондықтан β_2^* призманың артқы жағының пирамиданың SA қабырғасымен қиылысу 8 нүктесін табу қажет. 8 нүктесінің 8_2 горизонталь проекциясы призманың артқы жағының $\bar{\beta}_2^*$ туындаған S_2A_2 проекциясымен қиылысу нүктесі ретінде анықталады, өйткені бұл жақ деңгейлік фронталь жазықтығы болып табылады.

Тұйық кеңістіктік сынық 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-1 берілген көпжақтардың ізделінді қиылысу сызығы болып табылады.

2-мысал. Тік призма және SEFD пирамидасының қиылысу сызығын салу керек (Сурет 4.14). Сызбада екі көпжақты беттер берілген, ондағы призма пирамидаға еніп тұр.



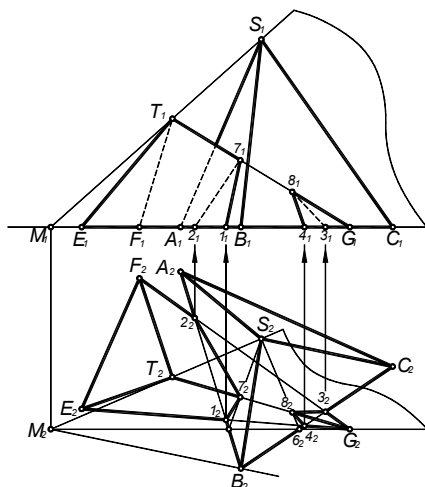
4.13-сурет. Призма мен
үшбұрышты пирамиданың
қиылысуы.



4.14-сурет. Призма мен пирамиданың
қиылысуы.

Сол себептен қиылысу сызығы бір кеңістік сынық сызығы болып табылады. Қиылысу сызығының горизонталь проекциясы призманың очеркісімен беттеседі, өйткені призманың бүйір жақтары проекциялаушы жазықтықтар болып тұр. 1,2,3,4 нүктелері пирамиданың SD және SF қырларының призма жақтарымен қиылысқан нүктелері болып табылады, ал 5 және 6 нүктелері призманың В қырының пирамида жақтарымен қиылысқан нүктелері болып салынады. Оларды табу үшін пирамиданың S төбесі арқылы көмекші $\alpha\{\alpha_2^*\}$ жазықтығы жүргізілген. Ол пирамиданы SMN үшбұрышы бойынша қияды. Осыдан 5 және 6 нүктелері SM және SN сызықтарының В қырымен қиылысында анықталады. Қиылысу сызығының көрінетін кесінділері көрінетін жақтарына тиесілі болады. Қиылысу сызығындағы нүктелер саны қиылысу қырларының екі еселенген санына тең.

3-мысал. Екі үшжақты SABC және TEFG пирамидалардың қиылысу сызығын салу керек (4.15-сурет).



4.15-сурет. Екі үшбұрышты пирамидалардың қиылысуы.

Берілген пирамидалардың ABC және EFG табандары бір горизонталь Σ жазықтығына тиесілі. Сондықтан бұл үшбұрыштардың 1,2,3,4 қиылысу нүктелері пирамиданың қиылысу сызығының төбелері болып табылады.

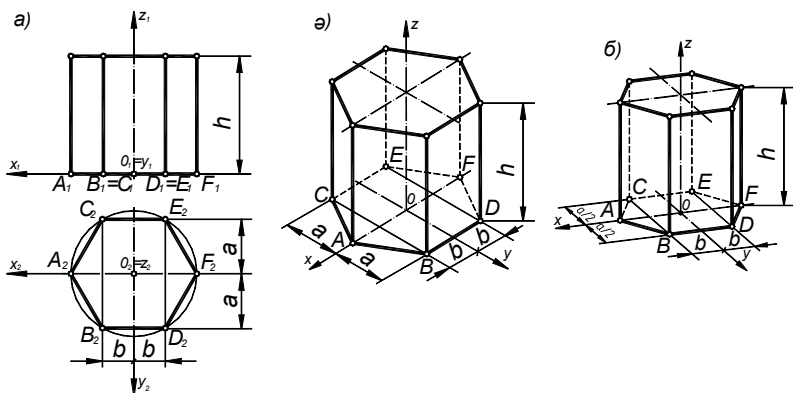
Қиылысу сызығының қалған төбелерін анықтау үшін пирамидалардың S және T төбелері арқылы өтетін көмекші қиюшы жазықтықтар жүргіземіз. Бұл жазықтықтар ST түзуі арқылы өтеді және де ST түзуінің Σ жазықтығымен қиылысу нүктесі болып табылатын M нүктесі арқылы өтетін түзу бойынша жалпы Σ жазықтығын және олардың табандарын қияды.

4.4. КӨПЖАҚТЫ БЕТТЕРДІ (КӨПЖАҚТАРДЫ) АКСОНОМЕТРИЯДА КЕСКІНДЕУ

Көпжақты аксонометрияда кескіндеуді, алдымен оның жазық көпбұрышты табанының аксонометриясын салудан бастайды. Содан кейін көпжақтың қырлары кескінделеді. Мұндайда аксонометрия түрін және координаталар осьтерін сәйкестендіріп алсақ, көпжақты денені ықшамды және көрнекілеу етіп салуға болады. Мысалы $Oxuz$ жүйесінің Oz $ABCDEF$ осін призмасының симметрия осімен беттесетін, ал Ox осін табанындағы A нүктесі арқылы өтетін етіп таңдауға болады (4.16,а-сурет). Онда

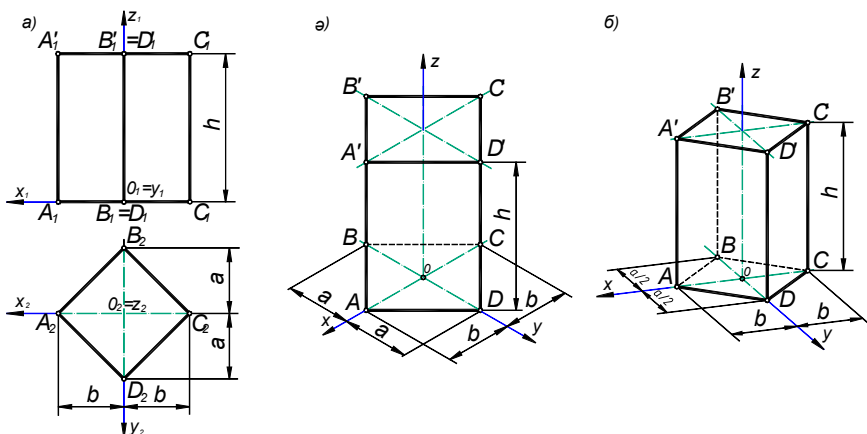
координаталар басы – O нүктесі призма табаны $ABCDEF$ алтыбұрышының центрінде орналасады.

Ox осі бойынша $[OA]=[O_2A_2]$, $[OF]=[O_2F_2]$ (Суреттер 4.16,а,б) кесінділерін түсіріп A және F нүктелерін, ал C,B және E,D нүктелерін Ox және Oy осьтеріне бірдей $a=a$ және $b=b$ қашықтықтарда жүргізіп $ABCDEF$ алтыбұрышының аксонометриялық кескінін аламыз. Енді $ABCDEF$ төбелерінен призманың h биіктігінде сәйкес $A'B'C'D'E'F'$ төбелерін салып $AA',BB',...FF'$ қырларын тұрғызсақ, нәтижесінде алтыжақты призманың тікбұрышты изометриялық (Сурет 5.16,а) және тікбұрышты диметриялық (Сурет 4.16,б) кескіндерін аламыз. Диметриялық проекциясында a өлшемі екі есе қысқартылып салынғаны суреттен көрініп тұр.



4.16-сурет. Алтыжақты дұрыс призманың аксонометрияларын салу:
а)-ортогональ сызбасы; ә) тікбұрышты изометриясы; б) тік бұрышты диметриясы.

Кейде көпжақты дененің ортогональ сызбасында орналасуына қарап, оның аксонометриясын тік бұрышты диметрияда кескіндейді. Мысалы, $ABCD$ табаны квадрат тік параллелепипедтің (4.17,а-сурет) көрнекі кескіндерін тік бұрышты изометриядағы (4.17,ә-сурет) және тік бұрышты диметриядағы (4.17,б-сурет) салынған кескіндерін салыстыратын болсақ, оның тік бұрышты диметрияда салынғаны көрнекілеу болып тұр.

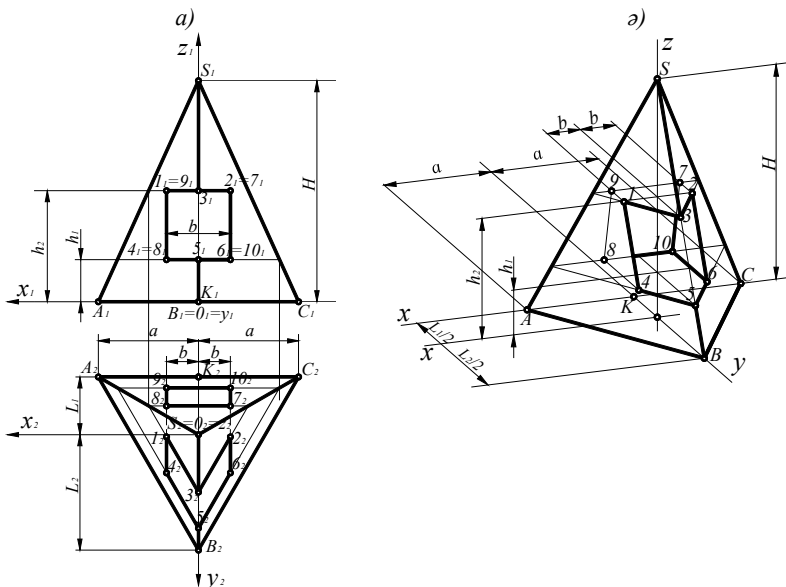


4.17-сурет. Параллелепипедті кескіндеу: а) ортогональ сызбасы; а) тік бұрышты изометрия; б) тік бұрышты диметриясы

Көлденең өтпелі тесігі немесе ойығы бар геометриялық денелердің аксонометриялық проекцияларын геометриялық дене кескінінің көрнекілігі анағұрлым болатындай етіп салу керек. Геометриялық дененің аксонометриялық проекциясын салар алдында оның ортогональ сызбасында координаталар жүйесінің осьтері сәйкесінше таңдалып алынатынын жоғарыда айтқанбыз. Аксонометриялық проекцияны салу геометриялық дене табанын немесе табаны мен сыртқы контурын кескіндеуден бастаған дұрыс болады. Содан кейін тесіктің немесе ойықтың сыртқы және ішкі келбеттерінің проекцияларын салу керек. Барлық салулар біткенен кейін аксонометриялық проекцияда алынған кескінге көбірек көрнекілік беру үшін, тесік немесе ойық контурының тек көрінетін сызықтары бастырылып сызылады.

Мысал. Көлденең өтпелі тесігі бар $SABC$ пирамидасының аксонометриясын (тік бұрышты) диметриясын салуды қарастыралық (4.18-сурет).

Алдымен пирамиданың ортогональ сызбасында (4.18,а-сурет) $Oxyz$ координаталар жүйесінің Oz осін пирамиданың S төбесі арқылы табанына перпендикуляр етіп енгіземіз. Онда π_2 -де: $O_2Z_2 = S_2O_2x_2 \perp O_2y_2$ болып проекцияланса, π_1 -де: $O_1y_1 \parallel O_1x_1 \perp O_1z_1$ болып проекцияланады. Осылайша енгізілген координаталар осьтерінің көмегімен пирамиданың аксонометриясын салуға қажетті өлшемдерін алуға болады.



4.18- сурет. Өтпелі тесігі бар $SABC$ пирамидасының диметриясы:
а) пирамиданың ортогональ сызбасы; ә) пирамиданың диметриясы

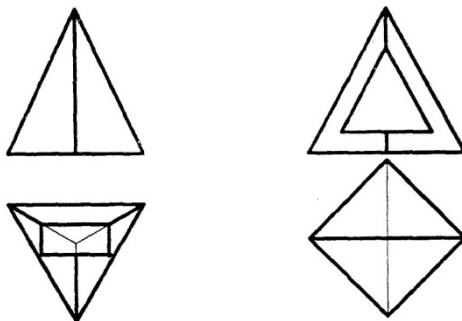
Пирамида табаны ABC үшбұрышын салу үшін O нүктесінен Oy осі бойынан оң және теріс бағыттарда L_1 және L_2 -ге тең өлшемдердің әр-қайсысын екі есе қысқартып K және B нүктелерін белгілейміз (5.18,ә-сурет); K -нүктесі арқылы Oy осіне параллель түзу жүргізіп екі жағына да $a=a$ -ға тең бірдей кесінділер түсіріп, K нүктесінен Ox осіне параллель жүргізілген түзуімен қиылысында A және C нүктелерін анықтаймыз; оларды түзу кесінділермен қоссақ, пирамида табанының аксонометриялық проекциясы аламыз; енді S төбесін h биіктікте анықтап SA , SB және SC бүйір қырларын жүргізсек $SABC$ пирамидасының толық бетін кескіндейміз.

Пирамидадағы өтпелі тесікті салу үшін h_1 және h_2 биіктіктерінде орналасқан екі үшбұрыштарды саламыз; әр үшбұрыштың Ox осіне параллель етіп салынған қабырғаларында тесіктің $b=b$ -ға тең өлшемдері аралығында Oy осіне параллель түзулер жүргізіп, олардың салынған үшбұрыштардың қабырғаларымен қиылысында өтпелі тесіктің контурын құрайтын 1,2,3,4...10 нүктелерін аламыз. Соңында тесіктің жоғарғы және төменгі бөліктерінде көрінетін контурын түзу кесінділерімен

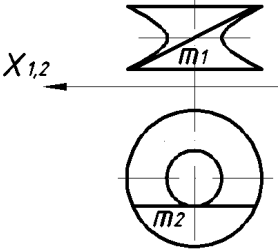
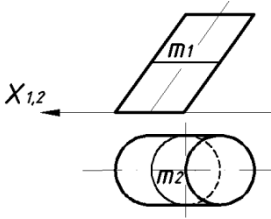
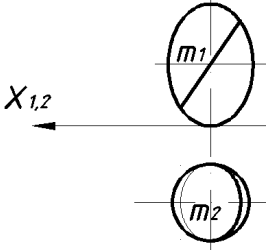
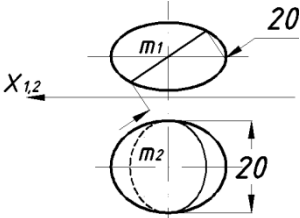
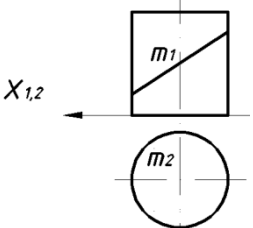
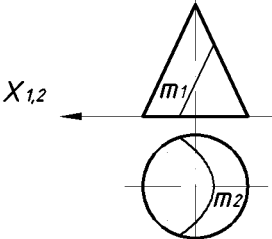
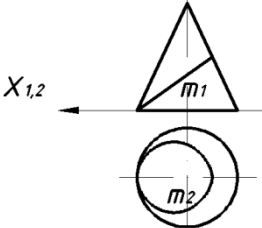
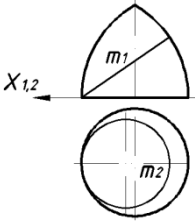
қосып оларды бастыра сызамыз. 4.18,ә-суретте тесік контуры пирамиданың бүйір жақтарында жататыны анық көрініп тұр.

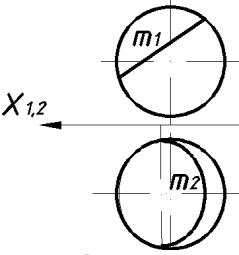
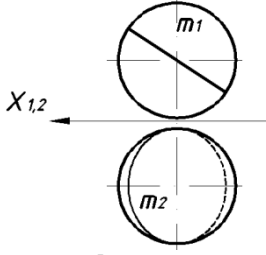
**Өзін-өзі тексеруге арналған сұрақтар,
жаттығулар және тест тапсырмалары**

1. Қандай беттерді көпжақты деп атайды?
2. Жағы, қыры деп қай жерлерін айтамыз?
3. Призма пирамидадан қалай ерекшеленеді?
4. Көпжақты бет қалай кескінделеді?
5. Дұрыс көпжақтарға қандай көпжақтар жатады? «Плотон денесі» дейтін көпжақтарға қайсылары кіреді?
6. Көпжақтың проекцияларындағы қырларының және жақтарының көрінетіндігі қалай анықталады?
7. Көпжақты беттердің сызбада (эпюрде) және аксонометрияда кескіндеу мысалдарын келтіріңіздер.
8. Пирамида немесе призманы жазықтықпен қиғандағы алынатын фигураны қалай салуға болады?
9. Призма немесе пирамида жақтарының түзумен қиылысатын нүктелерін қалай салуға болады?
10. Екі көпжақты беттердің қиылысу сызығы қалай салынады?
11. Беттерді атаңыздар және өтпелі тесігі бар әр фигураның үш көрінісін салыңыздар. Сол жақ көрінісінде профиль тілігін жасаңыздар. Тесіктердің пішінін атаңыздар.



12. 11-ші жаттығудағы фигуралардың тік бұрышты изометриясын және диметриясын салыңыздар. Пирамидадағы өтпелі тесікті тілік арқылы көрсетіңіздер.

13. Қайсы суретте берілген бетте жататын m сызығы шеңбер болады?	14. Қайсы суретте берілген бетте жататын m сызығы эллипс болады?
 1-сурет	 1-сурет
 2-сурет	 2-сурет
 3-сурет	 3-сурет
 4-сурет	 4-сурет

 <i>5-сурет</i>	 <i>5-сурет</i>
Дұрыс жауабы: _____ - сур.	Дұрыс жауабы: _____ - сур.

5. ҚИСЫҚ СЫЗЫҚТАР

Қайда болмасын адамның қисық сызықтармен абстрактілі геометриялық немесе физикалық (материалдық) модельдер түрінде кездеспейтін қызмет саласын табу мүмкін емес. Аспан денелері мен ұшқыш аппараттардың қозғалыс траекториялары; қағаз бетінде жүргізілген сызықтар; сымнан жасалған техникалық бұйымдар (серіппелер, спиральдар) – мұның барлығы геометриялық тұрғыдан бірөлшемді сызықтық емес фигуралар болып табылады.

Инженерлік практикада күрделі техникалық беттердің (турбиналардың күрекшелері, ұшақтардың фюзеляждері, кемелердің тұрқылары, т.б.) қималары, машиналар мен механизмдер нүктелерінің қозғалу траекториялары, магниттік және электрлік өрістерінің күштік сызықтары, жолдар мен құбыржолдардың осьтері сияқты барлық мүмкін болатын техникалық қисықтардың математикалық модельдерін құрады. Осы қисықтардың әрқайсысын қандай да бір математикалық қисықтың доғасы немесе *бірөлшемді жатық сызық* (әртүрлі қисықтардың доғаларынан «түйістірілген» құрама сызық) ретінде қарастырады.

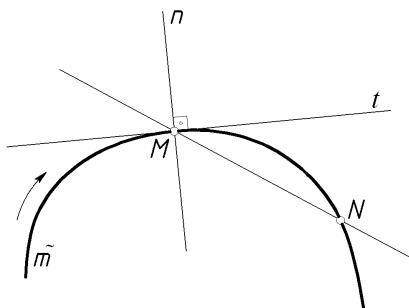
5.1. НЕГІЗГІ ТҮСІНІКТЕР

Қисық сызық, немесе қысқаша *қисық* термині математиканың әртүрлі бөлімдерінде түрліше анықталады. Сызба геометрияда қисықты M нүктесінің үздіксіз қозғалу $\tilde{m}$ траекториясы (жасалудың кинематикалық тәсілі) (5.1-сурет) деп қарастырылады. Мұндайда сызықтың өзі сондай-ақ *үздіксіз* деп аталады.

Қисық сызықтар *жазық* және *кеңіс (кеңістіктік)* деп бөлінеді. Жазық қисықтардың барлық нүктелері бір жазықтыққа тиесілі болады, ал кеңіс қисықтардың нүктелері бір жазықтыққа тиесілі болмайды.

Жазық қисықтардың мысалдарына шеңберді, эллипсті, параболаны Арихмед спиралін; кеңіс қисықтарына – винттік сызықты, тік дөңгелек цилиндр мен конус бүйір беттерінің қиылысу сызықтарын келтіруге болады. Қисық сызық заңды

болып есептеледі, егер де ол өзінің жасалуында қандай да бір заңдылыққа бағынған болса.



5.1-сурет

Бұл ретте егер де қисық декартты координаталарда алгебралық тендеумен анықталатын болса, онда ол алгебралық қисық деп аталады.

Мысал ретінде $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ тендеуімен берілген

эллипсті келтіруге болады. Тендеу дәрежесі қисықтың «ретін» анықтайды: эллипс – **екінші ретті қисық**. Екінші ретті қисықтарға сондай-ақ шеңбер, парабола және гипербола жатады.

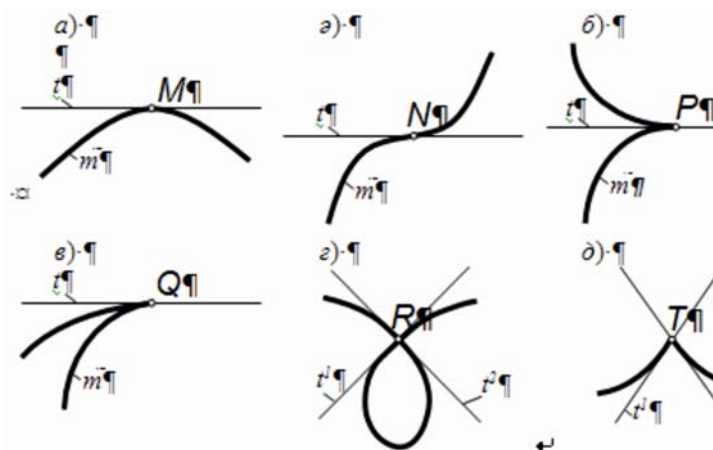
Графикалық тұрғыдан жазық қисықтың реті оның еркінше алынған түзумен қиылысу нүктелері санымен, ал кеңіс сызықтың реті оның еркінше алынған жазықтықпен қиылысу нүктелері санымен анықталады.

Мысалы шеңбер, эллипс, парабола, гипербола сияқты жазық қисықтар кез келген түзумен бар болғанда екі нүктеде қиылысады, сол себептен олар екінші ретті қисықтар деп аталады.

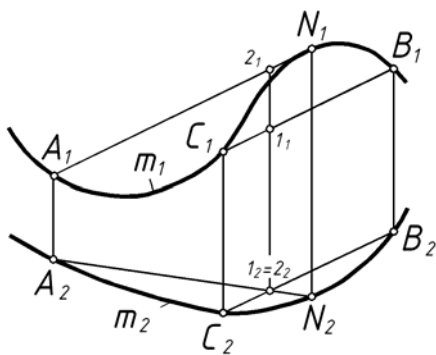
Сызбада қисық сызық, түзу сызық сияқты, өзінің проекцияларымен беріледі. Параллель проекциялау қасиеттерінің негізінде қисықтың қиюшысы мен жанамасы, жалпы жағдайда, сәйкесінше оның проекциясына қиюшы және жанама болып проекцияланады. Қисықтардың мұндай қасиеттерінің параллель проекциялауда сақталынуынан келіп шығатыны: шеңбер мен эллипс, жалпы жағдайда эллипске проекцияланады, парабола параболаға, ал гипербола гиперболаға проекцияланады. Қисық сызықты **жатық сызық** деп атауға болады, егер оның әрбір

нүктесінде бір нүктеден екіншісіне дейін үздіксіз өзгеріп отыратын жалғыз t жанамасы болса.

Қисықтың нүктелері **қарапайым** және **ерекшелерге** бөлінеді. 5.2-суретте қисықтың қарапайым М нүктесі (а); бүгілу N нүктесі (ә); бірінші текті қайтарма Р нүктесі (б); екінші текті қайтарма Q нүктесі (в); ілмек R нүктесі (з) және сыну Т нүктесі (д) көрсетілген. Проекциялау барысында қисық нүктелерінің мұндай ерекшеліктері сақталынады және сол себептен жазық қисықтың проекциясы бойынша қисықтың өз сипаты жайында жорамалдауға болады.



5.2-сурет. Қисық сызықтар



5.3-сурет. Қисықтың жазық немесе кеңіс болатынын анықтау

Жалпы жағдайда қисық доғасының сызбада берілген проекциялары бойынша оның жазық немесе кеңіс сызық болатынын қосымша салулар арқылы анықтауға болады (5.3-сурет).

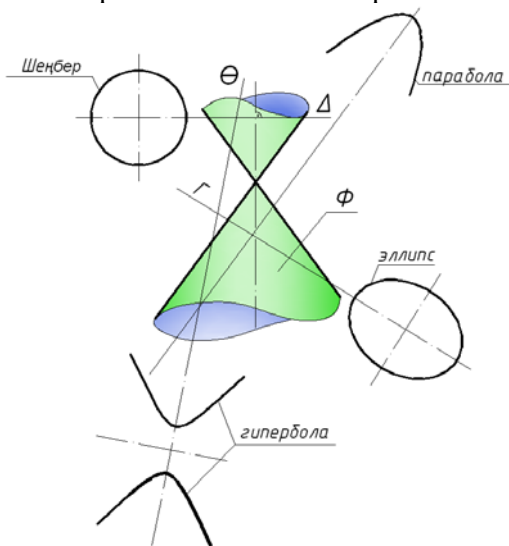
Ол үшін қисық бойынан қалауымызша үш нүкте алып қисықтың төртінші кез келген нүктесі бірінші үш нүктесімен анықталатын

жазықтыққа тиесілі болатынын немесе тиесілі болмайтынын тексеру қажет. Мысалы, 5.3-суретте кескінделген $\tilde{m}\{\tilde{m}_1, \tilde{m}_2\}$ қисығы кеңіс сызық болып тұр, өйткені $M\{M_1, M_2\}$ бақылау нүктесі осы қисықтың таңдап алынған А, В, С нүктелерімен анықталатын $\alpha\{A, B, C\}$ жазықтығына тиесілі емес: АN және ВС түзулері – айкасушы түзулер, сол себептен бір жазықтыққа тиесілі емес. Егер АN және ВС түзулері қиылысатын түзулер болса, онда $\tilde{m}$ қисығы жазық болар еді.

$\tilde{m}$ қисығының М нүктесіндегі t жанама түзуі деп MN қиюшының N нүктесі сызық бойымен М нүктесіне ұмтылғандағы шекті жағдайын айтады (5.1-сурет). Жазық қисықтың М нүктесіндегі n нормалі деп осы нүктеде t жанамасына $n \perp t$ перпендикуляр алынған түзуді айтады.

Екінші ретгі қисықтар (эллипс, шеңбер, парабола және гипербола) айналу конустық бетін кейбір жазықтықпен қиғанда алынады. (5.4-сурет).

Егер α қиюшы жазықтығы Φ конустық беттің барлық жасаушыларын қиятын болса – эллипс; осіне перпендикуляр болса – шеңбер; бір жасаушысына параллель болса – парабола, қос жасаушысына параллель болса – гипербола алынады.



5.4-сурет. Айналу конустық беттің қималары.

Егер қиюшы жазықтық конустық беттің S төбесі арқылы өтетін болса, онда екінші ертті қисық екі қиылысушы түзулерге ыдырайды.

Екінші ретті қисықтарды кейде *конустық қималар* немесе жай *коникалар* деп атайтыны осыдан.

5.2. ШЕҢБЕРДІҢ ПРОЕКЦИЯЛАРЫ

Машинажасау сызбаларын орындауда шеңбердің тік-бұрышты проекциясын салу қажеттілігі пайда болады. Шеңбердің тікбұрышты проекциясы эллипс болып табылады. Үлкен осіне – шеңбердің дейгейлік түзу бойындағы диаметрі, ал кіші осіне – проекциялар жазықтығымен ең үлкен бұрыш құрайтын диаметрі проекцияланады.

Бұл жерде үш жағдайды қарастыралық.

1. $\tilde{a}$ шеңбері α_1^* деңгейлік жазықтығында жатыр (5.5 а-сурет). Демек ол проекциялар жазықтықтарының біреуіне нақты шамасына, ал басқа проекциялар жазықтығына – жазықтықтың түзуге айналған проекциясымен беттесетін кесіндіге проекцияланады.

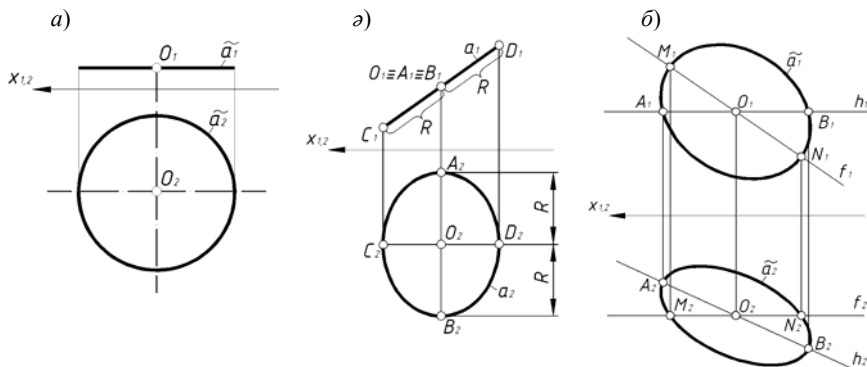
2. $\tilde{a}$ шеңбері β проекциялаушы жазықтығында жатыр (5.5 ә-сурет). Оның бір проекциясы түзуге айналады және де жазықтықтың түзуге айналған проекциясымен беттеседі, екінші проекциясы – эллипс болады. $\tilde{a}_1, \tilde{a}_2$ проекцияларын салу сызбадан түсінікті.

3. $\gamma\{f \cap h\}$ жалпы жағдай жазықтықта жататын $\tilde{a}$ шеңбері проекциялар жазықтықтарының екеуіне де эллипстерге проекцияланады (5.5 б-сурет).

Бірінші жағдайда шеңбер проекцияларының салынуы опонай болатыны түсінікті. Біз екінші және үшінші жағдайларда берілген шеңберлер проекцияларының салынуларын мысалдар арқылы қарастыралық.

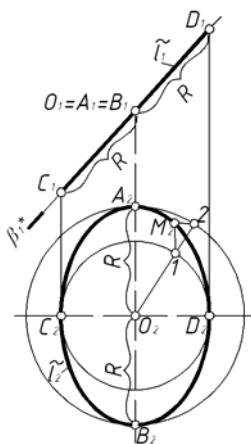
1-мысал. $\beta\{\beta_1^*\}$ фронталь проекциялаушы жазықтығында центрі O нүктесінде орналасқан радиусы R -ге тең l шеңберін салу керек (5.8-сурет). Берілген жағдайда шеңбердің фронталь проекциясы ұзындығы $2R$ -ге тең түзудің кесіндісі, ал горизонталь проекциясы – эллипс болады. Бұл эллипстің C_2D_2 үлкен осі

фронталь проекциялаушы түзуі бойында орналасады және ол шеңбердің диаметріне, яғни $2R$ -ге тең болады. Кіші A_2B_2 осі фронтальдың горизонталь проекциясына параллель болып орналасады. Оның шамасы $A_1 \downarrow A_2$, $B_1 \downarrow B_2$ байланыс сызықтары бойынша анықталады.

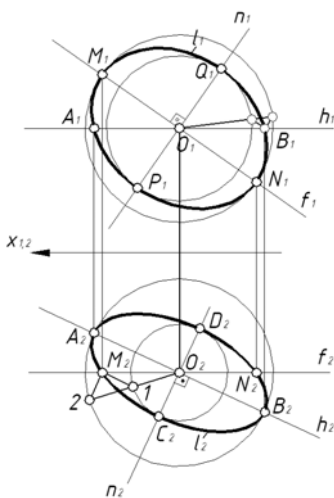


5.5-сурет. Шеңбердің проекциялары

Эллипстің A_2B_2 және C_2D_2 осьтерін біле отырып, оның қанша болса да нүктелерін осы осьтерде салынған екі концентрлік шеңберлер көмегімен оңай салуға болады.



5.6-сурет. Дербес жағдайда орналасқан шеңбердің проекциялары



5.7-сурет. Жалпы жағдай шеңбердің проекциялары – эллипстер

2-мысал. $\alpha \{h \cap f\}$ жазықтығында жатқан $\tilde{l}\{O.R\}$ шеңберінің $\tilde{l}_1, \tilde{l}_2$ проекцияларын салу керек. Бұл жерде $O = h \cap f$ (5.6-сурет).

Жоғарыда айтылған болатын $\tilde{l}_1, \tilde{l}_2$ эллипстерінің үлкен осьтері деңгейлік түзулерге, сәйкесінше h горизонталіне және f фронталіне тиесілі болады. Олардың шамалары $\tilde{l}$ шеңберінің диаметріне тең. Сол себептен π_2 -де $\tilde{l}_2$ эллипсінің $[A_2B_2] = 2R$ үлкен осін горизонтальдің h_2 горизонталь проекциясына, ал $\tilde{l}_1$ эллипсінің үлкен $[M_1, N_1] = 2R$ осін - фронтальдің f_1 фронталь проекциясына түсіреміз. A, B, M, N нүктелерінің екінші A_1, B_1, M_2, N_2 проекцияларын олардың горизонтальға және фронтальға тиесілігі шартынан табамыз. Кіші C_2D_2 және P_1Q_1 осьтерін салу үшін $n_2 \perp A_2B_2$ және $n_1 \perp M_1N_1$ түзулерін жүргіземіз. Енді $\tilde{l}_2$ эллипсі үлкен A_2B_2 осімен, кіші осінің n_2 бағытымен және M_2, N_2 екі нүктелерімен анықталған. Бұл шарттар оның кіші осінің шамасын графикалық анықтауға жеткілікті болады:

- ізделінді $\tilde{l}_2$ эллипсінің M_2 нүктесі арқылы A_2B_2 және n_2 -ге параллель түзулер жүргіземіз;
- n_2 -ге параллель түзудің $[A_2B_2]$ кесіндісінде (диаметрде) сызылған γ шеңбермен қиылысқан 2 нүктесін белгілейміз;
- $1=[2_22] \cap [M_21]$ нүктесін белгілеп $\tilde{l}_2$ эллипсінің кіші жарты осінің шамасын анықтайтын $[O_21]$ кесіндісін аламыз.
- $\tilde{l}$ шеңберінің фронталь проекциясы болып табылатын $\tilde{l}$ эллипсінің кіші жарты осінің шамасы іспеттес анықталады.

5.3. ЦИЛИНДРЛІК ВИНТТІК СЫЗЫҚ

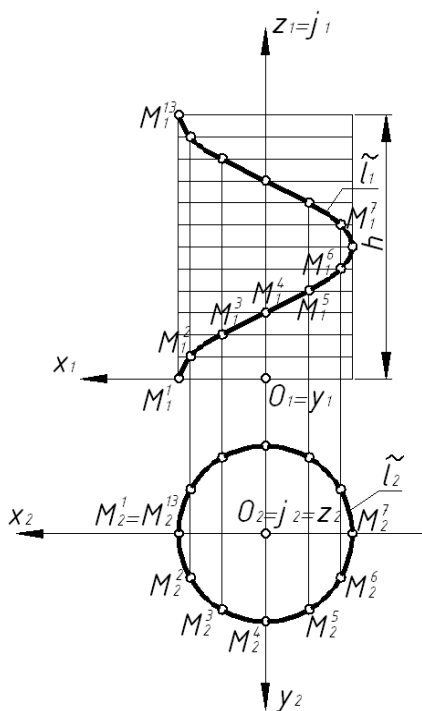
Инженерлік практикада ең жиі кездесетін кеңіс қисықтардың қатарларына **цилиндрлік винттік сызық** кіреді. Оны өзіне параллель j осінен бірқалыпты айналатын кейбір m түзуінің бойымен бірқалыпты ілгерілемелі қозғалыс жасайтын M нүктесінің троекториясы – құрайды (5.8-сурет).

M нүктесінің цилиндр жасаушысы бойымен толық бір айналғанда жылжыған h биіктігін винттік сызықтың *орамы* деп атайды (5.8-сурет).

$P = \frac{h}{2\pi}$ саны винттік сызқтың *параметрі* деп аталады.

m түзуінің j осінен айналғанда сызатын цилиндрдің r радиусы *винттік сызқтың радиусы*, ал j – *винттік сызқтың осі* деп аталады.

Сонымен винттік сызық өзінің j осімен, h қадамымен (немесе p параметрімен) және r радиусымен анықталатынын білдік. Осы себептен $\tilde{l}$ винттік сызығының $\tilde{l}_1, \tilde{l}_2$ проекцияларын сызбада салу үшін j осі және r радиусы бар айналу цилиндрі беріліп, j осінде және h қадамына тең кесінді түсіріледі (5.8-сурет).



5.8-сурет. Цилиндрлік винттік сызық, оңқай

Цилиндрдің горизонталь проекциясы, берілген $\tilde{l}_2$ винттік сызқтың шеңберге айналған $\tilde{l}_2$ проекциясы болады. Оның $\tilde{l}_1$ фронталь проекциясын салу үшін $\tilde{l}_2$ шеңберін және h кесіндісін тең санды бөліктерге бөледі (қарастырылып отырған сызбада - 12 бөліктерге). Винттік сызқтың фронталь проекциясы бөлу нүктелері арқылы жүргізілген аттас горизонталь және вертикаль түзулердің қиылысу нүктелері болып салынады.

Винттік сызық *оңқай* және *солақай* болуы мүмкін. Ол оңқай деп аталады, егер де қараушы винттік сызқтың осі бойымен қараған кезде оның жоғары көтерілген кездегі сағат тіліне қарсы бұралғанын көретін болса.

6.8-суретте көрсетілген цилиндрлік винттік сызық оңқай болады. Егер бұралуы сағат тілі бойынша болса, онда цилиндрлік винттік сызық солақай болғаны.

Айналу цилиндр бетіндегі екі нүктесін қосатын *ең қысқа сызық* винттік сызық болатынын көрсету қиын емес. Сол

себептен мұндай сызықты геодезиялық сызық деп атайды.

Техникада сондай-ақ басқа айналу беттеріне, жекелегенде конустық беттеріне, тиесілі винттік сызықтар кездеседі. Олардың проекцияларын салу ерекшеліктері тек бұл беттердің j айналу осіне перпендикуляр жазықтықтардан алынған қималары радиустары айнымалы шеңберлер болып табылады.

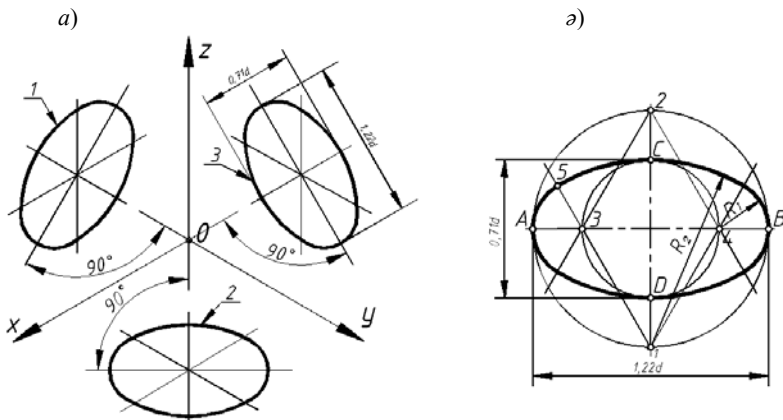
5.4. ҚИСЫҚ СЫЗЫҚТАРДЫ АКСОНОМЕТРИЯДА САЛУ

Геометриялық фигураларды Монж сызбасында және аксонометриялық сызда кескіндеудің ешқандай айырмашылығы жоқ екенін жоғарыда айтқанбыз. Осы айтылғанның толығымен қисық сызықтардың кескіндеріне де қатысы бар.

5.4.1. Шеңбердің аксонометриялық кескіндері

Машинажасау тетікбөлшектерінің аксонометриялық кескіндерін салу практикасында шеңбер жазықтығы натурал жүйесінің координаталық жазықтықтарының біреуіне тиісті немесе оған параллель болатын жағдайлары жиі кездеседі. Ондай шеңбердің аксонометриялық проекциясы, үлкен және кіші осьтері бойынша салынатын **эллипс** болады. Эллипс осьтерінің орналасулары және олардың өлшемдері ГОСТ 2.317-69* стандартында толығымен көрсетілген.

Тікбұрышты изометрияда эллипстің кіші осінің бағыты натурал жүйесіндегі шеңбер жазықтығына перпендикуляр координаталық осімен беттеседі (5.9 а-сурет). Егерде шеңбер жазықтығы координаталық xOy жазықтығына параллель болса, онда кіші осі z осіне параллель, ал үлкен осі оған перпендикуляр болады. Сәйкесінше yOz жазықтығы үшін кіші осі x осіне параллель, ал xOz жазықтығы үшін кіші осі y осіне параллель болады. Бұл ереже тікбұрышты диметрия үшін де сақталады (5.10 а-сурет).



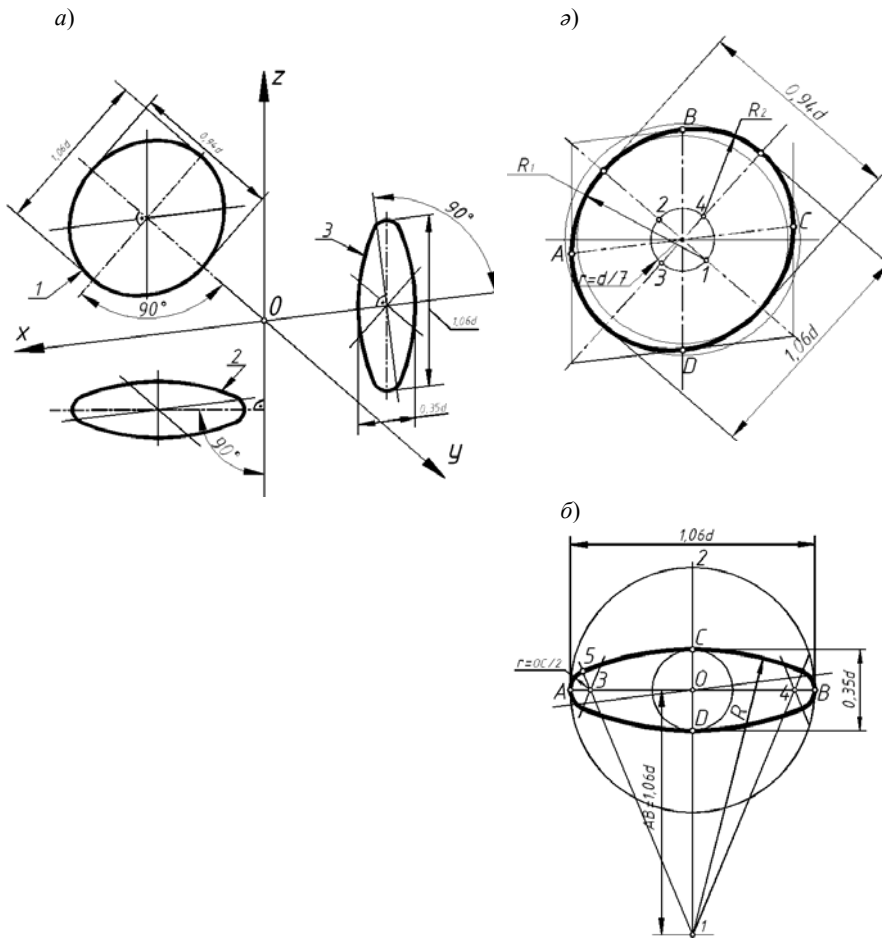
5.9-сурет. тікбұрышты изометриядағы эллипстердің проекциялары:
 а) π_1 , π_2 және π_3 проекция жазықтықтарына параллель орналасқан эллипстер
 ә) 2-эллипсті алмастыратын төртцентрлі сопақшаны салу әдісі

Тікбұрышты изометрияда эллипстің үлкен осі $1,22d$, кіші осі $0,71d$ -ға (бұл жерде d -проекцияланатын шеңбердің диаметрі) тең болады (5.9 а-сурет). Тікбұрышты диметрияда эллипстер осьтерінің өлшемдері: xOy немесе yOz жазықтығында үлкен осінің өлшемі $1,06d$ -ға, кіші осінікі – $0,35d$ -ға тең етіп салынса, xOz жазықтығындағы эллипстің үлкен осі $1,06d$, ал кіші осінікі $0,95d$ -ға тең етіп салынады.

Эллипстерді сызбада нүктелер арқылы салу көп уақытты алады сондықтан оларды шеңберлер доғаларын түйіндестіру арқылы салынатын сопақшалармен (овалдармен) алмастырады. Мұндай сопақшаларды төртцентрлі сопақшалар деп атайды.

Сопақшаларды сызбада салу әдістері көп, біз солардың ішінен мынадай бір әдісін келтірелік (5.9 ә-сурет).

Эллипс (сопақша) центрі O нүктесінде өзара перпендикуляр орналасқан үлкен AB осі мен кіші CD осінде екі шеңбер салынады. Үлкен шеңбер CD осінің созындысы 1 және 2 нүктелерінде қиылысса, кіші шеңбер AB осімен - 3 және 4 нүктелерінде қиылысады. Центрлері болатын осы нүктелерден $R_1 = |OB - OC|$, $R_2 = |CD| + R_1$ радиустарымен шеңбер доғалары жүргізіледі. Бұл доғалардың түйіндесу нүктелері, мысалы 5-нүкте, 1 мен 3 нүктелері арқылы жүргізілген түзудің созындысында, оның доғалармен қиылысқан жерінде анықталады.



5.10-сурет. Тікбұрышты диметриядағы эллипстердің орналасуы:
 а) проекция жазықтықтарына параллель шеңберлердің
 (эллипстердің) диметриялық проекциялары; ә) 1 эллипсті төртцентрлі
 сопақшамен алмастырып сызу
 б) 2 эллипсті сопақшамен алмастырып сызу

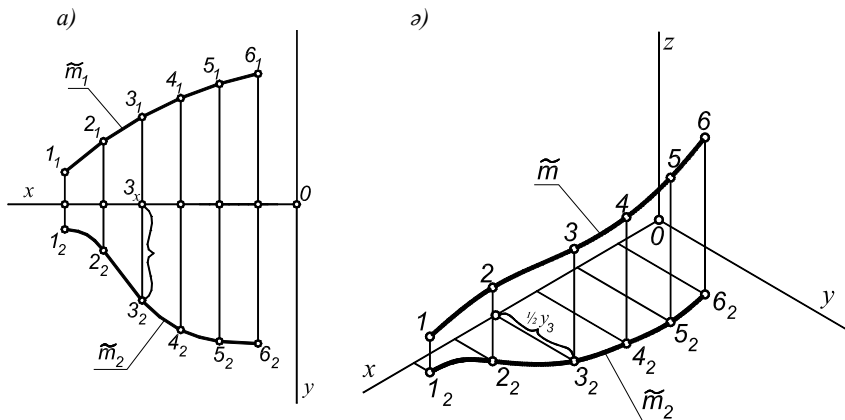
Тікбұрышты диметрияда да эллипстерді төртцентрлі сопақшалармен алмастырып сызады. Мысалы 1-сопақшаны салу үшін (5.10 ә-сурет) xOz жазықтығында ромб және оның орта сызықтары мен диагональдары салынады. Ромб центрі – O нүктесінен радиусы $r=d/7$ -ге тең көмекші шеңбер жүргізіліп оның ромб диагональдарымен қиылысатын 1,2,3 және 4 нүктелері

белгіленеді. Енді осы нүктелер центрлер ретінде алынады да центрі 1-ден AB доғасы, центрі 2-ден – DC доғасы, центрі 3-тен – AD доғасы, ал центрі 4-тен – BC доғасы жүргізіледі. Эллипстің (сопақшаның) үлкен және кіші осьтерінің өлшемдері осы доғаларды жүргізу барысында анықталады.

Оху жазықтығында жататын 2-эллипсті алмастыратын сопақшаны салу үшін эллипстің үлкен AB және кіші CD осьтерінде (5.10,б-сурет) O нүктесінен CD созындысына эллипстің үлкен осі $AB=1,06d$ -ға тең кесіндіні өлшеп саламыз. Бұдан сопақшаның жоғары доғасын жүргізетін центрі-1 нүктені анықтап, $R=|1C|$ радиусымен жоғарғы доғаны жүргіземіз. Дәл осындай радиуспен сопақшаның төменгі доғасын да жүргіземіз. Оң және сол жағындағы кіші доғаларды 3 және 4 центрлерін A және B нүктелерінен $r=OC/2$ радиусымен кертіп анықтаймыз. Түйіндесетін 5 нүктесін 1-3 түзудің көмегімен табамыз.

5.4.2. Кеңіс сызықтың аксонометриясы

Кеңістік қисық сызығының аксонометриялық кескіні оның берілген ортогональ сызбасы арқылы салынады. Ортогональ сызбасы берілген $\tilde{m}\{\tilde{m}_1, \tilde{m}_2\}$ қисық сызығының (5.11 а-сурет) аксонометриялық кескінін тік бұрышты диметрияда салуды қарастыралық. Сызбада (эпюрде) алдымен *Оху*z осьтерін, егер олар берілмеген болса, таңдап аламыз. Берілген қисық сызықта бірқатар $\{1,2,...,5\}$ нүктелерін белгілейміз (5.11 ә-сурет). Ары қарай сызықтың аксонометриялық кескінін салу, әр нүктесінің аксонометриясын координаталары бойынша салынуына айналады. Нәтижесінде біз $\tilde{m}\{\tilde{m}_1, \tilde{m}_2\}$ салынған нүктелерді бастыра қисық сызық жүргізіп сызығының тік бұрышты диметриялық проекциясын аламыз (5.11 ә-сурет). Бұл жерде сызықтың ортогональ сызбасындағы нүктелер қатарын неғұрлым тығызырақ алатын болсақ, оның аксонометриялық кескіні соғұрлым дәлірек кескінделеді.



5.11-сурет. Қисық сызықтың аксонометриясын салу: а) сызықтың ортогональ сызбасы; б) сызықтың тік бұрышты диметриясы

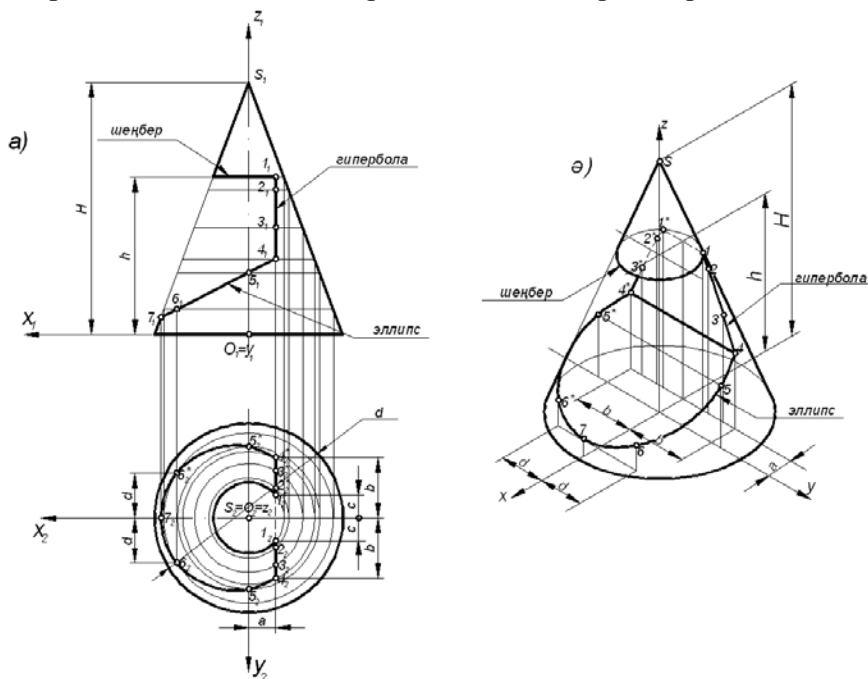
Байқағанымыз $\tilde{m}$ сызығы диметрияда салынып отыр сол себепті оның нүктелерінің Оу осі бойындағы координаталары екі есе қысқартылып алынған. Ал, егер осы сызық изометрияда кескінделетін болса, онда нүктелердің координаталары барлық осьтер бойынша нақты күйінше алынып салынар еді.

Енді қисық сызықтардың аксонометриялық кескіндерін практикада қолдануларын берілген ортогональ сызбасы бойынша (5.12 а-сурет) ойығы бар тік конустың изометриясын салу мысалында қарастыралық.

Координаталар басы О нүктесін конустың табаны – шеңбер центрімен, ал Oz осін конус осімен беттестіріп орналастырамыз. Осылайша енгізілген координаталар жүйесінің фронталь проекциясы: $O_1x_1 \perp O_1z_1$; $O_1=y_1$ болса, горизонталь проекциясы: $O_2x_2 \perp O_2y_2$; $O_2=z_2$ болады.

Конус табаны – шеңбердің жазықтығы Oz осіне перпендикуляр болып орналасқандықтан z осі горизонталь проекцияда «жоқ» болып тұр. Демек эллипстің (сопақшаның) үлкен осі Oz осіне перпендикуляр болып орналасады. Изометрияның осьтерін (5.12 ә-сурет) жүргізіп болғаннан кейін конус табанында 5.9 ә-суретте көрсетілген әдіспен сопақша саламыз. Сосын Oz осінің бойында конустың H биіктігінде орналасқан S төбесін анықтап, сопақшаға жанама түзулер (конус

жасаушыларын) жүргіземіз. Осылайша толық конус бетін салып алғаннан кейін ондағы ойықтың контурын анықтаймыз. Алдымен O нүктесінен h биіктікте орналасқан шеңбердің проекциясы –



5.12-сурет. Ойығы бар тік конустың изометриясын салу:
а) конустың ортогональ сызбасы; б) конустың изометриясы

кіші эллипсті (сопақшаны) салып, симметрия осінен оң жақтан a өлшеммен шектелген 1 және 1* нүктелерін белгілейміз. Сонан соң ойықтың гипербола құрайтын бөлігін саламыз. Қонустың ортогональ сызбасында бұл бөлігі $\{2,2^*;3,3^*;4,4^*\}$ нүктелер арқылы белгіленген. Бұл нүктелердің аксонометриялық проекцияларын координаталары арқылы салып, оларды бастыра гипербола доғаларын жүргіземіз. Ойықтың келесі және соңғы құраушы бөлігі эллипсті де $\{5,5^*; 6,6^*;7\}$ нүктелер жиындары арқылы салып оларды бастыра эллипстің доғасын сызамыз. Барлық салулар 5.12 ә-суреттен түсінікті.

Өзін-өзі бақылауға арналған сұрақтар, жаттығулар және есептер

1. Қисық сызықтың кинематикалық принципте жасалуын ұғындырыңыздар және қиюшы, жанама нормалі деген түсініктерді айқындаңыздар.

2. Қандай қисықтар жазық қисық, ал қандайлары – кеңіс қисық сызық деп аталады?

3. Қисық жазық болатын сызба бойынша қалай білуге болады?

4. Кез келген қисықтың екі проекциясын беріңіздер және оның жазық еместігіне көз жеткізіңіздер.

5. Қисық сызықтың проекцияларының негізгі қасиеттерін атаңыздар.

6. Қандай қисықтар алгебралық деп аталады?

7. Жазық алгебралық қисықтардың сипаттамаларын және оларды анықтау тәсілдерін еске түсіріңіздер.

8. Екінші ретті жазық қисықтарға қандай қисықтар жатады? Олардың қайсысымен тұрмыста жиірек кездесесіздер?

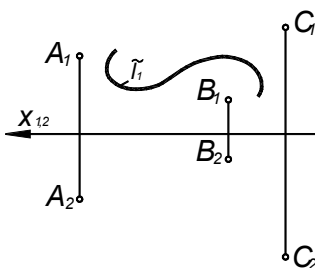
9. Екінші ретті қисықтарды конустық қималар немесе коникалар деп атайтынымыз неліктен?

10. Кеңіс қисықтардың ішінен техникада жиі кездесетін сызықтарды атаңыздар.

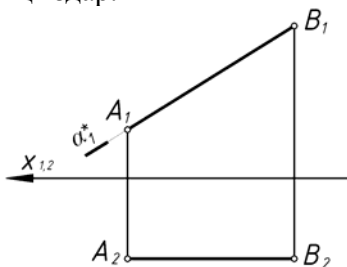
11. Цилиндрлік және конустық винттік сызықтар қалай алынады және сызбада олар қалай кескінделеді?

12. Винттік сызықтардың оңқай және солақай болатынын түсіндіріңіздер.

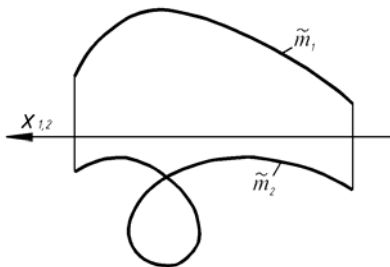
13. Берілген $\alpha\{A, B, C\}$ жазықтығында жататын $\tilde{l}$ қисығының жетіспей тұрған $\tilde{l}_2$ горизонталь проекциясын алыңыздар.



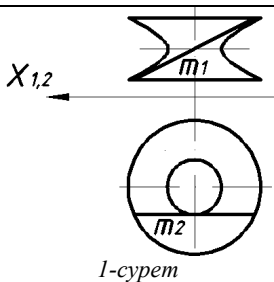
14. Фронталь проекциялаушы α_1^* жазықтығында орналасқан, диаметрі $[AB]$ кесіндісіне тең шеңбердің проекцияларын салыңыздар.



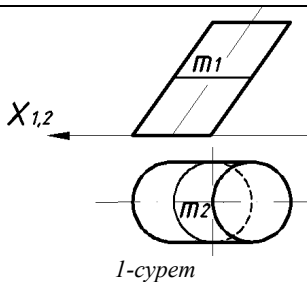
15. Ортогональ проекциялары берілген $\tilde{m}$ қисығының тік бұрышты диметриялық (аксонометриялық) проекциясын салыңыздар.

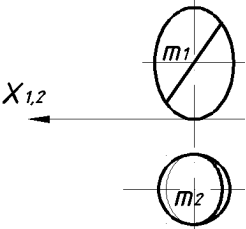
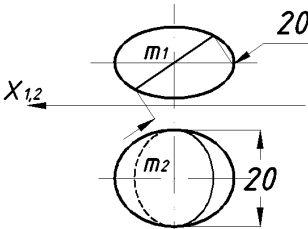
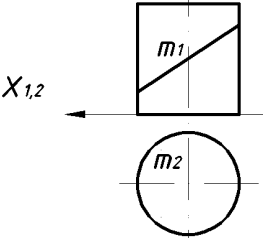
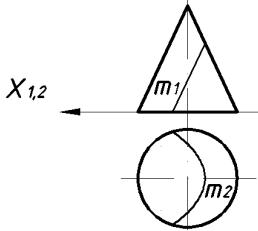
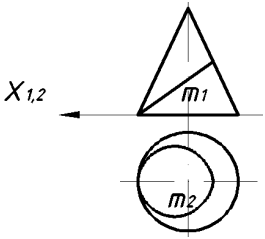
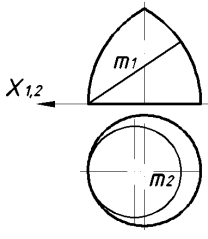
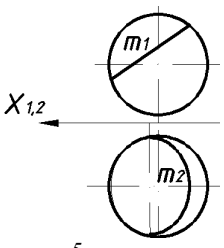
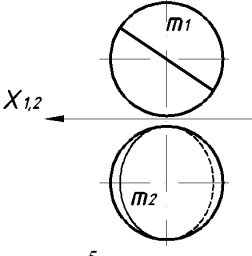


16. Қайсы суретте берілген бетте жататын m сызғыш шеңбер болып табылады?



17. Қайсы суретте берілген бетте жататын m сызығы эллипс болып табылады?



 2-сурет	 2-сурет
 3-сурет	 3-сурет
 4-сурет	 4-сурет
 5-сурет	 5-сурет
Дұрыс жауабы: _____-сур.	Дұрыс жауабы: _____-сур.

6. БЕТТЕР

Адамның қызметінде беттермен материалдық, физикалық т.с.с. модельдер түрінде кездеспейтін бірде-бір сала жоқ.

Инженерлік қызмет түрлі техникалық беттерді конструкциялаумен, есептеумен (жобаны есептеумен), дайындаумен байланысты. Мұндай жұмыстар, әсіресе, машинажасауда пішіндері күрделі техникалық қисық беттерді конструкциялау аса маңызды орын алады. Қазіргі кезеңде инженерлік геометрия есептері болып табылатын күрделі техникалық беттерді конструкциялау, есептеу және қайта өңдеу үдерістері автоматтандырылған.

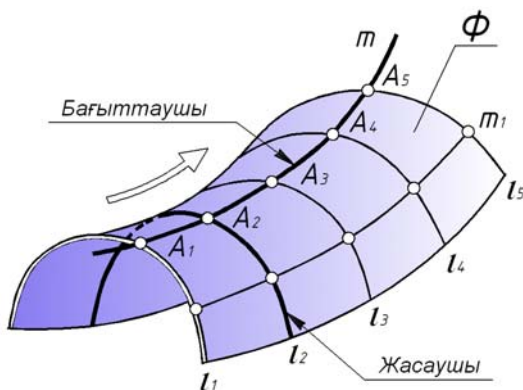
Сол себептен, қисық беттерді сызбада моделдеуді, оларда түрлі позициялық және метрикалық есептерді шеше білу керек.

6.1. НЕГІЗГІ ТҮСІНІКТЕР ЖӘНЕ АНЫҚТАУЛАР

Сызба геометрияда бет кеңістікте қозғалатын сызықтың ретімен барлық орын ауыстыруының жиынтығы деп қарастырылады (6.1-сурет). Беттің осындай жасалу тәсілі кинематикалық деп аталады.

Қозғалу барысында бет жасайтын l сызығын ***жасаушы*** деп атайды. Бойымен жасаушы жылжитын қозғалмайтын m сызығы ***бағыттаушы*** деп аталады. Жасаушының кеңістікте орналасуының таратылу заңы және оның пішінінің өзгеруі әдетте, бағыттаушы сызықпен беріледі.

Беттердің кинематикалық жасалу тәсілі олардың сызбада көрнекі кескінделуін және белгілі бір геометриялық есептерді шығару мүмкіншіліктерін, сондай-ақ беттерді қайта өңдеуді, яғни оларды қалыптастыруды, дайындауды және өңдеуді қамтамасыз етеді. Сол себептен бұл тәсіл техникалық беттерді конструкциялауда кеңінен қолданыс тапқан.

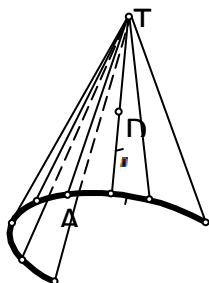


6.1-сурет. Беттердің жасалуы

6.2. БЕТ ҚАҢҚАСЫ (КАРКАСЫ) ЖӘНЕ АНЫҚТАУЫШЫ

Жасаушы l сызығының қозғалу барысында оның әрбір нүктесі кеңістікте қандай да бір $\tilde{m}_1$ сызығын бейнелейді (6.1-сурет). Нәтижесінде барлық бет қос сызықтар үйірлерінен: $(l_1, l_2, \dots)$ жасаушылар үйірі және жасаушының жеке нүктелерінен жүргізу арқылы алынатын $m, m_1, \dots$ сызығының үйірі) тұратын сызықтар торымен жабылады. Бір үйірдің әрбір сызығы екінші үйірдің барлық сызықтарын қияды. Бетті сызбада оның сызықтарының белгілі бір санын жекешелеп кескіндейді, оны беттің **сызықтық қаңқасы (каркасы)** деп атайды.

Жасаудың кинематикалық тәсілі жайында айта тұра **беттің анықтауышы** дейтін түсінік енгізіледі.



6.2-сурет. Конустық бет

Берілген бетті бір мағыналы етіп анықтайтын шарттар жиынтығын (параметрлерін) оның анықтауышы деп атайды: беттің анықтауышы екі бөліктен тұрады: **геометриялық (қысқаша ГА)** және **алгоритмдік (АА)**. Мысалы, θ конустық беті (6.2-сурет) төбесі T нүктесі және $\tilde{m}$ бағыттаушысымен бір мағыналы анықталады, оның геометриялық анықтауышы $(ГА)$

былай жазылады: $ГА: \theta\{T, \tilde{m}\}$, яғни конустық беттің T төбесі және $\tilde{m}$ бағыттаушысы анықтауыштың геометриялық бөлігін

құрайды. Алогритмдік бөлігі берілген T төбесі мен $\tilde{m}$ бағыттаушы сызығы арқылы беттің үздіксіз қаңқасын жасайтын шарттарын көрсетеді.

Оны былай жазады: $AA: \theta \begin{cases} l^i \supset T; \\ l^i \cap \tilde{m} = A^i, \end{cases}$ яғни θ конустық

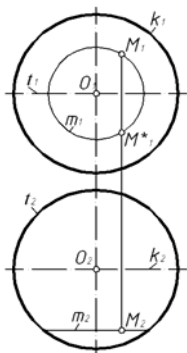
беті T төбесінен өтетін және $\tilde{m}$ бағыттаушысын A^i нүктелерінде қиятын l^i жасаушыларының жиынтығы болып табылады. Кейде бет анықтаушының алгоритмдік бөлігін сөздерімен жазуға тура келеді. Мысалы, Φ сферасы анықтаушының геометриялық бөлігі оның O центрі және R радиусы арқылы бір мағыналы болып беріледі: $GA: \Phi\{O, R\}$, ал алгоритмдік бөлігін:

$A: \Phi \left\{ \begin{array}{l} \text{Сфера кеңістіктің } O \text{ нүктесінен берілген } R \text{ қашықтықта} \\ \text{орналасқан нүктелер жиынынан жасалады} \end{array} \right\}$.

Әдетте кинематикалық беттер сызбада анықтауыштың геометриялық бөлігіндегі элементтерінің проекцияларымен беріледі. Беттің сызбасы қайтымды болып саналады, егер осы бетке тиесілі кез келген нүктенің бір проекциясы бойынша оның екінші проекциясы салуға болатын болса.

Бетке тиесілі нүктенің проекциясы салу келесі шартқа негізделген: **нүкте бетке тиесілі, егер ол осы беттің қандай да бір сызығына тиесілі болса:**

$$A \subset \Phi \Rightarrow A \subset l \wedge l \subset \Phi$$



6.3-сурет. Сфера бетіне тиесілі нүктені салу

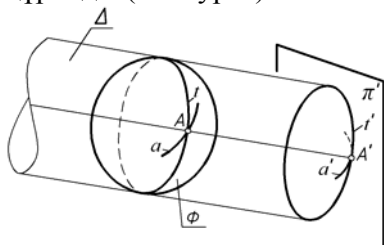
Бетке тиесілі нүктенің проекциясын графикалық салу барысында беттегі нүкте арқылы жүргізілетін сызықтың проекциялары графикалық қарапайым болатынын көздеу керек. 6.3-суретте $\Phi\{O, R\}$ сфера бетіне тиесілі M нүктесінің M_1 фронталь проекциясы оның берілген M_2 горизонталь проекциясы бойынша салынғаны көрсетілген.

Φ сферасында M нүктесі арқылы π_1 және π_2 -ге эллипстер болып проекцияланатын сансыз көп шеңберлер жүргізуге болады. Тек фронталь және горизонталь деңгейлік жазықтықтарында орналасқан шеңбердің проекциялары графикалық қарапайым. 6.3-суретте M

нүктесі арқылы фронталь деңгейлік жазықтығында орналасқан $\tilde{m}$ шеңбері жүргізілген. Сол себептен ол π_2 -ге $\tilde{m}_2$ кесіндісіне, ал π_1 -ге $\tilde{m}_1$ нақты шамалы шеңберге проекцияланады.

Бет анықтаушының геометриялық бөлігіндегі элементтерінің проекцияларымен берілген сызбасында көрнекілік болмайды. Бет сызбасының көрнекілігін келтіру үшін оны **очерк сызықтарымен** толықтырады. Беттің очеркі сызығы былай алынады:

Берілген Φ бетінің s бағыты бойынша π' проекциялар жазықтығына проекциялау барысында оны жанайтын проекциялаушы түзулер жиыны  проекциялаушы цилиндрлік бетті құрайды (6.4-сурет).



6.4-сурет. Беттің очеркін алу схемасы

Φ бетінің  цилиндрлік бетімен жанасу t сызығы **контурлық сызығы**, ал t контур сызығының t' проекциясы, яғни  проекциялаушы цилиндрлік

бетінің π' проекциялар жазықтығындағы ізі Φ бетінің π'

жазықтығындағы **очерк сызығы** деп аталады. Осы t сызығының екінші проекциялар жазықтығындағы проекциясы π' жазықтығына қатысты **көрінетіндік сызығы** болып табылады.

Мысалы, 6.3-суретте көрсетілген Φ сферасының сызбасы π_1 және π_2 проекциялар жазықтығында k_1, t_2 очерк сызықтарымен және көрінетіндігін анықтайтын k_2, t_1 сызықтарымен толықтырылған. Бұл сызықтар сызда көрнекілігін берумен қатар оның көрінетіндігін анықтайтын есептерді шешуге мүмкіншілік туғызады.

Беттердің сан алуандығы оларды жүйелеуді талап етеді. Беттер жасалуының кинематикалық тәсілі негізінде оларды жүйелеудің екі белгісі болады. Олар жасаушының түрі және оның қозғалу заңы. Жасаушының түріне байланысты **беттер түзу сызықтық (жасаушысы – түзу сызық), циклдік (жасаушысы –**

шеңбер) және қималарына тәуелді беттерге (жасаушысы – жазық қисық) бөлінеді.

Жасаушының қозғалу заңына байланысты беттерді: *параллель тасымалдау беттері, айналу және винттік беттеріне* бөлуге болады.

Мұндай жүйелеу шартты болып табылады, өйткені бір және сол ғана бет бір мезгілде әртүрлі беттерге қатысты болуы мүмкін. Мысалы, айналу конустық беті сызықтық беті, немесе айналу беті деп қарастыруға болады.

Жоғарыда аталған беттерді қарастыралық.

6.3. ЖАЗЫЛАТЫН ЖӘНЕ ЖАЗЫЛМАЙТЫН ТҮЗУ СЫЗЫҚТЫҚ БЕТТЕР

Түзу сызықтық бет деп түзу сызықтың (жасаушының) кеңістікте белгілі бір заң бойынша қозғалуынан жасалатын бетті айтады. Түзу сызықтық бетті кинематикалық жасалу тәсілі негізінде қарастыратын болсақ, түзу сызықты жасаушының қозғалу заңы әдетте, *бағыттаушылар* деп аталатын үш кеңіс қисық сызықтарымен беріледі, осыдан жасалынған бет жалпы түр түзу сызықтық бет болып табылады. Кеңістікте түзулер мен бағыттаушы қисықтардың түрлеріне және орналасуыларына байланысты әртүрлі түзу сызықтық беттерді алуға болады.

Түзу сызықтық беттер техникада және құрылыста кеңінен қолданылады. Мысалы авиамашина жасауда ұшақтардың қанаттары, фюзеляждары, сондай-ақ цилиндрлік және конустық тісті доңғалақтар, сәулеттік үймереттер түзу сызықтық беттерден конструкцияланады.

Барлық түзу сызықтық беттер оларды жазықтыққа бүкпей және үзбей жазуға болатынына немесе болмайтынына байланысты екі түрге: *жазылатын* немесе *жазылмайтын* беттерге бөлінеді. *Жазылатын беттің* жапсарлас жасаушылары бір-біріне шексіз жақын орналасқан нүктелерде қиылысады, сондықтан екі жасаушысымен шектелген беттің шексіз кіші бөлігін жазықтықпен беттестіруге болады.

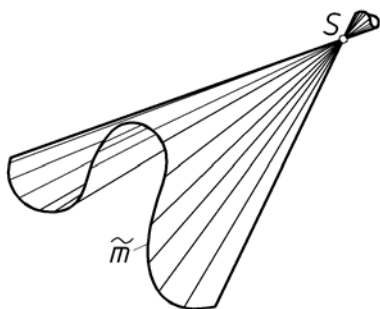
Басқа түзу сызықтық беттердің барлығы *жазылмайтын*, немесе *қиғаш беттер* деп аталады, бұл беттердің екі жапсарлас

жасаушылары айқас түзулер болады, ал айқас түзулер бір жазықтықты анықтай алмайды.

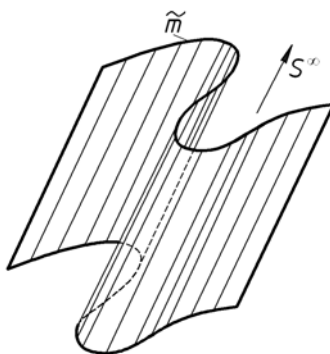
Жазылатын беттердің бірнеше түрлерін қарастыралық.

6.3.1. Конустық және цилиндрлік беттер

Жалпы түр конустық беті бекітілген S нүктесі (төбесі) арқылы өтетін және бағыттаушысы $\tilde{m}$ қисығын қиятын l түзуінің (жасаушының) қозғалысынан жасалады (6.6-сурет).



6.6-сурет. Конустық бет



6.7-сурет. Цилиндрлік бет

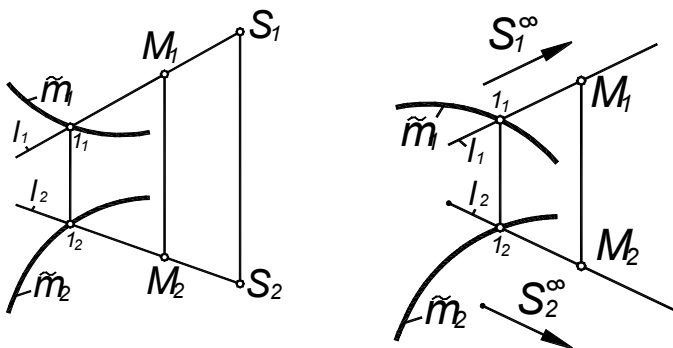
Жалпы түр цилиндрлік бет l түзуінің (жасаушының) бағыттаушы $\tilde{m}$ қисығын қия отырып, берілген s бағытына параллель жылжуынан жасалады (6.7-сурет).

Цилиндрлік бетті конустық беттің дербес жағдайы деп қарастыруға болады, яғни S төбесі меншіксіз S^∞ нүктесіне айналатын конустық бетті цилиндрлік бет деп атауға болады.

Мұндайда цилиндрлік бетінің l^i жасаушылары меншіксіз S^∞ нүктесінің меншікті уәкілі болатын s түзуіне параллель жүргізіледі.

Сонымен, конустық және цилиндрлік бет анықтаушы-тарының геометриялық бөліктері S немесе S^∞ төбесінен және $\tilde{m}$ бағыттаушысынан құралады:

$$\theta\{S, \tilde{m}\}; \theta\{S^\infty, \tilde{m}\}.$$

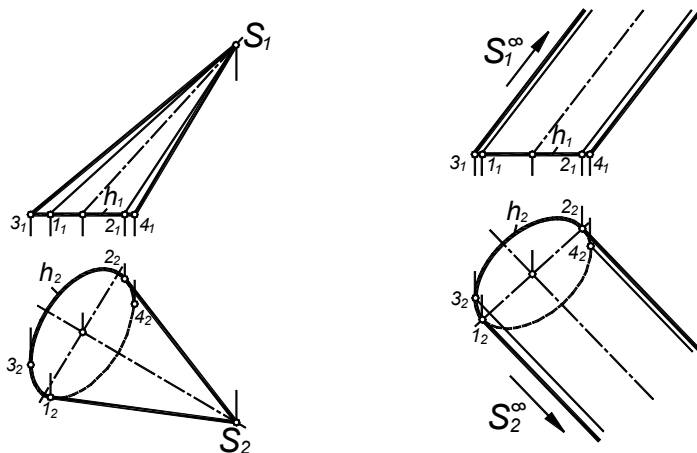


6.8-сурет. Конустық және цилиндрлік беттерде нүктені салу

Сызбада конустық және цилиндрлік бетке тиесілі нүктені салу үшін, олардың анықтауыштарының элементтерін көрсетсек жеткілікті.

6.8-суретте конус бетіне (6.8 а-сурет)және цилиндр бетіне (6.8,ә-сурет) тиесілі М нүктесінің салынуы көрсетілген:

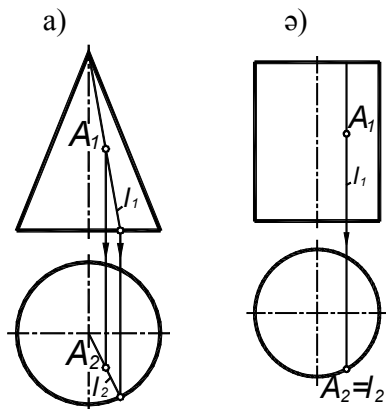
Конустық және цилиндрлік беттердің көрнекілігін жоғарылату үшін сызбада олардың очерктерін салып кескіндейді. 6.9 а,ә-суреттерде π_1 және π_2 -де конустық және цилиндрлік беттерінің очерктерінің салынулары көрсетілген.



6.9-сурет. Очерктерімен кескінделген конустық және цилиндрлік беттер.

Егер конус осі оның табанына перпендикуляр болса, онда конус **тік** деп аталады.

6.10 а-суретте π_2 -де тұрған тік дөңгелек конусы кескінделген. Бұл конустың i осі бағыттаушы $\tilde{m}$ шеңберіне перпендикуляр және оның центрі арқылы өтеді. Егер шеңбердің орнына біз эллипсті пайдалансақ, онда эллиптикалық конусты алар едік.



6.10-сурет. Тік конус және тік цилиндр:
а) тік конус; б) тік цилиндр

Егер біз цилиндрді жасаушылар бағытына нормаль (перпендикуляр) жазықтықпен қисақ онда қимасында цилиндрдің **нормаль қимасы** деп аталатын қисық сызығын аламыз. Нормаль қимадағы қисықтың түріне байланысты цилиндрлер дөңгелек, эллиптикалық, параболалық, т.б. болады. 6.10 ә-суреттегі сызбасында нормаль қимасы дөңгелек болып табылатын цилиндр кескінделген.

Егер цилиндр осі оның табанына перпендикуляр болса, онда цилиндр **тік** деп аталады. Конустық және цилиндрлік беттер машина жасауда кең қолданыс тапқан, мысалы тісті доңғалақтарда (6.11 а, ә-сурет), ернемекті құбырларда (6.11 б-сурет) т.с.с



б)



6.11-сурет. Тісті доңғалақтар (а,ә) және ернемекті құбыр (б)

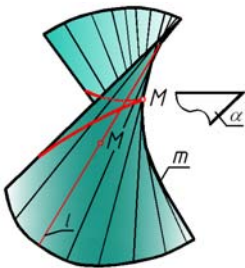
6.3.2. Торс беттері

Қайсыбір $\tilde{m}$ кеңіс қисығына жанама l^i түзулерінің жиынтығынан жасалатын сызықтық бет **торс** немесе **қайтарма қыры бар бет** деп аталады (6.12-сурет).

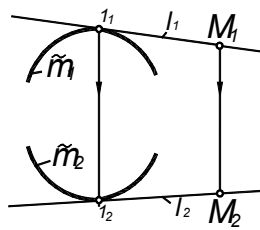
Бағыттаушы $\tilde{m}$ қисығы Φ бетінің **қайтарма қыры** деп аталады, өйткені еркінше алынған α жазықтығы Φ бетін қайтарма M нүктесі бар қисық арқылы қияды.

Торс анықтауышының геометриялық бөлігі тек қайтарма $\tilde{m}$ сызығынан тұрады: $GA: \Phi\{\tilde{m}\}$, ал алгоритмдік бөлігі былай жазылады: $AA: \Phi\{l^i \cup \tilde{m}\}$

Сызбада Φ торс беті қайтарма қырының проекцияларымен беріледі (6.13-сурет).



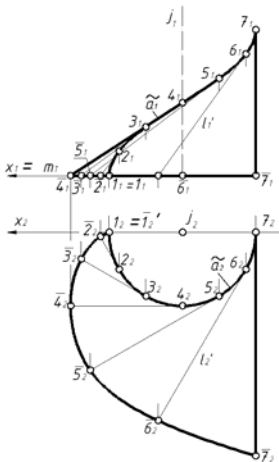
6.12-сурет. Торс беті



6.13-сурет. Торс бетінің сызбада берілуі.

$M \in \Phi$ нүктесінің берілген бір проекциясы бойынша, мысалы M_1 проекциясы бойынша, оның екінші M_2 проекциясын салу үшін $\tilde{m}_1$ -ге жанама жасаушы $l_1 \ni M_1 \wedge l_1 \cup m_1$ жүргізіледі. $1_1 \downarrow 1_2$

горизонталь проекциясы салынады. Сосын $\tilde{m}_2$ -ге l_2 нүктесінде жанама $l_2 \cup m_2$ жасаушысының горизонталь проекциясы жүргізіледі. Нәтижесінде $M_2 \in l_2$.



6.14-сурет. Винттік тор

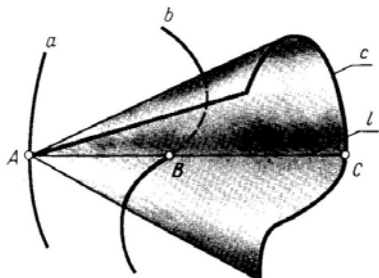
6.14-суретте нақты мысал ретінде қайтарма қыры цилиндрлік винттік сызығы болып табылатын **винттік тор** кескінделген. Бұл беттің l^i жасаушылары $\tilde{a}\{\tilde{a}_1, \tilde{a}_2\}$ қайтарма қырымен $1, 2, 3, \dots$ нүктелерінде жанасады, және π_2 горизонталь проекциялар жазықтығын $\tilde{a}\{a_2\}$ шеңберінің эвольвентасы бойынша қияды. Сондықтан мұндай винттік тор сондай-ақ **эвольвенттік тор** деп аталады.

6.4. ҚИҒАШ (ЖАЗЫЛМАЙТЫН) ТҮЗУ СЫЗЫҚТЫҚ БЕТТЕР

Түзу сызықтық бет түзу сызықты жасаушының жалпы жағдайда кеңіс қисық болып табылатын үш бағыттаушылар бойымен қозғалысынан жасалатыны жоғарыда айтылған болатын. Түзу сызықтың осындай үш қисық-бағыттаушылар бойымен қозғалысынан кез келген түзу сызықтық бетті алуға болады. Бұған көз жеткізуіміз үшін бір қисықта еркінше алынған нүкте арқылы басқа екі кеңіс қисықтарын қиып өтетін жалғыз түзу жүргізуге болатынын көрсетелік.

Үш $\tilde{a}, \tilde{b}, \tilde{c}$ қисық бағыттаушылары берілген делік (6.15-сурет). $\tilde{a}$ бойынан еркінше алынған A нүктесі мен $\tilde{c}$ бағыттаушысы $\theta\{A, \tilde{c}\}$ - конустық бетін анықтайды және де $\tilde{b}$ бағыттаушысы осы θ конустық бетімен $B = \tilde{b} \cap \theta$ нүктесінде қиылысады. Осыдан A және B нүктелерімен анықталатын ізделінді l жасаушысын аламыз. Бұл жерде l жасаушысы $\tilde{c}$ бағыттаушысын C нүктесінде қияды, өйткені ол θ конустық бетіне тиесілі сызық. Сонымен түзу

сызықтық беттің жасаушысының қозғалу заңы толығымен үш бағыттаушылар арқылы анықталады. Беттің геометриялық анықтаушысы былай жазылады: $\Gamma A: \theta\{\tilde{a}, \tilde{b}, \tilde{c}\}$, ал алгоритмдік анықтаушында, осы берілген $\tilde{a}, \tilde{b}, \tilde{c}$ бағыттаушыларын бір мезгілде қиып өтетін l жасаушысын салу алгоритмі көрсетіледі.

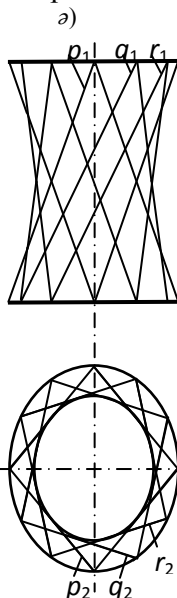
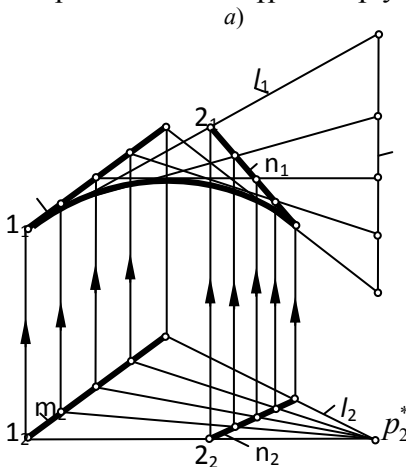


6.15-сурет. Сызықтық бетті алу

Жазылмайтын түзу сызықтық беттер сыздада үш бағыттаушы сызықтарының берілуімен толық анықталады. Бұл жерде келесі жағдайлар болуы мүмкін:

- 1) барлық бағыттаушылары – қисықтар;
- 2) үшеуінің бірі түзу;
- 3) үшеуінің екеуі түзулер;
- 4) үшеуі де түзулер.

6.16 а-суретте үш түзу сызықты бағыттаушыларымен берілген жалпы түрдегі түзу сызықтық беті көрсетілген.



6.16-сурет. Қиғаш түзу сызықтық беттер: а) түзу сызықтық бір қуысты гиперболоид, ә) түзу сызықтық гиперболоид

Бұны *түзу сызықтық бір қуысты гиперболоид* беті деп атайды. Бұл бет түзу сызықтық жасаушының үш айқас түзу бағыттаушылар бойымен қозғалысынан алынады. Бетті салуды жеңілдету үшін бағыттаушылардың біреуі (мысалы, p түзуі) сызбада проекциялаушы жағдайда алынған. Жасаушыларын салуды алдымен горизонталь проекциясынан бастаймыз. Ол үшін барлық бағыттаушыларын қиятын бірнеше l_2^i жасаушыларын жүргізіп олардың m_2, n_2 бағыттаушыларымен қиылысатын $1_2, 2_2$ нүктелерін анықтаймыз (6.16 а-суретте сондай жасаушылардың біреуі белгіленген). Байланыс сызықтары бойынша олардың $1_1, 2_1$ проекцияларын табамыз. Осылайша табылған сәйкес нүктелері арқылы жасаушылардың l_2^i фронталь проекцияларын жүргіземіз.

Түзу сызықтың гиперболоидтың *мойны* деп аталатын ең қысанды (тар) жері болады. Бір жасаушы көрші жасаушыларына басқасынан көрі жақын орналасқан нүктелердің геометриялық орны *стрикциялық сызық* немесе қысу сызығы деп аталады.

6.16 ә-суретте түзу сызықтық гиперболоидтың, түзудің үш бағыттаушы p, q, r түзулердің бойымен қозғалысынан алынған тағы бір мысалы көрсетілген. Берілген жағдайда стрикциялық сызық шеңбер болып табылады. Егер стрикциялық сызық шеңбер болса, онда түзу сызықтық гиперболоид бір қуысты айналу гиперболоиды деп аталады. Ол сондай-ақ түзу жасаушының онымен айқас түзуден айналуынан да жасалуы мүмкін. Ол жайында толығырақ айналу айналу беттерінде айтылады.

6.4.1. Параллелизм жазықтығы бар түзу сызықтық беттер

Егер a, b, c бағыттаушыларының бірі түзу мысалы «с» болып және ол шексіздікте орналасса, яғни меншіксіз түзу болса, онда l түзу жасаушының қозғалысы a және b бағыттаушыларын қия отырып жазықтыққа айналған c бағыттаушысына әрдайым параллель болады, өйткені шексіздікте орналасқан c түзуі жазықтыққа айналады.

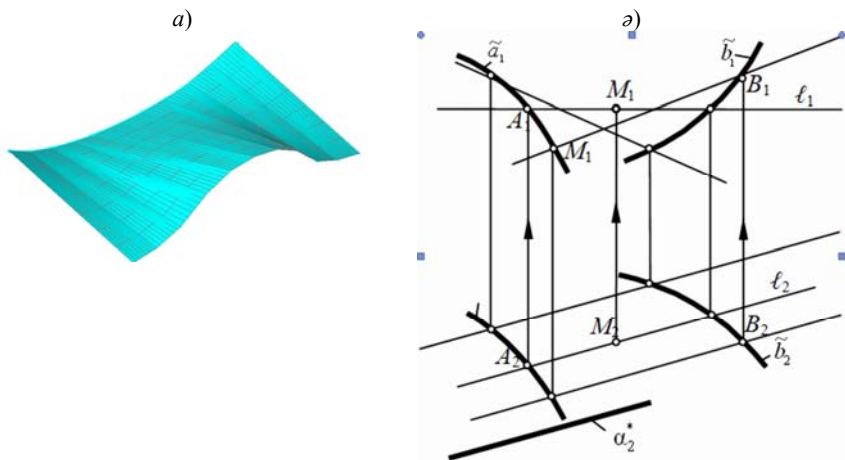
Осылайша жасалатын беттер *параллелизм жазықтығы бар түзу сызықтық беттер*, *Каталан (E.Catalan) беттері* деп аталады.

Параллелизм жазықтығы бар бет a , b бағыттаушыларының түріне байланысты **цилиндроид коноид қизаш жазықтық** (гиперболалық параболоид) деп аталады.

Егер $\tilde{a}, \tilde{b}$ бағыттаушыларының екеуі де қисық болса, онда l жасаушысының қозғалысынан алынатын бет **цилиндроид** деп аталады (6.17 а-сурет)...

Сызбада цилиндроид жасаушыларының қаңқасы α параллелизм жазықтығының орнала-суына байланысты салынады (6.17 ә-сурет).

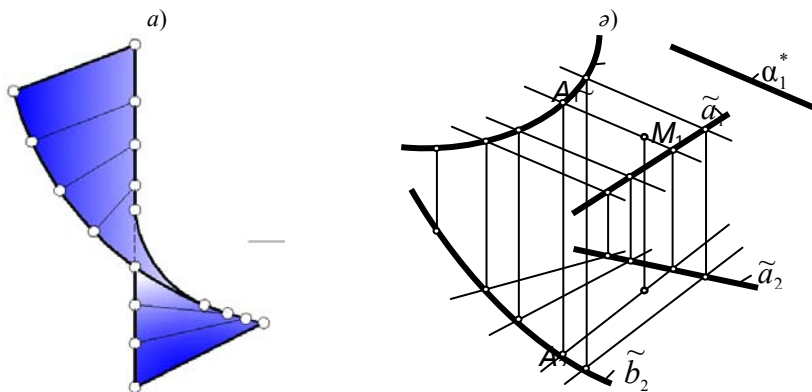
Цилиндроид анықтаушының геометриялық бөлігі мына түрде жазылады: $\Gamma A: \theta\{\tilde{a}, \tilde{b}, \alpha\}$, бұл жерде α -параллелизм жазықтығы, ал алгоритмдік бөлігі: $A A: \theta\{l^i \cap \tilde{a}, l^i \cap \tilde{b}, l^i // \alpha\}$. Цилиндроид бетіне тиесілі M нүктесін салу үшін l жасаушысының $l_2 \ni M_2$ проекциясын α_2^* жазықтығына параллель етіп жүргіземіз де, M_1 проекциясын l жасаушысының сәйкес l_1 фронталь проекциясының бойынан табамыз.



6.17-сурет. Цилиндроид беті

Егер $\tilde{a}, \tilde{b}$ бағыттаушыларының бірі түзу (мысалы, $\tilde{a}$) екіншісі қисық (мысалы, $\tilde{b}$) болса, онда l жасаушысының қозғалысынан алынатын түзу сызықтың бет коноид деп аталады (а-суретте). Коноид анықтаушының геометриялық бөлігі: $\Gamma A: \theta\{\tilde{a}, \tilde{b}, \alpha\}$, бұл жерде α -параллелизм жазықтығы болып табылады. Алгоритмдік

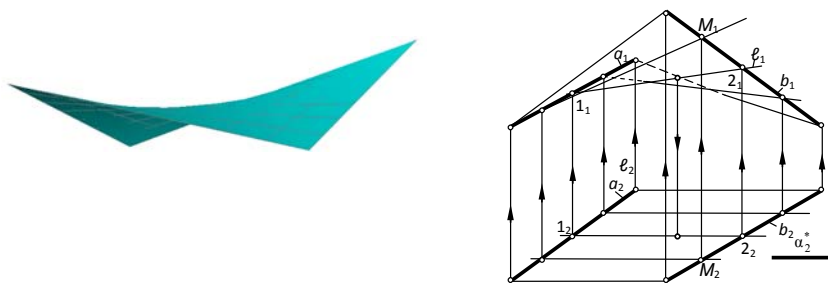
анықтаушы да алдыңғы көрсетілген бетке ұқсас: $AA: \theta\{l^i \cap \tilde{a}, l^i \cap \tilde{b}, l^i // \alpha\}$. 6.18, ә-суретте коноид бетінің қаңқасын және оған тиесілі М нүктесін сызбада салу алгоритмі көрсетілген.



6.18-сурет. Коноид беті

Егер $\bar{a}, \bar{b}$ бағыттаушыларының екеуі де түзу сызықтар болса, онда ι жасаушысының қозғалысынан алынатын бет **қиғаш жазықтық** немесе **гиперболалық параболоид** деп аталады (6.19 а-сурет)

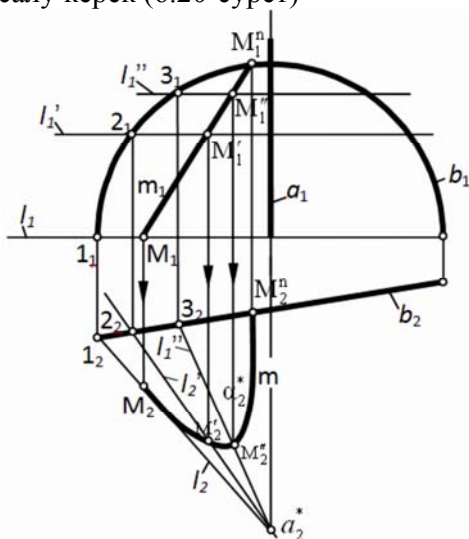
Қиғаш жазықтық анықтаушының геометриялық бөлігі: $GA: \mathcal{Q}\{\bar{a}, \bar{b}, \alpha\}$, бұл жерде α -параллелизм жазықтығы болып табылады. Алгоритмдік анықтаушы да алдыңғы көрсетілген бетке ұқсас: $AA: \mathcal{Q}\{l^i \cap \bar{a}, l^i \cap \bar{b}, l^i // \alpha\}$. 6.18, ә-суретте қиғаш жазықтықтың қаңқасын және оған тиесілі М нүктесін сызбада салынуы көрсетілген.



6.19-сурет. Қиғаш жазықтық беті

Егер параллелизм жазықтығы ретінде π_1 немесе π_2 проекциялар жазықтығын алатын болсақ, онда беттің қаңқасын салу едәуір жеңіл болады.

Мысал. $\theta\{a, \tilde{b}, \pi_2\}$ коноид бетін және оған тиесілі $\tilde{m}$ сызығын салу керек (6.20-сурет)



6.20-сурет. Тік коноид бетіне тиесілі сызықты салу

Берілген θ коноид беті тік бет, өйткені оның α бағыттаушысы π_2 жазықтығына перпендикуляр. Бұл жерде l^i жасаушылары π_2 параллелизм жазықтығына параллель орналасқан, сондықтан есеп m сызығының берілген m_1 фронталь проекциясы бойынша, оның m_2 жетіспейтін горизонталь проекциясын салуға келтіріледі.

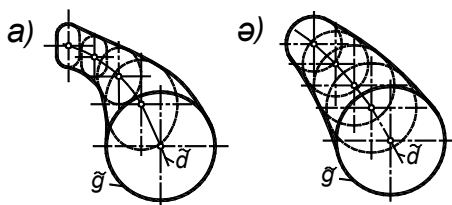
Ол үшін $\tilde{m}_1$ проекциясы бойынан бірқатар $M_1, M_1', \dots$ нүктелерін белгілеп, олардың сәйкес $M_2, M_2', \dots$ проекцияларын $l, l', \dots$ жасаушыларына тиесілі шартынан анықтаймыз.

Табылған $M_2, M_2', \dots$ нүктелерді бастыра $\tilde{m}_2$ қисық сызығын саламыз.

6.5. ТҮЗУ СЫЗЫҚТЫҚ ЕМЕС БЕТТЕР

Түзу сызықтық емес беттер қайсыбір еркінше алынған қисық сызықтың қозғалысынан пайда болады. Егер мұндайда қисық өзінің өлшемдерін және (немесе) пішінін өзгертетін болса, онда жасаушысы айнымалы түзу сызықтық емес бет немесе жалпы түрдегі бет алынады (6.1-суреттегі мысалға қараңыз).

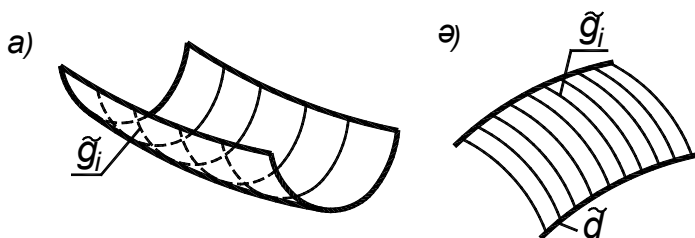
Тұйықталған айнымалы жазық қисықтың қозғалысынан **каналдық** бет жасалады (6.20 а-сурет).



6.20-сурет. Каналдық және циклдік беттер

Радиусы айнымалы шеңбердің d бағыттаушысына ориентация жасап қозғалуынан жасалған бет *циклдік* бет деп аталады (6.20 ә-сурет). Егер радиусы өзгермесе *түтік тәріздес* бет алынады.

Егер жасаушы жылжу үдерісіне өзгермесе, онда жасаушысы тұрақты жалпы түр бетін аламыз (6.21 а-сурет). Жасаушының ілгерлемелі жылжуынан жасалған бетті *параллель көшіру* беті деп атайды (6.21 ә-сурет).



6.21-сурет. Жасаушысы тұрақты түрдегі беттер

6.6. АЙНАЛУ БЕТТЕРІ

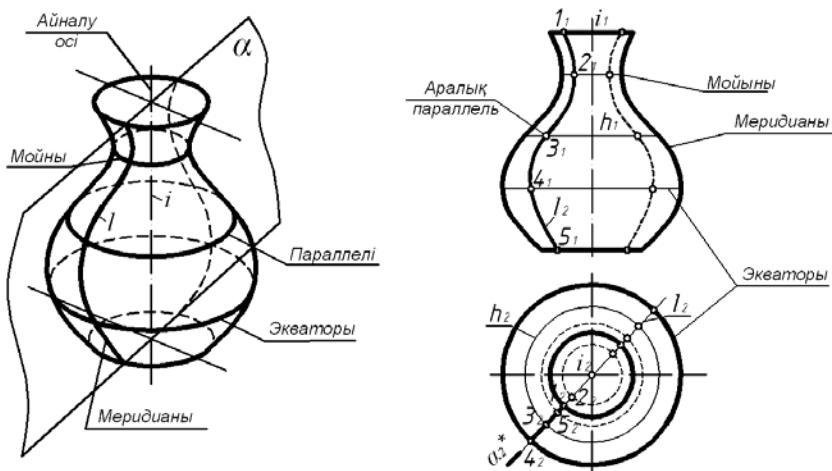
l жасаушының қозғалмайтын i осінен айналуынан жасалатын θ беті *айналу* беті деп аталады.

Мұндай беттер табиғатта айналау денелері ретінде көп кездеседі. Мысалы, планеталар мен жұлдыздар; машиналар мен механизмдердің тетікбөлшектері; тұрмыс заттары, т.с.с.

Айналу беті l жасаушысы және i осімен бір мағыналы анықталады. Сол себептен оның геометриялық анықтаушы осы элементтер арқылы беріледі. $\Gamma\bar{A}: \theta\{l \sim i\}$, ал алгоритмдік

анықтаушы былай жазылады: $AA: \theta\{l \sim i\}$, яғни θ беті l жасаушысының i осінен айналуынан жасалады.

$\theta\{l, i\}$ айналу бетін қарастыралық (6.5-сурет).



6.22-сурет. Айналу беті.

$i\{\tilde{l}_1, \tilde{l}_2\}$ жасаушысы бойынан бір қатар нүктелерді ерекшелейік:

$A\{A_1, A_2\}, D\{D_1, D_2\}$ – қысық ұштарындағы нүктелер;

$B\{B_1, B_2\}$ – айналу осіне ең жақын нүкте;

$C\{C_1, C_2\}$ – айналу осінен ең қашықтағы нүкте.

Сызықта бірқатар $(1, 2, 3, 4 \in i)$ аралық (кездейсоқ) нүктелерді белгілейік.

Ары қарай i ось сызығы ГОСТ 2.303-68 стандарты талап ететіндей үзілме-нүктелі сызықпен кескінделеді.

i жасаушысының айналу барысында оның әрбір нүктесі (мысалы, 3) шеңбер сызады. Оның φ_1 жазықтығы айналу осіне перпендикуляр, ал центрі айналу осінде жатады. Бұл шеңберлерді **параллельдер** деп атайды.

Беттің параллелі деп оның айналу осіне перпендикуляр жазықтықпен қиғанда алынатын қима сызығын айтады.

$i \perp \pi_1$ болған жағдайда параллельдер жазықтықтары горизонталь деңгейлік жазықтықтары болып табылады, ал соларда жататын сызықтар, оның ішінде радиустары да,

горизонтальдар болып табылады. Демек, параллельдердің горизонталь проекциялары радиустары i_2 осінен l жасаушы проекциясындағы нүктеге дейінгі қашықтыққа тең шеңберлер болады, ал параллельдердің фронталь проекциялары – айналу осінің i_1 проекциясына перпендикуляр түзулер болады.

Айналу бетін оның осіне перпендикуляр жазықтықпен қиғанда алынатын қимасы беттің параллелі деп аталады. Радиусы жапсарлас параллельдердің радиустарынан үлкен параллель **экваторы** деп аталады. Радиусы жапсарлас параллельдердің радиустарынан кіші параллель **мойын шеңбері** (*қылтасы*) деп аталады.

Айналу бетінің, оның i осі арқылы өтетін жазықтықпен қиғанда алынатын қимасы **меридианы** деп аталады. Деңгейлік жазықтығына тиесілі меридиан - **бас меридианы** болады.

Параллельдер мен меридиандар үйірлері айналу бетінің тікбұрышты торлы қаңқасын құрады. Айналу бетінің еркінше алынған A нүктесі арқылы қиылысулары тік бұрышты жалғыз параллель және меридиан өтеді.

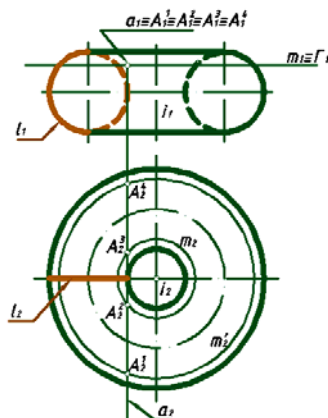
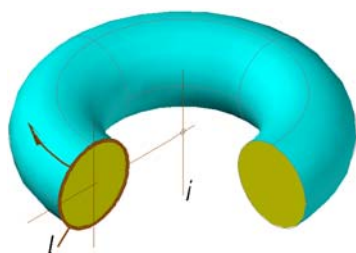
Егер l жасаушысы алгебралық қисық болса, онда $\Phi\{l, i\}$ айналу беті сондай-ақ алгебралық болады. Айналу бетінің реті оның жасаушысының ретіне байланысты.

1-теорема. n ретті алгебралық қисықтың қайсыбір түзуден айналғанда $2n$ ретті айналу беті жасалады.

Шындығында, n ретті жасаушысы айналу осіне перпендикуляр α жазықтығымен n нүктелерде қиылысады. n нүктелерінің әрқайсысы жасаушының айналу барысында α жазықтығына тиесілі шеңбер сызады. Сол себептен α жазықтығының кез келген m түзуі әрбір шеңберді екі нүктеде қияды, ал барлық n шеңберлерді - $2n$ нүктелерінде қияды. Демек, m түзуі айналу бетін $2n$ нүктелерінде қияды, ал бұл беттің ретіне тең нүктелері болып табылады.

Мысал ретінде техникада кеңінен тараған тор бетінің (сақинаның) жасалуын қарастыралық.

Тор l шеңберінің, осы шеңбердің жазықтығында орналасқан i осінен айналуынан жасалады (6.23-сурет)

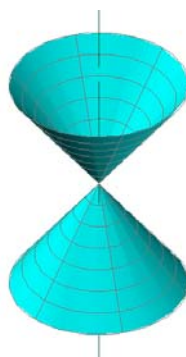
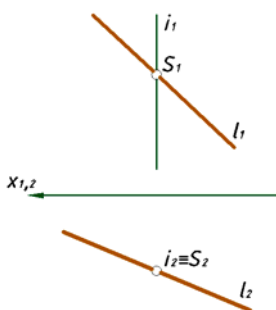


6.23-сурет. Айналу тор беті

Бұл суретте тор бетіне тиесілі A нүктесінің A_1 фронталь проекциясы бойынша $A_2^1, A_2^2, A_2^3, A_2^4$ горизонталь проекцияларының салынуы көрсетілген. A нүктесі арқылы α горизонталь деңгейлік жазықтығы жүргізілген. Бұл жазықтық тор бетін қос $m, \bar{m}$ шеңберлері бойынша қияды: A_1 арқылы жүргізілген байланыс сызығы $m_2, \bar{m}_2$ шеңберлерін төрт нүктеде қияды, осыдан тор беті төртінші ретті алгебралық бет болып табылады.

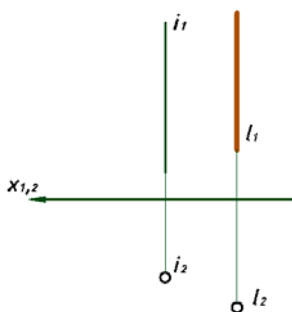
Практикада кеңінен қолданылатын айналу беттерін қарастыралық.

Айналу конусы l түзуін (жасаушысын) өзімен қиылысатын i осінен айналдырудан алынады (6.24-сурет). ΓA : $\Phi\{i, l\}$; AA : $\Phi\{l \cap i, l \cup i\}$



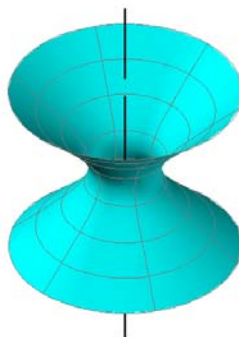
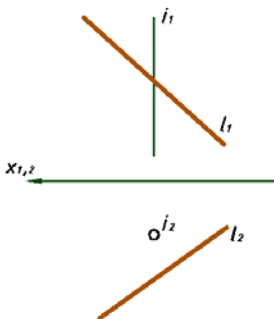
6.24-сурет. Айналу конусы

Айналу цилиндрі l түзуін өзіне параллель i осінен айналдырудан алынады (6.25-сурет). ГА: $\Phi\{i, l\}$; АА: $\Phi\{l // i, l \cup i\}$



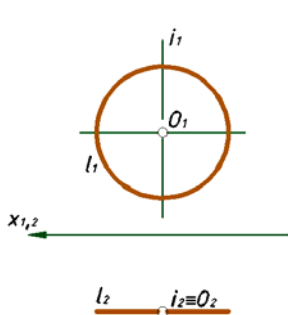
6.25-сурет. Айналу цилиндрі

Бір қуысты айналу гиперboloиды l түзуін онымен айқас i осінен айналдырудан алынады (6.26-сурет). ГА: $\Phi\{i, l\}$; АА: $\Phi\{l / \bullet i, l \cup i\}$



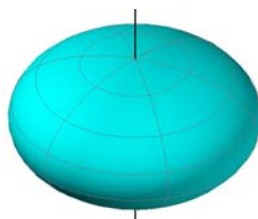
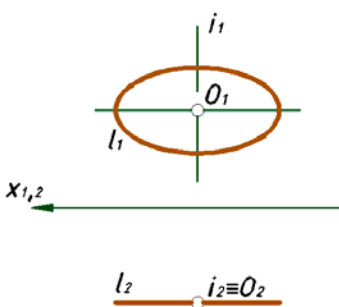
6.26-сурет. Бір қуысты айналу гиперboloиды

Сфера беті шеңбердің өз диаметрінен айналуынан алынады (6.27-сурет). ГА: $\Phi\{i, l\}$; АА: $\Phi\{l \cup i\}$



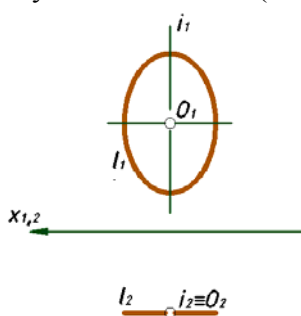
6.27-сурет. Сфера беті

Қысылған айналу эллипсоиды эллипстің өз кіші осінен айналуынан пайда болады (6.28-сурет). ГА: $\Phi\{i, l\}$; АА: $\Phi\{l \cup i\}$



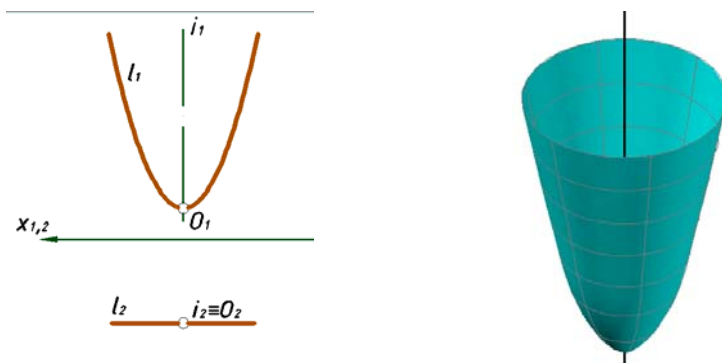
6.28-сурет. Қысылған айналу эллипсоиды

Созылған айналу эллипсоиды эллипстің өз үлкен осінен айналуынан жасалады (6.29-сурет). ГА: $\Phi\{i, l\}$; АА: $\Phi\{l \cup i\}$



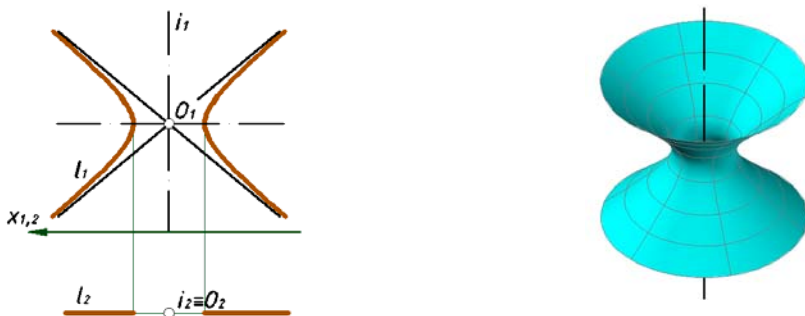
6.29-сурет. Созылған айналу эллипсоиды

Айналу параболоиды өз осінен айналуынан алынады (6.30-сурет). ГА: $\Phi\{i, l\}$; АА: $\Phi\{l \cup i\}$



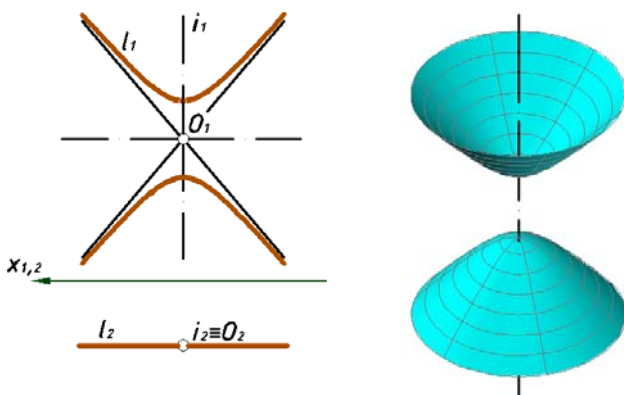
6.30-сурет. Айналу параболоиды

Бір қуысты айналу гиперboloидын сондай-ақ гиперболаны өзінің жорамал осінен айналдырудан алуға болады (6.31-сурет). ГА: $\Phi\{i, l\}$; АА: $\Phi\{l \cup i\}$



6.31-сурет. Бір қуысты айналу гиперboloиды

Қос қуысты айналу гиперboloиды гиперболаны өзінің нақты осінен айналдырғаннан алынады (6.32-сурет). ГА: $\Phi\{i, l\}$; АА: $\Phi\{l \cup i\}$



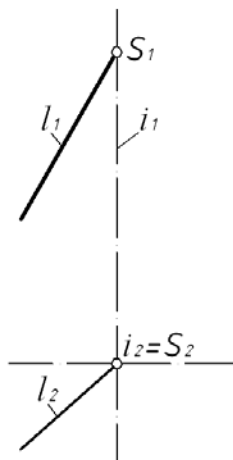
Қос қуысты айналу гиперboloиды

Анықтауыштарының геометриялық бөлігіндегі элементтерінің проекцияларымен берілген айналу беттерінің сызбаларында (6.24,...,6.31-суреттер) көрнекілік болмайды. Оны келтіру үшін айналу меридиандары арқылы беттерінің пішіндері олардың анық көрінетіндіктен бас меридиандарының кескіндерімен толықтырады. Басқа сөздермен айтқанда, беттердің очерктерін тұрғызады.

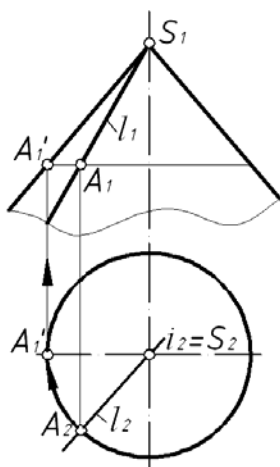
1-мысал. Анықтауышының геометриялық бөлігіндегі элементтерінің проекцияларымен берілген $\theta\{l, i\}$ айналу конус бетінің очеркісін салу керек (6.32 а-сурет).

Конус бетінің очеркісін салу үшін l жасаушысында кез келген A нүктесін аламыз (6.32 ә-сурет). A нүктесінің A_2 горизонталь проекциясын $i\{i_2^*\}$ осінен бұрып оның ең шеткі A_2' проекциясын белгілейміз, сосын байланыс сызығы бойынша A_1' проекциясын табамыз. (S_1A_1') түзуі конус бетінің сол жағындағы очеркісін анықтайды. Оң жағындағы очеркісі симметриялы болып салынады. Сонымен фронталь проекциялар жазықтығындағы очерк сызықтары конустың қос l_1' жасаушыларынан тұрады, ал горизонталь проекциялар жазықтығында очерк сызықтары болмайды.

а) $\Gamma A: \theta\{l, i\}$

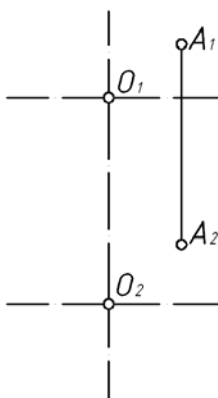


ә) $AA: \theta\{l \cup i\}$

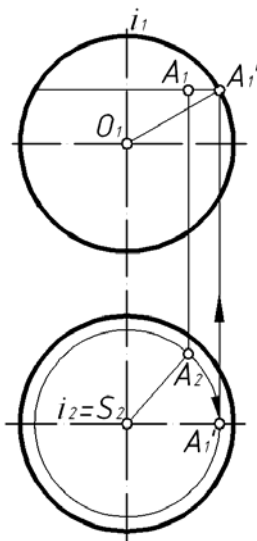


6.32-сурет. Айналу конус беті: а) анықтаушымен берілгені; ә) очеркісін салу

а) $\Gamma A: Q\{O, A\}$



ә) $AA: Q$

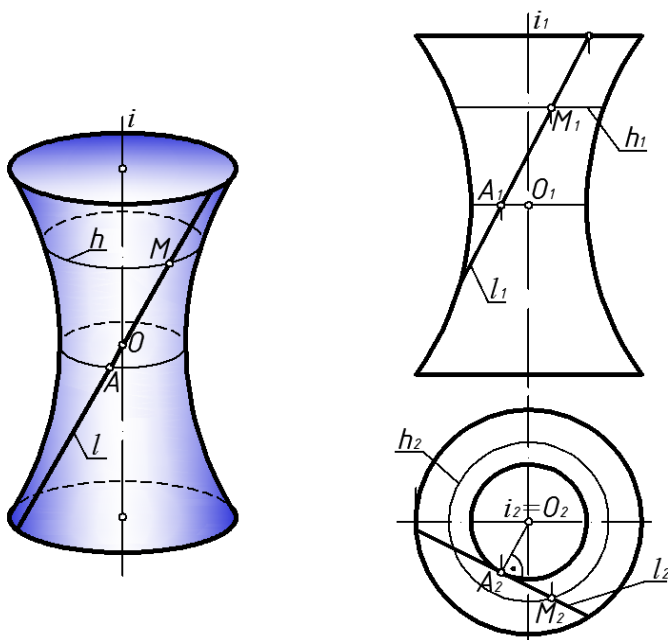


6.33-сурет. Сфера беті: а) анықтаушымен берілгені; ә) очеркісін салу

2-мысал. Анықтаушының геометриялық бөлігіндегі элементтерінің проекцияларымен берілген $Q\{O, A\}$ сфера бетінің очеркілерін салу керек (6.33 а-сурет).

Сфера бетінің очеркісін салу үшін берілген A нүктесінің ең шеткі A' нүктесі табылады. Ол үшін A_2 проекциясын $i \perp \pi_2$ осінен айландырып, оның A'_2 ең шеткі орнын белгілейміз. Сосын байланыс сызығын жүргізіп A'_1 нүктесін белгілесек, $|O_1 A'_1| = |R|$ -шеңбердің, яғни очерк сызықтарының радиусын анықтаймыз (6.33 ә-сурет).

3-мысал. Анықтауыштары: $\Gamma A: \Omega\{l, i\}$; $AA: \Omega\left\{\frac{l \cup i}{l/i}\right\}$ болып табылатын бірқуысты айналу гиперboloидының бас меридианын немесе басқаша айтқанда очеркісін салу керек (6.34-сурет).



6.34-сурет. Бір қуысты айналу гиперboloидтың очеркісін салу

l түзуінің i осінен айналғанда түзудің барлық нүктелері радиустары әртүрлі шеңберлерді сызады. Бұл жерде i және l түзулерінің ортақ перпендикулярлары барлық радиустардың ең кішісі болып табылады, сондықтан A нүктесі гиперboloидтың мойны болып табылатын шеңбер сызады. Гиперboloидтың бас меридианын салу үшін l түзуінің бірқатар нүктелерін i осі

арқылы өтетін фронталь жазықтығымен беттескенше i осінен айналдырса жеткілікті.

Қарастырылған айналу беттері i түзуі сызықтық беттер тобына жатқызуға болады, өйткені олар түзу сызықтың қозғалысынан жасалған. Одан басқа, бұл беттер екінші ретті беттер болып табылады; бұл беттердің әрқайсысының түзу сызықпен қиылысу нүктелерінің саны екіге тең. Жоғарыда қарастырылған айналу беттерінің кез келгеніндегі M нүктесін h параллель немесе l жасаушысы арқылы салуға болады.

Бір үйірдегі жасаушылар өзара қиылыспайды, ал әр үйірдегі жасаушылар өзара қиылысады. Бір жақты гиперboloид жасаушыларының бұл қасиетін дарынды орыс инженері, СССР ғылым академиясының құрметті мүшесі В.Г. Шухов жеңіл және қатаң конструкцияларды жобалау кезінде пайдаланған.

6.35, 6.36-суреттерде Шухов мұралары деп аталатын гиперboloидты қондырғылар көрсетілген.



6.35-сурет. Кобе портындағы гиперboloидты мұнара, Жапония



6.36-сурет. Сиднейдегі гиперboloидты телемұнара, Австралия

Өзін-өзі тексеруге арналған сұрақтар, жаттығулар және тест тапсырмалары

1. Бет деп нені айтады? Бетті сызбада қалай береді?
2. Бетті кинематикалық жасалу тәсілінің маңызы неде?
Беттің анықтаушысы дегеніміз не? Ол неден тұрады?
3. Беттің қаңқасы деп нені айтады?
4. Бетке тиесілі нүктені табу есебі қалай шешіледі?
5. Беттің контурлық сызығы деп нені айтады?
6. Беттің очеркі деп нені айтады?
7. Түзу сызықтық беттер қалай жасалынады?
8. Түзу сызықтық беттердің анықтауыштарының геометриялық және алгоритмдік бөліктерін сипаттаңыздар.
9. Жазылатын және жазылмайтын түзу сызықтық беттер деп неге айтылады?
10. Конустық, цилиндрлік және торс беттеріне сипаттама беріңіздер?
11. Параллелизм жазықтығы бар түзу сызықтық беттерді атаңыздар. Неліктен мұндай беттер жазылмайтын беттер деп аталады?
12. Параллелизм жазықтығы бар беттердің геометриялық анықтаушысы қандай элементтерден тұрады?
13. Параллелизм жазықтығы бар беттердің алгоритмдік анықтаушысының мазмұны қандай?
14. Цилиндроид, коноид және гиперболалық анықтаушыларының бір-бірінен айырмашылығы неде?
15. Қандай жағдайда цилиндроидты коноидқа айналдыруға болады?
16. Егер гиперболалық параболоидтың бағыттаушыларының бірін параллелизм жазықтығына параллель етіп алсақ, не пайда болады?
17. Қай жағдайда коноид тік деп аталады?
18. Винттік бет қалай жасалады?
19. Қандай винттік бетті геликоид деп атаймыз?
20. Қиғаш геликоидтың геометриялық анықтаушысы қандай элементтерден тұрады?
21. Қиғаш геликоидтың анықтаушысына енетін бағыттаушы конус қандай рөл атқарады?

22. Егер конус бағыттаушының биіктігі нөлге тең болса, онда қиғаш-геликоид қандай бетке айналады?

23. Қандай жағдайларда қиғаш геликоид жазылатын бет деп аталады?

24. Қандай беттерді түзу сызықтық емес деп атайды. Каналдық, циклдік, түтік тәріздес беттер қалай жасалынады?

25. Айналу беті деп нені айтады? Оның қаңқасы қалай жасалады?

26. Айналу бетінің параллелі, меридианы, бос меридианы, мойыны, экваторы деп нені айтады?

27. Қандай беттерді алгебралық деп атайды? Мысалдар келтіріңіздер.

28. Қандай айналу беттерінің жасаушысы түзу сызық болады? Мысалдар келтіріңіздер.

29. Қандай айналу беттері шеңбердің немесе оның доғасының айналуынан қандай беттер алынады?

30. Эллипс, гипербола, параболаның айналуынан қандай беттер алынады?

31. θ , Q және Σ беттері өздерінің анықтаушыларымен берілген.

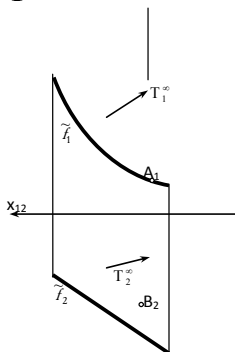
Талап етіледі:

- 1) Беттер жасаушыларының қажетті санын салыңыздар;
- 2) Бетке тиесілі A және B нүктелерінің жетіспейтін проекцияларын салыңыздар;
- 3) θ бетінің π_2 проекциялар жазықтығымен қиылысу ($m = \theta \cap \pi_2$) сызығын салыңыздар;
- 4) Q бетінің очеркін салу;
- 5) Σ бетінде жатқан m сызығының фронталь проекциясын табу;

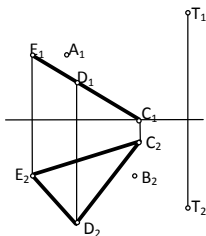
1) ГА: $\theta \{ \tilde{f}, T^\infty \};$

АА: $\theta \ell^i \cap \tilde{f}$

$\ell^i \ni T^\infty$



2) ГА: $Q \{ \Delta ABC, T \}$

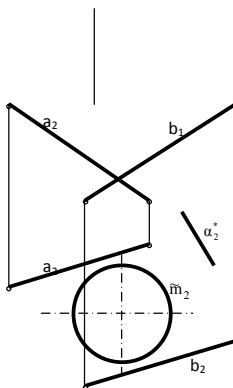


3) ГА :

АА : $\Sigma \ell^i \cap a$

$\ell^i \cap b$

$\ell^i \parallel a_2^*$



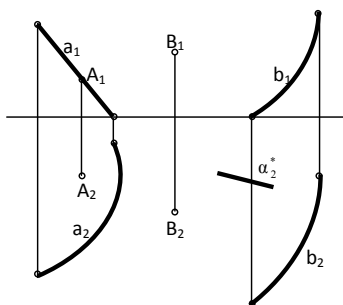
32. Цилиндроиd θ және қиғаш геликоид Σ өздерінің анықтауыштарының проекцияларымен берілген.

Талап етіледі:

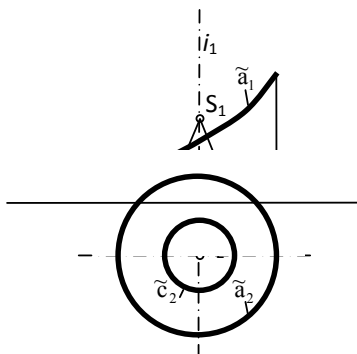
1) беттердің анықтаушыларын жазу

2) А және В нүктелері θ мен Σ беттерінде жата ма?

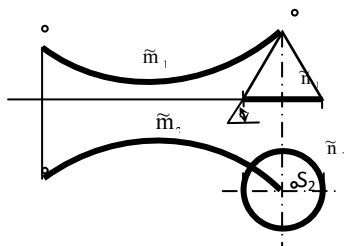
Цилиндроиd θ



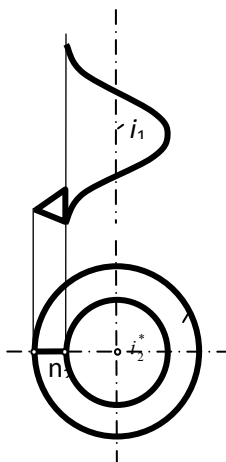
Қиғаш геликоид Σ



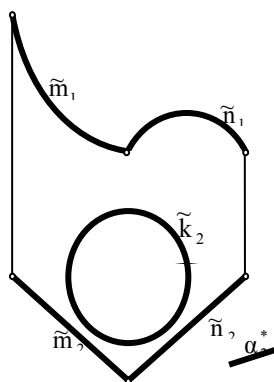
33. ГА:
 $\theta \{ \tilde{m}, \psi(S, \tilde{n}) \}$, бұл
 жерде $\varphi \{ S, \tilde{n} \}$ - бағыт-
 таушы конус.



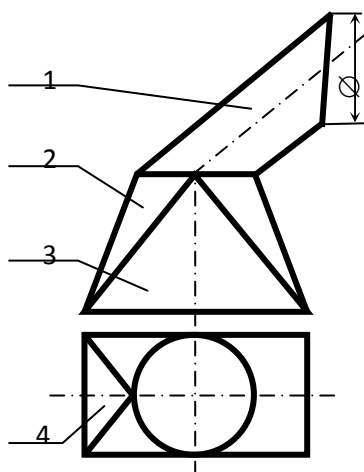
2. ГА Q { $\tilde{m}, i, n$ }
 n – үшбұрыш



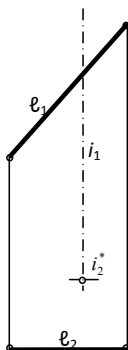
3. ГА
 $\Sigma \{ \tilde{m}, \tilde{n}, \alpha_2^* \}$



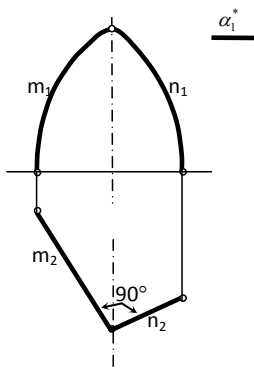
34. Сызбада берілген бұйымның қандай беттерден тұратынын анықтау керек. 1, 2, 3, 4 сандарымен белгіленген беттердің атауларын жазыңыздар.



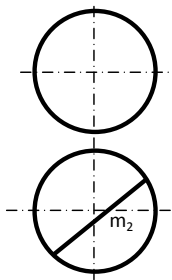
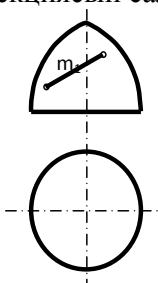
35. θ – беті бірқуысты
айналу гиперболоиды:
 i – айналу осі,
 ℓ – жасаушы сызық.



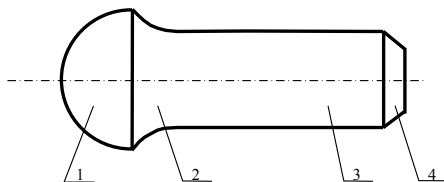
Σ циклдiк бет радиусы
айнымалы шеңбердiң қозғалы-
сымен жасалынған. Шеңберлер
 α жазықтығына параллель, m
қисығын қияды және центрлері
 n сызығында жатады.



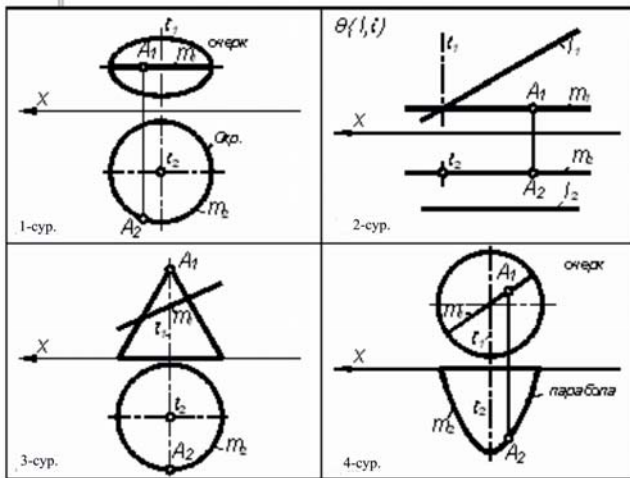
36. θ және Σ беттері π_1 және π_2 жазықтықтарында өздерінің
очерктерімен берілген. Бетке тиесілі m сызығының жетіспейтін
проекциясын салыңыздар:



37. Кескінделген тетік бөлшек қандай айналу беттерінен (1, 2,
3, 4) тұратынын анықтаңыздар:

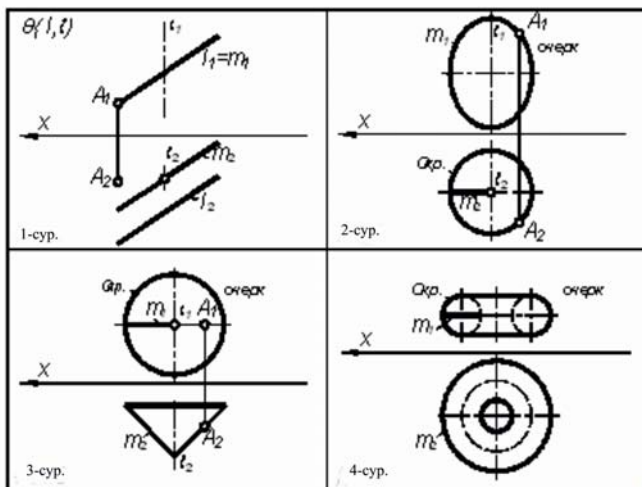


38. Қайсы суретте айналу конусы кескінделген?



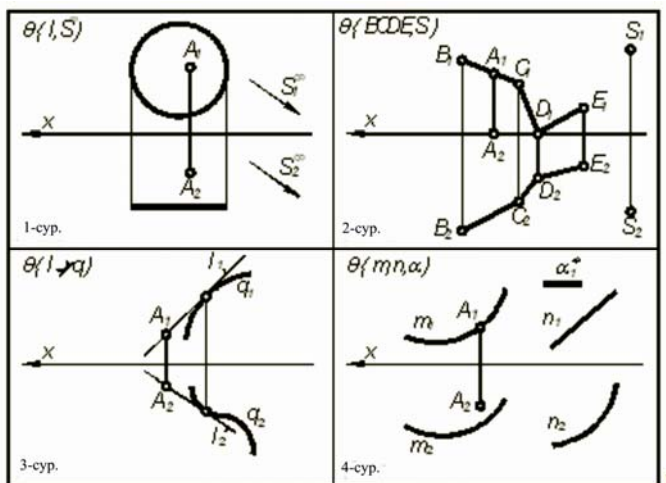
- 1) 1-сурет
- 2) 2-сурет
- 3) 3-сурет
- 4) 4-сурет
- 5) Дұрыс жауабы жоқ

39. Қайсы суретте бір қуысты айналу гиперboloиды кескінделген?



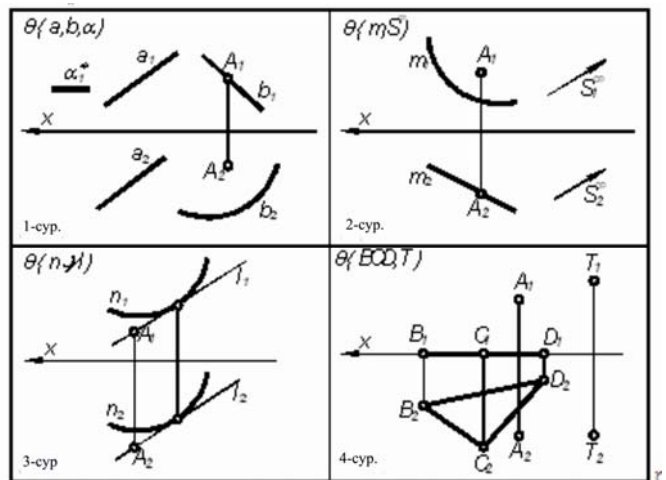
- 1) 1-сурет
- 2) 2-сурет
- 3) 3-сурет
- 4) 4-сурет
- 5) Дұрыс жауабы жоқ

40. Анықтауыштарымен берілген беттердің қайсысы цилиндр беті болып табылады?



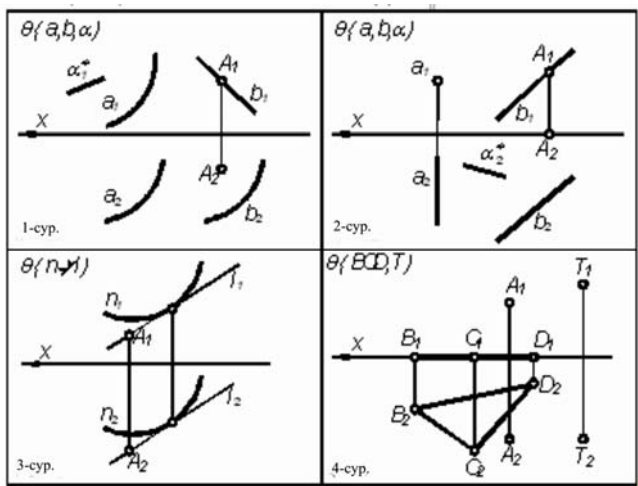
- 1) 1-сурет
- 2) 2-сурет
- 3) 3-сурет
- 4) 4-сурет
- 5) Дұрыс жауабы жоқ

41. Анықтауыштарымен берілген беттердің қайсысы конус беті болып табылады?



- 1) 1-сурет
- 2) 2-сурет
- 3) 3-сурет
- 4) 4-сурет
- 5) Дұрыс жауабы жоқ

42. Анықтауыштарымен берілген беттердің қайсысы қиғаш жазықтық беті болып табылады?



- 1) 1-сурет
- 2) 2-сурет
- 3) 3-сурет
- 4) 4-сурет
- 5) Дұрыс жауабы жоқ

7. ПОЗИЦИЯЛЫҚ ЕСЕПТЕРДІ ШЕШУ АЛГОРИТМДЕРІ

Сызба геометрия курсына геометриялық фигуралар арасындағы қатынастардың екі түрі қарастырылады. Олар позициялық және метрикалық қатынастар. Осыған сәйкес есептердің де екі түрі – *позициялық* және *метрикалық есептер* шешіледі.

Позициялық есептерге фигураның проекциялар жазықтықтарына қатысты орналасуын және екі немесе одан да көп фигуралардың өзара орналасуын (тиесілік, параллельдік және қиылысу) анықтайтын есептер жатады. Екі фигуралар қиылысқан жағдайда олардың ортақ бөлігін (нүктені немесе нүктелерді, сызықты) сала білу керек.

Бұл анықтаудан барлық позициялық есептерді келесі екі топқа бөлуге болады:

1. Фигураның сызбасын оқуға, немесе басқа сөздермен, фигураның проекциялар жазықтығына қатысты орналасуын анықтауға арналған есептер;

2. Екі фигураның өзара орналасуын анықтауға арналған есептер.

Кеңейтілген үш өлшемді евклид кеңістігінде позициялық есептерді шығару алгоритмдерін құрастыра білу оқушылардың үш өлшемді объектілердің сызбаларын қағаз бетінде, сондай-ақ дисплей экрандарында оқу және құрастыру үшін қажетті «кеңістік ойлағыштығын» дамытады.

Байқайық, машина немесе механизм тетікбөлшегінің, құрылыс конструкциясының немесе табиғи объектінің пішіні (формасы) абстракты геометриялық фигуралар элементтерінен (түзулер мен қисық сызықтардан, жазықтықтардан, сфералардан, цилиндрлерден, конустардан) құрастырылады. Сондықтан оларды конструкциялау, кескіндеу, пішіні мен өлшемдерімен вариациялау үшін, оларды абстракты геометриялық денелерден синтездеуді (жинақтауды) білу, тетікбөлшекті шектейтін беттердің қиылысу сызықтарын сала білу, нүктелер мен сызықтардың тетікбөлшек жақтарына және беттеріне тиесілігін (тиістілігін) анықтай білу қажет.

Позициялық есептердің кез келгенін шешу (алгоритмін құру) барысында келесі ережелерді ұстану қажет:

- есептің шартын мұқият оқып алып, кеңістікте оның бастапқы берілуіндегі геометриялық фигуралардың өзара орналасуын кеңістікте елестете отырып, ізделінді фигуралардың және олардың проекцияларының түрі мен мазмұнына **талдау (анализ)** жасап алу керек. Қажеттілігі болса, олардың физикалық аналогтарын (нүктенің моделі ретінде бор немесе өшіргіш резеңкені, түзудің моделі ретінде қарындаш немесе сызғышты, т.с.с.) қолданған жөн болады;
- алдыңғы тарауларда пайдаланылған математикалық символдарды қолдана отырып, есепті **кеңістікте шешу алгоритмін (КША)** белгілеп алу керек;
- есептің берілу шартын және фигуралардың өзара орналасуын біле отырып, сызбада оның **графикалық шешу алгоритмін (ГША)** іске асыру керек.

7.1. ФИГУРАНЫҢ ПРОЕКЦИЯЛАР ЖАЗЫҚТЫҚТАРЫНА ҚАТЫСТЫ ОРНАЛАСУЫ

Геометриялық фигуралардың сызбада берілуі екінші тарауда толық қарастырылған. Сол себептен, бұл жерде фигура сызбасын оқуды айта тұра, жекелегенде, оның проекциялар жазықтығына қатысты орналасуын анықтау жайындағы екінші тарауда мазмұндалғанды қысқа қайталайық.

Геометриялық фигура проекциялар жазықтығының қайсы біреуіне қатысты еркінше (жалпы) немесе дербес жағдайда орналасуы мүмкін. Егер берілген геометриялық фигураның анықтаушысында оның геометриялық бөлігінің кейбір элементтері дербес жағдайда орналасатын болса, онда фигура проекциялар жазықтығына қатысты дербес жағдайда орналасқан деп есептеледі. Мысалы, егер айналу бетінің осі проекциялар жазықтықтарының қайсыбіріне перпендикуляр немесе параллель болса, онда бұл бет осы проекциялар жазықтығына қатысты дербес жағдайда орналасқаны. Теріс жағдайда ол жалпы жағдайда орналасқан бет болады.

Екі геометриялық фигуралардың өзара орналасуын оқу барысында мынадай үш мүмкіншіліктерді қарастыра білу керек:

1. *Бір фигураның екіншісіне тиесілігі;*
2. *Екі фигураның қиылысуының болуы;*
3. *Екі фигураның қиылысуының болмауы.*

Бірінші топқа нүктенің берілген сызыққа немесе бетке, сондай-ақ сызықтың берілген бетке тиесілігін анықтауға арналған есептер жатады. Бұл топтағы есептерді шығару алгоритмдері екінші тарауда жете қарастырылған. Үшінші топта бір ғана есеп болады, өйткені үшөлшемді кеңістікте тек еркінше орналасқан қос сызықтардың қиылысы болмайды.

Екінші топ ең көп есептерді қамтиды. Бұл жерде ең алдымен қай кезде қиылысу нәтижесінде меншікті және меншіксіз фигуралар алынатынын ажырата білу қажет. Егер екі геометриялық фигураның тек меншіксіз қиылысуы (шексіз қашықтықтағы ортақ бөлігі) болса, онда олар параллель фигуралар деп аталатыны бұрыннан мәлім. Оларға екі түзудің, түзу мен жазықтықтың, екі жазықтықтың параллельдігі жатады.

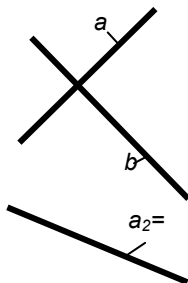
Екі геометриялық фигураның қиылысуы болатын есептерге мыналар кіреді:

- түзудің жазықтықпен қиылысу нүктесін салу;
- екі жазықтықтың қиылысу сызығын салу;
- түзудің бетпен қиылысу нүктелерін салу;
- жазықтықтың бетпен қиылысу сызығын салу;
- екі беттің қиылысу сызығын салу.

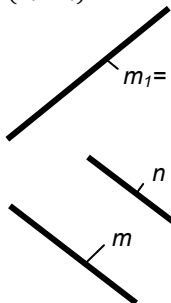
Ары қарай, жоғарыда айтылған топтарға кіретін есептердің кез келгенін ***бәсекелес сызықтардың*** көмегімен шығару тәсілін ұсынамыз. Алдымен бәсекелес сызықтарға анықтама берейік:

Анықтама: бір проекциялаушы жазықтықта орналасқан екі сызық (екі түзу, немесе түзу мен қисық сызық, немесе екі қисық сызық) бәсекелес сызықтар деп аталады. Олардың проекциялары проекциялар жазықтықтарының біреуінде беттеседі (7.1-сурет).

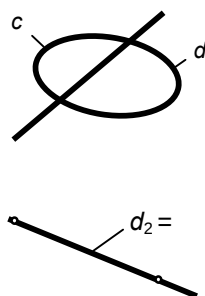
а) Горизонталь бәсекелес түзулер ($a \Downarrow b$)



ә) Фронталь бәсекелес түзулер ($m \Uparrow n$)



б) Горизонталь бәсекелес түзу мен қисық сызық ($c \Downarrow d$)



7.1-сурет. Бәсекелес сызықтар

Горизонталь проекциялаушы жазықтығына тиесілі сызықтарды **горизонталь бәсекелес сызықтар** деп атайды, сызбада олардың горизонталь проекциялары беттеседі (7.1 а-сурет): $a \Downarrow b \Rightarrow a_2 = b_2$. 7.1 б-суретте көрсетілген горизонталь бәсекелес $c \Downarrow \tilde{a} \Rightarrow c_2 = \tilde{a}_2$ сызықтардың біреуі $\tilde{a}$ қисық сызығы болып тұр. Сондай-ақ фронталь проекциялаушы жазықтығына тиесілі сызықтар **фронталь бәсекелес** сызықтар деп аталады (7.1 ә-сурет): $m \Uparrow n \Rightarrow m_1 = n_1$.

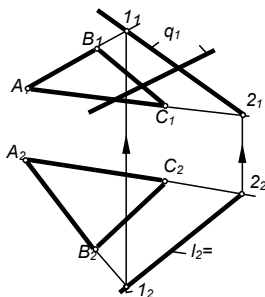
Мысал. $\alpha \{ABC\}$ жазықтығында берілген ℓ түзуімен горизонталь бәсекелес q түзуін салу керек (7.2-сурет).

Есептің шартын қысқаша жазамыз:

$\alpha \{ABC\}$, $\ell \{l_1, l_2\}$, $\ell \notin \alpha$

$q \Downarrow \ell \wedge q \subset \alpha$

q_1, q_2 -?



Есепті шығару алгоритмі:

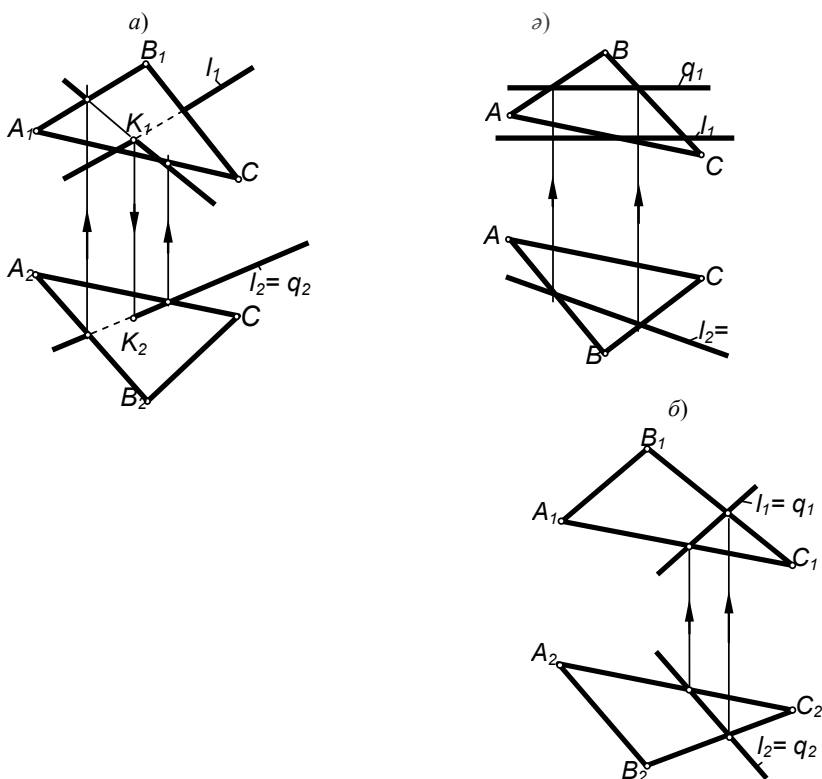
1. $q_2 = l_2$
2. $l_2 = q_2 \cap (A_2B_2)$
3. $2_2 = q_2 \cap (A_2C_2)$
4. $l_2 \Uparrow l_1, 2_2 \Uparrow 2_1$
5. $(1_12_1) = q_1$

7.2-сурет. Бәсекелес түзуді салу

7.2. ТҮЗУ МЕН ЖАЗЫҚТЫҚТЫҢ ӨЗАРА ОРНАЛАСУЫ

Түзу жазықтыққа қатысты әртүрлі болып орналасады. Түзу сызық жазықтыққа тиесілі ($l \subset \alpha$), жазықтыққа параллель ($l \parallel \alpha$) және онымен қиылысуы ($l \cap \alpha$) мүмкін.

Сызбада (эпюрде) түзу мен жазықтықтың өзара орналасуын анықтау екі түзудің – берілген және жазықтыққа тиесілі қосымша түзудің өзара орналасуын анықтауға келтіріледі. Әдетте, қосымша түзу ретінде берілген түзуге бәсекелес түзуді таңдайды. Сонда, l түзуі мен α жазықтығының өзара орналасуын анықтау үшін бұл жазықтықта l түзуімен бәсекелес болатын қосымша q түзуін жүргізіп l және q бәсекелес түзулерінің өзара орналасуын анықтау керек. Мұндайда үш жағдай болуы мүмкін (7.3-сурет):



7.3-сурет. Түзу мен жазықтықтың өзара орналасуы: а) түзу жазықтықпен қиылысады; б) түзу жазықтыққа параллель; в) түзу жазықтыққа тиесілі

а) егер бәсекелес l және q түзулері қандай да бір K нүктесінде қиылысатын болса, онда осы нүктеде берілген l түзуі берілген α жазықтығымен қиылысады (7.3 а-сурет);

ә) егер бәсекелес l және q түзулері өзара параллель болса, онда берілген l түзуі берілген α жазықтығына параллель болғаны (7.3 ә-сурет);

б) егер бәсекелес l және q түзулері беттесетін болса ($l_1 = q_1, l_2 = q_2$), онда берілген l түзуі берілген α жазықтығына тиесілі болғаны (7.3 б-сурет).

7.2.1. Түзудің жазықтықпен қиылысуы

Түзу сызықтың жазықтықпен қиылысу нүктесін салу есебі **негізгі позициялық есеп** деп аталады, өйткені көптеген позициялық және метрикалық есептерді шешу алгоритмдеріне осы есепті шығару алгоритмі енгізілген.

Түзу сызықтың жазықтықпен қиылысу нүктесін табу, яғни негізгі позициялық есепті шешу алгоритмін 7.4-суретте келтірілген сызбалар арқылы талқылайық.

Алдымен есепті кеңістікте шешу алгоритмін түзейік.

l түзуі берілген α жазықтығын қиятын K нүктесін салу үшін келесі операциялар орындалады:

1. α жазықтығында берілген l түзуімен бәсекелес q түзуі жүргізіледі;

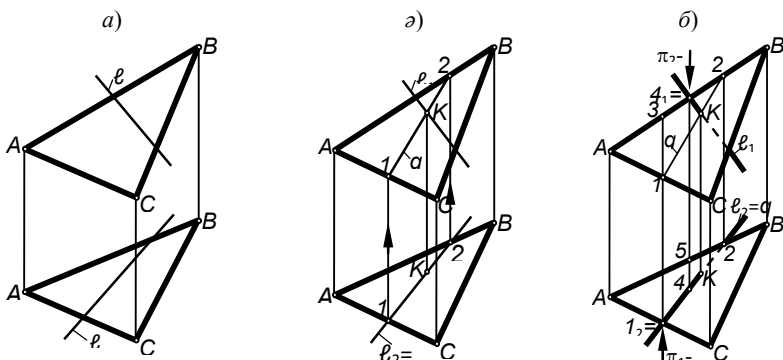
2. q түзуінің α жазықтығына тиесілі 1, 2 нүктелері анықталады;

3. l түзуінің q түзуімен қиылысқан K нүктесі анықталады. Бұл нүкте ізделінді $K = l \cap \alpha$ нүктесі болып табылады, өйткені ол бір мезгілде l және α жазықтығына тиесілі q түзуінде орналасқан.

4. l түзуінің α жазықтығына қатысты көрінетіндігі анықталады.

Осы түзілген алгоритмді пайдаланып сызбада (эпюре) керекті салуларды іске асырайық (7.4-сурет):

1. l түзуі арқылы онымен горизонталь бәсекелес ($q \perp l \wedge q \in \alpha$) түзуін жүргіземіз. l және q түзулері горизонталь бәсекелес түзулер болғандықтан, олардың горизонталь проекциялары беттеседі ($l_2 = q_2$). Ары қарай A_2C_2 және A_2B_2 қабырғаларын q_2 түзуінің 1_2 және 2_2 горизонталь проекцияларын белгілейміз;



7.4-сурет. l түзуінің ABC жазықтығымен қиылысу K нүктесін салу үдерісі:

а) $l \{l_1, l_2\}$ және $\alpha\{ABC\}$ -ның берілуі; б) $l \perp \alpha$ бәсекелес түзуін жүргізу;

в) $K = l \cap \alpha$ - қиылысу нүктесін анықтау

2. Сәйкес қабырғаларының фронталь проекцияларында 1_1 және 2_1 нүктелерін табамыз. Бұл нүктелерді қосып бәсекелес сызықтың 1_1-2_1 фронталь проекциясын, яғни q_1 проекциясын аламыз.

3. l_1 және q_1 сызықтарының қиылысында ізделінді K нүктесінің K_1 фронталь проекциясын белгілейміз және ары қарай q_2 -де K_2 -ні табамыз (7.4 в-сурет).

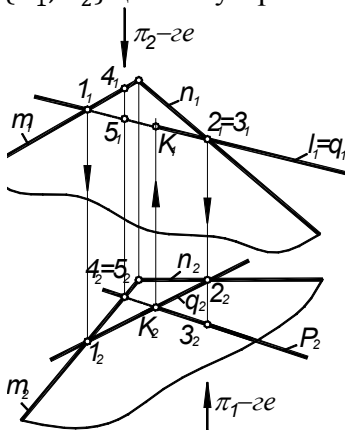
4. l_1 және A_1B_1 , l_2 және A_2C_2 -нің өзара орналасуларын салыстырып l түзуі проекцияларының ABC жазықтығының проекцияларына қатысты көрінетіндігін анықтаймыз:

π_2 жазықтығында екі нүктенің горизонталь проекциялары беттеседі $1_2 = 3_2 \pi_2$. Олардың біреуі берілген l түзуіне тиесілі ($1 \in l$), ал екіншісі – AC қабырғасына тиесілі ($3 \in AC$). Мұндай нүктелерді, біз білетін бәсекелес нүктелер деп атайды. Осы нүктелер арқылы түзудің көрінетіндігін анықтаймыз. Алдымен фронталь проекциясына қарайық. 1_1 және 3_1 нүктелерінің орналасуынан 1 және K -ға дейінгі учаскіде l түзуі ABC үшбұрышының үстінде болатыны анық көрініп тұр, сондықтан бұл учаскінің горизонталь проекциясы көрінеді. Нәтижесінде, l_2 -ні 1_2 -ден K_2 -ге дейін көрінетін, ал K_2 -ден 2_2 -ге дейін көрінбейтін сызықпен кескінделеді.

l түзуінің фронталь проекциясындағы ABC үшбұрышына қатысты көрінетіндігі де сондай әдіспен анықталады. π_1 жазықтығында l түзуіне тиесілі 4 нүктесі және AB қабырғасына

тиесілі 5 нүктесі беттесіп тұр: $4_1=5_1$. Олардың 4_2 және 5_2 проекцияларының орналасуынан l түзуі қараушыға 4 нүктесінен K нүктесіне дейінгі учаскеде ABC үшбұрышына жақын орналасқан. Сондықтан оның 4_1 -ден K_1 -ге дейінгі учаскесі көрінеді. Демек, фронталь проекциясында l_1 -ді 4_1 -ден K_1 -ге дейін көрінетін, ал K_1 -ден ары қарай көрінбейтін етіп көрсету керек (7.4 б-сурет). Қорыта келе, бәсекелес сызықтарды фронталь бәсекелес етіп алуға болатынын айта кетелік.

Мысал. Берілген $\ell\{l_1, l_2\}$ түзуі мен $\alpha\{m \cap n\}$ жазықтығының $K\{K_1, K_2\}$ қиылысу нүктесін салу керек (7.5-сурет).



7.5-сурет. Түзудің жазықтықпен қиылысуы

Есептің шартын қысқа түрде жазайық:

$$\alpha\{m \cap n\}$$

$$\ell\{l_1, l_2\}$$

$$l \cap \alpha = K$$

$$K_1, K_2 - ?$$

Талдау: $l \cap \alpha = K \Rightarrow l \cap q;$

$$q \subset \alpha \wedge q \uparrow \downarrow l.$$

КША: 1) $q \subset \alpha \wedge q \uparrow \downarrow l;$

2) $K = l \cap q \Rightarrow K = l \cap \alpha.$

ГША: 1). $l_1 = q_1;$

$$2) 1_1 = q_1 \cap m_1;$$

$$3) 1_1 \downarrow 1_2 \wedge 1_2 \in m_2;$$

$$4) 2_1 = q_1 \cap n_1;$$

$$5) 2_1 \downarrow 2_2 \wedge 2_2 \in n_2;$$

$$6) 1_2 \cup 2_2 = q_2;$$

$$7) K_2 = l_2 \cap q_2;$$

$$8) K_2 \uparrow K_1 \wedge K_1 \in l_1.$$

Бұл жерде де сызбаның көрнекілігін жақсарту үшін бәсекелес нүктелердің көмегімен фигуралардың көрінетіндігі анықталған. α жазықтығын тұнық емес деп есептей отырып, l түзуінің α жазықтығына қатысты бөлігі үзілме сызықпен кескінделген. π_1 -де көрінетіндігі $2 \uparrow 3 \Rightarrow 2_1 = 3_1$ -фронталь бәсекелес нүктелері арқылы анықталған. Мұндағы $2 \in \alpha, 3 \in l$. l түзуіндегі 3 нүктесі қараушыға 2 нүктесіне қарағанда жақын орналасқан. Сондықтан π_1 -де l_1 проекциясының K_1 қиылысу нүктесінен 3_1 нүктесі жағына қараған бөлігі көрінетін болады. π_2 -де көрінетіндігі $4 \downarrow 5 \Rightarrow 4_2 = 5_2$ горизонталь бәсекелес нүктелері арқылы анықталған.

Мұндағы $4 \in \alpha, 5 \in l$. l түзуінің 5 нүктесі α жазықтығының 4 нүктесінен төмен орналасқан, сондықтан π_2 -де l_2 проекциясының K_2 нүктесінен 3_2 нүктесіне қараған бөлігі көрінетін болып табылады.

7.5-суретте көрсетілген есеп математикалық символдарды қолдану арқылы шешілген. Бұдан ары қарай да символдық жазуларды жиі қолданамыз.

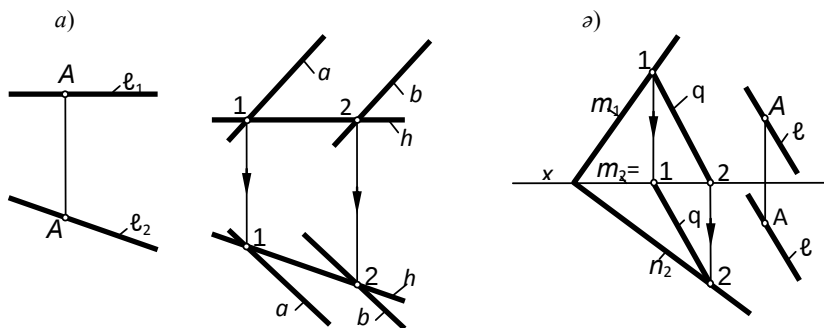
7.2.2 Түзу мен жазықтықтың параллельдігі

Дербес жағдайда түзу сызықтың жазықтықпен қиылысу нүктесін салу барысында берілген l түзуі мен бәсекелес q сызығы бір-біріне параллель болып қалады (7.3 ә-суретте $l_1 // q_1$). Бұл l түзуінің берілген α жазықтығына параллельдігін білдіреді. Мұндай мақұлдау түзу мен жазықтықтың параллельділік шартынан келіп шығады: **Түзу жазықтыққа параллель, егер ол осы жазықтықтың қандай да бір түзуіне параллель болса.**

Сондықтан α жазықтығына параллель l түзуін салу мынадай алгоритммен орындалады:

- α жазықтығында кез келген q түзуі алынады;
- берілген A нүктесі арқылы q түзуіне параллель l түзуі жүргізіледі.

1-мысал. A нүктесі арқылы π_2 проекциялар жазықтығына және $\alpha\{a//b\}$ жазықтығына бірдей параллель l түзуін жүргізу керек (7.6 а-сурет)



7.6-сурет. Түзу мен жазықтықтың параллельдігі

Ізделінді l түзуі π_2 -ге параллель болу керек, демек ол горизонталь түзу. Бұл түзу $\alpha\{a//b\}$ жазықтығына параллель болу үшін, ол α жазықтығының h горизонталіне параллель болуы керек. Сондықтан алдымен α жазықтығына тиесілі h горизонталін саламыз: $h \subset \alpha\{a//b\}$. Сонан соң A нүктесі арқылы салынған горизонтальға параллель етіп l түзуін жүргіземіз.

2-мысал. A нүктесі арқылы іздерімен берілген $\beta\{m \cap n\}$ жазықтығына параллель l түзуін жүргізу керек (7.6 ә-сурет). Берілген $\beta\{m \cap n\}$ жазықтығында оған тиесілі q түзуін саламыз: $q \in \beta\{m \cap n\}$. Оны 1 және 2 нүктелері анықтайды. Сонан соң A нүктесі арқылы q түзуіне параллель $l \in A$ түзуін жүргіземіз: $l//q \Rightarrow l_1//q_1 \wedge l_2//q_2$. Нәтижесінде l түзуі α жазықтығына параллель болып табылады, өйткені ол α жазықтығына тиесілі q түзуіне параллель: $l \parallel \alpha \Rightarrow l \parallel q \wedge q \subset \alpha$.

7.3 ЕКІ ЖАЗЫҚТЫҚТЫҢ ӨЗАРА ОРНАЛАСУЫ

Екі жазықтық бір-біріне параллель немесе қиылысуы және дербес жағдайда перпендикуляр болуы мүмкін.

7.3.1 Екі жазықтықтың параллельдігі

Бір жазықтықтың екі қиылысушы түзулері екінші жазықтықтың екі қиылысушы түзулеріне параллель болса, ондай жазықтықтар өзара параллель жазықтықтар болып табылады (7.7-сурет):

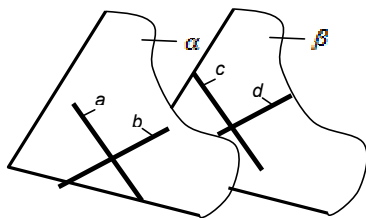
$$\alpha\{a \cap b\} \beta\{c \cap d\} \Leftrightarrow a // c \wedge b // d$$

Бұл анықтамадан берілген α жазықтығына параллель β жазықтығын салу алгоритмі құрастырылады.

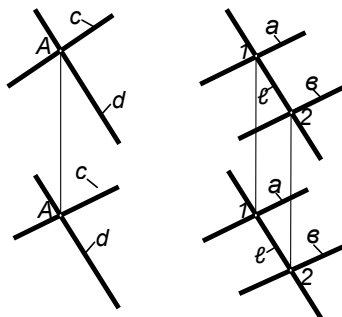
Мысал. α жазықтығы екі a және b параллель түзулермен берілген делік. A нүктесі арқылы α жазықтығына параллель β жазықтығын жүргізу керек (7.8-сурет).

$\alpha\{a//b\}$ жазықтығында a және b түзулерін қиятын қандай да бір l түзуін саламыз. Сосын $A\{A_1, A_2\}$ нүктесі арқылы a түзуіне параллель c түзуін және l түзуіне параллель d түзуін жүргіземіз.

Салынған $c \cap d$ қиылысушы түзулер $\alpha\{a//b\}$ жазықтығына параллель ізделінді $\beta\{c \cap d\}$ жазықтығын анықтайды.



7.7-сурет. Өзара параллель жазықтықтар

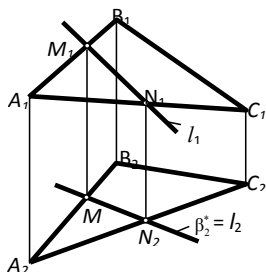


7.8-сурет. А нүктесінен берілген $\alpha\{a b\}$ жазықтығына параллель $\beta\{c \cap d\}$ жазықтығын салу

7.3.2 Екі жазықтықтың қиылысуы

Екі жазықтық түзу бойымен қиылысады, ал түзу екі нүкте арқылы бір мағыналы анықталады. Олай болса екі жазықтықтың қиылысу сызығын салу үшін олардың екі ортақ нүктелерін анықтасақ жеткілікті.

Егер қиылысушы жазықтықтардың біреуі проекциялаушы жазықтық болса, онда есеп графикалық тұрғыдан оңай шешіледі. Мұндай жағдайда қиылысушы l сызығының бір проекциясы проекциялаушы жазықтықтың түзуге айналған проекциясымен беттеседі, ал екінші проекциясы қиылысушы жазықтықтардың екіншісіне тиесілі болатын шартынан салынады.



7.9-сурет Жалпы және дербес жағдай жазықтықтардың қиылысуы

Мысал. $\alpha\{ABC\}$ және $\beta\{\beta_2^*\} \perp \pi_2$ жазықтықтарының $l\{M, N\}$ қиылысу сызығын салу керек.

Талдау:

$$\beta \perp \pi_2 \Rightarrow l_2 = \beta_2^* \wedge l_2 \uparrow l_1$$

ГША: 1. $e_2 \cap (A_2 B_2) = M_2$

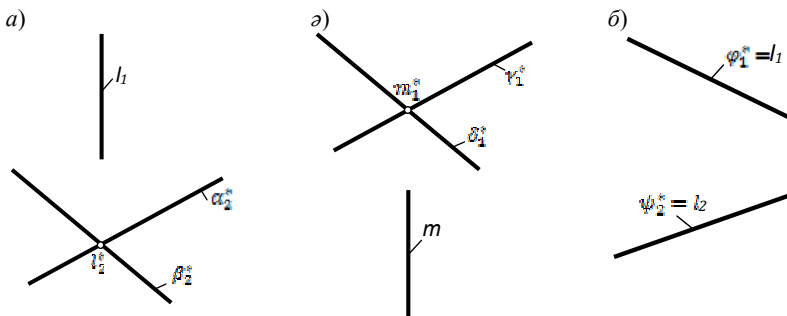
2. $l_2 \cap (A_2 C_2) = N_2$

3. $M_2 \uparrow M_1; N_2 \uparrow N_1$

4. $l_1 = (M_1 N_1)$

Егер берілген α және β жазықтықтарының екеуі де проекциялаушы немесе деңгейлік жазықтықтар болса, онда олардың қиылысу сызығы проекциялаушы түзу болады: $\alpha_2^* \cap \beta_2^* = l\{l_1, l_2^*\}$ (7.10 а-сурет), $\gamma_1^* \cap \delta_1^* = m\{m_1, m_2^*\}$ (7.10 ә-сурет)

Түрлі проекциялар жазықтықтарына перпендикуляр жазықтықтардың қиылысу сызығының проекциясы олардың іздерімен беттеседі (7.1 б-сурет): $\ell = \varphi_1^* \cap \psi_2^* \Rightarrow \ell_1 = \varphi_1^* \wedge \ell_2 = \psi_2^*$



7.10-сурет. Проекциялаушы жазықтықтардың қиылысуы:

а) горизонталь проекциялаушы жазықтықтардың қиылысуы;

ә) фронталь проекциялаушы жазықтықтардың қиылысуы;

б) горизонталь проекциялаушы және фронталь проекциялаушы жазықтықтарының қиылысуы

Егер берілген жазықтықтардың екеуі де жалпы жағдай жазықтықтар болса, онда олардың қиылысу сызығын салу келесі екі тәсілмен орындалады:

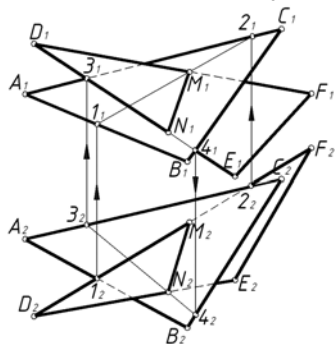
1. түзудің жазықтықпен қиылысу тәсілі;

2. көмекші қиюшы жазықтықтар тәсілі

Түзудің жазықтықпен қиылысу тәсілі.

Жалпы жағдайда орналасқан $\alpha\{\Delta ABC\}$ және $\beta\{\Delta DEF\}$ жазықтықтарының (MN) қиылысу сызығын бірінші тәсілмен салуды қарастыралық (7.11-сурет).

Оны салу алгоритмі өте қарапайым. Жазықтықтардың біреуінде түзу, мысалы (DF) түзуі, алынады да оның екінші жазықтықпен қиылысатын M нүктесі анықталады, сосын алдыңғы жазықтықта тағы бір түзу алынып, мысалы (DE) түзуі, оның да қайтадан екінші жазықтықпен қиылысатын N нүктесі анықталады. Табылған нүктелер арқылы (MN) түзуі жүргізіледі, ол екі жазықтықтың қиылысу сызығы болып табылады: $(MN) = \alpha\{\Delta ABC\} \cap \beta\{\Delta DEF\}$



7.11-сурет. Екі жазықтықтың қиылысу сызығын түзудің жазықтықпен қиылысу тәсілімен салу

Енді (MN) қиылысу сызығын салуды сызбада (7.11-сурет) көрсетелік.

$M\{M_1, M_2\}$ нүктесін салу үшін $\beta\{\Delta DEF\}$ үшбұрышының (DF) қабырғасы, яғни (DF) түзуі арқылы горизонталь – бәсекелес 1-2 түзуін жүргізіп, оның $\alpha\{\Delta ABC\}$ үшбұрышына тиесілі проекцияларын белгілейміз:

$$(1-2) \downarrow (DF) \Rightarrow (1_2-2_2) = (D_2F_2);$$

$$(1_2-2_2) \uparrow (1_1-2_1),$$

$$(1_1-2_1) \cap (D_1F_1) = M_1 \downarrow M_2.$$

$N\{N_1, N_2\}$ нүктесін салу үшін $\beta\{\Delta DEF\}$ үшбұрышының (DE) қабырғасымен фронталь бәсекелес $(3-4)$ түзуін жүргіземіз:

$$(3-4) \uparrow (DE) \Rightarrow (3_1-4_1) = (D_1E_1); N_2 = (3_2-4_2) \cap (D_2E_2);$$

$$N_2 \uparrow N_1. \text{ Нәтижесінде } (MN) = \alpha \cap \beta.$$

Жазықтықтардың көрінетіндігі оларға тиесілі түзулердің көрінетіндігінен анықталады. Біздің мысалда олар (DE) және (DF) түзулері, ал (MN) түзуі көрінетіндіктің шекарасы болып табылады. 7.11-суретте шектелген үшбұрышты пластиналардың көрінетіндігі көрсетілген (бәсекелес нүктелер белгіленбеген).

Көмекші қиюшы жазықтықтар тәсілі

Бұл тәсіл алдағы көптеген позициялық есептерді шығаруда маңызды рөл атқарады.

Берілген $\alpha\{a \cap b\}$ және $\beta\{c \parallel d\}$ жазықтықтарының қиылысу сызығын екінші тәсілмен салуды қарастыралық (7.12-сурет).

Есепті шешу алгоритмі:

1. Бірінші көмекші қиюшы жазықтық ретінде фронталь проекциялаушы $\gamma\{\gamma_1^*\}$ жазықтығы жүргізіледі.

Ары қарай 7.12-сурет бойынша қадағалаңыз:

2. $\gamma_1^* \cap \alpha_1 = m_1(1_1 - 2_1) \downarrow m_2(1_2 - 2_2)$;

3. $\gamma_1^* \cap \beta_1 = n_1(3_1 - 4_1) \downarrow n_2(3_2 - 4_2)$;

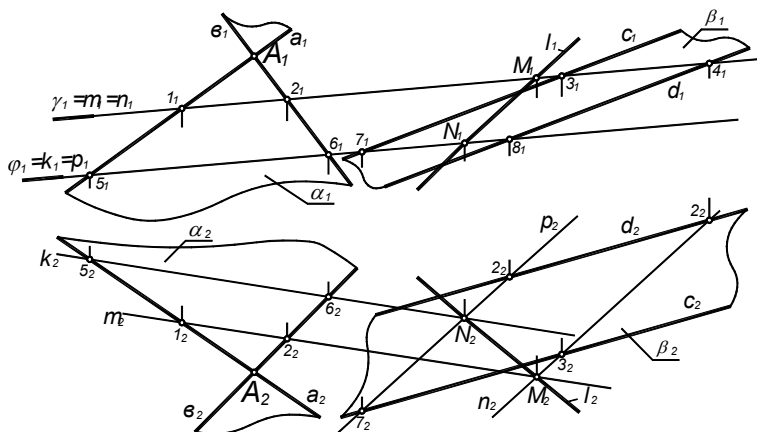
4. $m_2 \cap n_2 = M_2 \uparrow M_1$;

5. Екінші көмекші қиюшы жазықтық ретінде $\varphi(\varphi_1^*)$ жазықтығы жүргізіледі. Егер $\varphi \parallel \gamma$ болса, онда қиылысу түзулер де параллель болады, яғни $k \parallel m$ және $p \parallel n$. Бұл салуларды едәуір жеңілдетеді.

6. $\varphi_1^* \parallel \gamma_1^*$; $\varphi_1^* \cap \alpha_1 = \kappa_1(5_1 - 6_1) \downarrow \kappa_2(5_2 - 6_2) \parallel m_2$

7. $\varphi_1^* \cap \beta_1 = p_1(7_1 - 8_1) \downarrow p_2(7_2 - 8_2) \parallel n_2$;

8. $\kappa_2 \cap p_2 = N_2 \uparrow N_1$ және $l_2(M_2N_2)$, $l_1(M_1N_1)$, $l\{l_1l_2\} = \alpha \cap \beta$.



7.12-сурет. Жазықтықтардың қиылысу сызығын көмекші қиюшы жазықтықтар тәсілімен салу

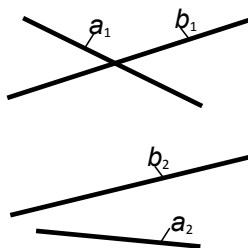
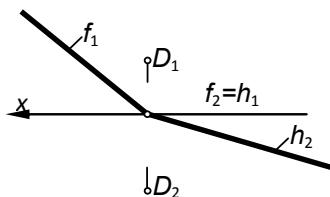
Іздерімен берілген $\alpha\{f \cap h\}$ және $\beta\{m \cap n\}$ жазықтықтарының (7.13-сурет) l қиылысу сызығының l_1, l_2 проекциялары оңай салынады, өйткені сызбада берілген жазықтықтардың көмекші қиюшы жазықтықтармен қиылысу сызықтары қатысып отыр. Олар π_1, π_2 проекциялар жазықтықтары. π_2 жазықтығы

$$l_1 = M_1 \cup N_1; \quad l_2 = M_2 \cup N_2.$$

Өзін-өзі тексеруге арналған сұрақтар, жаттығулар және тест

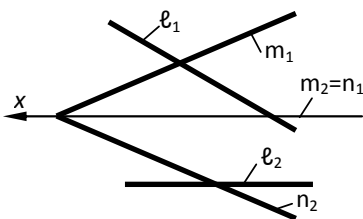
- 178

7.

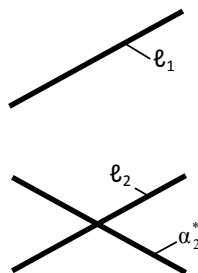


8. α жазықтығында берілген ℓ түзуімен бәсекелес q түзуін салыңыздар.

1) $\beta\{m \cap n\}; q \uparrow \ell$.



2) $\alpha\{\alpha_2^*\}; q \downarrow \ell$.

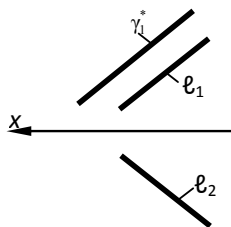
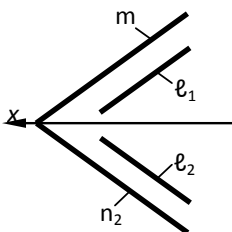
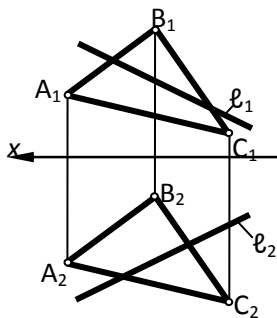


9. ℓ түзуі мен $\alpha\{ABC\}$ жазықтығының өзара орналасуын анықтаңыздар:

1. $\alpha\{\Delta ABC\}$.

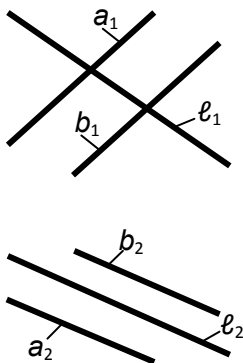
2) $\beta\{m \cap n\}$

3) $\gamma\{\gamma_1^*\}$

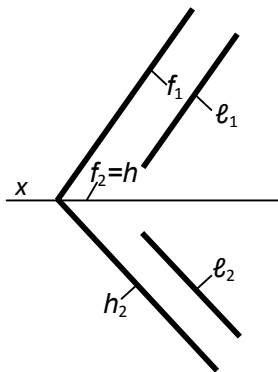


10. $\ell \{ \ell_1, \ell_2 \}$ түзуінің $\alpha \{ a//b \}$ жазықтығымен K қиылысу нүктесін салыңыздар және түзудің көрінетіндігін анықтаңыздар: есепті шығару алгоритмін жазыңыздар:

1) $\alpha \{ a//b \}$

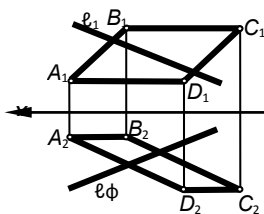


2) $\alpha \{ f//h \}$

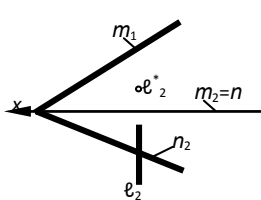


11. ℓ түзуі мен α жазықтығының K қиылысу нүктесін салыңыздар:

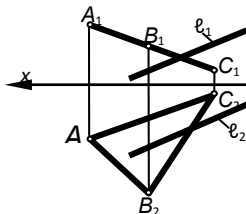
$\alpha \{ ABCD \}$



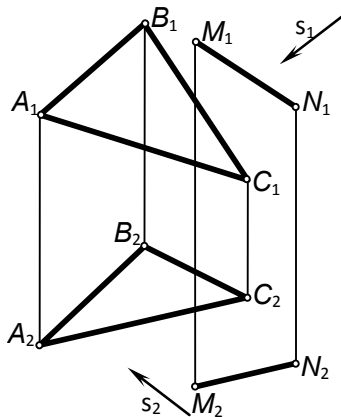
$\alpha \{ m \cap n \}$



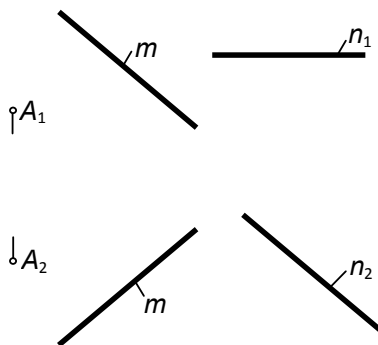
$\alpha \{ ABC \} \perp \pi_1$



12. $\alpha \{ABC\}$ жазықтығына MN кесіндісінің қосымша параллель проекциясын салыңыздар (S – қосымша проекциялау бағыты).

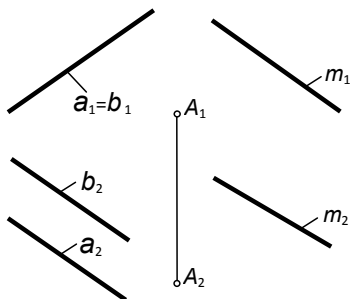


A нүктесі арқылы берілген m және n түзулерін қиып өтетін ℓ түзуін жүргізіңіздер.

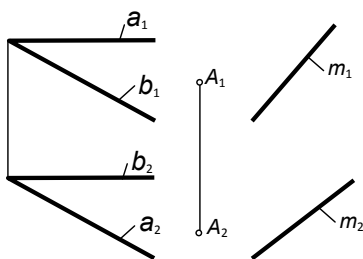


13. A нүктесі арқылы α жазықтығына параллель және m түзуімен қиылысатын ℓ түзуін жүргізіңіздер:

1) $\alpha \{a \parallel b\}$



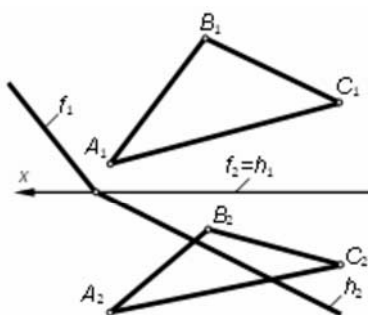
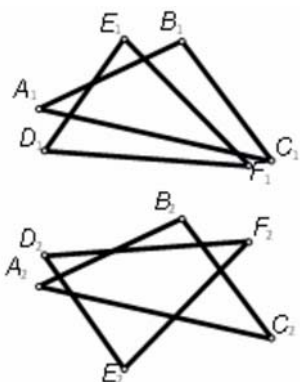
2) $\alpha \{a \cap b\}$



14. D нүктесі арқылы $\alpha\{f/h\}$ жазықтығына параллель жазықтық жүргізіңіз. L нүктесі арқылы екі а және b айқасушы түзулерге параллель β жазықтығын жүргізіңіз.

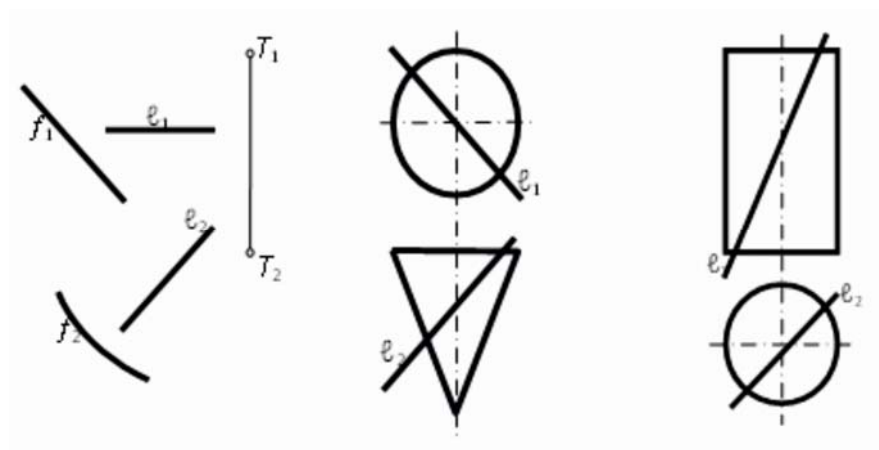
15. α және β жазықтықтар жұптарының қиылысуы ℓ сызығын салыңыздар. Берілген жазықтықтарды тұйық емес дей отырып олардың көрінетіндігін анықтаңыздар.

$\alpha\{\Delta ABC\}, \beta\{EFD\}$ 1. $\alpha\{f/h\}, \beta\{\Delta ABC\}$



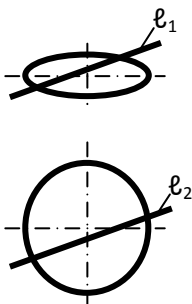
16. ℓ түзуінің θ, Q, Σ беттерімен қиылысу $\{M, N\}$ нүктелерін салыңыздар:

θ – конустық бет Q – айналу конусы Σ – айналу цилиндрі.

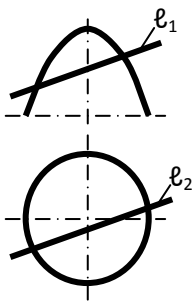


17. $\ell\{\ell_1, \ell_2\}$ түзуінің берілген Φ бетімен қиылысатын $\{M, N\}$ нүктелерін салыңыздар.

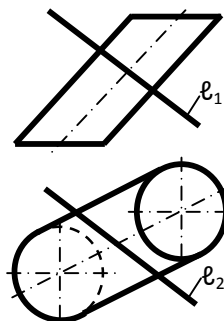
1) Φ – айналу эллипсоиды



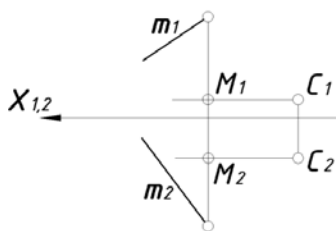
2) Φ – айналу параболоиды



3) Φ – цилиндрлік бет



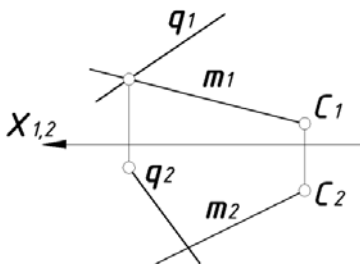
18. Қайсы суретте M нүктесі α жазықтығына тиесілі?



1-сурет

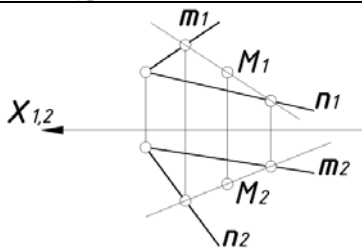
$\alpha(m, C)$

19. Қайсы суретте m түзуі α жазықтығына тиесілі?



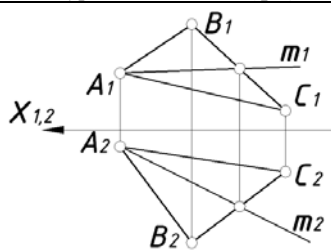
1-сурет

$\alpha(q, C)$



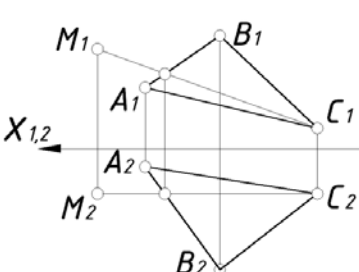
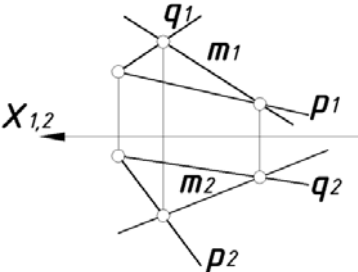
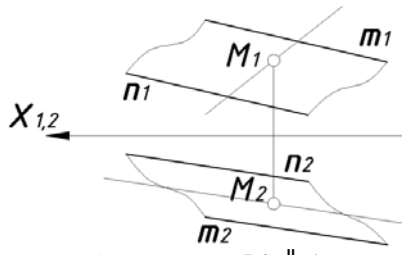
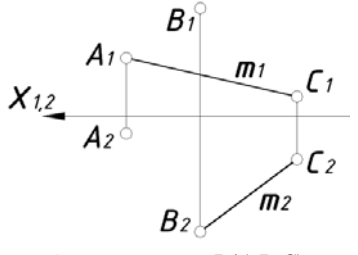
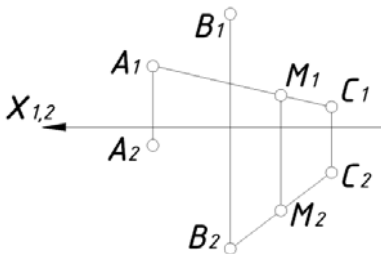
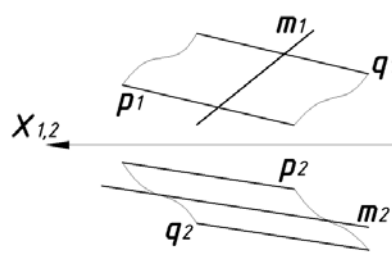
2-сурет

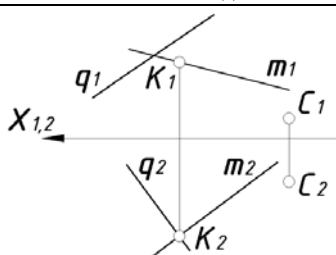
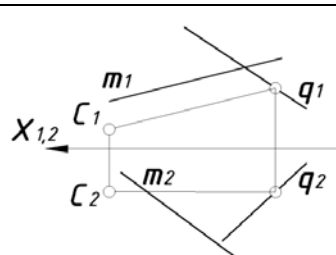
$\alpha(m \cap n)$



2-сурет

$\alpha(\triangle ABC)$

 3-сурет $\alpha(\Delta ABC)$	 3-сурет $\alpha(p \cap q)$
 4-сурет $\Phi(m \parallel n)$	 4-сурет $\Phi(A, B, C)$
 5-сурет $\alpha(A, B, C)$ Дұрыс жауабы: - сур.	 5-сурет $\alpha(p \parallel q)$ Дұрыс жауабы: - сур.

20. Қайсы суретте К нүктесі m түзуі мен α жазықтығының қиылысу нүктесі болып табылады?  1-сурет $\alpha(q, C)$	21. Қайсы суретте m түзуі α жазықтығына параллель?  1-сурет $\alpha(q, C)$
---	---

2-<i>cypem</i> $\alpha(p \cap q)$	2-<i>cypem</i> $\alpha(p \cap q)$
3-<i>cypem</i> $\alpha(\triangle ABC)$	3-<i>cypem</i> $\alpha(\triangle ABC)$
4-<i>cypem</i> $\alpha(h, f)$	4-<i>cypem</i> $\alpha(h, f)$
5-<i>cypem</i> $\alpha(A, B, C)$	5-<i>cypem</i> $\alpha(A, B, C)$
Дұрыс жауабы: _____ - сұр.	Дұрыс жауабы: _____ - сұр.

7.4. ТҮЗУ СЫЗЫҚТЫҢ ҚИСЫҚ БЕТПЕН ҚИЫЛЫСУ НҮКТЕЛЕРІН САЛУ

Түзу сызық пен қисық беттің қиылысу нүктелерін анықтау беттердің қималарын және қиылысу сызықтарын салуда қолданылады.

Түзу сызық бетті екі және одан да көп нүктелерде қиюы мүмкін. Сызба геометрияда көбінесе түзу сызықтың бетпен екі нүктеде қиылысатын есептер қарастырылады. Мұндай есептерді шығару алгоритмдері жоғарыда келтірілген түзу сызықтың жазықтықпен және көпжақты бетпен қиылысу нүктелерін салу алгоритмдеріне ұқсас болып келеді.

Кез келген l түзуі мен θ қисық бетінің қиылысатын M, N нүктелерін салу алгоритмі мынадай болады:

1. θ бетінде l түзуімен бәсекелес $q \in \theta$ сызығы алынады;
2. l түзуі мен q сызығының қиылысында M және N нүктелері белгіленеді;
3. $\{M, N\}$ нүктелері l түзуінің θ бетімен қиылысқан ізделінді нүктелері болып табылады, яғни $\{M, N\} = l \cap \theta$.

Байқайық, θ бетінде бәсекелес сызық ретінде алынатын q сызығы графикалық қарапайым сызық (түзу немесе шеңбер) болуын көздеу керек.

Бірнеше мысалдарды қарастыралық.

1-мысал. $l\{l_1, l_2\}$ түзуінің θ конусын (тік айналу конусын) қиятын $\{M, N\}$ нүктелерін салу керек (7.14-сурет).

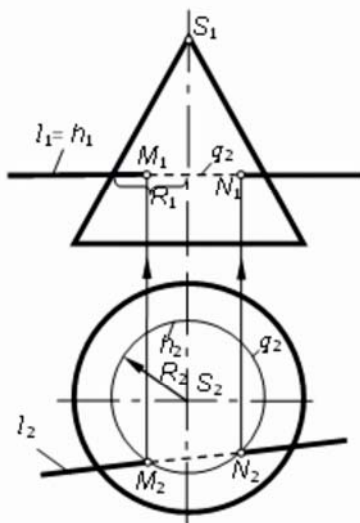
Есепті жоғарыда айтылған алгоритм бойынша шығарамыз.

Берілген $l\{l_1, l_2\}$ π_2 - горизонталь түзу, демек θ конус бетіндегі алынатын бәсекелес $q \in \theta$ сызығын l түзуімен фронталь бәсекелес етіп таңдаймыз, өйткені q сызығының q_2 проекциясы радиусы $R = \frac{1}{2}q_1$ -ге тең шеңбер болады, ал бұл графикалық тұрғыдан оңай салынатын сызық. Ары қарай $l_2 \cap q_2 = M_2 \uparrow M_1$ және $l_2 \cap q_2 = N_2 \uparrow N_1$. Анықталған M_1, N_1 және M_2, N_2 нүктелері ізделінді $\{M, N\} = l \cap \theta$ нүктелерінің фронталь және горизонталь проекциялары болып табылады. M – "кіру" нүктесі, ал N – "шығу" нүктесі деп аталады. Сызбада олардың арасы көрінбейтін үзілме сызықпен кескінделеді.

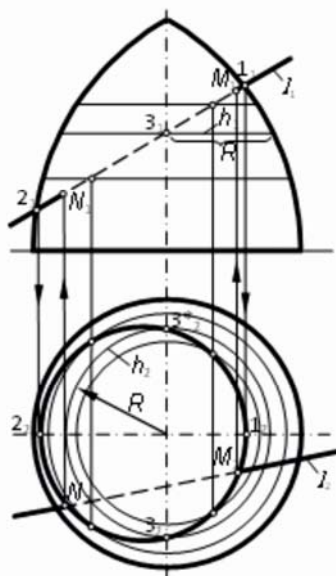
2-мысал. $l\{l_1, l_2\}$ түзуі мен Q тор бетінің қиылысу $l\{M, N\}$ нүктелерін салу керек (7.15-сурет).

Берілген $l\{l_1, l_2\}$ түзуі жалпы жағдай түзу, сондықтан оның проекцияларының кез келгенін $q \in \theta$ сызығымен бәсекелес етіп алуға болады. Мұндайда бәсекелес сызықтардың біреуі түзу күйінде қалады да, екіншісі лекалды қисық сызық (эллипс немесе басқа қисық сызық) болып кескінделеді, оны қосымша салулармен анықтайды. Осылайша талдау жасау нәтижесінде және $q \in \theta$ сызықтарын фронталь-бәсекелес сызықтар етіп алғанымыз ұтымды болады.

Олай болса Q тор бетінен берілген $l\{l_1, l_2\}$ түзуімен фронталь бәсекелес $q \in \theta$ сызығын жүргізейік: $l \perp q \Rightarrow l_1 = q_1$. q_1 -дің сәйкес q_2 проекциясы эллипс болады. Оны салу үшін алдымен сызбадан белгілі болып тұрған тірек нүктелерін белгілейміз. Ондай нүктелерге фронталь проекциясындағы ең жоғарғы 1 және ең төменгі 2 нүктелері жатады; олардың $1_2, 2_2$ горизонталь проекциялары эллипстің горизонталь проекциясындағы ең шеткі нүктелері болып табылады.



7.14-сурет. Түзу мен конустың қиылысуы



7.15-сурет. Түзу мен тор бетінің қиылысуы

Енді эллипстің қосымша аралық 3,4,... нүктелерін, олардың Q бетіне тиесілі шартын пайдаланып табамыз. Ол үшін $h \in 3, h' \in 4, \dots$ параллельдерін жеткілікті етіп жүргіземіз. Табылған $3_2, 3_2^*; 4_2, 4_2^*; \dots$ нүктелерін бастыра q_2 эллипсін сызамыз; q_2 -нің l_2 -мен қиылысында ізделінді $\{M, N\} - l \cap Q$ нүктелерінің M_2, N_2 горизонталь проекцияларын, сонан соң байланыс сызықтарын жүргізіп M_1, N_1 фронталь проекцияларын саламыз.

3-мысал. $l\{l_1, l_2\}$ түзуімен $\Phi\{O, R\}$ сфера бетінің қиылысу $\{M, N\}$ нүктелерін салу керек (7.16-сурет).

Бұл мысалда да бәсекелес сызық етіп проекцияларының қайсысын таңдасақ та оның бір проекциясы l түзуімен беттесетін түзу кесінді, ал екіншісі эллипс болады.

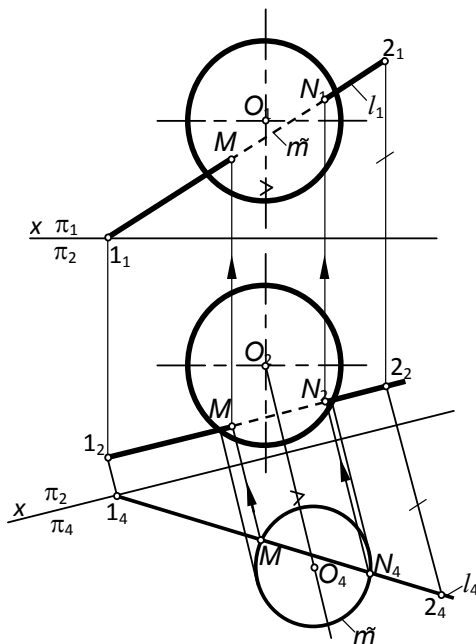
Берілген беті сфера беті болып тұр, ондағы $\tilde{m}$ сызығы шеңбер болады. Олай болса есепті қысқа жолмен шығаруды қарастырайық. Ол үшін π_2 проекциялар жазықтығын жаңа π_4 жазықтығына алмастырамыз, бұл жерде $\pi_4 // l$ сонда жаңа π_4 проекциялар жазықтығына $\tilde{m}$ шеңбері нақты шамасына, яғни $\tilde{m}_4$ шеңберіне проекцияланады; l түзуінің жаңа l_4 проекциясы $\tilde{m}_4$ шеңберімен M_4, N_4 нүктелерінде қиылысады.

Енді кері проекцияласақ l түзуіндегі ізделінді. $\{M, N\}$ нүктелерінің M_2, N_2 және байланыс сызықтары арқылы M_1, N_1 проекцияларын анықтаймыз.

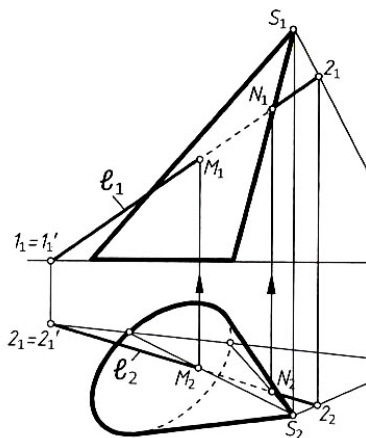
4-мысал. $l\{l_1, l_2\}$ түзуінің $\Phi\{S, \alpha\}$ конус бетімен қиылысу $\{M, N\}$ нүктелерін салу керек (7.17-сурет). Бұл жерде Φ конус бетінің S төбесі арқылы $\alpha\{l, S_2\}$ жалпы жағдай жазықтығын жүргіземіз. Сонда α жазықтығы конус бетін жасаушылар арқылы қияды. Мұндай алгоритм лекалды қисық сызықты салуды қажет етпейді және ізделінді нүктелерді жоғары дәлдікпен салуға мүмкіндік береді. Ол үшін $\alpha\{l, S_2\}$ жазықтығының конустық

беттің $\tilde{\alpha}$ табанымен қиылысатын (12) сызығын саламыз:

$$1 = l \cap \pi_2; 2 = S2 \cap \pi_2.$$



7.16-сурет. l түзуінің сфера бетімен қиылысуы



7.17-сурет. l түзуінің көлбеу конус бетімен қиылысуы

Φ конус бетінің $\tilde{\alpha}$ бағыттаушысы және (12) түзуі π_2 жазықтығына жатыр, сол себептен олар өзара қиылысады: біздің жағдайда $3,4 = \alpha \cap (12)$; 3 нүктесі арқылы $S3$ жасаушысы, ал 4 нүктесі арқылы – Φ конус бетінің $S4$ жасаушысы өтеді. Сонымен, $m = \Phi \cap \alpha$ қиылысу сызығы екі $S3, S4$ түзулеріне ыдырайды. Олардың қиылысу M және N нүктелері ізделінді нүктелер болып табылады: $\{M, N\} = m(S3, S4) \cap l$.

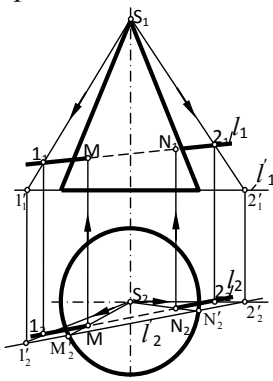
5-мысал. $\{l_1, l_2\}$ жалпы жағдай түзуінің Q тік конус бетімен қиылысу $\{M, N\}$ нүктелерін салу керек (7.18-сурет).

Бұл жерде алдыңғы мысалда (4-мысал) қолданылған көмекші қиюшы жазықтық жүргізуге болмайды, өйткені l түзуінің

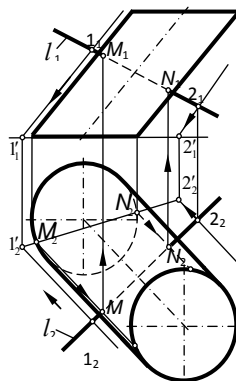
горизонталь ізі тыс жерде орналасқан, сондықтан есепті қосымша проекциялау тәсілімен шығарамыз. Ол үшін l түзуінің бойынан кез келген екі нүктесін 1,2 нүктелерін аламыз. Конус төбесі S нүктесін центрлік проекциялаудың центрі етіп алып, конусты және l түзуін конус табанына S төбесінен қосымша $S_1 l_1$ және $S_1 l_2$ сәулелері арқылы проекциялаймыз. Осыдан конус $\tilde{a}$ $\{\tilde{a}_1, \tilde{a}_2\}$ шеңберіне, ал l түзуі $l' \{l'_1, l'_2\}$ түзуіне проекцияланады. l'_2 проекциясы $\tilde{a}_2$ шеңберімен M'_2 және N'_2 нүктелерінде қиылысады. Енді $S_2 M'_2$ және $S_2 N'_2$ сәулелерін кері жүргізсек, олардың l_2 түзуімен қиылысында ізделінді $\{M, N\}$ нүктелерінің M_2, N_2 горизонталь проекцияларын, сосын байланыс сызықтары арқылы M_1, N_1 фронталь проекцияларын табамыз.

6-мысал. $l \{l_1, l_2\}$ түзуінің Ψ көлбеу цилиндрмен қиылысу $\{M, N\}$ қиылысу нүктелерін салу керек (7.19-сурет).

Мұнда қосымша параллель проекциялау тәсілін қолданамыз. Ол үшін берілген цилиндр бетін және l түзуінің бойынан қалауымызша алынған 1,2 нүктелерін қоса цилиндр жасаушысына параллель бағытта, оның табанымен беттесетін горизонталь жазықтығына проекциялаймыз.

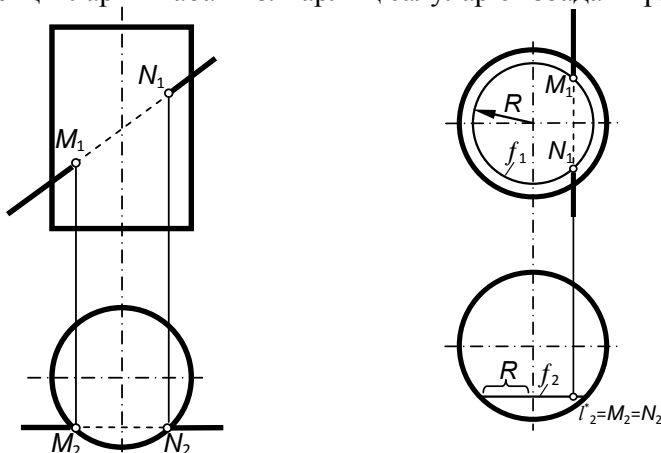


7.18-сурет. Тік конустың l жалпы жағдай түзуімен қиылысуы



7.19-сурет. l түзуінің көлбеу цилиндр бетімен қиылысуы

Цилиндрдің және түзудің жаңа проекцияларының қиылысында M_2', N_2' нүктелерін белгілейміз де, оларды кері бағытта проекциялап, l түзуінің ізделінді $\{M, N\}$ нүктелерінің M_2, N_2 проекцияларын, сосын байланыс сызықтары арқылы M_1, N_1 проекцияларын табамыз. Барлық салулар сызбадан түсінікті.



7.20-сурет. Біреуі дербес жағдайда орналасқан фигуралардың қиылысу нүктелерін салу: а) түзу мен проекциялаушы цилиндрдің қиылысу нүктелері; ә) сфера мен проекциялаушы түзудің қиылысу нүктелері

Егер өзара қиылысушы фигуралардың біреуі дербес жағдайда орналасатын болса, онда қиылысу нүктелерін салу жеңілдейді. Мұндайда ізделінді нүктелердің бір проекциясы қосымша салуларсыз анықталады.

7.20 а-суретте өзара қиылысушы l түзуімен цилиндрдің $\{M, N\}$ қиылысушы нүктелері бірден анықталады, өйткені цилиндр проекциялаушы жағдайда орналасқан.

7.20 ә-суретте өзара қиылысушы l түзуінің сфера бетімен қиылысатын $\{M, N\}$ нүктелерін анықтау үшін l^* проекциясы арқылы радиусы R болатын f параллелін жүргіземіз, өйткені l түзуі горизонталь проекциялаушы жағдайда орналасқан,

сондықтан бұл жерде де есеп оңай шешіледі. Есептердің екеуінде де барлық салулар сызбалардан түсінікті.

7.5. БЕТТІҢ ЖАЗЫҚТЫҚПЕН ҚИЫЛЫСУЫ

Беттің жазықтықпен қиылысуында жазық қисық сызығы алынады. Оны салу берілген беттің қасиеттеріне және қаңқасына байланысты екі түрлі жағдайда орындалуы мүмкін.

1. Егер берілген бет сызықтық (яғни, оның қаңқасы түзу сызықтар) болса, онда оның жалпы жағдай жазықтықпен қиылысу сызығын салу алгоритмі мынадай болады:

1) $\iota^i \subset \theta$ - θ бетінде дискретті санды (жеткілікті мөлшерде алынған) жасаушылар (түзу сызықтар) жүргізіледі;

2) $K^i = \iota^i \cap \alpha$ - ι^i дискретті санды жасаушыларының α жазықтығымен қиылысу K^i нүктелері табылады. Бұл жерде түзу мен жазықтықтың қиылысу нүктесін анықтайтын негізгі позициялық есеп бірнеше рет (бет бойынан қанша жасаушылар алынса, сонша рет) қайталанып шешіледі. Мысалы, қиылысу сызығына тиесілі болатын K қиылысу нүктесін табу үшін:

а) $q \subset \alpha \wedge q \uparrow \iota$ - α жазықтығында ι түзуімен (жасаушысымен) бәсекелес q түзуі алынады;

ә) $K = \iota \cap q$ - ι жасаушысының q бәсекелес түзуімен қиылысқан K нүктесі салынады.

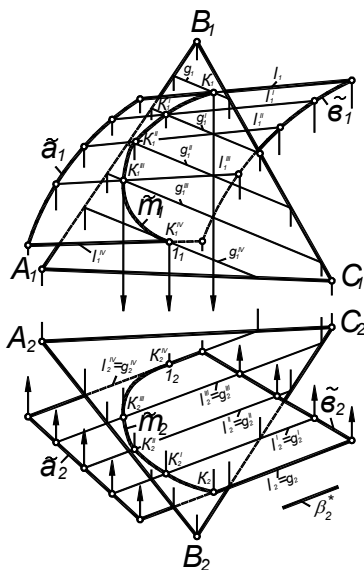
б) $K = \iota \cap \alpha$ - K нүктесі ι жасаушысының α жазықтығымен қиылысу нүктесі болып табылады.

Осылайша салынған $\{K^i\}$ нүктелерінің дискретті жиынын бастыра қисық сызық жүргізсек беттің жазықтықпен қиылысатын ізделінді қиысық сызығын аламыз.

Беттің жазықтықпен қиылысу сызығын салуды оның тірек нүктелерін салудан бастайды. Қиылысу сызығының тірек нүктелеріне: очерктерінің қиылысу нүктелер; көрінетіндігін анықтайтын нүктелер; ең үлкен және ең кіші координаталары бар нүктелер; қисық сызықтың өздігінен қиылысатын нүктелері т.с.с. жатады.

Сызықтық беттің жазықтықпен қиылысатын сызығын салу мысалдарын қарастыралық.

1-мысал. $\theta\{\tilde{a}, \tilde{e}, \tilde{\beta}_2^*\}$ цилиндроид бетінің $\alpha\{\Delta ABC\}$ жазықтығымен $\tilde{m}$ қиылысу сызығын салу керек (7.21-сурет) .



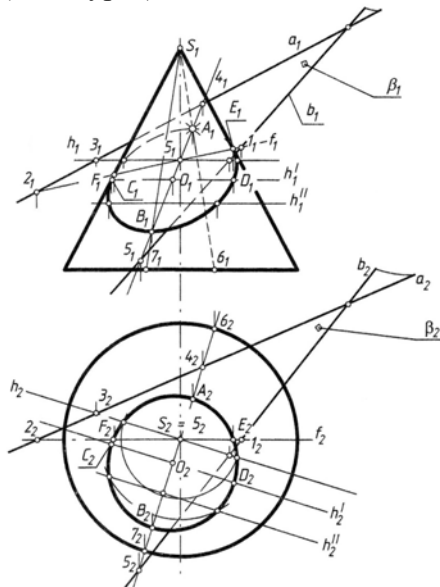
7.21-сурет. Цилиндроид бетімен жалпы жағдай жазықтықтың қиылысу сызығын салу

Алдымен беттің берілуіне қарап оның қаңқасын саламыз. Ол үшін π_2 горизонталь проекциялар жазықтығында $\tilde{a}_2, \tilde{b}_2$ сызықтарын қиятын бірқатар $l_2, l_2', l_2'', l_2''', l_2^{IV} \dots$ түзу сызықты жасаушыларын β_2^* проекциялаушы жазықтығына (параллелизм жазықтығына) параллель етіп жүргіземіз. Байланыс сызықтары арқылы цилиндроид жасаушыларының $l_1, l_1', l_1'', l_1''', l_1^{IV}$ фронталь проекцияларын тұрғызамыз.

Енді i^i түзуі мен α жазықтығымен қиылысу K нүктесін анықтайтын негізгі позициялық есепті қанша i^i жасаушылары алынса сонша рет шешіп, $K, K^I, \dots, K^{IV}$ қиылысу нүктелерін анықтаймыз. Осылайша анықталған $\{K^i\}$ нүктелерін бастыра ізделінді $\tilde{m}$ қисық сызығын саламыз. Соңында бет пен

жазықтықтың тұйық еместігін ескере отырып олардың көрінетіндігін бәсекелес нүктелер арқылы (олар сызбада көрсетілмеген) анықтаймыз. Барлық салулар сызбадан түсінікті.

2-мысал. Тік айналу конусының $\beta\{a \cap b\}$ жалпы жағдай жазықтығымен қиылысу сызығын (қима сызығын) салу керек (7.22-сурет).



7.22-сурет. Конустың жалпы жағдай жазықтықпен қиылысуы

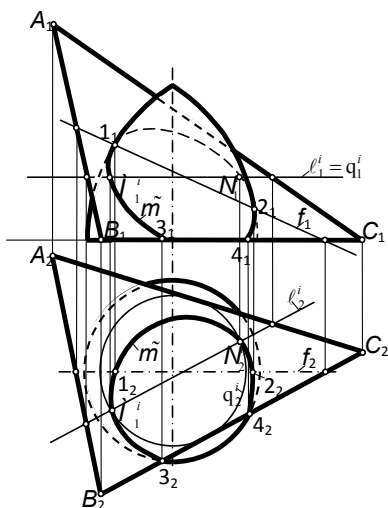
Конус айналу бетіне жатады. Олай болса, оның α жазықтығымен қиылысу сызығын мынадай алгоритммен саламыз. Алдымен қима сызығының тірек нүктелерін анықтаймыз. Ол үшін конустың бас меридианы арқылы β жазықтығына тиесілі f фронталін жүргіземіз. Оның f_2 горизонталь проекциясы (1_2-2_2) сызығы болса, фронталь проекциясы (1_1-2_1) сызығы болады. Бұл сызық конустың фронталь очеркілік жасаушыларын F_1 және E_1 нүктелерінде қияды, олар қима сызығының фронталь проекциясындағы көрінетіндігін анықтайтын шекара нүктелері болып табылады.

Бұл нүктелердің горизонталь F_2 және E_2 нүктелері байланыс сызықтары бойынша f_2 сызығында анықталады: $F_1 \downarrow F_2 \downarrow E_1 \downarrow E_2$. Конустың айналу осінің f_1 сызығымен қиылысқан S_1 нүктесі арқылы β жазықтығының $h\{h_1, h_2\}$ горизонталін жүргіземіз.

Енді β жазықтығында жататын бірнеше $h, h', h'', \dots$ деңгейлік сызықтарын (горизонтальдарын) таңдап аламыз да олардың конус бетіндегі фронталь бәсекелес параллельдерімен қиылысатын нүктелерін анықтаймыз. Осылайша алынған нүктелер ізделінді сызығына тиесілі аралық нүктелері болып табылады (7.27-суретте олар көрсетілген, бірақ белгіленбеген).

Байқағанымыз қима сызығы эллипс болады. Олай болса эллипстің үлкен АВ кіші CD осьтерін салайық. Ол үшін $S_2=S_2$ нүктесінен h_2 -ге перпендикуляр l_2 - β жазықтығының ең үлкен еңіс сызығын жүргіземіз. Бұл сызық β жазықтығында (4-5) (4_2 - $5_2 \uparrow 4_1$ - 5_1) сызығы болып кескінделсе, онымен горизонталь бәсекелес конустың жасаушылары (S - 6) (S_2 - $6_2 \uparrow S_1$ - 6_1) және (S - 7) (S_2 - $7_2 \uparrow S_1$ - 7_1) сызықтары болады. Олардың фронталь проекцияларының қиылысында эллипстің ең жоғарғы $A(A_1 \downarrow A_2)$ және ең төменгі $B(B_1 \downarrow B_2)$ нүктелерін анықтаймыз. Енді $[A_1 B_1]$ кесіндісін тең бөліп эллипс центрі O ($O_1 \downarrow O_2$) нүктесін белгілейміз. Сонан соң h параллелін O_1 арқылы жүргізіп O_2 нүктесін және h'_2 бойынан эллипстің кіші осінің ($C_2 D_2$) осін табамыз. Барлық табылған нүктелерді бастыра қисық сызықты – эллипстің өзін сызамыз (7.22-сурет)

2. Егер берілген бет, мысалы Q беті, сызықтық емес (яғни оның қаңқасы қисық сызықтар) болса, онда оның α жалпы жағдай жазықтығымен қиылысу сызығы мынадай алгоритм бойынша салынады:



7.23-сурет. Тор бетінің жалпы жағдай жазықтығымен қиылысуы

1) $\iota^i \subset \alpha$ - α жазықтығына тиесілі дискретті санды (жеткілікті мөлшерде) ι^i түзу сызықтары алынады.

2) $M^i, N^i = \iota^i \cap Q$ - ι^i түзулерінің әр қайсысының Q бетімен қиылысу M^i, N^i («кіру» және «шығу») нүктелері анықталады. Бұл жерде түзу мен айналу бетінің қиылысу нүктелерін анықтайтын позициялық есеп бірнеше рет қайталанып шешіледі.

3) $\{M^i, N^i\} = \alpha \cap Q$ -салынған M^i, N^i нүктелерін бастыра ізделінді $\tilde{m}$ қиылысу сызығын жүргіземіз.

Мысал. Q тор беті мен $\alpha\{\Delta ABC\}$ жалпы жағдай жазықтығының қиылысу $\tilde{m}\{\tilde{m}_1, \tilde{m}_2\}$ сызығын салу керек (7.23-сурет)

Алдымен қима сызығының тірек нүктелерін анықтаймыз. Есептің берілу шартына байланысты 1,2 қиылысу нүктелері тор бетінің бас меридианымен горизонталь бәсекелес $f \in \alpha$ - фронталін жүргізу арқылы анықталған және олар қима сызығының фронталь проекциясындағы шекара нүктелері болып табылады. 3,4 нүктелері тор бетінің табанында, яғни $\alpha\{\Delta ABC\}$ жазықтығының BC қабырғасымен қиылысында жатыр, сондықтан олар сызбада бірден анықталып тұр. Аралық M^i, N^{ii} нүктелерін келесі алгоритм бойынша саламыз:

1. $\alpha\{\Delta ABC\}$ жазықтығында оған тиесілі $\{l, l' \dots l^i\}$ түзулердің дискретті жиынын жүргіземіз.

2. $l, l', \dots, l^i$ түзулерінің әрқайсысының Q бетімен қиылысатын $(M, N), (M', N'), \dots, (M^i, N^i)$ нүктелерін табамыз, яғни $M, N = l \cap Q$, $M' N' = l' \cap Q$, $M^i N^i = l^i \cap Q$. Бұл жерде әр түзу бетті екі M және N нүктелерінде қияды, сол себептен қиылысу нүктелерін M^i, N^i нүктелері арқылы белгілейміз. Сызбада l^i түзулерінің біреуі ғана көрсетілген.

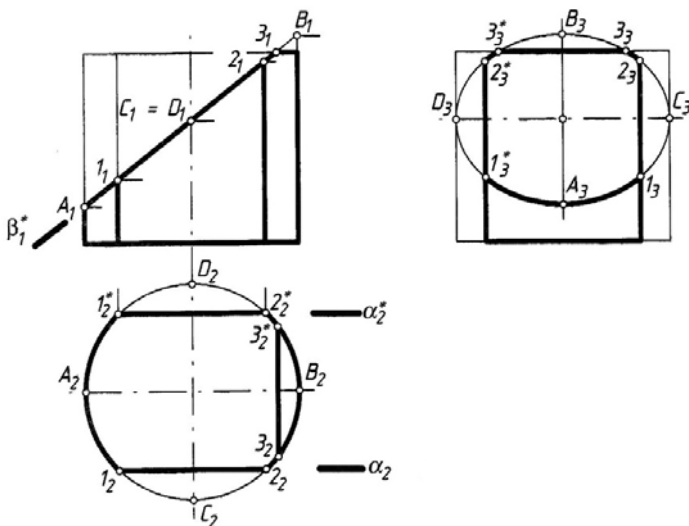
3. Алынған $\{1, 2, 3, 4, \dots\}$ және $\{M, N; M', N'; \dots, M^i, N^i\}$ нүктелер жиынын бастыра ізделінді $\tilde{m}\{\tilde{m}_1, \tilde{m}_2\}$ сызығын жүргіземіз.

7.5.1. Беттердің қималарын салу

Инженерлік практикада бетті жазықтықпен қиғанда алынатын фигураны **қима фигурасы (қимасы, кесігі)**, ал оның контурын **қима сызығы (кесілу сызығы)** деп атайды. Егер қима бұйым пішінін көрсету мақсатында істелінетін елестету операциясы болса, онда қима фигурасының материалдық бөлігі сызықталады, ал кескінін белгілі ережелерге сәйкес рәсімдейді. Бұл ережелер инженерлік графика курсына (машинажасау сызуында) қарастырылады.

Ал, егер қима (кесік) бұйымның функционалды бөлігі (пішін бөлігі) болса немесе беттің жазықтықпен қиылысу сызығы ғана болып қарастырылса, қима фигурасын сызықтамайды. Қималарды бұйымдардың белгілі бір пішіндерін жасауда жиі қолданылатын айналу беттерінің мысалында қарастыралық, бірақ осы түсініктер және әдіс-айлалар басқа беттермен де жұмыс істеу барысында пайдаланылатынын есімізге сақтап қалайық.

7.24-суретте көрсетілген цилиндрдің айналу осіне параллель $\alpha \{ \alpha_2^* \}$ сияқты жазықтықпен алынған қимасының шекаралары (1-2), (1*-2*) нүктелері арқылы өтетін жасаушылары болып табылады. Фронталь проекциясында кескіндерді үйіп тастамау үшін 1_1^* және 2_1^* бәсекелес нүктелері белгіленбеген. Бұл әдіс-айла басқа да мысалдарда пайдаланылады.



7.24-сурет. Цилиндрдің қима сызығын салу

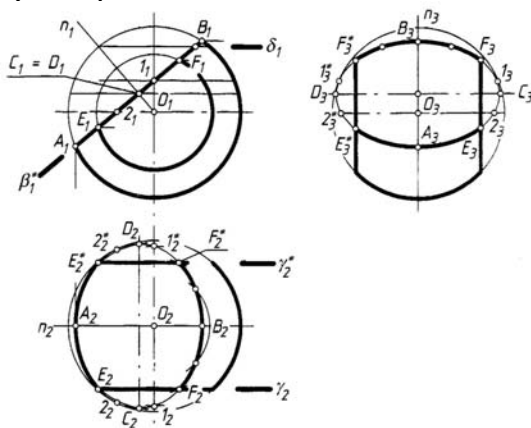
Цилиндрдің айналу осімен сүйір бұрыш жасайтын $\beta \{ \beta_1^* \}$ жазықтығынан алынған қимасы түйіндес $[AB]$ және $[CD]$ диаметрлері бар эллипс болып табылады. 7.24-суретте оның фронталь проекциясы $[A_1, B_1]$ түзуі, горизонталь проекциясы шеңбер, ал профиль проекциясы – эллипс болып кескінделеді. β жазықтығы цилиндрдің жоғарғы табанымен $3-3^*$ түзу сызығы бойынша қиылысады. Жуан сызықпен цилиндрлік дайындамадан

алынған бұйымның жазықтықтармен кесілген кескіндері бастыра сызылған.

Сфераның қимасы әруақытта центрі сфераның центрінен қиюшы жазықтыққа түсірілген перпендикулярдың табаны болып табылатын шеңбермен шектеледі. (7.25-сурет).

Сфераның $\beta\{\beta_1^*\} \perp \pi_1$ жазықтығымен қиылған қимасының фронталь проекциясы бас меридианының хордасы болатын $[A_1B_1]$ кесіндісімен, ал горизонталь және профиль проекциялары – түйіндес $[AB]$ және $[CD]$ диаметрлері бар эллипс болып кескінделеді. Эллипстің центрі – n нормалінің β жазықтығымен қиылысқан нүктесі болады: $[C_2D_2]=[C_3D_3]=[A_1B_1]$. Қима сызығының проекцияларын салу алдында алдымен оның тірек нүктелерін табады. Оларға A,B,C,D - түйіндес диаметрлердің ұштары және сфераның 1-1* профиль меридианының β жазықтығымен қиылысу нүктелері жатады. Ол үшін 1_1 нүкте арқылы параллель жүргізіп, оның горизонталь $1_2, 1_2^*$ проекцияларын салынады, сосын горизонталь байланыс сызығы бойынша $[1_3 - 1_3^*] = [1_2 - 1_2^*]$ шартынан 1_3 және 1_3^* нүктелері белгіленеді. Сондай-ақ тірек нүктелеріне сфера экваторындағы 2-2* нүктелер жатады: $[2_3 - 2_3^*] = [2_2 - 2_2^*]$.

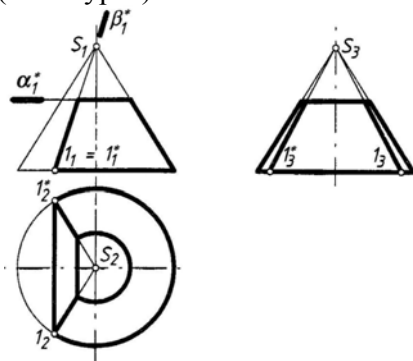
Егер керек болса $h, h', h'', \dots$ параллельдерінің көмегімен немесе эллипстің үлкен $[CD]$ және кіші $[AB]$ осьтері арқылы аралық (кездейсоқ) нүктелерін салады.



7.25-сурет. Сфераның қима сызығын салу

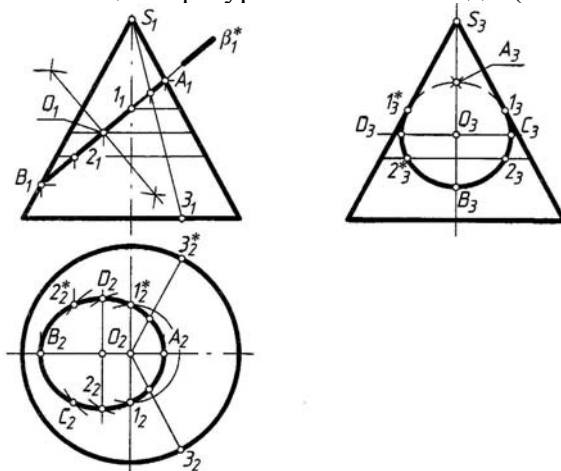
7.25-суреттегі мысалда сфера γ және γ^* симметриялы деңгейлік фронталь жазықтықтармен қиылған. E, E^* және F, F^* нүктелері кесіктің осы сызықтарының β жазықтығымен қиылысында алынған және олар да $(ABCD)$ эллипсіне тиесілі болады.

Енді конустың жазықтықпен қиылысында пайда болатын кималарының варианттарын қарастырайық. Конус төбесінен өтетін $\beta\{\beta_1^*\}$ жазықтығы оны $S-1$ және $S-1^*$ жасаушалары бойынша, ал осіне перпендикуляр $\alpha\{\alpha_1^*\}$ -жазықтығы параллель бойынша қияды (7.26-сурет).



7.26-сурет. Конусты жасаушылары және параллельдері бойынша қию

Конустың барлық жасаушыларын $\beta\{\beta_1^*\}$ жазықтығымен қиғанда алынатын қима фигурасы эллипс болады (7.27-сурет).



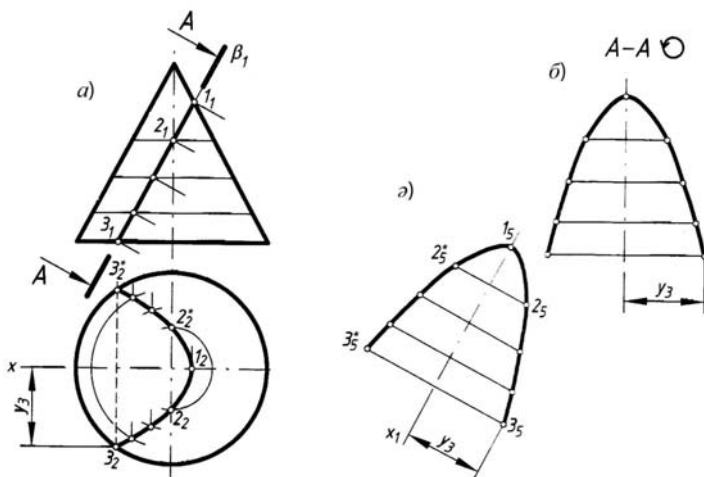
7.27-сурет. Конусты эллипс бойынша қию

Эллипстің центрі АВ кесіндісін тең бөлетін О нүктесінде орналасқан. Эллипс проекцияларын салу сызбадан түсінікті.

Конустың бір жасаушысына параллель $\beta\{\beta_1^*\}$ жазықтығы, оны парабола бойынша қияды. (7.28-сурет). Бұл жерде конус бетінде жататын қима сызығы қарастырылып отыр. Қима сызығының тірек (ерекше) нүктелеріне (7.28 а-сурет) мыналар жатады:

- 1) $(1_1 \downarrow 1_2)$ – парабола төбесі;
- 2) $(2_1 \downarrow 2_2, 2_2^*)$ – профиль меридианындағы нүкте;
- 3) $3_1 \downarrow 3_2, 3_2^*$ – табанындағы нүкте.

Аралық нүктелерін параллельдері мен меридиандарының (жасаушыларының) көмегімен анықтайды.



7.28-сурет. Конусты парабола бойынша қию

Қима фигурасының нақты шамасын анықтау үшін проекциялар жазықтықтарын алмастыру тәсілін қолданады (6-тарауды қараңыз). Ол үшін ескі жүйенің x осін қиманың горизонталь проекциясының симметрия осімен беттесетіндей етіп алған қолайлы, ал жаңа жүйеде $x_2//\beta\{\beta_1^*\}$. Мұндай жағдайда А-А қиюшы жазықтықтың ізі нұсқамасы бар үзілме сызықпен кескінделеді. Нұсқама бұл сызықтың сыртқы ұштарынан 2-3 мм қашықтықта қойылады және қарау бағыты көрсетіледі. Ал

жазықтық алфавит реті бойынша кирилица әріптерімен белгіленеді. Бұл жерде β_1^* белгісі қойылмайды. Әріптерді нұсқамалардың сыртқы жақтарындағы горизонталь сызықтың үстіне (қимаға қатысты) жазады (7.28 а-сурет). Қиманың π_5 -тегі жаңа горизонталь проекциясы, егер ол проекциялық байланыста салынса, белгіленбейді. Тірек нүктелерінің жаңа $1_5, 2_5 - 2_5^*, 3_5 - 3_5^*$ проекцияларын $1_1 \downarrow 1_5, 2_1 \downarrow 2_5, 3_1 \downarrow 3_5$ байланыс сызықтары бойынша салады. Олардың бойларында x осіне симметриялы етіп $[2_5 - 2_5^*] = [2_2 - 2_2^*], [3_5 - 3_5^*] = [3_2 - 3_2^*]$ кесінділерін түсіреді, ал сонан соң параллельдердің көмегімен аралық нүктелерінің проекцияларын салады және оларды қисық сызықпен қосады. Қима кескінін бас көрініске сәйкес болатын жағдайына дейін бұруға болады (7.28 б-сурет). Мұндай жағдайда қиманың симметрия осінде $[1_1 - 3_1]$ -ге тең кесіндіні, ал сонан соң $[1_1 - 3_1]$ сызығы бойымен өлшенген параллельдер арасындағы кесінділерді түсіреді, ары қарай бөлу нүктелерінен горизонталь сызықтарын жүргізеді және олардың бойларына сәйкес y координаталарын түсіреді, мысалы y_3 координатасы (алдыңғы жағдайдағы сияқты). Мұндай жағдайда кескін үстіне қиюшы жазықтықтың А-А деген атауын және «бұрылған» белгісін жазады. Нұсқамасы бар шеңбер түріндегі белгі қаріп өлшеміндей етіп жіңішке сызықпен орындалады. Қимадағы нүктелердің атауларын әдетінде көрсетпейді, өйткені олардың негізгі кескіндерге сәйкестілігі толығымен түсінікті деп есептелінеді.

Егер қиюшы $\beta\{\beta_1^*\}$ жазықтығы конустың қандай болса да екі (S-5), (S-5^{*}) жасаушыларына параллель болса, онда қима сызығы гипербола болады (7.29-сурет). Бұл жерде тірек нүктелеріне: $1(1_1 \downarrow 1_2 \downarrow 1_3)$ – гипербола төбелерінің нүктелері; $3(3_1 \downarrow 3_3 \downarrow 3_2)$ – профиль меридианының нүктелері; $4(4_1 \downarrow 4_2 \downarrow 4_3)$ – табан параллелінің нүктелері жатады.

7.29-суретте көрсетілген мысалда конустың бөлігі алынып тасталынған және кесу жазықтығы тетікбөлшек бетінің құрама бөлігі болып табылатын жағдай қарастырылып отыр. Қима фигурасының нақты шамасын салу үшін сызбаны түрлендіру тәсілінің бірі болып саналатын жазық параллель көшіру тәсілін

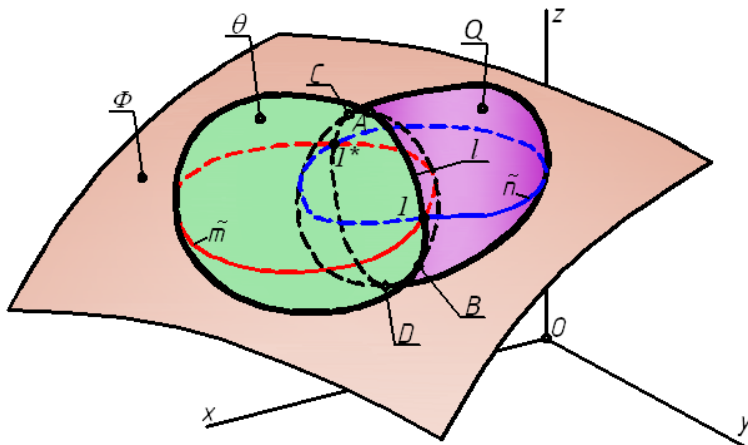
Инженерлік практикада $[\bar{A}_I - \bar{I}_I]$ проекциясын қима фигурасының симметрия осімен беттестіреді (яғни, $l_2 = l_1$ нүктелерін беттестіреді) және одан қима сызығының u координатасын түсіреді: ал оның нүктелерін белгілемейді және β жазықтығын көрсетпейді.

7.6. БЕТТЕРДІҢ ӨЗАРА ҚИЫЛЫСУ СЫЗЫҒЫН САЛУДЫҢ ЖАЛПЫ АЛГОРИТМІ

202

беттерді таңдау барысында оларды берілген беттерді графикалық қарапайым сызықтар, түзулер және шеңберлер бойынша қиятын етіп алады. Дұрыс таңдалған көмекші қиюшы беттер кейінгі графикалық салулардың ұтымдылығын анықтайды.

Қалауымызша алынған θ және Q беттері берілген делік. Олардың $\tilde{l} = \theta \cap Q$ қиылысу сызығын салудың жалпы алгоритмі мынадай болады (7.30-сурет):



7.30-сурет. Беттердің қиылысу сызығын салу алгоритмі

1. Берілген θ және Q беттерін ең қарапайым $\tilde{m}$ және $\tilde{n}$ сызықтар (түзулер немесе шеңберлер) бойынша қиятын көмекші қиюшы Φ беті енгізіледі.

2. Көмекші қиюшы Φ бетінің берілген θ бетімен қиылысатын $\tilde{m} = \Phi \cap \theta$ сызығы салынады;

3. Көмекші қиюшы Φ бетінің берілген Q бетімен қиылысатын $\tilde{n} = \Phi \cap Q$ сызығы салынады;

4. Табылған $\tilde{m}$ және $\tilde{n}$ сызықтарының $(1-1^*) = \tilde{m} \cap \tilde{n}$ -нүктелері белгіленеді. Бұл нүктелер θ және Q беттерінің $\tilde{l}$ қиылысу сызығына тиесілі болады.

Бұл операция қиылысу сызығына тиесілі нүктелер жиыны жеткілікті болғанша қайталанады.

1,1* сияқты нүктелер аралық (кездейсоқ) нүктелер деп аталады. Қиылысу сызығын салуды экстремал немесе тірек деп аталатын нүктелерден бастау керек. Мұндай нүктелерге:

- бір бет очеркінің екінші бетпен қиылысу нүктелері. Ортақ симметрия жазықтығы болатын беттерде очерктерінің өзара қиылысу нүктелері болуы мүмкін;
- әрбір кескіндегі көрінетіндікті шектейтін нүктелер;
- ең үлкен және ең кіші x, y, z координаталары бар нүктелер.

Салынған нүктелер арқылы бастыра жатық (бірқалыпты) $\tilde{l}$ сызығы жүргізіледі. Көмекші қиюшы Φ бетінің түріне байланысты беттердің қиылысу сызығын салудың келесі тәсілдері болады:

- *көмекші қиюшы жазықтықтар* тәсілі;
- *көмекші қиюшы концентрлік сфералар* тәсілі;
- *көмекші қиюшы эксцентрлік сфералар* тәсілі;

7.6.1. Беттердің өзара қиылысу сызығын көмекші қиюшы жазықтықтар тәсілімен салу

Көмекші қиюшы жазықтықтар тәсілі бұған дейін қарастырылған (7.12-суретті қараңыз) екі жалпы жағдай жазықтықтардың қиылысу сызығын салу тәсіліне ұқсас. Беттердің қиылысу сызығын салу үшін қиылысушы беттердің екеуіне де тиесілі бірқатар нүктелерді салу керек. Көмекші қиюшы жазықтықтардың орналасуын берілген беттерді олар графикалық қарапайым сызықтар – түзулер немесе шеңберлер бойынша қиятындай етіп таңдайды.

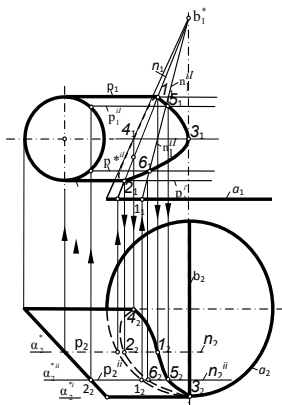
Бірнеше мысалдарды қарастыралық.

1-мысал. Анықтаушысымен берілген $Q \{ \tilde{a}, b, \pi_1 \}$ коноид беті мен горизонталь орналасқан Ψ цилиндрінің қиылысу $\tilde{m} = Q \cap \Psi$ сызығын салу керек (7.34-сурет).

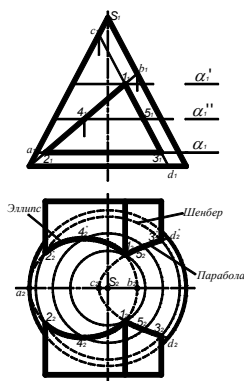
Өзара қиылысушы беттердің берілген шартына анализ жасау нәтижесінде көмекші қиюшы жазықтықтарды $\alpha_2^{*i} // \pi_1$ фронталь деңгейлік жазықтықтары етіп таңдағанымыз ұтымды болады, өйткені мұндай жазықтықтар берілген беттердің екеуін де түзулер бойынша қияды, ал бұл беттердің қиылысу сызығын салуды едәуір жеңілдетеді.

Алдымен $\tilde{m}$ қиылысу сызығының тірек (экстремал) нүктелерін, яғни ең жоғарғы және ең төменгі 1,2 нүктелерін, сондай-ақ ең шеткі 3,4 нүктелерін анықтаймыз. 1,2 нүктелерін

цилиндр осі арқылы жүргізілетін α_2^* фронталь деңгейлік қиюшы жазықтығын жүргізу арқылы табамыз. Бұл жазықтық цилиндр бетін $p_2 \uparrow p_1, p_1^*$ жасаушылары бойынша қиса, коноид бетін $n_2 \uparrow n_1$ жасаушысы бойынша қияды. Бұл жасаушыларының фронталь проекцияларының қиылысында $1_1, 2_1$ проекцияларын белгілейміз. Олардан байланыс сызықтарын төмен ($\downarrow$) түсіріп $1_2, 2_2 \in p_2 = n_2$ нүктелерін табамыз. Дәл осындай α_2^{*i} қиюшы жазықтықтарын цилиндр очерктері арқылы жүргізсек ең шеткі 3 және 4 нүктелерін анықтаймыз. Аралық (кездейсоқ) 5,6 т.с.с. нүктелерін табу үшін аралық α_2^{*i} қиюшы жазықтықтары жүргізіледі. Сондай жазықтықтардың біреуі, мысалы $\alpha_2^{*//}$ жазықтығы, цилиндр бетін $p_2^{*//} \uparrow p_1^{*//}, p_1^{*//}$ жасаушысы бойынша, ал коноид бетін $n_2^{*//} \uparrow n_1^{*//}$ жасаушысы бойынша қияды. Бұл жасаушылардың фронталь проекцияларының қиылысында $5_1, 6_1$ проекцияларын, сосын байланыс сызығы бойынша олардың горизонталь $5_2, 6_2 \in p_2^{*//} = n_2^{*//}$ проекцияларын табамыз. Осылайша табылған нүктелер жиынын бастыра $\tilde{m}$ ізделінді қиылысу сызығының $\tilde{m}_1, \tilde{m}_2$ проекцияларын саламыз. Фронталь проекциясында $\tilde{m}_1$ сызығының көрінетіндік шекарасы 1_1 және 2_1 нүктелері болса, горизонталь проекциясында $\tilde{m}_2$ сызығының шекарасы 3_2 және 4_2 нүктелері болады



7.31-сурет. Коноид пен цилиндрдің қиылысуы;



7.32-сурет. Тік айналу конусы мен үшжақты призманың қиылысуы.

2-мысал. Үшжақты призманың айналу конусымен қиылысу сызығын салу керек (7.32-сурет). Призма конусты тесіп өткен, оның жақтары фронталь проекциялаушы жағдайда орналасқан, сол себептен олардың қиылысу сызығы фронталь проекциясында призма контуры болып табылатын $\Delta A_1 B_1 C_1$ үшбұрышымен беттеседі.

Қиылысу сызығының горизонталь проекциясын салу үшін $\alpha_1, \alpha'_1, \alpha''_1, \dots$ көмекші қиюшы жазықтықтарын енгіземіз. Призманың АС жағы π_2 -ге параллель болып орналасқан. α_1 қиюшы жазықтығын АС жағы немесе $1_1 2_1$ нүктелері арқылы жүргізсек А қырының горизонталь проекциясындағы $1_1, 1_2^*$ С қырының $3_1, 3_2^*$ қиылысу нүктелерін табамыз. Сонымен бірге осы нүктелер аралығындағы қиылысу сызығының горизонталь проекциясын – шеңберді саламыз. Көмекші қиюшы α'_1 жазықтығын В қыры немесе 2_1 нүктесі арқылы жүргізіп $2_1, 2_2^*$ нүктелерін табамыз. Призманың АВ жағы конусты эллипс, ал ВС жағы парабола бойынша қиятыны суреттен түсінікті. Бұл қисықтарды салу үшін аралық көмекші қиюшы α''_1 жазықтығын $4_1, 5_1$ нүктелері арқылы жүргіземіз. Алынған жазықтық призманы түзу сызықтар, ал конусты R_k радиусты шеңбер бойынша қияды. Бұл сызықтардың қиылысында аралық $4_1, 4_2^*$ және $5_1, 5_2^*$ нүктелерін табамыз. Осылайша қиылысу сызығына тиесілі нүктелердің жеткілікті санын анықтап, оларды бастыра бірқалыпты сызықтарды (эллипс және параболаны) жүргіземіз.

Сондай-ақ берілген жағдайда беттердің қиылысу сызығын жоғарыда келтірілген көмекші қиюшы жазықтықтарды қолданбай-ақ салуға болатынын көрсетейік (7.32-сурет).

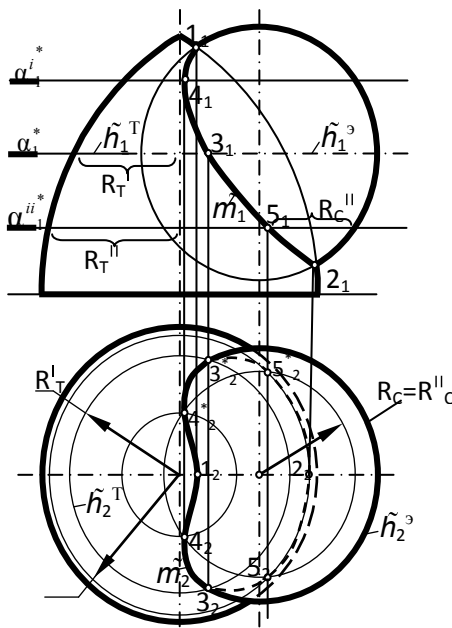
Призма жақтарының үшеуі де фронталь проекциялаушы жазықтықтар, демек қиылысу сызығын салу бұған дейін қарастырылған беттің проекциялаушы қиюшы жазықтықпен және түзу сызықпен қиылысу есебіне келтіріледі. Призма жақтары конус бетін шеңбер, эллипс және парабола бойынша қияды. Сонда берілген беттердің қиылысу сызығы осы аталған үш жазық қисықтардан тұратын сынық сызық болып келеді. Берілген жағдайда қосымша қиюшы жазықтықтарды қолданудың қажеттілігі болмайды, өйткені қиылысу сызығына тиесілі нүктелердің фронталь проекциялары сызбадан белгілі.

Қиылысу сызығының горизонталь проекцияларын мысалы эллипсті оның тірек нүктелері арқылы жүргізілген конус параллельдерінің көмегімен салынатын нүктелері арқылы анықтаймыз. Аралық 4 нүктесі эллипстің үлкен осі болып табылады, оның 4_1 проекциясының a_1b_1 кесіндісінің қақ ортасынан белгілейміз. Сосын 4_1 арқылы конустың $h \ni 4$ параллельін жүргізіп $4_1, 4_2^*$ горизонталь проекцияларын табамыз. Осы параллельдің бойынан параболаға тиесілі $5_1 \in h_1$ нүктесін белгілеп оның да горизонталь $5_1, 5_2^*$ проекцияларын анықтаймыз. Осылайша табылған нүктелер арқылы бастыра қиылысу сызығының проекцияларын жуан сызықпен кескіндейміз. Барлық салулар сызбадан түсінікті.

3-мысал. Φ тор бетінің Σ -сфера бетімен қиылысу $\tilde{m} = \Phi \cap \Sigma$ сызығын салу керек (7.33-сурет). Өзара қиылысушы Φ және Σ беттері қисық беттер (тор беті алгебралық төртінші ретті, ал сфера екінші ретті алгебралық беттерге жатады) болғандықтан, олардың қиылысу сызығы сегізінші ретті кеңістіктік қисық сызық болып келеді, яғни $\Phi^4 \times \Sigma^2 = \tilde{m}^8$.

Мұндай ізделінді $\tilde{m}$ қиылысу сызығын салу үшін оған тиесілі бірқатар нүктелерді (нүктелер жиынын) жеткілікті мөлшерде тауып салу керек. Бұл нүктелер, берілген жағдайда көмекші $\alpha^i \{ \alpha_1^{i*} \}$ горизонталь деңгейлік жазықтықтарын жүргізу арқылы салынады. Алдымен тірек нүктелерін саламыз. Берілген мысалда беттердің очерктері симметрия жазықтығында жатыр, демек олардың қиылысу 1 және 2 тірек нүктелері сызбада бірден анықталады: $1_1 \downarrow 1_2$; $2_1 \downarrow 2_2$.

Қиылысу сызығының көрінетіндігін шектейтін нүктелерді анықтау үшін сфера экваторы арқылы α_1^* -горизонталь деңгейлік қиюшы жазықтығын жүргіземіз. Бұл жазықтық тор бетін радиусы $R^{T'}$ -ға тең $\tilde{h}^T$ шеңбер, ал сфераны-экваторлық $h_2^\varnothing$ шеңбер бойынша қияды. Осыдан $3_2, 3_2^* = h_2^T \cap h_2^\varnothing$ нүктелері қиылысу сызығының $\tilde{m}_2$ горизонталь проекциясында көрінетіндігін шектейтін нүктелері болады. Аралық 4,5, т.с.с. нүктелерін көмекші $\alpha_1^{i*}, \alpha_1^{j*}, \dots$ жазықтықтарын жүргізу арқылы табамыз.



7.33-сурет. Тор және сфера беттерінің өзара қиылысуы

Нәтижесінде $\{1,2,3,...\}$ нүктелер жиынын бастыра ізделінді $\tilde{m}\{\tilde{m}_1, \tilde{m}_2\}$ сызығын саламыз.

7.6.2. Беттердің қиылысу сызықтарын концентрлік сфералар тәсілімен салу

Концентрлік (центрлері ортақ) сфералар тәсілі келесі жағдайдарла қолданылады:

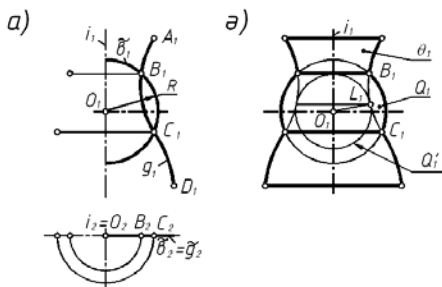
1. Айналу беттері қиылысады.
2. Беттердің айналу осьтері қиылысады.
3. Қиылысушы айналу осьтері деңгейлік жазықтықты, немесе проекциялаушы жазықтықты құрайды.

Концентрлік сфералар тәсілі **осьтес (осьтері ортақ) айналу беттерінің әрқашан параллельдері бойынша қиылысатын қасиетіне** негізделген. Бұл қасиетті мынадай мысалдан байқау қиын емес (7.34-сурет).

Айналу беттері берілген делік:

- $\theta\{q, i\}$, бұл жерде q – жасаушы, i – айналу осі, сызықтардың екеуі де фронталь деңгейлік жазықтығында орналасқан (7.34 а-сурет);
- $Q\{\tilde{b}, i\}$, бұл жерде $\tilde{b}$ – жасаушы, i – сол фронталь деңгейлік жазықтығында орналасқан бағанағы айналу осі (7.34 а-сурет).

Егер берілген жасаушылары $(B, C) = b \cap q$ нүктелерінде қиылысса, онда бұл нүктелер айналу барысында фронталь проекциялары айналу осіне перпендикуляр түзу сызықтар болатын параллельдерді суреттейді, және олар беттердің екеуіне де тиесілі болады, демек олардың қиылысу сызықтары болып табылады (7.34 ә-сурет).



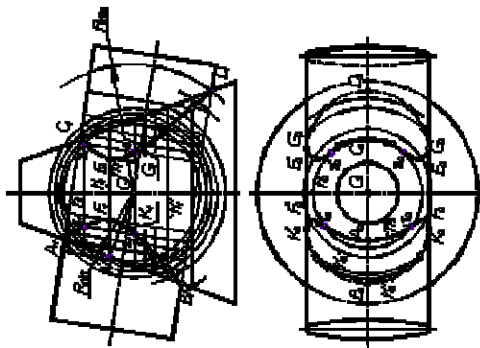
7.34-сурет. Осьтес айналу беттерінің қиылысуы:

а) $q\{q_1, q_2\}$, $b\{b_1, b_2\} // \pi_1$; ә) беттердің параллельдер бойынша қиылысуы

Егер $b\{b_1\}$ жасаушысы $i\{i_1\}$ айналу осіндегі центрі $O\{O_1\}$, радиусы R шеңбер доғасы болса, онда $Q\{Q_1\}$ беті $\theta\{\theta_1\}$ бетімен осьтес сфера болады. Сфера тамаша бет, өйткені оның $O\{O_1\}$ центрінен өтетін кез келген түзуді айналу осі етіп қабылдауға болады. Бір $O\{O_1\}$ центрден концентрлік деп аталатын көптеген сфераларды салуға болады. Сфераның R радиусы өзгере тұра оның θ бетімен қиылысатын параллельдері де өзгереді. $\theta\{\theta_1\}$ бетіне іштей сызылған $Q\{Q_1\}$ беті, беттер меридиандарының жанасу $L\{L_1\}$ нүктесі сызатын жанасу параллелін береді. $Q\{Q_1\}$ сферасы радиусынан кіші сфера онымен ортақ сызықтары болмайтын θ бетінің ішінде орналасады.

Концентрлік сфералар тәсілінің алгоритмін айналу тор цилиндр бетінің айналу конус бетімен $\tilde{m}\{\tilde{m}_1, \tilde{m}_2\}$ қиылысу сызығын салу мысалында қарастыралық (7.35-сурет).

Алдымен беттердің ортақ симметрия жазықтығында жатқан фронталь проекциясында очеркілерінің қиылысу нүктелері болып табылатын A_1, B_1, C_1, D_1 тірек нүктелерін белгілейміз. Олар сызбада бірден анықталады. A_2, B_2, C_2, D_2 проекциялары байланыс сызықтары арқылы салынады. Беттердің $i\{i_1, i_2\}$ және $q\{q_1, q_2\}$ айналу осьтерінің $O\{O_1, O_2\}$ қиылысу нүктесі көмекші қиюшы сфералар центрі болады. Осы центрден беттер біріне (берілген сызбада конустың очеркілік жасаушысына) іштей сызыла отырып екінші бетті (цилиндрді) қиятын сфера ең кіші ($R_{\min}$) сферасы болып табылады:



7.36-сурет. Айналу цилиндр және конус беттерінің қиылысуы

$R_{\min} = [O_1 M_1]$. Бұл сфера конус бетімен параллель бойынша жанасады да, цилиндрді m_1, m_1' параллельдері бойынша қияды. Олардың қиылысында қиылысу сызығының F_1 және E_1 нүктелері анықталады.

Радиусы R_1 сферасы беттердің екеуін де екі параллельдері бойынша қияды, олардың қиылысында қиылысу сызығына тиесілі $1_1, 2_1, 3_1, 4_1$ нүктелерін аламыз.

Осылайша сфераларды ұлғайта отырып қиылысу сызығының аралық нүктелерін анықтаймыз. Сфераның ең үлкен $R_{\max}$ радиусы O_1 нүктесінен ең алыстағы D_1 нүктесінде арақашықтығына тең: $R_{\max} = |O_1 D_1|$. 7.28-суретте көрсетілген мысалда кескінді қоқыстандырмау үшін параллельдерінің көбі салынбаған, ал инженерлік жұмыста қажет нүктелері кертүмен

шектеледі (7.41-сурет). Алынған нүктелерді бастыра ізделінді m, m' сызықтарының m_1, m'_1 фронталь проекцияларын саламыз.

Қиылысу сызығының горизонталь проекциясын салу алдымен оның көрінетіндігін анықтайтын тірек нүктелерін салудан бастаймыз. Ондай нүктелерге цилиндрдің горизонталь очеркісіндегі K_2, K_2^* және G_2, G_2^* нүктелері жатады. Қиылысу сызығының аралық нүктелерін салу үшін байланыс сызықтарын және беттердің біріндегі параллельдерін пайдаланамыз. Мысалы, конустың F_1 және E_1 нүктелері арқылы өтетін параллель арқылы F_2, F_2^* және E_2, E_2^* жұп нүктелерін анықтаймыз. Сонымен әрбір параллельдің А, В, С, D нүктелерінен басқа жұп нүктелері анықтап алып, оларды бастыра ізделінді m_1, m'_1 қиылысу сызығын саламыз.

7.6.3. Беттердің қиылысу сызықтарын эксцентрлік сфералар тәсілімен салу

Эксцентрлік (центрлері ортақ емес) сфералар тәсілі келесі жағдайларда қолданылады:

1. Қиылысатын беттер айналу беттері, бірақ олардың осьтері қиылыспайды, немесе беттердің біреуі айналу беті, ал екіншісі циклдік бет (жасаушылары шеңберлер) болып табылады;
2. Беттердің екеуінің де симметрия жазықтығы ортақ;
3. Беттердің симметрия жазықтығы проекциялар жазықтығының біріне параллель (деңгейлік жазықтық болады) орналасқан болады.

Эксцентрлік сфералар тәсілін вертикаль қиық конусымен тор беттің өзара қиылысу сызығын салу мысалында қарастыралық (7.37-сурет).

Алдымен қиылысу сызығының тірек нүктелері болып табылатын ең жоғарғы 1_1 және ең төменгі 2_1 нүктелерін π_1 -де конус және тор беттерінің очеркілерінің қиылысу нүктелері ретінде бірден анықтаймыз.

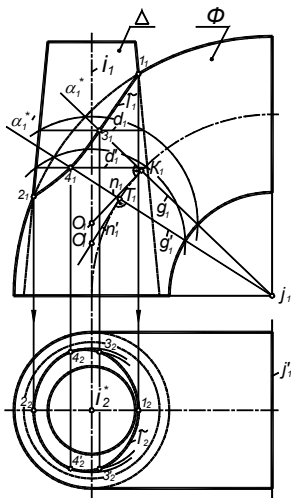
Қиылысу сызығының басқа аралық нүктелерін табу үшін беттердің екеуін де тор бетінің осі арқылы өтетін π_1 -ге перпендикуляр фронталь проекциялаушы жазықтықтармен қиямыз. 7.37-суретте сондай жазықтықтардың екеуі кескінделген:

α_1^* және $\alpha_1^{*/}$. α_1^* жазықтығы тор осін K_1 нүктесінде, ал торды – центрі осы нүктеде орналасатын шеңбер бойынша қияды. Егер K_1 нүктесінде шеңбер жазықтығына перпендикуляр тұрғызсақ, онда ол конус O_1 нүктесінде қияды.

$O_1 = n_1 \cap i_1$ – нүктесі радиусы $R = q/2$ -ге тең сфера центрінің проекциясы болып табылады.

Енгізілген сфера тор бетін $q\{q_1\}$ шеңбері бойынша, ал конусты $d\{d_1\}$ параллелі бойынша қияды. Олардың қиылысында $3=3^*$ жұп фронталь бәсекелес нүктелері (фронталь проекциясында тек 3_1 нүктесі белгіленген) анықталады. Ары қарай $\alpha\{\alpha_1^*, \alpha_1^{*1}, \dots, \alpha_1^{*i}\}$ жазықтықтарымен жаңа айналмалы қималары жасалынады. Нәтижесінде $i\{i_1\}$ қиылысу сызығы бастырылып жүргізілетін жеткілікті санды нүктелер салынады.

Қиылысу сызығының i_2 горизонталь проекциясын салу үшін конустың $d\{d_1, d_2\}, d'\{d'_1, d'_2\}, \dots$ параллельдерін пайдаланған қолайлы болады, өйткені олардың горизонталь проекциялары центрі i_1^* нүктесінде орналасатын $d\{d_2\}, d'\{d'_2\}, \dots$ шеңберлері болып кескінделеді. Экстремал (тірек) $1_{2,2_2}$ нүктелері байланыс сызықтары бойынша анықталады. Басқа салулар сызбадан түсінікті.

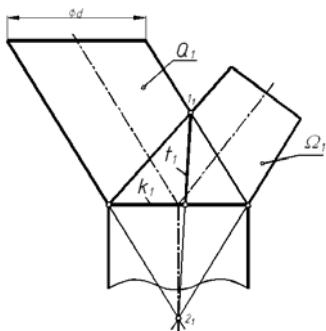


7.37-сурет. Тор және қиық конустың қиылысу сызығын эксцентрілік сфералар тәсілімен салу

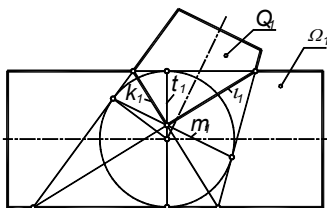
7.6.4. Екінші ретті беттер қиылысының дербес жағдайлары

Екінші ретгі беттердің өзара қиылысу сызығын салу барысында жоғарыда карастырылған тәсілдерді қолдануға болады. Бірақ дербес (жеке) жағдайларда егер белгілі теоремаларды қолданатын болсақ, бұл сызықтарды жылдам және дәлірек салуға болады. Келтірілетін теоремаларды біз дәлелдеусіз қабылдаймыз.

1-теорема. Егер екінші ретті екі Q және Ω беттерінің (7.38-сурет) бір ортақ екінші ретті ($\kappa = Q \cap \Omega$) қисығы болса, онда олар тағы бір екінші ретті ($n = Q \cap \Omega$) қисық бойынша қиылысады.



7.38-сурет. Беттердің қиылысу сызығын салудың дербес жағдайы



7.39-сурет. Екі беттің Монж теоремасы бойынша қиылысуы

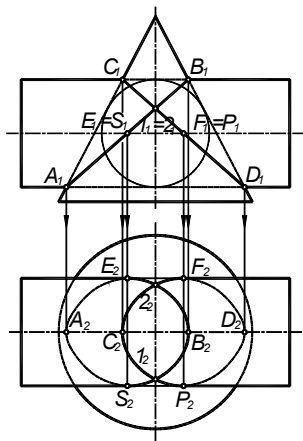
Беттердің ортақ симметрия жазықтығы деңгейлік жазықтық болып табылады, ал $\kappa\{\kappa_1\}$ шеңберінің жазықтығы проекциялаушы. Оны Q және Ω беттерінің бағыттаушысы етіп қабылдауға болады және ол бір мезгілде олардың екінші ретті қиылысу сызығы болып табылады. Екінші $f\{f_1\}$ қиылысу сызығының жазықтығы сондай-ақ проекциялаушы болады және оны салу үшін очерктерінің қиылысындағы 1_1 және 2_1 тірек нүктелерін түзу сызықпен қосса жеткілікті.

2-теорема (Г.Монж теоремасы). Егер екі екінші ретті беттер үшінші бір бетке сырттай немесе іштей сызылса, онда олар екі екінші ретті қисықтар бойынша қиылысады. Бұл қисықтардың жазықтықтары жанасу сызықтарының қиылысу нүктелерін қосатын түзу бойымен қиылысады (7.39-сурет).

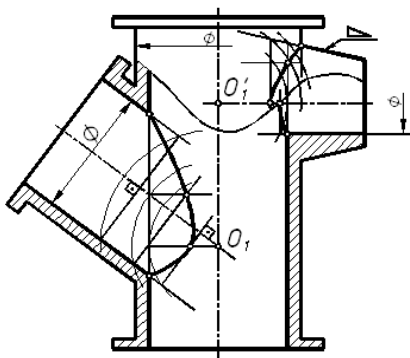
Q және Ω беттері сферамен жазықтықтары проекциялаушы $f\{f_1\}$ және $m\{m_1\}$ шеңберлер бойынша жанасады. Олардың қиылысу сызығы проекциялаушы түзу болады. Олай болса, $\kappa\{\kappa_1\}$ және $\iota\{\iota_1\}$ қиылысу сызықтарының жазықтықтары проекциялаушы болады. Сондықтан бұл сызықтарды салу үшін тірек нүктелері арқылы (очерктерінің қиылысу нүктелері) түзулер жүргізсек жеткілікті.

3-теорема. Егер екі екінші ретті беттердің (7.40-сурет) екі жанасу (1 және 2) нүктелері болса, онда олардың қиылысу сызығы осы нүктелерде қиылысатын екі екінші ретті қисықтарға ыдырайды.

Беттердің қиылысу сызығы олардың очерктерінің A,B және C,D қиылысу нүктелерімен және беттердің фронталь бәсекелес $1\uparrow 2$ жанасу нүктелерімен анықталады.



7.40-сурет. Қос жанасуы бар беттердің қиылысуы



7.41-сурет. Беттердің қиылысуын техникалық бұйымдарда кескіндеу

Практикада екінші ретті беттер түрлі бұйымдарда кеңінен қолданылады. Олардың өзара қиылысу сызығын салу барысында біз қарастырған тәсілдерді қолдануға болады (7.41-сурет).

Өзін-өзі тексеруге арналған сұрақтар, жаттығулар және тест тапсырмалары

1. Түзу сызықтың беттердің жазықтықпен қиылысу сызығын қандай алгоритм арқылы салуға болады?

2. Түзу сызықтық емес беттер мен жазықтықтың қиылысу сызығын қандай алгоритм арқылы салуға болады?

3. Қисық бетпен жазықтық қиылысқанда қандай сызық алынады?

4. Сфера мен жазықтықтың қиылысу сызығы қалай анықталады? Бұл сызықтың проекциялары қандай болуы мүмкін?

5. Жазықтық пен тік дөңгелек цилиндр қиылысқанда қандай сызықтар алуға болады?

6. Тік конус пен жазықтықтың қандай қиылысуы түзулер жұбын береді?

7. Беттердің өзара қиылысу сызығын салудың жалпы алгоритмін түсіндіріңіздер.

8. Беттердің қиылысу сызығын салу тәсілдерінің қандайларын білесіздер?

9. Беттердің өзара қиылысу сызығын көмекші қиюшы жазықтықтар тәсілімен қалай салады?

10. Екі сфера беттерінің қиылысында қандай сызық алынады және оны не үшін қолданады?

11. Беттердің өзара қиылысу сызығын концентрлік сфералар тәсілімен қалай салады, және ол қандай жағдайларда қолданады?

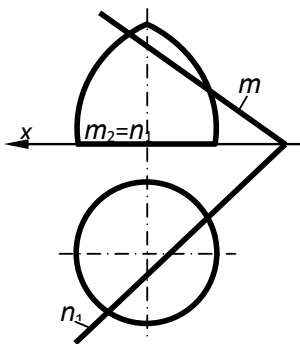
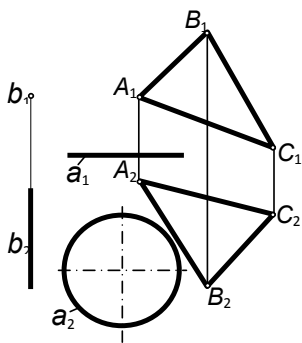
12. Беттердің өзара қиылысу сызығын эксцентрлік сфералар тәсілімен салудың мәнісі неде?

13. Екінші ретті екі беттің қиылысуы туралы Монж теоремасы нені айтады?

14. θ бетінің α жазықтығымен қиылысу сызығын салыңыздар.

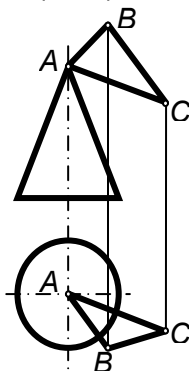
$\theta\{a, b, \alpha\}$ – коноид беті

θ – тор беті

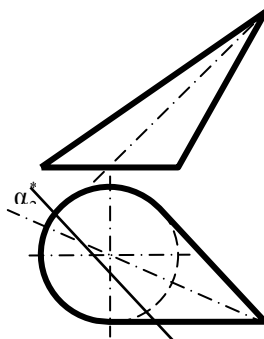


15. α жазықтығы мен конус бетінің қиылысу f сызығын салыңыздар.

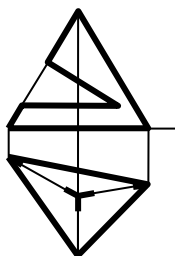
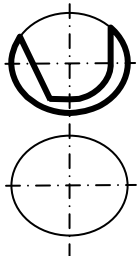
$\alpha \{ABC\}$



$\alpha \{ \alpha_2^* \}$



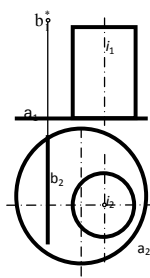
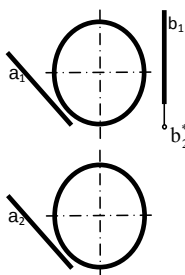
16. Ойығы бар геометриялық денелердің горизонталь проекциясын толық етіп салыңыздар.



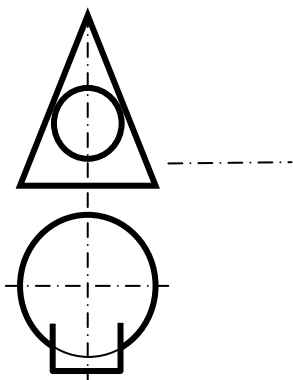
17. Сызбаларда θ және Φ беттерінің өзара қиылысу сызығын салыңыздар.

а) $\theta \{a, b, \pi_2\}$ – гиперболалық параболоид Φ – сфера

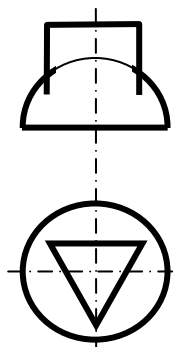
ә) $\theta \{a, b, \pi_1\}$ – коноид Φ – цилиндр



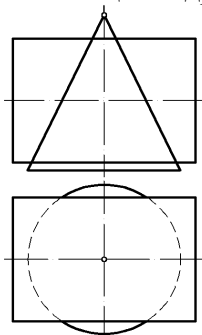
б) θ – тік конус
 Φ – цилиндр



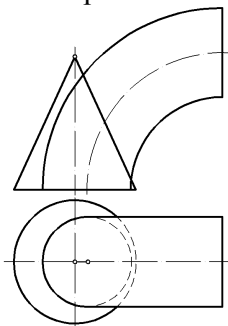
в) θ – призма
 Φ – сфера



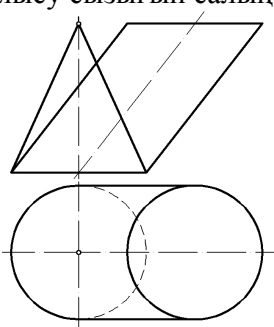
г) θ – конус
 Φ – цилиндр



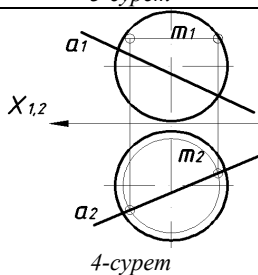
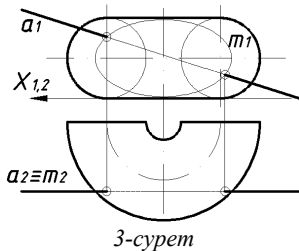
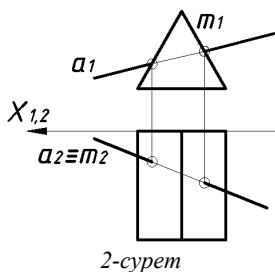
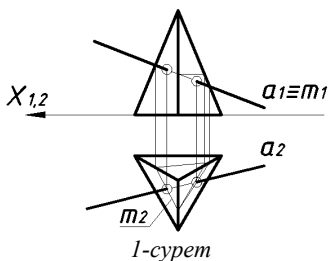
д) θ – конус
 Φ – тор



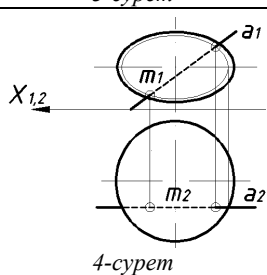
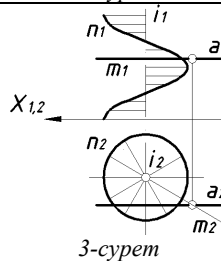
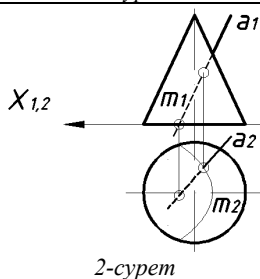
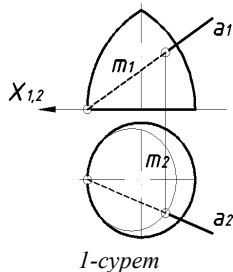
18. Табандары ортақ конус және цилиндр беттерінің өзара қиылысу сызығын салыңыздар.

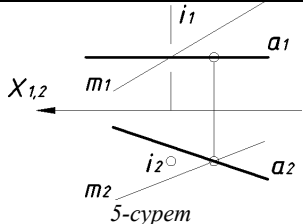
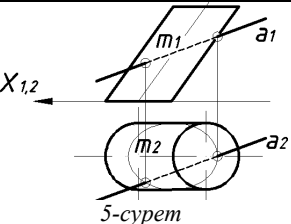


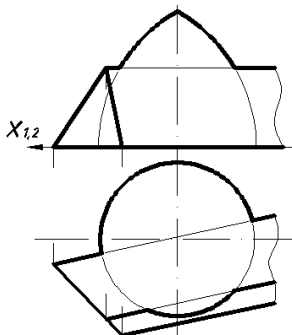
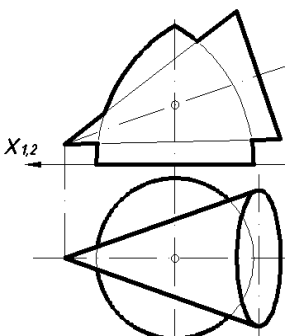
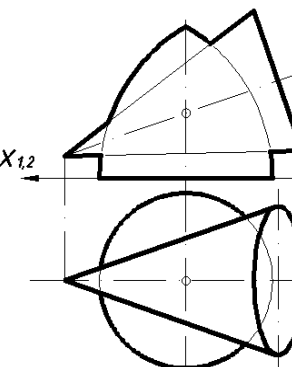
19. Қайсы суретте фронталь бәсекелес m сызығының көмегімен α түзуінің бетпен қиылысу нүктелері табылған?

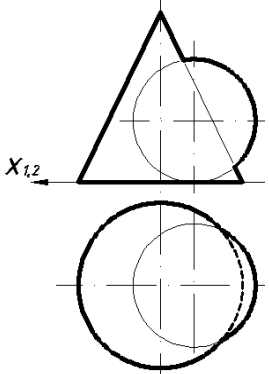
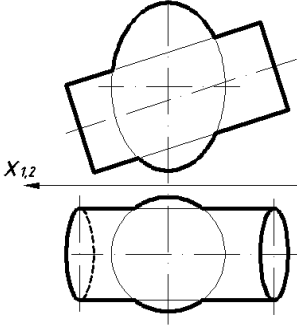


20. Қайсы суретте горизонталь бәсекелес m сызығының көмегімен α түзуінің бетпен қиылысу нүктелері табылған?



	
Дұрыс жауабы: _____ - сур.	Дұрыс жауабы: _____ - сур.

21. Берілген беттердің өзара қиылысу сызығын салу үшін төменде келтірілген тәсілдердің қайсысын қолданар едіңіз?	22. Берілген беттердің өзара қиылысу сызығын салу үшін төменде келтірілген тәсілдердің қайсысын қолданар едіңіз?
1. Қиюшы жазықтықтар тәсілі 2. Айналғыш жазықтық тәсілі 3. Концентрлік сфералар тәсілі 4. Эксцентрлік сфералар тәсілі 5. Циндрлік беттер тәсілі	 3-сурет
 1-сурет	 4-сурет

 2-сурет	 5-сурет
Дұрыс жауабы: _____ - сур.	Дұрыс жауабы: _____ - сур.

8. МЕТРИКАЛЫҚ ЕСЕПТЕРДІ ШЕШУ АЛГОРИТМДЕР

Инженерлік практикада техникалық пішіндерді жобалау және есептеу, сондай-ақ оларды дайындау (қайта өңдеу) кезеңдерінде көптеген метрикалық есептер кездеседі. Олар – беттердің жазбаларын салу, беттердің метрикалық қасиеттері берілген сызықтарын және қырқымдарын (отсектерін) салу, т.с.с. есептері.

Есептер метрикалық деп аталады, егер берілген фигураның метрикалық қасиеттерін (ұзындық, аудан, т.с.с.) немесе оның проекциялар жазықтықтарына қатысты орналасу шарттастығынан алынатын метрикалық қасиеттерін немесе ақырында екі немесе одан да көп фигуралардың өзара орналасуын (түзулер мен жазықтықтар арасындағы бұрыш, фигуралар арасындағы арақашықтық, т.с.с.) анықтау керек болса.

Метрикалық есептерді шешу барысында мынадай сызбаны ұстам ету қажет:

- есептің шартын мұқият оқып оның бастапқы берілуін кеңістікте елестете отырып *талдау* жасау керек;
- есепті *кеңістікте шешу алгоритмін (КША)* түзу керек;
- есепті сызбада, яғни *графикалық шешу алгоритмін (ГША)* белгілеп алу керек.

Метрикалық есептің қандайы болса да, оны шешу барысында графикалық салулардың өте қарапайым болуын көздеу керек.

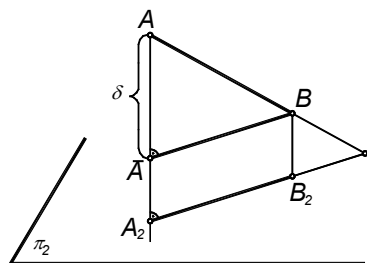
Барлық метрикалық есептерді шешу алгоритмдері екі қарапайым (базалық) есептерді шешуге келтіріледі:

- 1) Өзінің проекцияларымен берілген кесіндінің нақты шамасын анықтау (екі нүкте арақашықтығын анықтау);
- 2) Берілген жазықтыққа перпендикуляр түзудің проекциясын салу немесе жалпыландырғанда екі түзу арасындағы бұрышты анықтау.

Сондықтан метрикалық есептерді шешу алгоритмдерін сипаттауды осы есептерді қарастырудан басталық.

8.1. КЕСІНДІНІҢ НАҚТЫ ШАМАСЫН АНЫҚТАУ

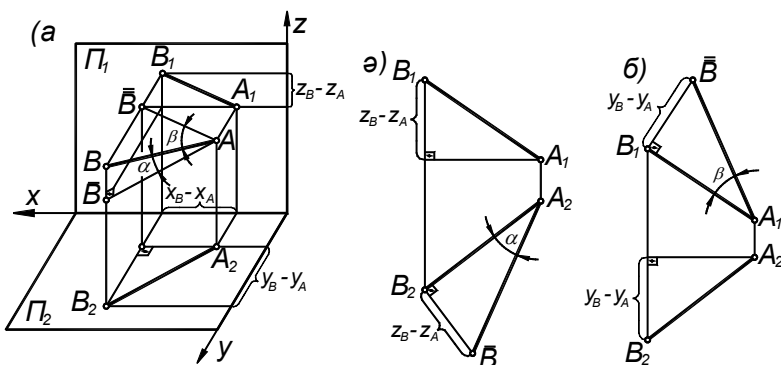
Біркатар метрикалық есептерді шешу барысында кері есепті, яғни кесіндінің берілген проекциялары бойынша оның нақты шамасын таба білуіміз керек.



8.1-сурет Тік бұрышты
үшбұрыш тәсілі

негізделеді (8.1-сурет). Оның мағынасы мынада: $[AB]$ кесіндісінің нақты шамасы ABA тік бұрышты үшбұрыштың гипотенузасына тең болады; оның бір катеті π_2 -дегі $[A_2B_2]=[AB]$ проекциясына тең, ал екінші катеті – кесінді ұштарының осы жазықтыққа дейінгі арақашықтықтарының $\delta=[AA_2] - [BB_2]$ айырмасына тең болады.

Енді осы ережені екі көріністі Монж сызбасына қолдануды нақтылайық және мысал қарастыралық (8.2-сурет).



8.2-сурет. $[AB]$ кесіндісінің нақты шамасын анықтау:
а) кеңістікте; ә) π_2 -де; б) π_1 -де

1) π_2 -де $[AB]$ кесіндісінің нақты шамасы $\triangle A_2B_2\bar{B}$ тікбұрышты үшбұрыштың $A_2\bar{B}$ гипотенузасына тең (8.2 ә-сурет).

Ондағы бір катеті $[A_2B_2]$ проекциясына, ал екінші катеті $[B_2\bar{B}] = |Z_B - Z_A|$ кесінді ұштарының айырмасына тең.

2) π_1 -де $[AB]$ кесіндісінің нақты шамасы $\Delta A_1B_1\bar{B}$ тік бұрышты үшбұрыштың $A_1\bar{B}$ гипотенузасына тең (8.2 б-сурет). Оның $[A_1B_1]$ кесіндісі бір катеті, ал екінші катеті $[A_2B_2]$ кесінді ұштары координаталарының $|Y_B - Y_A|$ айырмасы болып табылады.

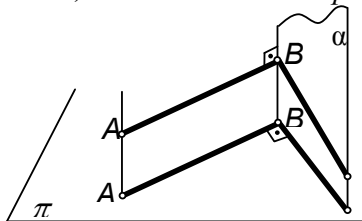
Жол-жөнекей бұл есепті шешу барысында берілген түзудің проекциялар жазықтығына көлбеу бұрыштары анықталады:

$\angle \alpha = (AB)^\wedge \pi_2$ – АВ түзуінің π_2 горизонталь проекциялар жазықтығына көлбеу бұрышы;

$\angle \beta = (AB)^\wedge \pi_1$ – АВ түзуінің π_1 фронталь проекциялар жазықтығына көлбеу бұрышы.

8.2. ТҮЗУЛЕР МЕН ЖАЗЫҚТЫҚТАРДЫҢ ПЕРПЕНДИКУЛЯРЛЫҒЫ

Метрикалық есептерді шешу үшін бұрыш шамасы және оның проекциясының өзара байланысын білу маңызды рөл атқарады. Проекциялар жазықтығына параллель болатын жазық бұрыш осы жазықтыққа бұрмаланусыз (нақты шамасына) проекцияланатыны бізге мәлім. Тікбұрыштың проекциясы жайында келесі теорема дәл сипаттама береді: $\angle ABC$ тік бұрышының $\angle A_2B_2C_2$ тікбұрышты проекциясы сондай-ақ тік бұрыш болады, егерде оның бір қабырғасы проекциялар жазықтығына параллель, болса, ал екіншісі оған перпендикуляр болмаса.



8.3-сурет. Тік бұрыштың проекциясы

8.3-суретті қарастыралық. ABC тікбұрышының AB қабырғасы π_2 проекциялар жазықтығына параллель, ал BC қабырғасы π_2 -ге перпендикуляр емес.

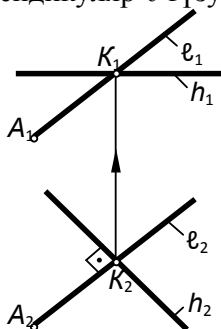
Онда $A_2B_2 // AB$; AB түзуі $\alpha\{BC \cap BB_2\}$ жазықтығына перпендикуляр, өйткені $AB \perp BC$ (шарты бойынша ABC бұрышы тік), $AB \perp BB_2$ ($s=BB_2$ проекциялау бағыты π_2 -ге перпендикуляр, ал $AB // \pi_2$). Осыдан AB қабырғасының проекциясы α жазықтығына перпендикуляр болатыны келіп шығады. Сондықтан A_2B_2 проекциясы α жазықтығындағы түзулердің кез келгеніне және жекелегенде, берілген тікбұрышының BC қабырғасының B_2C_2 проекциясына перпендикуляр, яғни $A_2B_2 \perp B_2C_2$. Теорема дәлелденді.

Енді осы теореманы екі көріністі Монж сызбасына қолданатын болсақ, онда ол былай тұжырымдалады:

1) тікбұрыш π_2 горизонталь проекциялар жазықтығына нақты шамасына проекцияланады, егер оның бір қабырғасы горизонталь болса, ал екінші қабырғасы π_2 -ге перпендикуляр бомаса;

2) тікбұрыш π_1 фронталь проекциялар жазықтығына нақты шамасына проекцияланады, егер оның бір қабырғасы фронталь болса, ал екінші қабырғасы π_1 -ге перпендикуляр болмаса.

1-мысал. Берілген A нүктесі арқылы h -горизонталіне перпендикуляр ℓ түзуін салу керек (8.4-сурет).

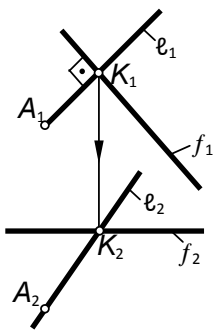


8.4-сурет. Түзу мен горизонтальдың перпендикулярлығы

ℓ және h түзулері құрайтын тікбұрыш π_2 -ге нақты шамасына проекцияланатындықтан, ℓ түзуінің ізделінді проекциясын салуды, оның горизонталь проекциясынан бастаймыз. Бұл есептің графикалық шешу алгоритмі былай болады:

- ГША:
1. $\ell_2 \ni A_2 \wedge \ell_2 \perp h_2$
 2. $K_2 = \ell_2 \cap h_2$
 3. $K_2 \uparrow K_1 \wedge K_1 \in h_1$
 4. $(A_1 K_1) = \ell_1$

2-мысал. Берілген A нүктесі арқылы f фронталіне перпендикуляр ℓ түзуін салу керек (8.5-сурет).



8.5-сурет. Түзу мен фронтальдың перпендикулярлығы

ℓ және f түзулері құрайтын тік бұрыш π_1 -ге нақты шамасына проекцияланатындықтан, ℓ түзуінің ізделінді проекциясын салуды, оның фронталь проекциясынан бастаймыз.

- ГША:
1. $\ell_1 \ni A_1 \wedge \ell_1 \perp f_1$
 2. $K_1 = \ell_1 \cap f_1$
 3. $K_1 \downarrow K_2 \wedge K_2 \in f_2$
 4. $(K_2 A_2) = \ell_2$

8.2.1. Түзу мен жазықтықтың перпендикулярлығы

Түзу жазықтыққа перпендикуляр, егер ол осы жазықтықта жататын өзара қиылысқан екі түзуге перпендикуляр болса.

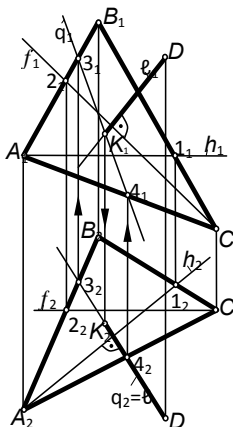
Бұл шартты сызбада тікелей іске асыруға болмайды, өйткені ізделінді перпендикуляр мен берілген жазықтықтың кез келген түзулері құрайтын тік бұрыштар π_1 және π_2 -ге нақты шамаларына проекцияланбайды. Мұндай бұрыштардың арасында π_1 және π_2 -ге нақты шамасына проекцияланатын екі бұрыш бар, олар:

- 1) Изделінді түзу және берілген жазықтықтың горизонталі құрайтын бұрыш, π_2 -ге нақты шамасына проекцияланады;
- 2) Изделінді түзу және берілген жазықтықтың фронталі құрайтын бұрыш, π_1 -ге нақты шамасына проекцияланады;

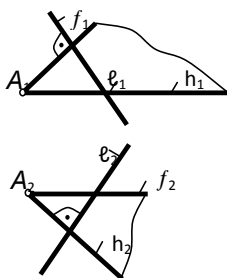
Сондықтан берілген есепті шешу үшін жазықтықтың екі қиылысқан түзулері ретінде h горизонталі және f фронталі алынады.

Осыдан сызбада түзу мен жазықтықтың перпендикулярлық шарты былай тұжырымдалады:

түзу жазықтыққа перпендикуляр, егер оның горизонталь проекциясы осы жазықтықтың горизонталінің горизонталь проекциясына перпендикуляр, ал фронталь проекциясы – фронталінің фронталь проекциясына перпендикуляр болса.



8.6-сурет. Нүкте арқылы жазықтыққа перпендикуляр түзу жүргізу



8.7-сурет. Нүкте арқылы түзуге перпендикуляр жазықтық жүргізу.

1-мысал. Берілген $\alpha\{ABC\}$ жазықтығына $D\{D_1, D_2\}$ нүктесінен ℓ перпендикулярын түсіріп, оның K табанын табу керек (8.6-сурет).

Талдау: $\ell \perp \alpha \Rightarrow \ell_1 \perp f_1 \wedge \ell_2 \perp h_2$
бұл жерде $h, f \subset \alpha$

ГША: 1. $f_2 // x_{12} \rightarrow f_1$

2. $\ell_1 \ni D \wedge \ell_1 \perp f_1$

3. $h_1 // x_{12} \rightarrow h_2$

4. $\ell_2 \ni D \wedge \ell_2 \perp h_2$

5. $K = \ell_1 \cap \ell_2$ (бұл жерде негізгі позициялық есеп шешіледі).

2-мысал. A нүктесі арқылы ℓ түзуіне перпендикуляр α жазықтығын жүргізу керек (8.7-сурет).

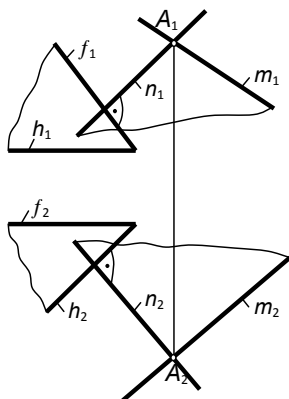
Бұл есеп алдыңғы есепке кері есеп екендігі көрініп тұр, сондықтан ізделінді α жазықтығы өзара қиылысушы фронталь - $f\{f_1 f_2\}$ және горизонталь - $h\{h_1 h_2\}$ түзулері арқылы анықталады, яғни $f_1 \perp \ell_1$;

$h_2 \perp \ell_2$. Нәтижесінде: $\ell \perp \alpha\{f \cap h\}$

8.2.2. Өзара перпендикуляр жазықтықтар

Екі жазықтықтың біреуі екіншісіне перпендикуляр түзу арқылы өтсе, онда бұл екі жазықтық өзара перпендикуляр болады.

Өзара перпендикуляр жазықтықтарды салу үшін ізделінді жазықтық қандай да бір бастапқы шарттарымен, мысалы берілген екі нүкте арқылы өтетін; берілген түзуге параллель және берілген нүкте арқылы өтетін, т.с.с шарттарының бірімен берілетінін талап ету керек.



8.8-сурет. Түзу арқылы берілген жазықтыққа перпендикуляр жазықтық жүргізу.

Мысал. m түзуі арқылы $\alpha\{h \cap f\}$ жазықтығына перпендикуляр β жазықтығын жүргізу керек (8.8-сурет).

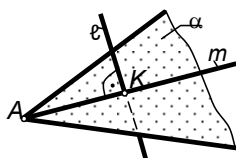
Анықтамаға сәйкес ізделінді β жазықтығында $\alpha\{h \cap f\}$ жазықтығына перпендикуляр орналасқан кем дегенде бір түзу болуы шарт. Сондықтан, β жазықтығын A нүктесі арқылы $\alpha\{f \cap h\}$ жазықтығына перпендикуляр n түзуін жүргізіп анықтаймыз.

Нәтижесінде $\beta\{m \cap n\} \perp \alpha\{f \cap h\}$ болады, өйткені $n \in \beta \wedge n \perp \alpha\{f \cap h\}$

8.2.3. Жалпы жағдайда орналасқан екі түзудің перпендикулярлығы

Егер бір түзу арқылы екіншісіне перпендикуляр жазықтық жүргізуге болатын болса, онда бұл екі түзу өзара перпендикуляр болады (8.9 а-сурет).

а)

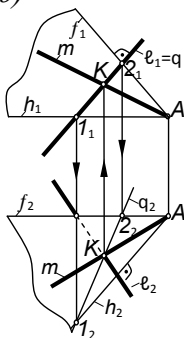


Нүкте арқылы берілген түзуге перпендикуляр сансыз көп түзулер жүргізуге болады, бірақ олардың біреуі ғана берілген түзумен қиылысады.

A нүктесі арқылы ℓ түзуіне перпендикуляр m түзуін жүргізу келесі алгоритм бойынша шешіледі:

1. A нүктесі арқылы ℓ түзуіне перпендикуляр $\alpha \perp \ell$ жазықтығы жүргізіледі;
2. ℓ түзуімен α жазықтығының қиылысу K – нүктесі анықталады;
3. A және K нүктелері ізделінді m түзуін анықтайды:

а)



8.9-сурет. Нүктеден берілген түзуге перпендикуляр түсіру

Мысал. А нүктесінен ℓ түзуіне перпендикуляр m түзуін түсіріп оның К табанын табу керек (8.9 ә-сурет).

Бұл есепті шешу үшін жоғарыдағы келтірілген алгоритмді қолданамыз.

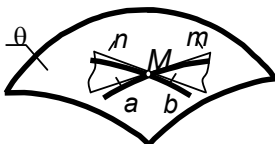
КША: 1. $\alpha \{f \cap h\} \ni A, \alpha \perp \ell$;

2. $K = \ell \cap \alpha$;

3. $m = A \cup K$.

8.2.4. Беттерге жанама жазықтықтар жүргізу

Егер қандай да бір θ бетінің M нүктесі арқылы кез келген a және b сызықтарын жүргізіп, одан кейін бұл сызықтарға M нүктесінен m және n ($m \cup, n \cup b$) жанама түзулерін жүргізетін болсақ, онда осы түзулерден құралған α жазықтығы бетке жанама жазықтық болады (8.10-сурет).



8.10-сурет. Бетке жанама жазықтық жүргізу

КША:

1. $M \in \theta$

2. $M = a \cap b; a \in \theta, b \subset \theta$

3. $m \ni M; m \cup a$

$n \ni M; n \cup \overline{b}$

Беттің бойынан a және b қисық сызықтары ретінде графикалық қарапайым түзу мен шеңберді таңдаған тиімді.

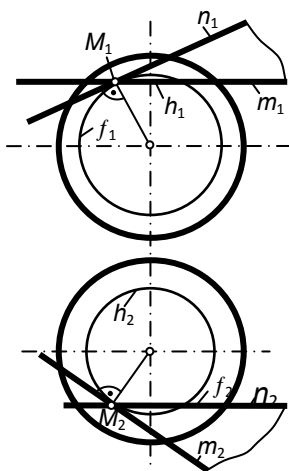
1-мысал. θ – сферасына оған тиесілі M нүктесі арқылы α жанама жазықтығын жүргізу керек (8.11-сурет).

Сфераның бойынан M нүктесі арқылы өтетін екі сызық ретінде f және h параллельдерін аламыз. Изделінді α жазықтығын екі қиылысушы m және n түзулері арқылы береміз, бұл жерде $m \cup f = M$, ал $n \cup h = M$.

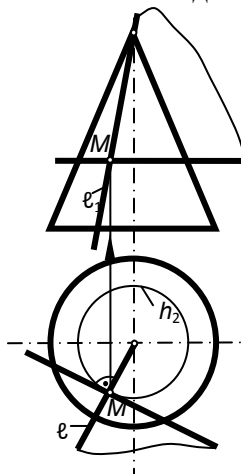
2-мысал. θ – конус бетіне оған тиесілі M нүктесі арқылы α жанама жазықтығын салу керек (8.12-сурет).

Конус сызықтық беттерге жататыны белгілі. Олай болса, сызықтық беттерге (цилиндрлік, конустық және т.б.) жанама жазықтықтар түзу сызық бойымен жанасады, өйткені олардың жасаушылары түзу сызықтар.

Бұл есеп те алдыңғы есеп сияқты шешіледі, тек f шеңберінің орнына ℓ жасаушысын аламыз. Ізделінді α жазықтығы екі қиылысушы ℓ және n түзулерімен анықталынатын болады, бұл жерде ℓ түзуі M нүктесі арқылы өтетін конустың жасаушысы, ал n түзуі h параллелімен M нүктесінде жанасады. Нәтижесінде $\alpha\{\ell \cap n\}$ жазықтығы берілген конус бетіне жанама болады.



8.11-сурет. Сфераға жанама жазықтық жүргізу



8.12-сурет. Конусқа жанама жазықтық жүргізу

8.2.5. Жазықтықтың ең үлкен көлбеу сызығы

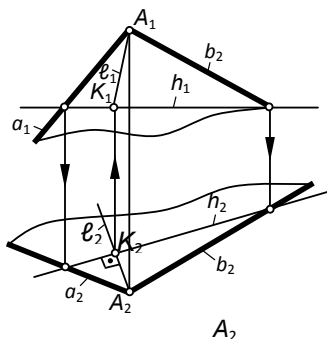
Жазықтықтың ең үлкен көлбеу сызығын салу алгоритмі келесі теоремаға негізделеді:

Теорема. Жазықтықта жататын және оның деңгейлік сызықтарына перпендикуляр түзулер сәйкес проекциялар жазықтықтарына ең үлкен көлбеу сызықтар болып табылады. Бұл теорема бойынша жазықтықтың π_1 жазықтығына ең үлкен көлбеу сызығы оның фронталіне перпендикуляр, π_2 -ге ең үлкен көлбеу сызық – горизонталіне перпендикуляр және ақырында, π_3 -

ке ең үлкен көлбеу сызық – деңгейлік профиль түзуіне перпендикуляр болады.

Горизонталь проекциялар жазықтығына ең үлкен көлбеу сызық *құлама сызық* немесе *ең жылдам түсу сызығы* деп аталады. Бұл атаулар олардың физикалық мағынасын айрықшалайды: мысалы шариктің бет үстінде өз салмағының әсерімен домалаған траекториясы оның құлама сызығы болып табылады.

Мысал. $\alpha \{a \cap b\}$ жазықтығының ең үлкен ℓ құлама сызығын салу керек (8.13-сурет).



8.13-сурет. Жазықтықтың ең үлкен көлбеу сызығын салу

Анықтамаға сәйкес ізделінді ℓ сызығы берілген α жазықтығының h горизонталіне перпендикуляр болуы шарт.

КША: 1. $h \supset \alpha$; $h \parallel \pi_2$

2. $\ell \in \alpha$; $\ell \perp h$.

Ең үлкен құлама сызығы α жазықтығының π_2 жазықтығына көлбеулік бұрышын анықтауға мүмкіндік береді.

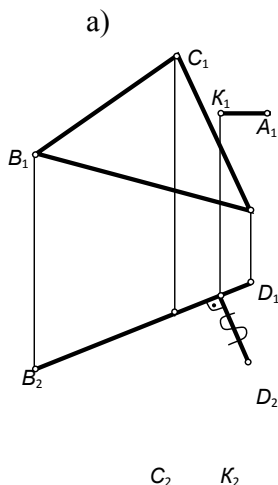
8.3. ФИГУРАЛАРДЫҢ ӨЗАРА ОРНАЛАСУЫ

Бұл бөлімде геометриялық фигуралардың өзара орналасуын (арақашықтық, бұрыш) анықтайтын есептер қарастырылады.

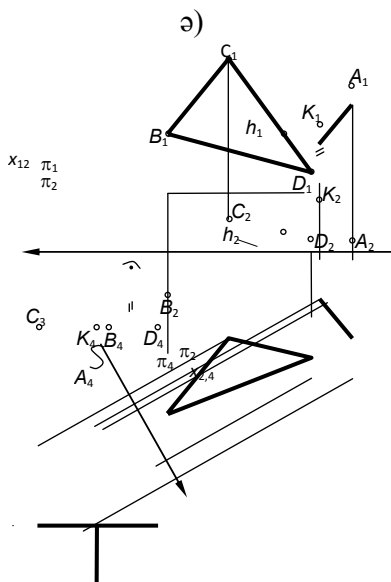
Екі нүктенің, нүктемен түзудің, нүкте мен жазықтықтың, екі параллель түзулердің, параллель түзу мен жазықтықтың, екі параллель жазықтықтардың арақашықтықтарын анықтау есептері мынадай есептерді шешуге келтіріледі:

- берілген екі нүкте құрайтын кесіндінің нақты шамасын анықтауға;
- нүктеден берілген түзуге немесе жазықтыққа түсірілген нүкте мен перпендикулярдың табанымен;
- берілген параллель түзулерге және жазықтықтарға жүргізілген ортақ перпендикулярдың табандарымен.

1-есеп. А нүктесінен $\alpha\{BCD\}$ жазықтығына дейінгі арақашықтықты анықтау керек (8.14-сурет).



8.14-сурет. Нүкте мен түзудің арақашықтығы



8.15-сурет. Нүктеден жазықтыққа дейінгі арақашықтық

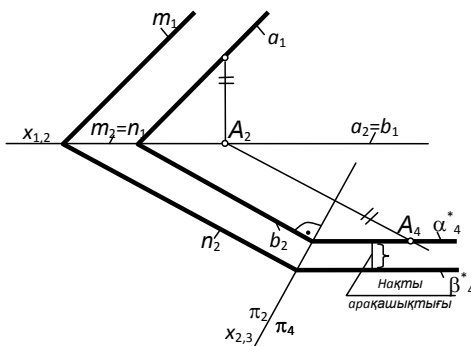
А нүктесінен $\alpha\{ABC\}$ жазықтығына дейінгі арақашықтық, нүктеден жазықтыққа түсірілген АК перпендикулярының шамасымен өлшенеді.

$\alpha\{BCD\}$ жазықтығы проекциялаушы болған жағдайда, ізделінді арақашықтық A_2K_2 кесіндісімен өлшенеді, өйткені $\alpha \perp \pi_2$ (8.14 а-сурет). Егер α жазықтығы жалпы жағдайда орналасқан болса, онда есепті проекция жазықтықтарын алмастыру әдісімен шешеміз (8.14 ә-сурет):

КША:

1. $\frac{\pi_1}{\pi_2} \rightarrow \frac{\pi_2}{\pi_4}; \pi_4 \perp \pi_2$
2. $[A_4K_4] \perp \alpha_4^*$
3. $|A\alpha| = |A_4K_4|$

2-есеп. Екі өзара параллель $\alpha\{m \cap n\}$ және $\beta\{a \cap b\}$ жазықтықтарының арақашықтығын табу керек (8.15-сурет).



8.15-сурет. Параллель жазықтардың арақашықтығы

Параллель орналасқан жазықтықтардың арақашықтығын анықтауға арналған есепті де проекциялар жазықтықтарын алмастыру тәсілімен шешіледі.

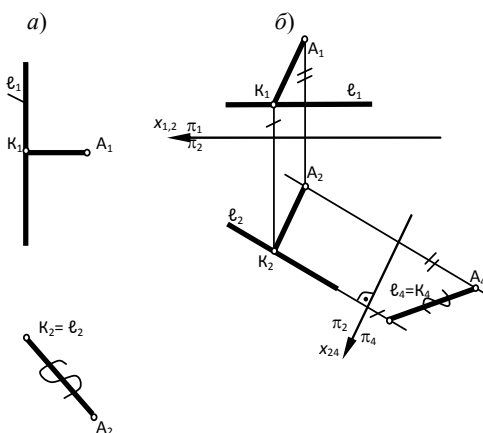
КША:

$$1. \frac{\pi_1}{\pi_2} \rightarrow \frac{\pi_2}{\pi_4}; \pi_4 \perp \pi_2, \pi_4 \perp \alpha\{m \cap n\}, \beta\{a \cap b\}$$

$$x_{24} \perp n_2, b_2$$

$$2. |A\alpha| = |\alpha^* \beta_4^*|$$

3-есеп. А нүктесінен ℓ түзуіне дейінгі арақашықтықты анықтау керек (8.16-сурет).



8.16-сурет. Нүктеден түзуге дейінгі арақашықтықты анықтау

Егер ℓ түзуі проекциялаушы болса, мысалы $\ell \perp \pi_2$ (8.16 а-сурет), онда ізделінді арақашықтық A_2K_2 кесіндісімен анықталады $|A\ell| = |A_2K_2|$;

Егер ℓ деңгейлік түзуі болса, мысалы $\ell \parallel \pi_2$ (8.16 ә-сурет), онда есеп жазықтықтарды алмастыру әдісімен шешіледі. Проекциялар жазықтықтарының жаңа жүйесінде ℓ түзуі проекциялаушы жағдайға келтірілген

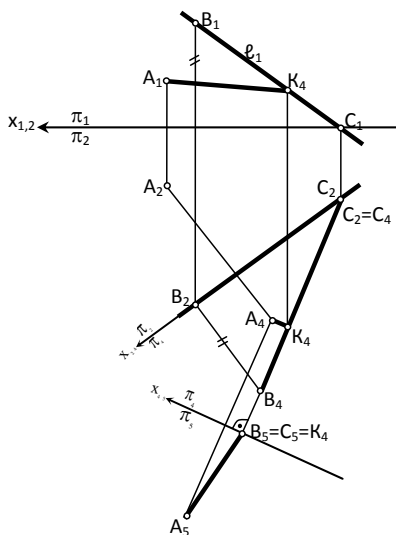
КША:

$$1. \frac{\pi_1}{\pi_2} \rightarrow \frac{\pi_2}{\pi_4};$$

$$2. |A_4K_4| = |A\ell|$$

Егер ℓ түзуі жалпы жағдайда орналасқан болса, онда проекциялар жазықтықтарын екі рет алмастыруымыз керек (4.25-сурет). Бірінші алмастыруда ℓ түзуі деңгейлік, ал екінші алмастыруда проекциялаушы түзуге айналады.

4-есеп. А нүктесінен жалпы жағдай ℓ түзуіне дейінгі арақашықтықты анықтау керек (8.17-сурет).



КША:

$$1. \frac{\pi_1}{\pi_2} \rightarrow \frac{\pi_2}{\pi_4};$$

$$\pi_4 \perp \pi_2$$

$$\pi_4 \perp \ell$$

$$x_{24} \parallel \ell_2$$

$$2. \frac{\pi_2}{\pi_4} \rightarrow \frac{\pi_4}{\pi_5};$$

$$x_{45} \parallel \ell_4$$

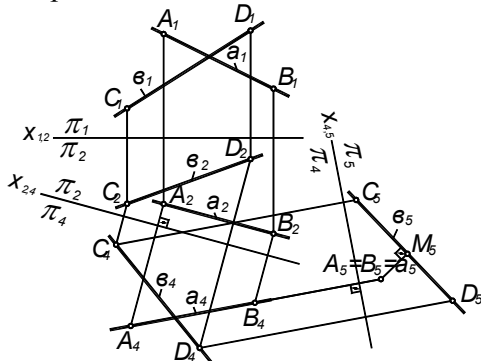
$$3. |A_5K_5| = |A\ell|.$$

8.17-сурет. Нүктеден жалпы жағдай түзуге дейінгі арақашықтық

Екі айқас түзулердің арақашықтығын анықтау, олардың ортақ перпендикуляры табандарының арақашықтығын анықтауға келтіріледі. Сонда *айқас түзулердің арақашықтығы деп олардың ортақ перпендикулярларының ұзындығын* айтады. Айқас түзулердің арақашықтығын проекциялар жазықтықтарын алмастыру тәсілімен анықтауды қарастыралық.

5-есеп. [AB] және [CD] кесінділерімен берілген а және в айқас түзулерінің арақашықтығын анықтау керек (8.18-сурет).

Есепті проекциялар жазықтырын алмастыру тәсілімен шешу алгоритмі мынадай:



8.18-сурет. Екі айқас түзулердің арақашықтығын анықтау

1. Айқас түзулердің бірін, мысалы а түзуін, π_4 жазықтығына параллель етіп орналастырамыз; ол үшін $x_{12} \frac{\pi_1}{\pi_2}$ проекциялар жазықтықтары жүйесінен жаңа $x_{24} \frac{\pi_2}{\pi_4}$ жүйесіне ауысамыз: $x_{24} // a_2$. Жаңа жүйеде $a_4[A_4B_4]$ және $b_4[C_4D_4]$ проекцияларын анықтаймыз.

2. π_4 жазықтығын π_5 жазықтығымен алмастыру жолымен а түзуін π_5 жазықтығына перпендикуляр a_5 жағдайына келтіреміз. Мұндайда $x_{45} \perp a_4$

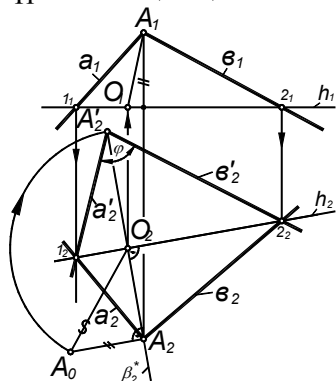
3. Жаңа $\pi_{45} \frac{\pi_4}{\pi_5}$ жүйесінде $b_5[C_5D_5]$ түзуін саламыз.

4. A_5 нүктесінен C_5D_5 түзуіне дейінгі $|A_5M_5|$ қашықтығы ізделінді арақашықтық болып табылады: $|ab| = |A_5M_5|$.

Екі қиылысушы немесе айқас түзулердің түзу және жазықтықтың, екі жазықтықтың арасындағы бұрыштарын

анықтау сәйкесінше берілген қиылысушы түзулерден немесе берілген айқас түзулерге параллель қиылысушы түзулерден, түзу және оның берілген жазықтықтағы тікбұрышты проекциясынан берілген жазықтықтардың оларға перпендикуляр жазықтықтармен қиылысқан түзулерден құралған жазық бұрыштың нақты шамасын салуға келтіріледі.

6-есеп. а және b қиылысушы түзулерінің арасындағы φ бұрышының нақты шамасын анықтау керек (8.19-сурет).



8.17-сурет. Қиылысушы түзудің арасындағы бұрышты анықтау

Есепті $a \cap b$ түзулерінен құралған $\alpha \{a \cap b\}$ жазықтығын деңгейлік сызығынан, мысалы $h \subset \alpha$ горизонталінен, айналдыру тәсілімен шешеміз.

1. $\alpha \{a \cap b\}$ жазықтығында h горизонталін жүргіземіз: $h // x_{12} \Rightarrow h \perp x_{12} \Rightarrow h_1 \downarrow h_2$

2. $A \cup h \Rightarrow A_2 A'_2 \perp h_2$ Бұл жерде $|A'_2 O_2|$ кесіндісі $A_2 O_2$ проекциясының нақты шамасына тең, ол тік бұрышты үшбұрыш тәсілімен анықталған.

3. A'_2 нүктесіндегі $a'_2 \cap b'_2$ қиылысушы түзулерден құралған φ бұрышы ізделінді болып табылады.

7-есеп. ℓ түзуі мен $\beta \{f \cap h\}$ жазықтығының арасындағы φ бұрышының нақты шамасын анықтау керек (8.20-сурет). Бұл есепті шешу алгоритмі былай болады:

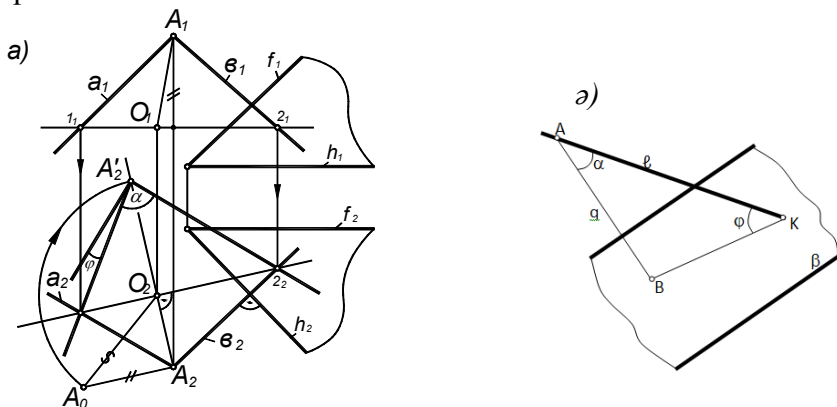
1. ℓ түзуі бойынан кез келген нүкте мысалы A нүктесі, алынады: $A \subset \ell$;

2. A нүктесінен β жазықтығына q перпендикуляр түсіріледі: $q \perp A \wedge q \perp \beta$;

3. Ары қарай есеп екі қиылысушы $\ell \cap q$ түзулерінің арасындағы α бұрышының нақты шамасын анықтауға келтіріледі (8.19-суретті қараңыз).

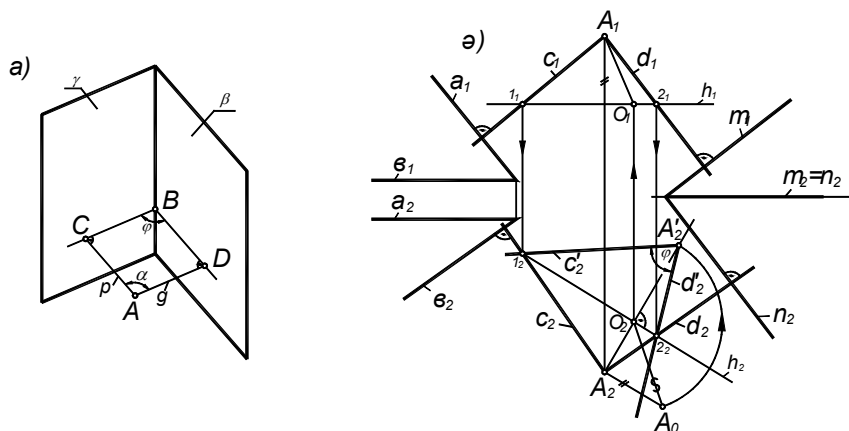
4. Анықталған α бұрышы 90° бұрышқа толықтырылады $\angle\alpha + \angle\varphi = 90^\circ$, одан ізделінді $\angle\varphi = 90^\circ - \angle\alpha$ бұрышы анықталады.

$\angle\varphi$ бұрышының осылай анықталатыны 8.20 ә-суреттен түсінікті.



8.20-сурет. Түзудің жазықтыққа көлбеу бұрышын анықтау

8-есеп. Қиылысушы $\gamma\{h \cap f\}$ және $\beta\{m \cap n\}$ жазықтықтарының арасындағы φ бұрышының нақты шамасын табу керек (8.21-сурет). Алдымен есептің кеңістікте шешу алгоритмін (КША) талқылайық (8.21 а-сурет):



8.21-сурет. Екі қиылысушы жазықтықтардың арасындағы бұрышты анықтау

- 1) Кеңістікте кез келген A нүктесі алынады;
 - 2) A нүктесінен $\gamma\{h \cap f\}$ жазықтығына p перпендикулярын және $\beta\{m \cap n\}$ жазықтығына q перпендикулярын түсіреміз:
 $p \supset A \wedge p \perp \gamma\{h \cap f\}; q \supset A \wedge q \perp \beta;$
 - 3) Есеп екі қиылысушы $p \cap q$ түзулері арасындағы α бұрышының нақты шамасын анықтауға келтіріледі (8.19-суретті қараңыз).
 - 4) $\angle C + \angle D = 180^\circ$
 - 5) $\alpha + \varphi = 180^\circ$; бұдан $\varphi = 180^\circ - \alpha$.
- Есептің графикалық шешу алгоритмі сызбадан түсінікті (8.21 ә-сурет)

***Өзін-өзі бақылауға арналған сұрақтар мен
жаттығулар және тест тапсырмалары***

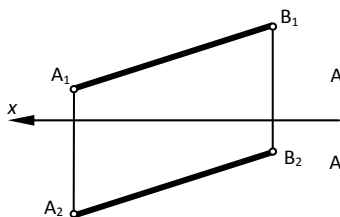
1. Метрикалық есептерге қандай есептер жатады?
2. Тікбұрыш жазықтыққа қай кезде өзгеріссіз проекцияланады?
3. Егер тікбұрыштың бір қабырғасы проекциялар жазықтығына перпендикуляр болса, онда тікбұрыш жазықтыққа қалай проекцияланады?
4. Қандай сызық жазықтықтың ең үлкен көлбеу сызығы деп аталады?
5. Түзу мен жазықтықтың өзара перпендикулярлығы шарттарын атаңыздар.
6. Горизонталь – проекциялаушы жазықтыққа перпендикуляр орналасқан түзу сызбада қалай кескінделеді?
7. Екі жазықтық қандай жағдайларда өзара перпендикуляр болады?
8. Түзулердің өзара перпендикулярлығы шартын атаңыздар.
9. Бетке жанама жазықтықты қалай жүргізуге болады?
10. Коноид, цилиндр беттерімен жазықтық қандай сызықтар бойынша жанасады?
11. Түзу мен жазықтықтың арасындағы бұрышты қалай анықтайды?

12. Кез келген кесіндіні горизонталь жағдайға келтіру үшін, айналу осі қандай жағдайда орналасуы тиіс?

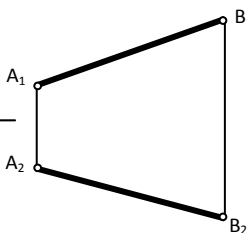
13. Өзара параллель орналасқан екі түзудің арақашықтығын анықтау үшін, проекциялар жазықтығын неше рет алмастыру қажет?

14. АВ кесіндісінің нақты шамасын келесі тәсілдермен анықтаңыздар:

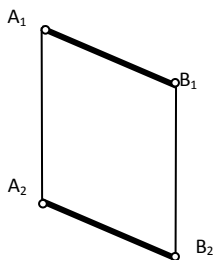
1. Проекциялар жазықтығын алмастыру тәсілімен



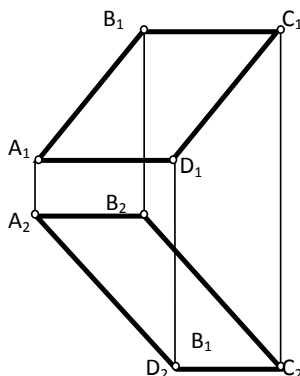
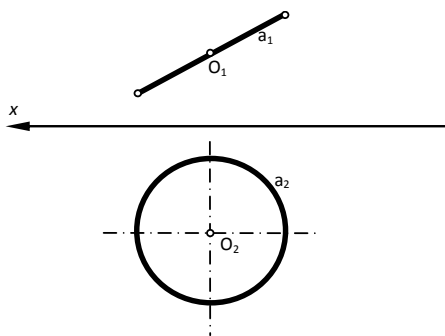
2. Тікбұрышты үшбұрыш тәсілімен



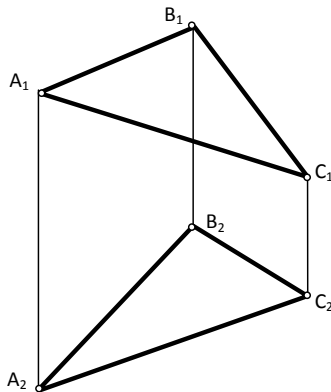
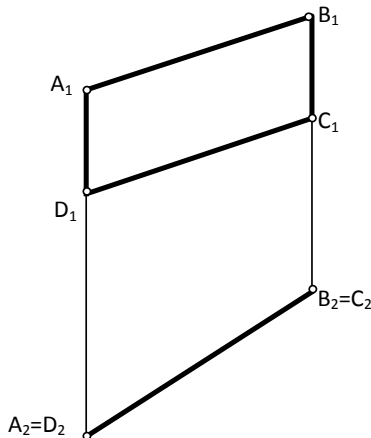
3. Айналдыру тәсілімен



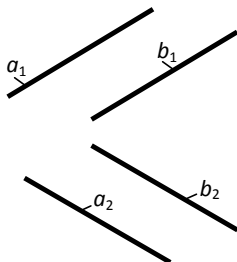
15. Жазық фигураның нақты шамасын проекциялар жазықтығын алмастыру тәсілімен анықтаңыздар:



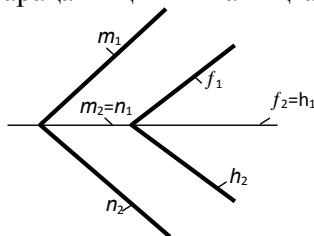
16. Жазық фигуралардың нақты шамаларын деңгейлік түзуден айналдыру тәсілімен анықтаңыздар:



17. Өзара параллель a және b түзулерінің арақашықтығын анықтаңыздар.

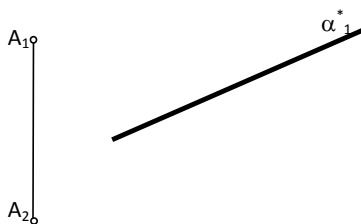


18. Өзара параллель $\alpha\{m \cap n\}$ және $\beta\{f \cap h\}$ жазықтықтарының арақашықтығын анықтаңыздар.

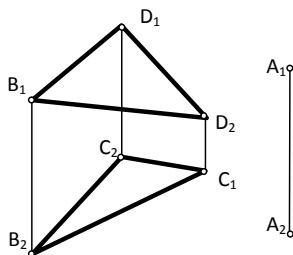


19. Проекциялаушы түзудің төңірегінде айналдыру әдісімен берілген A нүктесін α жазықтығымен беттестіріңіздер.

а) $\alpha\{\alpha_1^*\}$

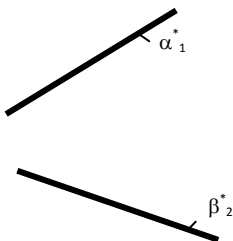


б) $\alpha\{ABC\}$

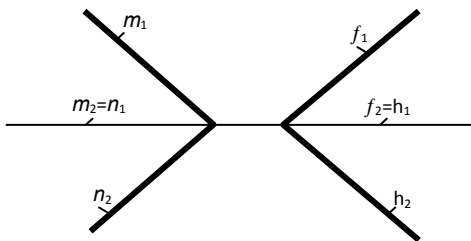


20. α және β жазықтықтарының арасындағы бұрышты анықтаңыздар.

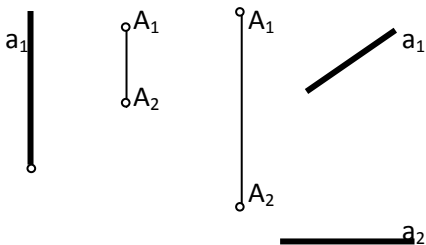
$$\alpha \{ \alpha_1^* \}, \beta \{ \beta_2^* \}$$



$$\alpha \{ m \cap n \}, \beta \{ f \cap h \}$$

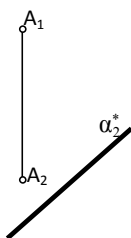


21. А нүктесі арқылы берілген а түзуімен тікбұрыш жасап қиылысатын m түзуін жүргізіңіздер.

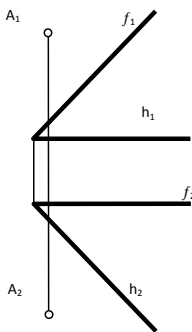


22. А нүктесінен α жазықтығына m перпендикулярын түсіріп, оның К табанын табыңыздар.

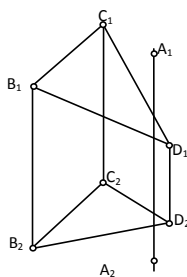
$$\alpha \{ \alpha_2^* \}$$



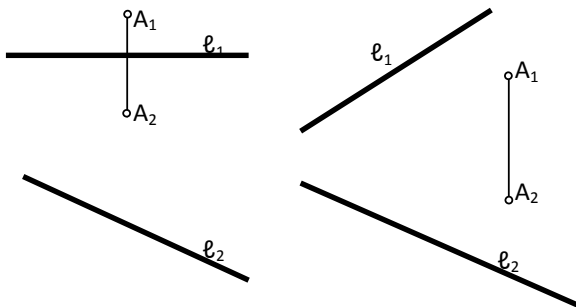
$$\alpha \{ f \cap h \}$$



$$\alpha \{ BCD \}$$



23. А нүктесі арқылы ℓ түзуіне перпендикуляр α жазықтығын жүргізіңіздер



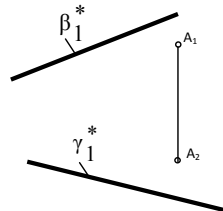
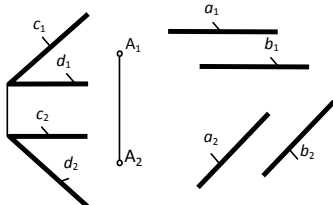
24. А нүктесі арқылы β және γ жазықтықтарына бірдей перпендикуляр болатын α жазықтығын жүргізіңіздер.

$$\beta \{c \cap h\}$$

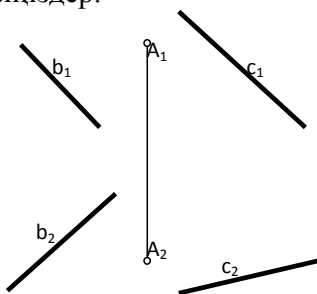
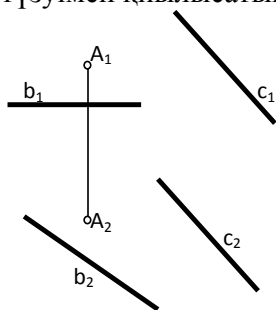
$$\gamma \{a \parallel h\}$$

$$\beta \{ \beta_1^* \}$$

$$\gamma \{ \gamma_1^* \}$$

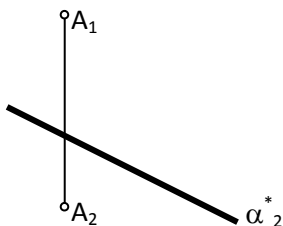


25. А нүктесі арқылы b түзуіне перпендикуляр және c түзуімен қиылысатын ℓ түзуін жүргізіңіздер.

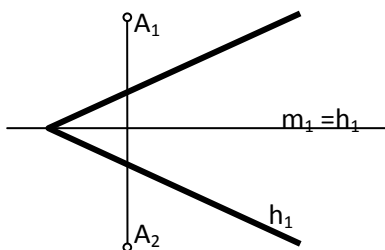


26. α жазықтығына қарағандағы А нүктесіне симметриялы В нүктесін салыңыздар

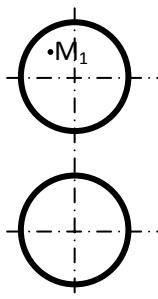
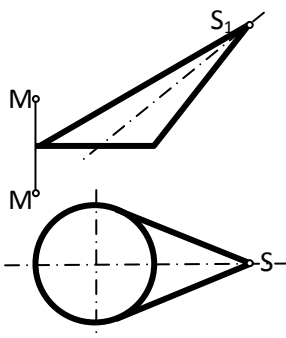
$$\alpha \left\{ \alpha_2^* \right\}$$



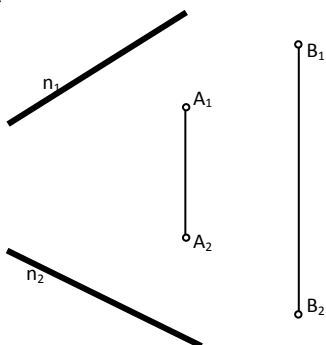
$$\alpha \{m \cap n\}$$



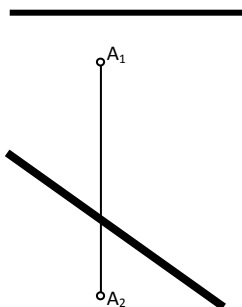
27. М нүктесі арқылы берілген бетке жанама α жазықтығын жүргізіңіздер.



28. n түзуінің бойынан берілген А және В нүктелерінен бірдей қашықтықта орналасқан нүктені табыңыздар.



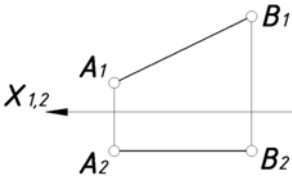
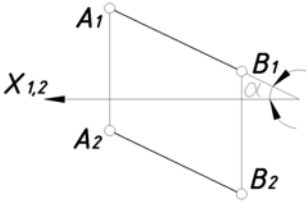
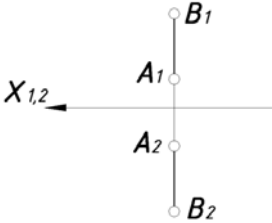
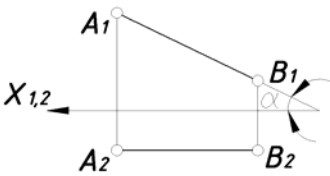
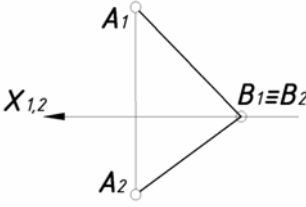
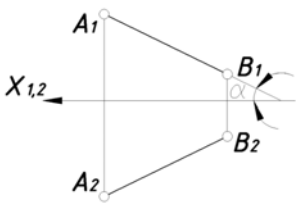
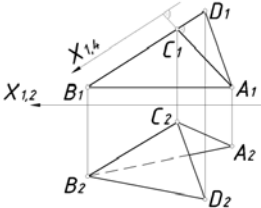
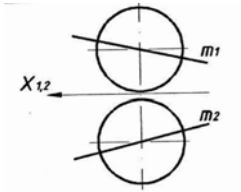
29. m түзуінің бойынан А нүктесінен 15 мм қашықтықта орналасқан нүктені табыңыздар.

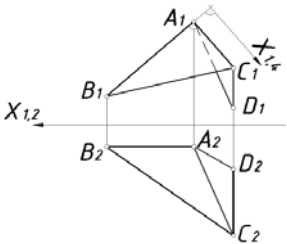
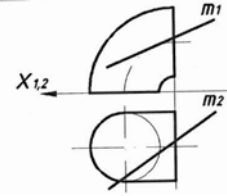
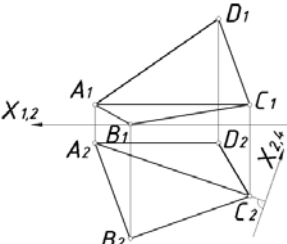
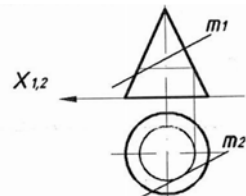
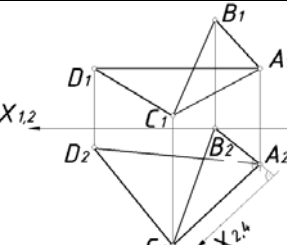
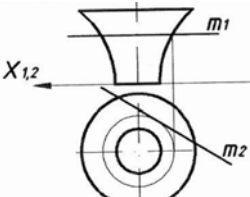
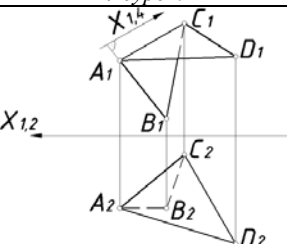
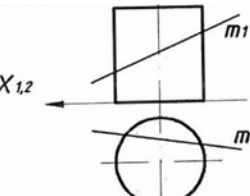


The diagram shows a Cartesian coordinate system with a horizontal x-axis and a vertical y-axis. In the first quadrant, there is a rectangle with vertices labeled A_1 (bottom-left), B_1 (top-right), C_1 (top-left), and D_1 (bottom-right). In the fourth quadrant, there is another rectangle with vertices labeled A_2 (bottom-left), B_2 (top-right), C_2 (top-left), and D_2 (bottom-right). Lines are drawn connecting A_1 to B_2 , B_1 to A_2 , C_1 to D_2 , and C_2 to D_1 . These four lines intersect to form a central quadrilateral.

A diagram of a triangular prism. The top face is a triangle with vertices A_1 , B_1 , and C_1 . The bottom face is a triangle with vertices A_2 , B_2 , and C_2 . Vertical lines connect corresponding vertices: A_1A_2 , B_1B_2 , and C_1C_2 . A horizontal line with an arrow pointing to the left is labeled x and passes through the prism.

Diagram illustrating a 2-cysem (two-center system) configuration. It shows two points A_1 and A_2 on the left, and two points B_1 and B_2 on the right. Lines connect A_1 to B_1 and A_2 to B_2 . A horizontal line passes through the midpoint of A_1A_2 and B_1B_2 . The angle between the horizontal line and the line A_1B_1 is labeled α . The angle between the horizontal line and the line A_2B_2 is labeled $X_{1,2}$. The text "2-цysem" is written below the diagram.

 3-сурет	 3-сурет
 4-сурет	 4-сурет
 5-сурет	 5-сурет
Дұрыс жауабы: _____ - сур.	Дұрыс жауабы: _____ - сур.
33. Қайсы суретте проекциялар жазықтығын бір рет алмастыру арқылы $\Phi(ABC)$ және $T(BCD)$ жазықтықтары арасындағы бұрышты анықтауға болады?	34. Қайсы суретте m түзуі беттің жанамасы болады?
 1-сурет	 1-сурет

 2-сурет	 2-сурет
 3-сурет	 3-сурет
 4-сурет	 4-сурет
 5-сурет	 5-сурет
Дұрыс жауабы: _____-сур.	Дұрыс жауабы: _____-сур.

9. БЕТТЕРДІҢ ЖАЗБАЛАРЫ

9.1. НЕГІЗГІ ТҮСІНІКТЕР МЕН АНЫҚТАУЛАР

Егер абстрактілік математикалық бетті жұқа, иілімді және созылмайтын пленка түрінде елестетсе, онда беттердің кейбіреулерін үзілмелерсіз және бүрмелерсіз жазықтықпен беттестіруге болады. Осы қасиеттерге ие беттерді жазылмалы беттер, ал беттердің жазықтықпен беттесуінің нәтижесінде алынған жазық фигура **жазба** деп аталады.

Жазбаларды салу өнеркәсіптің әртүрлі салаларындағы қолданылатын бұйымдарының көбісі табақты материалдан бұгу жолымен жасалатындықтан маңызды техникалық тапсырма болып саналады.

Ол – автомобильдер, ұшақтар мен кемелерді қаптау, мұнай-химия және газ өнеркәсібінің барлық мүмкін болатын резервуарлары мен құбырлары, тігін және тері өнеркәсібінің бұйымдары, т.б.

Әртүрлі ойықтары, оймалары, тесіктері, т.с.с. элементтері бар бұйымдар жасауды жеңілдету мақсатында алдын ала үлкен дәлдікпен барлық бастапқы талаптарды қанағаттандыратын дайын бұйымдарды бүктеуден алу үшін олардың жазбасын орындайды.

Жазбаны салу инженерлік графика курсына беттердің жазбаларын салу тұрғысынан қарастырылады. Осыған сәйкес беттің жазықтықпен үзілмелерсіз және бүрмелерсіз беттестірілген жағдайын **жазылмалы** бет деп атайды. Барлық көпжақты (призмалық, пирамидалық, т.с.с) және сызықтық (цилиндрлік, конустық, торс) беттері біз айтып отырған **жазылмалы беттер** қатарына кіреді.

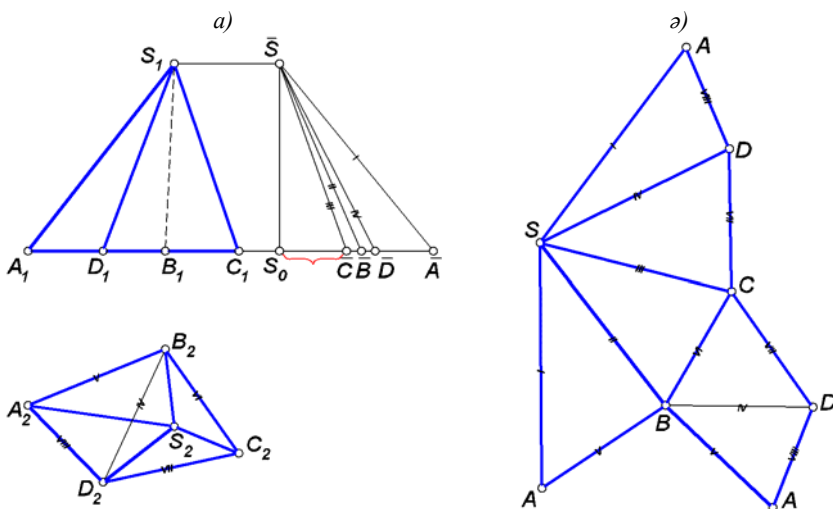
Призмалық және пирамидалық беттердің жазбаларын әрқашанда нақты салуға болады. Ол үшін қандай да бір жазықтыққа аталған көпжақты беттердің жақтарына конгруэнтті көпбұрыштардың жиынтығын салса жеткілікті.

Элементарлы графикалық әдістермен тек екі айналу беттерінің жазбаларын сала аламыз, олар тік дөңгелек цилиндр және тік дөңгелек конус беттері, ал цилиндрлік және конустық беттерінің тек **жуықталған** жазбалары салынады, немесе олар жазбаларды салу процесінде іштей немесе сырттай сызылған

көпжақты беттермен ауыстырылады (аппроксимацияланады). Аппроксимацияның қажеттілігі аталған беттердің бағыттаушы сызықтарын түзулету (түзу сызыққа жаю) арқылы, оларды іштей немесе сырттай сызылған көпбұрыштармен ауыстыруға негізделген. Сонда аппроксимациялайтын көпжақты беттердің нақты жазбалары жазылмалы беттердің жуықталған жазбасы болып қабылданады.

Барлық қалған беттер теориялық түрде жазықтыққа жазылмайтын болса да, дегенімен инженерлік практика олардың «жазбаларын» салуды талап етеді. Мұндай беттер үшін **шартты жазбалар** салынады.

Ең көп тараған көпжақты беттердің – пирамида және призма беттерінің нақты жазбаларын салу тәсілдерін қарастыралық.



9.1-сурет. Төртжақты пирамиданың жазбасын салу:
а) ортогональ сызбасы; ә) жазбасы

1-мысал. 9.1 а-суретте төртбұрышты көлбеу $SABCD$ пирамидасының сызбасын салу керек.

Пирамиданың бүйір жақтары – үшбұрыштар болғандықтан, оның жазбасын салу осы үшбұрыштардың нақты шамаларын салуға келтіріледі, ол үшін барлық қырларының нақты шамаларын табу қажет.

$SABCD$ пирамидасының $ABCD$ табаны горизонталь деңгейлік жазықтығында жатыр. Сондықтан оның қабырғалары

горизонталь проекциялар жазықтығына нақты шамасында проекцияланады. Бүйір қырларының нақты шамаларын анықтау үшін тікбұрышты үшбұрыш тәсілін қолданамыз. Барлық бүйір қырлары ұштарының биіктіктерінің айырмашылықтары тең болғандықтан $\overline{SS_0}$ ортақ катеті бар тікбұрышты үшбұрыштарды саламыз. Үшбұрыштардың екінші катеттері осы қабырғалардың горизонталь проекцияларының ұзындықтарына тең болады. Бүйір қырларының нақты шамаларын салу қолайлы болу үшін сызба бос өрісіне шығарылған. $\overline{SS_0}$ ортақ катеті бар $\overline{SS_0A}$, $\overline{SS_0B}$, $\overline{SS_0C}$, $\overline{SS_0D}$ үшбұрыштардың жиынтығы нақты шамалардың диаграммасы (НШД) деп аталады.

Пирамида бетінің жазбасы келтірілген сызбадан (9.1 ә-сурет) түсінікті. Бұл жерде конгруэнтті кесінділер бірдей таңбалармен белгіленген. Пирамиданың табанын алдын ала BD диагоналінің көмегімен екі үшбұрышқа бөліп, оларды пирамиданың бүйір бетінің жазбасына тіркестіріп саламыз.

Призма бетінің жазбасын салу үш тәсілмен орындалады:

- 1) *үшбұрыштар (триангуляция) тәсілі;*
- 2) *нормаль қималар тәсілі;*
- 3) *жаю тәсілі*

Үшбұрыштар тәсілі кез келген көпжақты беттердің нақты жазбаларын, сондай-ақ сызықтық беттердің жуықталған және шартты жазбаларын салу үшін ең қолайлы тәсіл болып табылады.

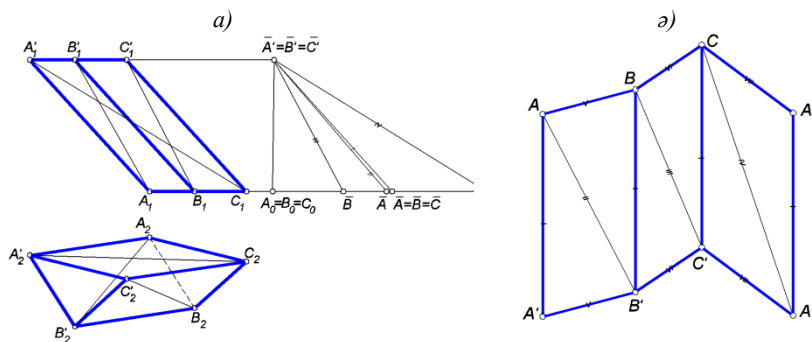
Үшбұрыштар (триангуляция) тәсілі бойынша призманың жазбасы мына реттілікпен салынады:

- призманың әрбір жағында оны екі үшбұрышқа бөлетін, диагональ жүргізіледі;
- бұл үшбұрыштар қабырғаларының нақты шамалары анықталады,
- жазықтықта берілген үшбұрыштырға конгруэнтті үшбұрыштар ретімен салынады.

2-мысал. ABCA'B'C' үшжақты призма бүйір бетінің жазбасын салу керек (9.2-сурет).

Призманың бүйір жақтарының әрбірінде диагональ жүргіземіз. Сызбаның бос өрісінде нақты шамалар диаграммасын саламыз да, бүйір қырларының нақты шамаларын: $|\overline{AA'}| = |\overline{BB'}| =$

$|\overline{CC'}|$; және салынған диагональдардың нақты шамаларын: $|\overline{AB'}|$, $|\overline{BC'}|$, $|\overline{CA'}|$ анықтаймыз. Мұнда 9.1-суретте көрсетілгендей қабырғалар мен диагональдардың биіктіктерінің айырмасы тең және НШД-ның вертикаль катетінде салынғын, ал екінші катеттері олардың горизонталь проекцияларына тең болады. Призма табаны горизонталь проекциялар жазықтығына параллель, сондықтан олар горизонталь проекциялар жазықтығына нақты шамасымен проекцияланады.



9.2-сурет. Үш жақты призманың жазбасын салу:
а) ортогональ сызбасы; ә) жазбасы

Призма қабырғалары мен үш диагональдың нақты шамасын ала отырып, өзінің қабырғаларымен анықталатын үшбұрыштардың жиыны ретінде призманың бүйір бетінің жазбасын саламыз. 9.1 ә-суретте конгументті кесінділер бірдей таңбалармен белгіленген, ол жазбаны салу алгоритмін қадағалауға мүмкіндік береді.

Нормаль қималар тәсілі, бүйір қырлары деңгейлік түзулер болып табылатын призмалық беттердің жазбасын салу үшін қолданылады.

Призма бетінің жазбасы нормаль қималар тәсілімен мына реттілікте орындалады:

1) призманың бүйір қырларына перпендикуляр α жазықтығы жүргізіліп, призма бетінің нормаль қимасы (сынық сызық) алынады.

2) алынған сынық сызық қабырғаларының нақты шамалары анықталады;

3) бұл сынық сызық түзудің кесіндісіне жазылады;

4) осы түзуге жүргізілген перпендикулярларда сынық сызықтың төбелеріне сәйкес нүктелерде қырларының сәйкес кесінділерінің нақты шамалары түсіріледі.

5) қырларының ұштары ретпен түзулердің кесінділерімен қосылады;

6) призма бүйір бетінің жазбасына, призма табанының нақты шамасына тең көпбұрыштар тіркестіріліп салынады.

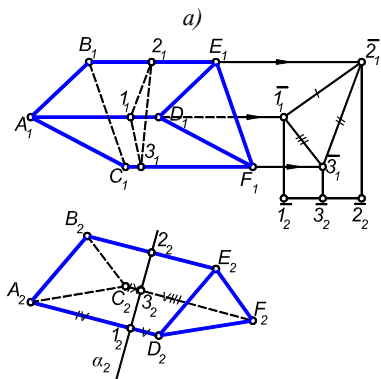
3-мысал. ABCDEF үшжақты призманың жазбасын салу керек (9.3-сурет).

Призманың бүйір қырлары горизонтальдар болып табылады. Сондықтан горизонталь проекция жазықтығына олар нақты шамада проекцияланады.

Бүйір қырларына перпендикуляр α горизонталь проекциялаушы жазықтық – жүргізу арқылы призманың 123 кимасын саламыз. π_1 -ге қатысты жазық параллель көшіру қозғалысымен 123 үшбұрышының нақты шамасын, демек оның қабырғаларының нақты шамаларын анықтаймыз. 1231 сынықты m түзу сызыққа «созамыз» және оның төбесі арқылы m түзуіне перпендикуляр түзулер жүргіземіз. Осы перпендикулярларда m түзуінің екі жағынан да горизонталь проекцияларына тең призманың бүйір қырларының нақты шамасын түсіреміз: $|A1| = [A_1 1_1], |1D| = [1_1 D_1], \dots$. Қабырғалардың ұштарын ретімен түзу кесінділерімен біріктіреміз. Алынған ABCADEFD көпбұрышы призманың бүйір бетінің жазбасы болып табылады, оған табанының нақты шамаларына тең ABC және DEF үшбұрыштарын тіркестіріп саламыз.

Жаю тәсілі – нормаль қималар тәсілінің дербес жағдайы. Ол бүйір қырлары мен табан жазықтықтары сәйкес түзулер және деңгейлік жазықтықтар болып табылатын призмалық беттердің жазбаларын салу үшін қолданылады.

Жаю тәсілінің мәні мынада: призма жақтары, оның бүйір қырлары айналасында ретпен айнала отырып, қандай да бір жазықтықпен беттеседі. Осыдан алынған жазық фигура призма бетінің жазбасы болады.



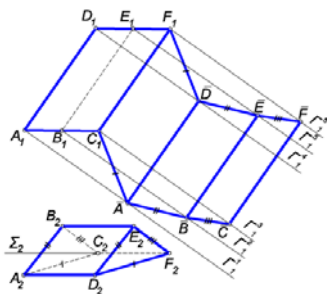
9.3-сурет. Үшжақты призманың жазбасын нормаль қималар тәсілімен салу:
а) ортогональ сызбасы; ә) жазбасы

4-мысал. ABCDEF үшжақты призманың бүйір бетінің жазбасын салу керек (9.4-сурет).

Призманың бүйір қырлары фронтальдар, ал оның табаны горизонталь деңгейлік жазықтықтары болып тұр, демек жаю тәсілін қолдана отырып призма бетінің жазбасын салуға мүмкіндік бар.

Бірінші айналу осі етіп CF қабырғасын аламыз, одан айналдыра отырып $CFDA$ жағын CF қабырғасы арқылы өтетін Σ фронталь жазықтықпен беттестіреміз. Мұнда A және D төбелері CF айналу осіне перпендикуляр $\Gamma^I \ni A$, $\Gamma^I \ni D$ фронталь проекциялаушы жазықтықтарда айналады. Сондықтан A, D төбелерінің $\overline{A}, \overline{D}$ беттескен орындары Γ^I, Γ^I жазықтықтарының Γ_2^I, Γ_2^I проекцияларына тиесілі және C, F нүктелерінен $[C_2 \overline{A}] = [F_2 \overline{D}] = [C_1 A_1] = [F_1 D_1]$ арақашықтығында жатады.

Ары қарай ұқсас реттілікпен $\overline{AD}, \overline{BE}$ осьтерінен айналдыру арқылы ABED, BCFE жақтарын Σ жазықтығымен беттестіреміз.

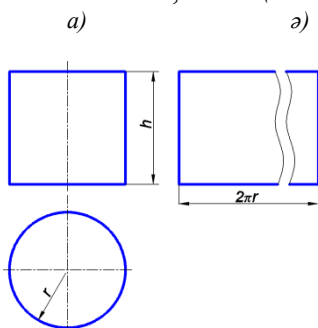


9.5-сурет. Үшжақты призма бетінің жазбасын жасау тәсілімен салу

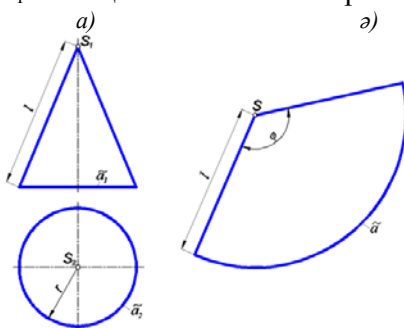
9.2 ТІК АЙНАЛУ ЦИЛИНДРІ МЕН ТІК АЙНАЛУ КОНУСЫНЫҢ ЖАЗБАЛАРЫ

9.5 а-суретте биіктігі h және радиусы r болатын цилиндрдің ортогональ проекциясы көрсетілген. Цилиндр бетін AB жасаушысы бойынан тіліп, π_1 жазықтығымен беттестірейік. Сонда цилиндрдің бүйір бетінің жазбасы биіктігі h және ұзындығы $2\pi r$ (r – цилиндр табанының радиусы) болып табылатын тіктөртбұрыш болып кескінделеді. Цилиндрдің табандары r радиусты екі шеңберлер болады (9.5 ә-сурет).

9.6 а-суретте табанының радиусы r , ал жасаушысының ұзындығы l тік конустың ортогональ проекциялары берілген. Конусты қандай да бір SA жасаушысы және табанының шеңбері бойынша тіліп, беттің жазбасын π_1 жазықтығымен беттестірейік.



9.5-сурет. Тік айналу цилиндрінің жазбасын салу:
а) ортогональ сызбасы;
ә) жазбасы

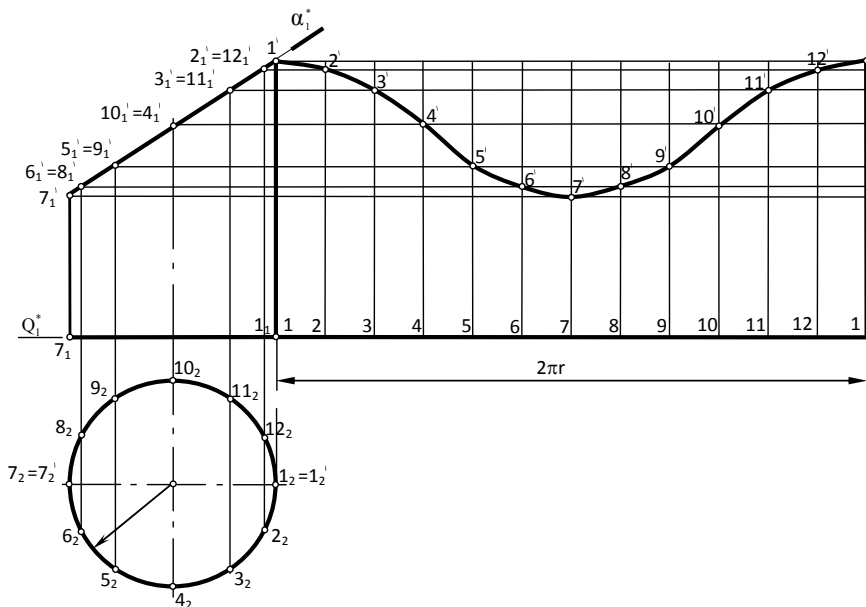


9.6-сурет. Тік айналу конусының жазбасын салу: а) ортогональ сызбасы;
ә) жазбасы

Сонда конустың бүйір бетінің жазбасы $\varphi = \frac{r}{\ell} \cdot 360^\circ$ бұрышты шеңбер секторы болады (9.6 ә-сурет).

9.3.ҚИЫҚ ЦИЛИНДР БЕТІНІҢ ЖАЗБАСЫ

9.7-суретте қиылған тік цилиндр кескінделген. Оның жазбасын салу үшін AA түзуінің бойына $AA=2\pi r$ ұзындығын түсіреміз. Бұл жерде r – цилиндр радиусы. Шеңбер табанын сондай-ақ AA ұзындығын бірдей 12 бөлікке бөлеміз.



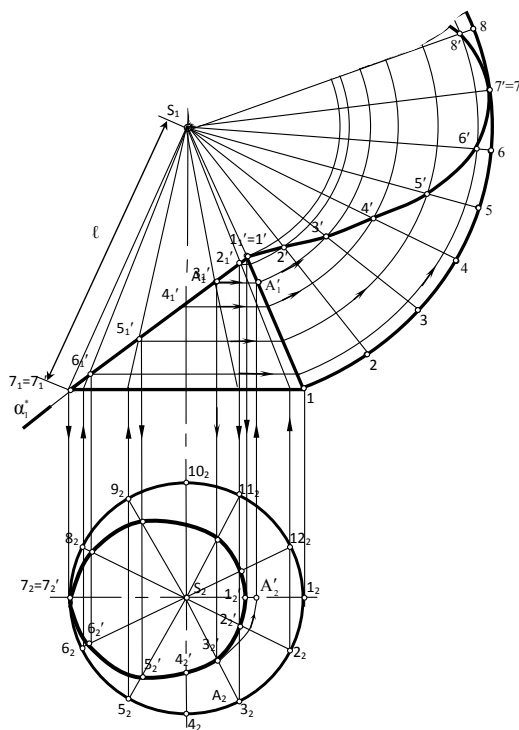
9.7-сурет. Қиық цилиндрдің жазбасын салу

Бөлінген нүктелер арқылы π_1 жазықтығында жасаушыларын жүргіземіз; олардың ұзындықтары π_1 -де нақты шамаларымен проекцияланады. Жазбада AA сызығының нүктелерінен жасаушыларының сәйкес ұзындықтарын түсіреміз. Олардың ұштарын бірқалыпты қисық сызықпен қосып, қиық цилиндрдің жазбасын аламыз.

9.4 ҚИЫҚ КОНУСТЫҢ ЖАЗБАСЫ

9.8 *a*-суретте α фронталь проекциялаушы жазықтығымен қиылған қиық конустың ортогональ сызбасы көрсетілген.

Тік айналу конусының жазбасы шеңбер секторы болатынын осының алдында қарастырылған мысалдан (9.6 *a*-суретке қараңыз) білдік. Қиық конустың жазбасын салу үшін алдымен конус табанын тең бөліктерге, мысалы 12 бөлікке бөлеміз. Осы бөлінген нүктелерден конустың жасаушыларын жүргізіп, олардың қимаға дейінгі нақты шамаларын, қимаға тиесілі нүктелерін вертикаль осінен айналдыру арқылы анықтаймыз.



9.8-сурет. Қиық конустың жазбасын салу

Мысалы, қима сызығындағы A нүктесінің жазбадағы орнын анықтау үшін ортогональ сызбадағы $A\{A_1A_2\}$ нүктесін горизонталь проекциялаушы осінен айналдырып A'_1 нүктесін

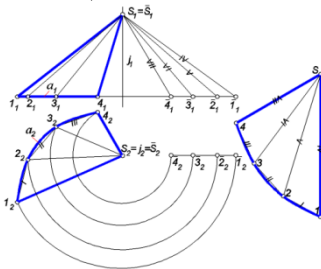
аламыз. Бұл нүкте конустың ең шеткі, әрі натурал шамасымен кескінделген жасаушысына тиесілі болады. $|SA| = |S_1 A_1|$ олай болса қимадағы барлық нүктелер осы жасаушы бойынан анықталады. Ары қарай жазбада SA -ға тең шеңбер доғаларын жүргізіп олардың сәйкес жасаушыларының қиылысында іздеп отырған нүктелерді аламыз. Оларды бірқалыпты қисық сызықпен қоссақ, қиық конустың жазбасы шығады.

9.5 КОНУСТЫҚ ЖӘНЕ ЦИЛИНДРЛІК БЕТТЕРДІҢ ЖАЗБАЛАРЫ

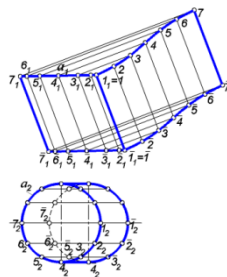
Жалпы жағдайда орналасқан конустық және цилиндрлік беттердің жазбалары жуықтатылып салынады. Жуықталған жазбаны салу үшін берілген беттерді іштей немесе сырттай сызылған көпжақты беттермен аппроксимациялайды. Нәтижесінде аппроксимациялайтын көпжақты беттің нақты жазбасы берілген цилиндрлік немесе конустық беттің жазбасы ретінде қабылданады.

Жазылмалы беттердің бөліктерінің жуықталған жазбаларын салу мысалдарын қарастыралық.

1-мысал. Конустық бет бөлігінің жуықталған жазбасын салу керек (9.9-сурет). Конустық беттің a бағыттаушы доғасын іштей сызылған 1234 сынық сызығымен аппроксимациялаймыз. Ол горизонталь деңгейлік жазықтығына тиесілі, демек π_1 -ге нақты шамасында проекцияланады. Осы сынық сызықтың төбелерін конустық беттің төбесімен S берілген конустық бетті аппроксимациялайтын $SI234$ пирамидасын аламыз.



9.9-сурет. Конустық бет бөлігінің жазбасын салу: а) ортогональ сызбасы; ә) жазбасы



9.10-сурет. Эллиптикалық цилиндрдің жазбасын салу

2-мысал. Φ эллиптикалық цилиндрлік бет бөлігінің жуықталған жазбасын салу керек (9.10-сурет).

Цилиндрлік бетті, оның бағыттаушы $\tilde{a}$ шеңберін тең бөліктерге (біздің жағдайда 12 бөлікке) бөле отырып, іштей сызылған призмамен аппроксимациялаймыз.

Призманың бүйір қырлары фронталь, ал табандары деңгейлік горизонталь жазықтықтарына тиесілі болып тұр.

Пирамида бетінің нақты жазбасын горизонталь проекциялаушы $j \in S$ түзудің бойынан айналдыру тәсілімен саламыз. Ол үшін S_1, S_2, S_3, S_4 бүйір қабырғаларының нақты шамаларын анықтаймыз. Ары қарай, белгілі алгоритм бойынша аппроксимациялаушы пирамиданың бүйір бетінің нақты жазбасын саламыз. Жазбада сынық сызықтың 1,2,3,4 төбелері арқылы $\tilde{a}$ лекальды қисық сызық жүргіземіз. Алынған жазық фигура берілген конустық бет бөлігінің жуықталған жазбасы болып табылады.

Сондықтан бүйір қырлары π_1 жазықтығына, ал табандары - π_2 -ге нақты шамаларына проекцияланады. Демек призманың жазбасын салу жаю тәсілімен орындау дұрыс болады (6-суретке қараңыз). Призма деңгейлік Σ фронталь жазықтығына симметриялы болғандықтан, тек оның жартысының ғана жазбасын саламыз. Призманың айналуын $\bar{II}$ қырының айналасында бастаймыз. Ары қарай сәйкес қырларынан ретпен айналдырумен (домалатумен) призманың Σ фронталь жазықтығымен беттестіреміз. Алынған фигура берілген цилиндрлік беттің жуықталған жазбасы болып табылады.

9.6 ЖАЗЫЛМАЙТЫН БЕТТЕРДІҢ ШАРТТЫ ЖАЗБАЛАРЫН САЛУ АЛГОРИТМІ

Жоғарыда аталып өткендей жазылмайтын беттер үшін **шартты жазбалар салынады.** Берілген Φ бетінің шартты $\tilde{\Phi}$ жазбасын салу мына реттілікпен орындалады:

1) Жазбаны салудың талап етілетін дәлдігінен шыға отырып, берілген Φ бет бірнеше тең немесе шамамен тең Φ^i бөліктерге кесіледі;

2) Берілген Φ бетінің бөліктері Φ^i жазылатын беттің $\overline{\Phi}^i$ бөліктерімен аппроксимацияланады;

3) Бұрын қарастырылған әдістеме бойынша (5.6.3.б.) жиынтығы берілген беттің шартты жазбасы болып қабылданатын $\overline{\Phi}^i$ беттер бөліктерінің $\overline{\Phi}^i$ жуықталған жазбалары салынады.

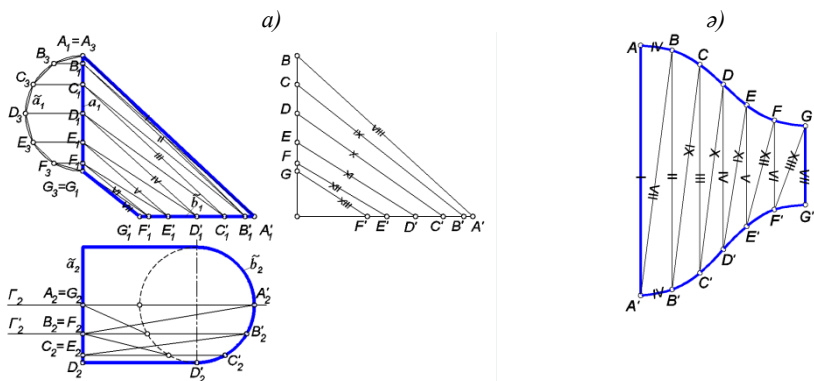
Аталған әдістемені қолдана отырып, инженерлік практикада едәуір кең қолданылатын сызықтық беттер мен айналу беттерінің жазбаларын салу мысалдарын қарастырамыз.

1-мысал. Үшбұрыштар (триангуляция) тәсілін қолданып цилиндроподобный бетінің жазбасын салу керек (13-сурет).

Берілген цилиндроподобный бетінің Γ симметрия жазықтығы бар (13 а-сурет), олай болса оның тек бір жартысының жазбасын саламыз. Цилиндроподобныйдың бағыттаушы $\tilde{a}\tilde{b}$ шеңберлері конгруэнтті, сондықтан цилиндроподобныйды Γ^i жазықтықтарымен екі жасаушылар және $\tilde{a}\tilde{b}$ бағыттаушыларының доғаларымен шектелген ені бойынша тең Φ^i бөліктерге бөлеміз. Мысалы, Γ және Γ^1 жазықтықтарының арасында цилиндроподобныйдың сәйкесінше AA', BB' және GG', FF' жасаушылары және $\tilde{a}\tilde{b}$ шеңберлердің $AB, A'B'$ және $GF, G'F'$ доғаларымен шектелген екі бөлігі орналасқан.

$\tilde{a}$ және $\tilde{b}$ шеңберіне іштей сызылған ABCDEFG және $A'B'C'D'E'F'G'$ сынықтардың қабырғалары, яғни $AA', BB', \dots$ жасаушылары фронталь проекциялар жазықтығына нақты шамасымен проекцияланады. $AB', BC', CD', \dots$ диагональдарының нақты шамаларын НШД-да көрсетілген салу жолымен тікбұрышты үшбұрыштар тәсілімен анықтаймыз.

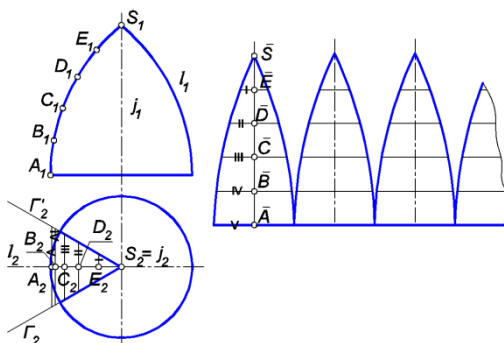
Цилиндроподобныйдың жазбасы нақты шамалары үш қабырға бойынша құрылған және аралық қабырғалар бойы түскен $ABA', ABB', \dots$, үшбұрыштарынан тұратын фигура болып табылады (9.11-сурет).



9.11-сурет. Цилиндроид бетінің жазбасын салу:
а) ортогональ сызбасы; б) жазбасы

2-мысал. $\Phi\{j, l\}$ айналу бет бөлігінің $\tilde{\Phi}$ шартты жазбасын салу керек (9.12-сурет).

Жазылмайтын айналу беттерінің шартты жазбалары екі негізгі тәсілдері мен: цилиндрлер тәсілімен және конустар тәсілімен орындалады.



9.12-сурет. Айналу бетінің жазбасы: а) ортогональ сызбасы;
б) жазбасы

Шартты жазбаны цилиндрлер тәсілімен салу барысында берілген Φ беті оның j осі арқылы өтетін Γ^i жазықтықтарымен «кесіледі» (әдетте 12 тең бөліктерге). Әрбір бөлігін оның орта меридиана бойы Φ^i мен жанасатын жанама Φ^j цилиндрлік беттің

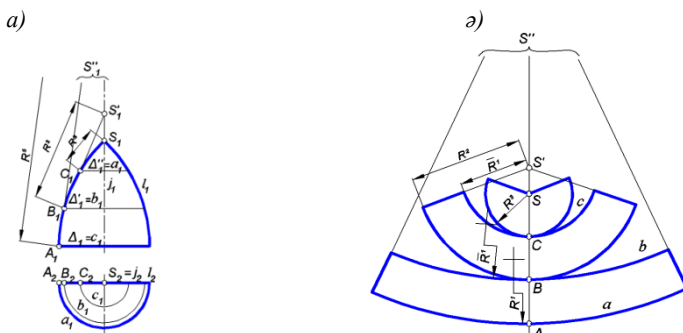
бөлігімен ауыстырылады. $\overline{\Phi^j}$ цилиндр беті айналу бетінің бөлігі сияқты Γ^i жазықтықтарымен шектелген.

Мұнда Φ бетінің параллельдерінің доғалары $\overline{\Phi^j}$ цилиндр беттерінің жасаушыларының кесінділерімен аппроксимацияланады.

9.12 а-суретте Φ беті алты бөлікке «кесілген». Орта меридианы болып саналатын басты SA меридиан бөліктердің бірі жасаушылары Γ, Γ' горизонталь проекциялаушы жазықтықтармен шектелетін фронталь проекциялаушы $\overline{\Phi^j}$ цилиндрлік бетпен ауыстырылған. $\overline{\Phi^j}$ цилиндрлік бет бөлігінің жазбасын жуықтап салу үшін бірізгі нормаль қималары болып табылатын оның AS бағыттаушысы ABCDES сынығымен аппроксимацияланған. $\overline{\Phi^j}$ цилиндрлік бет бөлігінің жазбасын нормаль қималар тәсілі бойынша саламыз, ол үшін ABCDES сынығын $\overline{ABCDES}$ түзуінің кесінділеріне түзүлеміз.

$\overline{A}, \overline{B}, \overline{C}, \dots$ нүктелері арқылы сәйкес параллельдерге жүргізілген және Γ, Γ' жазықтықтармен шектелген жанамалардың кесінділері түсірілетін, $\overline{AS}$ -ке перпендикуляр түзулер жүргіземіз.

Айналу беттерінің жазбасын **конустар тәсілімен** салу үшін берілген Φ беті оның осіне перпендикуляр A^i жазықтықтарымен бірнеше бөліктерге – «белдеулерге» «кесіледі». «Белдеулер» санын анықтау үшін айналу бетінің меридианы төбелері арқылы Δ^i қиюшы жазықтықтар жүргізілетін ABCS сынығымен аппроксимацияланады (9.13-сурет).



9.13-сурет. Тор бетінің жазбасын конустар тәсілімен салу:
а) ортогональ сызбасы; б) жазбасы

Δ^i жазықтықтары Φ айналу бетін $\overline{\Phi^j}$ конустар беттерімен аппроксимациялайтын $a, b, c, \dots$ бағыттаушылар - параллельдер бойынша қияды, ал $ABCS$ сынығының AB, BC, CS қабырғалары беттің j осін $S^{\text{II}}, S^{\text{I}}, S$ нүктелерінде - $\overline{\Phi^j}$ конусты беттердің төбелерінде қияды. Берілген Φ бетінің $\tilde{\Phi}$ шартты жазбасын салу осылайша $\overline{\Phi^j}$ конустар беттерінің жазбаларын салуға келтіріледі, ол ешқандай қиындықтарды туындатпайды (8-суретке қараңыз). 9.13-суретте R^2 және $\overline{R^2}$, R^3 және $\overline{R^3}$ радиустармен сырттай сызылған шеңбер доғаларының ұзындықтары тең, өйткені олар Φ бетінің b, c параллельдеріне сәйкес келеді.

II БӨЛІМ

МАШИНАЖАСАУ СЫЗУЫ

Қазақстан Республикасында өнеркәсіп пен құрылыстың барлық салаларының құжаттарын орындауға, рәсімдеуге және қолдануға бірыңғай талаптары бар мемлекеттік стандарттар кешені болып табылатын Конструкторлық құжаттардың бірыңғай жүйесі, немесе қысқаша ҚҚБЖ (ЕСКД) енгізілген. Машинажасау сызуы курсына оқу сызбалары және басқа конструкторлық құжаттар ҚҚБЖ (ЕСКД) стандарттарының талаптарына толық сәйкестендіріп орындалуы тиіс.

ТМД аясында стандарттау, метрология және сертификаттау бойынша ТМД мемлекеттерінің жасаған стандарттарын қабылдайтын және бекітетін Мемлекетаралық кеңес (МАК) құрылған.

МАК-қа келесі елдер енеді: Әзірбайжан, Армения, Белоруссия, Грузия, Қазақстан, Қырғыстан, Молдова, Тәжікстан, Өзбекстан Республикалары, Ресей, Түркменстан және Украина.

МАК шешімімен әрекеттегі бұрынғы Кеңес Одағының стандарттары (ГОСТ) – Мемлекетаралық стандарттары болып келісілген. Олардың белгілеулерінен СТ СЭВ аббревиатурасы алынып тасталынған.

Конструкторлық құжатқа арналған ГОСТ-ар сызбаларды, схемаларды және конструкторлық құжаттың өзге де түрлерін орындау барысында сақталып қажет болатын ережелер мен шартты белгілеулерді құрайды.

Қазақстан Республикасы стандарттау, метрология және сертификаттау бойынша Мемлекеттік Комитетінің (Мемстандарт) рұқсатымен жасалатын және бекітілетін стандарттарда стандарт нөмірінің алдында «ҚР» әрпі қойылады.

Төменде Машинажасау сызуы курсына жиі қолданылатын мемлекет аралық және ҚР стандарттары келтірілген.

ГОСТ 2. 104-68	Негізгі жазулар	ГОСТ 2. 317-69	Аксонетриялық проекциялар
ГОСТ 2. 301-68	Пішімдер	ГОСТ 2. 307-68	Өлшемдерді және шекті ауытқуларды түсіру
ГОСТ 2. 302-68	Масштабтар		
ГОСТ 2. 303-68	Сызықтар		

ГОСТ 2. 304-81 ҚР СТ 1079-2002	Сызба қаріптері	ГОСТ 2. 308-79	Сызбаларда беттердің пішін шақтамасы мен орналасуын көрсету
ГОСТ 2. 306-68	Материалдарды графикалық белгілеу және оларды сызбаға түсіру ережелері	ГОСТ 2. 309-73	Беттердің кедір-бұдырлығын белгілеу
ГОСТ 2. 305-68	Кескіндер: көріністер, тіліктер, қималар	ГОСТ 2. 311-68	Бұrandаны кескіндеу
ГОСТ 2. 401-68	Серіппелердің сызбаларын орындау ережелері	ГОСТ 2. 318-81	Тесіктер өлшемдерін ықшамдатып түсіру ережелері
ГОСТ 2. 312-72	Пісірмелі біріктірулердің жапсарларын шартты белгілеулері мен кескінделуі	ГОСТ 2. 406-75	Цилиндрлік бұрамдықтар мен бұрамдық доңғалақтардың сызбаларын орындау ережелері
ГОСТ 2. 313-82	Ажыратылмайтын біріктірулерді шартты белгілеу мен кескіндеу	ГОСТ 2. 407-75	Бұрамдықтар және глобоидты беріліс доңғалақтарының сызбаларын орындау ережелері
ГОСТ 2. 315-68	Біріктіру тетіктерінің шартты және ықшамды кескіндері	ГОСТ 2. 411-72	Құбырлардың, құбыр-жолдардың және құбыр-жолдар жүйелерінің сызбаларын орындау ережелері
ГОСТ 2. 316-68	Сызбаларға жазуларды, техникалық талаптарды және кестелерді түсіру ережелері	ГОСТ 2. 701-84	Схемалар, көріністері мен типтері. Орындауға болатын жалпы талаптар
ГОСТ 2. 409-74	Тісті (оймакілшекті) біріктірулерінің сызбаларын орындау ережелері	ГОСТ 2. 702-75	Электрлік схемаларды орындау ережелері
		ГОСТ 2. 703-68	Кинематикалық схемаларды орындау ережелері
		ГОСТ 2. 704-76	Гидравликалық және пневматикалық схемаларды орындау ережелері

ГОСТ 2. 402-68	Тісті доңғалақтардың, төрткіл-дештердің, бұрамдықтардың және шынжырлы берілістер жұлдызшаларының шартты кескіндері	ГОСТ 2. 004-88	Конструкторлық және технологиялық құжаттарды басуға және графикалық құрылғыларда орындауға қойылатын жалпы талаптар
ГОСТ 2. 403-75	Цилиндрлік тісті доңғалақтардың сызбаларын орындау ережелері	ГОСТ 25346-82	Шақтамалар мен кондырулардың бірыңғай жүйесі. Жалпы ережелері
ГОСТ 2. 404-75	Тісті төрткіл-дештердің сызбаларын орындау ережелері	ГОСТ 7713-62	Шақтамалар мен кондырулар. Негізгі анықтамалар
ГОСТ 2. 405-75	Конустық тісті доңғалақтардың сызбаларын орындау ережелері		

Машинажасау сызуы тетік бөлшектерді кескіндеуге керекті қосымша мәліметтерді және жоғарыда келтірілген КҚ БЖ стандарттарында келтірілген ықшамдаулар мен шарттылықтарды қолданады.

Мысалы, машинажасау сызбаларында проекциялар жазықтықтарының координаталық осьтері, проекциялық байланыс сызықтары көрсетілмейді. Бөлшектердің машинажасау сызбалары көрінбейтін контур сызықтарының санымен ықшамдауларымен орындалады және кескінге үлкен көрнекілік беріп оны орындауға кететін уақытты үнемдейді.

Машинажасау сызбаларында бұйымды дайындау, бақылау, жинау және құрастыру үшін керекті негізгі кескіндерден басқа да қажетті барлық мәліметтер беріледі (мысалы, өлшемдері, материалдың маркасы, техникалық талаптар, беттердің сапасы және т.б.)

Машинажасау сызуын оқып-үйренудің мақсаттары:

- Сызбаларда кескіндерді салудың ережелерімен танысу;

- кескінделінетін бұйымның ерекшеліктері мен пішінін жақсы қабылдауға септігін тигізетін шарттылықтар мен ықшамдауларды қолдану;
- құрастыру бірліктерінің, схемалардың, бөлшектердің жұмыс сызбаларын және эскиздерді орындауға дағдылану;
- сызбаларды оқу, негізгі конструкторлық құжаттарды құрастыру тәжірибесін жинақтау;
- бұйымдар мен элементтердің негізгі түрлерінің қарапайым конструкцияларына қатысты негізгі мәліметтерді оқып үйрену;
- тетікбөлшектер мен олардың элементтерінің параметрлерін анықтайтын стандарттармен танысу;
- машина жасауда қолданылатын материалдармен танысу.

Жаңа техниканың дамуы инженерлік-техникалық жұмыстың интенсификациялануына, конструкторлық құжаттардың сапасының артуына себеп болады, бұл конструкторлық жобалау жұмыстарын орындауды автоматтандыруға өтуді, қазіргі заманғы есептеуіш машиналарды, олармен байланысты бейнелегіш құрылғыларды пайдалануды талап етеді.

Сызбаларды және басқа конструкторлық құжаттарды орындағанда тиісті стандарттардың талабын мүлтіксіз орындау керек.

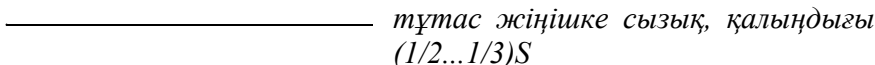
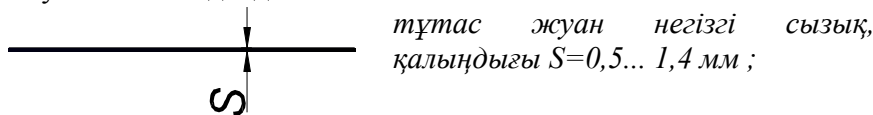
Машина жасау сызуын оқып-үйрену сызба геометрия курсының теориялық ережелеріне негізделеді.

10. МАШИНАЖАСАУ СЫЗБАЛАРЫН РӘСІМДЕУ ЕРЕЖЕЛЕРІ

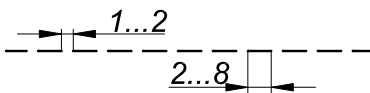
Машинажасау сызуында объект сызбасының көрнекілігін сондай-ақ бұйым өндіру мүмкіншіліктерін сызбада қамтамасыз ететін рәсімдеу ережелерінен кейбір қажетті мәліметтерді қарастыралық.

10.1 СЫЗЫҚТАР

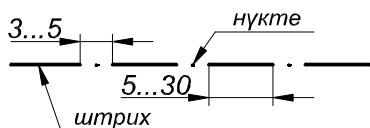
Кескіндерді сызбада рәсімдеу үшін ГОСТ 2.303-68 стандартты сызықтардың мынадай типтерін және олардың атауын тағайындайды:



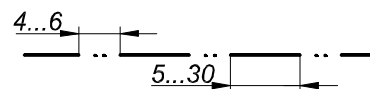
тұтас ирек сызық;



үзілме сызық



Жіңішке нүктелі үзілме сызық



Жіңішке қос нүктелі үзілме сызық;

Тұтас жуан негізгі сызық сызбаның пішініне, кескіннің шамасына, кескіндердің күрделілігіне және кескіндеу құралына тәуелді 0,5-тен 1,4 мм дейін жуандықта орындалады.

Өзге аталған сызық түрлері жіңішке сызық деп аталады және негізгі сызықтан екі-үш есе жіңішкерек орындалады. Қарындашпен орындалған жіңішке сызықтың жуандығы 0,3 мм-ден, ал сызықтардың арасындағы арақашықтық 0,8 мм-ден кем болмауы тиіс. Демек қарындашпен сызылған негізгі сызықтың жуандығы 0,6 мм-ден кем болмауы тиіс.

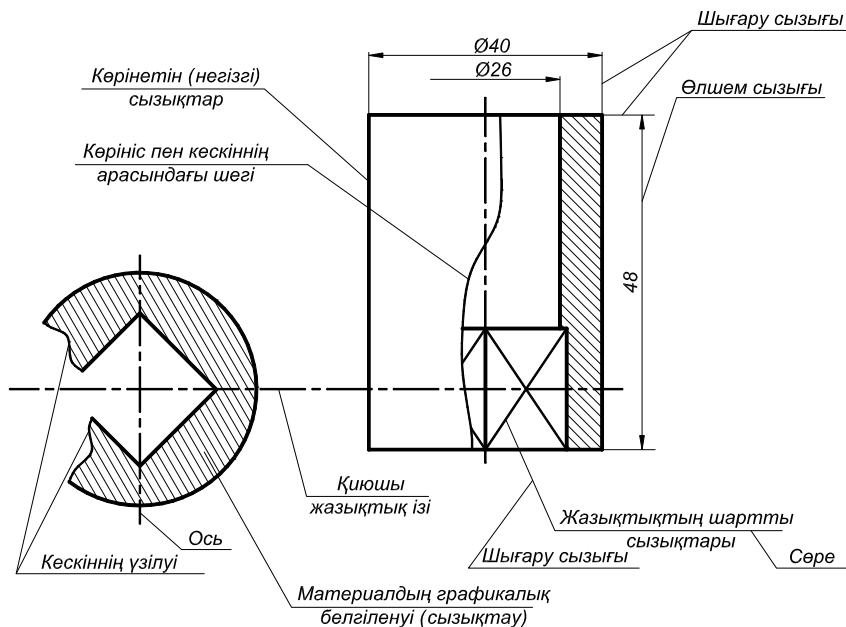
Бір түрдегі сызықтың жуандығы берілген сызбада бірдей масштабта сызылатын барлық кескіндер үшін бірдей болуы тиіс. Сызықтардың қарама-қарсылығы тегіс болу керек. Сызықтың әрбір түрі өзінің қолданыс аймағы, өзінің тағайындалуы болады. 10.1-суретте екі цилиндрден және призмадан түзілген тетікбөлшектің кескіндерінде әртүрлі сызықтарды қолдану үлгісі көрсетілген.

Тұтас жуан (негізгі) сызық сызбада тетікбөлшек контурының көрінетін сызықтарын, беттердің көрінетін қиылысу сызықтарын тіліктер мен қималардың жасалуы барысында бұйым беттерімен қиюшы жазықтықтардың қиылысу сызықтарын, сондай-ақ кестелердің белгілі бір сызықтарын, негізгі жазбаларын, сызбаның ішкі рамкасын, сұлбаның құрылымдық элементтерін кескіндеу үшін арналған

Тұтас жіңішке сызық сызбада көмекші құрылымдарды сызбада орындау үшін; кескіндерде шығару және өлшем сызықтарын түсіру үшін; тіліктер мен қималарда бұйым материалын графикалық белгілеу (сызықтау) үшін; астында түсіндірме жазба мен белгілер жасалынатын, шығару сызықтар мен позициялар сөрелерін сызу үшін; жазбалардың астын сызу үшін; беттердің бірқалыпты өтудің елестету сызықтарын көрсету үшін және өзге де көмекші құрылымдар үшін арналған.

Тұтас жіңішке ирек сызық қолдан сызылады және көрініспен тілікті шектей отырып, кескінді шектеу (бөлу) үшін қолданылады.

Көрінбейтін элементтерді (сызықтарды) кескіндеу үшін үзілме сызық қолданылады. Мысалы, 4.1-суретте (69 бетке қараңыз) көпжақты денелердің кескіндерінде егер көрінбейтін қырларын үзілме сызықпен көрсетпесе түсініксіз болар еді.



10.1-сурет. Сызықтарды кескіндерде қолдану мысалы

Үзілме нүктелі жіңішке сызық қималар мен тіліктерді орындау барысында осьтерді (симметрияларды, айналуларды) центрлік сызықтар мен қиюшы жазықтықтардың іздерін кескіндеу үшін арналған.

Екі нүктесі бар үзілме нүктелі жіңішке сызық жаймалардың бүгілу сызығын, аралық орындардағы бұйымдарды, көрініспен беттестірілген жаймаларды кескіндеу үшін қолданылады.

10.2. МАСШТАБТАР ЖӘНЕ НЕГІЗГІ ЖАЗУ

Сызбада нәрселерді әрдайым натурал шамасында кескіндеу мүмкіншіліктері бола бермейді. Үлкен бұйымдарды бірнеше есе кішірейтіп, ал кішілерін үлкейтіп кескіндеуге тура келеді.

Нәрсенің сызбада кескінделген сызықтық өлшемдерінің оның натурал өлшемдеріне, яғни нәрсе кескінінің $\bar{\ell}$ ұзындығының оның ℓ натурал ұзындығына қатынасын **масштаб** деп атайды.

Осыдан масштаб $\overline{\ell}:\ell$ қатынасымен жазылады, мысалы 1:1; 1:2; 2:1, т.с.с.

ГОСТ 2.302-68 стандартына сәйкес машинажасау сызуында келесі масштабтарды қолдануға рұқсат етілген:

- натурал шама: 1:1;
- кішірейту масштабтары: 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100 және т.б.
- үлкейту масштабтары: 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1.

Нәрсенің натурал шамасында кескінделетініне артығырақ жол беріледі.

Масштабты таңдау барысында ең алдымен сызбаны қолдану оңтайлығын ұстам ету қажет.

«Масштаб» (негізгі жазуда, кестелерде) деп аталатын графасында көрсетілген масштабты 1:1; 1:2; 2:1, т.с.с., басқа жағдайларда M1:1; M1:2; M2:1, т.с.с. етіп белгілейді. Кескіннің негізгі жазуда көрсетілген масштабынан оның масштабы өзгеше болған жағдайда масштаб кескінге қатысты жазудың маңына жақшаға алынып жазылады, мысалы: A-A(2:1).

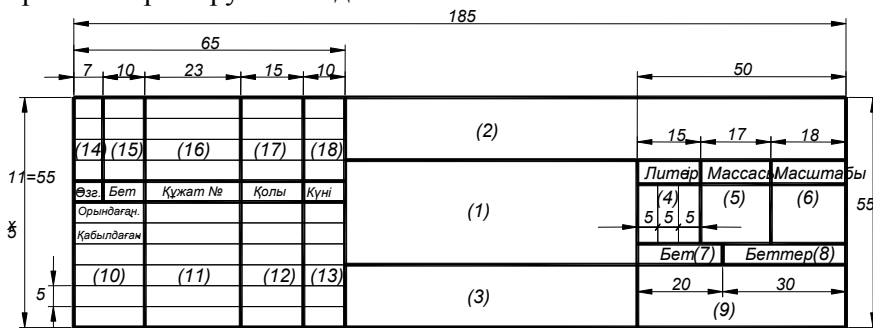
Негізгілерінен басқа қосымша пішімдерді де қолдануға болады. Олар негізгі пішімдердің қабырғаларын А4 пішімі өлшемдерінің шамасына ұлғайтудан алынады, мысалы А4х3 (297х631).

Сызба рамкасын тұтас негізгі сызықпен сыртқы рамканың жоғарғы, төменгі және оң жақ қабырғаларынан 5 мм қашықтықта орындайды. Сол жағынан сызбаларды тігу үшін арналған 20 мм өріс қалдырады (10.2-сурет).

Әрбір сызда немесе конструкторлық құжатта пішімнің оң жақ төменгі бұрышында орналасатын **негізгі жазуы** болады (10.2-сурет). Жазу – бұл сызбаның өзіндік сипаттамасы. Онда кескінделетін нәрсенің негізгі мағлұматтары келтіріледі: оның аталуы, материалы, масштабы, т.с.с.

10.2-суретте негізгі жазудың ГОСТ 2.104-2006 стандарты бойынша 1 түрі кескінделген. Жазудың төменгі және оң жағы рамканың сызықтарымен шектеледі. А4 пішімінде негізгі жазуды ватманның тек қысқа қабырғасының бойында орналастырады; ватмандардың А4 пішімінен үлкендерінде негізгі жазуды

ватманның ұзын немесе қысқа кабырғалары бойынан орналастыра беруге болады.



10.2-сурет. ГОСТ 2.104-2006 бойынша сызбалар мен сызбаларға арналған негізгі жазуының 1-түрі

Негізгі жазу мен рамка тұтас негізгі және тұтас жіңішке сызықтармен жасалады. Графалар ГОСТ 2.304-81 стандарты бойынша сызба қарпімен толтырылады.

Қаріптің ұсынылатын өлшемі графаларды толтыру түсіндермесінде көрсетілген, ал қаріп туралы мәлімет 10.4 бөлімшесінде берілген. 10.2-суреттегі графалар жақша ішіндегі нөмірлермен белгіленген.

Рамкалар және негізгі жазулар сызба статусы берілген жұмыстарда ғана орындалады. Өзге оқу тапсырмалары мен жұмыстары оқу процесі бекіткен талаптарға сай кез келген қағазда орындала береді. Негізгі жазудың 2 графасында көрсетілетін бұйымның белгілеуімен құрастыру құжаттары ГОСТ 2.201-80 стандартына сәйкес бекітіледі.

Жасаушы - ұжымның төрт мәнді әріптік шарт белгісінің жасаушы ұжымдардың шартбелгілеуі бойынша бекітіледі. Біз мұнда ЖОО ішіндегі кафедраның шарт белгісін – 076- және кафедра бекіткен пәннің шарт белгісін: 1-сызба геометриясы; 2-машинажасау сызуын жазамыз. Сонда жалпы шартбелгі: 0761 немесе 0762. Шартбелгінің әрбір тобынан кейін нүкте қойылады және бір белгінің (бір әріптің) енінен кем болмайтындай аралық жол жасалады.

Классификациялық сипаттаманың шартбелгісін бұйымға және конструкторлық құжатқа ҚҚБЖ классификаторы бойынша беріледі. Оқу шартбелгісінің құрылымы:

- XX – тапсырманың реттік нөмірінен (01-ден 99 дейін);
- X – құрастыру бірлігінің құрамындағы құрастыру бірлігінің нөмірінен;
- XXX – тапсырма вариантынан (001- ден 099 дейін) тұрады.

Мысалы, машинажасау сызуынан варианты 25 бірінші жұмыс 010025 шартбелгісіне ие болады.

Реттік тіркеу нөмірін құжатты жасаушы - ұжым береді. Оқу жұмыстарында спецификацияның «Поз» графасында көрсетілген ұжымның реттік нөмірі немесе үш нөл жазылады. Осылайша, машинажасау сызуы бойынша жұмыстардың толық белгіленуі 0761.010025.000. түріне ие болады.

Бұл белгілеуге ГОСТ 2.102-68 бойынша құжаттың шартбелгісі қосылады:

- ҚС – құрастыру сызбасы;
- ЖТ – жалпы түрдегі сызба;
- ТС – теориялық сызба;
- ТЖ – түсіндірме жазба және т.б.

Мысалы, бұйымның геометриялық пішінін және құрамдық бөліктерінің орналасу координаталарын анықтайтын жұмыс теориялық сызбаға жатады және 0761.010025.000 ТС белгілеуіне ие болады.

Оқу сызбаларындағы негізгі жазудың графалары былай толтырылады:

(1) графада сызбаның аталуы көрсетіледі; (6) графада – кескін масштабы; (9) графада кафедра және студенттің оқитын тобының қысқа атаулары; (11) графада сызбаны сызған және қабылдағанның фамилиялары; (12) графада – қолдары; (13) графада – сызбаның орындалған күні және қолы қойылған күні; (2) графада – сызба белгілеуі. Мысалы, «ОҚМУ 010230.000 МС» мынаны білдіреді: Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, сызудан бірінші тақырып; 2 – тапсырма; 30 – вариант; МС-машинажасау сызуы.

10.3 ПІШІМДЕР

Пішім (формат) деп сызбалар және басқа да конструкторлық құжаттар орындалатын ватман деп аталатын қағаз беті өлшемін айтады.

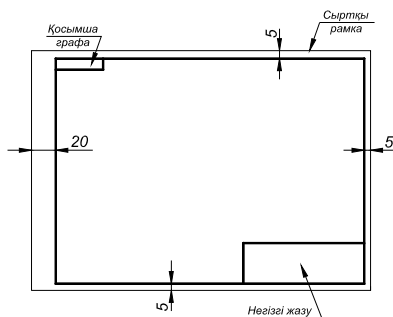
Пішім, тұтас жіңішке сызықпен орындалған сыртқы рамканың өлшемдерімен анықталады (10.2-сурет).

Пішімдер негізгі және қосымша пішімдерге бөлінеді. 10.1-кестеде ГОСТ 2.301-68 стандартына сәйкес негізгі пішімдер келтірілген.

10.1-кесте

Негізгі пішімдер

Пішімнің белгіленуі	A0	A1	A2	A3	A4
Пішім қабырғаларының өлшемдері, мм	841x1189	594x841	420x594	297x420	210x297



10.2-сурет. Сызба пішімі

Қабырғаларының өлшемдері 841x1189 мм A0 пішімінің ауданы 1м²-тең болады. Оны бірте-бірте қысқа қабырғасына параллель етіп екі бөлікке бөлгеннен басқа негізгі пішімдер - A1, A2, A3, A4 келіп шығады.

Пішім белгілеуі екі цифрдан тұрады. Оның біріншісі ватманның бір қабырғасы қанша рет 297 мм өлшемінен, ал екіншісі – басқа қабырғасы қанша рет 210 мм өлшемінен тұратындарын көрсетеді.

10.4. СЫЗБА ҚАРІПТЕРІ

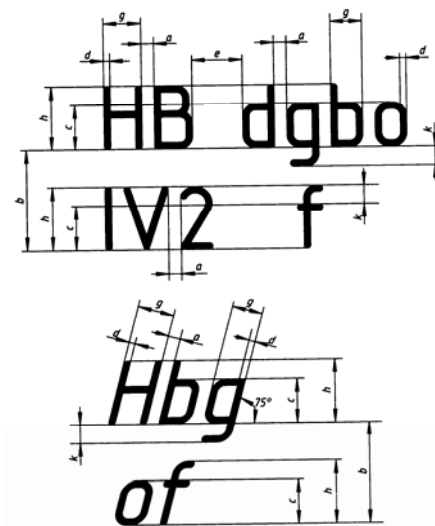
Сызбаларда жазбалар мен мәтіндік құжаттар ГОСТ 2.105-79 стандарты бойынша машиналық жазба тәсілмен, типографиялық тәсілмен, компьютер арқылы шығарылатын баспа және графикалық қолдану арқылы, қаріп өлшемі 2,5 мм-ден кем емес ГОСТ 2.304-81 стандарты бойынша қолжазба тәсілімен орындалады. Қаріп элементтерінің пішіні мен өлшемдері техникалық құралдармен анықталады. Қолжазбалар үшін стандарт «А» типті және «Б» типті қаріптерді бекітеді. Біз

сызбаларда «Б» типті қаріпті қолданатын боламыз. Қаріптердің өлшемдері 10.3-кестеде берілген.

10.2-кесте.

Б типті қаріптердің негізгі параметрлері

Қаріптің параметрлері	Белгі - лері	Салыстырмалы өлшемі		Өлшемдері, мм есебімен						
				2,5	3,5	5	7	10	14	20
Қаріптің өлшемі – бас әріптердің биіктігі	h	$\frac{10}{10}h$	$10 \cdot d$							
Кіші әріптердің биіктігі	c	$\frac{7}{10}h$	$7 \cdot d$	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14
Әріптердің арақашықтығы	a	$\frac{2}{10}h$	$2 \cdot d$	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8
Жазу жолдарының ең аз қадамы	b	$\frac{17}{10}h$	$17 \cdot d$	4	5,5	8	11	16	22	31
Сөздердің ең аз арақашықтығы	e	$\frac{6}{10}h$	$6 \cdot d$	1,1	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4
Қаріп сызығының жуандығы	d	$\frac{1}{10}h$	d	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4



10.4-сурет. Қаріптің негізгі параметрлері

Қаріптің негізгі параметрлері 10.4-суретте көрсетілген, ал олардың сандық мәндері қаріп өлшемінің үлесіне беріледі, ол бас әріптердің миллиметрмен (мм) есептелген h биіктігіне тең шамамен өлшенеді. Осы h параметріне байланысты қаріптің басқа өлшемдері келесі формулалар арқылы анықталады:

$$c - \text{кіші әріптердің биіктігі, } c = \frac{7}{10}h;$$

$$d - \text{қаріп сызығының жуандығы, } a = \frac{1}{10}h;$$

$$a - \text{әріптер арақашықтығы, } a = \frac{2}{10}h;$$

$$e - \text{сөздер арасындағы минималды арақашықтығы, } e = \frac{6}{10}h;$$

$$b - \text{жазу жолдарының минималды қадамы, } b = \frac{17}{10}h;$$

$$f - \text{«О» әріпінен биіктегені; } f = \frac{1}{2}d.$$

Қаріптердің q ені бас әріптердің h биіктігіне байланысты анықталады. Бірақ олардың d жуандығын анықтап жазуға болады.

Әріптер өздерінің конструкциясына қарап төрт топқа бөлінеді. Әр топтағы әріптердің q ені.

Б типті әріптер мен цифрлардың q ені олардың конструкцияларына байланысты мынадай болады:

$$А, Д, М, Х, Ы, Ю \text{ әріптері үшін } - q = 7d \left(\frac{7}{10}h \right);$$

$$Ж, Ф, Ш, Щ \text{ әріптері үшін } - q = 8d \left(\frac{8}{10}h \right); \text{ Б, В, И, Й, К, Қ, Л,}$$

$$М, Н, Ң, О, П, Р, Т, У, Ц, Ч, Ы, Э, Я, Ъ \text{ әріптері үшін } - q = 6d \left(\frac{6}{10}h \right);$$

$$Е, Г, Э, С \text{ әріптері үшін } - q = 5d \left(\frac{5}{10}h \right);$$

Кіші ж, т, ф, ш, щ әріптерінің ені $q = 7d$; м, ь, ы, ю әріптерінікі – $6d$,

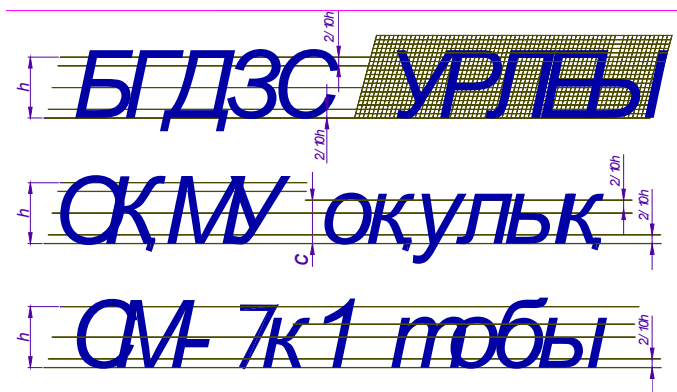
с, з әріптерінікі - $4d$, қалған әріптердің ені $5d$ болады.

Цифралардан: 4 цифрінің ені $6d$, 1 цифрінің ені $4d$, қалған цифрлардың ені $5d$ болады.

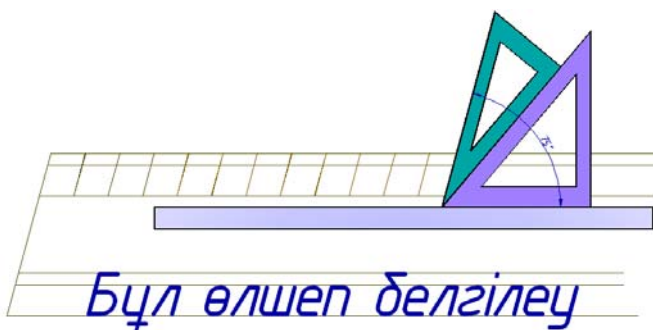
«Б» типті қаріп 75° көлбеумен және көлбеусіз қолданылады.

Әріптердің кейбір элементтерін сызудың типтік ерекшеліктері 10.7-суретте келтірілген.

Бір сызбада бір типті қаріпті қолдану ұсынылады. Қаріп өлшемі пішімнің өлшеміне, кескіннің өлшеміне, және сызбаның қолданылуына тәуелді таңдалып алынады. Оқып үйрену жұмыстары үшін 2,5; 3,5; 5; 7 өлшемді қаріптер ұсынылады. Дағдылану үшін 10.5-суретте көрсетілгендей жолды белгілеу, әріптерді орналастыру, қаріптің жиегін сызып шығу ұсынылады (сызықтарды көрінер-көрінбес етіп жасайды және кейін өшірмейді). Осы мақсат үшін трафаретті қолдану қолайлы болады.



10.5-сурет. Әріптердің элементтерін жазу



10.6-сурет. Қаріпті өлшеп белгілеу

БАС ӘРІПТЕР

А Ә Б В Г Ғ Д Е Ё Ж З И Й К Қ

Л М Н Ñ О В П Р С Т У Ұ Ү Ф

Х Ы Ц Ч Ш Щ Ъ Ы І Ь Э Ю Я

КІШІ ӘРІПТЕР

а ә б в г ғ д е ё ж з и й к қ л

м н ñ о в п р с т у ұ ү ф х ы ц

ч ш щ ъ ы і ь э ю я

10.7-сурет. Қазақ алфавиті (Кириллица)

10.7-суретте СТ РК 1079-2002 стандартына сәйкес қазақ алфавиті қаріпінің конструкциялық құрылымдары көрсетілген. Кіші қаріптің көлбеу және тік әріптерінің жазылуын салыстырамыз. Қаріптің кіші әріптерінің конструкцияларына назар аударыңыз.

10.5-суреттер және 10.6-да тек бас әріптермен жазылған мысал, сондай-ақ бас және кіші әріптер қолданылған фраза (сөз) жазылуына мысал келтірілген. Оларды h биіктіктері бойынша салыстырыңыздар.

10.8- және 10.10-суреттерде латын алфавитінің қаріптері, араб және рим цифрларының конструкциялары көрсетілген.

Байқайық, цифрлар кіші болмайды, олардың биіктіктері әрқашанда бас қаріптің биіктігімен бірдей болады.

A B C D E F G H I J K L M N

O P Q R S T U V W X Y Z

a b c d e f g h i j k l m n o p q

r s t u v w x y z

10.8-сурет. Латын алфавиті

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 3

10.9-сурет. Араб цифрлары

I III IV VI VII IX V

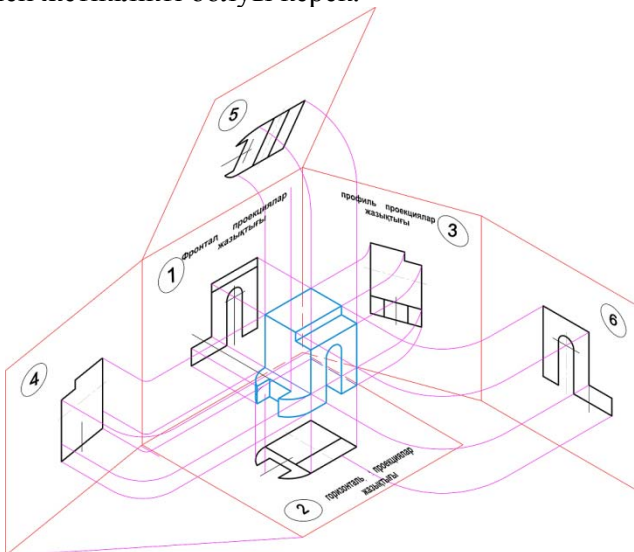
10.10-сурет. Рим цифрлары

11. КЕСКІНДЕР

Негізгі түсініктер

Нәрсе (бұйым және оның құрамдық бөліктері) пішінінің күрделілігіне байланысты оның сызбасында әртүрлі санды кескіндер болады. Осы кескіндердің өзара орналасуы келесі түрде анықталады: нәрсені шартты түрде текше ішіне орналастырып, оның алты жақтарының әрқайсысына нәрсені кезек-кезек тікбұрыштап проекциялайды (11.1-сурет). Бұл жерде нәрсе, оның фронталь проекциялар жазықтығындағы кескіні нәрсенің пішіні мен өлшемдері жайында анағұрлым толық мағлұмат беретіндей етіп орналастырылады. Бұл кескін **басты кескін** болып есептеледі. Сонан соң текшені жазықтық бетімен беттескенше жаяды (11.2-сурет). Нәтижесінде **кешенді жазық сызба** пайда болады. Ондағы әр кескін бір-бірімен **проекциялық байланыста** орналасады. Фронталь проекциялар жазықтығындағы кескін сызбада **басты кескін** (көрініс) ретінде қабылданады

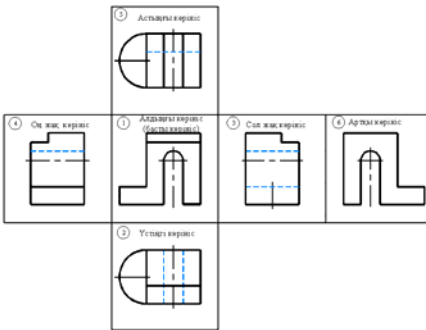
Мазмұнына қарап кескіндер **көріністерге, тіліктерге** және **қималарға** бөлінеді. Сызбада олардың сандары мүмкіндігінше аз болуы тиіс, бірақ кескінделетін нәрсе жайында мағлұмат толығымен жетікілікті болуы керек.



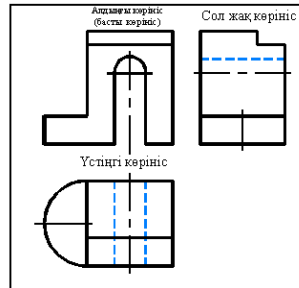
10.1-сурет. Нәрсе және оның текше жақтарындағы кескіндері

11.1. КӨРІНІСТЕР

Егер кескін *нәрсенің сыртқы пішінін* бейнелесе, онда ол *көрініс* деп аталады. ГОСТ 2.305-68*-ге сәйкес *көрініс* деп *нәрсе бетінің қараушыға қараған бөлігінің кескінін айтады*. Көріністерде кескіндердің сандарын азайту үшін нәрсенің көрінбейтін бөліктерін жуандығы $S/2$ - $S/3$ аралығындағы үзілме сызықтардың көмегімен көрсетуге болады (11.3-сурет). Нәрсе проекцияланған текше жақтары *негізгі проекциялар жазықтықтары* деп қабылданады, сондықтан сәйкес *көріністерді* де *негізгі көріністер*: 1 – алдынан қарағандағы көрінісі немесе стандартқа сай айтылса *алдыңғы көрінісі (басты көрінісі)*; 2 – *үстіңгі көрінісі*; 3 – *сол жақ көрінісі*; 4 – *оң жақ көрінісі*; 5 – *астыңғы көрінісі*; 6 – *артқы көрінісі* деп атайды.



11.2-сурет. Негізгі көріністердің сызбада орналасуы

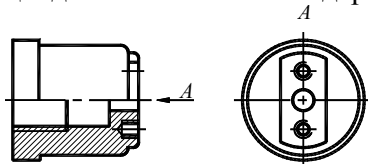


11.3-сурет. Нәрсенің көрінбейтін бөліктері көрсетілген кескіндер

Алдыңғы көрінісіне (басты көрінісіне) байланысты басқа көріністер 11.2-суретте көрсетілгендей етіп орналастырылады, яғни үстіңгі көрінісі – алдыңғы көрінісінің астына; сол жақ көрінісі – алдыңғы көрінісінің оң жағына; оң жақ көрінісі – алдыңғы көрінісінің сол жағына, астыңғы көрінісі – алдыңғы көрінісінің үстіне және артқы көрінісі – сол жақ көрінісінің оң жағына. Осылайша барлық көріністер бір сызба парағында бір-бірімен тікелей проекциялық байланыста орналасса, онда олардың аттары сызбаларда жазылмайды (қойылмайды).

Егер үстіңгі, сол жақ, оң жақ, астыңғы, артқы көріністері басты көрініспен тікелей проекциялық байланыста болмаса, онда проекциялау бағыты сәйкес кескіннің маңында нұсқамамен көрсетілуі қажет. Нұсқама үстіне және шыққан кескіннің (көріністің) үстіне бір ғана және сол бас әріп көрсетіледі (11.4; 11.6-суреттерде А көрінісі)¹.

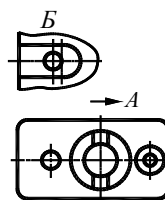
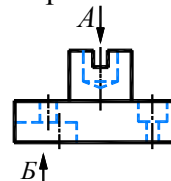
Қойылатын әріптің қарыпінің өлшемі сол сызбада қолданылған өлшем сандарынан екі өлшемге үлкен болуы керек.



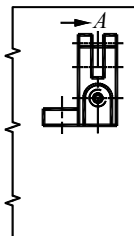
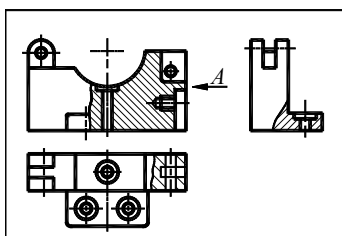
11.4-сурет. Нәрсенің проекциялық байланысы бұзылған көріністері

Сондай-ақ, егер аталған көріністердің негізгі кескіні басқа кескіндермен бөлініп қалса (11.5-сурет) немесе онымен бір сызба парағында орналаспаса (11.6-сурет), сызбаларда олар жоғарыда айтылғандай болып безендіріледі.

Қарау бағытын көрсететін кескін жоқ болған жағдайда, көріністің аты жазылады мысалы: «Үстіңгі көрініс», «Сол жақтан көрініс», т.с.с.



11.5-сурет. Нәрсенің басқа кескінмен бөлінген негізгі көріністері

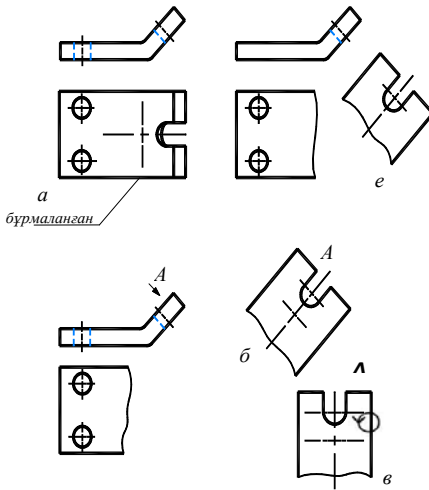


11.6-сурет. Бір сызба парағында орналаспаған негізгі кескіндер

¹ Сызбада нұсқаманың және оның бағытына сәйкес салынған кескіннің (көріністің) үстіне бірдей кириллицаның А, В, С, ... сияқты бас әріптері жазылады. Бас әріптерден тек И, О, Х, Ы, Ъ, Ь әріптері қолданылмайды.

11.1.1 Қосымша көріністер

Нәрсенің қайсыбір бөлігінің негізгі көріністерде пішіні мен өлшемдерін бұрмаланусыз көрсете алмаған жағдайда (11.7 а-сурет) **қосымша көріністерді** қолданады. Қосымша көріністерді негізгі проекциялық жазықтықтардың қай-қайсысына болмасын параллель емес қосымша проекциялар жазықтығына проекциялау арқылы салады.



11.7-сурет. Қосымша көріністер

Қосымша көріністерді салу, сіздерге таныс сызба геометриядағы проекциялар жазықтықтарын алмастыру әдісіне негізделген.

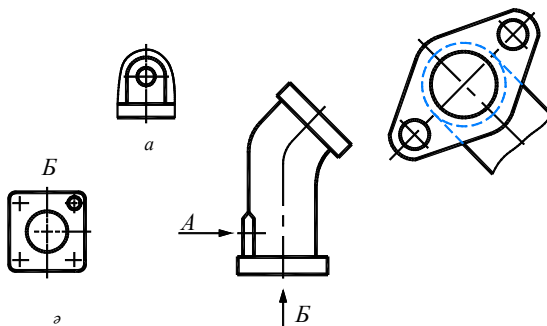
Егер қосымша көрініс негізгі көрініспен тікелей проекциялық байланыста орналасса (11.7 ә-сурет), онда қарау бағыты (нұсқама) және оған сәйкес көрініс үстіндегі белгісі қойылмайды. Ал, егер негізгі көріністің жанында бос орын болмаса, яғни проекциялық байланыс бұзылса, онда қосымша көріністі сызба парағының бос жеріне орналастырады. Мұндай жағдайда ол «А»- сияқты жазу арқылы белгіленіп, нәрсенің осы

қосымша көрінісіне байланысты кескінінің тұсына қарау бағытын көрсететін нұсқама қойылады (11.7 б-сурет). Кейбір жағдайларда қосымша көрініс басты көрініске қатысты бұрылып кескінделеді. Бұл жағдайда көріністің үстіндегі жазуға «» таңбасы қосылып, «А »-сияқты болып жазылады да оны «А көрінісі бұрылған» деп оқиды (11.7 в-сурет).

11.1.2 Жергілікті көріністер

Кейде сызбада нәрсенің көрінісін, тұтас көрсетпей, оның шағын бөлігін көрсетеді. Мұндай көрініс сызбаны салуды едәуір жеңілдетеді.

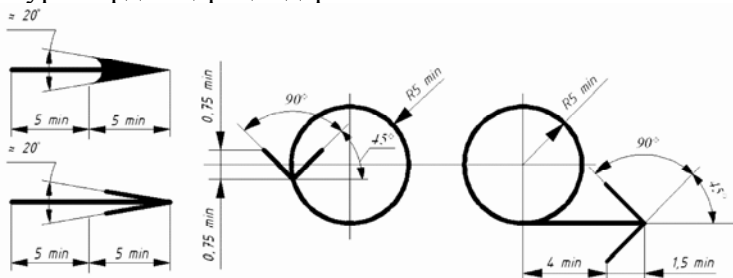
Жергілікті көрініс деп нәрсе бетінің оңаша шағын бөлігінің кескінін айтады (11.8-сурет). Жергілікті көрініс түзу сызықпен (мүмкіндігінше кіші өлшемде) шектеледі (а), немесе шектелмейді (ә). Жергілікті көріністерді сызба парағының бос жеріне орналастырады. Оларды белгілеу қосымша көріністегілердей болады.



11.8-сурет. Жергілікті көріністер

11.9 а-суретте СТ СЭВ 363-76-ға сәйкес қарау бағытын көрсететін нұсқаманың өлшемдері (екі варианты), және «бұрылды» (11.9 ә-сурет), «жайылды» (11.9 б-сурет.) деген сөздерді алмастыратын таңбалар келтірілген.

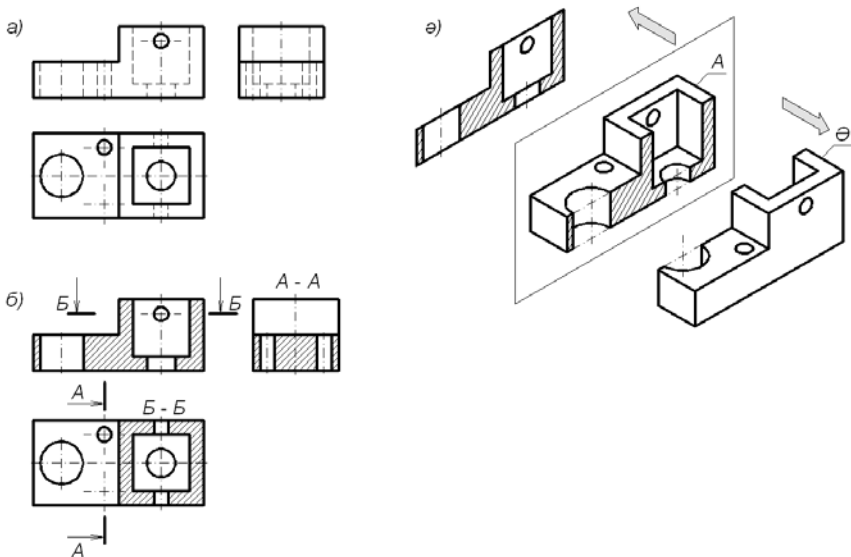
Бұл таңбалардың қолданылған жерлерін 11.2; 11.4; 11.10; 11.11-суреттерден қараңыздар.



11.9-сурет. Таңбаларды рәсімдеу өлшемдері

11.2. ТІЛІКТЕР

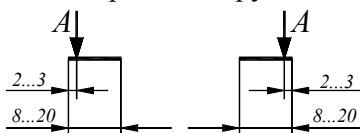
Сіздер, мүмкін, мектепте, сызу сабағында тіліктерді өткен боларсыздар. Ал егер бұл сабақ болмаған болса, онда басқа оқу пәндерін еске түсіріп көріңіздер. География сабағында жер қыртыстарының қабаттарын тіліп қарастыратын, биология пәнінде өсімдік сабағының тілігін көрсететін. Анатомия сабақтарында адам денесінің ішкі құрылысын муляждар арқылы оқытуды көргенсіздер, ал еңбек сабағында тілінген жону білдегі мен тігін машинасын көрдіңіздер. Бәлкім, сол кезде-ақ тіліктің ойша, шартты түрде орындалатынын, нәрсені шынайы кесіп әуре болудың еш қажеттігі жоқ екенін түсінген боларсыздар. Ал енді 11.10 а-суретке қаралық. Сызбада кескінделген нәрсенің негізгі көріністерінде ішкі пішінінің контур сызықтары үзілме сызықтармен көрсетілген. Пішінінің қарапайымдылығына қарамай нәрсенің көріністерінде үзілмелі сызықтар тым көп қолданылған, олар бір-бірімен қабаттасып, сызбаны шатастыра бастаған, бұл, әсіресе сол жақтан қарағандағы көріністе жақсы байқалады. Ал, егер осы нәрсенің ішкі құрылысында горизонтальды және көлбеу орналасқан элементтер болғанда, онда сызбаны оқу тіпті қиындап кетер еді.



11.10-сурет. Тіліктерді жасау

Нәрсенің симметрия жазықтығымен дәл келетін, қиюшы деп аталатын бір жазықтық оны қақ бөліп өткенін елестетейік (11.10 ә-сурет). Одан кейін қараушы мен қиюшы жазықтықтың арасындағы нәрсенің Θ бөлігін ойша алып тастайық. Сонда нәрсенің қиюшы жазықтықтағы қимасы және оның арғы жағындағы А бөлігі қалады. Осының өзі, алдынан қарағандағы көрініс орнына салынған тілік. Бұл тілікті *фронталь тілік* деп атайды, себебі қиюшы жазықтық фронталь проекциялар жазықтығына параллель орналасқан (11.10 б-сурет).

11.10 ә-суретте фронталь проекциялар жазықтығына нәрсенің жартысы ғана проекцияланған, бірақ нәрсенің пішіні толық ашылуы үшін басқа көріністерде ол толығымен көрсетілгеніне назар аударыңыздар. Міне, барлық тіліктердің шарттылығы осында: шындығында нәрсені тілу шартты түрде, ойша орындалады және осыдан тіліктің анықтамасы да келіп шығады - *тілік* дегеніміз *нәрсенің ойша кесілген кескіні*. Нәрсенің ойша кесілуі тек берілген тілікке тиісті де, сол нәрсенің басқа кескіндерінің өзгеруіне септігін тигізбейді.



11.11-сурет. Нұсқамаларды кескіндеу және олардың өлшемдері

Осы арада 11.11-сурет көрініп тұр, фронталь тіліктің жазықтығына нәрсенің қаптал жақтарындағы тесіктері түспей қалды, сондықтан олар өтпелі немесе тұйық екені белгісіз. Бұл сұраққа жауап алу үшін қиюшы жазықтықты осы тесіктердің осьтері арқылы жүргізу керек.

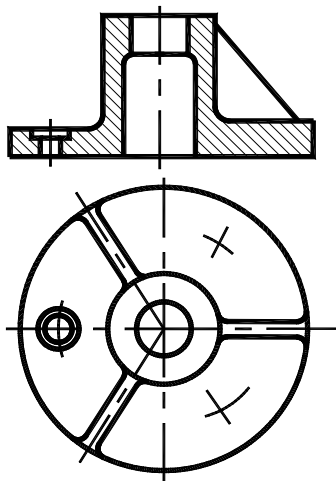
Бірақ, бұл жағдайда қиюшы жазықтық бірінші жағдайдағыдай нәрсенің симметрия жазықтығымен беттесіп, оны қақ бөліп тұрған жоқ.

Қиюшы жазықтық нәрсені тең емес екі бөлікке бөлген жағдайда оны сызбада қима сызығының көмегімен бекітеді. Қима сызығының, яғни үзік сызықтардың қалыңдығы $S...1,5S$, ал ұзындығы 8...20 мм аралықтарында болады да, оларды кескіннің контур сызығын киып өтпейтіндей етіп жүргізеді (11.11-сурет). Нұсқамалар қима сызықтарының орталарына емес, олардың ұштарына 2...3 мм жеткізілмей тұрғандарына назар аударыңыздар. Мұны есте оңай сақтап қалу үшін былай елестетіңіз: нұсқамалар кескіннен жан-жаққа қағажытылғандай

болып орналастырылады. Кирилица алфавитінің бас әріптерінен тұратын әріптік белгілеулер де осы логика бойынша орналастырылады. Қарастырылып отырған жағдайда тілік сол жақ көрінісінің орнында салынған. Оны *профиль тілік* деп атайды, себебі қиюшы жазықтық профиль проекциялар жазықтығына параллель орналасып тұр. Тілік үстіне А-А сияқты жазу қойылады. Соған ұқсас, қиюшы горизонталь жазықтық Б-Б жазуымен белгіленген *горизонталь тілікті* жасайды (11.10 б-сурет). Екі бірдей әріптер әрдайым сызықша арқылы жазылады.

Енді жоғарыда айтылғандарды стандарт ережелеріне сәйкес орындағанда кейбір шарттылықтар мен ықшамдатулар болатынына назар аударайық.

ГОСТ 2.305-68* бойынша *тілік* деп – *нәрсені бір немесе бірнеше жазықтықтармен ойша кескен кезде шығатын кескінді* айтады. Тілікте нәрсенің қиюшы жазықтықтағы кескінін және оның аржағында жатқанын көрсетеді (11.10 б-сурет). Нәрсенің құрылымын (конструкциясын) түсінуге қажет болмаған жағдайда қиюшы жазықтықтың аржағында орналасқанның барлығын көрсетпеуге де болады (11.12-сурет).



11.12-сурет. Фронталь тілік

Қиюшы жазықтықтың горизонталь проекциялар жазықтығына қатысты орналасуына байланысты тіліктер: *горизонталь*, *вертикаль* және *көлбеу* болып бөлінеді.

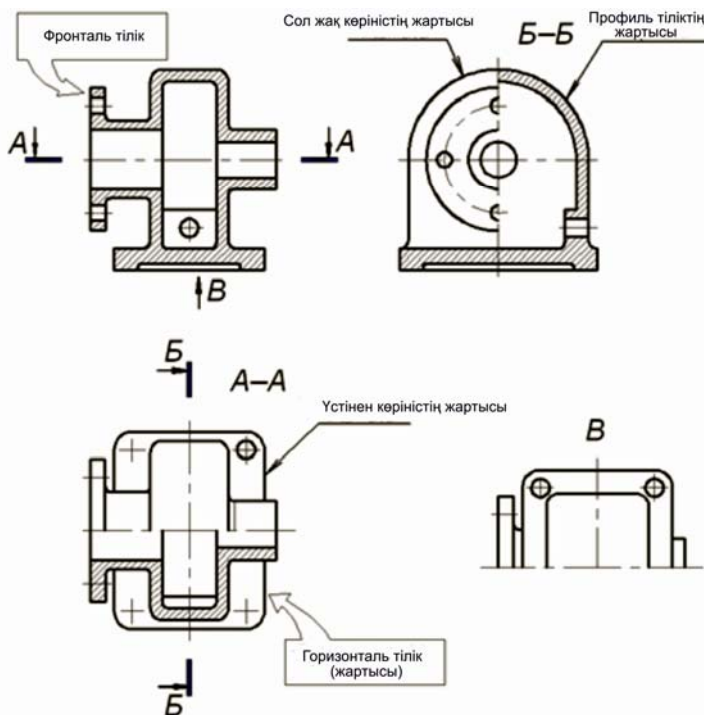
Горизонталь тілікте қиюшы жазықтық (немесе жазықтықтар) горизонталь проекциялар жазықтығына параллель болады (мысалы, 10.10-сурет, Б-Б, 11.13-сурет, А-А тіліктер).

Вертикаль тілікте қиюшы жазықтық (немесе жазықтықтар) горизонталь проекциялар жазықтығына перпендикуляр болады (мысалы, 11.10, 11.13-суреттердегі басты көріністердегі тіліктер).

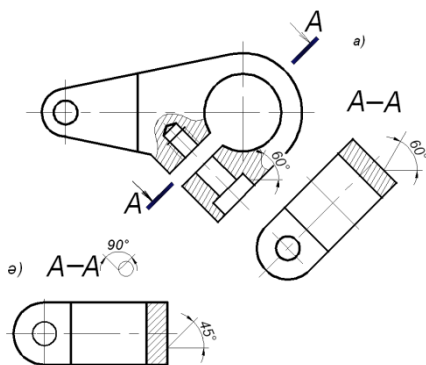
Вертикаль тіліктің өзі екі түрге бөлінеді: 1) қиюшы жазықтық фронталь проекциялар жазықтығына параллель болса, *фронталь тілік* (мысалы, 11.10, 11.13-суреттердегі тіліктер); 2) қиюшы

жазықтық профиль проекциялар жазықтығына параллель болса, **профиль тілік** (мысалы, 11.10 б-суретте А-А, 11.13-суреттегі Б-Б тіліктер).

Егер қиюшы жазықтық нәрсенің симметрия жазықтығымен толық беттесе, ал сәйкес кескіндері бір парақта тікелей проекциялық байланыста орналасса және басқа кескіндермен бөлінбесе, онда горизонталь, фронталь және профиль тіліктер үшін қиюшы жазықтықтың орнын белгілемейді және тілікті жазумен сүйемелдемейді (мысалы, 11.10- және 11.13-суреттердегі фронталь тіліктер). Сонымен бірге, егер нәрсе көрінісінің жартысы мен тілігінің жартысы симметриялы фигура болса, онда оларды сызбада біріктіріп кескіндеуге болады. Бұл жерде оларды бөлетін сызық симметрия осі болады (11.13-суреттегі үстінен көрінісі және А-А тілігі, сол жақ көрінісі және Б-Б тілігі).



11.13-сурет. Көріністер мен тіліктер және оларды сызбада белгілеу



11.14-сурет. Көлбеу тілік және оны сызбада белгілеу.

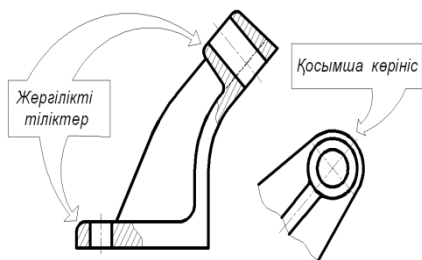
Көлбеу тілікте қиюшы жазықтық горизонталь проекциялар жазықтығына параллель де, перпендикуляр да болмайды (мысалы, 11.14-сурет А-А тілігі).

Қиюшы жазықтық фронталь немесе профиль проекциялар жазықтықтарына параллель болмаса, онда вертикаль тілікті, сонымен қатар көлбеу тілікті сызбада қима сызығында көрсетілген нұсқамалар бағытына сәйкес етіп орналастырады (11.14-сурет).

Мұндай тіліктерді сызба парағының кез келген жеріне сонымен қатар берілген нәрсе үшін сәйкес болып қабылданған басты кескінінің орнына дейін бұрып орналастыруға болады (11.14 ә-сурет).

Соңғы жағдайда тілік үстіндегі жазуға сіздерге таныс «» белгі қосыла қойылады – ол тілік «бұрылды» деген мағынаны білдіреді.

Нәрсенің жазықтықпен шартты түрде қиылғандағы қабырғасы, яғни пайда болған тілік сызба рамкасының сызығына 45° көлбеулікпен қалыңдығы $S/3$ -ке тең, жіңішке тұтас сызықтармен (аралығы $1,5 \div 2$ мм) оң немесе сол бағытта сызықталады. Егер сызықталу бағыты нәрсенің қайсыбір контур сызығының бағытына дәл келсе, онда оны сызба рамкасына көлбеулігі $\angle 30^\circ$ немесе $\angle 60^\circ$ бұрышпен жүргізеді (11.14-сурет). Нәрсенің жазықтықпен тілінген қабырғасының ар жағында орналасқан бөліктері сызықталмайды. Егер нәрсенің сызбасында бірнеше тіліктер орындалған болса, онда олардың сызықтау бағыты және сызықтарының аралығы бірдей болуы керек. Тіліктерде түрлі материалдардың графикалық белгіленуі, яғни сызықталуы ГОСТ 2.306-68* бойынша орындалатынын ескертіп қояйық.



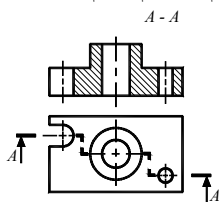
11.15-сурет. Жергілікті тілікті кескіндеу

Нәрсенің тек қана жеке, шектелген жердегі құрылғысын анықтау үшін жасалған тілікті **жергілікті тілік** деп атайды. Оны көріністе ирек сызық немесе іркісінді сызықпен шектейді (11.15-сурет). Бұл сызықтар кескіннің басқа сызықтарымен беттеспеу керек. Жергілікті тілік ешқашан белгіленбейді.

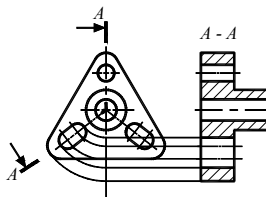
Қиюшы жазықтықтардың санына байланысты тіліктерді: **қарапайым** (бір қиюшы жазықтық); және **күрделі** (екі немесе одан да көп қиюшы жазықтықтар) деп бөледі.

Қарапайым тіліктерге жоғарыда келтірілген горизонталь, фронталь және профиль тіліктері жатады.

Күрделі тілік қиюшы жазықтықтардың өзара орналасуына байланысты екі түрге бөлінеді. Егер қиюшы жазықтықтар бірі-біріне параллель болса (11.16-сурет), онда күрделі тілікті **сатылы**, егер қиюшы жазықтықтар өзара 90° -тан көбірек, яғни доғал бұрыш жасап қиылысса, **сынық** тілік деп атайды (11.17-сурет). Күрделі тіліктерді орындау үшін қиюшы жазықтықтың шартты түрде бір жазықтыққа беттестіреді, яғни нәрсенің кимадағы барлық бөліктерін бір жазықтыққа орналасқандай етіп кескіндейді. Қиюшы жазықтықтардың біреуінен екіншісіне өткенде пайда болатын қырлар кескінделмейді, нәтижеде күрделі тілік қарапайым тілік сияқты болып орындалады. 11.16-суретте орындалған күрделі сатылы тілікте үш өзара параллель қиюшы жазықтықтар ойша бір жазықтыққа беттескен. Шыққан тілік бір ғана жазықтықпен қиылғандай болып сызықталынған.



11.16-сурет. Күрделі сатылы тіліктің кескіні және оны белгілеу



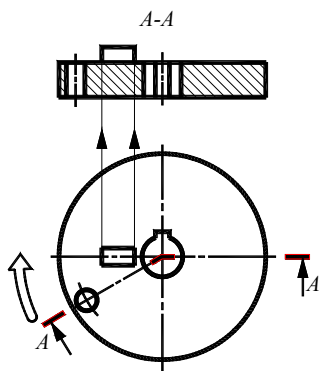
11.17-сурет. Күрделі сынық тіліктің кескіні және оны белгілеу

Сынық тілікте де қиюшы жазықтықтарды бір жазықтыққа беттескенше шартты түрде қиылысу сызығынан айналдырып бұрады. Егер беттескен жазықтықтар негізгі проекциялар жазықтықтардың біреуіне параллель болып қалса, онда сынық тілікті өзіне сәйкес негізгі көріністің орнына орналастыруға болады. Мысалы, 11.17-суретте көлбеу жазықтық профиль жазықтығымен беттескенше бұрылып, шыққан тілік сол жақ көрінісінің орнына орналастырылған. Келтірілген мысалда қиюшы жазықтықтың бұрылуы нәрсенің алдынан көрінісі мен фронталь тілік араларында проекциялық сәйкес еместікке әкеледі. Бұл сынық тіліктердің өзіндік шарттылығы.

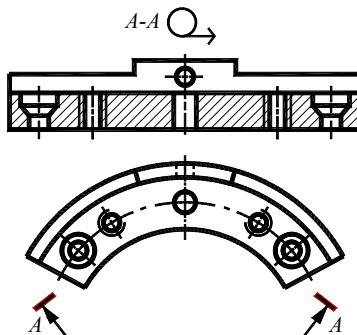
Сынық тілікте қиюшы жазықтықты бұрғанда нәрсенің қиюшы көлбеу жазықтығының арғы жағындағы элементтері бұрылу бұрышына орын ауыстырмауы тиіс, яғни олар проекциялар жазықтығына бұрынғы қалпында кескінделеді. (11.18-суреттегі кілтектік ойық пен призмалық шығыңқылық).

Керек болған жағдайда *жайма тіліктерді* де пайдалануға болады (11.19-сурет).

Мұндай кезде кескін үстіне  белгісі қойылады.

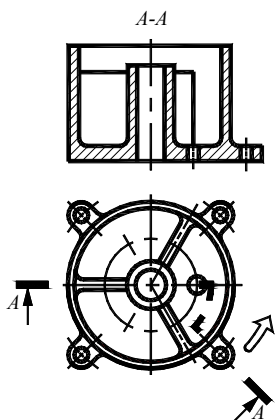


11.18-сурет. Күрделі сынық тілік

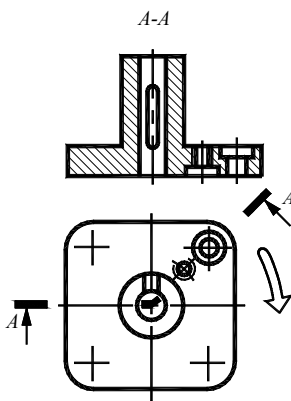


11.19-сурет. Жайма тілік

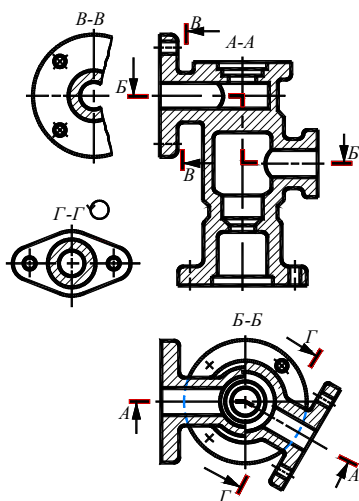
Сонымен қатар, күрделі тіліктер ретінде проекциялау бағыты бұрылу бағытына сәйкес келмейтін 11.20-суреттегі ұқсас А-А тілігін және 10.21-суреттегі сынық тілікті орындауға болады.



11.20-сурет. Күрделі тілік



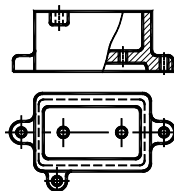
11.21-сурет. Күрделі тілік



11.22-сурет. Қарапайым және күрделі белгілеулері бар тетікбөлшектің сызбасы

Күрделі тіліктер үшін қима сызық бастапқы және соңғы сызықшалардан және қиюшы жазықтықтардың қиылысқан жерлеріндегі бұрыштама сызықшаларынан тұрады. Қарау бағытын көрсететін нұсқамалар тек бастапқы және соңғы сызықшаларына қойылады, оларды безендіру қарапайым тіліктердегідей болады.

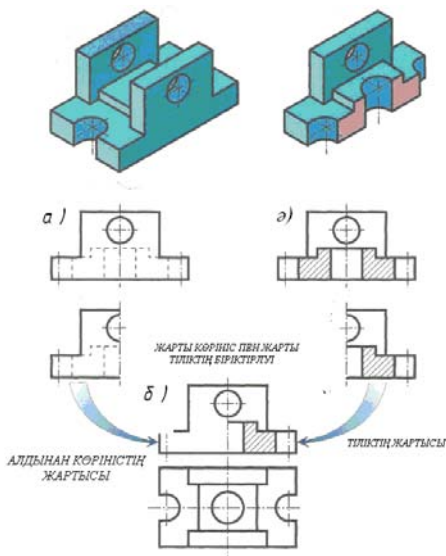
Құрылымы күрделі тетікбөлшектердің қарапайым және күрделі тіліктері бірге орындала береді (11.22-сурет).



11.23-сурет. Көрініс пен тілікті біріктіру

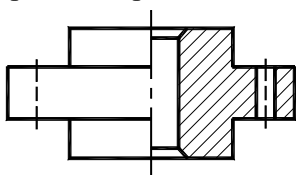
Жарты көрініс пен жарты тілікті біріктіру. Нәрсенің бір бөлігін көрініс, екінші сәйкес бөлігін тілік етіп біріктіріп кескіндеуге болады (11.23-сурет). Олардың арасы ирек сызықпен бөлінеді де, кескіндердің қай-қайсысы (көрініс немесе тілік) болса да проекцияда басымдау бөлігіне ие бола береді. Көрініс пен тілікті біріктіріп сызғанда нәрсенің көріністегі ішкі беттерінің көрінбейтін контурын, яғни үзілме сызықтарды көбінесе көрсетпейді.

Нәрсе симметриялы болғанда оның жарты көрінісін жарты тілігімен біріктіріп кескіндеуге болатынын жоғарыда айтып кеткенбіз (11.23-суретті қараңыз). Осы айтылғанды толық түсіну үшін 11.24-суретті талқылайық: 11.24 *а*-суретте нәрсенің құрылымдарының бәрін үзілме сызықтармен көрсеткен. Ал 11.24 *ә*-суретте басты көрініс толық тілікпен алмастырылған. Осы екі суреттегі кескіндердің ақпараттылық құндылықтарын салыстыра отырып бірінен екіншісінің артықшылығын айту қиын. Шындығында, бірінде үзілме сызықтар нәрсенің сыртқы пішінін дұрыс түсінуге кедергісін тигізіп, ішкі құрылымын онша көрнекі көрсете алмаған. Ал екіншісінде, барлық үш тесік те өтпелі екені анық көрсетілген, бірақ кескінде нәрсенің сыртқы пішінінің ерекшеліктерін айқындайтын кейбір сызықтар көрсетілмей қалған. Дегенмен, бас көрініс (*а*-суреті) пен тілік (*ә*-суреті) – симметриялы кескіндер. Сондықтан олардың әр жартысының өзі, тиісінше, сыртқы және ішкі пішін ерекшеліктері жайлы толық мағлұмат бере алады. Осыдан жарты көрініс пен жарты тілікті шартты түрде біріктіру туралы ой келіп тұр және ол 11.24 *б*-суретте орындалып отыр. Бұл нәрсенің ширек бөлігін кесіп алып тастаудан тіпті бөлек нәрсе, оны үстінен қарағандағы көріністен көруге болады. Сол себептен де көрініс пен тіліктің шекарасында тұтас жуан сызық жүргізілмеген, ол жерде үзілме нүктелі жіңішке сызық сақталған.

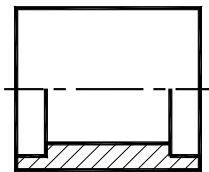


11.24-сурет. Симметриялы тетікбөлішектің жарты көрінісін жарты тілікпен біріктіріп кескіндеу

Симметриялы тіліктерді әдетте жартылай тіліктер деп атайды да, оларды вертикаль симметрия осінен оң жағына (11.25-сурет), немесе горизонталь симметрия осінен төмен (11.26-сурет) орналастырады.

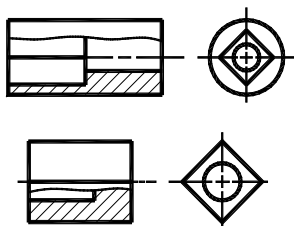


11.25-сурет. Вертикаль симметриялы тілік

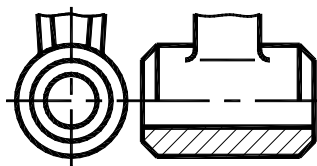
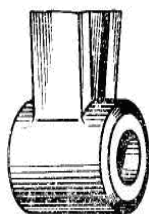


11.26-сурет. Горизонталь симметриялы тілік

Егер нәрсенің контуры мысалы қырының контуры, симметрия осімен дәл келсе, яғни беттесіп қалса көрініс пен тіліктің аралығын ось сызығының жанынан жүргізілетін тұтас ирек сызық бөледі. (11.27-сурет). Сонымен қатар, тілік пен көріністі бөлетін сызық ретінде үзілме нүктелі жіңішке сызықты да пайдалануға болады. Ол үшін, бұл сызық бүтін нәрсенің симметрия жазықтығының ізімен беттеспей, тек қана айналу денесі бар бөлігімен беттессе жеткілікті. (11.28-сурет).

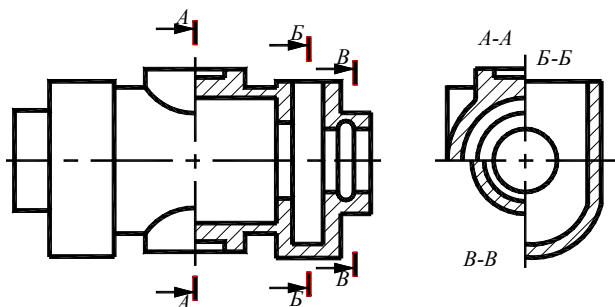


10.27-сурет. Қырлы тетікбөлшектердің тіліктері



10.28-сурет. Тетікбөлшектің айналу денесі бар бөлігінің тілігі

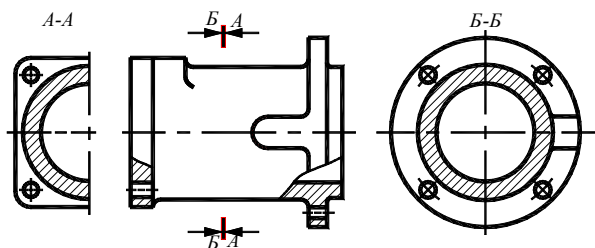
Сызбада: көріністің ширегі мен үш тіліктің ширектерін; көріністің ширегімен бір тіліктің ширегін және екіншісінің жартысын, т.с.с., оның үстіне сол кескіндердің әрқайсысы жекеше симметриялы болған жағдайда оларды бір кескін етіп біріктіруге болады (11.29-сурет).



11.29-сурет. Көріністер мен тіліктердің ширектерін біріктіріп кескіндеу

Қиюшы жазықтықтар нәрсенің ұзындығын немесе биіктігін бойлай бағытталса тіліктерді *бойлық* (11.29-сурет), ал егер қиюшы жазықтықтар нәрсенің ұзындығына немесе биіктігіне перпендикуляр болып бағытталса *көлденең* тіліктер деп аталады. (11.30-сурет).

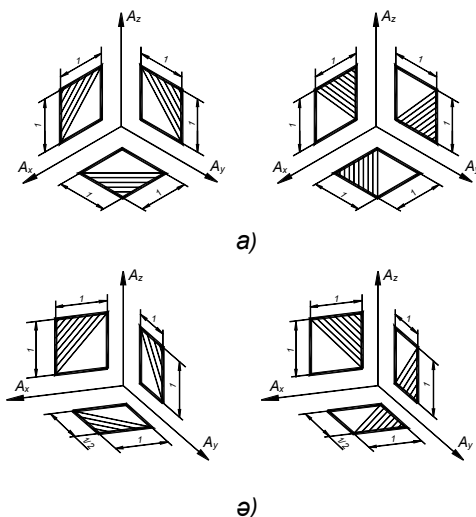
Тетікбөлшектердің бойлық тілігінде сағалар доңғалақ тістері, қаттылық қырлары тегершік шабақтары сияқты элементтері кесілмеген болып көрсетіледі (11.12, 11.21-суреттер).



11.30-сурет. Көлденең тіліктер

Аксонометриялық кескіндерді техникалық сызбаларда қолдану.

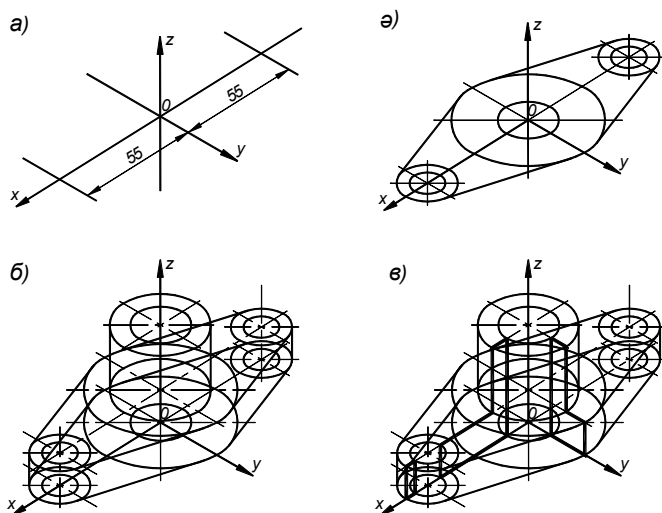
Аксонометриялық кескіндер техникада кейбір жеке тетікбөлшектердің, құрастыру бірліктердің, т.с.с. көрнекі кескіндерін салу үшін кеңінен қолданады. Модельдер мен тетікбөлшектердің аксонометриясын орындау барысында 3-тарауда (48-бет) қарастырылған фигуралардың (нүктелердің, сызықтардың, геометриялық денелердің) аксонометриялық проекцияларын салғандағы барлық сипатталған ережелер қолданылады.



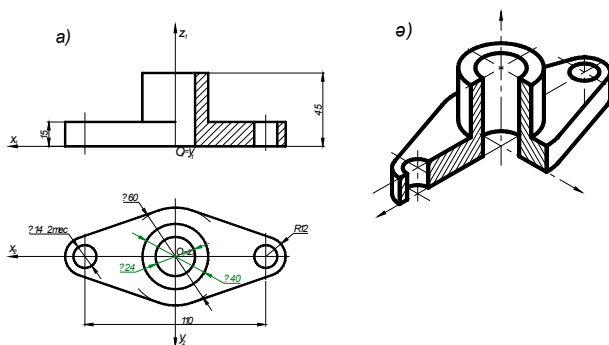
11.31-сурет. Аксонометриялық тілікті сызықтау:
а) изометриялық проекцияда; ә) диметриялық проекцияда

Аксонетриялық проекцияларда да тетік бөлшектің тесіктерін, ішкі қуыстарын, ойықтарын және басқа бөліктерін көрсету қажет болғанда тіліктерді қолданады. Әдетте, тетікбөлшектердің ішкі пішіндерін, мысалы, тұрқылар мен бұйымдардың ішкі пішім үйлесімін (конфигурациясын) көрсету олардың аксонетриялық кескінінде $\frac{1}{4}$ бөлігі, ойылып кескінделеді (11.33 ә-сурет). Мұндайда тілік жазықтықтары міндетті түрде аксонетриялық координаталық жазықтықтармен беттестіріледі. Тіліктердегі сызықтауды (штрихтауды) 11.31 а-суреттегі (изометриялық проекцияда) немесе 11.31 ә-суреттегі (диметриялық проекция) көрсетілген нысандарға сәйкес орындайды. Сызықтау бағыты координаталар жазықтығында орналасқан квадраттың диагональдарының біреуі болады.

10.32-суретте тығыздаушы қақпақтың берілген ортогональ проекциясы бойынша (11.33 а-сурет), оның изометриялық кескінін салу реттілігі көрсетілген (11.32, а, ә, б, в-сурет). Аксонетриялық кескінінде (11.33 ә-суретте) тығыздаушы қақпақтың $\frac{1}{4}$ бөлігі ойылып кескінделген.

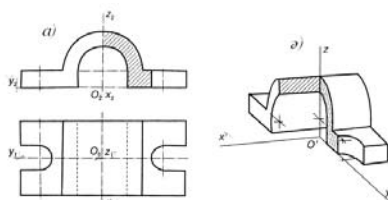


11.32-сурет. Тығыздаушы қақпақтың изометриясын салу реттілігі



11.33-сурет. Тығыздаушы қақпақ: а) тетікбөлшектің ортогональ сызбасы; б) тетікбөлшектің аксонометриясы

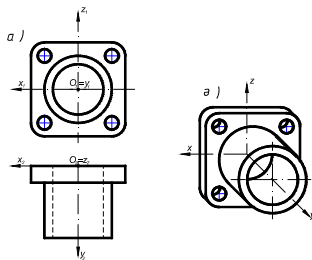
11.34 *a*-суретте машинажасау тетікбөлшегінің екі көрінісі, ал 11.34 *б*-суретте оның тік бұрышты диметриясы кескінделген. Тетікбөлшек бір бағытта созылып тұр, ондайда аксонометриялық осьтерді таңдап аларда тетікбөлшектің үлкен жағы o/y осі бойынша өлшемі екі есе қысқартылатын бағытталғаны дұрыс болады. Салуды горизонталь проекциясынан бастаған жөн. 11.34 *б*-суретте тетікбөлшек алдыңғы $1/4$ бөлігі алынып кескінделген.



11.34-сурет. Тетік бөлшектің тік бұрышты диметрияда кескіндеу

Біз жоғарыда қиғаш бұрышты фронталь диметрияны берілген нысанда фронталь шеңберлер немесе фронталь проекция жазықтығына параллель орналасқан басқа да қисықсызықты контурлары көп болған жағдайда пайдаланатынын айтып кеткенбіз. Мысалы, 11.35-суретте шеңберлері фронталь жағдайда орналасқан

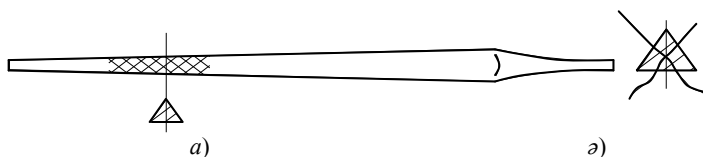
тетікбөлшектің қиғаш бұрышты фронталь диметриясы кескінделген. Сондай-ақ бұл жүйені, кейбір жағдайларда, көпжақты денелерді кескін дегенде де жиі қолданылады.



11.35-сурет. Тетікбөлшектің фронталь диметриясын кескіндеу: а) тетікбөлшектің ортогональ проекциясы; б) тетікбөлшектің фронталь диметриясы

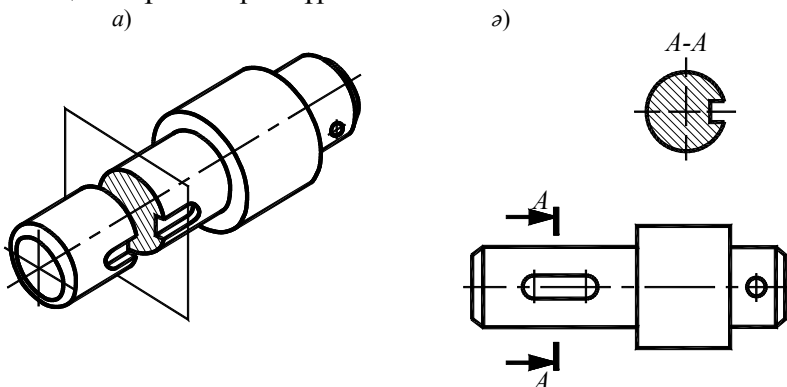
11.4. ҚИМАЛАР

Қималарды біз жоғарыда тіліктерді орындағанда кездестірдік. Тіліктің сызықталған бөлігі осы тіліктің құрамына кіретін қима болып келеді. Бірақ қиманың көбінесе өзіндік мағынасы да бар. 11.36-суретте егеу көрсетілген. Сонау мектеп шеберханасында істеп жүргендеріңізде сіздер қимасы үшбұрыш егеу деген сөз тізбегін естіген боларсыздар.



11.36-сурет

Шынында егеудің пішінін ең әуелі оны ойша қиғанда шығатын (а) жазық фигура сипаттайды. Бұл фигура нәрсенің сол жақ көрінісіне (ә) қарағанда, оның пішіні жайында қарапайым әрі анық мағлұмат беріп тұр.



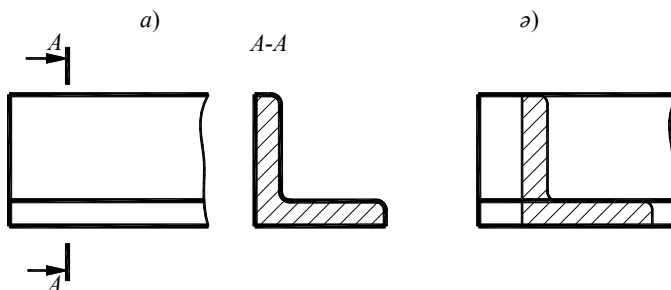
11.37-сурет

Сонымен, **қима** деп **нәрсенің бір немесе бірнеше қиюшы жазықтықтармен қиғанда пайда болатын фигураның кескінін** айтады. Қимада нәрсенің тікелей қиюшы жазықтықта пайда болатын кескіні көрсетіледі.

11.37 а-суретте көрсетілген тетік бөлшектің ойығын анықтау үшін қиюшы **А** жазықтығын ойша енгіземіз. Қимада осы (11.37 ә-сурет) **А** жазықтығының тетік бөлшекпен қиылысқанда пайда

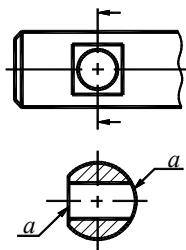
болатын фигура шығады. Бұл фигура сызықталады, ал қиылған қуыс жерлері сызықталмайды. Сызықтау сызықтарын тіліктердегідей, етіп көлбеулігі $\angle 45^\circ$, жуандығы $S/2$ -ден $S/3$ -ке дейінгі аралықта тұтас жіңішке сызықтар жүргізіледі.

Қималар өздерінің сызбада орналасқанына байланысты **оңашаланған** және **қабаттасқан қималар** деп бөлінеді. **Оңашаланған** деп нәрсенің негізгі көрінісінен тыс орналасқан қималарды айтады (11.38 а-сурет), ал **қабаттасқан** деп нәрсенің көрінісімен беттескен қималарды айтады (11.38 ә-сурет).

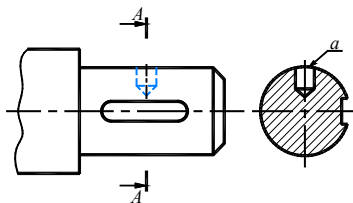


11.38-сурет. Оңашаланған және қабаттасқан қималар

Оңашаланған қиманың қарамын (контурын) шектейтін сызық негізгі тұтас жуан сызық болады. Керісінше, қабаттасқан қима жіңішке тұтас сызықпен шектеледі, оның үстіне қабаттасқан қиманың орналасқан жерінде кескіннің қарамын үзбейді. Оңашаланған қималарға қабаттасқандарынан көрі көбірек мән беріледі. Оңашаланған қима сызбаның бос жеріне орналасатын болғандықтан ол тіліктегідей белгіленеді. Қима сызығы (қиюшы жазықтықтың орны) жуандатылған үзік сызықпен (жуандығы S-1,5S), қарау бағытының нұсқамалары және қиманы көрсететін әріптермен белгіленеді. Қима үстіне А-А, Б-Б... сияқты жазу жазылады (11.37, 11.38, 11.40-суреттер). Егер қиюшы жазықтық тесікті немесе үңгілді шектейтін айналу бетінің осі арқылы өтсе, онда тесіктің немесе үңгілдің контуры қимада толық көрсетіледі (11.39, 11.40-суреттердегі "а" сызығы).



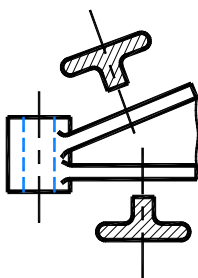
11.39-сурет



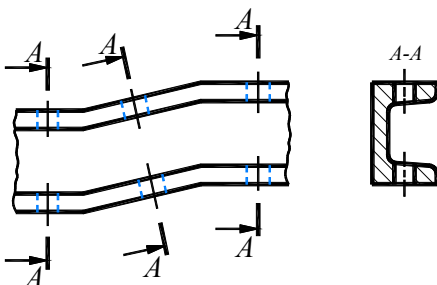
11.40-сурет

Қималарды орындауда қиюшы жазықтықтарды көлденең қималары қалыпты (бұрмаланусыз) болатындай етіп таңдайды (11.41-сурет).

Бір ғана және сол нәрсеге қатысты бірқатар бірдей қималар үшін қима сызықтары бірдей әріппен белгіленеді де, сызбада қиманың біреуі ғана сызылады (11.42-сурет).

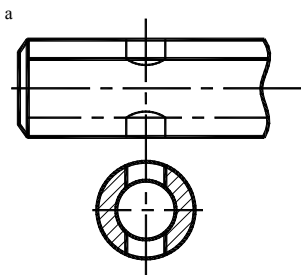


11.41-сурет

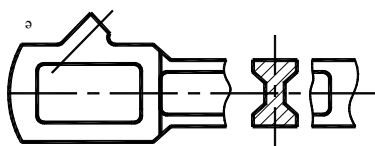


11.42-сурет

Егер қима сызығы қиманың симметрия осімен беттесе, онда оңашаланған қиманы белгілемейді және қиюшы жазықтықты көрсетпейді, ал қиманың өзі қиюшы жазықтықтың ізінің созындысында (11.43-сурет), немесе бір ғана және сол көріністің ажыратылған бөліктерінің аралығында (11.44-сурет) орналасады.

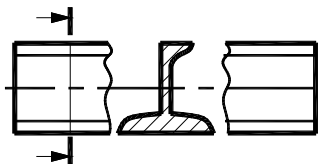


11.43-сурет

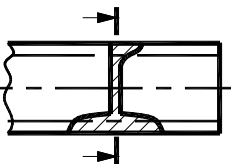


11.44-сурет

Симметриялы емес ажыратылаған жердегі оңашаланған (11.45-сурет), немесе қабаттасқан (11.46-сурет) қималар үшін қима сызығын нұсқамаларымен жүргізіледі, бірақ әріптермен белгілемейді.

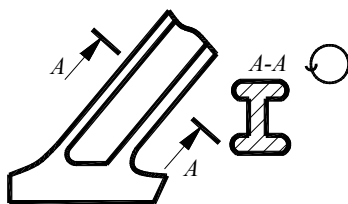


11.45-сурет

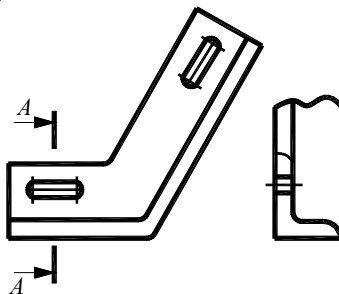


11.46-сурет

Сонымен, оңашаланған қималар сызбада кез келген жерде, бірақ мүмкіндігінше тетік бөлшек кескінінің қарамына (контурына) жақын орналасады. Бұдан басқа, қималарды бұрыпта орналастыруға болады. Ондайда қима  - «бұрылған» деген таңбамен белгіленеді (11.47-сурет).



10.47-сурет



10.48-сурет

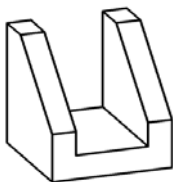
Егер қиюшы жазықтықтың қиятын тесігі дөңгелек болмаса және қима жеке бөліктерден құралған болса, онда қима орнына тілік жасалады (11.48-сурет).

Өзін-өзі тексеруге арналған сұрақтар және тест тапсырмалары

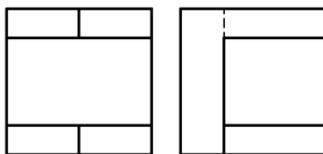
1. Көрініс деп нені айтады? Қандай негізгі көріністер бар?
2. Негізгі көріністерді қалай орналастырады және белгілейді?
3. Қандай көріністерді қосымша деп атайды? Оларды қалай орналастырады және белгілейді?
4. Жергілікті көріністің қосымша көріністен айырмашылығы неде?
5. Тілік және қима деп нені айтады? Олардың бір-бірінен айырмашылығы неде?
6. Қиюшы жазықтықтардың орналасуына және санына байланысты қандай тіліктер алынады?
7. Жергілікті тілік қалай орналасады?
8. Қандай жағдайларда қарапайым тілік белгіленбейді?
9. Нәрсе кескінінде тілік пен көріністің жарты бөліктері қалай кескінделеді?
10. Қабаттасқан қиманың онашаланған қимадан айырмашылығы неде? Қандай қима белгіленбейді?
11. Күрделі сатылы тіліктің айырмашылығы неде?
12. Шығарылған элемент деп нені айтады және ол қалай орындалады?
13. Симметриялы кескіндерді кескіндеуде қандай шарттылықтар ескеріледі?

Тест тапсырмалары:

1. Заттың көрнекі көрінісі берілген.

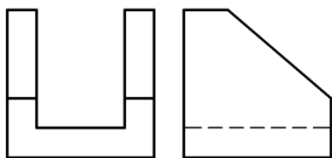


2. Нәрсенің алдынан және сол жағынан қарағандағы көріністер берілген.



Қайсы суретте алдынан және сол жағынан қарағандағы көріністері жоғарыда берілген кескінге сәйкес келеді?

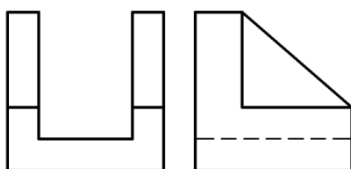
Қайсы суретте нәрсенің көрнекі көрінісі жоғарыда берілген көріністерге сәйкес келеді?



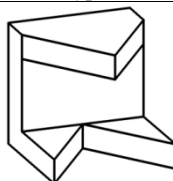
1-сурет



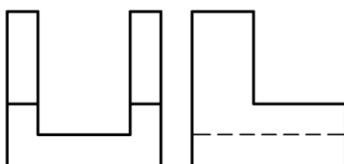
1-сурет



2-сурет



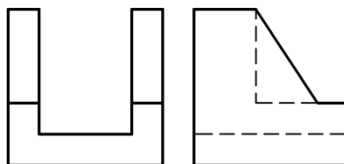
2-сурет



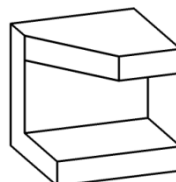
3-сурет



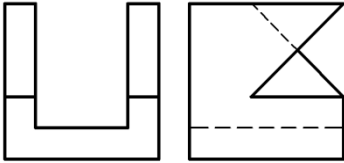
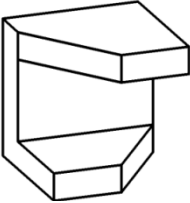
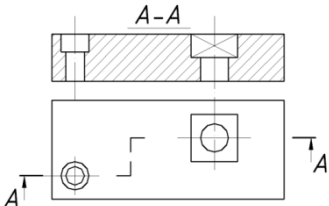
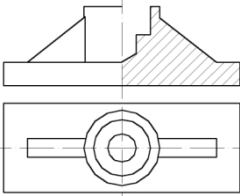
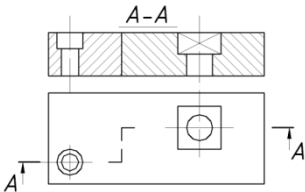
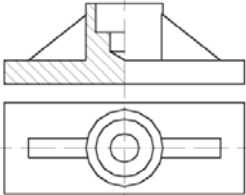
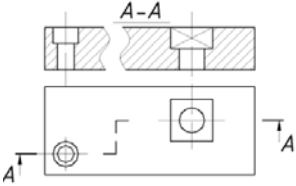
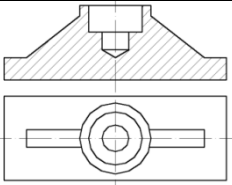
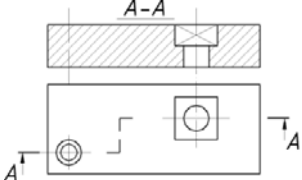
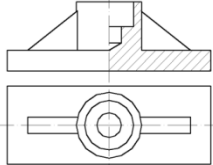
3-сурет

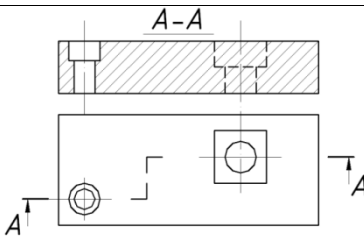
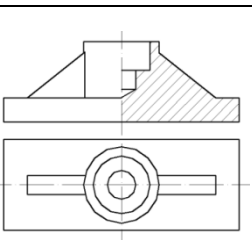


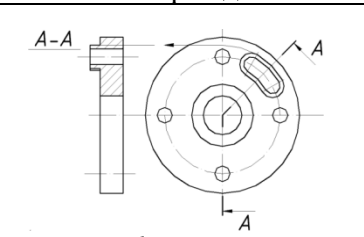
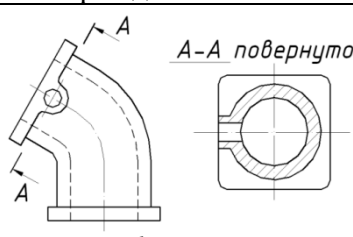
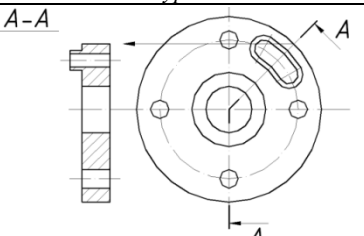
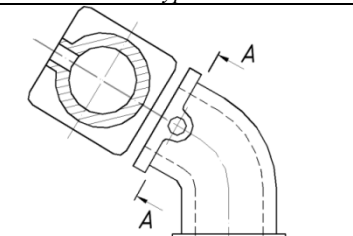
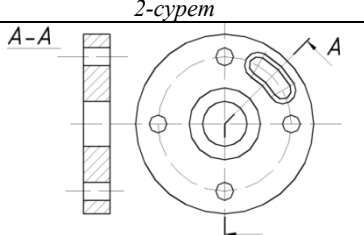
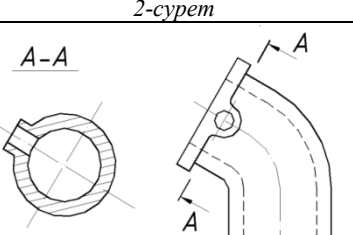
4-сурет

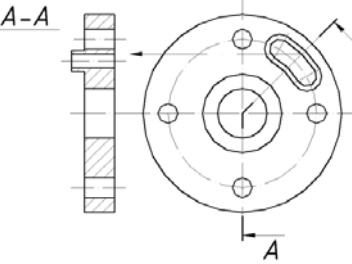
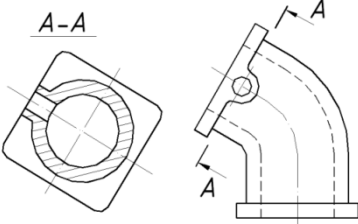
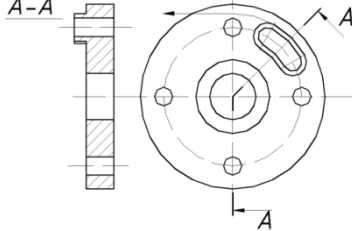
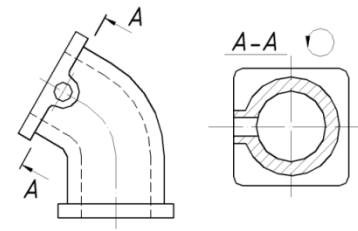


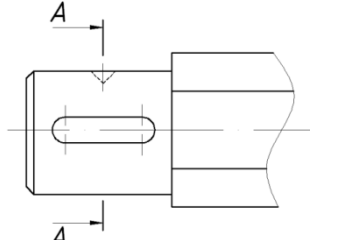
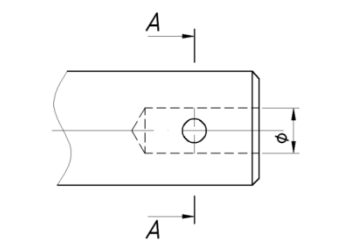
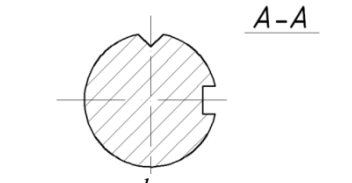
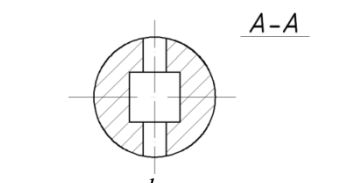
4-сурет

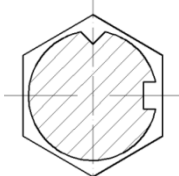
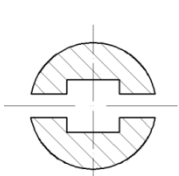
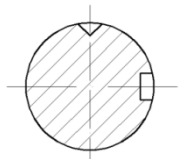
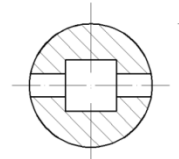
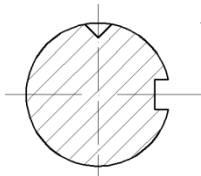
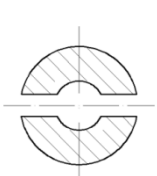
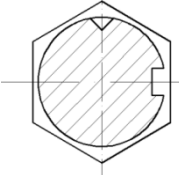
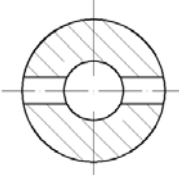
 5-сурет	 5-сурет
3. Қайсы суретте тілік ГОСТ 2.315-68* стандартына сәйкес толық орындалған?	4. Қайсы суретте тілік ГОСТ 2.315-68* стандартына сәйкес толық орындалған?
 1-сурет	 1-сурет
 2-сурет	 2-сурет
 3-сурет	 3-сурет
 4-сурет	 4-сурет

 5-сурет	 5-сурет
Дұрыс жауабы: -сур.	Дұрыс жауабы: -сур.

5. Қайсы суретте тілік ГОСТ 2.305-68* стандартына сәйкес орындалған?	6. Қайсы суретте тілік ГОСТ 2.305-68* стандартына сәйкес орындалған?
 1-сурет	 1-сурет
 2-сурет	 2-сурет
 3-сурет	 3-сурет

 4-сурет	 4-сурет
 5-сурет	 5-сурет
Дұрыс жауабы: -сур.	Дұрыс жауабы: -сур.

7. Қайсы суретте А-А қимасындағы кескін ГОСТ 2.305-68* стандартына сәйкес орындалған?	8. Қайсы суретте А-А қимасындағы кескін ГОСТ 2.305-68* стандартына сәйкес орындалған?
 1-сурет	 1-сурет
 1-сурет	 1-сурет

 <u>A-A</u> 2-сурет	 <u>A-A</u> 2-сурет
 <u>A-A</u> 3-сурет	 <u>A-A</u> 3-сурет
 <u>A-A</u> 4-сурет	 <u>A-A</u> 4-сурет
 <u>A-A</u> 5-сурет	 <u>A-A</u> 5-сурет
Дұрыс жауабы: -сур.	Дұрыс жауабы: -сур.

12. БІРІКТІРУЛЕР МЕН БЕРІЛІСТЕР

12.1. БІРІКТІРУЛЕРДІҢ КЛАССИФИКАЦИЯСЫ

Біріктірулер мен берілістер кез келген машинаның және оның құрамындағы тетікбөлшектерінің өзара жұмыс атқаруының негізін құрайды. Демек техниканың түрлі салаларында қолданысы көп біріктірулердің қандай түрлері бар және олардың элементтері сызбада стандарттарға сәйкес қалай болып кескінделетінін білу керек.

Біріктірулердің *ажырамалылары* және *ажыратылмайтындыры* болады.

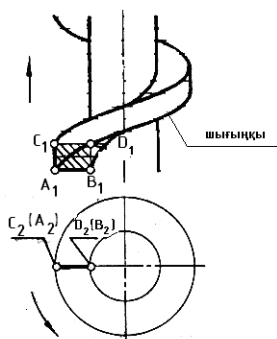
Ажырамалы біріктірулерге бекітілген тетікбөлшектерді ажыратуға және қайта құрастыруға болатындары, ал біріктіру элементтерін ажырату, олардың бұзылуынсыз немесе қирауынсыз жүзеге асырылуы мүмкін болмайтындары, *ажыратылмайтын біріктірулерге* жатады. Ажырамалыларына, мысалы, бұрандалы, кілтекті, оймакілтекті біріктірулер, ал ажыратылмайтындарына – пісіру, тойтармалау, желімдеу мен дәнекерлеу, т.б. арқылы жасалатын біріктірулер кіреді.

Құрастыру бірліктері мен машина тетікбөлшектерінің аралығында байланыс көбінесе бұрандалы біріктірулер арқылы жүзеге асырылады.

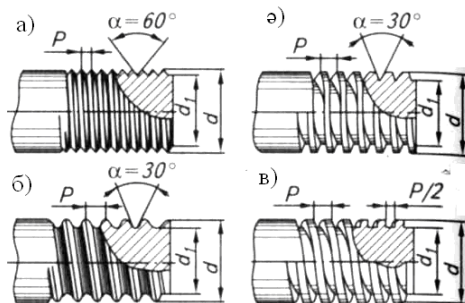
12.2. БҰРАНДАЛЫ БІРІКТІРУЛЕР

Цилиндрлік немесе конустық винттік сызықтар арқылы жасалынатын винттік беттер бұрандалы біріктірулердің геометриялық негізі болады. Цилиндрлік винттік беттің жасалуын қарастырайық. Егер тік дөңгелек цилиндрдің осі арқылы өтетін жазықтықта орналасқан жазық фигураның бір қабырғасы, мысалы 12.1-суреттегі ABCD төртбұрышының BD қабырғасы, осы цилиндрге жанасып әрі бұрама сызығының бойымен қозғалса, онда жазық фигураның бұрама қозғалысының нәтижесінде винттік шығыңқы, яғни цилиндрлік бұрама бет пайда болады. Винттік шығыңқысы бар цилиндр – *цилиндрлік бұрама*, винттік шығыңқы – *бұранда*, винттік шығыңқысын жасап тұрған жазық фигура – *бұранданың профилі* деп аталады.

Профилінің пішініне байланысты бұранданы: *үшбұрышты; трапециялы; жұмыр және тіктөртбұрышты* деп бөледі (12.2-сурет).



12.1-сурет. Бұрама бет



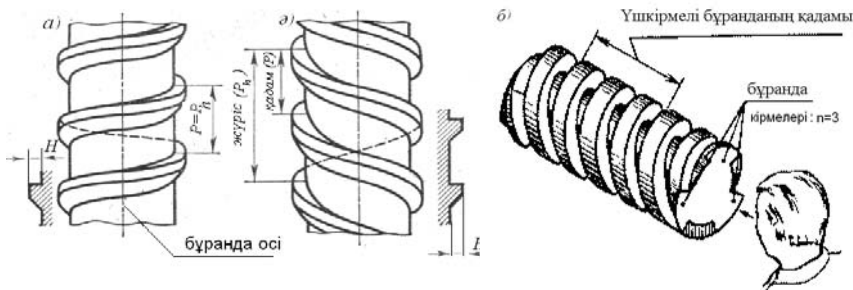
12.2-сурет. Сырықтағы бұранда:

- а) үшбұрышты;
- а) трапециялы; б) жұмыр;
- в) тіктөртбұрышты

12.2.1. Бұранданың классификациясы мен параметрлері

ГОСТ 11708-82-ге сәйкес **бұранда** деп цилиндрлік немесе конустық сырықтың бүйір бетінде тең шамада орналасқан, қимасы тұрақты бір немесе бірнеше винттік шығыңқыларды айтады. Осыған сәйкес цилиндрлік сырықтың бүйір бетіне жасалған бұранданы **цилиндрлік**, конустық сырықтың бүйір бетіндегіні – **конустық**, ал айналу гиперболоидтың бүйір бетіндегіні – **глобидты бұранда** деп атайды. **Сыртқы бұранда** деп цилиндрлік немесе конустық сырықтың сыртқы бетінде, ал **ішкі бұранда** деп цилиндрлік немесе конустық тесіктің ішкі бетінде жасалынғанын айтады.

Бұранданы жасайтын жазық фигура бір түзудің бойымен айнала винттік қозғалыс жасайды. Осы түзуді **бұранда осі** деп атайды.

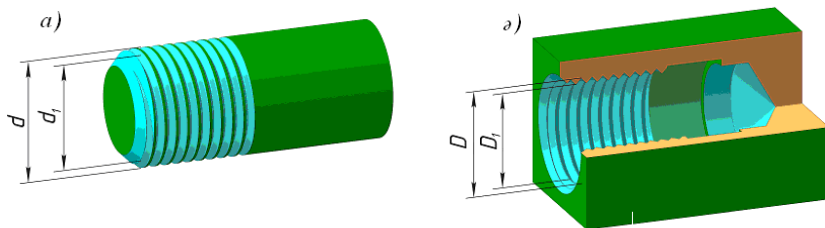


12.3-сурет. Цилиндрлік біркірмелі оңқай (а), екікірмелі солақай (б), үшкірмелі оңқай (в) бұранда

Профильдің бұранда осінен толық бір айналдырғанда шығатын бөлігі **бұранда орамы** деп аталады. Бұл жерде профильдің барлық нүктелері оське параллель бола отырып, бірдей шамаға жылжиды. Оны - **бұранданың жүрісі P_n** дейді. Бір ғана профильдің бұрама қозғалысынан пайда болған бұранданы **біркірмелі**, ал екі, үш және одан да көп бірдей профильдердің бұрама қозғалысынан пайда болғанды – **көпкірмелі (екі-, үшкірмелі, т.с.с.) бұранда** деп атайды, (12.3 а, ә-сурет). Осыған байланысты үлкен латын әрпімен белгіленетін **бұранда қадамы P** деген түсінік енгізілген. **P** – айналу осінен біржақтама бір осьтік жазықтықта жатқан бұранда профилінің аттас бүйір қабырғаларындағы көршілес ортаңғы нүктелерінің бұранда осіне параллель сызық бойымен алынған арақашықтығы. Сірә **$P_n = n \cdot P$** , бұл жердегі **n** – кірме (бұрап кіргізу) саны. Олай болса **біркірмелі** бұрандалардың жүрісі (бір бұралғаны) қадамына тең. Дайын бұйымдағы бұранданың кірме санын сырықтың шетжақ бөлігіне қарап-ақ анықтауға болады (12.3-сурет).

Бұрама сызығының бағытына байланысты бұранда **оңқай** және **солақай** болып бөлінеді. Оны қараушының алдына бұрандалы сырықты тік орналастырып қарағанда байқауға болады (12.3 а, ә-суреттер). Егер бұрама орамы солдан оңға қарай өрлесе, онда ол **оңқай** (а), ал оңнан солға өрлесе – **солақай** бұранда (ә). **H** -профиль шығыңқысының биіктігі. Шығыңқының бүйір қабырғаларының арасындағы бұрышын **профиль бұрышы (α)** деп атайды.

Бұранданың сыртқы диаметрі $d(D)^2$ – сыртқы бұранданың төбелерінен немесе ішкі бұранданың ойымдарынан сырттай жүргізілген ойдағы цилиндрдің диаметрі. Бұны **номинал диаметрі** деп қабылдайды да, бұранданы белгілегенде қолданады. **Бұранданың ішкі диаметрі $d_1(D_1)$** – сыртқы бұранданың ойымдарынан немесе ішкі бұранданың төбелерінен іштей жүргізілген ойдағы цилиндрдің диаметрі (12.4-сурет). Бұранданың сыртқы, ішкі және ортаңғы диаметрлерінің номиналды мәндері ГОСТ 24705-81-ге сәйкес алынады.



12.4-сурет. Бұрандалы тетікбөлшектер: а – сырықта; ә – тесікте

12.2.2. Бұранданы кескіндеу

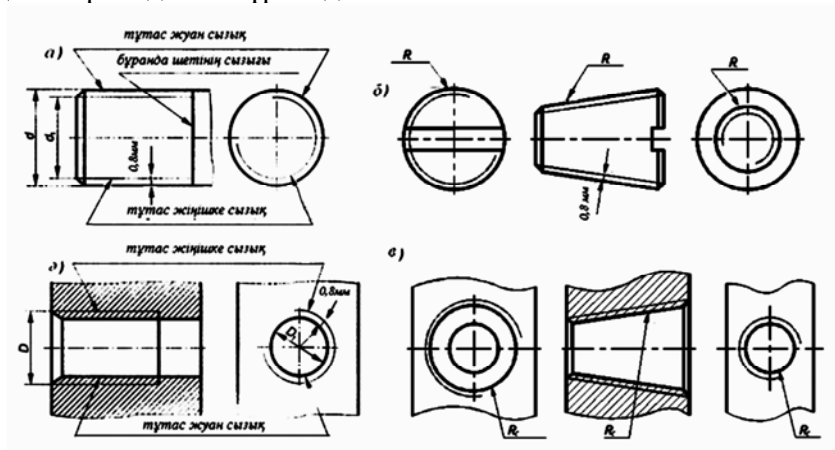
Сызбаларда бұранданы 12.2, 12,4-суреттердегідей біз көріп тұрғандай етіп суретін салмайды, оны профиліне тәуелсіз, ГОСТ 2.311-68*-ге сәйкес шартты түрде кескіндейді:

- **сырықтағы бұранданы** сыртқы диаметрі (d) бойынша тұтас жуан сызықтармен, ал ішкі диаметрі (d_1) бойынша тұтас жіңішке сызықтармен (6.5 а-сурет);
- **тесіктегі бұранданы** – ішкі диаметрі (D_1) бойынша тұтас жуан сызықтармен, сыртқы диаметрі (D) бойынша тұтас жіңішке сызықтармен (6.5 ә-сурет).

Тұтас жіңішке сызықты негізгі жуан сызықтан 0,8 мм-ден кем болмайтын арақашықтықта жүргізеді және ол бұранда қадамының өлшемінен аспауы керек. Сырық пен тесіктің *осіне параллель жазықтыққа проекциялау* арқылы алынған кескіндерде тұтас жіңішке сызық бұранданың ұзынабойына, яғни оның толық профиліне қиықжиек шетін қиып, сырықтың ұшына дейін

² ISO-Халықаралық Стандарттау Ұйымының кепілдемесімен бұрандама бұрандасының диаметрін d және d_1 , ал сомын бұрандасының диаметрлерін – D және D_1 әріптерімен белгілейді.

жүргізіледі (12.9-сурет), ал сырықтың (тесіктің) *осіне перпендикуляр жазықтыққа проекциялау* арқылы алынған кескіндерде (сол жақ көріністерінде) ішкі (сыртқы) диаметрі бойынша тұтас жіңішке сызықпен шамамен шеңбердің 3/4 бөлігіне тең доға сызылады. Доғаның ұштарын кез келген жерінен, тек центрлік сызықтарда жатпайтындай етіп үзеді (12.5-сурет). Осы көріністе сырық пен тесіктегі қиықжиектерді, егер олардың арнаулы құрылымдық қолданулары болмаса, көрсетпейді. **Бұранда шетін** сырықта да, тесікте де бұранданың толық профилінің біткен жерінен тұтас жуан сызықпен, сыртқы диаметріне дейін жүргізеді.

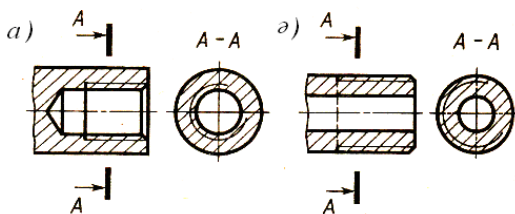


12.5-сурет. Бұранданы сызбаларда шартты кескіндеу: а) цилиндрлік сырықта; ә) цилиндрлік тесікте; б) конустық сырықта; в) конустық тесікте

Көрінбейтін бұранданы сыртқы және ішкі диаметрлері бойынша жуандықтарын бірдей етіп, үзілме сызықтармен кескіндейді (12.6, 12.7 ә-суреттер). Егер тесік өтпелі болмай, 12.6, 12.7 ә-суреттер тұйық болса, онда оның соңында бұрандалы тескіштің ұшының қайрау бұрышы 120^0 -ты құрайтын конустық үңгіл көрсетіледі. Оны төбесіндегі бұрышы 120^0 болатын тең бүйірлі үшбұрыш етіп сызады (12.7 а, 12.8 а-суреттер) Тіліктерде және қималарда **сызықтау сызықтарын**: сырықта бұранданың сыртқы диаметріне дейін; тесікте - ішкі диаметріне дейін, яғни барлық жағдайларда тұтас жуан сызыққа дейін жүргізеді (12.7-сурет).



12.6-сурет. Көрінбейтін бұранданы кескіндеу

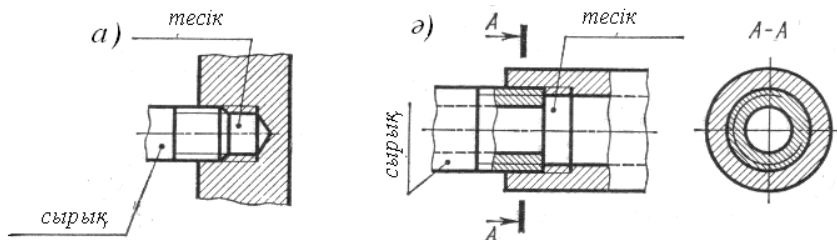


12.7-сурет. Бұрандасы бар тетікбөлшектерді сызықтау: а) тесікте, б) құбырлы сырықта

Сонымен, бұранда профильдерінің пішіндері әртүрлі болғанымен, сызбаларда олар шартты түрде бірдей болып кескінделетінін түсіндік.

Енді бұрандалы тетікбөлшектерді бір-біріне бұрап кіргізгенде, олардың сызбада ықшамдап кескінделетінін қарастырайық.

Бұрандалы біріктірулерде, яғни бұрандалы сырықты бұрандалы тесікке бұрап кіргізгеннен кейінгі кескінінде сырықтағы бұранда өзгеріссіз қалады да, тесіктегі бұранданың тек сырықтағы бұрандамен жабылмай қалған жері көрсетіледі (12.8-сурет). Бұл жерде сырықтағы бұранданың сыртқы диаметрінің тұтас жуан сызықтары тесіктегі бұранданың тұтас жіңішке сызықтарына өтеді (ауысады). Және керісінше, сырықтағы бұранданың ішкі диаметрінің тұтас жіңішке сызықтары тесіктегі бұранданың ішкі диаметрінің тұтас жуан сызықтарына өтеді.

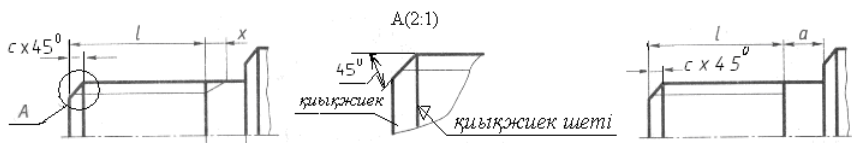


12.8-сурет. Бұрандалы біріктірулерді бұрандалы тұтас сырықпен (а) және бұрандалы құбырлық сырықпен (б) кескіндеу

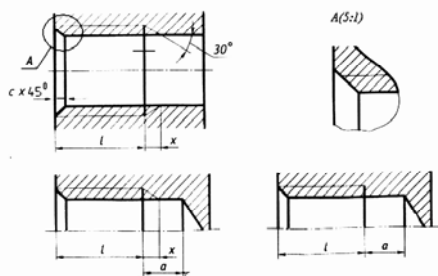
12.2.3. Бұранданың құрылымдық және технологиялық элементтері

Қазіргі таңда бұранданы: бұрандакескіштермен, бұранда-ойғыштармен, тарақтармен, бұрандаойғыш бастиектермен ойып жасайды. Сонымен қатар, арнаулы бұрандалы жонғыштардың көмегімен жонғылау, шарықтастармен ажарлау, бүрлеу, құю, баспалау арқылы жасайтын жаңа технологиялар да бар.

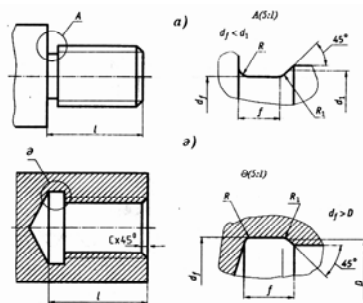
Бұранданы оюға дейін, сырықтың ұшында және тесіктің басталуында, бұранданың шеткі орамдары зақымданбау үшін және бұрандасы бар тетікбөлшектерді өзара біріктіргенде бағыттаушы қызметін атқаратын конус пішінді (жасаушылары бұранда осімен $\angle 45^0$ жасайды) **қиықжсиек (фаска)** с жасалынады. Бұранда жасайтын құралдардың құрылғысына байланысты, яғни кескішті қайтарарда бұранданың толық профилінен тетікбөлшектің тегіс жеріне өтерде, оның шығыңқылары біртіндеп кеме береді де соңында олар жоқ болады - мұны **бұранданың сілемі (сбег резьбы)** x деп, оны сызбада керек болған жағдайда ғана бұранда шетінен бұрышы 30^0 -қа тең тұтас жіңішке сызық жүргізу арқылы кескіндейді (12.9-сурет). Сол сияқты, бұранданы кесетін құрал тетікбөлшектің шетжақ немесе тірек беттеріне тіреліп қалатындықтан бұранда соңына дейін толық кесілмейді - бұл жері **бұранданы толық жеткізбеу (недовод резьбы)** деп аталады. Сілем мен толық жеткізбеу қосылып, **бұранданың шалаойымын (недорез)** a құрайды (12.9, 12.10-суреттер).



12.9-сурет. Сыртқы бұранданың кескінделуі: a, c, x – шалаойым, қиықжсиек және сілемнің өлшемдері; l – бұранданың толық профилінің ұзындығы



12.10-сурет. Ішкі бұранданың кескінделуі: белгілеулер
12.10-суреттегідей

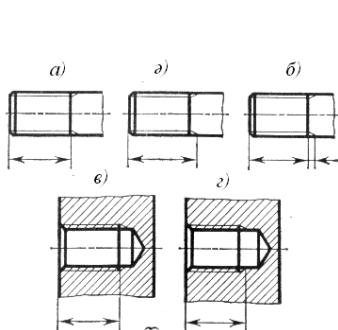


12.11-сурет. Сыртқы және ішкі бұранданың технологиялық элементтері: d_f – бунақтың диаметрі; f – бунақтың ені; R – түйінdestіру радиусы; R_1 – жұмырландыру радиусы

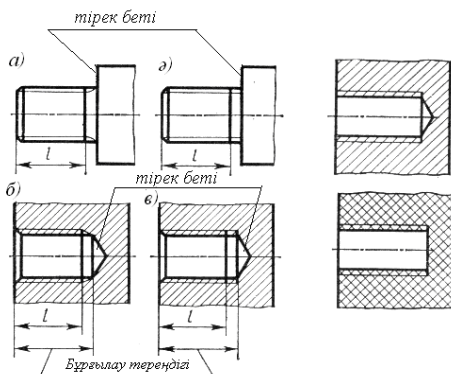
Сырық пен тесікте бұранданы ұзынабойы толық профильді етіп жасау үшін және бұрандакескіш аспапты қайыру үшін **бунақ** жасалынады (12.11-сурет). Оның диаметрі сыртқы бұранда үшін бұранданың ішкі диаметрінен кішірек (а), ал ішкі бұранда үшін – бұранданың сыртқы диаметрінен үлкенірек (ә) болады. Қиықжиектердің, сілемдердің, шалаойымдардың және бунақтардың пішіндері мен өлшемдері ГОСТ 10549-80-ге қарап алынады.

Бұранда ұзындығы деп тетікбөлшектің бұрандасы бар (сілемі мен бунағын қосқанда) бөлігінің ұзындығын айтады. Әдетте, сызбаларда бұранданың тек қана толық профилінің ұзындығын (ℓ) көрсетеді (12.12-сурет). Сыртқы (12.11 а-сурет) немесе ішкі (12.11 ә-сурет) бунағы бар болса, оның да енін бұранданың ұзындығына енгізеді. Бұранда сілемін немесе сілемі қосылған ұзындығының өлшемдері керек болған жағдайларда, 6.12 ә б-суреттегідей етіп көрсетіледі.

Тірек бетіне дейін жасалынған бұранданы 12.13-суреттегідей етіп кескіндейді, сондай-ақ осы суреттегі "б" және "в" варианттарын да қолдануға болады. Бұранда жасалынбайтын сызбаларда (құрастыру сызбалары) тұйық тесіктің соңын (түбін), тіпті бұранда ұзындығы мен осы бұранда үшін арналған тесіктің тереңдігінің арасындағы алшақтығына қарамай 12.14-суреттегідей етіп кескіндеуге болады.



12.12-сурет. Бұранда ұзындығының өлшемдері: а, б, в – сырықта; г, д – тесікте



12.13-сурет. Бұранда ұзындығының тірек бетіне дейінгі өлшемі: а, б – сырықта; в – тесікте

12.14-сурет. Бұранданың тұйық тесікте кескінделуі.

12.2.4 Стандартты бұрандалардың типтері, профильдері және белгіленуі

Пайдалану қажеттілігіне байланысты бұрандаларды **жалпы қолданыстағы** және **арнаулы** (белгілі бұйымның бір типті тетікбөлшектерін біріктіруге арналған) бұрандалар деп бөледі.

Жалпы қолданыстағы бұрандаларға:

Бекіту бұрандалары. Мұндай типке машина тетікбөлшектері мен аспаптардың ажырамалы-біріктірулерінде қолданатын **метрикалық** және **дюймдік** бұрандалар жатады. Біріктірулердің беріктілігін қамтамасыз ету осы бұрандалардың көмегімен жүзеге асырылады.

Кинематикалық (жүрістік) бұрандалар. Бұларға ең аз үйкеліспен дәлме-дәл орын ауыстыру үшін қолданылатын **трапециялық**, **тікбұрыштық** және **беріктілігі жоғары метрикалық** бұрандалар, сонымен қатар домкраттар мен баспақтардағы айналуды қозғалысын ілгерілемеліге түрлендіретін **тіректік** бұранда жатады.

Құбырлық пен арматуралық бұрандаларға цилиндрлік пен конустық құбырлық және конустық метрикалық бұрандалар жатады. Мұндай бұрандалар құбыржолдар мен арматуралардың біріктірулеріндегі тығыздықты және өткізбеушілікті қамтамасыз етеді.

12.2.4.1. Бекіту бұрандалары

Метрикалық цилиндрлік бұранда. Техникада метрикалық цилиндрлік бұранданы ГОСТ 8724-81 бойынша диаметрлері 0,25-тен 600 мм-ге дейін аралықта бекіту бұрандасының негізгі типі ретінде пайдаланады; соның ішінде бұранда диаметрлері. 5-тен 45 мм-ге дейін аралықтағылары ауыспалы қондырмалары және керілісі бар біріктірулер үшін; 0,25...0,9мм – дәлме-дәл механиканың аспаптары үшін; 3,5...400 мм – аспапжасау өндірісі үшін (ГОСТ 16967-81, ГОСТ 24706-81); 1...180 мм – пластмасадан жасалған тетікбөлшектер үшін (ГОСТ 11709-81) пайдаланылады.

Метрикалық цилиндрлік бұранда көбінесе біркірмелі, оңқай болып келеді. ГОСТ 9150-81 бойынша бұранда профилі – биіктігінің (ұшының) 1/8 бөлігі қиылған немесе жұмырландырылған теңбүйірлі ұшбұрыш болады, профиль бұрышы: $\alpha = 60^0$ (12.15-сурет). Негізгі параметрлері: ГОСТ 24705-81; ГОСТ 8724-81 және ГОСТ 16093-81 арқылы анықталады. Профильдің шығыңқылары мен ойымдарының төбелерін түзу немесе шеңбер доғасы бойынша қиылуының себебі мұндай жағдайда бұранданы жасау жеңілденеді әрі ондағы кернеудің шоғырлануын азайтады және пайдалану кезінде зақымданудан сақтайды.

Метрикалық бұранданы **ірі қадамды** (берілген бұранда диаметрі үшін жалғыз) және **майда қадамды** етіп орындайды. Ірі қадамды бұранданың әрбір **номинал диаметріне** бір ғана анықталған қадам сәйкес келеді, ал майда қадамды бұранданың дәл сондай номинал диаметріне бірнеше қадамдар сәйкес болады.

Мысалы, бұранда диаметрі $d=24$ мм үшін ірі қадам әрдайым 3 мм болады, ал майда қадамдары: 2; 1,5; 1 және 0,75 мм болуы мүмкін. Сондықтан метрикалық бұранданың белгілеуінде ірі қадам көрсетілмейді, ал майда қадам міндетті түрде көрсетіледі. Қадамының шамасын сәйкес стандарттардың кестелерінен анықтауға болады.

Ірі қадамды сыртқы (сырықтағы) бұранданы белгілеудің мысалы: **M24-6g**, ішкі бұранда (тесіктегі) — **M64-7H**, бұл жерде **6g** мен **7H** – бұранданың жұмысшы бетінің сырықтағы (**6g**) және тесіктегі (**7H**) шақтама өрістері. Майда қадамды бұранданы белгілеудің мысалы: **M24x2-7H**, **M64x3-6g**. Барлық белгілеулерде шақтама өрістер міндетті түрде көрсетіледі.

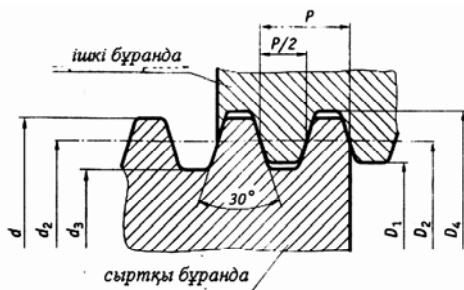
бұранда орамдарының бір дюймге шаққандағы саны көрсетіледі. Белгілену мысалы 1" , 5/8 " т.с.с.

12.2.4.2. Кинеметикалық бұрандалар

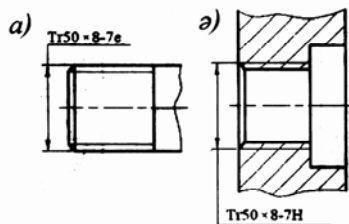
Трапециалық бұранда (ГОСТ 9484-81) ілгерлемелі-қайтарылмалы қозғалыс жасайтын шеберүстелдердің (верстактардың), құралкүймешіктердің (суппорттардың), т.с.с. бұрамаларында қолданылады (6.17-сур.). Профилінің бұрышы $\alpha = 30^0$ -қа тең. Трапециялық бұранда біркірмелі және көпкірмелі болып келеді. Оның негізгі параметрлері: ГОСТ 24738-81, ГОСТ 24737-81, ГОСТ 9562-81 және ГОСТ 24739-81 бойынша анықталады. Әр номинал диаметр - d үшін, әдетте, үш түрлі қадам қарастырылады. Мысалы, сыртқы диаметрі 60 мм үшін бұранда қадамдары 12 мм, 8 мм және 3 мм болуы мүмкін. Көп жағдайда бұл бұранда көпжүрісті болып жасалады, себебі, бұрамаға бір айналғанның өзінде, оған барынша ілгері қозғалыс қамтамасыз етілуге мүмкіндік беріледі.

Трапециялық бұранданың сызбада шартты белгіленуі **Tr**-әріптік белгілуден, бұранданың номиналды диаметрі мен жүріс саны мәндерінен (көпжүрісті бұрандалар үшін), қадам шамасынан және дәлдік дәрежесінен құрастырылады. Мысалы: **Tr 40x6 -7e**- сыртқы диаметрі 40 мм, қадамы 6 мм, оңқай, шақтама өрісі 7е трапециялық, болатын бұранда. **Tr40x6-7H** дәл сондай ішкі бұранда үшін: **Tr 20x8(P4) - 8e** - көпжүрісті (екіжүрісті) сыртқы, номиналды диаметрі 20 мм, жүрісі 8 мм және қадамы 4 мм, шақтама өрісі 8е трапециялық болатын бұранда. Сызбаларда трапециялық бұранда сыртқы диаметрі бойынша белгіленеді (12.18-сурет).

Тіректік бұранда біржақтама бағытталған күштердің әсеріне арналған бұрамаларда, мысалы домкраттарда, баспақтарда қолданылады (12.19-сурет). Шартты белгісі **S**. Профилі және негізгі өлшемдері ГОСТ 10171-82-ге сәйкес алынады.

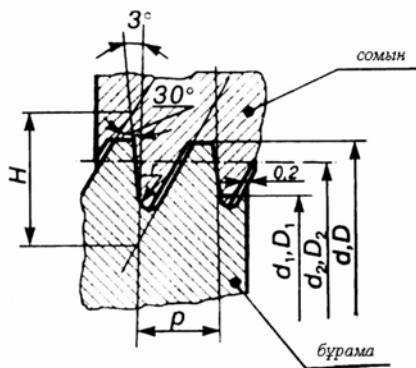


12.17-сурет. D_4 – ішкі бұранданың сыртқы диаметрі; басқа белгілеулерді 6.16-суреттен қара

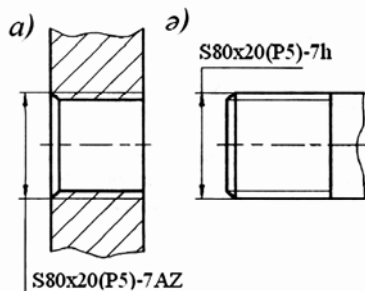


12.18-сурет. Трапециялық бұранданың шартты кескінделуі және белгіленуі; а-сыртқы бұранда; ә-ішкі бұранда

Тіректік бұранданың сызбада шартты кескінделу және белгілену мысалы: **S80x20(p5)-7h**, бұл жерде **80** – бұранданың номинал диаметрі; **20** – жүрісі, **5** – қадамы (төрткірмелі бұрандасында); **7h** – сырықтағы шақтама өрісі (12.20-сурет).

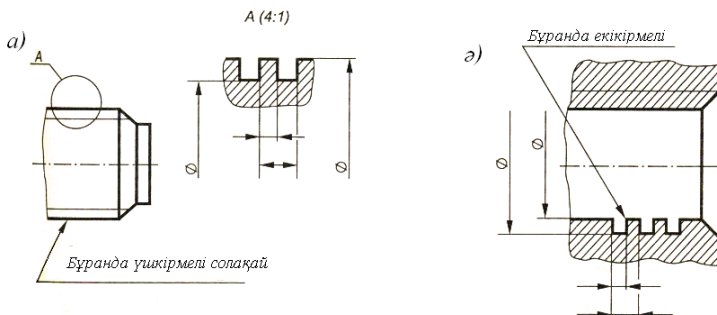


12.19-сурет. Тіректік бұранданың профілі



12.20-сурет. Трапециялық бұранданың шартты кескінделуі және белгіленуі; а – ішкібұранда; ә – сыртқы бұранда

Тікбұрышты бұранданы осьтік күштің әсерінен өздігінен бұралып шығып кету қаупі бар біріктірулерде қолданады. Бұл бұранданың профілі стандартталмағандықтан, сызбада оны жасауға және бақылауға қажет барлық өлшемдерін және «**Бұранда**» деген сөзінен басқа да қосымша мәліметтерін (бұранданың кірме сандарын, солақай бағытты екенін, т.с.с.) қосып көрсетеді (12.23-сурет).



12.21-сурет. Тік бұрышты бұранданың кескінделуі және белгіленуі:
а – сырықта; ә – тесікте

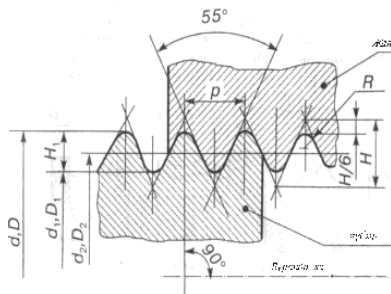
12.2.4.3. Құбырлық пен арматуралық бұрандалар

Құбырлық цилиндрлік бұранда ГОСТ 6357-81 бойынша профиль бұрышы $\alpha = 55^\circ$ -ты құрайтын теңбүйірлі үшбұрыш болады (12.22-сурет). Профилінің төбелері мен ойымдары оның сыртқы және ішкі бұрандалары үшін жалпы алғанда жұмыр болып келеді, сондықтан бұл бұранданың қымтаулығы метрикалыққа қарағанда көбірек болады. Құбырлық цилиндрлік бұранда құбыржолдық арматураларда (ысырмаларда, бұқтырмаларда, клапандарда), су-газ тасымалдайтын құбырларды біріктіретін түзу жалғастырғыштарда (муфталарда), бұрыштықтарда, айқастырмаларда т.с.с. жұқа қабырғалы тетікбөлшектерде қолданылады. Құбырлық цилиндрлік бұранданың шартты белгілеуіне G әрпі бұранданың дюймдегі өлшемі («"» белгісі қойылмайды), бұрандаманың ортаңғы диаметрінің A немесе B (дәлдігі төменірек) дәлдік класы және бұрап шығару ұзындығы (егер ол стандарт белгіленгенінен асып кетсе) кіреді (12.23 а-сурет). Мысалдар: **G 1/4 -A**; **G 1/2 LH-A**; **G 3/8- A-20**; **G 1LH-B-40**, бұл жердегі **20** және **40** сандары – мм-дегі бұрап шығару ұзындықтары.

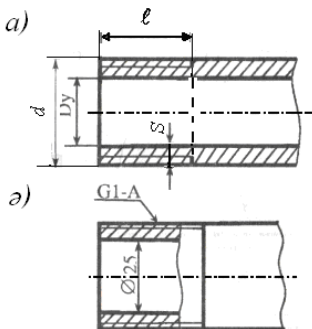
Енді құбырлық бұрандалардың белгіленуіне назар аударайық. Егер метрикалық бұранда үшін белгілеуінде көрсетілетін диаметрінің өлшемі оның шынайы өлшеміне сәйкес келсе, ал құбырлық бұранданың белгілеуіндегі көрсетілетін оның дюймдегі өлшемі шамамен **құбырдың шартты өтпесіне** (құбырдың өткізу мүмкіншілігін есептейтін ішкі номинал

диаметріне) тең. Мысалы, **G1** құбырдың сыртқы бетінде кесілген, бірақ шартты өтпесі **Dy=25мм-ге**, яғни шамамен бір дюймге тең құбырлық бұранданың өлшемін белгілейді. Шын мәнісінде осы құбырдың сыртқы диаметрі **d=33,249 мм-ге** тең, яғни қабырғасының екі қалыңдығына артық болады.

Сондықтан құбырлық бұранданың өлшемін шығару сызығының сөресіне қояды (12.23 ә-сурет).



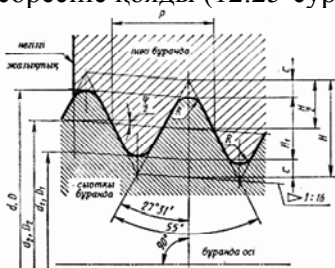
12.22-сурет. Құбырлық цилиндрлік бұранданың профилі



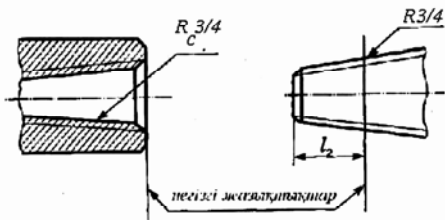
12.23-сурет. Құбырлық цилиндрлік бұранданың өлшемдері: а – құрылымдық өлшемдері; ә – сызбада белгіленуі

Құбырлық конустық бұрандаларды (ГОСТ 6211-81) көтерімді қысымда және температурада жұмыс істейтін біріктірулердің қымтаулылығы жоғары болу үшін, мысалы газдық баллондардың жұтқыншақтарында, қолданады. Профилінің бұрышы -55^0 , конустылығы - 1:16 (12.24-сурет). **Конустық бұранданың негізгі жазықтығы** деп бұранданың осы жазықтықта берілетін сыртқы, ортаңғы және ішкі номиналды өлшемдерін айтады. Сырықта негізгі жазықтықтың орны шамамен бұранда кесілген ұзындықтың ортасында орналасады, ал тесіктерде бұл жазықтық шетжакпен (үлкен диаметрі жағындағы) беттеседі (12.25-сурет). Конустық бұранданың диаметрі үнемі өзгеріп отыратындықтан, оның өлшемін негізгі жазықтықтың қимасына қатынасты етіп қояды. Себебі бұл қимада конустық бұранданың диаметрі құбырлық цилиндрлік бұранданың диаметріне тең болады. Стандартталмаған тетік-бөлшектерді біріктіргенде, оның жұмыс сызбасында негізгі жазықтықтың орны көрсетіледі. Құбырлық конустық бұранданың сызбада шартты белгіленуі: **R** (сыртқы бұранда) немесе **R_c** (ішкі

бұранда) әрпін; негізгі жазықтықта анықталатын (дюймде берілген) шартты диаметрін, осы екеуін шығару сызығының сәресіне қояды (12.25-сурет).



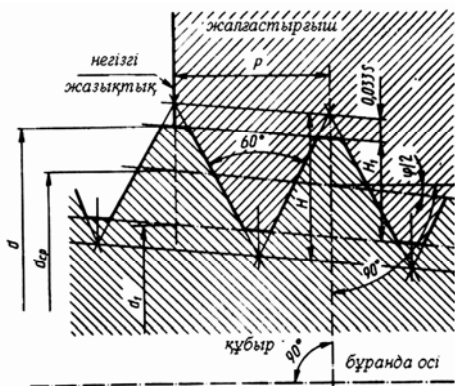
12.24-сурет. Құбырлық конустық бұранданың профилі



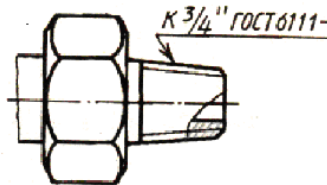
12.25-сурет. Құбырлық конустық бұранданың шартты кескінделуі және белгіленуі

Конустық дюймді бұранданы машиналар мен білдектердің отын - май - су және ауа құбыржолдарының біріктірулерінде қолданады. Оның профилінің бұрышы 60° -қа тең, конустылығы 1:16, негізгі өлшемдері ГОСТ 6111-52-ге сәйкес алынады (12.26-сурет).

Белгілеу мысалы: **К 3/4" ГОСТ 6111-52**. Бұны шығару сызығының сәресіне жазады (12.27-сурет).



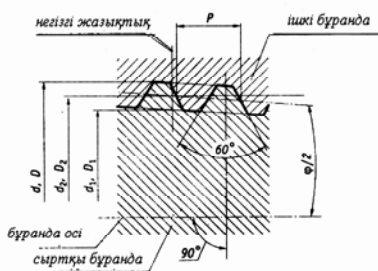
12.26-сурет. Конустық дюймдік бұранданың профилі



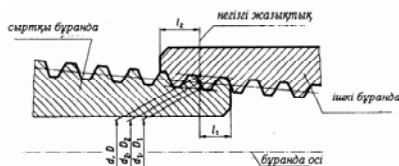
12.27-сурет. Конустық дюймдік бұранданың шартты белгіленуі

Конустық метрикалық бұранда. Профилі және негізгі параметрлері ГОСТ 25229-82 бойынша анықталады (12.28-сурет).

Бұл бұранданы жоғары қысымда жұмыс істейтін құбыр-жолдардың біріктірулерінде қолданады.



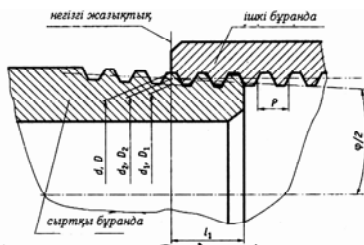
12.28-сурет. Конустық метрикалық бұранданың профілі



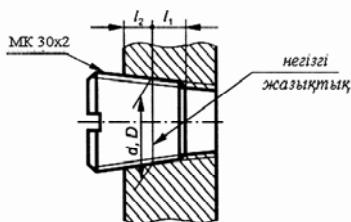
12.29-сурет. Негізгі жазықтықтың құбырдың шетжағына дейін орналасуы:

l_1 - негізгі жазықтықтан құбырдың шетжағына дейінгі арақашықтық;
 l_2 - негізгі жазықтықтан жалғастырыштың шетжағына дейінгі арақашықтық

Негізгі жазықтықтың орнын l_1 және l_2 өлшемдері анықтайды (12.29-сурет). Осы негізгі жазықтықтағы бұранда мен ГОСТ 9150-81*-дегі метрикалық бұранданың өлшемдері ортақ болады, ал бұл жағдай сыртқы конустық бұранда мен ішкі цилиндрлік бұранданың біріктірілуін қамтамасыз етеді (12.30-сурет). Бірақ бұл жағдайда конустық бұранданың бұрап кіргізілуі, яғни кіргізу арақашықтығы $0,8 l$ -ден кем болмауы керек. **Конустық метрикалық бұранданың** сызбада белгілену мысалы: **МК 30x2** – метрикалық конустық бұранда, диаметрі 30 мм, қадамы 2 мм, оны шығару сызығының сөресіне қояды (12.31-сурет).

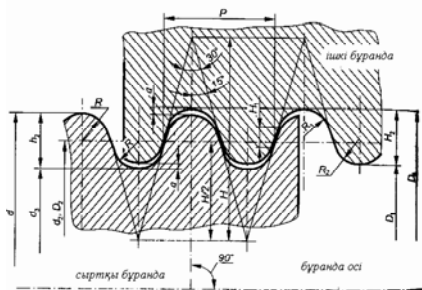


12.30-сурет. Сыртқы бұранданың ішкі бұрандамен біріктірілуі

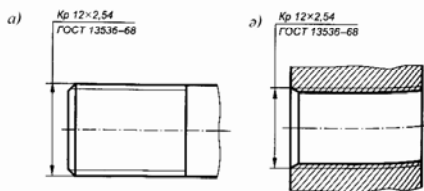


12.31-сурет. Метрикалық конустық бұранданың белгіленуі

Жұмыр бұранда негізінде санитарлы-техникалық және гидравликалық арматуралардың тетікбөлшектерінде (араластырғыш вентильдердің айналдырықтарында, әжетхана және сүеткізгіш шүмектерінде) қолданылады. Жұмыр бұранданың профилін, негізгі өлшемдерін және шақтама өрістерін ГОСТ 13536-68 арқылы анықтайды (12.32-сурет). Жұмыр бұранданың сызбада шартты белгіленуі **Кр** әріптерінен, номиналды диаметрінен, қадамы мен стандартынан құралады, мысалы: **Кр 12х2,54 ГОСТ 13536-68** (12.33-сурет).

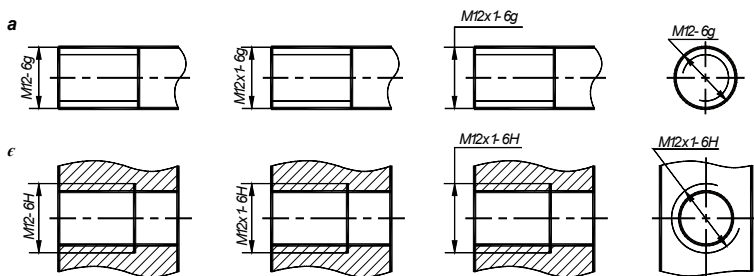


12.32-сурет. Жұмыр бұранданың профилі



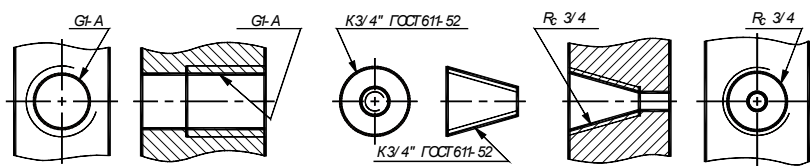
12.33-сурет. Жұмыр бұранданы белгілеу: а – сырықта; ә – тесікте

Сонымен, жұмыс сызбаларында: метрикалық бұранда **М**; трапециялық – **Tr**; тіректік – **S**; құбырлық цилиндрлік – **G**, құбырлық конустық – **R**; конустық метрикалық – **МК** әріптерімен белгіленеді. Әріптік белгілеулерден кейін бұранданың геометриялық параметрлері және шақтама өрістерінің белгілері кіреді. ГОСТ 2.311-68 бойынша барлық бұрандалардың, конустық пен құбырлық цилиндрлік бұрандалардан басқаларының, белгілеулерін бұранданың сыртқы диаметріне қатысты етіп, өлшем сызығының үстіне, оның созындысына немесе шығару сызығының сәресіне қояды (12.34-сурет).



12.34-сурет. Бұрандаларды белгілеу: а) сырықта; ә) тесікте

Конустық пен құбырлық цилиндрлік бұрандалардың белгілеулерін бұранданың контурына қатысты етіп, оларды тек қана шығару сызығының сөресіне қояды (12.35-сурет).



12.35-сурет. Цилиндрлік құбырлық және конустық бұрандалардың белгіленуі

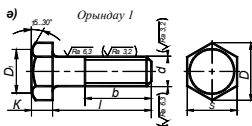
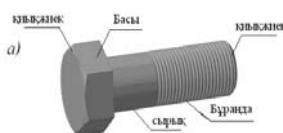
12.3. СТАНДАРТТЫ БЕКІТУ ТЕТІКБӨЛШЕКТЕРІ

Машинажасауда екі немесе одан көп тетікбөлшектерді ажырамалы етіп біріктіру үшін әртүрлі стандартталған бұрандалы бекіту бұйымдары: **бұрандамалар (болты), бұрамасұқпалар (шпильки), бұрамалар (винты) сомындар(гайки)**, сонымен қатар оларды тоқтату (стопорение) үшін арналған тетікбөлшектер: **тығырықтар, сіргелер, сұққыштар** және **сым** пайдаланылады. Стандартты бұрандалы тетікбөлшектерді қолдану, олардың жұмыс сызбаларын жасаудың қажеттілігі болмайтындықтан, машина мен механизмдерді жобалау үдеріс тездетеді және олардың өзара ауысымдылығы машиналарды жөндеу кезінде қосымша қиыстырусыз-ақ қамтамасыз етіледі. Бұрандамасы бар стандартты бекіту тетікбөлшектерді **жалпы қолданыстағы** және **арнаулы** деп бөледі.

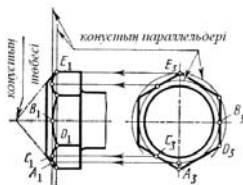
Бекіту тетікбөлшектердің пішіндерін, өлшемдерін және басқа сипаттарын (материалын, қаптау түрін, беріктілік класын және т.б.) ГОСТ17590-87 бойынша анықтайды. Бұрандамаларды, бұрамасұқпаларды, бұрамаларды (орнатылмалыларынан басқасы) көміртегілі және қоспаланған болаттардан жасайды. Олардың механикалық қасиеттерін ГОСТ1759.4-87*(ИСО 989/1-78), ал сомындардікін - ГОСТ 1759.5-87*(ИСО 989/2-80) регламенттейді. Бұрандамалар, бұрамалар, бұрамасұқпалар және бұрамашегелердің белгілеулерінде олардың көміртегілі және қоспаланған болаттардан жасалғанын келесі беріктілік кластарының: 3.6; 4.6; 4.8; 5.6; 5.8; 6.6; 6.8; 8.8; 9.8; 10.9 және 12.9-дың біреуімен сипаттайды. Сомындарға - 7; 4; 5; 6; 8; 10; 12; беріктілік кластары белгіленген. Тығырықтардың көбі көміртегілі және қоспаланған (тек қана серіппелі тығырық серпімділік қасиеті жоғары 65Г, 30Х13) болаттардан, ал сіргелерді Ст1 және Ст2 типті жұмсақ болаттардан жасайды. Бекіту тетікбөлшектердің ұзақ тұрақтылығын жоғарылату үшін түрлі қаптауларды: жеңіл жағдайларда жұмыс істейтіндер үшін мырышты және никельді көпқабатты қаптаулар; орташаларына – кадмийлік және көпқабатты (жез-никель-хром); қатандыларына – оксидті, майланған фосфатты және тағы басқаларын пайдаланады. Қаптаудың ең аз қалыңдығы 3; 6; 9 мкм болуы керек.

12.4. БҰРАНДАМАЛАР

Бір ұшында басы, ал екінші ұшы бұрандалы болатын цилиндрлік сырықты **бұрандама (болт)** деп атайды (12.36-сурет). Пайдалану қажеттілігіне байланысты бұрандамалар жалпы қолданыстағы және арнаулы бұрандамалар деп бөлінеді.



12.36-сурет. Бұрандама: а) алты жақты басы бар бұрандаманың; ә) бұрандаманың сызбадағы кескіні



12.37-сурет. Бұрандама басындағы қиықжиекті кескіндеу

12.37-сурет (тапсырма талап еткен жағдайда) үйрету сызбаларында орындалатын бұрандама басының бүйір жақтарындағы айналу конусының (конустық қиықжиектің) оның осіне параллель жазықтықтармен (басының жақтарымен) қиғанда пайда болатын гипербола доғаларын салу көрсетілген.

Әдетте бұл доғаларды, әрқайсысы үш нүктелермен анықталатын шеңберлердің доғаларымен ауыстырады.

12.4.1. Жалпы қолданыстағы бұрандамалар

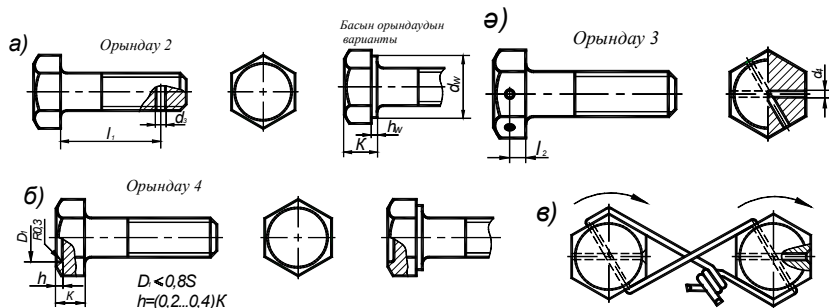
Техникада ең көп қолданылатындары алтыжақты басы бар бұрандамалар. Өтпелі тесіктері бар тетікбөлшектерді біріктіру үшін қолданатын мұндай бұрандамалардың құрылымдары мен өлшемдері келесі стандарттарда бекітілген:

- **қалыпты басты** дәлдігі В класты бұрандасының номинал диаметрі $d = 6...48$ мм үшін - ГОСТ 7798-70-те, дәлдігі С класты $d = 10...48$ мм үшін - ГОСТ 15589-70*-те, дәлдіктігі жоғары $d = 1,6...48$ мм үшін - ГОСТ 7805-70-те;
- **кішірейтілген басты** $d = 8...48$ мм үшін: дәлдігі В кластысы - ГОСТ 7796-70-те, дәлдігі А кластысы - ГОСТ 7808-70-те, дәлдігі С класты $d = 20...48$ мм үшін - ГОСТ 15591-70-те;
- **кішірейтілген басты және бағыттаушы басастысымен** (направляющим подголовком) $d = 6...4$ мм үшін: дәлдігі В кластысы ГОСТ 7795-70-те, дәлдігі А кластысы – ГОСТ 7811-70-те, дәлдігі С класты $d = 20...48$ мм үшін – ГОСТ 15590-70-те.

Өндірісте бұрандамалар бір немесе бірнеше түрде жасалып, яғни орындалып³ шығарылады. Мысалы, 6.36 ә және 6.38-суреттерінде ГОСТ 7798-70* және ГОСТ 7805-70* бойынша **алтыжақты қалыпты басты бұрандамалардың төрт «Орындау»** лары көрсетілген: 1 – басы мен сырығында тесік жоқ (12.36 ә-сурет); 2 – сырықта сіргеge арналған тесігі бар (12.38 а-

³ Орындау¹, орындау²,... деп жазылуы ГОСТ 7798-70* бойынша: Исполнение 1, Исполнение 2,... деп жазылатынына сәйкес келеді.

сурет); 3 – басында сыммен тоқтатуға арналған тесігі бар (12.38 ә-сурет); 4 – басында цилиндрлік үңгілі бар (12.38 б-сурет).



12.38-сурет. «Орындау»-лары 2(а), 3 (ә) және 4(б) бұрандамалардың жұмыс сызбалары; в – бұрандама бастарын сыммен тоқтату

Белгілеу мысалдары:

Бұрандама 3М12х1,25-6gх60.109.40Х.016 ГОСТ 7798-70, бұл жерде: **3** – «Орындау»-ы, **1,25** – бұранда қадамы майда, **6g** – шақтама өрісі, **60** – бұрандама ұзындығы, **109** – беріктілік класы **10.9,40Х** – болаттың маркасы, **016** – қаптау түрі (мырышты, хромдалған), қалыңдығы 6 мкм.

Бұрандама М12-6gХ60.58 ГОСТ 7798-70- бұрандама «Орындау»-ы 1 (көрсетпейді) қадамы ірі (бұны да көрсетпейді), бұрандама ұзындығы 60 мм, беріктілігі 5.8 класты, қаптаусыз. Үйрету сызбаларында бұрандамаларды, беріктілігі 5.8 класты көміртегілі болаттан жасалынған және олар қаптауға тартылмаған деп келтіріледі.

Бұл мысалдарда дәлдігі В класты болатындығы және басының (қалыпты басты) өлшемдері стандарт нөмірімен анықталған. Егер осы келтірілген белгілеуінде ГОСТ 7798-70-ке жасалған сілтемені басқаға, мысалы, ГОСТ 7805-70-ке ауыстырсақ, онда ол орындау тура сол, бірақ дәлдігі жоғары (А класты) және кілтке арналған кішірейтілген басты бұрандаманы анықтайды.

Бұл мысал кез келген бұйымның, стандартпен бекітілген шартты белгілеуін дәл жазу қаншалықты маңызды екенін білдіреді.

Белгілеуді жазу кезінде келесі нәрселерге назар аудару керек: белгілеудің құрама бөліктері аралықтарының (шамамен қаріп өлшемнің еніне тең болады) тым тар немесе артықтау болмауын қадағалау керек; көбейту х белгісі X әрпінен өзгеше болуы тиіс, т.с.с.

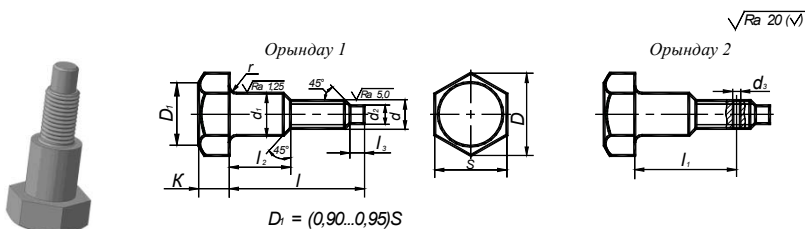
12.4.2. Арнаулы бұрандамалар

Машинажасауда белгілі бір бұйымдардың түрлерінде немесе ерекше жағдайларда қолданылатын бұрандамаларды арнаулы бұрандамалар деп атайды. Төменде сондай бұрандамалардың кейбіреулері ғана келтірілген.

12.4.2.1. Ұңғыланған тесіктерге арналған бұрандамалар

ГОСТ 7817-80 бойынша «Орындау»лары 1 және 2, дәлдігі жоғары, бұрандасының номиналды диаметрі 6-дан 48 мм-ге дейінгі аралықта басы алтыжақты кішірейтілген болып шығарылады (12.39-сурет). Сырықтың тегіс бөлігіндегі номиналды диаметрі $d \leq 24$ болғанда $d_1 = d + 1$ мм-ге және $d > 24$ мм болғанда $d_1 = d + 2$ мм-ге тең болады. Бұрандамалардың басқа өлшемдері сәйкес стандарттардан алынады. Мысалы «Орындауы» 2, бұранда диаметрі $d = 12$ мм, майда кадамды, шақтама өрісі 6g, ұзындығы $\ell = 60$ мм, беріктілік класы 10.9, материалы 40X маркалы болат, қаптауы 01 қалыңдығы 9 мкм, d_1 өлшемінің шеткі ауытқуы к7 бойынша шығарылған арнаулы бұрандаманың шартты белгіленуі:

Бұрандама K2M12 x 1,25-8g x 60.109.40X.019 ГОСТ 7817-80

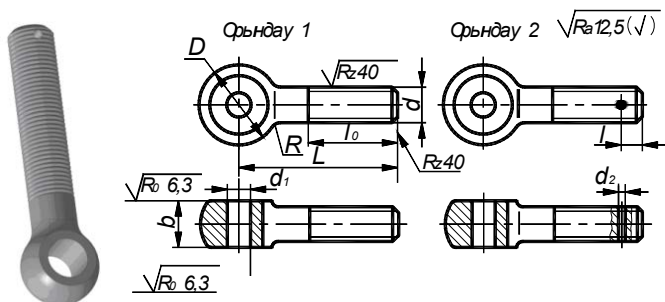


12.39-сурет. Ұңғыланған тесіктерге арналған бұрандама

12.4.2.2. Қайырмалы (откидные) бұрандамалар

(12.40-сурет) ГОСТ 3033-79 бойынша бұранда диаметрі 5 тен 36 мм-ге дейінгілерінің үш «Орындау»-лары болады. Олардың бір-бірінен айырмашылығы бас пішіні мен бұрандаманың бұранда бөлігіндегі сұққышқа арналған тесіктің бар болуында.

Қайырмалы бұрандаманың шартты белгілеуінде бұранданың шақтама өрісін (8g) көрсетпейді, L ұзындығы көрсетіледі; дәлдігі тұрпайы бұрандамалар үшін «Орындау»ының алдында Г әрпін енгізіп белгілейді.



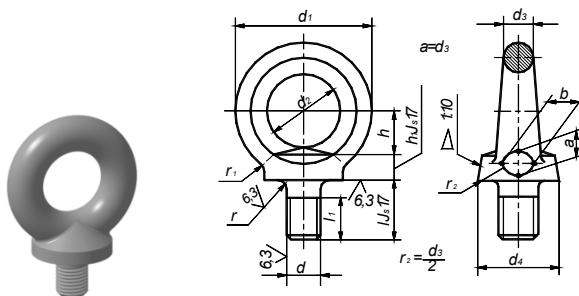
12.40-сурет. Қайырмалы бұрандама

12.4.2.3. Ілмек-бұрандамаларды (Рым-болт) жинақтау және такелаждау жұмыстарын жүргізгенде ауыр бұйымдарды, мысалы электрқозғалтқыштарды көтеру, түсіру немесе бір деңгейде ұстап тұру үшін пайдаланады (6.41-сурет). Ілмек-бұрандамалардың және оларға арналған ұяларының өлшемдері ГОСТ 4751-73 бойынша анықталады.

Белгілеу мысалы:

Бұрандасы М10, қаптаусыз жасалынған ілмек-бұрандаманың шартты белгіленуі:

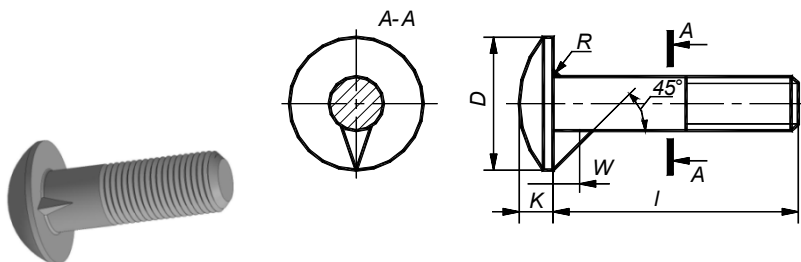
Ілмек-бұрандама М10ГОСТ 4751-73



12.41-сурет. Ілмек-бұрандама

12.4.4. Басастында әукесі бар бұрандамалар, қысқаша әукелі бұрандама (болт сусом)

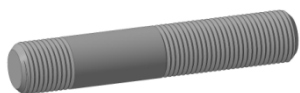
Әукелі бұрандамалардың бас пішіндері әртүрлі болып шығарылады. 12.42-сурет басы үлкейтілген жарты шеңбер тәрізді әукелі бұрандама көрсетілген. Бұрандамалардың ұзындықтары және басқа өлшемдері ГОСТ 7783-81, ГОСТ 7785-81 және ГОСТ 7801-81 бойынша анықталады. Бұрандасы метрикалық және оның шақтама өрісі 8g болады.



12.42-сурет. Әукелі бұрандама

12.5. БҰРАМАСҰҚПАЛАР

Екі ұшында да немесе ұзынабойы бұрандасы бар цилиндрлік сырықты **бұрамасұқпа (шпилька)** деп атайды (6.43-сурет).



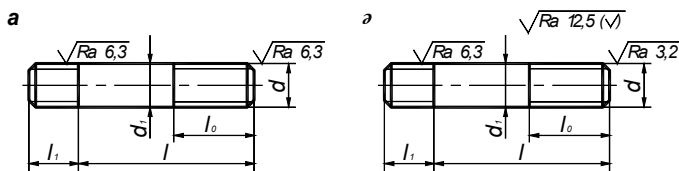
12.43-сурет. Бұрамасұқпа

Біріктірудің түзілу тәсіліне байланысты бұрамасұқпалар: тұрқы тетікбөлшектің тұйық бұрандалы тесігіне бұрамдау үшін және тегіс өтпелі тесіктері бар тетікбөлшектерді біріктіру үшін арналған болып екі типке бөлінеді.

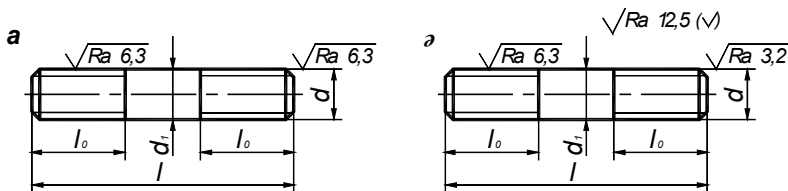
Бірінші жағдайда бұрамасұқпаны тұрқы тетікбөлшекте, бұранда сілеміне таянғанша немесе бұрандалы тесіктің түбіне дейін тартып қысады, ал екінші жағдайда тетікбөлшектерді біріктіру сомындар арқылы жүзеге асырылады.

12.5.1. Жалпы қолданыстағы бұрамасұқпалар

Бұрандалы (6.44-сурет) және өтпелі тегіс тесіктері бар (12.45-сурет) тетікбөлшектер үшін, дәлдіктері қалыпты В және жоғары А класты етіп шығарылады. Олардың бұрандалары метрикалық, диаметрлері 2...48 мм, ұзындықтары 10 ... 300 мм аралықтарында болады. Бұрандаларының қадамы ірі, ал диаметрі 8 мм-ден жоғарғылары – ірі және майда болады: М8х1; М10х1,25; М12х1,25; М12х1,25; М16х1,5; М20х1,5; М24х2; М30х2; М36х3; М42х3; М48х3;



12.44-сурет. Бұрандалы тесіктері бар тетікбөлшектерге арналған жалпы қолданыстағы бұрамасұқпалар: а – дәлдігі В класты; ә – дәлдігі А класты



12.45-сурет. Тегіс өтпелі тесіктері бар тетікбөлшектерге арналған бұрамасұқпалар: а – дәлдігі В класты; ә – дәлдігі А класты

Бұрандалы тесіктері бар тетікбөлшектердің материалына байланысты бұрамасұқпаның сұқпа ұшының (ℓ_1) ұзындықтары әртүрлі болады:

- болат, қола және жезден, сонымен қатар титан қорытпасынан жасалған тетікбөлшектер үшін $\ell_1 = d$ (ГОСТ 22032-76, ГОСТ 22033-76);
- соғылмалы және сұр шойыннан жасалған тетікбөлшектер үшін $\ell_1 = 1,25d$ (ГОСТ 22034-76, ГОСТ 22035-76);
- жеңіл қорытпалардан жасалған тетікбөлшектер үшін $\ell_1 = 2d$ (ГОСТ 22040-76, ГОСТ 22041-76).

Тегіс өтпелі тесіктері бар тетікбөлшектерге арналған бұрамасұқпалардың (12.45-сурет) бұрандалы ұштарының ұзындықтары бірдей болады (ГОСТ 22042-76, ГОСТ 22043-76).

Бұрандалы тесіктері бар тетікбөлшектерге арналған бұрамасұқпаларды *шартты белгілеу* мысалдары:

Бұрамасұқпа М12-6gх120.58 ГОСТ22032-76

Оқылуы: Бұрамасұқпа, бұранда диаметрі 12 мм, қадамы ірі (көрсетілмейді), шақтама өрісі 6g; ұзындығы 120 мм, беріктік класы 5,8, қаптаусыз;

Бұрамасұқпа 2М12х1-8gх120.66.40Х.039ГОСТ22033-76

Оқылуы: Бұрамасұқпа, шамамен бұранданың орташа диаметріне (12 мм) тең бола алатын сырықтың диаметрі, қадамы майда 1мм, шақтама өрісі 8g, беріктілік класы 6.6, материалы 40Х маркалы болат, қаптауы 03, оның қалыңдығы 9мкм;

Бұрамасұқпа М12 $\frac{1,25 - j_s 7}{1,75 - 6g}$ х 120.58.01 ГОСТ 22035-76

Оқылуы: Бұрамасұқпа, бұранда диаметрі 12 мм сұқпа ұшындағы қадамы 1,25 мм және шақтама өрісі $j_s 7$, қыспа ұшындағы қадамы 1,75 мм және шақтама өрісі 6g, беріктілік класы 5.8, қаптауы 01.

Тегіс тесігі бар тетікбөлшектерге арналған бұрамасұқпалардың белгіленуінің құрылымы да сондай.

12.5.2. Ернемекті (фланцевые) бұрамасұқпалар

Металдағы температура ортасы 0-ден 650⁰С-қа дейінгі аралықта істейтін құбыржолдардың, бу қазандарының

тұрқыларындағы, газдық турбиналардағы, арматураның аспаптары мен аппараттарындағы ернемекті біріктірулерінде қолданылады. Мұндай бұрамасұқпалардың ГОСТ 9066-75 бойынша бес құрылымдық типтері стандартталған. Әр типтің екі «Орындау»-лары болады.

А типті – бұрандалы және тегіс бөліктерінің номиналды диаметрлері бірдей тұтас бұрамасұқпа (6.46-сурет). Металдың температурасы 300°C -тан аспайтын біріктірілуде қолданылады.

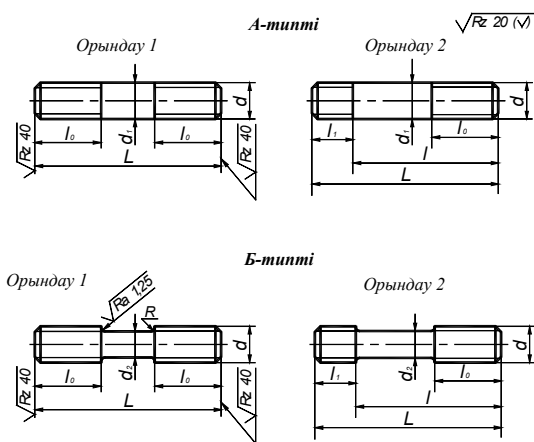
Б типті – бұрандасы бар бөлігінің номинал диаметрі тегіс бөлігінің номинал диаметрінен үлкендеу болатын тұтас бұрамасұқпа (6.46-сурет). Металдағы температура 300°C -тан асқанда қолданылады.

Бұрамасұқпалардың **В**, **Г** және **Д** типтері одан да жоғары: яғни олардың металдары 650°C температураға дейін қызатын кезде қолданылады. Ернемекті біріктірулердегі бұрамасұқпалардың ұзындықтары 10-нан 350 мм-ге дейін жасалынады.

Шартты белгілеу мысалы: **Бұрамасұқпа БМ24-6гх120** $\frac{35}{48}$

40 X. 036 ГОСТ 9066-75

Оқылуы: Б типті бұрамасұқпа, орындалуы 1 (көрсетілмейді), бұранда диаметрі 24мм, ірі қадамды (көрсетілмейді), шақтама өрісі 6г, ұзындығы 120 мм, сұқпа ұшының ұзындығы $\ell = 35\text{ мм}$, қыспа ұшының ұзындығы $\ell_0 = 48\text{ мм}$, материалы 40Х маркалы болат, қапталуы 03, оның қалыңдығы 6мм.



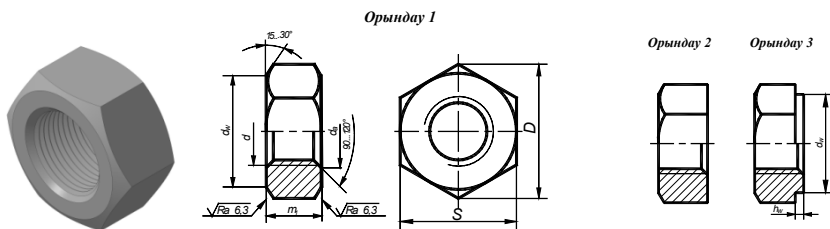
6.46-сурет. А және Б типті ернемекті бұрамасұқпалар

12.6. СОМЫНДАР

Бұрандамаға немесе бұрамасұқпаға бұрамдау (бұрап кіргізу) үшін жасалған, ортасында бұрандалы тесігі бар тетікбөлшекті **сомын (гайка)** деп атайды (12.47-сурет).

Техникада ең көп қолданылатыны алтыжақты сомындар. Сәйкес стандарттарда олардың типтері мен өлшемдері қалыптастырылып, үш: жоғары (*A*), қалыпты (*B*) және тұрпайы (*C*) беріктілік кластарына бөлінген. Сомындарда диаметрі 1...48 мм үшін ірі кадамды, ал 8...48 мм үшін ірі және майда кадамды (M8x1; M10x1,25; M14...M22x1,5; M24...M30x2; M36...M48x3) стандартты бұранда пайдаланылады.

Алтыжақты сомындардың биіктіктері стандарттарға сәйкес: қалыпты (ГОСТ 5915-70*); аласа (ГОСТ 5916-70*); биік (ГОСТ 15523-70) және ерекше биік (ГОСТ 15525-70) болып келеді. Соңғысын, мысалы сомынды бұрамдау мен бұрап шығаруы жиірек болатын жағдайларда қолданады. Беріктілігі *B* класты, қалыпты алтыжақты сомынның ГОСТ 5915-70*-ке сәйкес үш «Орындаулары»: 1 – екіжақты қиықжиегімен; 2 – біржақты қиықжиегімен; 3 – қиықжиектерсіз, бірақ бір шетжағында цилиндрлік шығыңқысы барымен болады (12.49-сурет).



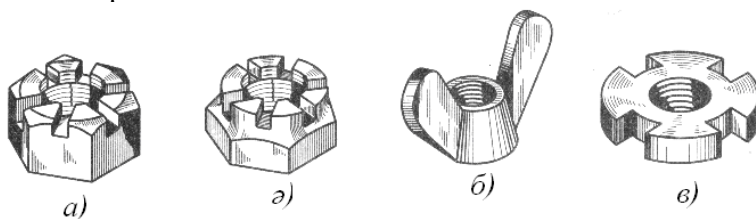
12.47-сурет. Сомын

12.49-сурет. Алтыжақты қалыпты сомындар

Сонымен қатар пайдалану қажеттілігіне байланысты сомындардың сырт пішіндері: *кертікті (ойықтары бар)*, *тәжді, құлақты (құлақша-сомын)*, *дөңгелек сомын* және т.б. болып келеді (12.48-сурет).

Кертікті және *тәжді* сомындарды ұдайы дірілде (вибрацияда) жұмыс істейтін тетікбөлшектердің біріктірілулерінде қолданады, мұндағы мақсат: сомынның өздігінен бұралуын тоқтату үшін, оның кертігіне сіргені кіргізіп қою.

Құлақты сомындарды қолмен бұрамдағанда пайдаланады. Дөңгелек сомындардың, кілтпен бұрап-шығаруға арналған оймакілтектері болады.



12.48-сурет. Сомындар: а – кертікті; б – тәжді; в – құлақша-сомын (гайка – барашика); г – дөңгелек

Сомындардың шартты белгіленуінің мысалдары:

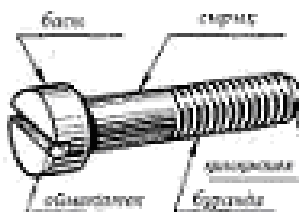
Сомын М12-6Н.5 ГОСТ 5915-70* оқылуы: Сомын, орындалуы 1 (көрсетілмейді), бұранда диаметрі 12 мм, қадамы ірі (көрсетілмейді), шақтама өрісі 6Н, беріктілігі 5 класты, қаптаусыз.

Сомын 2М16х1,25 – 6Н06.40Х.016 ГОСТ 5915-70*. Оқылуы: Сомын, орындалуы – 2, бұранда диаметрі – 16 мм, қадамы майда – 1,25 мм, шақтама өрісі – 6Н, беріктілік класы – 06, материалы 40Х маркалы болат, қаптауы – 01, оның қалыңдығы – 6мкм.

Үйрету сызбаларында сомындарды беріктілігі 5-класты материалдан жасалған және қаптауы болмаған деп белгілеуге рұқсат етіледі. Сонымен қатар сомын жақтарындағы гипербола доғаларын, әдетте шеңбердің доғаларымен ауыстырады.

12.7. БҰРАМАЛАР

Бір ұшында басы, ал екінші ұшында, біріктірілетін тетікбөлшектердің біреуіне бұрамдауға болатын бұрандасы бар цилиндрлік сырықты (12.50-сурет) **бұрама (винт)** деп атайды. Бұрамаларды, негізінен, металл мен пластмассалардан жасалған тетікбөлшектерді біріктіру үшін қолданады.

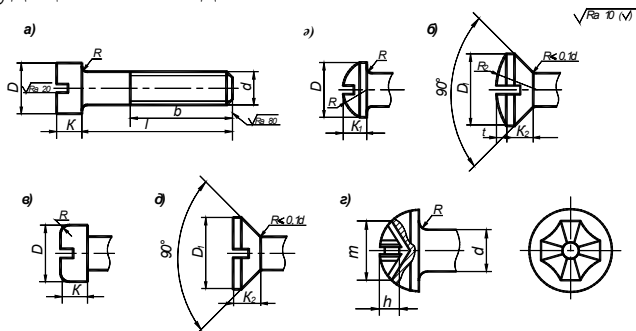


12.50-сурет. Бұрама

Пайдалану қажеттілігіне қарап бұрамаларды: жалпы қолданыстағы бекіту (крепежные); өзі ойып кіретін (самонарезающие); түспес (невыпадающие) және орнатылма (установочные) бұрамалар деп бөледі.

12.7.1. Жалпы қолданыстағы бекітпе бұрамалар

(12.51-сурет) дәлдіктері А класты (жоғары) және В класты (қалыпты), бұранда диаметрі $d=1...20$ мм және ұзындықтары $\ell=2...120$ мм аралығында жасалады. Олардың бас пішіндері: ГОСТ1491-80 бойынша *цилиндрлік*; ГОСТ 17473-80 бойынша *жарты шеңбер тәрізді*; ГОСТ 17474-80 бойынша *жартылай-жасырынды*; ГОСТ 17475-80 бойынша *жасырынды*; ГОСТ 11644-75 бойынша *дөңгелек-телінген цилиндрлік* ($d=2...10$ мм, $\ell=3...70$ мм) болып келеді. Бұрамалардың элементтері және өлшемдері сәйкес стандарттарда берілген. Мысалы, басында түзу оймакілтегі бар бұрама ГОСТ 24669-81 бойынша, ал оймакілтегі крест тәріздісі – ГОСТ 10753-86 бойынша анықталады. Белгілеу мысалдары: **Бұрама А М8-6gх50.48Н ГОСТ1491-80**; **Бұрама В 2.М8х1-8g х 50.48.01617475-80**, бұл жерде А және В – дәлдік кластары, 2 – орындалуы. Белгілеулердің қалған бөліктері түсіндіруді қажет етпейді.

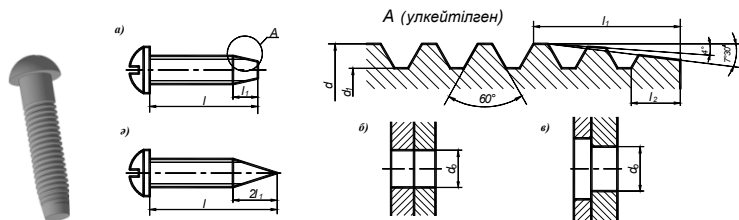


12.51-сурет. Жалпы қолданыстағы бұрамалар: а – басы цилиндрлік; ә – басы жарты шеңбер тәрізді; б – басы жартылайжасырынды; в – басы цилиндрлік дөңгелектелінген; г – басы жасырынды; д – басында крест тәрізді оймакілтегі бар

12.51-сурет (а), (ә) және (б) бұрамаларды екі түрде орындайды: 1-бұрама басындағы оймакілтегі түзу (з), 2 – оймакілтегі крест тәрізді (ә).

12.7.2. Өзі ойып кіретін (самонарезающий) бекіту бұрамалар

Ұшы доғалданған және ұшы үшкірленген болып екі типке бөлінеді (12.52 а, ә-сурет). Дәлдігі В класты, ұшы доғалданған бұраманың бұранда диаметрі 2,5...8 мм, ұзындығы 6...50 мм аралықтарында, бас пішіндері: *жасырынды* (ГОСТ 10619-80); *жартылай-жасырынды* (ГОСТ 10620-80), *жарты шеңбер тәрізді* (ГОСТ 10621-80) болып, ал ұшы үшкірленген бұраманың бұрандасы тек қана ірі қадамды етіп шығарылады. Бұрамалардың барлық типтері екі түрде орындалады: 1 – оймакілтегі түзу; 2 – оймакілтегі крест тәрізді (ГОСТ 10753-86).



12.52-сурет. Басы жарты шеңбер тәрізді өзі ойып кіретін бекіту бұрамалар мен тесіктер: а – ұшы доғалданған; ә – ұшы үшкірленген; б – ірі қадамды бұраманы кіргізуге арналған тесік; в – майда қадамды бұраманы кіргізуге арналған тесік

Өзі ойып кіретін бұрамаларды көміртегілі және қоспаланған болаттардан жасайды, олардың қаттылығын жоғарылату үшін термиялық немесе химия-термиялық өңдеуден өткізеді. Ірі қадамды бұрамалардың қаттылығы 57...63HRC₃, майда қадамдыныкі - 37...47 HRC₃. *Шартты белгілеудің мысалы: Бұрама 2-5x1,5x30,01.016 ГОСТ 10753-86.*

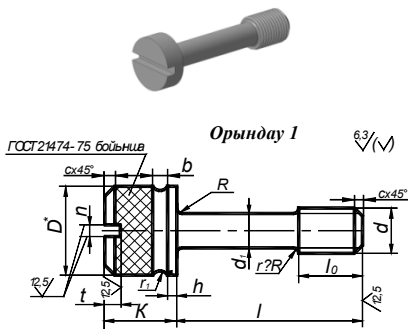
Оқылуы: Бұрама, «Орындауы 2», бұранда диаметрі $d = 5$ мм, қадамы майда 1,5 мм, ұзындығы $\ell = 30$ мм, көміртегілі болаттан жасалған, қалыңдығы 6 мкм мырышпен қапталып, хромдалған.

12.7.3. Түспес (невыпадающий) бұрамаларды

Дәлдігі В кластысын (бұранда диаметрі 2,5...12 мм, ұзындығы 6...80 мм аралықтарында) үш «Орындауларда» шығарады. Оларды бас пішіндеріне қарап *цилиндрлік* (ГОСТ 10336-80), *сферасы бар цилиндрлік* (ГОСТ 10337-80), *жасырынды* (ГОСТ 10339-80), *жартылай-жасырынды* (ГОСТ 10340-80), *жарты*

шеңбер тәрізді (ГОСТ 10341-80) бүрленген және цилиндрлік (ГОСТ 10344-80) бұрамалар деп ажыратады. 12.53-суретте басы бүрленген түспес бұрама көрсетілген.

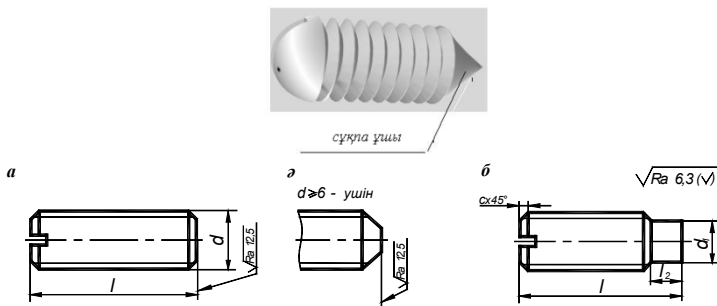
Сонымен қатар мұндай бұрамалардың бас пішіндері: алтыжақтысының бұранда диаметрі 6...30 мм (ГОСТ 10338-80); цилиндрлік және кілтке арналған алтыжақты үңгілі барының бұранда диаметрі 6...16 мм (ГОСТ 10342-80); кілтке арналған қасқасы барының бұранда диаметрі 6...16 мм (ГОСТ 10343-80) етіп шығарылады.



12.53-сурет. Басы бүрленген цилиндрлік түспес бұрама

12.7.4. Орнатылма (установочный) бұрамалар

біріктірулердің тетікбөлшектерін құрастырғанда және ондағы санлауларды реттегенде оларды орнықтыру (фиксация) үшін қолданылады. Орнатылмалылардың бекітпе бұрамалардан өзгешелігі олардың сырықтарында тетікбөлшекпен түйісетін сықпа ұштары болады. Орнатылма бұрамалар бассыз немесе басымен, ұштары – жазық, конустық, цилиндрлік және т.б. пішінді болып шығарылады (6.54-сурет).



12.54-сурет. Ұштары жазық (а), конустық (ә), және цилиндрлік (б) орнатылма бұрамалар

Белгілеу мысалдары: **Бұрама А. М10-6g х 25.45Н.05 ГОСТ1488-84;**

Бұрама В. М10-6g х 25.14Н ГОСТ1488-84; бұл жерде А мен В дәлдік кластары, 45Н пен 14Н - беріктілік кластары, 05-қаптауы.

Орнатылма бұрамалардың ұштары кіретін тесіктердің өлшемдері ГОСТ 12415-80* бойынша анықталады.

12.8. БҰРАМАШЕГЕЛЕР

Бұрамашеге (шұруп)

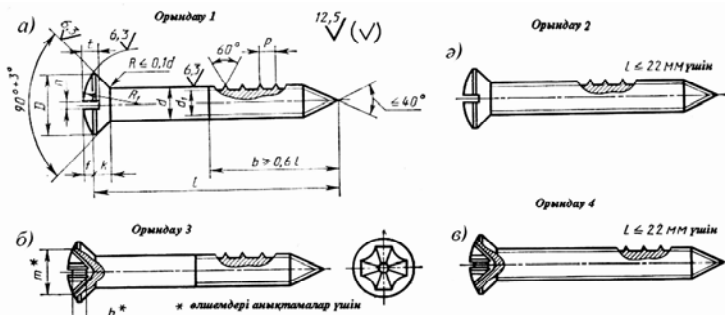
деп ірі кадамды бұрандасы мен конустық өткір ұшы бар арнаулы бұраманы айтады (12.55-сурет).

Бұрамашегелерді негізінен, ағаштан және жеңіл пластмасалардан жасалған тетікбөлшектерді біріктіру үшін қолданады.

Бұрамашегелердің құрылымы мен өлшемдері стандартталған. Олардың **бас пішіндері:** алтыжақты ГОСТ 11473-75*; жарты шеңбер тәрізді ГОСТ 1144-80*; жасырынды ГОСТ1145-80*; жартылай.жасырынды ГОСТ1146-80* болып келеді. Басы жарты шеңбер тәрізді бұрамашеге төрт түрде орындалады (12.56-сурет).



12.55-сурет. Бұрамашеге: а-басы жарты шеңбер тәрізді; б-басы жасырынды



12.56-сурет. Басы жарты шеңбер тәрізді бұрамашеге: а – оймакілтегі түзу (Орындау 1); б – ұзындығы $l \leq 22$ мм үшін (Орындау 2); в – оймакілтегі крест тәрізді (Орындау 3); г – ұзындығы $l \leq 22$ мм үшін (Орындау 4).

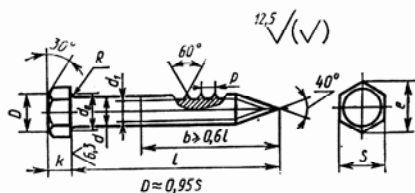
Белгілеу мысалдары:

Басы жарты шеңбер тәрізді (ГОСТ 1144-80*) бұрамашегенің (12.56 а-сурет) шартты белгіленуі: **Бұрамашеге 1-5х40 ГОСТ 1144-80*.**

Оқылуы: Бұрамашеге, орындалуы 1, диаметрі 5 мм, ұзындығы 40мм, төмен көміртегілі болаттан жасалған, қаптаусыз.

Басы алтыжақты, диаметрі 12 мм, ұзындығы 50 мм, төмен көміртегілі болаттан жасалған, қаптаусыз бұрамашегенің (12.57-сурет) шартты белгіленуі:

Бұрамашеге 12x50 ГОСТ 11473-75.



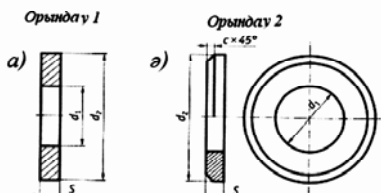
12.57-сурет.

Басы алтыжақты бұрамашеге

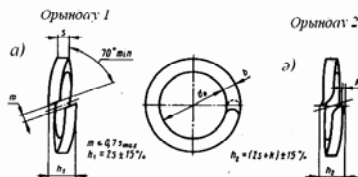
12.9. ТЫҒЫРЫҚТАР

Ортасында дөңгелек тесігі бар бүтін немесе кесілген тілімшені **тығырық (шайба)** деп атайды. Тығырық сомынның, бұрандама басының немесе бұраманың астына қойылады. Ондағы мақсат, мысалы сомынды қыса тартып бұрағанда біріктірілетін тетікбөлшектің беті зақымданбайды. Сонымен қатар дірілде және температура өзгерістері жиі болып тұратын біріктірулерде, тығырық болған жерде сомынның өздігінен бұралу мүмкіндігі болмайды.

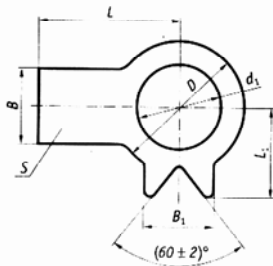
Стандартты тығырықтар тағайындалуына байланысты: қарапайым ГОСТ 11371-78* (12.58-сурет); серіппелі ГОСТ 6402-70* (6.59-сурет) және тоқтатқыш табанды ГОСТ 13463-77*(6.60-сурет) тығырықтар деп бөлінеді. Сонымен қатар тығырықтардың: тоқтатқыш көптабанды; квадратты; сфералық және тағы басқа түрлері болады.



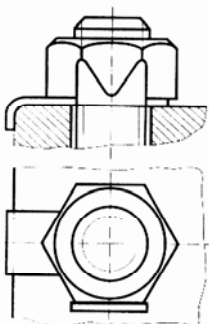
12.58-сурет. Қарапайым тығырықтар: а дәлдігі С класы, қалыпты және үлкейтілген; ә дәлдігі А класы қалыпты.



12.59-сурет. Серіппелі тығырықтар:



12.60-сурет. Тоқтатқыш
табанды тығырық



12.61-сурет. Тоқтатқыш
табанды тығырықты
пайдалану мысалы

Тоқтатқыш табанды тығырықтарды ұзын табанын тетікбөлшектің шеті біткен жерінен майыстыруға мүмкіндіктері бар құрылымдарда пайдаланады (6.61-сурет).

Шартты белгілеу мысалдары:

Тығырық 12.01.08 кп. 016 ГОСТ 11371-78 — тығырық («Орындауы» 1) көрсетілмейді, бұранда диаметрі 12 мм, материалы 08 кп маркалы болат, 01-қаптауы, оның қалыңдығы 6 мкм.

Дәл осындай, бірақ «Орындауы» 2 (дәлдігі А класы) тығырықтың белгіленуі:

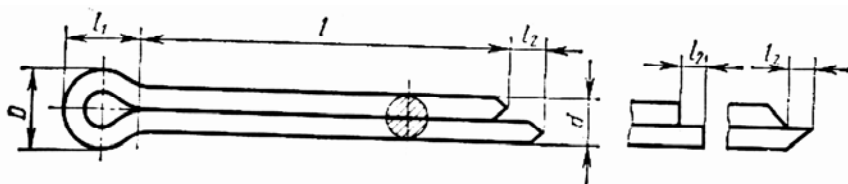
Тығырық 2.12.01.08 кп 016 ГОСТ 11371-78.

Тығырықтардың шартты белгілеуінде бекіту тетікбөлшегінің (бұрандаманың, бұрамасұқпаның...) диаметрі көрсетіледі, шын мәнісінде тығырықтың нақты диаметрі одан 0,5...2 мм артық болады.

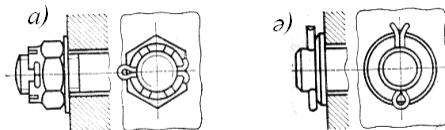
Серіппелі тығырықтардың төрт: жеңіл (Л); қалыпты (Н); ауыр (Т) және ерекше ауыр (ОТ) типтері болады. Белгілеу мысалы:

Тығырық 1265Г ГОСТ 6402-70, бұл жерде, 12 бекіту тетікбөлшегінің бұранда диаметрі, материалы 65Г маркалы болат.

12.10. Сіржелер. Сірге (шплинт) деп қимасы жарты шеңбер тәрізді басы тұзақ, ал ұштарының ұзындықтары әртүрлі болып иілген сымның кесіндісін айтады (12.62-сурет).



12.62-сурет. Сірге



12.63-сурет. Сіргені пайдалану: а) сіргені тәжді сомынға салу;
ә) сіргені тегіс білікке салу

Сіргелерді бұрандаманың «Орындауы 2» бұрамдалған кертiктi (ойықтары бар) немесе тәждi сомындардың өздігінен бұралуынан (6.63 а-сурет), сонымен қатар тегіс білікке кигізілгенде (12.63 ә-сурет.) тетік бөлшектердің тайып шығып кетуінен сақтандыру үшін пайдаланады. Оларды ГОСТ 397-79* бойынша диаметрлерін 0,6...20 мм, ұзындықтарын 4...280 мм аралықтарында, төмен көміртегілі болаттардан немесе түсті металдар мен олардың қорытпаларынан жасап шығарады.

Сіргенің шартты белгілеуінде оның аталуын, шартты диаметрін d_0 , ұзындығын ℓ , материалының белгілеуін, қаптау түрінің белгілеуін, қаптау қалыңдығын және стандартын көрсетеді, мысалы:

Сірге 4x22.3.036 ГОСТ 397-79*- сірге шартты диаметрі 4 мм, ұзындығы 22 мм, материалы Л63 маркалы латунь, никельмен қапталған, қалыңдығы 6 мкм.

12.11.СҰҚҚЫШТАР

Цилиндр немесе конус пішінді сырықты **сұққыш (штифт)** деп атайды (12.64-сурет). Пішіндеріне байланысты сұққыштарды **цилиндрлік** немесе **конустық** деп бөледі. Олардың материалы – болат (сталь 45). Цилиндрлік сұққыштардың ГОСТ 3128-70 бойынша үш типі (а), ал конустық сұққыштардың ГОСТ 3129-70 бойынша екі типі (ә) болады. Белгілеу мысалдары: Типі 1 диаметрі 8 мм, оның ең шеткі ауытқуы m_6 , ұзындығы 40 мм цилиндрлік сұққыштың **шартты белгіленуі: Сұққыш 8 m_6 x 40 ГОСТ 3128-70**; сол сияқты, типі 2: **Сұққыш 2.8 m_6 x 40 ГОСТ 3128-70**

Типі 1, диаметрі 8 мм, ұзындығы 40мм конустық сұққыштың шартты белгіленуі:

Сұққыш 8 x 40 ГОСТ 3128-70; сол сияқты, типі 2 : **Сұққыш 2.8 x 40 ГОСТ 3128-70**

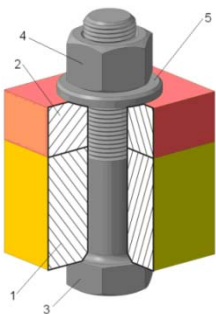
12.12. БҰРАНДАЛЫ БІРІКТІРУЛЕР

Бекіту тетікбөлшектердің және олардың біріктірулерінің кескіндері құрылымдық, ықшамадалған және шартты болып өзгешеленеді. **Құрылымдық кескінінде** тетікбөлшектердің өлшемдері мен олардың элементтері сәйкес стандарттардан алынады. **Ықшамдалған кескінінде** бекіту тетікбөлшектерінің өлшемдерін бұранда диаметріне байланысты шартты қатынастары бойынша анықтап, қиықжиек, оймакілтек, тұйық тесіктердегі бұранда сияқты т.с.с. элементтерін ықшамдап сызады. **Шартты кескіні** бекіту тетікбөлшектері сырығының диаметрі 2 мм-ге тең немесе одан да кіші болған жағдайда қолданылады. Сызбаның қолданылуына және масштабына қарап осы аталған кескіндердің кез келгенін жалпы түр немесе құрастыру сызбаларында пайдалануға болады.

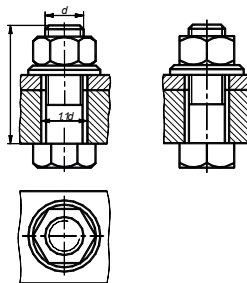
Үйрету сызбаларында бұрандалы біріктірулердің кескіндері әдетте бұранда диаметрінің функциясы болатын салыстырмалы өлшемдері бойынша салынады. Бұл салыстырмалы өлшемдерді тек кескінді салуда ғана пайдаланады, оларды сызбаларда көрсетуге болмайды.

12.12.1. Бұрандамалық біріктіру (болтовое соединение)

Бұрандама, сомын, тығырық және біріктірілетін тетікбөлшектерден тұратын бұрандамалық біріктіру механизмдерде, машиналар мен құрылғыларда көптеп кездеседі (12.65-сурет).

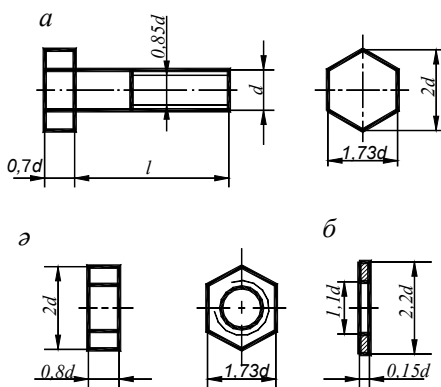


12.65-сурет. Бұрандамалық біріктіру: 1, 2 біріктірілетін тетікбөлшектер; 3-бұрандама; 4-сомын; 5-тығырық



12.66-сурет. Бұрандамалық біріктірудің құрылымдық кескіні

Бұрандамалық біріктірудің құрылымдық кескінін салу үшін біріктірілетін тетікбөлшектерде бұрандама емін-еркін кіретіндей, оның диаметрінен сәл үлкендеу етіп тесік бұрғыланады. Әдетте ондай тесіктердің өлшемдері ГОСТ 11284-75 бойынша анықталады, ал сызбада оны: $d_n = 1,1 \cdot d$ (d -бұранда диаметрі) формуласы арқылы анықтауға болады. Осылайша дайындалған тесікке бұрандама кіргізіледі, оның шығып тұрған бұрандалы ұшына тығырық кигізіліп, сомын бұрамдалады. Біріктіруді тартып қысқаннан кейін бұрандаманың бұрандалы ұшы сомынның үстінде артылып шығып тұрады. Нәтижесінде бұрандамалық біріктіру: толық фронтальды, толық профильді (керек болған жағдайда) тіліктерімен және үстінен қарағандағы көрінісімен кескінделеді (12.66-сурет). Егер саңлау 1 мм-ден кішірек болып қалса, сызбада оны аздап үлкейтеді. Тіліктерде біріктірілген тетікбөлшектер әр түрлі жақты бағытта сызықталған. Қиюшы жазықтық бұрандама, сомын және тығырықтың осьтері арқылы өтетіндіктен, олар сызбада тілінбей көрсетілген.



12.67-сурет. Бекіту тетікбөлшектерінің ықшамдалған кескіндері: а-бұрандама; б-сомын; в-тығырық

Бұрандамалық біріктірулердің құрылымдық кескіндерінде бекіту тетікбөлшектерінің элементтері (қиық-жиектері, саңлаулары т.с.с.) сәйкес стандарттардан алынып, дәлме-дәл сызылады. Ал, осы сияқты біріктірулердің ықшамдалған кескіндерінде ол элементтер сызылмайды. Олай болса, құрастыру сызбасында бұрандамалық біріктірулердің құрылымдық кескіндерінің орнына олардың ықшамдалған кескіндерін сызу уақыт жағынан көп ұтымды болады.

Бұл жерде бекіту тетікбөлшектерінің өлшемдері бұранданың d -номинал диаметріне байланысты шартты түрде алынатын қатынастар бойынша анықталады (12.67-сурет). Ол үшін d әрпінің орнына бұрандама бұрандасының сыртқы диаметрінің

сандық мәнін қойып нәтижесін есептесек жеткілікті. Бекіту тетікбөлшектерінің ықшамдалған және шартты кескіндері ГОСТ 2.315-68* бойынша орындалатынын ескере отырып бұрандамалық біріктірудің *ықшамдалған кескінін* салуды 6.68-суретте шартты түрде алынған өтпелі тесіктері (диаметрі $d_h = \varnothing 22$ мм) бар тұрқыға (қалыңдығы $H_1 = 8$ мм) қақпақты (қалыңдығы $H_2 = 12$ мм) алты жақты басы бар жалпы қолданыстағы бұрандаманың көмегімен біріктіруді мысал ретінде қарастырайық.

Алдымен берілген өтпелі тесіктің d_h -диаметрі бойынша (12.68 а-сурет) бұранданың d -номинал диаметрі анықталады. Ол үшін $d_h = 1,1d$ формуласынан d -ны: $d = \frac{d_h}{1,1}$ анықтап, оны (бүтін

сан болса) бұранда диаметрінің стандарттағы бар мәніне тең етіп аламыз (1-кесте). Берілген мысалда $d_h = \varnothing 22$ мм-ге тең. Олай болса есептеу нәтижесінде $d = \frac{22}{1,1} = 20$ мм, ал бұл сан ГОСТ 7798-70

бойынша бұранданың стандартты номинал диаметріне - $d = 20$ мм-ге сәйкес келеді. Егер d -ның мәні бүтін сан болмай қалса, онда оны ең жақын үлкен бүтін санға дөңгелектейді де сонан соң стандарттағы сәйкес мәні таңдалады.

Бұрандамалық біріктіруді сызу келесі ретте түзіледі:

Бірінші ретте біріктірілетін тетікбөлшектердің өтпелі тесіктерінен бұрандаманы өткіземіз. Сызбасында саңлау көрсетілмейді. Бұранда сырықтың ұзынабойына көрсетіліп сызылады. Бұрандама басы фронталь проекциясында (басты көрінісінде) үш жағымен (оның өлшемі $D = 2d$) кескінделеді. Басты көріністе бұрандама басының және сомынның ортасындағы бөлігі әрдайым бұрандаманың сыртқы диаметрімен беттесіп кескінделеді (12.68 ә-сурет).

Ендігі ретте бұрандаманың шығып тұрған бұрандалы ұшына тығырық кигізіледі (12.68 б-сурет). Сызбада тығырықтың басты көріністегі қалыңдығы $h_r = 0,15d$ -ға тең төртбұрыш, ал үстінен көрінісінде диаметрі $D_r = 2,2d$ -ға тең шеңбер болып кескінделеді (12.68 в-сурет).

Одан кейін бұрандаманың шығып тұрған бұрандалы ұшына тетікбөлшектерді тартып қысу үшін сомын бұрандалады (12.68 г-

сурет). Сомынды сызғанда, үстінен көрінісіндегі алтыбұрыш (диаметрі $D=2d$ -ға тең шеңберді тең алты бөлікке бөлеміз) болып кескінделетін проекциясын салудан бастаған дұрыс болады. Сомынның басты көрінісіндегі қырлары осы алтыбұрыштың төбелерінен проекциялық байланыс сызықтарын жүргізу арқылы анықталады. Нәтижесінде $H=0,8d$ -ға тең сомын басты көріністе үш жағымен кескінделеді (12.68 б-сурет).

Соңында бұрандаманың сомын үстіне шығып тұратын бұрандалы ұшы (запасы) кескінделеді. Оның өлшемі $K=0,3d$ -ға тең болады (12.68 б-сурет).

Бұрандамалық біріктірудің сол жақ көрінісінде сомын да, бұрандама басы да алдынан және үстінен қарағандағы көріністерімен проекциялық байланыста болатын екі жақтармен кескінделеді.

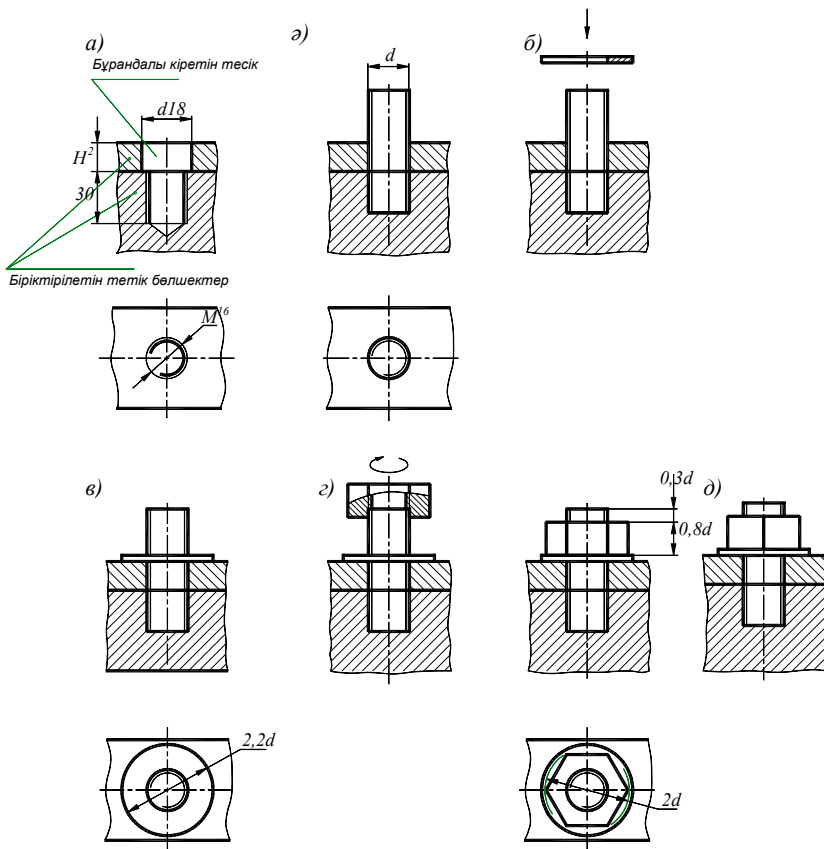
Бұрандамалық біріктірудің сызбасында екі ғана өлшемі: бұранда диаметрі (d) және бұрандама ұзындығы (ℓ) қойылады. Бұрандаманың ұзындығы $\ell = H_1 + H_2 + H + h_t + K$ формуласымен есептелінеді де, оның мәнін сәйкес стандарттағы ең жақын үлкен мәніне теңеп сызбаға жазады (1-кесте). Үйрету сызбаларында бұрандама ұзындығын 5-ке немесе 10-ға (бұрандама ұзындығы 120 мм-ден асса) еселі ең жақын үлкен санға дөңгелектеп анықтайды.

1-кесте.

Бұрандамалардың өлшемдері миллиметрде

Бұрандама бұранда- сының диаметрі, d	6	8	10	12	16	20	24	30
Бұранда қадамы: ірі ұсақ	1 -	1,25 1	1,5 1,25	1,75 1,25	2 1,5	2,5 1,5	3 2	3,5 2
S	10	13	16	18	24	30	36	46
K	4	5.3	6.4	7.5	10	12.5	15	18.7
D	10.9	14.2	17.6	19.9	26.2	33	39.6	50.9
b	18	22	26	30	38	46	54	66
ℓ	8-90	8-100	10-200	14-260	20-300	25-300	35-300	40-300

(ℓ) өлшемі мына қатардан алынады: 8; 10; 12; 14; 16; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 90; 100; 110; 120; 130; 140... .

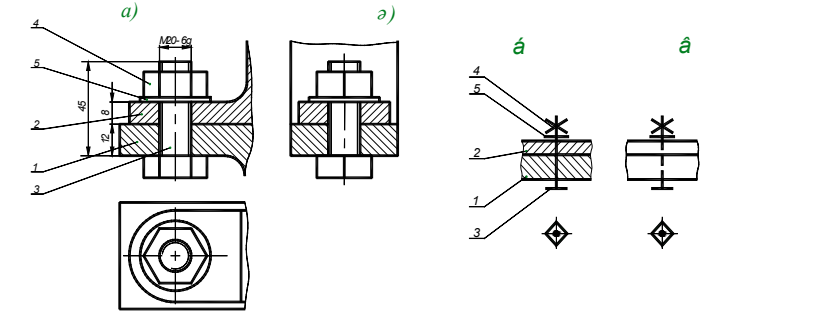


12.68-сурет. Бұрандамалық біріктірудің ықшамдалған кескінін салу тізбегі:
а) біріктірілетін тетікбөлшектерді сызу; ә) бұрандаманы сызу; б) тығырықты
кигізу; в) тығырықты сызу; г) сомынды бұрамдау;
д) біріктіруді толық кескіндеу

Сызба толық безендіріліп, біріктіруге кіретін тетікбөлшектердің тұрақтарының (позицияларының) нөмірлері қойылады (12.69 а-сурет). Мысал ретінде қарастырылған бұрандамалық біріктірудің кескінінде тек қана мынадай өлшемдері: бұранда диаметрі $d=M20-6g$, бұрандама ұзындығы $\ell=45\text{ мм}$, біріктірілетін тетікбөлшектердің қалыңдықтары: $H_1=8\text{ мм}$ және $H_2=12\text{ мм}$ қойылады.

12.69-суретте, сонымен бірге бұрандамалық біріктірудің шартты кескіні көрсетіліп отыр.

Осылайша түзілген бұрандамалық біріктірудің ықшамдалған немесе сызбаның масштабына байланысты орындалатын шартты кескіндерін құрастыру сызбасы ретінде қарастырып, оған қосыла тіркелетін сипаттізіміне (толығырақ 12.63 параграфында келтірілген) бекіту тетікбөлшектерінің нағыз пішіндері мен өлшемдері жайында толық анықтама беретін шартты белгілеулерін келтіреміз (12.70-сурет).



12.69-сурет. Бұрандамалы біріктіру: а) ықшамдалған кескіні; ә) тіліктегі шартты кескіні; б) көріністегі шартты кескіні

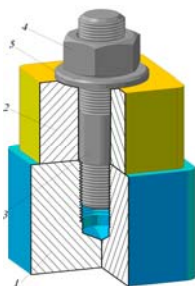
Пішімі	Аумақ	Тұрақ	Белгілері	Атауы	Саны	Ескерту
				Құжаттар		
A2			ОҚМУ 13 01 00 000 ҚС	Құрастыру сызбасы		
				Тетікбөлшектер		
A3	1		ОҚМУ 13 01 00 001	Тұрақ	1	
A4	2		ОҚМУ 13 01 00 002	Қақпақ	1	
				Стандартты бұйымдар		
		3		Бұрандама М20-6q x 35.58		
		4		ГОСТ 7798-70	1	
				Солмын М20-6H, 12.40X.016		
				ГОСТ 5915-70	1	
		5		Тығырық 20.01 08кп. 016		
				ГОСТ 11371-78	1	
ОҚМУ 13 01 00 000 ҚС						
Тз.	Бет	Құжат	Қолы	Күні	Бұрандамалы біріктіру	
Сызған		Айтұов				
Тексерген						
Қабылдаған		Шуленбаев				
Бекітті						
					Литері	Парақ
					0	Парақ саны
					Инж. Графика кафедрасы	
					ТН-08-2к тобы	

12.70-сурет. Сипаттізім

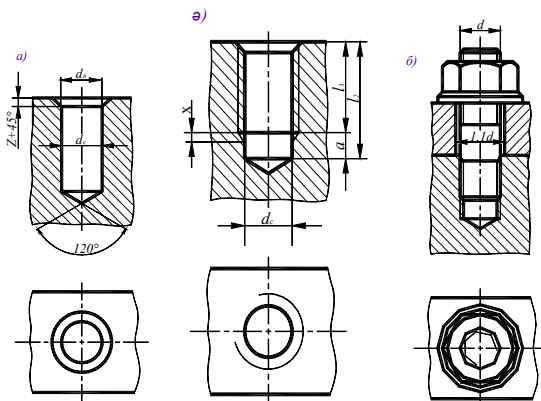
12.12.2. Бұрамасұқпалық біріктіру (шпилечное соединение)

Екі және одан да көп тетікбөлшектерді бекіту үшін кейде олардың құрылымдық ерекшеліктеріне қарап бұрандамалық біріктірудің орнына бұрамасұқпалық біріктіруді қолданады (12.71-сурет).

Мұндай біріктіруді іске асыру үшін алдымен біріктірілетін тетікбөлшектердің біреуінде (тұрықта) бұрамасұқпаның сұқпа ұшы бұрамдалатын тұйық тесік бұрғыланып, бұранда ойылады – оны *ұя* деп атайды (12.72-сурет). Тесікті бұрғылау тереңдігі (ℓ_2) бұрамасұқпаның сұқпа ұшының ұзындығының (ℓ_1) өлшеміне, ұядағы бұранданың екі-үш қадамына тең толық профилінің запасына ($k = 2P$, P - бұранда қадамы), және бұранданың шамамен төрт қадамына тең бұранда жеткізбеуіне ($a = 4P$) байланысты анықталады, яғни $\ell_2 = \ell_1 + k + a = \ell_1 + 6P$. Үйрету сызбаларында әдетте оны $\ell_2 = \ell_1 + 0,5d$ формуласы арқылы анықтайды. Осы бұрандалы ұяға бұрамасұқпаның сұқпа ұшы бұранда сілемімен батырылып бұрамдалады. Олай болатын себебі бұрамасұқпа бұранда сілемінің көмегімен сыналанып қатады (12.72 б-сурет). Бұрамасұқпаға арналған ұя ℓ_2 және ℓ_3 өлшемдері бойынша жасалатындықтан олар сызбада көрсетіледі. Бұрғының конустық ұшындағы қайрау бұрышына (угол заточки сверла) байланысты ұяның түбі конус пішінді болады. 120° өлшемі – шартты, сондықтан оны жұмыс сызбаларында көрсетпейді, тек ұяны салғанда пайдаланады. Ұядағы бұранда шеті, оның тереңдігімен бұранда ұзындығы арасындағы айырмашылықты есептей отырып кескінделеді. Бұрамасұқпаға кигізілетін тетікбөлшектің тесігінің диаметрі бұрамасұқпаның сырғының диаметрінен 1,1d-ге үлкендеу болады. Осылайша барлық өлшемдері стандарттан алынып салынған бұрамасұқпалық біріктірудің сызбасын оның *құрылымдық кескіні* деп атайды (12.72 б-сурет). Мұндай кескінді салу өте қиын және көп уақытты талап етеді, сондықтан оны құрастыру сызбаларында өте жауапты жағдайларда қолданады. Әдетте құрастыру сызбаларының көбінде уақытты үнемдеу үшін бұрамасұқпалық біріктірудің *ықшамдалған* немесе, бұранда диаметрі сызбада 2 мм-ден кем болғанда, *шартты* кескінін қолданады.



12.71-сурет.
Бұрамасұқпалық
біріктіру: 1, 2 –
тетікбөлшектер;
3 – бұрамасұқпа;
4 – сомын; 5 –
тығырық.



12.72-сурет. Бұрамасұқпалық біріктірудің құрылымдық
кескінін салу: а) тұйық тесік; б) бұранда ою; в) біріктіруді
кескіндеу



12.73-сурет.
Бұрамасұқпаның ықшамдалған кескіні

Құрастыру сызбаларында бұрамасұқпалық біріктірудің ықшамдалған кескіні бұрамасұқпа бұрандасының d -номинал диаметріне байланысты шартты түрде алына-тын қатынастары бойынша анықталады.

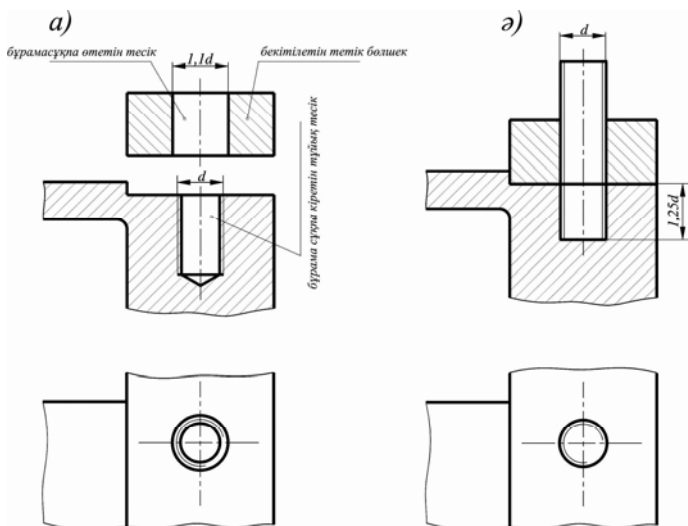
Бекіту тетікбөлшектерінің (бұрама сұқпасынан басқасы) ГОСТ 2.315-68* бойынша ықшамдалған кескіндері мен өлшемдері (есептеу формулалары) 12.67-суретте келтірілген болатын. Бұл жерде тек қана бұрамасұқпаның ықшамдалған кескіні көрсетіліп отыр (6.73-сурет).

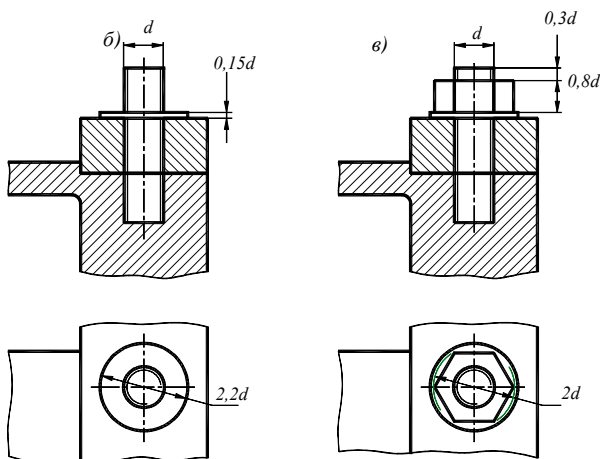
Бұрамасұқпалық біріктірудің кескінін салу үшін алдымен бұрамасұқпаның бұрандалы ұясы бар тетікбөлшекке, мысалы тұрыққа, сұқпа ұшы қанша тереңдікке бұрамдалып енгізілетінін білуіміз керек. Ол тереңдік, яғни сұқпа ұшының ℓ_1 -ұзындығы тетікбөлшектің материалына байланысты анықталатынын 6.5.1 параграфында айтып кеткенбіз. Қарастырылып отырған мысалда тұрық шойыннан жасалынған, ал бұрандалы ұядағы бұрандасының номинал диаметрі $d=20$ мм деп берілген. Егер материалы шойын болса, онда ГОСТ 22034-76 бойынша $\ell_1=1,25d$ -ге тең болады. Енді бұрамасұқпалық біріктірудің ықшамдалған кескінін төмендегі көрсетілген тізбекте орындауға болады:

Біріктірілетін тетікбөлшектердің біреуінде (тұрықта) бұrandасының сыртқы диаметрі $d=20$ мм-ге тең бұrandалы ұя ықшамды түрде кескінделіп берілген (12.74 а-сурет). Осы ұяға бұрамасұқпаның сұқпа ұшын $\ell_1 = 1,25d = 1,25 \cdot 20 = 25$ мм тереңдікке бұрамдап енгіземіз. Сызбада ГОСТ 2.315-68 бойынша бұрамасұқпаның сұқпа ұшынан төмен бұrandалы және бұrandасы жоқ жерлері көрсетілмейді (12.74 ә-сурет).

Сонан соң бұрамасұқпаның шығып тұрған қыспа ұшына қалыңдығы $H_1=18$ мм-лі біріктірілетін тетікбөлшекті кигіземіз. Бұл жерде де шартты түрде бұрамасұқпа сырығы мен біріктірілетін тетікбөлшектің аралығындағы саңылау көрсетілмейді.

Келесі ретте тетікбөлшектің үстіне тығырық кигізіліп (12.74 б-сурет), оны сомынмен бұрамдап тартып қысады (12.74 в-сурет). Мұнда да бұrandамалы біріктірудегі сияқты сомын мен тығырық тілінбей кескінделеді және бұрамасұқпаның бұrandалы ұшы артылып шығып тұрады. Олардың өлшемдері бұрамасұқпа бұrandасының $d=20$ мм номинал диаметріне байланысты есептеліп салынады.

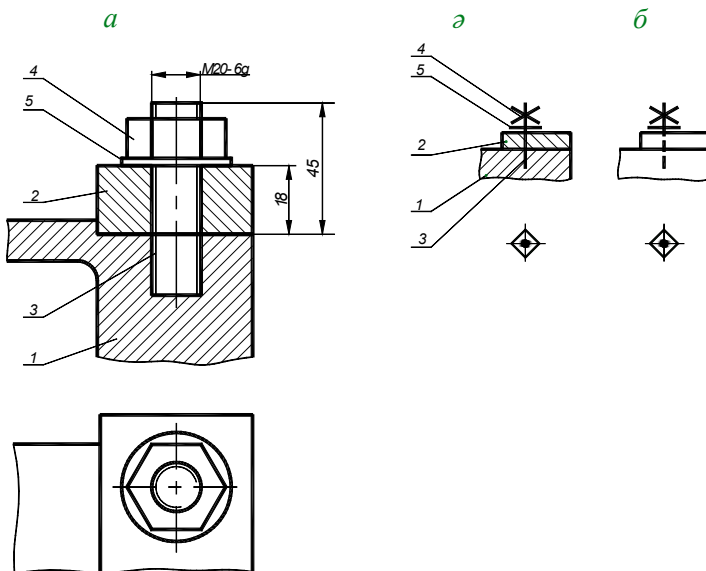




12.74-сурет. Бұрамасұқпалық біріктіру: а) біріктірілетін тетікбөлшектер; б) бұрамасұқпаны бұрамасұқпаны бұрамдап енгізу; в) тығырықты кигізу; г) сомынды бұрамдау

Бұрамасұқпаның ұзындығын $\ell = H_1 + 1,3d$ формуласымен анықтап оны стандарттағы ең жақын үлкен мәніне немесе 5-ке еселі санға теңестіріп сызбаға жазады. Берілген мысал үшін $\ell = H_1 + 1,3d = 18 + 26 = 44$ мм. Стандарттағы сәйкес ең үлкен жақын мәні 45 мм-ге тең, демек $\ell = 45$ мм стандартты мәні болады. Нәтижесінде бұрамасұқпалық біріктірудің сызбасында тек қана үш өлшемі: бұранда диаметрі $d = M20-6g$; бұрамасұқпа ұзындығы $\ell = 45$ мм және біріктірілген тетікбөлшектің қалыңдығы $H_1 = 18$ мм қойылады (12.75 а-сурет). Бұл суретте сонымен бірге бұрамасұқпалық біріктірудің шартты кескіні тілікте және көріністе көрсетілген (12.75 ә, б-сурет).

Сызба толық безендіріліп барлық тетікбөлшектерінің тұрақтарының нөмірлері қойылады. Бұрамасұқпалық біріктірудің ықшамдалған және шартты кескіні құрастыру сызбасы ретінде қарастырылады да, оған қосыла тіркелетін сипаттізімінде бекіту тетікбөлшектері стандартқа сәйкес белгіленіп жазылады (12.76-сурет).



12.75-сурет. Бұрамасұқпалық біріктіру:
 а) ықшамдалған кескіні; ә) тіліктегі шартты кескіні;
 б) көрінісіндегі шартты кескіні

				1		
				Стандартты бұйымдар		
				Бұрамасұқпа М 20-6g x 40.58		
				ГОСТ 22032-76		1
				Сомын М 20-6H.12.40X.016		
				ГОСТ 5915-70		1
				Тығырық 20.01 08 кп.016		
				ГОСТ 11371-78		1
				ОҚМУ 13 01 00 000 ҚС		
Елге	Бет	Құжат №	Қазы	Күн	Бұрамасұқпалық біріктіру	
Сызған	Айтұев					
Тексерген						
Қабылдаған	Шүлєнбаєв					
Бекітті						
					Литері	
					а	
					Парақ	
					Парақ саны	
					Инж. графика кафедрасы ТН- 08 -2к тобы	

12.76-сурет. Сипаттізім

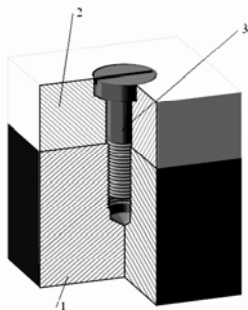
Бұрамасұқпалардың өлшемдері миллиметрде

Бұрама- сұқпа Бұранда- масының диаметрі, d	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	16	20
Бұранда қадамы ірі	0.4	0.45	0.5	0.7	0.8	1	1.25	1.5	1.75	2	2.5
Бұранда қадамы ұсақ	-	-	-	-	-	-	1	1,25	1,25	1,5	1,5
b_1	3	3	3	4	5	6	8	10	12	16	20
ℓ	10-80	15-160	15-160	18-160	20-160	25-160	28-200	35-200	38-200	45-240	48-240

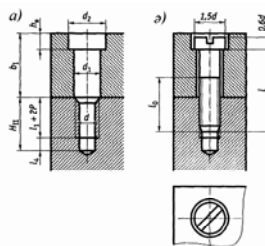
(ℓ) өлшемі мына қатардан алынады: 10; 12; 15; 18; 20; 25; 28; 30; 35; 38; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90; 100; 110; 120; 130...

12.12.3. Бұрамалық біріктіру (винтовое соединение)

Бұрамалық біріктіруді де екі және одан да көп тетікбөлшектерді бекіткенде қолданады (12.77-сурет). Екі тетікбөлшекті біріктіру үшін: Тетікбөлшектің біріншісінде (тұрықта) тесік бұрғыланып (көбінесе тұйық тесік) ол жерде бұранда ойылады. Біріктірілетін екінші тетікбөлшекте бұрама сырығының диаметрінен үлкендеу етіп өтпелі тесік бұрғыланып бұрама басы кіретін ұя жасалады (12.77 а-сурет). Егер бұраманың басы цилиндрлік болса ұяның да пішіні цилиндрлі, ал басы конустық болса – конусты болады. Біріктірілетін тетікбөлшектің тесігіне бұраманы кіргізіп, оны бірінші тетікбөлшектің бұрандалы ұясына екінші тетікбөлшек бекітілгенше бұрамдайды (12.78 ә-сурет).

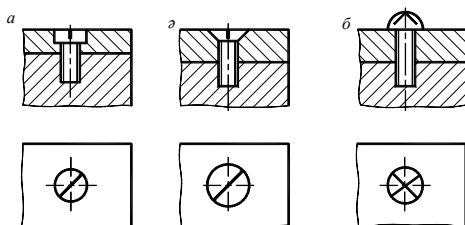


12.77-сурет. Бұрамалық біріктіру
1,2 – біріктірілетін
тетікбөлшектер; 3 – бұрама

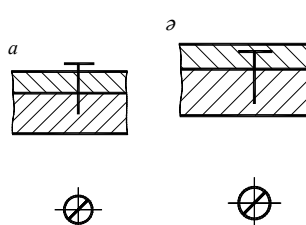


12.78-сурет. Бұрамалық біріктірудің
құрылымдық кескінін салу: а) тесіктерін
даярлау; ә) біріктірудің құрылымдық кескіні.

Құрастыру сызбалары мен жалпы түр сызбаларында әдетте бұрамалық біріктірудің ықшамдалған кескінін қолданады (12.79-сурет). Бұл жерде де бұранданы шартты түрде бұраманың ұзынабойына кескіндейді, ал бұрауышқа арналған оймакілтекті басты көрінісінде жуандығы $2S$ -ке тең тұтас жуан сызықпен кескіндесе, оның бұрама осіне перпендикуляр жазықтықтағы көрінісінде проекциялық байланысы бұзылғанына қарамай көлбеулігі $\angle 45^\circ$ -қа тең тұтас жуан сызықпен кескіндейді (12.79 а-б-сурет). 6.80-суретте бұрамалық біріктірудің шартты кескіні көрсетілген. Бұрамалық біріктірудің сызбасында бұрама бұрандасының диаметрі (d) және бұрама ұзындығы (ℓ) қойылады.

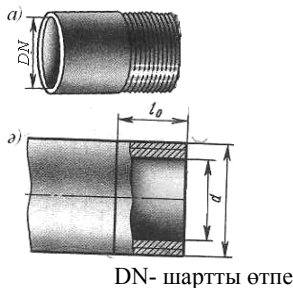


12.79-сурет. Бұрамалық біріктірудің ықшамдалған кескіні: а) басы цилиндрлік бұрамамен бекіту; б) басы конустық бұрамамен бекіту, в) басы жартылай дөңгелек, оймакілтегі крест тәрізді бұрамамен бекіту.



12.80-сурет. Бұрамалық біріктірудің шартты кескіні: а) басы шығып тұратын бұрама; б) басы ұяға кіріп тұратын бұрама.

12.13. Құбыржолдарды жалғау (біріктіру)



12.81-сурет. Құбыржол:
а) сыртқы бұрандасы бар құбыржол;
б) сыртқы бұрандасы бар құбыржолдың сызбасы

Диаметрлері бірдей немесе әртүрлі болып келетін құбыржолдарды (трубопроводы) бір-бірімен біріктіру, яғни жалғау өндірісте, құрылыста, тіпті біздің күнделікті тұрмыста кеңінен қолданылады. Себебі өзара жалғанған құбыржолдар арқылы су, газ, бу, т.б. сұйық заттар, яғни түрлі массалар тасымалданады, сондықтан техникада оларды *массакоммуникациялық жалғаулар* деп те атайды.

Массакоммуникациялық жалғауларда болаттан жасалатын (ГОСТ 3262-75*) ұштарында цилиндрлік дюймдік бұранда ойылған (ГОСТ 6367-75*) құбырлар қолданылады (12.81a-сурет) Қабырғаларының қалыңдығына байланысты құбырларды қарапайым, күшейтілген және жеңіл деп бөледі.

Құбырлар шартты өтпесімен (номиналды диаметрімен) сипатталады. Ол шамамен мм-де есептелінетін құбырдың ішкі диаметріне тең болады (ГОСТ 28338-89).

Шартты өтпе мәндерінің келесі қатары белгіленген:

3	10	25	65	160*	350	700	1400	2400	3400
4	12	32	80	175**	400	800	1600	2600**	3600**
5	15	40	100	200	450	900	1800	2800	3800**
6	16*	50	125	250	500	1000	2000	3000	4000
8	20	63*	150	300	600	1200	2200	3200**	

*тек гидравликалық және пневматикалық құрылғылар үшін қолдануға болады.

**жалпы қолданыстағы арматура үшін пайдалануға болмайды.

Сызбада шартты өтпені **DN** әріптерімен⁴ және осы қатардан алынған цифрлік мәнімен белгілейді. Мысалы, шартты өтпе 20 болса **DN20** деп белгіленеді, ал сызбада құбырдың шартты белгілеуінде: аталуын, қаптауын, (Ц-мырыштың) бұрандасының (Р) бар екендігін, шартты өтпесін, қабырғасының қалыңдығын, құбырдың ұзындығын, стандарт нөмірін көрсетеді, мысалы: **Құбыр Ц-Р-20х2,8х4000 ГОСТ 3262-75*** – бұл мырышталған, шартты өтпесі 20 мм, қабырғасының қалыңдығы 2,8 мм, ұзындығы 4000 мм құбыр.

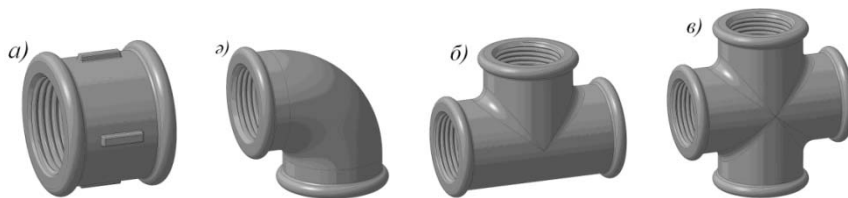
Құбыржолдарды жалғау *ажырамалы* (бұрандалы, ернемекті) және *ажыратылмайтын* (пісірмелі немесе дәнекерлемелі) болып келеді.

Ажырамалы бұрандалы жалғауларында жалғағыш бөлшектер – *фитингтер* пайдаланылады (12.82-сурет). Фитингтер тығыздағышты пайдалана отырып, температурасы 175⁰ С-тан аспайтын агрессивті емес орта (су, қаныққан су буы, жанғыш газ т.б.) жүйелерінде қолданылатын құбырларды жалғау үшін қолданылады.

⁴1991 жылдың 1 қаңтарына дейін өндірісте игерілген арматура мен құбыржолдардың жалғауларында шартты өтпені **D_y** арқылы белгілеуге болады.

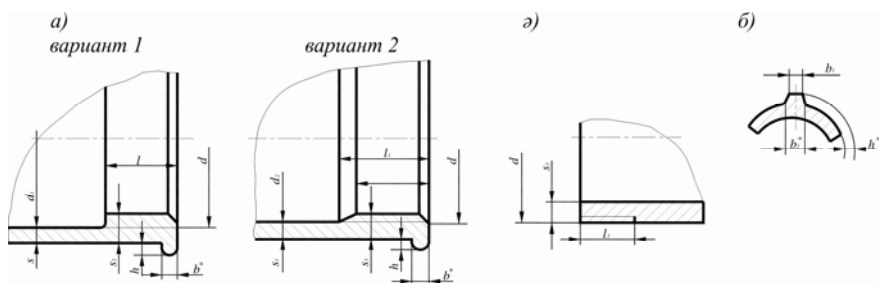
Фитингтер КЧ30-6, КЧ35-10, т.б. соғылмалы шойындардан жасалады. Бұрандалары цилиндрлік құбырлық (ГОСТ 8724-81) болып келеді. Олардың номенклатурасы ГОСТ 8943-75-те келтірілген.

Қолданылуына байланысты фитингтерді: қысқа түзу жалғастырғыштар, ұзын түзу жалғастырғыштар; өтпелі бұрыштықтар; ауыспалы бұрыштықтар; түзу үштармақтар; екі өтпесі бар үштармақтар; түзу крестер; ауыспалы крестер; екі өтпесі бар крестер; компенсациялайтын жалғастырғыштар; ауыспалы жалғастырғыштар; еміктер (ниппели); жалғастырғыш сомындар; кідіртпесомындар; қалпақшалар және тығындар (ГОСТ 8946-75÷ГОСТ 8963-75) деп аталады. Төмендегі суретте осы фитингтердің кейбіреулері ғана көрсетілген.



12.82-сурет. Фитингтер: а – түзу жалғастырғыш (муфта прямая); ә – түзу бұрыштық (прямой угольник); б – түзу үштармақ (прямой тройник); в – крест(крест)

Фитингтердің өлшемдері жалғанатын құбыржолдың шартты өтпесінің (DN) шамасына байланысты анықталады, ал құрылымдық элементтері (12.83-сурет) және олардың өлшемдері ГОСТ 8944-75-ке сәйкес алынып сызылады (6.1-кесте). Олар екі вариантта орындалады. Вариант 1 немесе 2-ні әзірлеуші кәсіпорын таңдап алады. Фитингтердің бұрандасы ГОСТ 6357-81 (дәлдігі В класты); сілемдері, бунақтары, бұранданың қиықжиектері ГОСТ 27148-86-де бекітілген. Профиль биіктігінің оның ұшының есебінен қысқартылуы 15%-дан аспау керек.



12.83-сурет. Фитингтердің құрылымдық элементтерінің өлшемдері:
а – ішкі бұрандасымен; ә – сыртқы бұрандасымен; б – қырлары

6.1-кесте.

**Соғылмалы шойыннан жасалынған
фитингтер элементтерінің өлшемдері (6.83-сурет)**

Шартты өтпе DN	Бұранда				
	белгілеу	d	l	l ₁	l ₂ max
			min		
8	G1/4 – B	13,158	9,0	9	7,0
10	G3/8 – B	16,663	10,0	11	8,0
15	G1/2 – B	20,956	12,0	14	9,0
20	G3/4 – B	26,442	13,5	16	10,5
25	G1 – B	33,250	15,0	19	11,0
32	G1 ^{1/4} – B	41,912	17,0	21	13,0
40	G1 ^{1/2} – B	47,805	19,0	21	15,0
50	G2 – B	59,616	21,0	24	17,0

6.1- кестенің жалғасы

Шартты өтпе DN	d ₁	d ₂	s	s ₁	s ₂	s ₃	b	b ₁	b ₂	h
8	13,5	12,5	2,5	3,0	3,5	3,5	3,0	2,0	3,5	2,0
10	17,0	16,0	2,5	3,0	3,5	3,5	3,0	2,0	3,5	2,0
15	21,5	20,0	2,8	3,5	4,2	4,2	3,5	2,0	4,0	2,0
20	27,0	25,5	3,0	3,5	4,4	4,2	4,0	2,0	4,0	2,5
25	34,0	32,0	3,3	4,0	5,2	4,8	4,0	2,5	4,5	2,5
32	42,5	40,5	3,6	4,0	5,4	4,8	4,0	2,5	5,0	3,0
40	48,5	46,5	4,0	4,0	5,8	4,8	4,0	3,0	5,0	3,0
50	60,5	58,5	4,5	4,5	6,4	5,4	5,0	3,0	6,0	3,5

Фитингтердің шартты белгілеуінде тетікбөлшектің аталуы, қаптау таңбасы, шартты өтпесінің диаметрі және стандарт нөмірі көрсетіледі. Мысалы: DN=40 мм-ге тең қаптауы жоқ түзу қысқа жалғастырғышты:

Қысқа жалғастырғыш 40 ГОСТ 8954-75*;

DN=25 мм-ге тең түзу бұрыштықты:

Бұрыштық 25 ГОСТ 8946-75*;

Қаптауы жоқ DN=40 мм-лі ұштармақты:

Ұштармақ 40 ГОСТ 8949-75*;

Мырышпен қапталған DN=25 мм-ге және DN₁=20 мм-лік ауыспалы кресті:

Крест Ц-25х20 ГОСТ 8952-75*- деп белгіленеді,

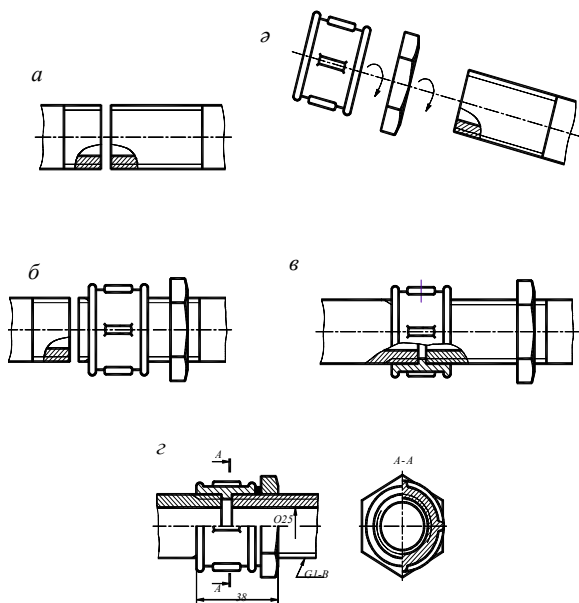
Құбыржолдарды жалғау сызбасы олардың тетікбөлшектерінің өлшемдері бойынша орындалады. Мысалы, ұштарында бұрандалары (біреуінде қысқа, екіншісінде ұзындау) бар екі құбыржолды (12.84 а-сурет) бір-бірімен түзу жалғастырғыштың көмегімен жалғау үшін бұрандасы ұзындау етіп ойылған құбыржолға (оң жағындағы) кідіртпесомынды (контргайка) сонан соң жалғастырғышты (12.84 ә-сурет), құбыржолдардың шетжағы шығып тұратындай етіп толық бұрап кірігізеді (12.84 б-сурет). Сонан соң құбыржолдардың шетжақтарын бір-біріне жақындатып оң жақ құбыржолдағы жалғастырғыштың бір бөлігін сол жақ құбырға толық сілеміне тірелгенше бұрайды (12.84 в-сурет). Соңында жалғастырғыш пен кідіртпесомынның арасына құбыржолдармен тысымалданатын газ немесе бу шығып кетпейтіндей етіп арнаулы материалдан жасалған төсем (прокладка) қойылады да, оны кідіртпесомынмен тартып қысады. 12.84 г-суретте құбыржолдар жалғауларының басты көрінісі мен сол жақтан көрінісі А-А тілігімен кескінделген. Безендіріліп болған сызбада құбыржолдың бұрандасы мен жалғастырғыш енінің өлшемдері қойылады.

Енді қарастырылған мысалдағы сызбаны салудың ерекшеліктеріне назар аударыңыздар.

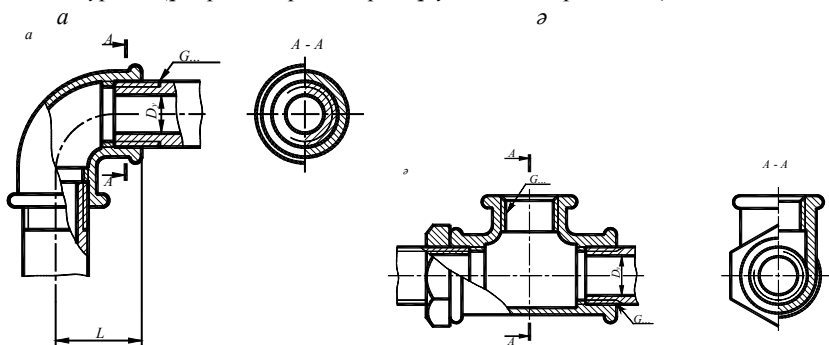
1. Жалғастырғыштың құбыржолға тірелгенше бұралып тоқтатылған жерінде тек қана бұранда сілемі кескінделеді (12.84, 12.85-суреттерге қара).

2. Екінші құбыржолдағы бұранда ұзындығы жалғастырғыштың ені мен кідіртпесомынның биіктігін қосқандағы өлшемінен 5...7 мм үлкендеу болу керек.

3. Құбыржолдар жалғауының сызбасында әдетте оның құрылымдық элементтерін ықшамдатпай түп-түгел көрсетіп сызады.



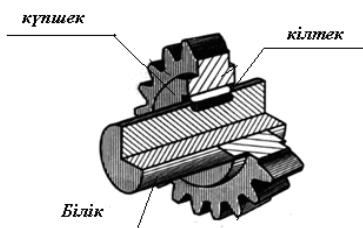
12.84-сурет. Құбыржолдарды өзара түзу жалғастырғыштың көмегімен жалғау



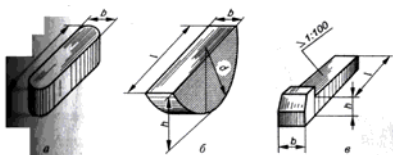
12.85-сурет. Құбыржолдарды бұрыштық және ұштармақты көмегімен жалғау: а) бұрыштықпен; ә) ұштармақпен

12.14. Кілтектік біріктірулерді кескіндеу

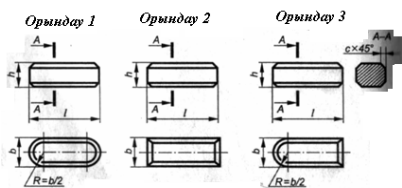
Бұрау моментін беру үшін біріктірілген екі тетікбөлшектердің ойықтарына орналастырылатын тетікбөлшекті **кілтек** (**шпонка**) деп аталады.



12.86-сурет. Кілтектік біріктіру



12.87-сурет. Кілтектер:
а) призмалы; ә) сыналы;
б) сегментті



12.88-сурет. Призмалы кілтектер

Кілтектік біріктіруде (12.86-сурет) кілтек шамамен өзінің биіктігінің жартысымен біліктің ойығына, екінші жартысымен күпшектің ойығына кіреді. Осылайша кілтектің бүйір (жұмыстық) жағы айналысты біліктен күпшекке және керісінше береді.

Жалпы қолданыстағы кілтектер *призмалы* (призма тәріздес), *сыналы* (сына тәріздес) және *сегментті* (сегмент тәріздес) болып келеді (12.87-сурет). Олардың пішіндері мен өлшемдері стандартталған және біліктің диаметрі мен біріктірілетін тетікбөлшектердің жұмыс істеу жағадайларына байланысты.

Кілтектерді арнаулы таза тартылған кілтектік болаттан (ГОСТ 8786-68) жасайды. Техникада көбінесе призмалы кілтектерді қолданады. Мұндай кілтектер **қарапайым** (ГОСТ 23360-78*) және **бағыттаушы** (ГОСТ 8790-79) болып екіге бөлінеді. Қарапайым призмалы кілтектер ГОСТ 23360-78*-ге сәйкес үш түрде (Орындауы 1,2,3) жасалып шығарылады (12.88-сурет).

Аталынған стандарт бойынша призмалы кілтектердің өлшемдері мен шеткі ауытқулары және оларға сәйкес біліктер мен төлкелердегі кілтектік ойықтар анықталады. Бағыттаушы, яғни ұзындығы ұлғайтылған призмалы кілтекті қозғалатын біріктірулерде қолданады.

Мұндай кілтектің білікке бекітетін тесіктері болады (12.90-сурет). ГОСТ 8790-70-ке сәйкес диаметрі 22-ден 200 мм-ге дейін аралықтағы біліктер үшін бағыттаушы кілтектер мен оларға арналған ойықтардың өлшемдері нормаланаған.

ГОСТ 24068-80 бойынша кілтектік біріктірулер басы жоқ және басы бар *сыналы* кілтектердің көмегімен іске асырылады (12.90 б-сурет). Сыналы кілтектерді қозғалмайтын біріктірулерде қолданады. Бұл жерде біліктегі кілтектік ойық міндетті түрде біліктің шет жағына дейін шығып тұрады.

ГОСТ 24071-97 (ИСО 3912-77) бойынша *сегментті* кілтектердің өлшемдері мен өлшемдерінің шеткі ауытқулары және оларға сәйкес біліктер мен күпшектердегі кілтектік ойықтары анықталады (12.89 в-сурет). Сегментті кілтектер тек қана қозғалмайтын біріктірулерде қолданылады.

Призмалы және сыналы кілтектердің шартты белгілеулерінде орындау нөмірі (Орындау 1-ден басқасы), көлденең қимасының bxh өлшемдері, ұзындығы l және стандарт нөмірі көрсетіледі. Сегментті кілтектер үшін белгілеуінде ұзындығы көрсетілмейді.

Шартты белгілеудің мысалдары:

Орындауы 1 өлшемдері $b=10$ мм, $h=7$ мм, $l=28$ мм призмалы кілтек:

Кілтек 10 x 7x28 ГОСТ 23360-78*.

Орындауы 2, соның өзі:

Кілтек 2-10 x 7x28 ГОСТ 23360-78*.

Орындауы 1 өлшемдері $b=8$ мм, $h=7$ мм, $l=40$ мм

Сыналы кілтек:

Кілтек 8 x 7x10 ГОСТ 24068-80.

Орындауы 2 өлшемдері $bxh=5x5,2$ мм сегментті кілтек:

Кілтек 2-5 x 5,2 ГОСТ 24071-80.

Кілтектік ойығы бар біліктің сызбасын салу үшін біліктің берілген диаметрі (d_0) бойынша 1-кестеден кілтектік ойықтың өлшемдерін анықтап аламыз.

1-кесте.

Қарапайым призмалы кілтектердің өлшемдері

Біліктің диаметрі d , мм	Кілтектің өлшемдері bxh	Кілтектік ойықтың тереңдігі		Кілтектің ұзындығы	Ұзындықтар қатары, мм
		Білікте t_1	Күпшекте t_2		
10-12	4x4	2,5	1,8	8...45	6,8,10,
12-17	5x5	3,0	2,3	10...56	12,14,16,
17-22	6x6	3,5	2,8	14...70	18,20,22
22-30	8x7	4,0	3,3	18...90	25,28,32,
30-38	10x8	5,0	3,3	22...110	50,56,63,
38-44	12x8	5,0	3,3	28...140	70,80,99
44-50	14x9	5,0	3,3	36...160	100,110
50-58	16x10	6,0	4,3	45...180	125,140
58-65	18x11	7,0	4,4	50...200	160,180
65-75	20x12	7,5	4,9	56...220	

Жетіспейтін өлшемдері құрылымдық ерекшеліктеріне қарап алынады.

Мысалы күпшектің ұзындығы $L_{күп} = (1,2 \div 1,5) d_6$, белдемесінің диаметрі $D_1 = 1,1 d_6$, оның қалыңдығы $H = 3 \div 8$ мм, кілтектік ойыққа дейінгі өлшем: $\ell = 3 \div 8$ мм, кілтектік ойық пен кілтектің ұзындығы $\ell = L_{күп} - (5 \dots 6)$ мм, кілтектік ойықтың дөңгелектету радиусы $R = 0,5 \phi$, біліктегі кілтектік ойықтың тереңдігін анықтайтын өлшемі $d_1 = d_6 - t$, қиықжиектің өлшемі, қиықжиектің өлшемі c -ны 2-кесте бойынша анықтауға болады.

2-кесте.

Қиықжиектің өлшемдері

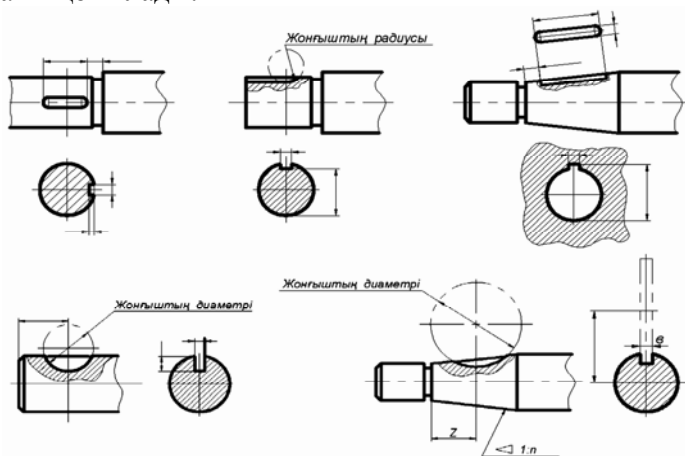
Біліктің диаметрі d_6	10-20	20-30	30-50	50-60
Қиықжиектің биіктігі, c	1,5	2,0	2,5	3,0

Кілтектің ойығы бар біліктің сызбасы үш көріністе орындалады (6.104-сурет)

1) **басты көрініс** (кілтектік ойық жергілікті тілік жасау арқылы көрсетілген); 2) **үстіңгі көрініс**, бұл жерде тек қана кілтектік ойықтың пішінін көрсетсе жеткілікті болады;

3) **біліктің қимасы**, бұл жерде қиюшы жазықтықты кілтектік ойығы бар жерінен жүргізеді.

Біліктің жұмыс сызбасында барлық керекті өлшемдер, кедір-бұдырлығының белгілері, беттердің түйісетін жерлеріндегі шақтамалары мен қондырмалары, біліктің қандай материалдан жасалғаны қойылады.

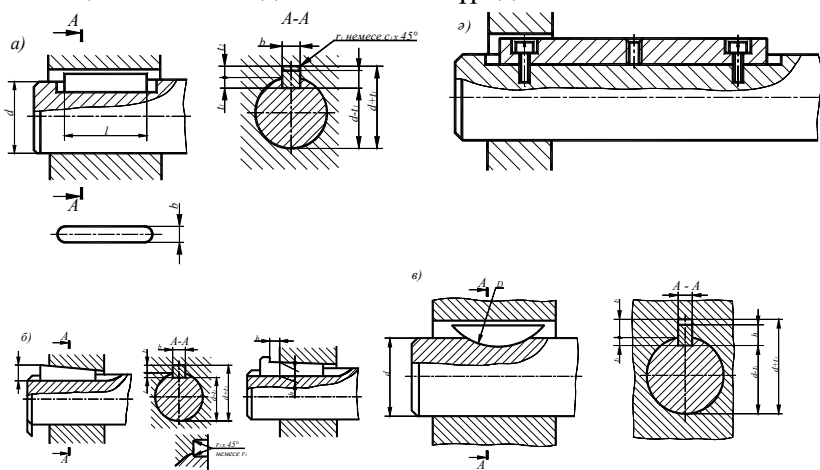


12.89-сурет. Кілтектік ойықтардың өлшемдері

Кілтектік біріктірудің сызбасын біліктің диаметрі d мен доңғалақ күпшегінің ұзындығы $L_{күп}$ бойынша сәйкес стандарттың кестесінен кілтектің (bxh) өлшемін және ойықтардың t_1 , t_2 тереңдігін анықтап сызады. Бұл жерде кілтектің ℓ ұзындығы күпшектің ұзындығынан 5...6 мм кем етіп алынады: $\ell = L_{күп} - (5...6) \text{ мм}$.

Кілтектік біріктіру сызбада екі проекцияда - бойлық және көлденең тілікте кескінделеді (12.90 а...в-суреттер). Бойлық тілікте кілтек қиылмаған болып кескінделеді, ал білік үшін жергілікті тілікті қолданады. Көлденең қимасында барлық үш тетікбөлшек – білік, кілтек және күпшек сызықталады. Призмалы кілтектің көмегімен іске асырылатын біріктіруде (12.90 а, ә, в-сурет) күпшектің ойығы мен кілтектің беткей жағының аралығында саңылау болуы керек. Кілтектің қимасы біліктің диаметріне, ұзындығы – берілетін бұрау моменті мен біріктірудің құрылымдық ерекшеліктеріне байланысты, мысалы диаметрі 44...50 мм үшін қима 14x9 мм, ал ұзындықтарының интервалы – 36...160 мм болады.

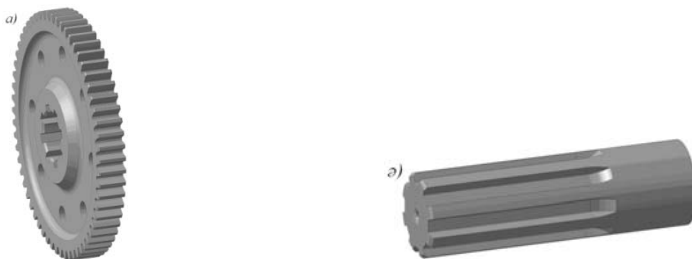
ГОСТ 24068-80 бойынша кілтектік біріктірулер басы жоқ және басы бар *сыналы* кілтектердің көмегімен іске асырылады (12.90 б-сурет). Сыналы кілтектерді қозғалмайтын біріктірулерде қолданады. Бұл жерде біліктегі кілтектік ойық міндетті түрде біліктің шет жағына дейін шығып тұрады.



12.90-сурет. Кілтектік біріктіру: а) призмалы; ә) ұзындығы ұлғайтылған призмалы; б) сынал; в) сегментті

15.14.1 Оймакілтекті біріктірулерді кескіндеу

Оймакілтекті біріктірулерді көпкілтекті біріктірулер деп қарастыруға болады. Осылайша аталатын себебі біріктірудегі тістер (оймакілтектер) білікпен бірге оның осіне параллель болып орындалады (12.91-сурет).

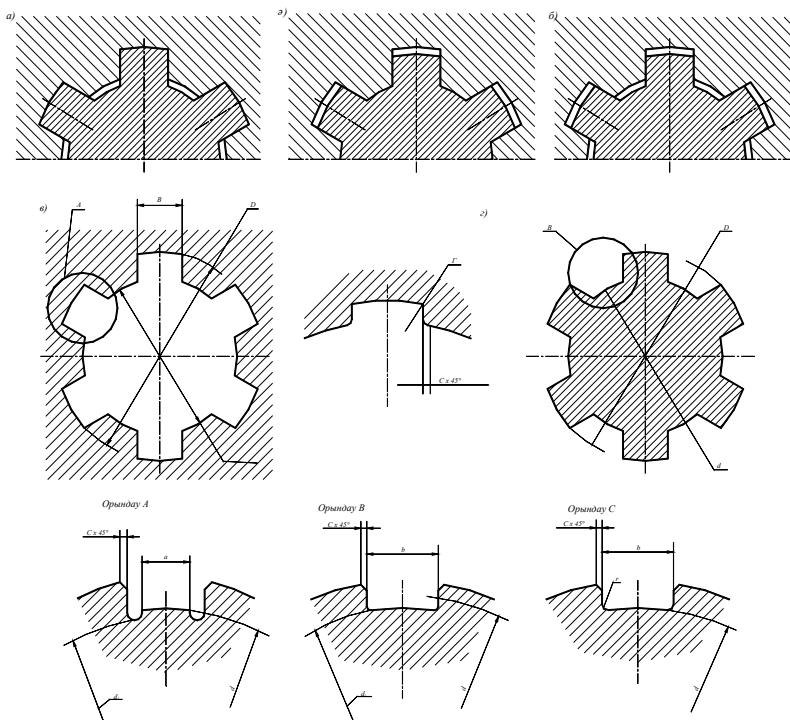


12.91-сурет. Оймакілтекті доңғалақ (а) және білік (ә)

Мұндай біріктірулер үлкен айналу моменттерін бере алады. Сонымен қатар олар доңғалақ пен білікті дұрыс центрленуін жеңілдетеді – бұл жылдамдығы жоғары берілістерде маңызды мәселе болып табылады. Тістерінің профиліне байланысты оймакілтекті біріктірулерді: *тікбүйірлі* (12.92 а-сурет), *эвольвенталы* (12.92 ә-сурет) және *үшбұрышты* (12.92 б-сурет) деп бөледі.

Тікбүйірлі оймакілтекті біріктірулерді ГОСТ 1139-80 бойынша күпшекті оймакілтектердің сыртқы D (12.92 а-сурет), ішкі d (12.92 ә-сурет) диаметрлері және оймакілтектердің бүйір жақтары b бойынша (12.92 б-сурет) центрленгенін қолданады. Күпшектің қимасының пішіні центрлеу әдісінің әртүрлі болғанына қарамай 12.92 в-суретте көрсетілгендей етіп орындалады. Оймакілтекті білік қимасы (көлденең қимасы) пішінінің *орындауы* d бойынша центрлегенде A немесе C және D мен b бойынша центрленгенде – B болады.

Оймакілтектердің өлшемдері мен санына (тістерінің санына) байланысты біріктірулердің үш сериялары белгіленген: жеңіл (қозғалмайтын немесе жүктелген біріктірулер үшін); орташа (бірқалыпты жүктелген біріктірулер үшін) және салмақты (жылжымалы жүктеулі біріктірулер үшін).



12.92-сурет. Тікбүйірлі оймакілтекті біріктірулерді сыртқы (а) және ішкі (ә) диаметрлері бойынша, бүйір беттері бойынша (б) орнықтыруды және біріктірулердің тетікбөлікшелерінің құрылымдық элементтерінің (в,г) сызбалары

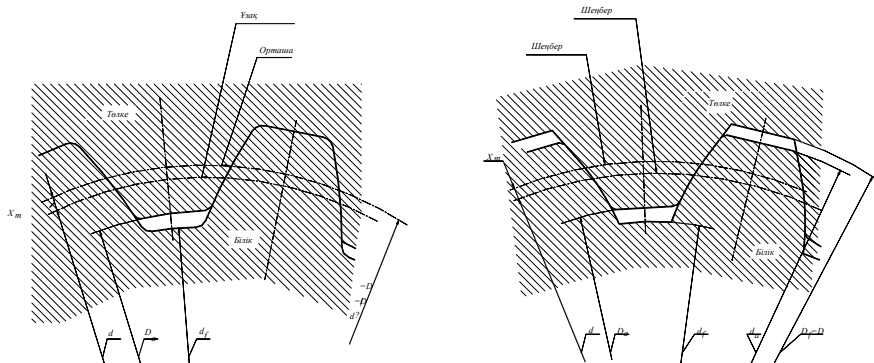
Шартты белгілеудің мысалдары:

ішкі диаметрі d – бойынша центрлегенде төлкені d – $6 \times 32H7 \times 36H12 \times 6D9$, бұл жерде d – центрлеудің түрі; 6 – тістерінің саны; 32 – шақтама өрісі $H7$ болғандағы ішкі диаметрі; 36 шақтама өрісі $H12$ болғандағы сыртқы диаметрі; 6 – шақтама өрісі $D9$ болғандағы тіс ені;

сол сияқты, білікті $d - 6 \times 32f7 \times 36a11 \times 6f8$; мұнда $f7$, $a11$ және $f8$ - d , D және b -ның сәйкес шақтама өрістері;

біріктіруді $d - 6 \times 32H7/f7 \times 36H12/a11 \times 6D9/f8$;

Эвольвенталы оймакілтекті біріктірулер. Профиль бұрышы 30° -ты эвольвенталы оймакілтекті біріктірулер ГОСТ 6033-80-ге сәйкес күпшекті оймакілтектің бүйір беттері s және сыртқы диаметрі D бойынша (12.92 а-сурет) және бүйір беттері бойынша (12.92 ә-сурет) центрлеуімен ажыратылады.

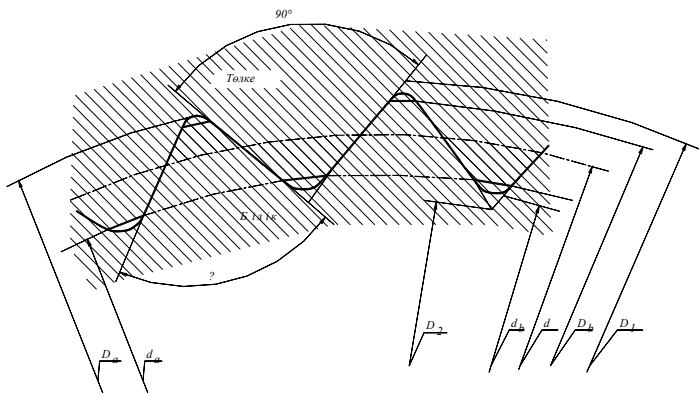


12.93-сурет. Эвольвенталы оймакілтекті біріктіруді бүйір беттері және сыртқы диаметрі бойынша (а), бүйір беттері бойынша (б) орнықтандыру

Эвольвенталы оймакілтекті біріктірулердің негізгі өлшемдері ГОСТ 6033-80 бойынша анықталады. Біріктірудің **шартты белгілеуінде** D номинал диматерін, m модулін және шақтама өрісінің мәнін тізбектеп көрсетеді, мысалы:

50x2xH9/g8 ГОСТ 6033-80.

Тістер саны D және m мәндерімен анықталатындықтан көрсетілмейді.



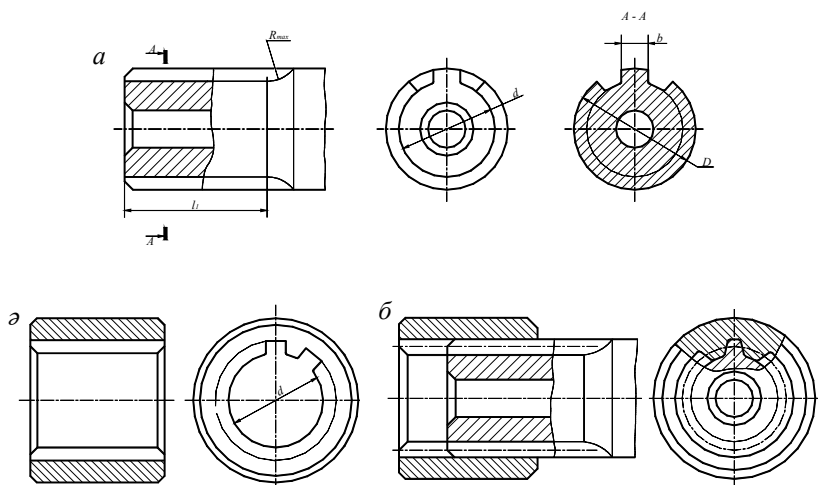
12.92-сурет. Үшбұрышты тіспен біріктіру

Үшбұрышты оймакілтекті біріктірулерді (12.93-сурет) жұқа қабырғалы төлкелерде кіші бұрау моментін беретін

жылжымайтын біріктірулер үшін және баспақты қондырмаларды алмастыру үшін қолданады.

Негізгі параметрлері: тістер саны – 20-дан 70-ке, - 0,2-ден 1,5 мм-ге, біліктің ойым бұрышы $90,72$ немесе 60^0 -қа дейінгі аралықтарда болады. Центрленуі – тек қана тістердің бүйір беттері бойынша іске асырылады.

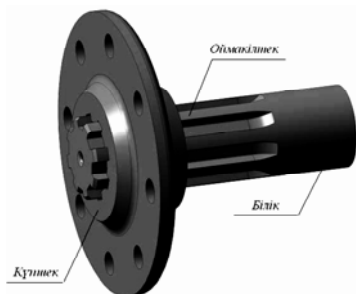
Оймакілтекті біріктірулерді ГОСТ 2.409-74 бойынша 12.94-суретте көрсетілгендей ықшамды түрде кескіндейді. Стандартты емес оймакілтекті біріктірулері бар сызбада, оның ішінде профилі үшбұрышты тісімен, тіс профилі мен ойымының кескінін барлық қажетті өлшемдерімен орналастырады. Эвольвенталы біріктірулердің кескінінде қосымша бөлгіш шеңберін 12.94 б-суреттегідей көрсетіп сызады.



12.94-сурет. Оймакілтектілердің біліктің (а), төлкенің (ә) және оймакілтекті біріктірудің (б) шартты түрде кескінделуі

12.15. Оймакілтекті (шлицевые) біріктірулерді кескіндеу

Оймакілтекті біріктірулерді **көпкілтекті** деп атайды, мұндағы көпсанды кілтектер біліктің осіне параллель орналасып онымен тұтас болып жасалынады (12.95-сурет)



12.95-сурет. Оймакілтекті біріктіру

Білікте оймакілтектердің (көпсанды тістердің) болуы оның кілтектік біріктірумен салыстырғанда жоғары бұрау моменттерін беру мүмкіндіктері бар және білік пен күшпектің центрленуін жақсырақ қамтамасыз етеді, бұл, әсіресе айналыс саны жоғары берілістерге өте қажет.

Біріктірудегі оймакілтектердің профильдері *тікбұрышты* (12.96-сурет), *эвольвенталы* (12.97-сурет) және *үшбұрышты* (12.98-сурет) болып келеді. Ең көп тарағаны ***тікбұрышты оймакілтектер***. Тікбұрышты оймакілтекті біріктірулердің өлшемдері ГОСТ 1139-80* бойынша анықталады. Бұл жерде олардың үш орындаулары – А, В, С және үш сериалы біріктірулері (*жеңіл, орта, ауыр*) қарастырылған. Негізгі параметрлері: тістер саны z , ішкі диаметрі d , сыртқы диаметрі D , тісінің ені b (12.96-сурет).

Тікбұрышты оймакілтекті біріктірулерде білік пен күшпек тістері беттерінің бір-бірімен жанасуы (центрленуі) сыртқы диаметрі D бойынша (саңылауы ішкі диаметрі бойынша жасалады, 12.96 а-сурет), ішкі диаметрі d бойынша (саңлауы сыртқы диаметрі бойынша жасалынады, 12.96 ә-сурет) және тістерінің, яғни оймакілтектерінің бүйір жақтары бойынша (саңылаулары сыртқы және ішкі диаметрілері бойынша 12.96 б-сурет) іске асырылады.

Күшпек қимасының пішіні центрлеу әдісі қандай болса да 12.96 в-суретте көрсетілгендей етіп орындалады. Оймакілтекті біліктің қимасының пішіні d бойынша центрленгенде орындауы А мен С, ал D және b бойынша центрленгенде орындауы В болады.

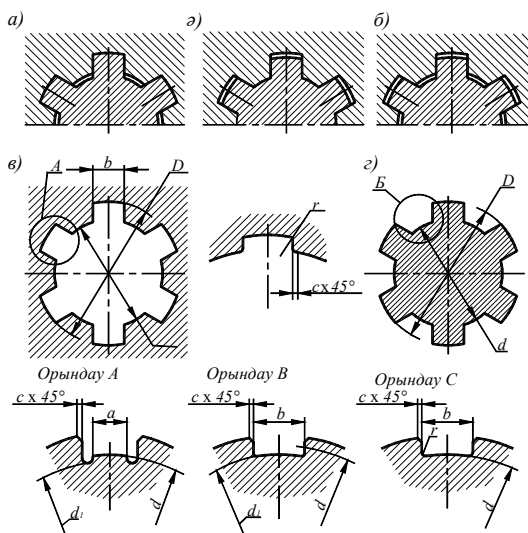
Шартты белгілеу мысалдары:

күшпекті ішкі диаметрі d бойынша центрленгенде ***d-6x32H7x36H12x 6 D9***,

бұл жерде d – центрлеу түрі; **6** – тістер саны; **32** – шақтама өрісі **H7** болатын ішкі диаметрі; **36** – шақтама өрісі **H12** болатын сыртқы диаметрі; **6** – шақтама өрісі **D9** болатын тісінің ені;

сол сияқты,

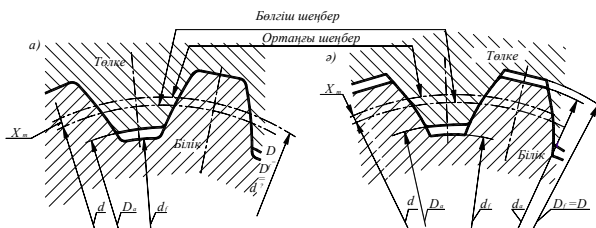
- білікті $d-6 \times 32f7 \times 36a11 \times 6 f8$,
- бұл жерде $f1$, $a11$ және $f8$ – d , D және b өлшемдерінің сәйкес шақтама өрістері;
- біріктірудің $d-6 \times 32H7/f7 \times 36H12/a11 \times 6 D9/f8$.



12.96-сурет. Тікбұрышты оймакілтекті біріктіру:

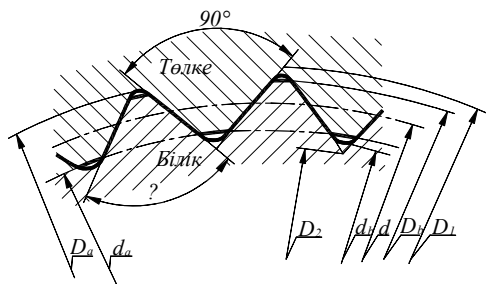
- а) центрленуі сыртқы диаметрі бойынша; ә) центрленуі ішкі диаметрі бойынша;
 б) центрленуі бүйір беттері бойынша; в.г) біріктірулердегі тетікбөлшектердің элементтерінің құрылымдық сызбалары

Үйрету сызбаларында әдетте тістерінің сандарын, сыртқы және ішкі диаметрлерінің өлшемдері мен тісінің енін көрсетумен шектеледі: $6 \times 32 \times 36 \times 6$;

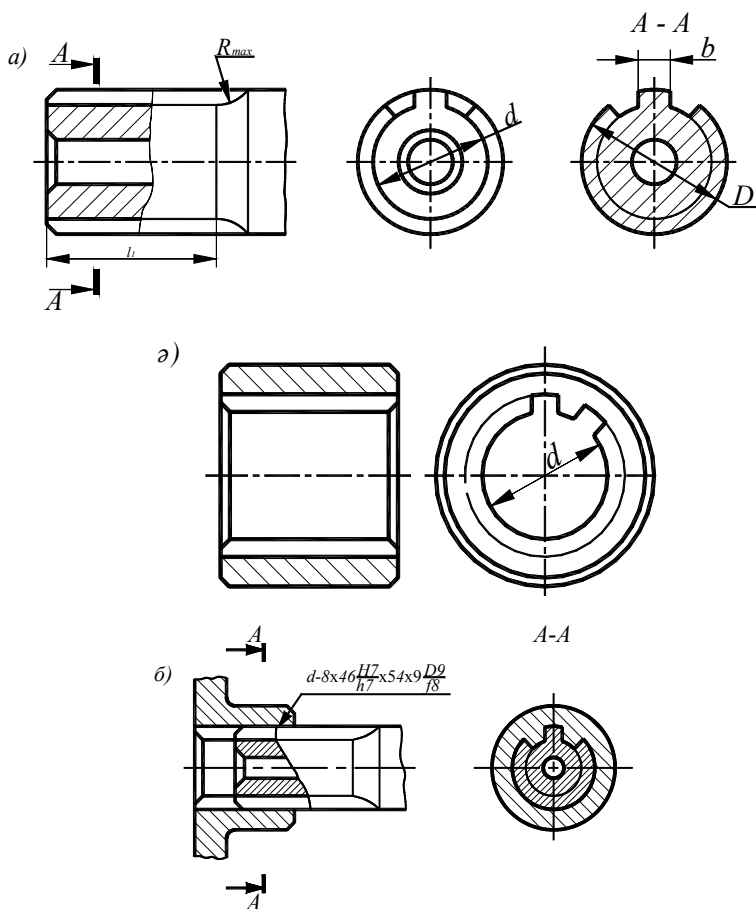


12.97-сурет. Эвольвенталы оймакілтекті біріктіру:

- а) центрленуі бүйір беттері және сыртқы диаметрі бойынша; ә) центрленуі бүйір беттері бойынша



12.98-сурет. Үшбұрышты тіспен біріктіру



12.99-сурет. Оймакілтекті біліктің (а), төлкенің (ә) және оймакілтекті біріктірудің (б) шартты кескіндері

Оймакілтекті біліктердің, күпшектердің және олардың біріктірулерін, сонымен қатар жұмыс сызбаларын орындау ережелерін ГОСТ 2.409-74* анықтайды:

біліктер мен күпшектердің шығыңқыларының шеңберлері және жасаушы беттері негізгі тұтас жуан сызықпен кескінделеді (12.99-сурет);

бойлық тілікте шығыңқылары мен ойықтарын жасайтын беттер тұтас негізгі сызықпен кескінделеді. Көлденең тілікте ойықтар шеңбері тұтас жіңішке сызықпен орындалады;

оймакілтекті беттің шеті, сонымен қатар оймакілтектердің толық профилі мен сілемінің аралығындағы шекарасы тұтас жіңішке сызықпен кескінделеді;

біліктің осіне немесе күпшектің осіне перпендикуляр жазықтықта шығыңқының бір профилімен екі ойық кескінделеді. Біліктегі шығыңқылардың шеңбері (D), ал күпшекте ойықтарының шеңбері (d) тұтас негізгі сызықпен жүргізіледі. Біліктегі ойықтар шеңбері, ал күпшекте шығыңқылар шеңбері тұтас жіңішке сызықпен жүргізіледі;

Оймакілтекті біріктіруді кескіндегенде күпшек шығыңқысының тек қана білік пен жабылмай қалған бөлігі ғана көрсетіледі, ал шығыңқылар мен ойықтардың аралығындағы саңылау көрсетілмейді (12.99 ә-сурет);

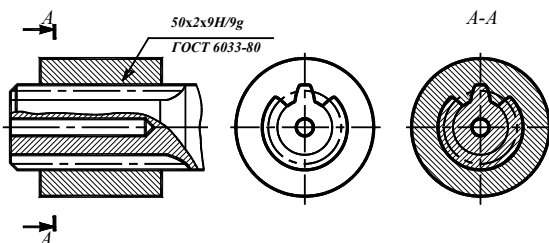
Күпшектер мен біліктердің жұмыс сызбаларында толық профильді тістерінің ℓ_1 ұзындығы көрсетіледі (12.99 а-сурет.).

Тіс профилі 30^0 болатын **эвольвенталы оймакілтекті біріктірулерде** білік пен күпшекті көбінесе оймакілтектердің бүйір беттері s бойынша центрлейді, ал сыртқы диаметрі бойынша керек болған жағдайда ғана центрлейді. Ішкі диаметр бойынша мұндай біріктіруде білік пен күпшек центрленбейді.

Эвольвенталы профилі бар тетікбөлшектердің сызбаларында қосымша бөлгіш беттің жасаушылары мен шеңберлері үзілме нүктелі жіңішке сызықпен сызылады (12.100-сурет)

Біріктірудің шартты белгілеуінде тізбектеп, номинал диаметрін **D** , модулін **m** және шақтама өрісін көрсетеді, мысалы

$50 \times 2 \times H9/g8$ ГОСТ 6033-80*.

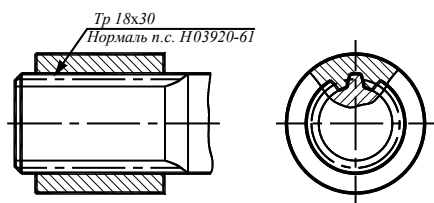


12.100-сурет. Эвольвенталы оймакілтекті біріктіру

Тістерінің санын көрсетпейді, себебі ол ***D*** және ***m*** мәндерімен анықталған.

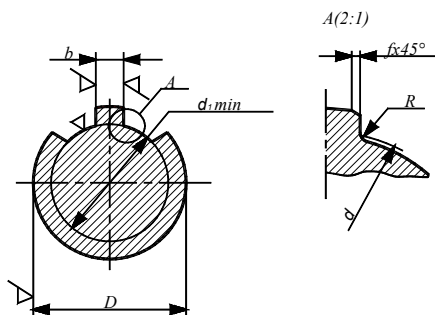
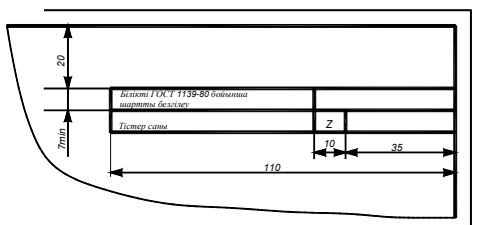
Үшбұрышты оймакілтекті біріктірулерді (12.101-сурет) кіші бұрау моментін беретін қозғалмайтын біріктірулерде, сонымен қатар жұқа қабырғалы төлкелерде қолданады. Негізгі параметрлері: номинал диаметрі $D(5...80 \text{ мм})$; тістер саны $z(20...70)$; модулі $m(0,2...1,5 \text{ мм})$; біліктегі ойықтың (профильдің) бұрышы $(90^0, 72^0, 60^0)$; центрлеу бұл жағдайда тек тістерінің бүйір беттері (профильдің бүйір жақтары) бойынша іске асырылады.

Үшбұрышты оймакілтекті біріктірудің шартты белгілеуіне T_p әріптері, біріктірудің номинал диаметрі, тістер саны z , шеткі ауытқулары және техникалық-нормалау құжаты кіреді.

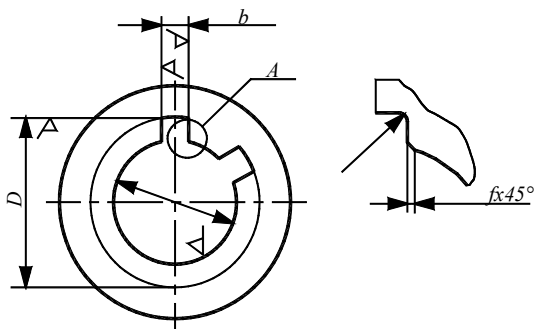
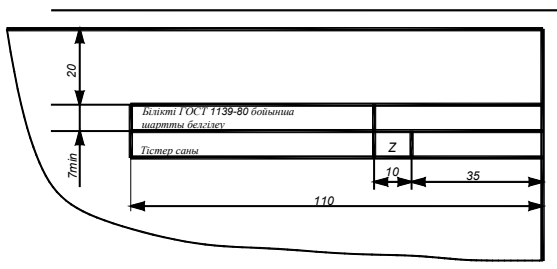


12.101-сурет. Үшбұрышты оймакілтекті біріктіру

Үйрету сызбаларында тік-бұрышты оймакілтекті біріктірулердің тетікбөл-шектерін кескіндегенде біліктің немесе күпшектің осіне перпендикуляр жазықтыққа проекциялау арқылы алынған кескіндерде барлық өлшемдері қойылады, атап айтқанда шығыңқылары мен ойықтарының диаметрлері (***D***, ***d***), білік тістерінің қалыңдығы ***b***, сонымен қатар тесіктегі ойық ені ***b*** қойылады (12.102- және 12.103-сурет). Сызбаны толық бітіру үшін пішіннің жоғары оң бұрышына кесте сызылып толтырылады.



12.102-сурет. Оймакілтекті біліктің көлденең қимасы



12.103-сурет. Оймакілтектік күншектің кескіні

12.16. ПІСІРМЕЛІ БІРІКТІРУЛЕРДІ КЕСКІНДЕУ

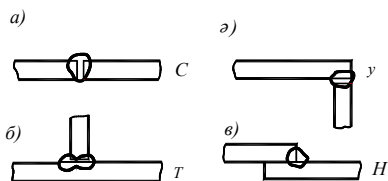
Пісірмелі біріктірулер қазіргі технологияларда алдыңғы орындардың бірін алады. **Пісіру (сварка)** ең көп тараған ажыратылмайтын біріктірулердің түрі болып саналады. Біріктірілетін тетікбөлшектер, яғни металдар, мысалы электр доғасы арқылы пісірілгенде, олар түйісетін жерінде балқып біртіндеп қатайды. Металдың балқып қайтадан қатайған жерін **пісіру жапсары** деп аталады. Пісіру кезінде орын алатын (физикалық, техникалық және технологиялық) процестерге байланысты пісіру әдістерін **балқытып пісіру** және **қысым жасап пісіру** деп бөледі. Бірінші әдіске электрдоғалы (**Е**), қолмен электродоғалы (**Р**), жартылай автоматты (**П**), автоматты (**А**) және газбен (**Г**) пісіру әдістері жатады. Қысым жасап пісіру әдістерінің біріне контакты (түйістіре) пісіру (**КТ**) жатады. Оның өзі **нүктелі, бұдырлы және жапсарлы** болып бөлінеді.

Пісіру жапсарлары төмендегідей топтастырылады:

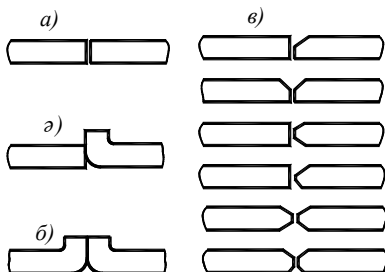
1) пісіретін тетікбөлшектердің өзара орналасу әдісіне қарап (12.104а...в-сурет) – түйістіріп пісіру (**С**); бұрыштап пісіру (**У**), таврлы, яғни Т әрпі тәріздендіріп пісіру (**Т**) және қапсыра пісіру (**Н**);

2) жиек пішінінің дайындалуына қарап - қиякесіксіз, яғни жиектері жонылмаған (12.105 а-сурет); көмкерілген (12.105 ә, б-сурет) және жиектері әр түрлі қиякесікті (12.105 в-сурет);

3) орындалу сипатына қарап – үздіксіз, үзік (ауық-ауық), нүктелі, біржақты және екіжақты жапсарлар болып келеді.

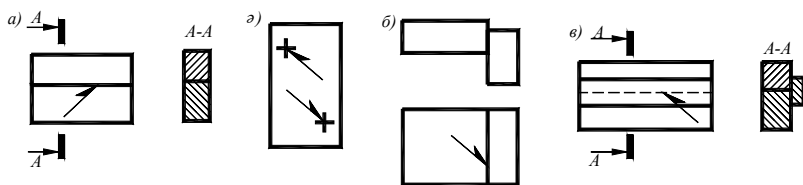


10.104-сурет.

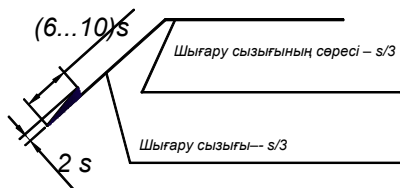


12.105-сурет.

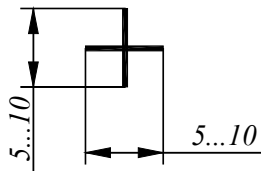
Пісірмелі біріктіру жапсарларын кескіндеу. Пісірмелі біріктіру жапсарларын шартты түрде кескіндеу және белгілеу ГОСТ 2.312-72 бойынша орындалады. Пісірмелі біріктірулер пісіру әдісіне тәуелсіз шартты түрде: көрінетін жапсарлар тұтас (12.106 а, б-сурет) сызықпен, көрінбейтін жапсарлар - үзілме (12.106 в-сурет) сызықпен кескінделеді, көрінетін дара пісірме нүктені "+" таңбасымен белгілейді (12.106 ә, 12.108-сурет). Көрінбейтін пісірме нүктелерді кескіндемейді. Жапсардан немесе пісірме нүкте кескінінен бірқанатты нұсқамамен басталатын шығару сызығын жүргізеді (12.106-сурет). Оны жапсардың көрінетін кескінінен жүргізген дұрысырақ болады. Бірқанатты нұсқамасы бар шығару сызығы мен "+" шартты белгісінің өлшемдері 12.107 және 12.108-суретте көрсетілген.



12.106-сурет. Пісірмелі біріктіру жапсарларының шартты кескіндері

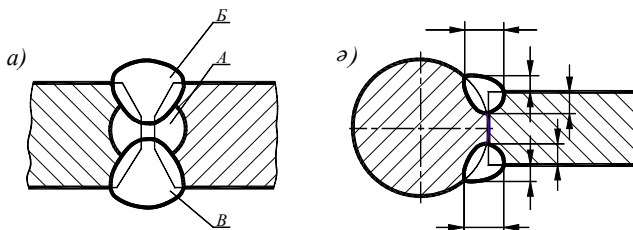


12.107-сурет. Бірқанатты нұсқамасы бар шығару сызығының өлшемдері



12.108-сурет. Дара пісірмелі нүктенің шартты белгісінің өлшемдері

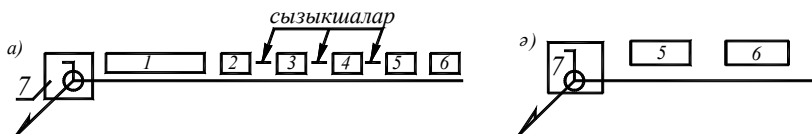
Көп өткелді жапсар қимасының кескініне дара өткелдердің контурларын түсіруге рұқсат етіледі, оларды кириллицаның бас әріптерімен белгілейді (12.109 а-сурет). Стандартты емес жапсар үшін оны орындауға арналған элементтерінің құрылымдық өлшемдерін көрсетеді (12.109 ә-сурет). Жапсардың шеттерін тұтас жуан сызықтармен, ал жиектерінің құрылымдық элементтерін – тұтас жіңішке сызықтармен кескіндейді.



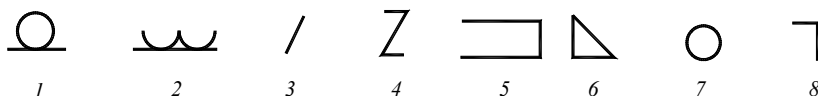
12.109-сурет. Көпөткелді стандартты (а) және стандартты емес (б) жапсар қимасының кескіні

Пісірмелі біріктіру жапсарларының шартты белгіленуі

Стандартты жапсар немесе пісірме нүктенің шартты белгіленулерінің құрылымы 12.10 а-суретте, ал стандартты емес жапсарды белгілеу 12.10 ә-суретте келтірілген:



12.10-сурет. Пісіру жапсары шартты белгілеуінің құрылымы: а) дара пісірме нүктені; б) стандартты емес жапсарды



12.111-сурет. Пісірмелі біріктірудің шартты белгілеуіне қойылатын көмекші белгілер

Көрсетілген тіктөртбұрыштардың орындарына келесі мағлұматтар жазылады:

- 1 – жапсардың түрлері мен құрылымдық элементтерін анықтайтын стандарттың нөмірі;
- 2 – жапсардың стандарт бойынша әріптік-цифрлық белгісі;
- 3 – пісіру әдісінің стандарт бойынша шартты белгісі;
- 4 – 6-белгі (12.111-сурет бойынша) және жапсардың стандартқа сәйкес катетінің өлшемі;
- 5 – төменде көрсетілген өлшемдер мен белгілер;
- 6 – көмекші белгілер (12.111-сурет бойынша);
- 7 – көмекші 7-ші немесе 8-ші (12.111-сурет бойынша) белгілер.

5-тік төртбұрыштың орнына келесі мағлұматтарды жазады:
үзік жапсар үшін – пісірілетін жерінің ұзындығы, 3-ші немесе 4-ші (12.111-сурет бойынша) белгілер және қадам өлшемі;

дара пісірме нүкте үшін – нүктенің есептік диаметрінің өлшемдері;

контакты нүктелі пісіру жапсары үшін – нүктенің есептік диаметрінің өлшемі, 3-ші немесе 4-ші белгілер және қадам өлшемі;

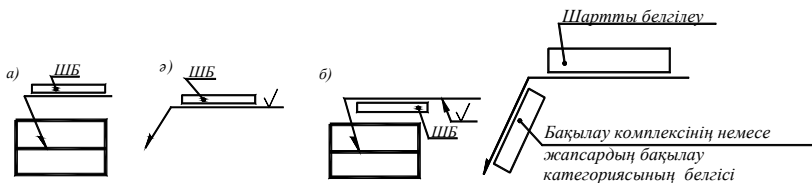
контакты жапсарлы пісірудің жапсары үшін – жапсардың есептік енінің өлшемдері;

контакты жапсарлы пісірудің дара жапсары үшін – жапсар енінің есептік өлшемі, көбейту белгісі, пісірілетін жерінің ұзындығының өлшемі, 3-белгі (12.111-сурет бойынша) және қадам өлшемі.

Стандартты емес жапсарлар үшін пісіру әдісін техникалық талаптарда немесе жапсарлар кестесінде көрсетеді.

Көмекші белгілерді (12.111-сурет) тұтас жіңішке сызықтармен орындайды, олардың биіктігі белгілеуге кіретін цифрлардың биіктігімен бірдей болады.

Жапсардың шартты белгісі бет жағындағы жапсар үшін шығару сызығы сөресінің үстіне, ал теріс жағындағы жапсар үшін сөресінің астына қойылады (12.112-сурет).



12.112-сурет. Шартты белгілеудің (ШБ) жапсардың бетжазынан (а, в) және теріс жағынан (б) орналасуы.

12.113-сурет. Жапсардың бақылау комплексін немесе жапсардың бақылау категориясын белгілеу

Жапсардың механикалық өңделген бетіндегі кедір-бұдырлығының белгісі жапсардың шартты белгісінен кейін шығару сызығындағы сөре үстіне немесе сөре астына (12.112 а, б-сурет), немесе жапсарлар кестесінде көрсетеді, немесе сызбаның техникалық талаптарында келтіреді, мысалы, *Пісіру жапсарларының кедір-бұдырлығының параметрі...*

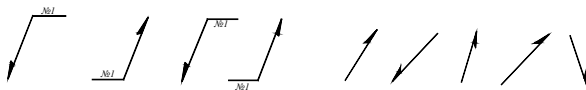
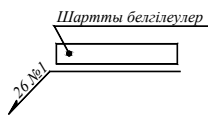
Егер пісірмелі біріктірудің жапсары үшін бақылау комплексі немесе жапсарды бақылау категориясы белгіленсе, онда олардың белгілерін шығару сызығының астына орналастыруға болады (12.113-сурет).

Пісіруші материалдарды сызбада техникалық талаптарда немесе кестеде көрсетеді; оларды көрсетпесе де болады.

Сызбада біркелкі жапсарлар болғанда белгіні жапсарлардың біреуінің ғана тұсына қояды, ал қалған осы түрдегі жапсарлардың кескіндерінен сөрелері бар шығару сызықтарын жүргізеді. Біркелкі жапсардың барлығына бір реттік нөмір беріледі және оны төмендегідей етіп түсіреді:

шығару сызығына (жапсары белгіленген сөресі болғанда, 12.114 а-сурет);

белгісі жоқ жапсардың кескінінен бет (теріс) жағынан жүргізілген шығару сызығындағы сөре үстіне (сөре астына 6.124 ә-сурет).



12.114-сурет. Біркелкі жапсарларды реттік нөмірлермен белгілеу

12.115-сурет. Біркелкі жапсарларды белгілеу

Біркелкі жапсарлардың санын шығару сызығында көрсетуге болады. Шығару сызығындағы сөре үстіне жапсардың белгісі қойылады.

Пісірмелі біріктіру жапсарларының белгілеулерін ықшамды түрге келтіру.

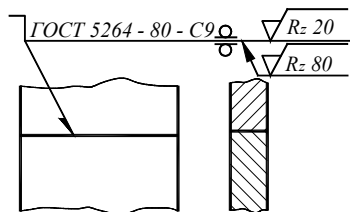
Бір стандартпен орындалатын жапсарлар сызбасында стандарт *Пісірмелі біріктірулер... бойынша ...* деп жазылған түрде немесе кестеде келтіріледі. Егер барлық жапсарлар біркелкі болса және бір жақтан кескінделсе, онда оларға реттік нөмір берілмейді, ал жапсарларды сөресі жоқ шығару сызықтарымен белгілейді (12.115-сурет), жапсар белгілеуін техникалық талаптарда көрсетеді.

Сызбада жапсарларды шығару сызықтарымен белгілемеуге де болады, тек пісіру туралы нұсқаулар жазба түрінде

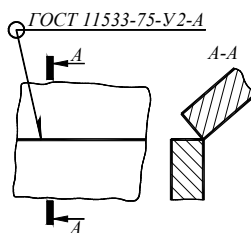
техникалық талаптарда келтіріледі, бұл жазу пісірілетін жерін, пісіру әдістерін, пісірмелі біріктіру жапсарларының түрлерін және жапсардың көлденең қимасындағы құрылымдық элементтерінің өлшемдерін және жапсарлардың орналасуын бір мағыналы етіп анықтайды.

Барлық жапсарларға немесе жапсарлар тобына қойылатын бірдей талаптарды бір-ақ рет – техникалық талаптарда немесе жапсарлар кестесінде келтіреді.

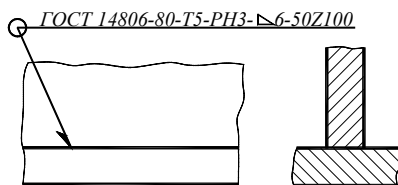
Стандартты пісірмелі біріктіру жапсарларының шартты белгілеуінің мысалдары 6.126...6.129-суреттерінде келтірілген.



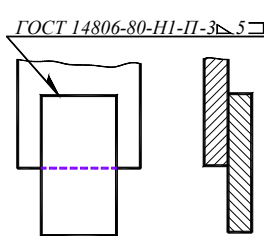
12.116-сурет. Түйістіріп пісірілген жапсарды белгілеу



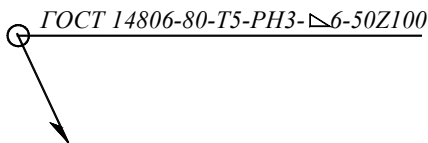
12.117-сурет. Бұрыштап пісірілген жапсарды белгілеу



12.118-сурет. Таврлы (Т әрпі тәрізді) пісірілген жапсарды белгілеу



12.119-сурет. Қапсыра пісірілген жапсарды белгілеу.



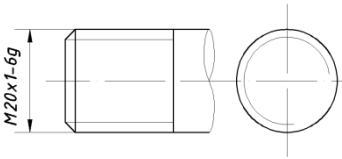
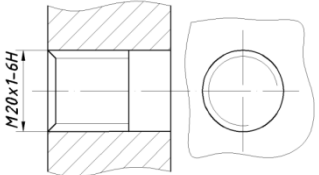
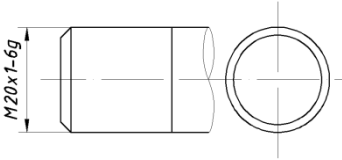
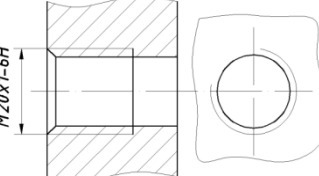
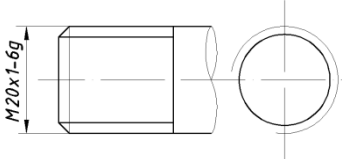
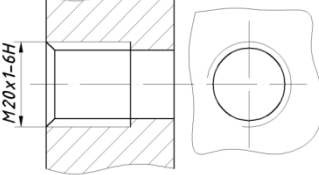
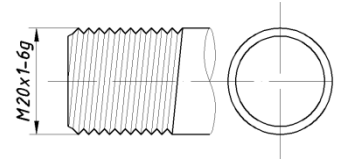
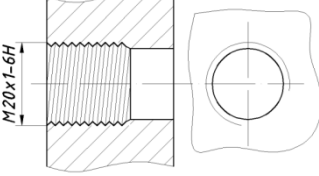
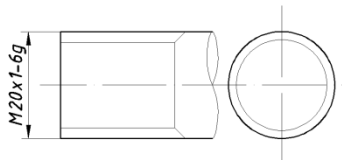
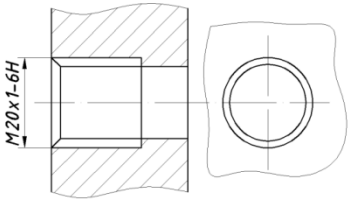
Мысалы, белгілеуінде (12.118-сурет) жапсардың контуры түйықталған, яғни периметрі бойынша орындалған (° белгісі); T5 – таврлы, жиектері қиякесісіз екі жақты; PH3 – пісіру әдісі

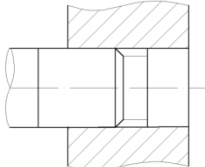
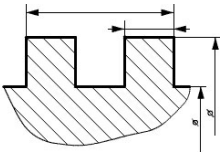
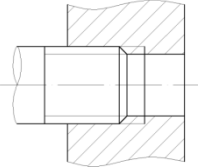
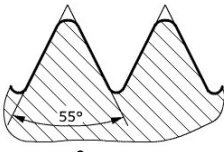
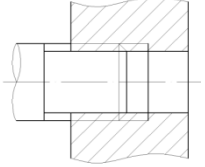
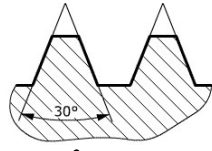
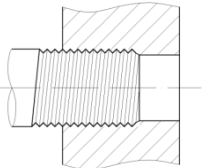
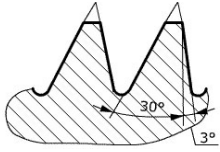
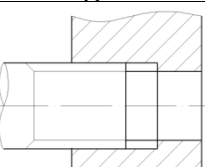
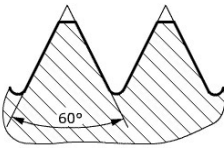
(көрсетпеуге де болады); 6 – жапсардың катеті, мм; 50Z100 – жапсар үзіктері шахмат тәртібімен орналасқан; 50-жапсарлар аралығындағы қашықтық; 100-жапсар ұзындығы $\frac{Q}{\sqrt{R_z}}$ – жапсар бетінің екі жағындағы томпақтығы алынып тасталған; $\sqrt{R_z}$ – өңделген жапсар бетінің кедір-бұдырлығының белгісі.

Егер жапсар кескінінде оның пішін үйлесімі тұйықталмаған сызық екені анық түсінікті болса, онда $\bigcirc$ белгісі жоқ болады да, соңында жапсар тұйықталмаған сызық бойынша орындалған деген $\square$ белгі қойылады (6.119-сурет)

Өзін-өзі тексеруге арналған сұрақтар және тест тапсырмалары

1. Ажырамалы және ажыратылмайтын біріктірулерге не жатады? Олардың қайсысы техникада көбірек қолданылады?
2. Бұранданың профиліне байланысты бұрандалардың қандай түрлері болады?
3. Бекіту тетікбөлшектерінің негізгі түрлеріне қайсылары жатады?
4. Стандартты бұрандаманың, бұраманың бұрамасұқпаның белгілеулерін жазыңыздар және оларды түсіндіріңіздер.
5. Бұрандалы біріктірулерде қандай ықшамдатуларды жасауға болады?
6. Бұраманың тұйық тесікке жартылай бұралып кіргізілгендегі эскизін салыңыз.
7. Құбырлық бұранда дегеніміз не, оның параметрлері қандай болады және ол сызбада қалай белгіленеді?
8. Кілтектердің негізгі түрлерін атаңыздар.
9. Оймакілтекті біліктің, төлкенің белгілеулерін қалай жазады?
10. Пісірмелі біріктірудің жапсарларын қалай кескіндейді және белгілейді?

11. Қайсы суретте сырықтағы бұранда кескінделуі дұрыс орындалған?	12. Қайсы суретте тесіктегі бұранда дұрыс кескінделіп орналасқан?
 1-сурет	 1-сурет
 2-сурет	 2-сурет
 3-сурет	 3-сурет
 4-сурет	 4-сурет
 5-сурет	 5-сурет
Дұрыс жауабы: - сур.	Дұрыс жауабы: - сур.

13. Қайсы суретте бұрандалы біріктіруге бұранда дұрыс кескінделген?	14. Қайсы сызбада метрикалық бұранданың профілі кескінделген?
 1-сурет	 1-сурет
 2-сурет	 2-сурет
 3-сурет	 3-сурет
 4-сурет	 4-сурет
 5-сурет	 5-сурет
Дұрыс жауабы: - сур.	Дұрыс жауабы: - сур.

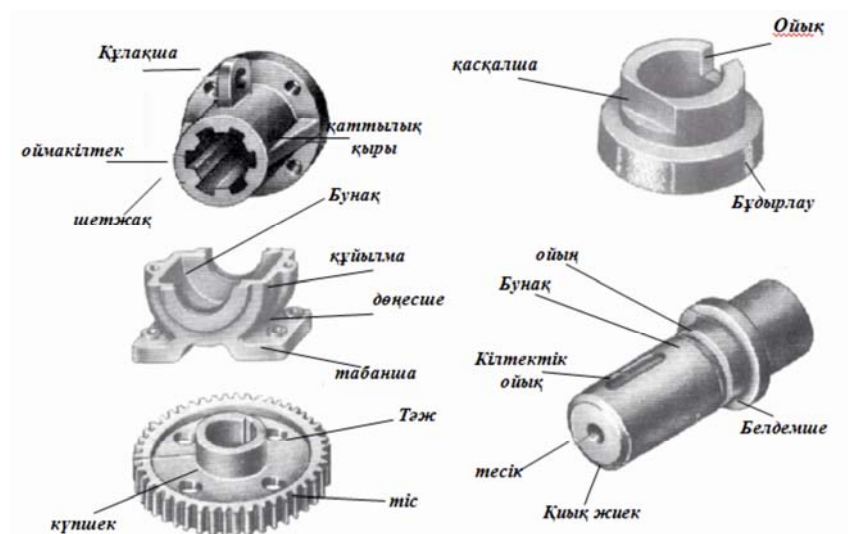
13. ТЕТІКБӨЛШЕКТЕРДІҢ ЖҰМЫС СЫЗБАЛАРЫ ЖӘНЕ ЭСКИЗДЕРІ

Әрбір бұйым – механизм, аппарат немесе қозғалтқыш жеке бөлшектерден тұрады.

Тетікбөлшек – бұл құрастыру операцияларын қолданбай, аталуы және маркасы бойынша біртекті материалдан жасалған бұйым. Тетікбөлшектің белгілі бір тағайындалуы бар бөліктері оның элементтері деп аталады, мысалы, бұранда, қиықжиек, қабырға, ойық, құлақша т.с.с (13.1-сурет).

Машиналар мен механизмдер тетікбөлшектерін жасау үшін негізгі конструкторлық құжат (НКҚ) – тетікбөлшектің жұмыс сызбасы қолданылады.

Тетікбөлшектің жұмыс сызбасы – бұл тетікбөлшекті жасау, жөндеу немесе бақылау үшін қажетті оның кескіні мен басқа мәліметтерді мазмұндайтын құжат. Тетікбөлшектің жұмыс сызбасы бұйымға қойылатын пайдаланым талаптарын беру үшін арналған міндетті техникалық құжат болып табылады.



13.1-сурет

Тетікбөлшектің эскизі – бұл тетікбөлшектің сызба аспаптары қолданылмай және дәл масштабы сақталынбай орындалған сызбасы. Эскиздер уақытша қолдануға арналған сызбалар болып табылады және сондай-ақ жеке тетікбөлшектердің бірлі-жарым өндірісінде қолданылады, мысалы жөндеу барысында.

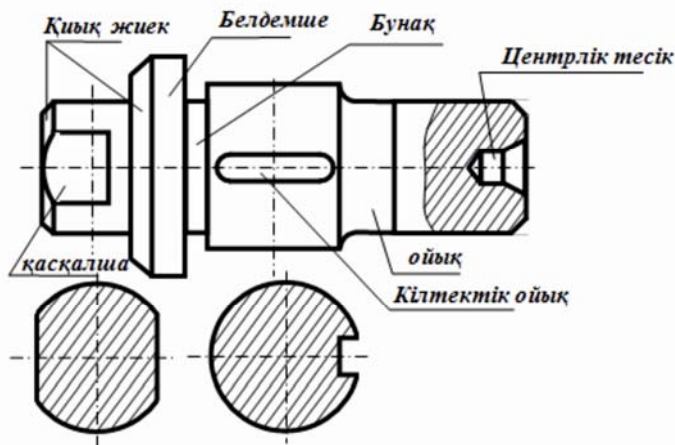
Оқып үйрену жағдайында тетікбөлшектердің эскиздері, әдетте, натурасынан орындалады, бұл алғашқы конструкторлық жұмыстың дағдыларын береді.

Тетікбөлшектердің жұмыс сызбаларына және эскиздеріне төмендегі талаптар қойылады:

- тетікбөлшек стандартты формат парағында орындалуы тиіс ;
- тетікбөлшектің геометриялық формасын толық ашатын кескіндер санынан тұруы тиіс;
- ауытқу шектері белгіленген қажетті өлшемдер көрсетілуі тиіс;
- әр түрлі беттердің кедір-бұдырлығына қатысты талаптар көрсетілуі тиіс;
- пішіні шеткі ауытқуларының және орналасуы белгіленулері көрсетілуі тиіс;
- тетікбөлшектің материалы, термиялық өңделуі жайлы, қапталуы және құрастыру кезінде жасалатын өңдеу жайлы мәліметтер көрсетілуі тиіс;
- тетікбөлшекке қойылатын техникалық талаптар көрсетілуі тиіс.

13.1. МАШИНАЛАР ТЕТІКБӨЛШЕКТЕРІН ҚҰРАСТЫРУДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Қиықжиектер, тесіктер, ойындар, белдемшелер, бунақтар, қасқалшалар, тағайындалуы әр түрлі ойықтар және т.б. бөлшектердің ең жиі кездесетін конструктивті және технологиялық элементтері болып табылады. (13.2-сурет). Бұл элементтердің әрқайсысының қатаң белгіленген тағайындалуы бар және олар тетікбөлшектің жұмыс шарттарына, оны жасау технологиясына байланысты орындалады.



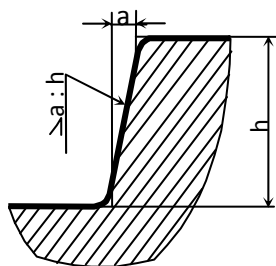
13.2-сурет

Бұйымдарды құрастырғанда мына формалар ескеріледі:

- Дайындауларды минималды жіберілулермен жасауды қамтамасыз ететін бөлшек беті формасының оптималдығы;
- Бұйымды механикалық өңдеудің минималды мөлшері;
- Унификацияланған, тұрақтыландырылған бөлшектерді кеңінен қолдану.

Құю арқылы жасалатын тетікбөлшектерге қойылатын талаптар:

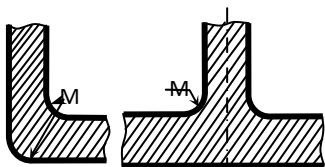
Модельді формадан шығарып алу үшін оның жұмысшы беттеріне қалыптау көлбеуліктерін тағайындау керек. Қалыптау көлбеулігі құйманың биіктігіне немесе ұзындығына байланысты ГОСТ 3212 – 80 стандарты бойынша алынады.



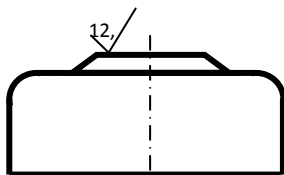
13.3-сурет

Қалыптау көлбеуліктері, әдетте, сызда көрсетілмей, техникалық талаптарға сәйкес «Қалыптау көлбеуліктері ГОСТ 3212 – 80» стандарты бойынша жазуға болады. (13.3-сурет).

Тетікбөлшекке ішкі күштер түспеу үшін бір беттен екінші бетке біртіндеп өту керек. Ішкі және сыртқы бұрыштардың дөңгелектену радиустарының



13.4-сурет

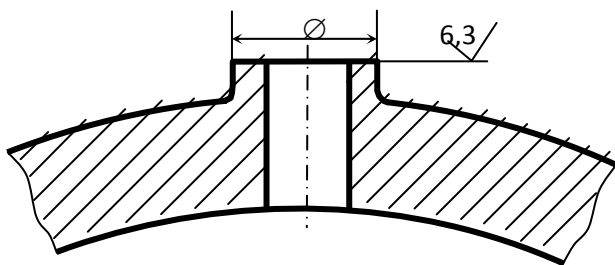


13.5-сурет

(ойындар) мәндері әдетте техникалық талаптарда арнайы жазбамен беріледі. Мысалы: «Көрсетілмеген құйма радиустары 4 мм» (13.4-сурет).

Өңделінетін беттер өңделінбейтін беттерден биіктеу орналасуы керек. Бұл кесуші құралды қолдануды жеңілдетеді (13.5-сурет).

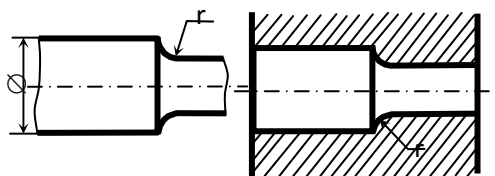
Тесіктер бұрғылынатын қисық беттер арнайы дөңестермен (бобыш-калармен) құрастырылады. Бұл кесуші құралдың дұрыс кіріп шығуын қамтамасыз етеді. (13.6-сурет).



13.6-сурет

Беттерін механикалық өңдеу жасалатын тетікбөлшектерге қойылатын талаптар.

Білік диаметрінің өзгеретін жерлеріндегі дөңгелектеулер – ойында орындалады. Ойыңның шамасы бет сипаттамасына және қосылыс түріне байланысты болады. Дөңгелектеу радиусы ГОСТ 10948 – 64 бойынша анықталады.



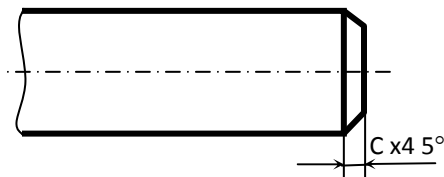
13.7-сурет

Ойыңның радиусын есептеу үшін шамалық қатынастарды қолдануға болады: $r=0,05d$, мұнда d -білік диаметрі (13.7-сурет)

Құрастыру және ажыратуды жеңілдету үшін тетікбөлшектердің ұштарына қиықжиек жасалады (13.8-сурет), олардың «с» мәнін дөңгелектеуді алатын ГОСТ-10948-64 стандартындағы 2-қатардан алады:

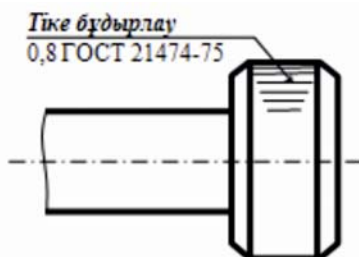
I-қатар 0,1; 0,4; 0,6; 1;1,6; 2,5; 3; 5; 6;10; және т.б..

II-қатар 0,2; 0,3; 0,5; 0,8;1,2; 2; 3; 5; 8; және т.б.



13.8-сурет

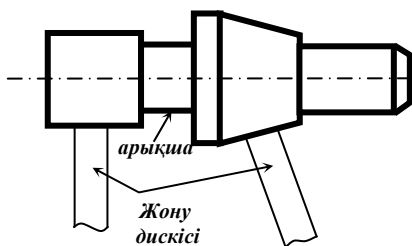
Қолмен бұралатын саптардың, дөңгелек сомындардың және т.с.с тетікбөлшектердің сыртқы беттеріне бұдырлау жасалады. Сызбада ГОСТ 21474 – 75 сәйкес бұдырлау типі (тіке немесе торлы) және 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,6; 2,0; қатарынан алынатын адымы көрсетіледі.



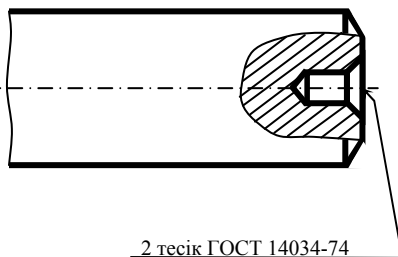
13.9-сурет

Бұдырлаудың шартты белгілеу мысалдары 13.9-суретте келтірілген.

Беттерінің тазалық класы жоғары бөлшектерді әдетте жонады. Бұл жағдайда жону дөңгелегі «шығу» үшін арнайы кішкентай жыраларды (проточкаларды) алдын ала ескеру қажет. Жыралар өлшемдерін ГОСТ 8820 – 69 тағайындайды (13.10-сурет).



13.10-сурет

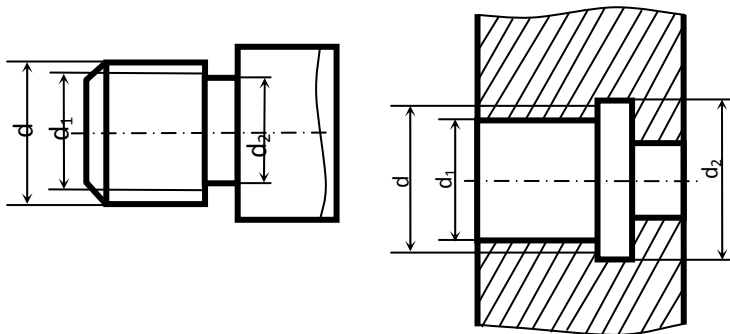


13.11-сурет

Токарлық станок центрлеріне – тетікбөлшекті орнықтыру үшін центрлік тесіктер жасалып, олардың өлшемдері мен шартты белгіленуі ГОСТ 14034 – 74 бойынша алынады (13.12-сурет).

Бұранданы жонғанда, оның соңғы бөлігінде, жонғыш біртіндеп металдан шығып, толық емес профильді иірімдерін түзеді.

Мұндай иірімдер түзілмеу үшін бұранданы жонуды жоңғыш шығуына арналған сақиналақ жырашықтар жасаудан бастайды.



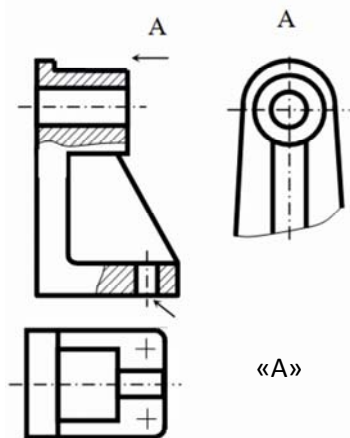
13.12-сурет

Бұл жырашықтар ішкі және сыртқы болуы мүмкін. Сыртқы жырашықтың диаметрі бұранда сайының диаметрінен кіші болуы керек ($d_2 < d_1$), ал ішкі жырашықтың диаметрі бұранда шыңдарының диаметрінен үлкен болуы керек ($d_2 > d_1$) (13.12-сурет).

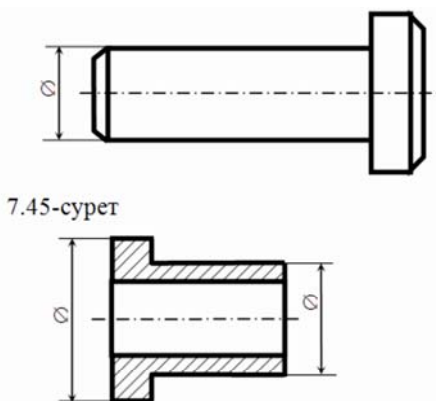
13.2 БӨЛШЕКТЕРДІҢ ЖҰМЫС СЫЗБАЛАРЫНДАҒЫ ЖӘНЕ ЭСКИЗДЕРІНДЕГІ КЕСКІНДЕР

Басты көріністі таңдау

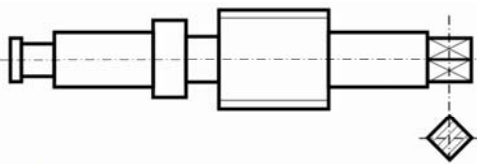
Жұмыс сызбасын сызуды бастамай тұрып, тетікбөлшектің басты көрінісін таңдау керек. Басты көрініс тетікбөлшектің пішіні мен өлшемдері туралы сызба алаңын тиімді пайдалана отырып, ең толық мәлімет беруі керек. Басты көріністі таңдау тетікбөлшекті жасау және станокта өңдеу кезіндегі немесе механизмдегі жұмыс процесінде орналасуына байланысты болады. Құю арқылы жасалатын тетікбөлшектердің проекцияларын басты көріністе құрастыру сызбасындағыдай (жұмыс қалпында) етіп қабылдайды. Бұл кезде өңделген жазықтық («А») әдетте горизонталь жағдайда болады. Мұндай тетікбөлшектерге машиналар тұрықтары, станиналар, кронштейндер, қақпақтар, ернемектер жатады. (13.13-сурет).



13.13-сурет



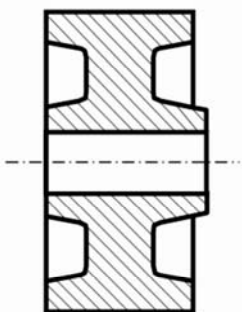
13.14-сурет



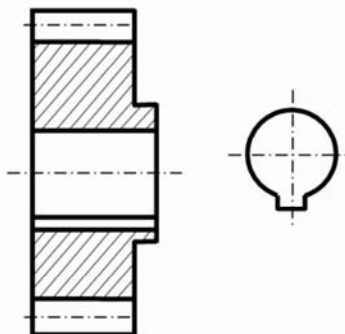
13.16-сурет

Айналу беттері болып табылатын, көбінесе токарлық станоктарда өңделетін бөлшектер үшін (біліктер 13.14-сурет), осьтер (13.16-сурет), дөңгелек

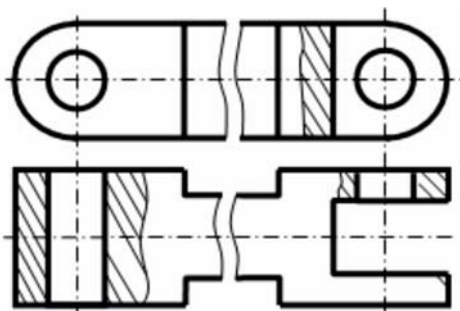
қақпақтар, поршендер, цилиндрлер, маховиктер (13.16-сурет), ступицалар, тісті дөңгелектер (13.17-сурет) үшін басты көріністі айналу осі горизонтальды болатындай етіп таңдайды.



13.16-сурет



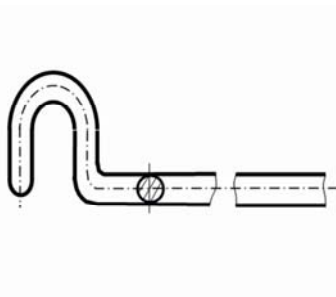
13.17-сурет



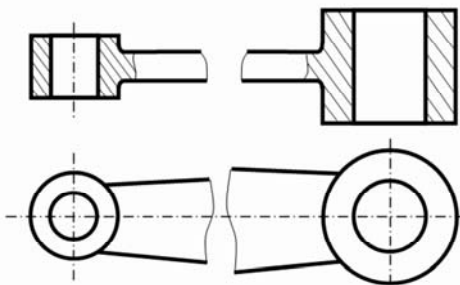
13.18-сурет

Ұзынша пішінді тетік-бөлшектер (рычагтар, тягалар, саптар, шатундар, кілтектер және т.б.) басты көріністе, бұйымда қалай орналасқанына қарамай горизонталь қалыпта бейнеленеді. Мұндай тетікбөлшектердің кескіндерін үлкен участкелерінде олардың көлденең қималары

бірдей болса, үзілістер жасап орындауға болады (13.18, 13.19, 13.20-суреттер).



13.19-сурет



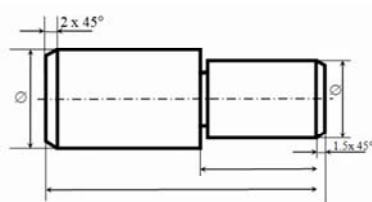
13.20-сурет

Жұмыс сызбасында **кескіндер саны** минималды, бірақ кескінделетін тетікбөлшектің ішкі және сыртқы пішіндерін толық анықтауға жеткілікті болуы керек. 13.21-суретте пішінін толық айқындау үшін және өлшемдерін қойып шығу үшін бір кескіні жеткілікті болатын фиксатор келтірілген. $\varnothing$ белгісі фиксатор бетінің цилиндрлік пішінді екенін, ал $2 \times 45^\circ$ өлшемі қиықжиектің конустық формасын көрсетеді. Бірнеше суреттерде бір кескіні жеткілікті болатын тетікбөлшектер кескінделген.

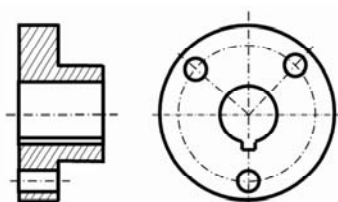
Күпшіктің пішінін екі көріністің көмегімен айқындауға болады (13.22-сурет). Сол жағынан көріністе кілтекті ойықтың ені, ернемектегі тесіктердің саны және орналасуы көрсетіледі. Екі кескін бірнеше суреттерінде көрсетілген тетікбөлшектердің формасын анықтайды.

Пішін күрделілігіне және таңдалынған пішімге байланысты **кескіннің масштабы** орнатылады. Қарапайым пішінді ірі тетікбөлшектер 1:1 масштабында немесе кішірейту масштабында (1:2, 1:2,5; 1:4 және т.б.) сызылады.

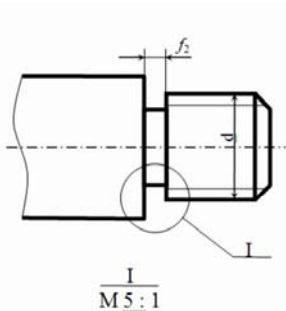
Құрылымы күрделі майда тетікбөлшектерді үлкейту масштабтарында сызған жөн. Тетікбөлшектердің майда элементтері (қиықжиектер, бунақтар, жырашық, дөңгелектеу доғалары және т.б.) пішінін анықтау және барлық өлшемдерін қою үшін үлкейту масштабтарында шығарылған элементтер түрінде сызылады (13.23-сурет).



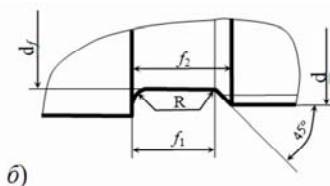
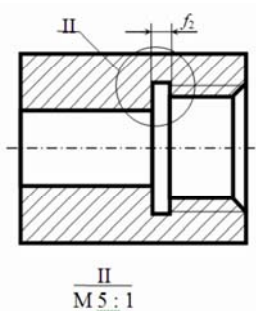
13.21-сурет



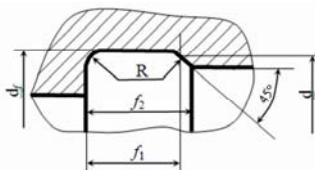
13.22-сурет



б)



з)



13.23-сурет

13.3 БӨЛШЕК ЭСКИЗДЕРІНДЕ ЖӘНЕ ЖҰМЫС СЫЗБАЛАРЫНДА ӨЛШЕМДЕРДІ ҚОЮ

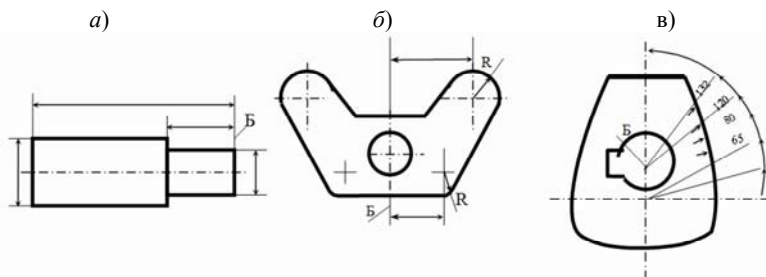
Өлшемдерді қою бөлшектің жұмыс сызбасын орындаудың ең жауапты бөлігі болып табылады. Өлшемдерді дұрыс қоймау тетікбөлшекті жасағанда ақаулардың пайда болуына, ал өлшемдердің жетіспеуі бөлшекті жасау мүмкіндігі болмауына себеп болады.

Тетікбөлшектердің сызықтық және бұрыштық шамаларын анықтайтын өлшемдер ГОСТ 2.307 – 68 бойынша қойылады. Бөлшектердің өлшемдерін бұйымда әрекеттесуін, конструктивті ерекшеліктерін, жасалу технологиясын, өңделуді, өлшем

бақылауын ескеріп қою керек. Осы талаптарға байланысты бөлшекті жасағанда, жинағанда және тексергенде өлшемдерді санау басталатын базалар таңдалынып алынады. Өлшемдерді қойғанда олар бойынша бөлшекті жасағаннан кейін оңай өлшеп, өңдей алатындай болу керек. Бөлшекті өңдегенде жұмысшы жетіспейтін өлшемдерді есептеуге уақыт жоғалтпауы керек.

Өлшемдерді қойғанда базаларды таңдау

Тетікбөлшектің геометриялық элементтерінің өлшемдерін басқа элементтер жиынына қатысты қояды. Бұл жиынды база деп атаймыз. Бұл өңдеу басталатын жазықтық (13.24 а-сурет), түзу сызық немесе симметрия осі (13.24 б-сурет) нүкте (13.24 в-сурет) болуы мүмкін.



13.24-сурет

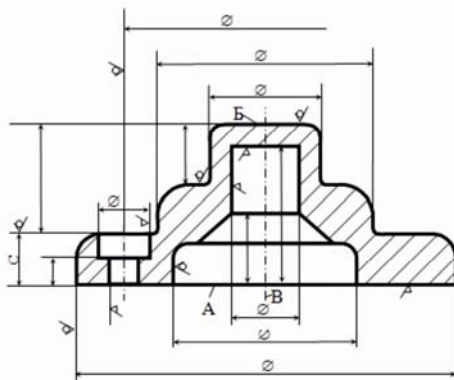
Базалардың дұрыс таңдалуы – қабілетті жұмыс істейтін бұйым жасаудың қажетті шарты.

ГОСТ 21495 – 76 сәйкес, өлшемдерді қойғанда:

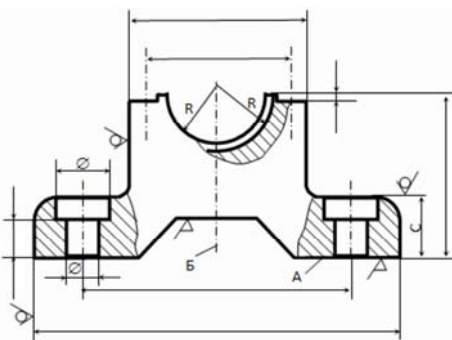
1. Конструкторлық, өлшемдер бөлшектің механизмде орналасуын анықтайды;
2. Технологиялық, өлшемдер бөлшекті жасағанда өңделетін беттің бағыт-бағдарын көрсетеді;
3. Өлшеуіш базалар өлшеулер жасағанда бөлшектің орналасуын анықтайды.

Өлшемдерді қоюға бөлшекті жасау технологиясының әсері

Жұмыс сызбасы механизмді жалпы қарастырып жасалады, ал өлшемдерді қойғанда әр бөлшектің жасалу технологиясын ескеру қажет.



13.25-сурет



13.26-сурет

Құю арқылы жасалған бөлшектердің өңделген және өңделмеген беттері болады. Мұндай бөлшектерде базаларды таңдау және қою кезінде өңделмеген беттердің арақашықтықтары өңделген беттердің арақашықтықтарынан анағұрлым аз дәлдікпен қойылатынын ескеру қажет. Сондықтан өңделген және өңделмеген беттердің өлшемдері бөлек тізбектерде көрсетіледі. Бұл тізбектер бір-бірімен тек бір өлшеммен ғана байланыстырылады. Бұл жағдайда бір өлшемдік тізбектің дәлдігі екінші өлшемдік тізбектің дәлдігіне әсер етпейді. Сурет 13.25-те беттерінің бөлігі

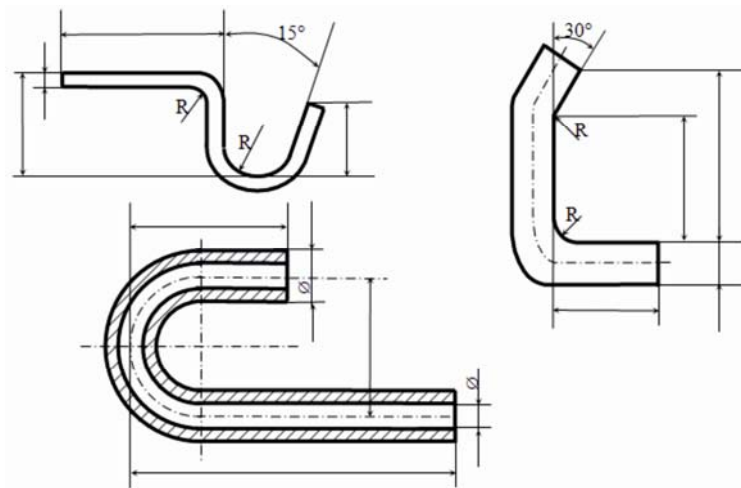
өңделмеген (беттер  белгісімен белгіленген), ал кейбір беттері өңделген (белгісі ) қақпақ сызбасы көрсетілген. Өңделген беттерді біріктіретін барлық өлшемдер «А» базасынан қойылған.

Өңделмеген беттер үшін «Б» және көмекші «В» базаларын тандаймыз. Бұл базалардан өңделмеген барлық беттерді біріктіретін өлшемдерді қоямыз. Тек бір «С» өлшемі екі өлшемдік тізбекті.

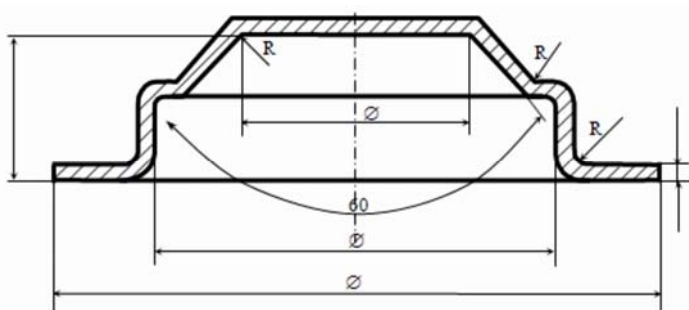
Дәл осындай жолмен подшипник төлкесінің өлшемдері (13.26-сурет) қойылған. Мұнда өңделген және өңделмеген

беттердің өлшемдерін байланыстыратын «С» өлшемі болып табылады.

Ию арқылы жасалатын бөлшектің өлшемдерін бөлшектің ішкі контурымен қою керек, себебі ию кезінде бөлшек қалып формасына сәйкес формаға ие болады. Құбырлардың майысу радиусын құбыр жалпайып кетпеу үшін (оны алдын ала құммен толтырып) осіне қатысты алу керек (13.27-сурет).



13.27-сурет



13.28-сурет

Механикалық өңдеу жасалатын бөлшектің өлшемін қойғанда, конструктор бөлшекті жасағанда және өндегенде керекті өлшем оңай оқылатындай етуді ескеру керек.

Айналу беттері болып табылатын («дөңгелек») бөлшектерді ең ыңғайлы жасау және өңдеу әдісі – жону болып табылады, сондықтан бұл топтың бөлшектерінің бас көрінісін айналу осі токарлық станокте өндейтіндей, горизонталь болатындай етіп бейнелейді. 13.29-суретте «дөңгелек» біліктің сызбасы және өңделу сызбасы көрсетілген.

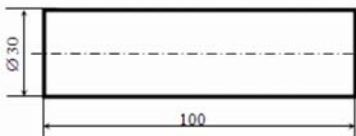


13.29-сурет

Шеткі «А» жазықтық өлшемдерді санау базасы болып табылады. Одан бөлшек дайындығын өңдеу басталады. Осындай білікті жасау (операциялық немесе кезендік) ретін қарастырайық.

Бірінші кезеңде барлық ұзындығы бойынша диаметрі 30 мм етіп жонады және ұзындығы 100 мм ұзындыққа шеттерін кеседі (13.30-сурет).

Екінші кезең – ұзындығы 60 мм, диаметрі 20 мм бөлігін жону.



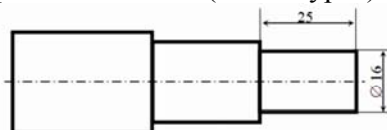
13.30-сурет



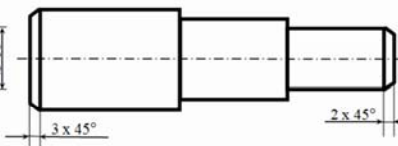
13.31-сурет

Одан әрі ұзындығы 25 мм және диаметрі 16 мм бөлігі орындалады (13.32-сурет).

Диаметрі 16 мм-ге тең ұшында биіктігі 2 мм, 45° бұрышпен фаска жасалады (13.33-сурет).

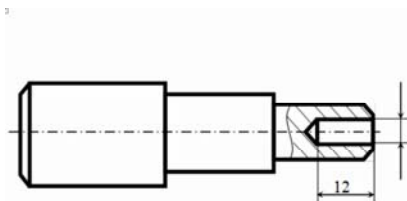


13.32-сурет

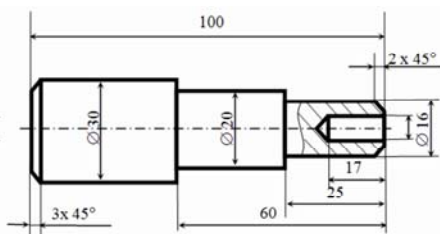


13.33-сурет

Соңынан диаметрі 16 мм-ге тең ұшында диаметрі 8 мм-ге тең бұрғымен тереңдігі 17 мм тесік жасалады (13.34-сурет).



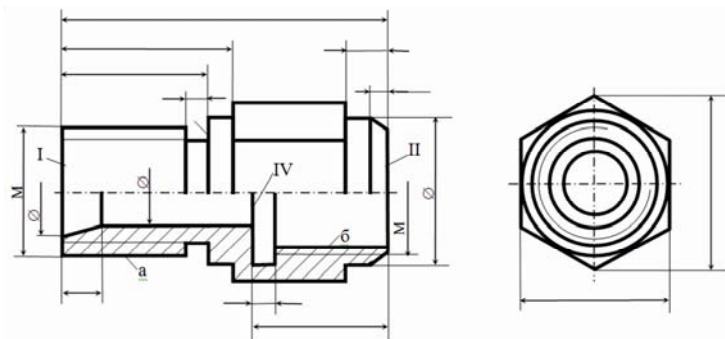
13.34-сурет



13.35-сурет

Осы кезеңге сәйкес бөлшектің оң шеткі бетінен бастап біліктің жұмыс сызбасында бөлшектің өлшемдері қойылады (13.35-сурет).

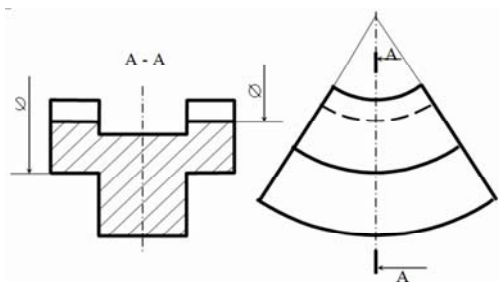
13.36-суретте штуцердің жұмыс сызбасында өлшемдерді қою мысалы көрсетілген.



13.36-сурет

Мұнда өлшемдерді қоюдың негізгі базалары I және II шеткі беттер болып табылады. Штуцерде проточкалар жасалған (а) сыртқы және (б) ішкі бұранда элементтері бар.

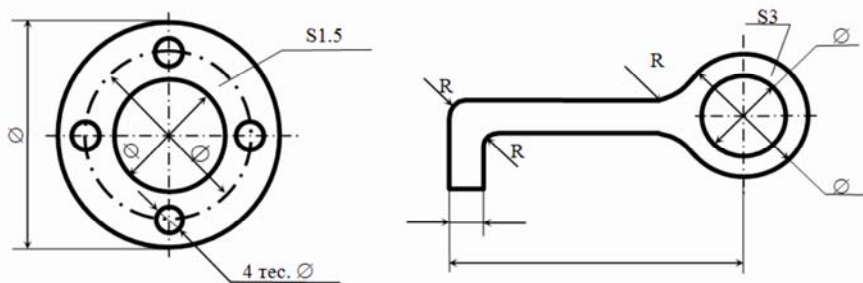
Мұндай типтік элементтер машина бөлшектерінде жиі кездеседі. Бұл элементтерге өлшемдерді қойғанда кескіш аспапты дұрыс тандау үшін проточканың енін және диаметрін көрсету керек.



13.37-сурет

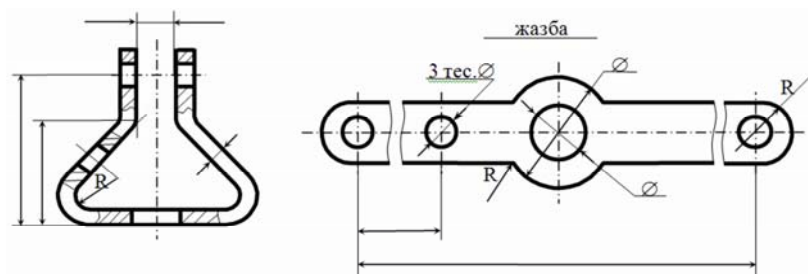
III және IV беттер проточкалардың өлшемдерін есептеу үшін қосымша базалар болып табылады.

Айналу денесін екі немесе бірнеше бөлікке бөлу арқылы алынған бөлшектердің өлшемдері 13.37-суретте көрсетілгендей етіп қойылады.

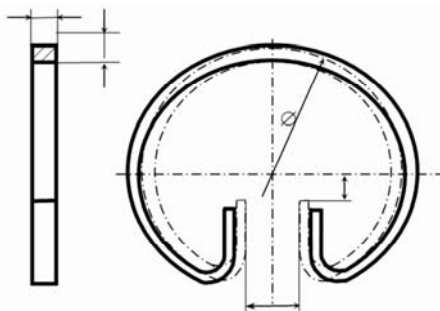


13.38-сурет

Бір проекцияда кескінделетін бөлшектердің (мембраналардың, диафрагмалардың, жалпақ жіңішке бөлшектердің) жуандығының өлшемін шығару сызығының сәресінде көрсетеді (13.39-сурет).



13.39-сурет



13.40-сурет

Егер ию немесе баска әдіспен жасалған бөлшектің кескіні оның формасы және өлшемдері туралы мәлімет бермейтін болса, сызбада оның бетінің жазбасын кескіндейді. Жазба кескінінің үстінде «Жазба» жазуын орналастырады (13.40 а-сурет).

Жазбада тек дайын бөлшек сызбасында көрсете алмайтын өлшемдерді ғана қояды.

Жазба кескіні негізгі тұтас сызықтармен орындалады.

Серіппелік бөлшектердің (стопорлық шайба сияқты) өлшемдері бос жағдайда қойылады. Алғашқы форманың өзгеруін (жұмыс жағдайы) штрих-пунктир сызығымен орындайды және ол сызықтар арасында өлшемдер қойылады (13.40-сурет).

13.4 ТЕТІКБӨЛШЕКТЕР БЕТТЕРІНІҢ КЕДІР-БҰДЫРЛЫҒЫ

Әртүрлі өңдеу тәсілдері қолданылатын бөлшекті дайындау үдерісінтің дайын бөлшек бетінде кесуші құралдар әсерінің іздері қалып қояды. Бір жағдайда іздер жай көзге көрінеді, ал кейде бөлшек беті идеал жылтыр сияқты болады. Бірақ күшті үлкейту кезінде кедір-бұдырлар көрінеді. Сонымен, абсолют жылтыр болып келтірілетін бетпен салыстырғанда реалды бөлшек бетінде әрқашан форма бойынша да биіктік бойынша да кедір-бұдырлар болады.

Кедір-бұдырлардың орналасуы, бағыты, формасы және биіктігі бір қатар себептерге байланысты болады: өңдеу тәртібі, кесуші құралдың суытылу және майлау жағдайлары, өңделетін материалдың микроқұрылымы мен химиялық құрамы, құрылғылар мен құралдардың конструкциясы, геометриясы, кесу мүмкіндігі және т.б. Бөлшектің эксплуатациялық қасиеттері кедір-бұдырлыққа байланысты, сондықтан бөлшектің жұмыс сызбасын немесе эскизін жасайтын конструктор олардың параметрлерін дұрыс анықтап,

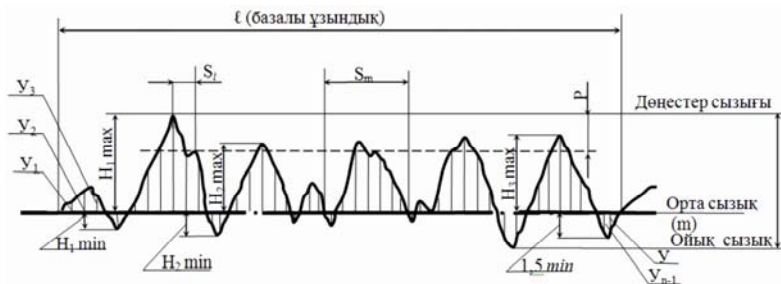
сызбада көрсету керек. Өте кішкентай шамадағы кедір-бұдырлар көп рет қайталанатын әртүрлі технологиялық операциялар нәтижесінде алынады және құны жоғары болады. Сондықтан кедір-бұдырлықтың шамасы эксплуатациялық талаптарды қанағаттандыратындай оптималды болуы керек.

Негізгі түсініктер және анықтамалар

ГОСТ 2.789-73 бойынша беттің кедір-бұдырлығы дегеніміз майда адымды, беттің рельефін түзетін, базалық ұзындық деп аталатын белгілі бет бөлігінде қарастырылатын тегістіксіздер жиыны. Кедір-бұдырлық дәрежесі үлкен болған сайын базалық ұзындық ұзын болуы керек және стандарт бекіткен қатардан тағайындалады:

25; 8; 2,5; 0,8; 0,25; 0,08; 0,03; 0,01 мм.

13.41-суретте базалық ұзындықта орта m сызығы кескінделген қатты үлкейтілген беттің реалды профілі бейнеленген.



13.41-сурет

Орта сызық базалық ұзындықта өлшенетін профильді оның нүктелерінің арақашықтықтарының ($Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, \dots, Y_n$) квадраттарының қасындысы минималды болатындай етіп бөледі.

Профильдің орта сызығы беттің сандық шамаларын анықтау базасы болып табылады.

ГОСТ 2769-73 (СТ СЭВ 638-77) бойынша кедір-бұдырлық мына параметрлер бойынша сипатталады:

R_a – профильдің орта арифметикалық ауытқуы, мкм - микрометр,

R_z – профильдің тегістіксіздерінің он нүкте бойынша алынған биіктігі, мкм,

$R_{\max}$ – профиль тегістіксіздердің ең үлкен биіктігі, мкм,

S_m – тегістіксіздердің орта адымы,

S_i – шыңдары бойынша алынған тегістіксіздердің орта адымы,

tr – профильдің салымтырмалы тірек ұзындығы, мұнда p – профиль қимасының деңгейінің сандық мәні (7.72-сурет).

Аталған алты параметрлердің үшеуі профиль тегістіксіздердің биіктігін, үшеуі тегістіксіздердің адымын анықтайды. Практикада негізінен R_a және R_z параметрлерін қолданады.

R_a – профильдің ауытқуының абсолют мәндерінің базалық ұзындықтағы орта арифметикалық мәні.

$$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Y_i|$$

R_z – профильдің бес минимум және бес максимум нүктелерінің ауытқуының абсолют мәндерінің базалық ұзындықтағы орта арифметикалық мәндерінің қосындысы.

$$R_z = \frac{1}{5} \left(\sum_{i=1}^5 |H_{i \max}| \right) + \left(\sum_{i=1}^5 |H_{i \min}| \right)$$

Кедір-бұдырлықты тағайындағанда R_z параметрін қолданғаннан гөрі R_a параметрін қолданған дұрыс. Бірақ бақылаудың нақты беттерін ескеріп, R_z параметрі де (сағат механизмі бөлшектері, кесуші инструмент қырлары және т.б.) қолданылады.

R_a параметрінің қолдануға жоғары бағаланатын, мкм-мен берілген сандық мәндері: 50; 25; 12,5; 6,3; 3,2; 1,6; 0,8; 0,4; 0,2; 0,1; 0,05; 0,025; 0,012; 0,006. Бұл мәндерді қолдану дайын өнімді терсеруді жеңілдететін үлгі (эталон) беттердің кедір-бұдырлығына толық сәйкес келетін бөлшек бетінің кедір-бұдырлығын алуға мүмкіндік береді.

Стандарт бойынша кедір-бұдырлықтың 14 класы орнатылған. 1- класс ең дөрекі $R_a = 50$ мкм, ал 14-класс ең таза $R_a = 0,006$ мкм (7.2-кесте).

Класқа байланысты беттердің кедір-бұдырлығы

Кедір-бұдырлық классы	Кедір-бұдырлық шамасы			Базалық ұзындық (мм).
	R _z , мкм	R _a , мкм		
		1987 ж. дейін	1987 ж. бастап	
1	320	80	50	8
2	160	40	25	
3	80	20	12,5	
4	40	10	6,3	2,5
5	20	5	3,2	
6	10	2,5	1,6	0,8
7	5	1,25	0,8	
8	2,5	0,63	0,4	
9	1,25	0,32	0,2	0,25
10	0,63	0,16	0,1	
11	0,32	0,08	0,05	
12	0,16	0,04	0,025	
13	0,04	0,02	0,008	0,08
14	0,04	0,01	0,006	

Стандарт бойынша кедір-бұдырлықтың дәрежесін 6-14 кластар үшін майда етіп, а, б, в разрядтарға (анықтамалық әдебиеттерді қараңыз) бөледі.

Дайын бұйымның кедір-бұдырлығы жеке түрде немесе құрал саймандардың көмегімен бағаланады. Визуалды әдіс үшін бұйым беті салыстырылатын эталондар жиыны қажет және мұнда өзіндік талаптар бар.

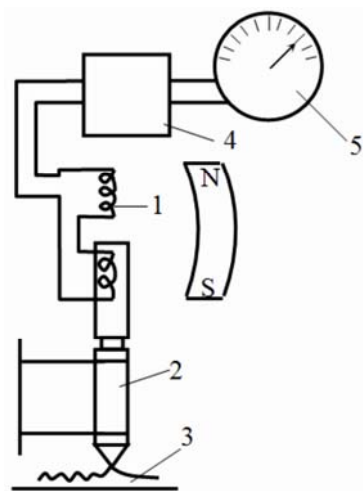
1. Эталондар және бақыланатын бөлшектер бірдей материалдан жасалуы керек.

2. Эталон формасы мен бөлшек формасы сәйкес болуы керек.

3. Эталонды өңдеу әдісі бөлшекті өңдеу әдісімен бірдей болуы керек.

Кедір-бұдырлықты анықтайтын құралдар контактты, контактты емес және арнайы болады. Контакттылардың қатарына профилографтар және профилометрлер жатады.

13.42-суретте В.М. Киселевтың KB-7 профилометрінің схемасы келтірілген. Датчик 1 магнит өрісінде орналасқан қатан бекітілген 2 инесі бар жылжымалы катушка болып табылады.

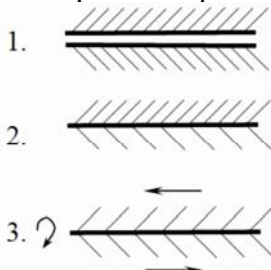


13.42-сурет

Ине бақыланатын бет бойымен жылжып тегіссіздіктер бар болған жағдайда тербеледі. Бұл кезде катушкада ине тербелісіне пропорционал э.к.к. пайда болып, 4 күшейткіште арнайы буынмен интегралданады. Интегралдаудан кейін күшейткіштің шығуындағы, иненің мезеттік орналасуына пропорционал кернеу 5 құралмен өлшенеді.

Профилографтың көмегімен арнайы лентада беттің контуры 13.41-суретте көрсетілгендей етіп сызылады және осы профилограмма бойынша қажетті параметрлер анықталады.

Оқу практикасында эскиздерді жасағанда визуалды әдіс, яғни эталондармен салыстыру қолданылады. Бірақ жалпы көрініс (құрастыру) сызбалары бойынша жұмыс сызбаларын жасағанда жоғарыда аталған әдістерді қолдану мүмкін емес, сондықтан мына ұсыныстарды қолдануға болады:



Түйіндесетін бөлшектер жанаспайды, кедір-бұдырлықтың 1 – 2 кл. R_a (50 ... 25).

Түйіндесетін бөлшектер жанасады бірақ, бір-біріне қатысты қозғалмайды 3 – 4 кл.

R_a (12, 5 ... 6,3).

Түйіндесетін бөлшектер жанасады бірақ, бір-біріне қатысты қозғалады 5 – 6 кл.

R_a (3, 2 ... 1,6).

Жоғарыда келтірілген ұсыныстарды абсолютті деп қабылдауға болмайды. 7.3-кестеде жиі кездесетін бөлшектердің кедір-бұдырлығы келтірілген.

7.3-кесте

№	Беттердің мінездемесі	мкм
1	Станиналардың негіздерінің, кронштейн тіректерінің тірек беттері және т.б.	50 ... 6,3
2	Болттарға, винттерге арналған бұрғыланған тесіктер, винт басының ұялары, жұмыс істемейтін жыра, біліктердің жұмыс істемейтін беттері және т.б.	12,5 ... 3,2
3	Штифттердің тесіктері	0,8 ... 0,4
4	Біліктердің және тесіктердің қондырылатын беттері: Жылжымалы қосылыстар үшін Жылжымалы емес қосылыстар үшін	0,4 ... 0,1 6,3 ... 0,4
5	Цилиндрлік золотниктердің, плунжерлердің және олардың тесіктерінің беттері.	0,4 ... 0,013
6	Бекітпе бұранда беттері	3,2 ... 0,8
7	Жүрістік бұранда беті	0,8 ... 0,1
8	Тісті дөңгелек профилі	0,8
9	Тісті дөңгелек еңістерінің диаметрі бойынша	1,6 ... 3,2
10	Тісті дөңгелек төбелері диаметрі бойынша	3,2 ... 6,3
11	Ступицалардың, дөңгелектердің, шкивтердің, төлкелердің подшипниктер қондыру: $d \leq 80$ мм $d > 80$ мм	0,8 1,6
12	Шпонка паздарының жақ беттері	3,2 ... 6,3
13	Канавкалар, фаскалар, дөңгелектеулер және т.б.	3,2 ... 6,3

Машиналар бөлшектерінің беріктігі көптеген факторларға байланысты және олардың ішінде өңделетін беттердің тазалығының да мәні мол. Машиналар бөлшектерінің сыну себептерін зерттеу, бұйымның қирауы оның бетіндегі терең әрі өткір сызыттар күштердің шоғырлану көздерін тудыру салдарынан болатынын көрсетеді.

Кедір-бұдырлар бұйымның бірқатар эксплуатациялық қасиеттеріне әсер етеді. Олар: шаршау беріктігі, қондырулар беріктігі, коррозиялық төзімділігі және т.б.

Дөрекі түрде өңделген бөлшектері бар қозғалмалы қосылыстарда әсерлесу мардымсыз және жартылай құрғақ, құрғақ үйкеліс орын алады. Бұл түйіндескен бөлшектердің бірі-бірімен жұмысы бекігенше электроэнергия шығынына алып келеді. Беку үдерісі, яғни кедір-бұдырлардың тегістелуі кинематикалық қосақтардың саңылауының үлкеюіне себеп болады, ал бұл машинаның жұмысының дәлдігіне әсер етеді.

Сонымен қатар, айналу қосақтарының өте тегіс беттері (білік-сырғанау подшипнигі) бетке майдың баруын қиындатады, беттердің өте жылтыр болуынан олар бір-біріне жабысып қалғандай болады (молекулааралық байланыстар әсер ете бастайды) бұл кезде металл бөлшектері үйкелкен заттардан бөлініп, тозуды үдетеді.

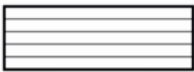
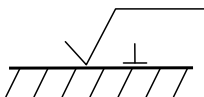
Пресстік қондырулар бойынша дөрекі бетті бөлшектердің қосылыс-тарында микробұдырлардың мыжылуы жүреді. Нәтижеде бөлшектердің нақты тартылуы есептеуліден едәуір аз болады, яғни қосылыс беріктігі аз болады. Жалпы айтқанда, құрастыруға дейін бөлшектің кедір-бұдырлығы көп болған сайын, құрастырудан кейін қосылыс беріктігі аз болады.

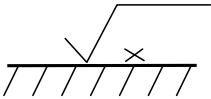
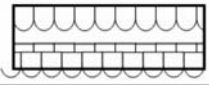
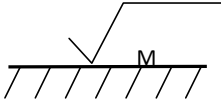
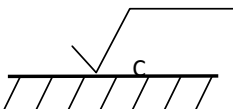
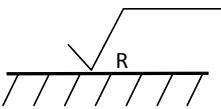
Егер дөрекі түрде өңделген бетті бөлшектер сумен әсерлесетін болса, бұдырлар сайларында ылғал ұзақ сақталып, коррозияға ұшырайды.

Өндеу іздерінің бағыты беттің маңызды геометриялық сипаттамасы болып табылады (7.4-кестені қара). Ерекше жауапты жағдайларда конструктор бұдырлардың бағытын ескеріп мінездемесін атап өтеді.

7.4-кесте

Беттік тегіссіздіктерінің бағыттарының түрлері және олардың сызбаларда кескінделуі

Бұдырлар іздерінің бағыты	Схемалық кескіні	Сызбадағы шартты кескіні
Параллель		
Перпендикуляр		

Қиылысушы		
Өз бетінше		
Дөңгелек тәрізді		
Радиальды		

Беттердің кедір-бұдырлығының параметрлерін негіздеп таңдау үшін келесі ұсыныстар жасалған:

1. Кедір-бұдырлық параметрлерін бұйымның эксплуатация жағдайларына қарап тағайындау керек.

2. Түйіндесетін беттерге бірдей кедір-бұдырлық шамасы тағайындалу тиіс.

3. Үйкелетін беттердің тазалығына қатысты жылдамдықтар, тазалық жоғары болған сайын және оларға түсетін салмақ жоғары болған сайын жоғары болу керек.

4. Тазалық дәрежесі өте жоғары болатын жұмыс беттері:

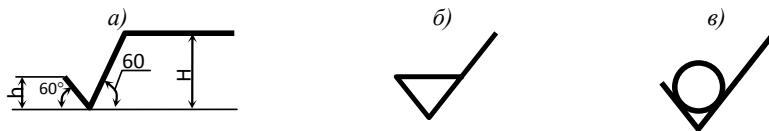
а) поршеньдік сақиналар мен цилиндрлер, беттердің 10-11 классы;

б) дизельдердің отын насостарының плунжерлік қосақтары 11-12 кластар және одан таза;

в) форсункалардың шашыратқыштарының инелері мен тұлғалары 11-12 кластар және одан таза.

Кедір-бұдырлардың сызбаларда белгіленуі

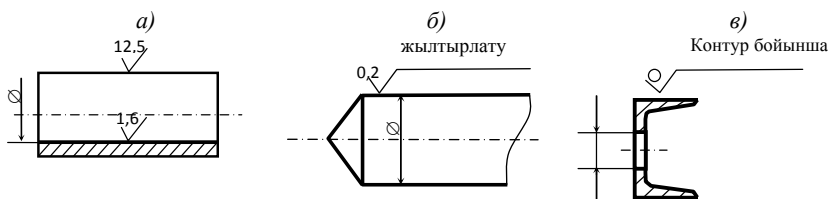
ГОСТ 2309-73 (СТ СЭВ 1632-79) кедір-бұдырлардың бөлшек сызбаларында белгілену ережелерін тағайындайды. Бұл үшін белгілердің үш типін қолданады (13.43 а, б, в-суреттер).



13.43-сурет

Белгілердің өлшемдері сызбадағы өлшем сандарының биіктігіне тең, ал $H = (1,5 \dots 3) h$. Белгі сызығының жуандығы $S/2$, мұнда S – сызба контуры сызығының жуандығы.

✓ Бөлшек бетінің өңделу түрі көрсетілмеген жағдайда белгісі қолданылады, яғни қажетті кедір-бұдырлыққа қол жеткізу әдісі маңызды емес жағдайда (13.44 а-сурет).



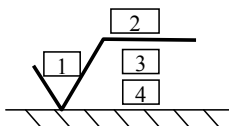
13.44-сурет

✓ таңбасы бөлшек бетінің өңделу әдісі көрсетілген жағдайда қолданылады. Өңделу әдісі белгінің горизонталь сөресінің үстінде көрсетіледі.

✓ шлифтеу (фрезерлеу, жылтырлату және т.б.) (13.44,б-сурет).

✓ таңбасы беттің кедір-бұдырлығы материал қабатын алмай түзілетінін көрсетеді, яғни құю, штамптау, соғу және т.б. кейінгі қалыпта. Егер бөлшектің қандай да бір бөлігі берілген сызба бойынша өңделмейтін болса, яғни жеткізу қалпында болса, осы таңба қолданылып, негізгі жазбаның 3 графасында профиль стандарты көрсетіледі, мысалы прокат беті үшін (13.44 в-сурет).

Кедір-бұдырлықтың жеткілікті толық жазылуы мына түрде көрсетіледі (13.45-сурет):



13.45-сурет

а) 1 цифрасының орнында ГОСТ 2789-73 бойынша кедір-бұдырлықтың параметрі көрсетіледі.

R_a бойынша көрсетілген параметр болса, бұл символ жазылмай, тек оның

мкм шамасы жазылады – $\sqrt{3,6}$; егер R_z параметрі қарастырылған болса, жазба келесі түрде болады: $\sqrt{R_z 40}$. Қажет болған жағдайда кедір-бұдырлықтың жоғарғы және төменгі шектері көрсетіледі.

б) 2 цифрасының орнында өңдеу әдісі немесе басқа нұсқаулар көрсетіледі – $\sqrt{\quad}$ фрезерлеу.

в) егер R_a немесе R_z кедір-бұдырлықтың параметрлері стандартты базалық ұзындықтарға сәйкес келмейтін болса, онда 3 санының орнында кедір-бұдырлық шамасы көрсетілген бет ұзындығын келтіру керек. Мысалы:

$\sqrt{R_z 20}$ – R_z шкаласы бойынша шамасы 20 мкм, өңдеу тәсілі көрсетілмеген, 0,8 мм стандартты емес базалық ұзындық бойынша алынған кедір-бұдырлық, себебі берілген кедір-бұдырлық шамасы үшін стандартты базалық ұзындық 2,5 мм болады;

г) егер кедір-бұдырлық бағытын көрсету керек болса (7.4-кесте), онда оны 4 санының орнында көрсетеді. Мысалы:

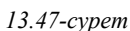
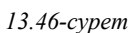
$\sqrt{0,025 \text{ жылтырлату}}$ – R_a параметрі бойынша кедір-бұдырлық биіктігі 0,025 мкм артық емес, $\ell = 0,25$ мм стандартты базалық ұзындықта, R радиалды өңдеу іздері бағытымен жылтырлату арқылы алынған.

Қарастырылған мысал (7.79-сурет) жиі кездеспейді және ерекше жауапты бөлшектер үшін қолданылады. Әдетте кедір-бұдырлық белгіленуі мына түрде болады:

$\sqrt{0,4} \sqrt{R_z 80}$ немесе – биіктігі (R_a немесе R_z) параметрлері бойынша, стандартты базалық ұзындықта, кез-келген әдіспен алынатын, бұдырлар бағыты маңызды емес кедір-бұдырлық.

Төменде әртүрлі жағдайларда кедір-бұдырлықтың таңбалары мен параметрлерін түсіру ережелері қарастырылады.

Бір сөреге кедір-бұдырлығы бірдей бір конструктивті элементке қатысты бірнеше шығару сызық-тарын әкелуге болады (13.46, 13.47-суреттер).



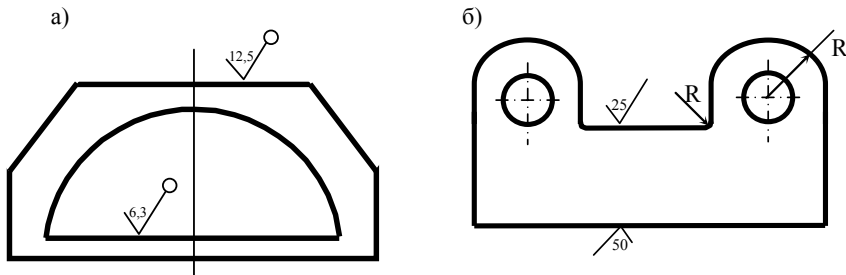
Орын жеткіліксіз болған жағдайда кедірбұдыр-лықты өлшем сызығы бойында немесе оның жалғасында суреттер 13.46, 13.47-лердегі $\varnothing 8$ тесіктер үшін көрсетілгендей етіп бейнелеуге болады.

Кедір - бұдырлықтың таңбасы шыңымен сәйкес сызыққа (контурлық немесе шығару) тіреліп, «денеге» қарай бағытта, яғни осы бетті өндегенде кескішті орналастырғандай болуы керек.

2. Сызбада сол сызба бойынша өңделетін барлық беттердің кедір-бұдырлығы көрсетілуі тиіс. Бір элементтің бөлек беттері, оның ішінде, симметриялы орналасқандары да жеке нұсқауларды талап етеді (13.46, 13.47-суреттерде өлшемі 10 мм паз беттері).

Кескіндері сызбада тұйық контур жасайтын (көріністе, кимада, тілікте) кедір-бұдырлығы бірдей сыртқы немесе ішкі беттердің кедір-бұдырлық таңбасы бір рет ғана қойылады. (13.48 а-сурет). $\sqrt{12,5}$ таңбасы барлық контур бойында кедір-бұдырлық 12,5 мкм болатынын көрсетеді. Шеңбер диаметрі 4-5 мм.

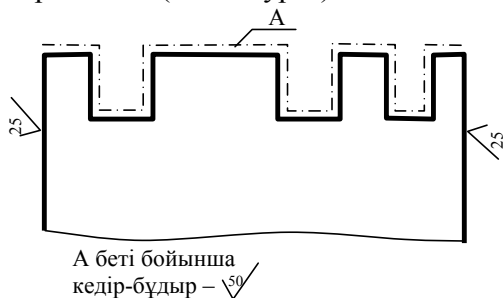
Кедір-бұдырлығы бірдей беттердің біртіндеп ауысқанда мәнін бір рет шеңберсіз және «контур бойымен» жазусыз көрсетеді (13.48 б-сурет). Бірақ, егер біртіндеп ауысатын беттердің кедір-бұдырлығы әр түрлі болса, әр учаске үшін кедір-бұдырлық таңбасын жеке көрсету керек.



13.48-сурет

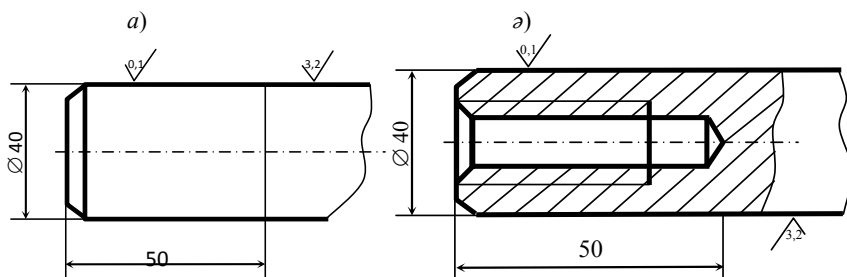
Егер күрделі конфигурациялы, кескіндері тұйық емес контур құрайтын беттердің кедір-бұдырлығы бірдей болса контур сызығынан 0,8...1 мм арақашықтықта жуандатылған штрихпунктир сызығын жүргізуге болады. Бұл сызыққа беттің әріптік белгіленуі көрсетілген шығару сызығы түйіседі, ал

сызбаның техникалық талаптарында бұл белгіленуге нұсқама көрсетіледі (13.49-сурет).



13.49-сурет

3. Егер бір беттің бөлек учаскелерінде кедір-бұдырлық әртүрлі болса, бұл учаскелерді көріністерде жіңішке тұтас сызақпен шектейді (13.50 а-сурет), ал тіліктерде өлшемдерін көрсетіп шектемейді (13.50 б-сурет).



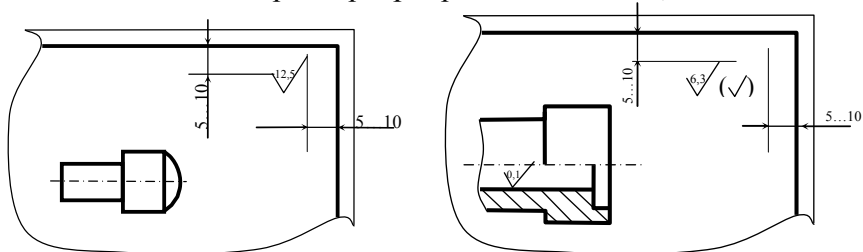
13.50-сурет

4. Егер бұйымның барлық беттерінің кедір-бұдырлығы бірдей болса кескіннің өзінде ешқандай таңбалар қойылмай, сызбаның жоғарғы оң бұрышында рамкадан 5...10 мм ара қашықтықта кедір-бұдырлық таңбалары қойылады (13.51-сурет). Мұндай жазу оқылуы: барлық беттер R_a бойынша кедір-бұдырлық шамасы 12,5 мкм етіп өңделген.

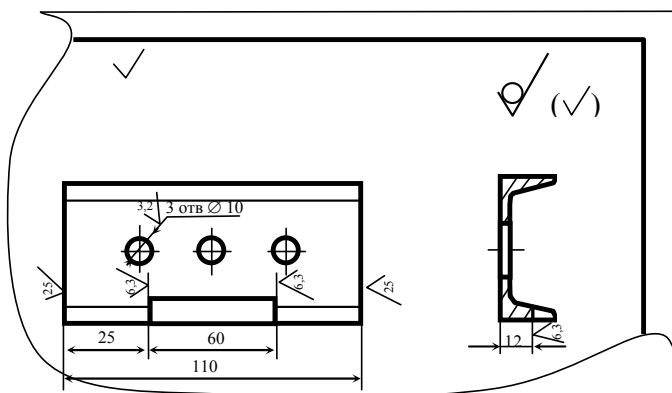
Сызбаның жоғарғы оң бұрышына шығарылған кедір-бұдырлық таңбасының ($\checkmark$) өлшемдері мен сызығының жуандығы кескіндегіден шамамен 1,5 есе үлкен болуы керек.

5. Егер бөлшектің бетінің тек бір бөлігінің кедір-бұдырлығы бірдей болса сызбаның жоғарғы оң бұрышында бірдей кедір-бұдырлық таңбасы және ($\checkmark$) шартты таңба орналастырылады (13.52-сурет). Бұл кескіндерде кедір-бұдырлық белгіленуі немесе ($\checkmark$) таңбалары көрсетілмеген беттер кедір-бұдырлығы жақша

алдындағыдай болуы тиіс екенін білдіреді. (✓) таңбасының өлшемдері кескіндегі өлшемдермен бірдей болуы тиіс ^{6,3}✓ (✓) – белгісі басқа беттер кедір-бұдырлығы шамасы 6,3 мкм.



13.52-сурет



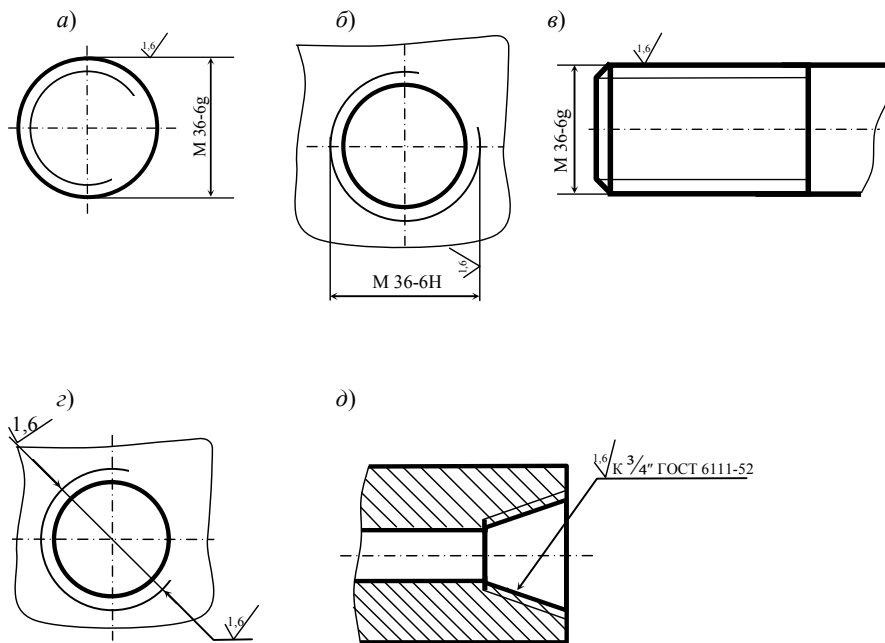
13.53-сурет

Берілген сызба бойынша өңделмейтін беттер басым болса сызбаның жоғарғы оң бұрышында таңбасы қойылады ⁶ (7.83-сурет), ал жақшада ✓ таңбасын көрсетеді. Бұл жазу ⁶✓ мағанасы: «белгіленбеген беттер жеткізу кедір-бұдырлығын сақтайды және бұл сызба бойынша өңделмейді».

6. Сызбада саны көрсетілген (паздар, тесіктер, тістер және т.б.) бұйымның қайталанатын элементтерінің беттерінің және бір беттің кедір-бұдырлығы кескіндер санынан тәуелсіз бір рет қана көрсетіледі (13.53-сурет).

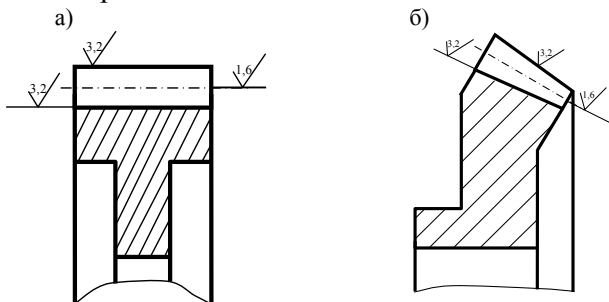
7. Бұрандалық беттің кедір-бұдырлығы контурда (13.54,а-сурет); шығару сызығында (7.84 а, б-сурет); өлшем сызығында

және оның жалғасында (13.54 в-сурет); сәйкес бұрандаларды белгілеу шығару сызығының сәресінде (13.54 г -сурет) көрсетіледі.



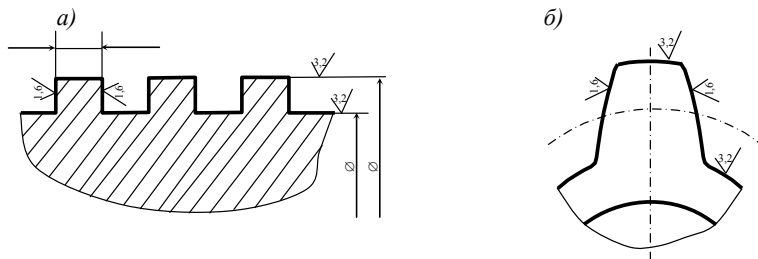
7.84-сурет

8. Тіліктердегі тісті дөңгелектердің тістерінің жұмыс беттерінің кедір-бұдырлығы бөлгіш беттің жасаушысында (13.55 а-сурет) көрсетіледі. Тістердің еңістері мен бедерлерінің кедір-бұдырлығы да көрсетіледі.



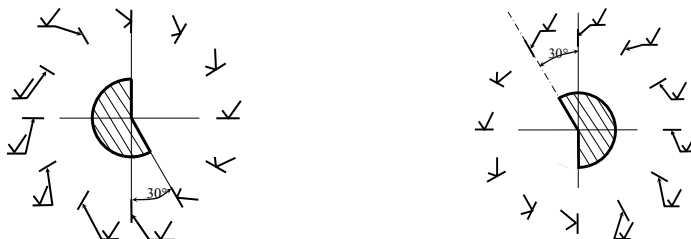
13.55-сурет

9. Егер сызбада бұранданың немесе тістің профилі көрсетілген болса, кедір-бұдырлық сурет 13.55 б-дай, яғни жалпы ережелер бойынша қойылады.

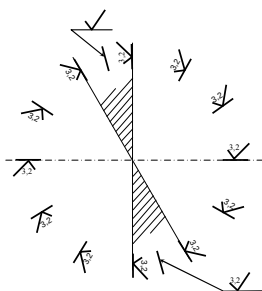


13.56-сурет

9. Кедір-бұдырлық белгіленуі шығару сызықтарының сөрелерінде орналасқанда оларды негізгі жазбаға қатысты сурет 13.57-де көрсетілгендей етіп бейнелейді. Егер бет штрихталған зонада орналасқан болса белгіленулерді тек шығару сызықтарының сөрелерінде ғана көрсетеді.



13.57-сурет



13.58-сурет

Беттердің кедір-бұдырлығын белгілеуде шығару сызықтарын қолданбағанда оларды негізгі жазбаға қатысты 13.58-суретте көрсетілгендей етіп орналастырады.

13.3.5 Машинажасауда қолданылатын негізгі материалдар

Қазіргі кездегі машинажасауда бөлшектерді дайындағанда әртүрлі материалдар – металл және металл емес материалдар қолданылады.

Материалды дұрыс таңдау бұйымның беріктігіне, жұмыс істеу мерзіміне, бөлшектің сапасына әсер етеді.

Бөлшек жасалатын материал негізгі жазбаның «материалдар» графасында сәйкес стандарттар бойынша көрсетіледі.

Тұлғалық бөлшектердің көбісін жобалағанда құю қолданылады және құюда шойындар, болаттар, қоалар және т.б. негізгі материалдар болып табылады.

Сұр шойын маркасы 10, 15, 18, 20, 25, 30 ... 100. Сан үлкейген сайын материал беріктігі артады. Аз жүктелген бөлшектер үшін 10, 15 маркалы шойындар жарайды, ал жауапты бөлшектер (коленвалдар, поршендік сақиналар және т.б.) үшін – 35...100 маркалы шойындар.

Белгілену мысалы: СЧ 25 ГОСТ 1412 – 85

ВЧ 50 ГОСТ 7293 – 85,

мұнда В – жоғарғы беріктілікті білдіреді.

Соғылғыш шойын (динамикалық әсерлер жағдайлары үшін: шкивтер, муфталар, тежегіш колодкалар, құбыр желілерінің біріктірілген бөліктері).

Белгілену мысалы:

Құю К 30 – 6 Ф ГОСТ 1215 – 79, мұнда Ф – ферритті;

Құю К 60 – 3 П ГОСТ 2215 – 79, мұнда П – перлитті.

Кәдімгі сапалы көміртекті болат. Болаттың жеті маркасы (0-ден 6-ға дейін) қолданылады. Сан үлкейген сайын болат қаттылығы жоғары. *Белгіленуі:* Ст 3 ГОСТ 380 – 71.

Сапалы конструкциялық көміртекті болат. Маркалары 08, 10, 15, 20 ... 60 – сандар пайыздың жүзден бір бөлігіндегі көміртек құрамын көрсетеді.

Белгілену: **Болат 45 ГОСТ 1050 – 88.**

10, 15, 20 болаттардан болттар, гайкалар, винттер жасайды.

Болат ШХ 15 ГОСТ 801 – 78 – шарикоподшипникті, хромды.

Болат 65 Г ГОСТ 14959 – 79 (серіппелі шайбалар, рессорлар, серіппелер).

Сортты материал:

Алтықыр $\frac{8-10 \text{ ГОСТ } 8560-78}{45-B-5-T \text{ ГОСТ } 1050-88}$; мұнда ГОСТ 8560-78 – калибрленген болат сортаменті, іштей сызылған шеңбер диаметрі 8 мм, жіберілу алаңы 10. 45 маркалы, 5 категориялы, ГОСТ 1050-88 бойынша бет сапасы В термиялық өңделген.

Құбыр 40x2,8 ГОСТ 3262-75 – шартты өткел диаметрі 40 мм, қабырға қалыңдығы 2,8 мм су-газ өткізгіш құбыр.

Беттік материалдан жасалған бөлшектер үшін:

Бет $\frac{B1 \text{ ГОСТ } 19903-74}{Ст 3 \text{ ГОСТ } 16523-70}$.

Алюминий қоспалары:

АЛ1, АЛ2 және т.б. құю үшін

АК1, АК2 және т.б. соғу үшін

Д1, Д2 және т.б. (дюралюминий) қысыммен өңдеу үшін.

Алюминий қоспалары АЛ1, АЛ2 және т.б. (дюралюминий) қысыммен өңделеді.

Төменде алюминий негізіндегі материалдардың параметрлері беріледі.

АЛ9 ГОСТ 2685-75 – күрделі формадағы, жіңішке қабырғалы бөлшектерді құю үшін

АК8 ГОСТ 4785-74 – соғу үшін.

Д16 ГОСТ 4784-74 – жоғары берікті және жеңіл бөлшектерді штамптау үшін.

9, 8, 16 сандары қорытпа номерін көрсетеді.

Қолалар қалайылы және қалайысыз болып бөлінеді .

БР ОЦСН 3-7-5-1 ГОСТ 1628-78 - алюминийлік қалайы.

БР БНТ 1,7 ГОСТ 1875-78 –бериллийлік қалайы (серіппелер және серіппелік бөлшектер үшін қолданады).

Келтірілген мысалдарда әріптер белгіленулері:

О – қалайы, В – бериллий, Ц – цинк, С – қорғасын, Н – никель, Ф – фосфор, А – алюминий, Ж – темір, МЦ – марганец, Т – титан; цифралар элементтердің пайыздық орта құрамын

көрсетеді, мысалы, қалайы ОЦСН – 7-5-1 құрамында 3% қалайы, 7% – цинк, 5% қорғасын, 1% – никель, қалғаны мыс.

Латуньдер – мыс пен цинк қорытпалары– қалайыдан арзан, жақсы өңделеді. Олардан беттер, сымдар, түтіктер және т.б. жасайды.

ЛС- 59 –1 ГОСТ 15527-70 - латунь, құрамында 50% - мыс, 1% - қорғасын, қалғаны цинк.

Шыны – органикалық, конструкциялы.

СОЛ 3x400x500 ГОСТ 15809-70, мұнда СОЛ – органикалық бетті әйнек, жуандығы 3, ені 400, ұзындығы 500 мм.

Текстолит А-10,0 ГОСТ 2910-74, мұнда А – марка, 10,0 – беттің жуандығы. Төлкелер, маховиктер, түтіктер дайындағанда және т.б. қолданылады.

Паронит: ПОНО, 8x300x400 ГОСТ 481-80, мұнда 0,8 жуандығы, 300 – ені және 400 – беттің ұзындығы, мм.

Паронит аралық төсеніштер үшін қолданады.

Фторопласт – жақсы диэлектрик, жоғары коррозия-, жылу- және мұздатуға төзімді, үйкеліс коэффициенті кішкентай және майлаусыз жұмыс істей береді. Төсеніштер, манжеттер және т.б. үшін қолданылады.

Белгілену мысалы: **Фторопласт – 4П ГОСТ 10007-80**, мұнда 4 жуандығы, П – электроизоляция үшін (егер С – арнайы бұйымдар үшін, О – жалпы тағайындалу, Т – қабырғалары жуан бұйымдар және құбыр желілері үшін).

Резина пластиналары (1) және резинамата (2) тығыздағыш төсеніштер үшін.

Пластина 1 бет МС-М-3x200x250 ГОСТ 7338-77, мұнда МС майтөзгіш (МБС – май бензин төзгіш) М – жұмсақ, 3x200x250 – өлшемдері, мм.

Техникалық киіз және одан машина жасау үшін жасалатын бөлшектер – жіңішке жүнді (ГОСТ 288-72),

жартылай дөрекі жүнді (ГОСТ 6308-71) және дөрекі жүнді (ГОСТ 6418-81).

Белгілену мысалы:

ВОЙЛОК ТС7 ГОСТ 288-72, мұнда Т – жіңішке жүнді, С – сальникті, 7 жуандығы, мм.

Картон Б-2 ГОСТ 9347-74.

Сальниктік тығыздағыш маркалары АП31, АПР-3, АПР, АПС, АПП және т.б. ГОСТ 5152-84 бойынша.

Белгіленуі: Иірілген тығыздағыш **АПЗ ГОСТ 5152-84.**

13.4.1. Сызбалардың техникалық талаптары

Бөлшектің жұмыс сызбасында қажетті техникалық талаптар, жазбалар, кестелер, техникалық шарттар және т.б. көрсетілуі тиіс.

Техникалық талаптарға бөлшекті жасағанда қажетті, графикалық бейнелеуге болмайтын барлық талаптар жатады. Мысалы, өлшемдерді қою анықтамалары, бөлшек жасалған материалға қойылатын талаптар (қаттылығы, қапталуы, термоөңдеу), түйіндесетін беттердің техникалық өңделуі, маркерлеу талаптары және т.б.

Жұмыс сызбаларына техникалық талаптарды түсіру ережелері ГОСТ 2.316-68 бойынша орнатылады.

Техникалық талаптардың мәтіндік бөлігін негізгі жазба үстіне орналастырады. Мәтіндік бөлік пен негізгі жазу арасында ешқандай кескіндер, кестелер және т.б. болмау керек. Мәтіндік бөлік пен негізгі жазудың арақашықтығы 12 мм-ден кем болмау керек. Техникалық талаптарды төмендегі ретпен баяндайды:

1. Дайын бөлшектердің материалдарының қасиеттеріне (қатаңдық, ылғалдылығы), термоөңделуіне, бөлшек дайындамасына, материалына қойылатын талаптар.

2. Өлшемдер, өлшемдердің шекті ауытқулары.

3. Беттердің сапасының талаптары, қапталуы, өңделуі жайлы нұсқаулар.

4. Конструкцияның жеке элементтерінің орналасуы, саңылаулар.

5. Бұйымды керекті күйге, жөнге келтіру талаптары.

6. Сынаудың шарттары және әдістері, маркерлеу жайлы нұсқамалар.

7. Транспорттау және сақтау ережелері.

8. Эксплуатацияның ерекше жағдайлары.

1. HRC 40 ... 50
2. Өлшемдердің көрсетілмеген шекті ауытқулары: $H14, h14, \pm \frac{IT14}{2}$.
3. Анықтамалық өлшемдер.
4. Үшкір жиектерді дөңгелектеу R 0.3

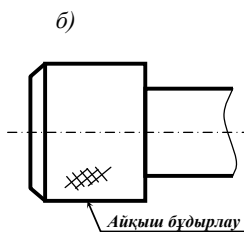
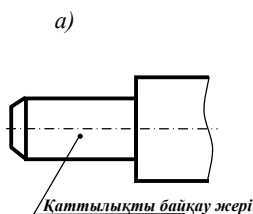
12 min

Өзг	Бет	№ құжат.	Қолы	Күні	Литера	Масса	Масштаб
Орындалған							
Тексерген							

13.59-сурет

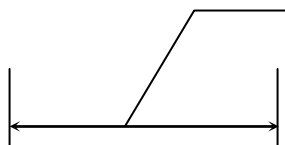
«Техникалық талаптар» тақырыбын сызбада көрсетпейді. Техникалық талаптар пункттері ретімен нөмерленген болуы тиіс. Әр пункты жаңа қатардан жазады. Егер сызба екі немесе одан да көп беттерде орындалған болса, техникалық талаптарды, олардың қай беттегі кескінге қатысты екеніне қарамай, тек бірінші бетте орналастырады. (13.59-сурет).

Жұмыс сызбаларында жазбаларды орындағанда ГОСТ 2.316-68 нұсқауларына сүйену керек.



ГОСТ 21474-75

13.60-сурет



13.61-сурет

Сызбалардағы жазбаларда жалпы қабылданған қысқартулардан басқа қысқартулар болмауы тиіс. Кескінге тікелей қатысты жазбалар шығару сызығының сәресінің үстінде және астында орналасатын тек екі қатардан тұру керек. (13.60-сурет).

Кескін контурын қиып өтетін шығару сызығы нүктемен (13.60 а-сурет), ал көрінетін немесе көрінбейтін контур сызығынан шығарылатын сызықты нұсқамамен аяқтайды (13.60 б-сурет).

Басқа сызықтардан шығарылатын шығару сызықтарының ұшында нұсқамада нүкте де болмайды (13.61-сурет).

13.5 БӨЛШЕКТІҢ ЭСКИЗІН ҚҰРУ

Эскизі жасалатын бірнеше бөлшек берілген болса, жұмысты қарапайым бөлшектен бастап, біртіндеп формасы күрделірек бөлшектерге ауысу керек.

Эскизді орындау ретін «Ползун» бөлшегінің мысалында қарастырамыз.

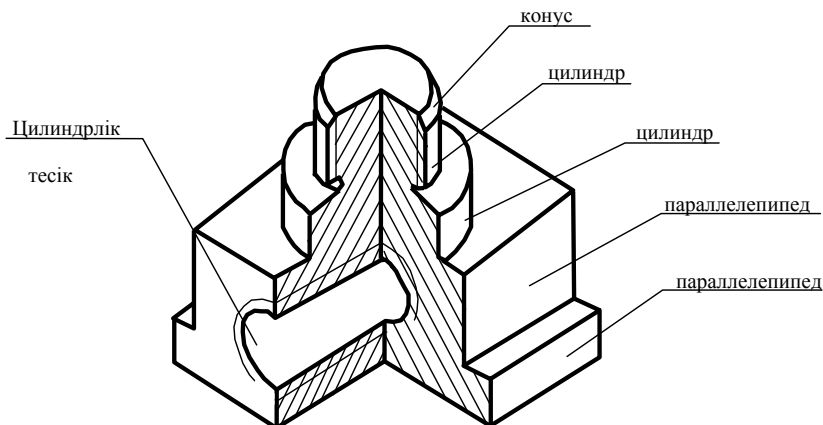
13.62-суретте осы бөлшектің аксонометриялық проекциялар ережелері бойынша, қолдан орындалған көрнекті кескіні, яғни техникалық суреті келтірілген. Техникалық суреті бойынша «Ползун» бөлшегінің эскизін орындаймыз.

Бұл жағдайда төмендегі кезеңдерді ерекшелеуге болады:

1. Бөлшектің конструкциясын зерттеу. Бөлшектің аталуын, тағайындалуын және жасалған материалын анықтау керек.

2. Бөлшектің басты көрінісін таңдау керек. Ол бөлшектің формасын барынша толық айқындау керек. Бөлшектің басты көріністе орналасуы оны жасап шығарғандағы орналасуына сәйкес болуын көздеген жөн. Мысалы: токарлық станокта жасалатын бөлшектер айналу беттерінің формасын қабылдайды (цилиндр, конус, сфера). Басты көріністе оларды айналу осі негізгі жазбаға параллель болатындай етіп орналастыру керек. Дайындамасы құю арқылы алынатын бөлшектерді басты көріністе олардың жинау процесі кезіндегі (немесе жұмыс жағдайында) жағдайында орналастыру керек.

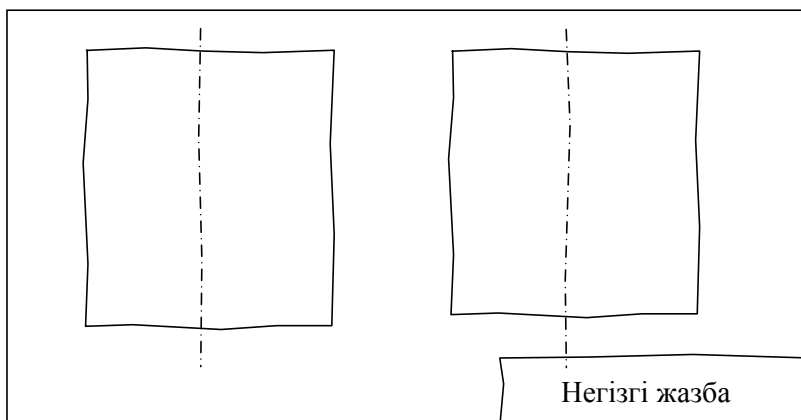
Бұл кезде бөлшектің негізгі өңделген беті горизонталь қалыпта болуы керек. Мұндай бөлшектерге тұлғалар, қақпақтар, кронштейндер және басқалар жатады.



13.62-сурет

Беттік материалдан штампталған бөлшектер профилінен сызылады.

3. Кескіндердің оптимал саны анықталады. Ол бөлшектің өлшемдері мен формасы туралы толық мәлімет алуға жеткілікті және одан көп болмауы тиіс.



13.63-сурет

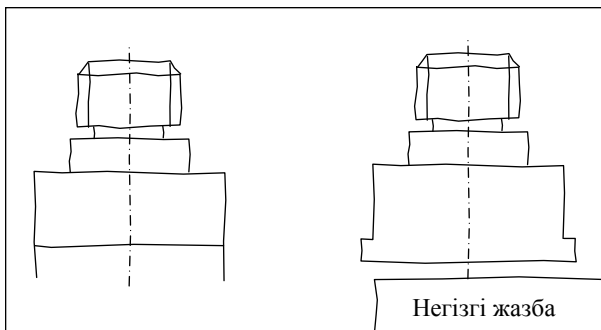
4. Бөлшектің күрделілігіне және өлшемдеріне қарап қағаздың сәйкес форматы таңдалады (эскиздер кез келген қағазға – миллиметрлік, тор және т.б. орындалуы мүмкін). Беттердің

өлшемдері ГОСТ 2.301-68 форматтарына сәйкес болуы керек, яғни А4 (210x297), А3 (297x420) және т.б.

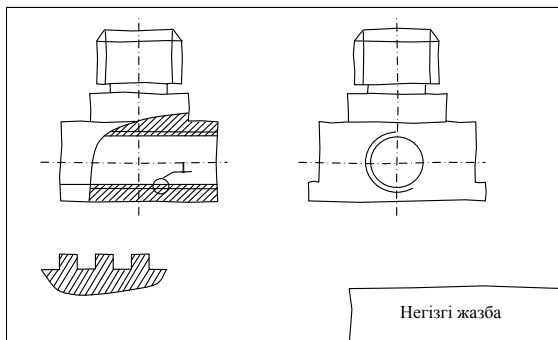
Негізгі жазба мен формат рамкасын жүргізіп бетті жобалау керек, б.а. әр кескіннің орнында жіңішке сызықтармен сызба алаңын оптималды толтырып, кескіндердің габаритті тіктөртбұрыштарын сызу және осьтік сызықтарды жүргізу керек (13.63-сурет).

5. Жіңішке сызықтармен бөлшектің сыртқы және ішкі контурларын сызып бөлшектің әр элементі барлық кескіндерде көрсетілуі керек (13.64-сурет).

6. ГОСТ 2.305-68 бойынша қажетті тіліктер, қималар және шығару элементтері орындалады. Симметриялық бөлшектер үшін әдетте көріністің жартысын және тіліктің жартысын бірге орындайды. Жергілікті тіліктер қолданылуы мүмкін (13.65-сурет).



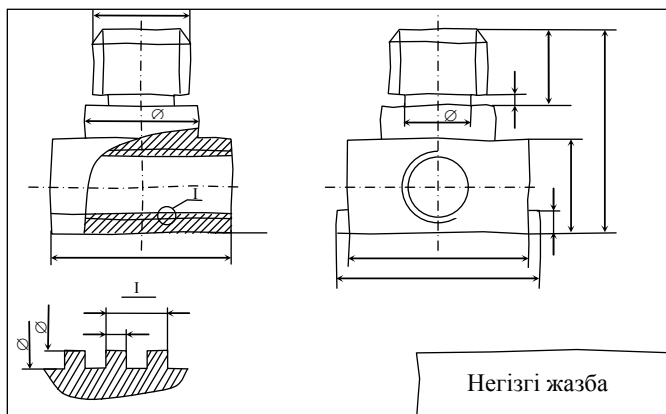
13.64-сурет



13.65-сурет

7. ГОСТ 2.307-68 сәйкес шығару және өлшем сызықтарын жүргізу. Өлшем сызықтарын жүргізгенде белгілі реттілікті сақтау керек. Ең алдымен габариттік өлшемдер, бөлшектің жеке элементтерінің орнын анықтайтын өлшемдер, ал одан кейін бөлшек элементтерінің және барлық қалған өлшемдер қойылады. Әдетте сыртқы элементтердің өлшемдері көрініс жағынан, ал ішкі элементтердің өлшемдері тілік жағынан көрсетіледі (13.66-сурет).

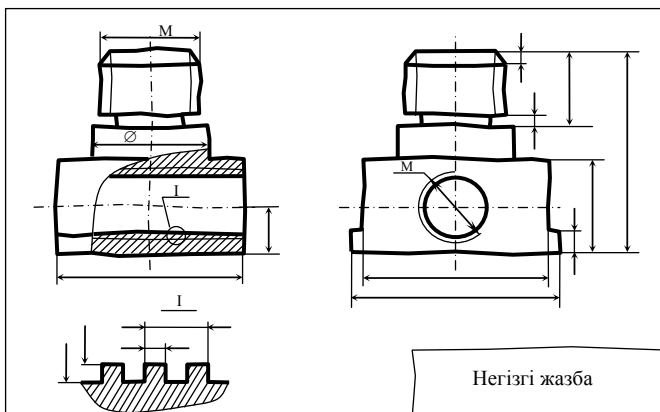
8. Кедір-бұдырлық шамасын анықтап, оны сызбада белгілеу. Кедір-бұдырлық класы бұйымның жұмыс істеу жағдайларына және жасалу технологиясына байланысты визуалды түрде анықталады.



13.66-сурет

9. Өлшеуіш құралдар көмегімен бөлшекті өлшеу және сызбада сол өлшемдерді көрсету.

10. Бөлшектің кескіндерінің толықтығын тексеру. «Сызықтар типтері» ГОСТ 2.303-68 талаптарын сақтай отырып, контурды жұмсақ қаламмен басып шығу (13.67-сурет). Ұсынылатын контур сызығының жуандығы $S = 1$ мм.

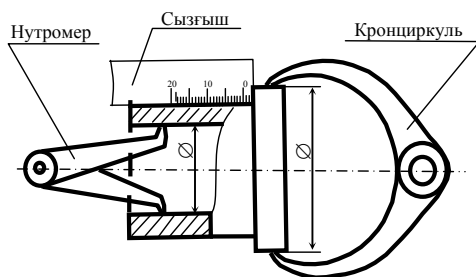


13.67-сурет

Бөлшектерді өлшеу және өлшемдерді анықтау.

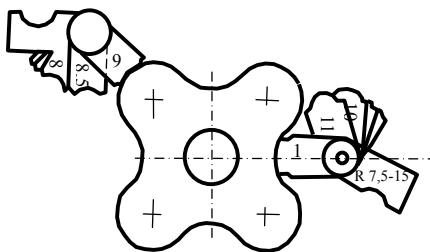
Өнеркәсіпте өлшемдерді анықтау үшін дәлдігі жоғары приборлар мен құрылғылар қолданылады. Оқу үдерісінде бұған қарағанда қарапайымдау құралдар қолданылады:

1. Металл сызғыш.
2. Кронциркуль (13.68-сурет).
3. Нутромер (13.68-сурет).
4. Радиустық шаблондар (13.69-сурет).
5. Бұрандалық шаблон (13.70-сурет) және т.б.



13.68-сурет

Металл сызғыш сыз-ықтық шамаларды өлшеу үшін, нутромер – тесіктер шамаларын өлшеу үшін қолданылады, ал кронциркульмен әдетте сыртқы өлшемдерді өлшейді. Бірақ бұл үш құрал әмбебап құралмен штангенциркульмен алмастырылуы мүмкін.

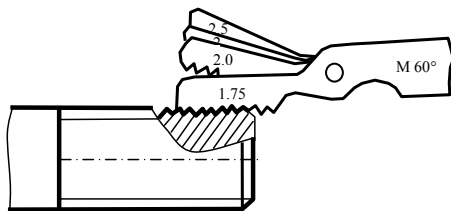


13.69-сурет

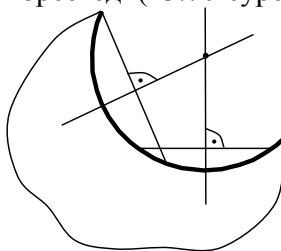
Бөлшек элементтерінің қисықтық радиустарын анықтау үшін арнайы пластиналар (шаблондар) қолданылады (13.69-сурет). Егер пластина қисық бетке тығыз жанасатын болса, осы пластинада көрсетілген мән беттің қисықтық радиусы болып табылады.

Пластиналар жоқ жағдайда қисықтық радиусын практикалық жолмен анықтауға болады. Бұл үшін қағаз бетінде қисық бөлік бастырылып, қисықтық центрі мен радиусы 13.71-суретте көрсетілгендей тәсілмен анықталады.

Метрикалық бұрандалардың адымы немесе құбырлық (дюймдік) бұрандалардың өзек ұзындығындығының 1 дюймдегі иірімдері бұранда өлшегішпен анықталады. Бұранда өлшегіштің тұлғасындағы М 60 таңбасы, бұл шаблонның метрикалық бұрандалардың адымын анықтауға арналғанын көрсетеді (13.70-сурет).



13.70-сурет



13.71-сурет

13.8. БҰРАНДА ПАРАМЕТРЛЕРІН ЗАТТАН АНЫҚТАУ

Бұранданың – үшбұрышты, трапецеидальды, тік бұрышты, дөңгелек профильдері, әдетте визуалды түрде анықталады.

Егер бұранда профилі үшбұрышты болса, бұранданың екі типі кездесуі мүмкін ол: профиль төбесіндегі бұрышы 60° немесе төбесіндегі бұрышы 55° болатын құбырлық бұрандалар.

Бөлшектердегі бұрандалар типі (метрикалық, құбырлық және т.б.) көп жағдайда олардың тағайындалуынан анықталады. Мысалы, газ тасымалдау коммуникацияларында көбінесе құбырлық бұрандалар жасалады, ал бекітуге арналған бөлшектерде көбінесе метрикалық бұрандалар салынады.

Егер бөлшекте метрикалық бұранда қиылған болса, мына параметрлерді өлшеу қажет:

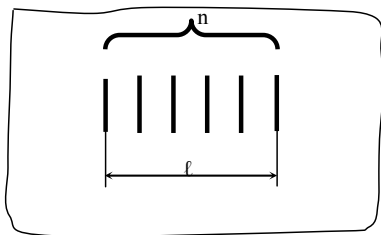
1) d – сыртқы бұранда үшін – бұранданың сыртқы диаметрі.

d_1 – ішкі бұранда үшін – бұранданың ішкі диаметрі.

Бұл параметрлерді штангенциркульмен өлшеуге болады.

2) P – бұранда адымы таңбасы $M60^\circ$ болатын бұранда өлшегішпен өлшенеді.

Бұранда өлшегіш жоқ болса бұранда адымы басып алу арқылы өлшенеді. Ол үшін үстел бетіне немесе тақтайға жазу қағазын орналастырып бұрандалық бөлшекті оған қолмен



13.72-сурет

басады, сонда бұранданың бірнеше (n) адымының іздері қағаз бетіне түседі (13.72-сурет).

Алынған баспада шеткі шертпелердің (l) арақашықтығын өлшеп, бұранда адымын келесі формула бойынша анықтайды:

$$P = \frac{l}{n - 1}$$

3) d , d_1 және P параметрлерінің мәндерін ГОСТ 9050-81* кестелік мәндерімен салыстырып, сызбада бұранданы анықтайды. Мысалы өлшеу нәтижесінде алынғаны: $d = 20$, $P = 2$. ГОСТ 9050-81* бойынша бұл параметрлерге майда адымды метрикалық бұранда сәйкес келеді. Сызбада оның белгіленуін салады: **M20x2-6g**.

Егер бөлшекте құбырлық бұранда салынған болса, онда

- штангенциркульмен d немесе d_1 параметрлерінің біреуін өлшеу ;
- таңбасы $D55^\circ$ резьбомер көмегімен $H - l$ ұзындығындағы ($1'' = 25,4$ мм) иірімдер санын анықтау қажет.

Егер бұранда өлшегіштер жоқ болса онда баспа әдісін қолданып, төмендегі формула бойынша Н параметрін анықтаймыз:

$$H = \frac{25,4 \cdot n}{l}$$

Бұл параметрлердің көмегімен ГОСТ 6357-73 «Құбырлық цилиндрлік бұранданың профилі мен негізгі өлшемдері» бойынша бұранданы анықтайды. Мысалы, өлшеу арқылы алынған шамалар: d = 21, Н = 14.

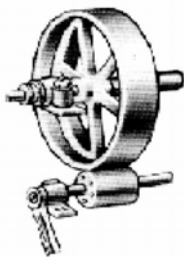
Мұндай бұранданың шартты белгіленуі: $G \frac{1}{2} - A$.

14. БЕРІЛІСТЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ЭЛЕМЕНТТЕРІ

Механизмнің бір буынынан екінші буынына қозғалыс «берілістер» деп аталатын әртүрлі құрылғылар арқылы беріледі.

Берілістер фрикционды, белдікті, шынжырлы, тісті және т.б. болып бөлінеді.

Фрикционды беріліс бір-біріне қысылған екі доңғалақтан тұрады. Қозғалыс үйкеліс күші арқылы беріледі (14.1-сурет).



14.1-сурет

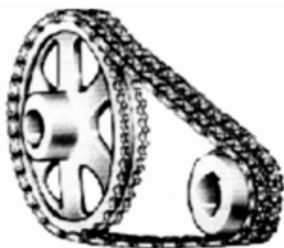


14.2-сурет

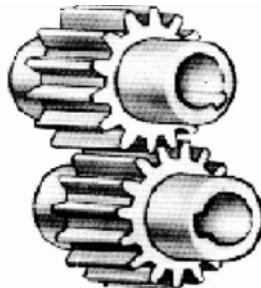
Белдікті берілісте де бір шкивтен екінші шкивке қозғалыс үйкеліс күші арқылы беріледі (14.2-сурет).

Шынжырлы берілісте жетекші және жетектегі жұлдызшаларға киілетін шынжыр қозғалысты беретін буын болып табылады (14.3-сурет).

Тісті берілістерде қозғалыс тісті дөңгелектердің ілінісуі арқылы беріледі (14.4-сурет).



14.3-сурет



14.4-сурет

Храпты механизм тісті дөңгелек (храповик) және арнайы тұтқадан тұрады. Бұл механизм біліктің тек бір бағытта айналуына мүмкіндік береді, ал кері қарай тұтқа айналдырмай тұрады. (14.5-сурет).



14.5-сурет

Тісті дөңгелектердің әртүрлі конструкцияларын қолданып, қозғалысты біліктен білікке беруге, айналу қозғалысын ілгерілемелі қозғалысқа айналдыруға болады.

Параллель біліктер арасындағы тісті беріліс сыртқы (14.5-сурет) және ішкі (14.6-сурет) ілінісу арқылы іске асырылуы мүмкін.

Егер біліктердің осьтері қиылысатын болса, беріліс конустық тісті дөңгелектер арқылы іске асады (14.7-сурет).



14.6-сурет



14.7-сурет



14.8-сурет



14.9-сурет

Червякты беріліс біліктердің осьтері айкасатын болса қолданылады. Беріліс червяктан (трапецеидальды немесе басқа бұрандасы бар винт) және червякты тісті дөңгелектен тұрады (14.8-сурет).

Айналу қозғалысын ілгерілемелі қозғалысқа ауыстыру үшін рейкалық ілінісу қолданылады (14.9-сурет).

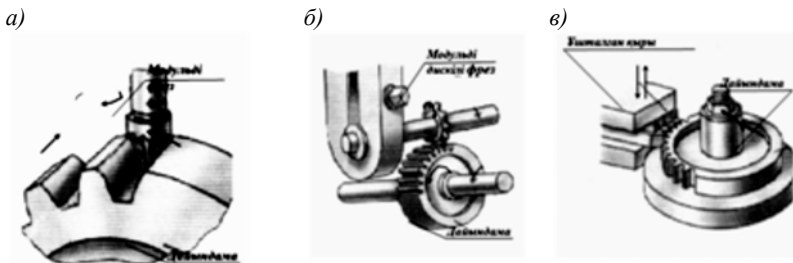
Тісті дөңгелектер біліктерде қозғалмалы біріктірулер кілетектер және оймакілтектер бекітіледі.

14.1. ТІСТІ БЕРІЛІСТІҢ НЕГІЗГІ ЭЛЕМЕНТТЕРІ

Тісті дөңгелектің негізгі элементі тістер болып табылады. Тіс дегеніміз дөңгелек дискісінің шығыңқы бөлігі. Тіс қозғалысты басқа дөңгелектің тісімен әсерлесу арқылы береді.

Металл кескіш станоктарда тісті дөңгелектер көшіру және обкатка (айналу) әдістерімен жасалады.

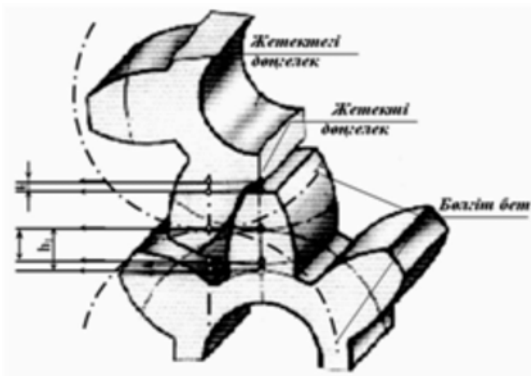
Көшіру әдісін қолданғанда тістердің арасындағы еңістер арнайы фрездермен жасалады: олар саусақтық (14.10 а-сурет) немесе дискілік (14.10 б-сурет) болады.



14.10-сурет

Жасалудың жоғары дәлдігін айналу әдісі қамтамасыз етеді. Бұл әдіс қолданғанда тісті дөңгелектің баяу айналатын дайындығы ілгерілемелі-қайтымды қозғалыс жасайтын тіс кескіш рейкамен ілінісу нәтижесінде белгілі формадағы тістер жасалады (14.10 в-сурет). Цилиндрлік доңғалақтардың тіс кескіш

рейкалары тістерінің бастапқы формасы мен өлшемдері ГОСТ 13755-81 бойынша алынады.

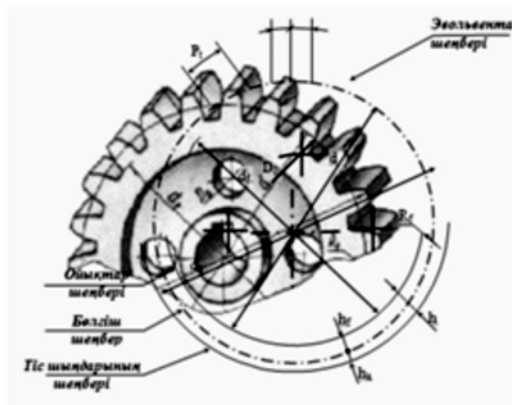


14.12-сурет

Тістер бағытына нормаль бағытпен алынған тісті рейка тістерінің қимасының контуры бастапқы контур болып табылады. Бұл жағдайда дайындалатын доңғалақтағы тістердің формасы эвольвентті шеңберлермен шектеледі.

Тісті доңғалақ денесінен тістерді бөліп тұратын цилиндрлік бетті еңістер беті деп, ал тістерді сырт жақтан шектейтін бетті шыңдар беті немесе бедерлер беті деп атаймыз.

Тістер ілініскенде жанасу нүктелері құратын, тістер элементтерін анықтаудың базалық беті болатын цилиндрлік доңғалақ бетін **бөлігіш** немесе бастапқы бет деп атаймыз (14.11-сурет).



14.12-сурет

Бұл беттерге сәйкес дөңгалақ қимасында орналасқан төмендегіі шең-берлерді атап өтуге болады (14.12-сурет):

Бөлгіш шеңбер (d);

Шыңдар шеңбері (d_a);

Еңістер шеңбері (d_f).

Тістің биіктігі h арқылы белгіленеді

$$h = h_a + h_f,$$

мұнда: h_a – тіс басының биіктігі, h_f – тіс аяғының биіктігі (14.12-сурет).

Бөлгіш шеңбер доғасының бойымен алынған көршілес тістерінің профильдерінің арақашықтығы адым деп аталады және ол « P_t » арқылы белгіленеді.

Егер (P_t) бөлгіш адымын (z) тістер санына көбейтсе, бөлгіш шеңбер ұзындығын алуға болады $\pi d = pz$, содан

$$d = \frac{P_t}{\pi} \cdot z$$

Бөлгіш адымның π -ге қатынасын ілініс модулі деп атайды және m арқылы белгілейді:

$$m = \frac{P_t}{\pi}$$

Демек, бөлгіш шеңбердің диаметрін келесі формула бойынша табуға болады:

$$d = mz$$

Модуль тісті дөңгалақтың конструктивті өлшемдерін анықтайтын шама болып табылады.

Модульдер шамасы миллиметрмен өлшенеді және ГОСТ 9563-60 бойынша алынады. Кестеде оның кейбір мәндері келтірілген.

1-қатар	1	1,25	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20
2- қатар	1,125	1,375	1,75	2,25	2,75	3,5	4,5	5,5	7	9	11	14	18	22

Модульдерді таңдағанда бірінші қатардағы мәндері негізгі екенін ескерген жөн.

Тісті дөңгалақтың тістерінің биіктігі және оның элементтері модульге байланысты анықталады:

$$h_a = m - \text{тіс басының биіктігі,}$$

$h_f = 1,25 \text{ m}$ – тіс аяғының биіктігі,

$h = 2,25 \text{ m}$ – тістің толық биіктігі.

Осы қатынастардан доңғалақтың бедер диаметрі:

$$d_a = d + 2h_a = mz + 2m = m(z+2)$$

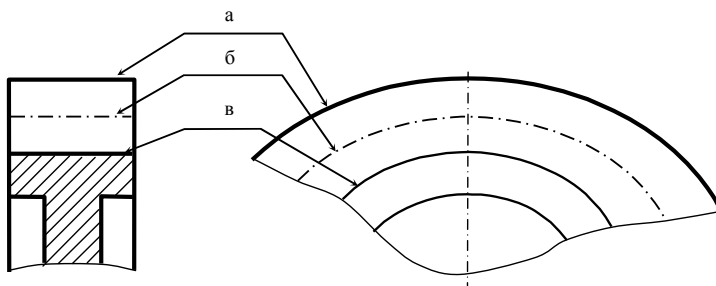
$$d_a = m(z+2);$$

және доңғалақтың еңістерінің диаметрі:

$$d_f = d - 2h_f = mz - 2,5m = m(z - 2,5)$$

$$d_f = m(z - 2,5) \text{ алынады.}$$

Тістердің профильдері эвольвентаның күрделі беті болып табылады және арнайы автомат – станоктарында жасалады. Сондықтан сызбаларда тісті доңғалақтар ГОСТ 2.402-68* бойынша шартты түрде кескінделеді (14.13-сурет).



а – тістер бедерлері беті

б – бөлгіш бет

в – тістер еңістері беті

14.13-сурет

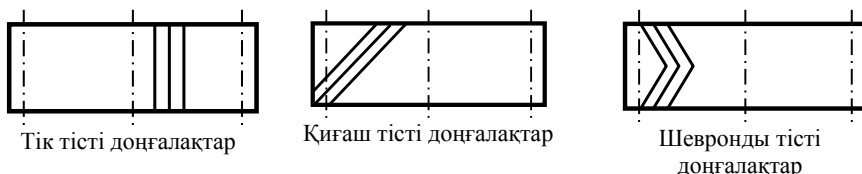
Тістер бедерлерінің шеңберлері мен беттері негізгі тұтас сызықтармен кескінделеді (ілінісу аймағында).

Бөлгіш шеңберлер (бастапқы және есептелген) және ол шеңберлер беттерінің жасаушылары штрихпунктир сызығымен бейнеленеді («б» сызығы).

Тістер еңістері шеңберлері және ол шеңберлер беттерінің жасаушылары негізгі тұтас сызықтармен бейнеленеді. Көріністерде бұл бет тұтас жіңішке сызықпен бейнеленеді («в» сызығы). Тісті дөңгелектерді және червяктарды кескіндегенде бұл шеңберлерді көрсетпеуге болады (14.14-сурет).

Егер қиюшы жазықтық тісті дөңгелектің осі арқылы өтсе, онда тісті дөңгелектердің және жұлдызшалардың қималарында және тіліктерінде, рейкалардың, червяктардың көлденең қималарында тістер мен иірімдер тістің көлбеулік бұрышына, иірім көтерілу бұрышына қарамай сызба жазықтығымен беттестіріліп, қиылмай көрсетіледі.

Егер тістер бағытын көрсету керек болса, тістер бетінің кескінінде сәйкес көлбеулікпен үш тұтас жіңішке сызық жүргізеді (14.14-сурет).



14.14-сурет

14.2. ЦИЛИНДРЛІК ТІСТІ ДОҢҒАЛАҚТАРДЫҢ СЫЗБАЛАРЫ

Тісті доңғалақтардың, рейкалардың және оларға ұқсас бөлшектердің шартты кескіндерін жасау ережелері ГОСТ 2.402-68* КҚБЖ бойынша тағайындалады.

Тісті берілістің есептеулері бойынша дөңгелектің негізгі параметрлері анықталады: модуль m , тістер саны z және білік диаметрі d_b . Бұл параметрлер арқылы тістердің өлшемдері анықталады (7.5 кесте).

7.5-кесте

**Тісті доңғалақтың тәжісінің параметрлерінің
 m модульге және z тістер санына тәуелділігі:**

Параметрлер	Белгіленуі	Есептеу формуласы
Тіс басының биіктігі	h_a	$h_a = m$
Тіс аяғының биіктігі	h_f	$h_f = 1,25m$
Тістің толық биіктігі	h	$h = h_a + h_f = 2,25m$
Бөлгіш диаметр	d	$d = mz$
доңғалақтың бедер диаметрі	d_a	$d_a = d + 2 h_a = m(z + 2)$
доңғалақтың еңістерінің диаметрі	d_f	$d_f = d - 2h_f = m(z - 2,5)$

Тісті доңғалақтардың басқа конструктивті элементтерінің өлшемдерін тісті доңғалақты есептеу және конструкциялау практикасы орнатқан қатынастар негізінде анықтауға болады (7.6-кесте).

7.6-кесте

Білік диаметрі D_b және m модульге байланысты тісті доңғалақтардың (цилиндрлік, конустық, червяктық) элементтерінің өлшемдерінің қатынасы

Тісті доңғалақтардың элементтері	Элемент мәні
Тісті тәж ені	$b = (6 \div 8)m$
Тісті тәж тоғынының жуандығы	$\delta_1 = (2,5 \div 3)m$
Күпшектің сыртқы диаметрі	$D_{ст} = (1,6 \div 1,8)d_b$
Диск жуандығы	$\delta_2 = (3 \div 3,6)m$
Дисктегі тесіктер орналасуын анықтайтын шеңбер диаметрі	$D' = 0,5(D_k + D_{ст})$
Дисктегі тесіктің диаметрі	$D_0 = \frac{D_k - D_{ст}}{2,5 \div 3,0}$
Ступица ұзындығы	$L_{ст} = 1,5d_b$
Қиықжиек	$0,5m \times 45^\circ$
Е с к е р т у . Коэффициенттердің кіші мәндері болаттан жасалған доңғалақтарға арналған, үлкендері шойын дөңгелектерге арналған	

Цилиндрлік тісті доңғалақтарды есептеу мен сызу төмендегі ретпен жасалады:

Бөлгіш шеңбердің диаметрі анықталады:

$$d = m \cdot z;$$

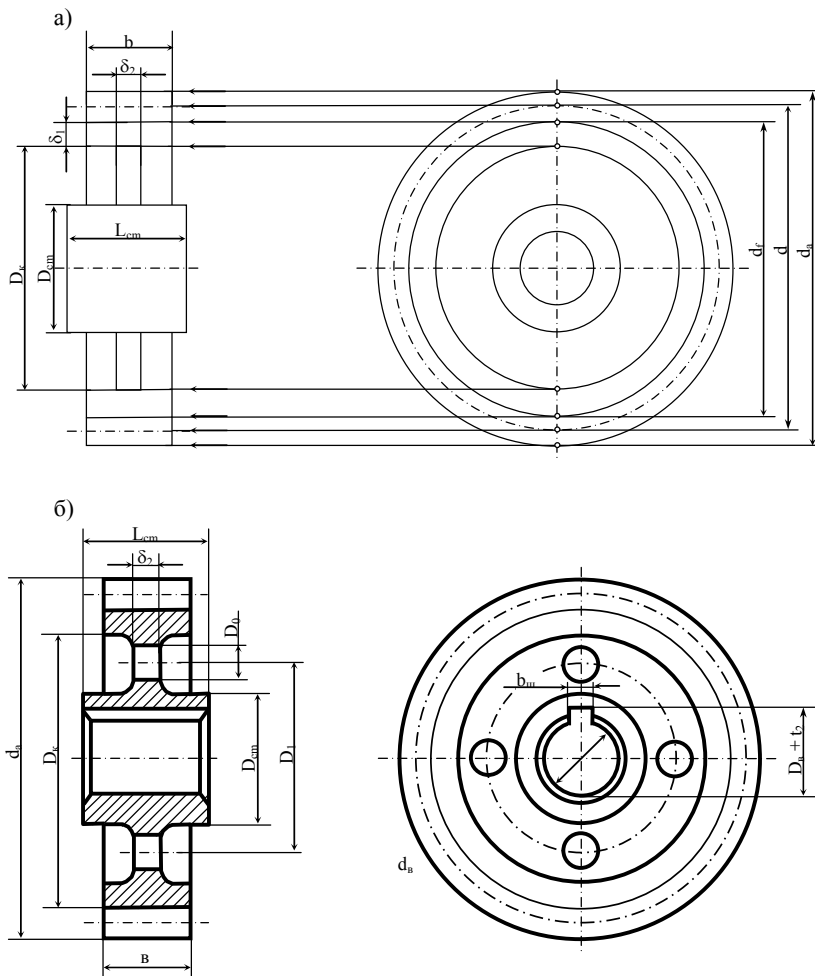
дөңгелектің бедер диаметрі анықталады d_a :

$$d_a = m(z + 2);$$

дөңгелектің еңістерінің диаметрі анықталады d_f :

$$d_f = m(z - 2,5);$$

Сол жағынан көріністі тұрғызу үшін үш концентрлі шеңбер жүргізеді d , d_a , d_f және тісті доңғалақтардың фронталь тілігінде тістердің шекарасы анықталады (14.15 а-сурет).



14.15-сурет

Тісті доңғалақтың конструктивті өлшемдері анықталады:

Тісті тәж ені

$$B = 6m$$

Тісті тәж тоғынының жуандығы

$$\delta_1 = 2,5m$$

Диск жуандығы

$$\delta_2 = 3m$$

Ступицаның сыртқы диаметрі

$$D_{ст} = 1,6d_B$$

Диаметрлер анықталады:

$$D_k = d_f - 2\delta_1$$

$$D_1 = 0,5(D_k + D_{ст})$$

$$D_0 = \frac{D_k - D_{ст}}{2,5}$$

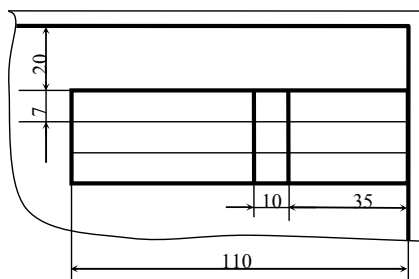
Күпшектің диаметрі мына формула бойынша анықталады:

$$L_{ст} = 1,5 d_b$$

Кілтек ойығының өлшемдері ГОСТ 23360-7 бойынша анықталады.

Тісті доңғалақтардың барлық элементтерін кескіндегеннен кейін тістер шыңдарын негізгі тұтас сызықпен, бөлгіш диаметрді үзілме нүктелі сызығымен белгілейді. Еңістер сызығын сол жағынан көріністе – тұтас жіңішке сызықпен, тілікте – негізгі тұтас сызықпен көрсетеді (14.15 б-сурет).

Цилиндрлік тісті доңғалақтардың жұмыс сызбалары ГОСТ 2.403-75 тағайындайтын ережелер бойынша орындалады. Сызбаның жоғарғы оң бұрышында үш бөліктен тұратын параметрлер кестесі орналасады. Бірінші бөлікте тісті тәжді жасауға арналған мәліметтер, екіншіде – тістердің тіліктерін бақылау мәліметтері, үшінші бөлікте – анықтамалық мәліметтер көрсетіледі.



14.16-сурет

Оқу сызбаларында кестенің тек бірінші бөлігін орындауға рұқсат етілген. Кестенің өлшемдері 14.16-суретте көрсетілген.

Тістердің дәлдік дәрежесі эксплуатация жағдайларымен анықталады және ГОСТ 1643-72 бойынша таңдалады.

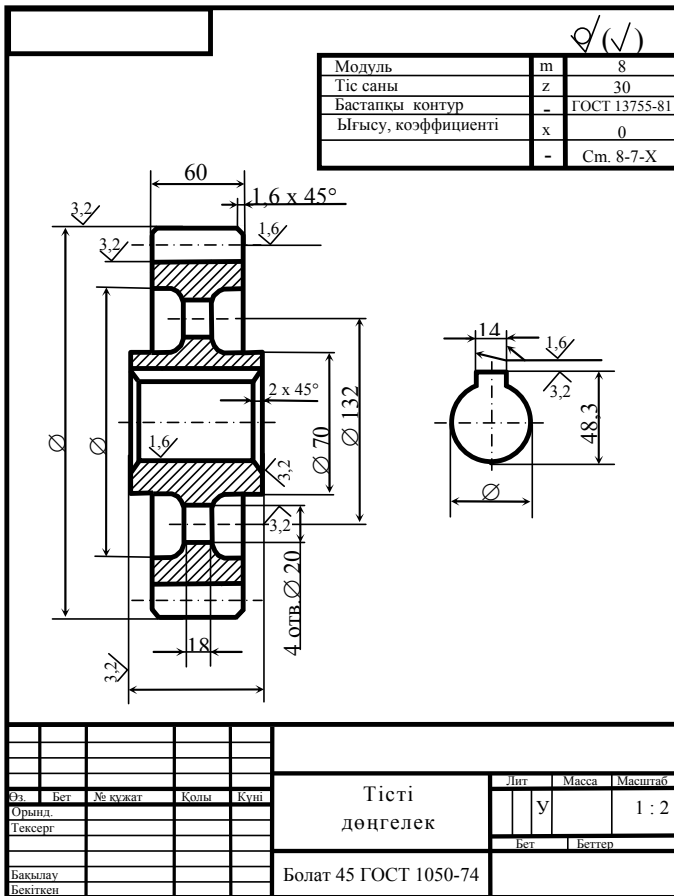
ГОСТ 1643-72 тістердің 12 дәлдік дәрежесін орнатады (1 – ең жоғарғы).

14.17-суретте цилиндрлік тісті доңғалақтың оқу сызбасы көрсетілген. Сол жағынан көріністе білікке арналған кілтек ойығы бар тесік контурын ғана көрсетуге болады.

Кедір-бұдырлық белгіленуі 14.17-суретте көрсетілгендей қойылады.

Цилиндрлік тісті дөңгелектің жұмыс сызбасында келесі өлшемдер қойылады: d_a тістер шыңдарының шеңбері диаметрі,

тістің В ені, тістер шыңдарының шеткі жақтарының фаскалары. Басқа өлшемдер дөңгелектің конструктивті ерекшеліктеріне байланысты қойылады.



14.17-сүрөт

Тісті доңғалақтың сызбасын (эскизін) натурасынан орындау.

Тісті доңғалақтың сызбасын немесе эскизін натурасынан орындағанда оның параметрлерін анықтау үшін z тістер санын, d_0 -тістер шыңдарының диаметрін аспаптардың көмегімен өлшеп алғаннан соң, модулін анықтап алу керек.

Тісті доңғалақтың модулі келесі формула бойынша есептеледі:

$$m = \frac{d_a}{z + 2}$$

және оның ГОСТ 9563-60 бойынша ең жақын мәнге дейін дөңгелектейді.

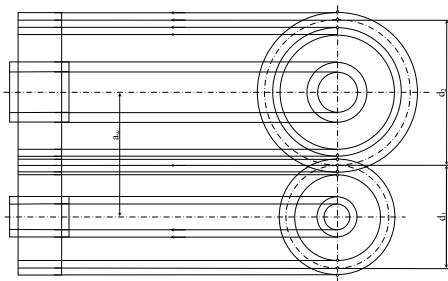
Одан кейін бөлгіш шеңберінің диаметрін $d = mz$, еңістер шеңберінің диаметрін $d_f = m(z - 2,5)$ есептеп, тістер шыңдары шеңберінің диаметрін есептеу арқылы тексереді $d_a = m(z + 2)$.

Тісті доңғалақтың басқа элементтерінің өлшемдерін өлшеу арқылы натурасынан анықтайды. Тісті доңғалақтың кескінін және жұмыс сызбасын (эскизін) рәсімдеу 14.17-суретте көрсетілгендей етіп жасалады.

14.3. ТІСТІ БЕРІЛІСТЕРДІҢ СЫЗБАЛАРЫ

Беріліс іліністегі екі тісті доңғалақтан түзіледі. Іліністегі екі доңғалақтың де модульдары бірдей, яғни тістерінің геометриялық өлшемдері де бірдей болады.

Берілістің тістер саны аз тісті доңғалағы шестерня (жетекші дөңгелек), ал тістер саны көбі – доңғалақ (жетектегі дөңгелек) деп аталады



14.18-сурет

Тісті іліністі бейнелеу ось аралық a_w арақашықтықты және бастапқы шеңберлерді d_1 , d_2 жүргізуден басталады.

$$a_w = \frac{d_1 + d_2}{2}, \text{ мұнда}$$

d_1 – шестерняның бөлгіш диаметрі, $d_1 = m \cdot z_1$

d_2 – дөңгелектің бөлгіш диаметрі, $d_2 = m \cdot z_2$ (14.18-сурет).

Цилиндрлік тісті берілісті сызбада салу үшін кестелерде көрсетілгендей тісті доңғалақтардың геометриялық және конструктивті элементтерін есептеу формулаларын қолданады.

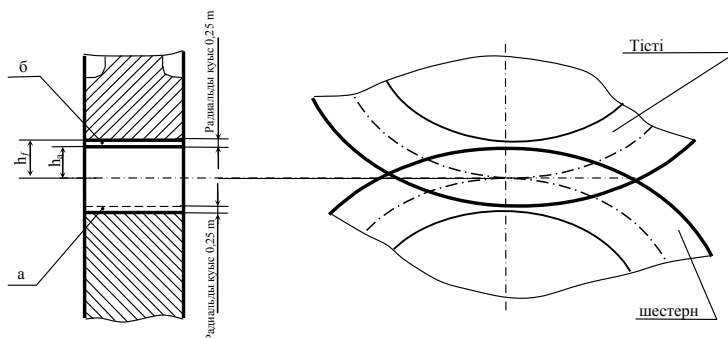
Цилиндрлік тісті берілісті екі кескінде, алдынан қарағандағы көрініс орнында – көлденең фронталь тілік және сол жағынан қарағандағы көрініс етіп орындаған жөн.

Жетекші және жетектегі доңғалақтарың бастапқы шеңберлері бір-бірімен ось сызығының бойында жатқан нүктеде жанасу керек.

Ілінісу аймағында тістер шыңдарының беттерін тұтас негізгі сызықпен кескінделеді (14.20-сурет).

Еңістер шеңбері бетін тұтас жіңішке сызықпен кескінделеді (14.20-сурет).

Тістер шыңдары мен еңістерінің шеңберлері ілінісу аймағында бірі бірімен жанаспай, 0.25 мм-тең радиалды саңылау құрайды. Бұл саңылау тіс басының биіктігі h_a , тіс аяғының h_f биіктігінен 0.25 мм тең шамаға аз болғандықтан пайда болады. (14.19-сурет).

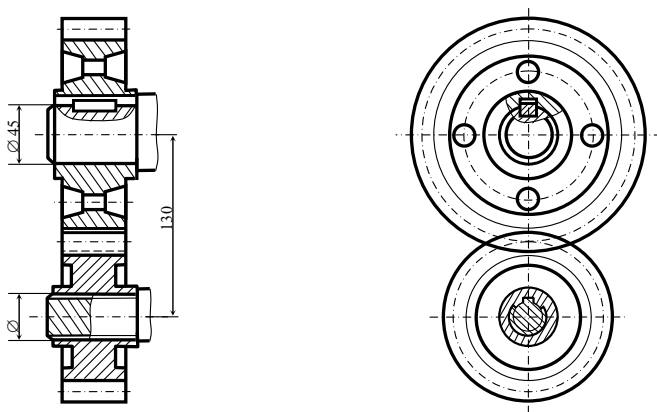


а – шестерня тісі

б – жетектегі тісті доңғалақтың тісі

14.19-сурет

Алдынан көріністе жетекші тісті доңғалақтың (шестерняның) тісін жетектегі доңғалақ тісінің алдында орналасқандай етіп кескінделеді, сондықтан шестерня тістер шыңының бетін жасаушылары негізгі тұтас сызықпен, ал жетектегі дөңгелек үшін – үзілме сызығымен - (14.19-сурет) көрсетеді.



14.20-сурет

Біліктің тісті доңғалақ пен кілтекті біріктірілуін кескіндеу үшін негізгі көріністе жергілікті тілік қолданады (14.18-сурет).

Шестерня жетекші білікпен ГОСТ 2.409-68 бойынша шартты түрде көрсетілетін оймакілтектер арқылы біріктіріледі (14.20-сурет).

Сол жағынан қарағандағы көріністе біліктердің күпшекпен кілтектік және оймакілтектік біріктірулерінде көлденең қималарын көрсету керек.

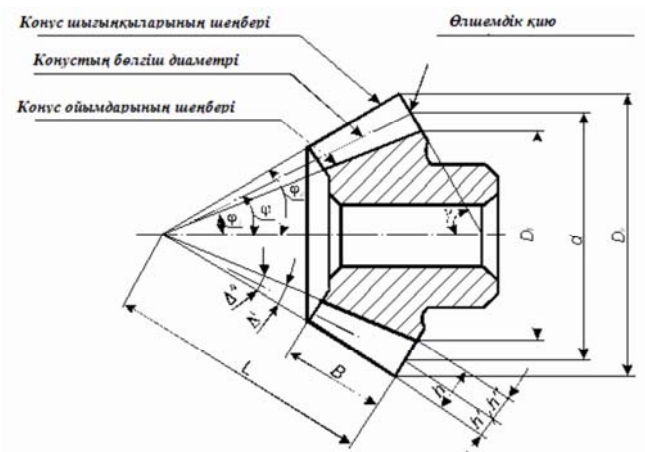
Тісті беріліс сызбаларында күпшектердің және тістердің қиықжиектерін және дөңгелектенулерін көрсетпейді.

Цилиндрлік тісті берілістің сызбасында көрсетілуге тиіс өлшемдері: a_w , d_{B1} , d_{B2} .

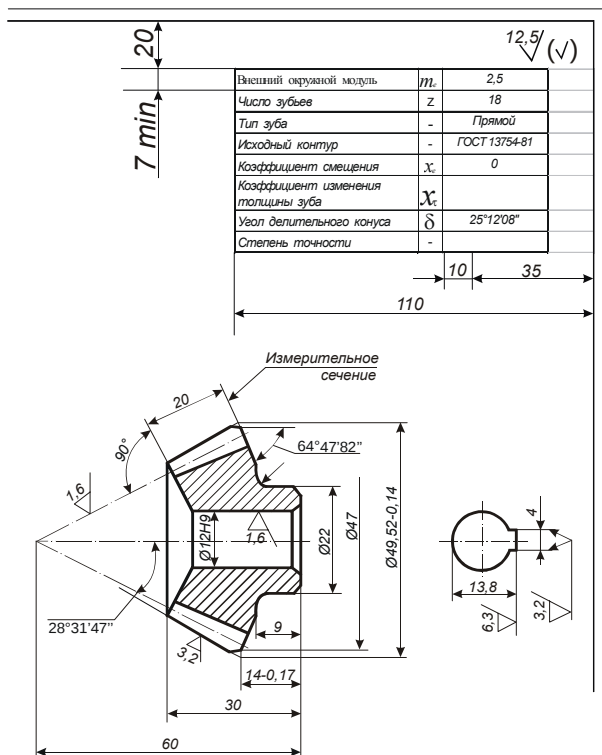
14.4. КОНУСТЫҚ ТІСТІ ДОҢҒАЛАҚТЫҢ СЫЗБАСЫ

Конустық тісті доңғалақ тік немесе қиғаш тісті болуы мүмкін. Цилиндрлік тісті доңғалаққа байланысты түсініктер мен параметрлерден басқа, оның өзіне тән бөлгіш конус, дөңестер конусы және басқа да түсініктері бар. Конустық доңғалақтың **бөлгіші** деп конустың негізі болатын шеңберді айтады (14.21-сурет).

Конустық доңғалақтың кескіндері ГОСТ 2.405-75 бойынша беріледі. Кескіндердің фрагменттері мен параметрлер кестесі 14.22-суретте келтірілген.

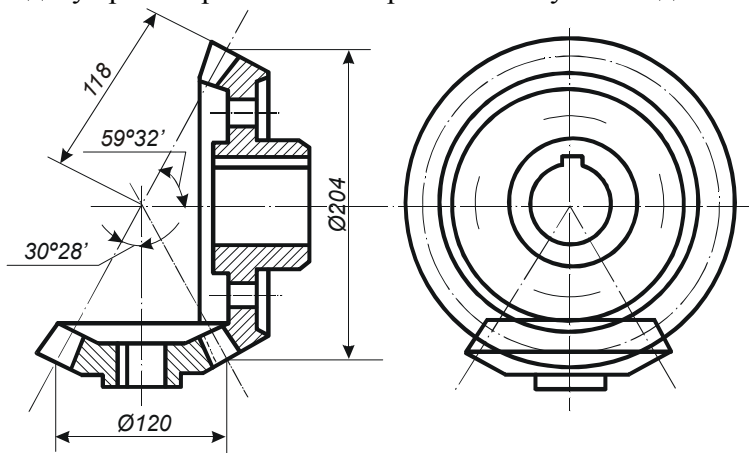


14.21-сурет



14.5 КОНУСТЫҚ ТІСТІ БЕРІЛІС

Конустық тісті беріліс біліктерінің остерінің арасындағы бұрыш тікбұрышы немесе тік бұрышты емес болуы мүмкін. Цилиндрлік берілісті кескіндеу үшін қолданылатын ережелер мен ықшамдаулар, конустық берілісті (14.23-сурет) кескіндеу үшін де пайдаланылады. Осы ережелердің негізінде басқа да тісті берілістердің (червякті, рейкалы және т.с.с. берілістер) кескінделу ережелерімен өз беттерінше танысуға болады.



14.23-сурет

14.6. СЕРІППЕЛЕРДІҢ СЫЗБАЛАРЫ

Механизмдердің және машиналардың сыртқы салмақтың әсерінен деформацияланып, энергияны уақытша жинақтап, формасын қалпына келтірген кезде оны шамамен толық қайтаратын серпімді элементтерін серіппе деп атайды.

Серіппелердің түрлері көп. Олар соққы энергиясын жұтқыш (амортизаторлар, рессорлар), сыртқы салмақты өлшеуіш (таразы), бөлшектердің арасында тұрақты қысым мен күш жасаушылар және т.б ретінде жұмыс істейді.

Бұл күштер серіппені бастапқы формаға, өлшемдерге келтіруге тырысатын серіппенің серпінді деформациялары нәтижесінде пайда болады.

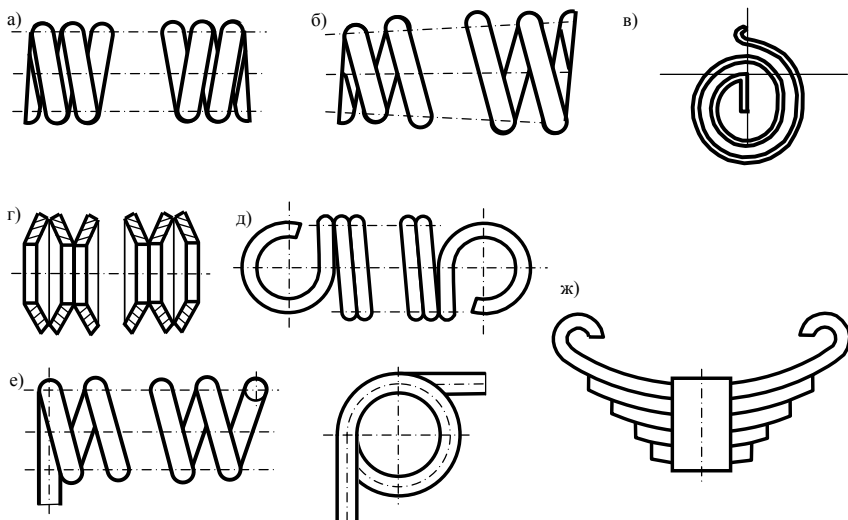
Серіппелердің классификациясы.

Формасы бойынша серіппелер төмендегідей болып бөлінеді (14.24-сурет):

- а) цилиндрлік винттік; г) пластиналық;
- б) конустық винттік; д) тарелкелік;
- в) спиральді; ж) беттік (рессорлар).

Деформация түрі мен жұмыс істеу жағдайларына байланысты серіппелер мына түрлерге бөлінеді: (7.136-сурет):

- сығылу серіппелері – а, б, г;
- созылу серіппелері – д;
- айналу серіппелері – е;
- иілу серіппелері – ж.



14.24-сурет

Иірімдерінің көлденең қимасының формасына байланысты серіппелер мына түрлерге бөлінеді:

- дөңгелек қималы серіппелер;
- квадрат қималы серіппелер;
- тік төрт бұрышты қималы серіппелер;;
- көп қабатты серіппелер.

Жүрісінің бағытына байланысты оң иірімді және сол иірімді серіппелер болады. Кейбір серіппелердің өлшемдері стандарт-

талған, мысалы, ГОСТ 13771-68 бойынша цилиндрлік винттік серіппелер, ГОСТ 3057-79 бойынша тарелькелік серіппелер.

Серіппелердің сызбада кескінделуі.

Серіппелердің кескіндері ГОСТ 2.401-68 «Серіппелердің сызбаларда кескіндеу ережелері» бойынша орындалады. Мұнда төмендегі стандарттар орнатылады:

1) серіппелердің құрастыру сызбаларында шартты кескінделуі;

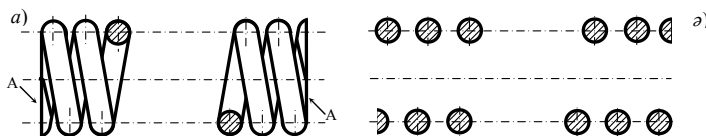
2) өнеркәсіптің барлық салалары үшін серіппелердің жұмыс сызбаларын орындау ережелері.

Серіппелердің барлық типтерін жұмыс сызбаларында және эскиздерде бос күйінде, сыртқы күштер әсер етпей тұрғанда бейнелейді. Барлық винтті серіппелерді жұмыс сызбаларында осі негізгі жазбаға параллель етіп бейнелейді. Әдетте серіппелердің иірімдерін оң бағытты етіп кескіндеп, нақты бағытын техникалық талаптарда атап өтеді.

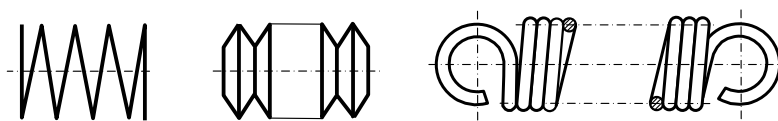
Серіппелердің басты көрінісінде синусоидалардың орнына иірімдер кон-турын бейнелейді, ось сызығына көлбеу, контурдың немесе иірімдердің көлденең қималарының сәйкес учаскелерін қосатын түзулер сызылады (14.25 а-сурет).

Цилиндрлік серіппелердің тірек иірімдері әдетте бір иірім немесе иірімнің $\frac{3}{4}$ бөлігіне қысылған болады.

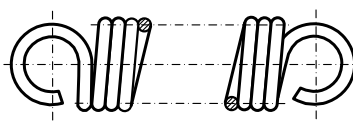
Тірек иірімдерінде шеңбердің ұзындығының $\frac{3}{4}$ бөлігінде шлифтеу арқылы серіппе осіне перпендикуляр А тірек бетін жасайды. Бұл серіппенің остік күштердің әсерінен қисаюын болдырмайды (14.25, а-сурет).



14.25-сурет



14.26-сурет



14.27-сурет

Жұмыс сызбасында тірек иірімдерінің сығылуын шеткі иірімдердің жақындатып сызылуы арқылы көрсетіледі (14.25 а-сурет). Мұндай серіппелердің бірнеше жұмысшы иірімдері (n) және 1,5 ... 2 жұмысшы емес (тірек) иірімдері болады. Иірімдердің толық саны $n_1 = n + 1,5 \dots 2$.

Тілікте тек иірімдердің қимасын көрсетуге рұқсат етілген (14.25 ә-сурет).

Иірімдер саны төрттен асатын серіппелерді сызғанда тірек иірімдерінен басқа 1-2 иірімді көрсету керек. Басқа иірімдер көрсетілмейді, бұл жағдайда серіппенің барлық ұзындығы бойынша иірімдер қимасының ортасы арқылы осьтік сызықтар жүргізіледі (14.25 а-сурет).

Егер серіппе жасалған сым диаметрі 2 мм-ден аз болса, сызбада оны жуандығы $0,6 \div 1,5$ мм сызықпен кескіндейді (14.26-сурет). Винттік созылу серіппелерінің сызбасында иірімдер арасы саңылаусыз (бос жағдайда) кескінделеді (14.27-сурет).

14.7 СЫҒЫЛУ СЕРІППЕЛЕРІНІҢ ЖҰМЫС СЫЗБАЛАРЫН РӘСІМДЕУ

Серіппелерінің жұмыс сызбасының құрамында төмендегі элементтер болуы керек:

- серіппенің кескіні;
- оны бақылау және жасау үшін қажетті өлшемдер;
- беттердің кедір-бұдырлығының белгіленулері;
- егер серіппенің күш параметрлері бақыланатын болса, түскен салмаққа байланысты серіппенің деформациясының тәуелділігін көрсететін сынау диаграммасы;
- техникалық талаптар;
- серіппе жасалған материал туралы мәлімет.

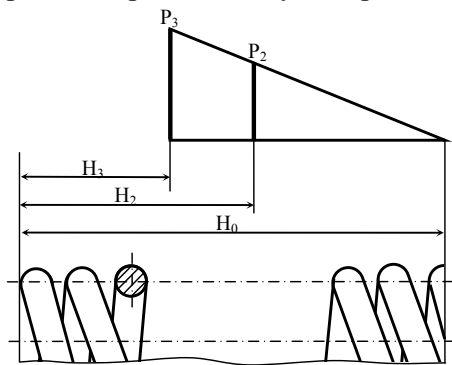
Серіппелерді жұмыс сызбасында осі негізгі жазбаға параллель етіп кескіндейді.

Сығылу серіппелерінің жұмыс сызбаларында мына өлшемдерді көрсетеді:

- D – серіппенің сыртқы диаметрі;
- t – өлшемдердің шеткі ауытқуы көрсетілген серіппе адымының шамасы;
- d* – серіппе жасалған сымның диаметрі;

0,25d – беттерді ажарлаудан кейін сым диаметрінің қалдық шамасы.

Серіппенің тек шеткі беттері ғана өңделеді. Ажарлау барысында белгілі $R_a = 6,3 \dots 3,2$ бет тегістігі пайда болады. Басқа беттер бұл сызба бойынша өңделмейді. Әдетте сызбада орналастыратын сынау диаграммасы Н деформациясының Р



14.28-сурет

күшінен тәуелділігін көрсетеді (14.28-сурет). Мұнда:

P_2 – қажетті жұмыс деформацияларын қамтамасыз ететін күш;

P_3 – максималды деформацияны қамтамасыз ететін күш (толық сығылу кезінде);

H_2 – жұмыс салмағы түскендегі серіппе ұзындығы;

H_3 – максималды салмақ түскендегі серіппе ұзындығы;

H_0 – бос жағдайдағы серіппе ұзындығы.

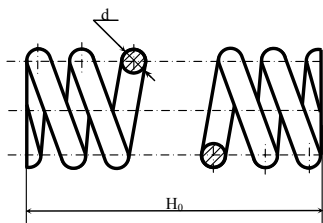
Деформациялар мен салмақтардың сандық мәндері сынау арқылы анықталады және серіппенің геометриялық мінездемелеріне, материалына баланысты болады.

Оқу сызбаларында диаграмманы Р және Н сандық мәндерін көрсетпей кескіндеуге рұқсат етіледі.

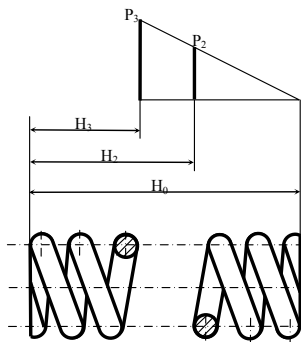
Серіппенің жұмыс сызбасын немесе эскизін нақты серіппеден сызғанда d , H_0 и H_3 шамаларын анықтауға мүмкіндік бар (14.29-сурет).

H_0 – серіппеден өлшенеді, $H_3 = 0,5d + d \cdot n'$,

Мұнда n' – сымның толық қималар саны.



14.29-сурет



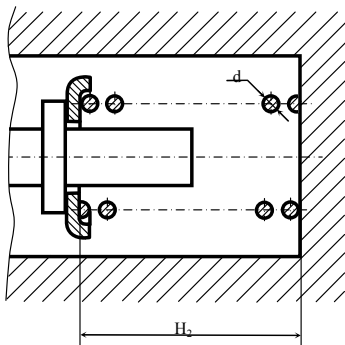
14.30-сурет

Күштер үшбұрышын бағдарлап салуға болады (14.31-сурет). Серіппе сымының диаметріне байланысты P_3 күшінің шамасы 7.7-кестеден алынады. H_2 шамасы P_2 мәніне байланысты алынады. $P_2 \approx (0,7 \div 0,6) P_3$.

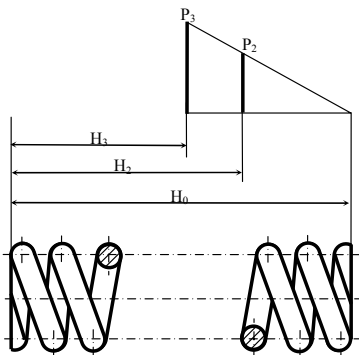
7.7-кесте

d, мм	1	1,2	1,6	1,8	2	2,5	3	3,5	4
P_3 , кГс	3,75	5,3	8,0	12,5	13,2	23,6	31,5	42,5	50

Күштер үшбұрышы тұрғызылғанда P_3 және P_2 күштерінің мәндері қандай да бір масштабпен алынады. Мысалы, 1 см – 5 кГс.



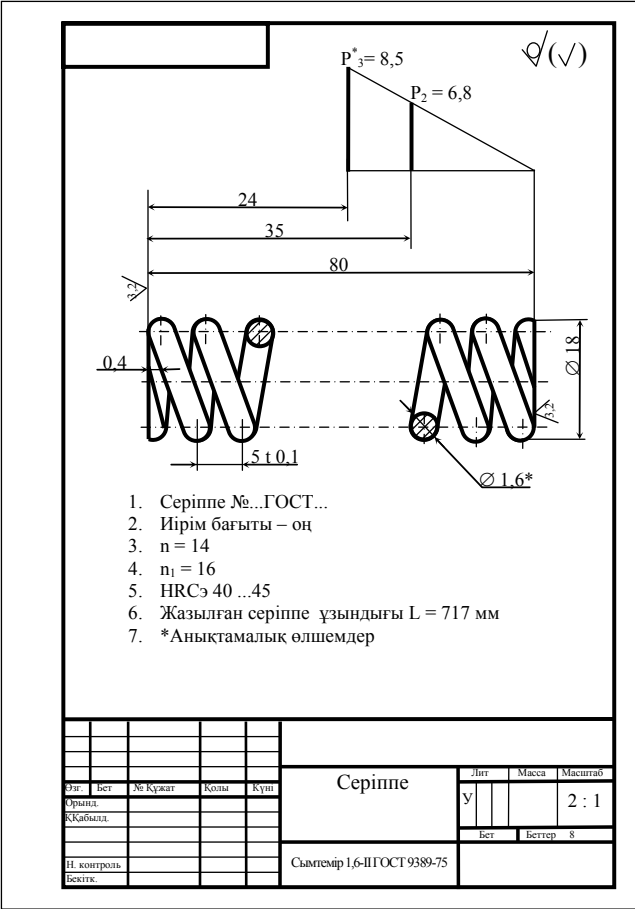
14.31-сурет



14.32-сурет

Қандайда бір механизмінің құрастыру сызбасы бойынша серіппенің жұмыс сызбасын орындағанда H_2 – серіппенің жұмыс салмағы түсіп тұрғандағы ұзындығының шамасы анықталады (14.31-сурет).

Күштер үшбұрышы бағдарламалап тұрғызылады (14.32-сурет). Сым диаметріне байланысты P_3 күшінің шамасы 7.7-кестесінен алынады. H_3 шамасы $H_3 = 0,5d + d \cdot n'$ формуласы бойынша анықталады, мұнда n' – сымның толық қималарының саны. $P_2 \approx (0,7 \div 0,8) P_3$. P_3 және P_2 нүктелерін қосу арқылы үшбұрыш шыңын тауып, H_0 -дің жуық шамасын анықтаймыз.



14.33-сурет

Техникалық талаптарды жұмыс сызбасында серіппенің кескінің астында орналастырады (14.33-сурет). Төмендегі мәндер техникалық талаптарда келесі ретпен көрсетіледі:

1. Серіппенің стандарт номері (егер бар болса).
2. Иірімдер бағыты.
3. Жұмысшы иірімдер бағыты– n.
4. Иірімдердің толық саны– n_1 . Әдетте иірімдердің толық саны $n + 1,5 \dots 2$.
5. Қатандық HRC_3 (оқу сызбаларында көрсетпеуге болады).
6. Жазылған серіппе ұзындығы $L \approx 3,2D_0 \cdot n_1$, мұнда D_0 – серіппенің орта диаметрі.
7. Анықтамалық өлшемдер.
8. Басқа техникалық талаптар (оқу сызбасында көрсетпейді).
9. Жауапты жағдайларда бақылау гильзасының диаметрі (D_f) немесе (D_c) серіппе осі қисықтығын бақылау шамасы.

Серіппелер жасалатын материалдар жұмыс жағдайларына – қажетті салмақ, температуралық режим және т.б. байланысты болады. Серіппелерді жасау үшін ГОСТ 9389-75 бойынша 65Г, 50ХФА маркалы болаттан I, II, IIIA класс сымдары және қола серіппелік сымдары мысалы, БрОЦ4-3 және т.б. қолданылады.

Серіппе жасалған материалды белгілеу үшін негізгі жазбаның 3 графасына, мысалы «Сым 4-I ГОСТ 9389-75» бойынша жазу түсіреді, мұнда 4 – бірінші класс сымының диаметрі, ГОСТ 1050-74 бойынша 45 маркалы болат.

Диаметр өлшемі материал белгіленуінде сызбаны қолдану ыңғайлы болуы үшін көрсетіледі және анықтамалық болып табылады.

14.8. ҚҰРАСТЫРУ СЫЗБАЛАРЫ

Машиналарды, станоктарды, аспаптарды, құрылғыларды және т.б. өндіріс өнімдерін конструкциялау техникалық немесе эскиздік жобаны жасаудан басталады. Конструкторлық құжаттардың түрлерін ГОСТ 2.102-68 тағайындайды, ал оларды жасау кезеңдерін (жобалау және жұмыс құжаттары) ГОСТ 2.103-68 тағайындайды.

Жалпы көрініс (ЖК) сызбасы міндетті жобалық құжаттардың бірі болып табылады. Ол бұйымның конструкциясын, оның

құрама бөліктерінің әсерлесуін анықтап, жұмыс істеу принципін көрсетеді. ЖК бұйымның барлық бөлшектерінің формасы мен өлшемдерін анықтау үшін қажетті көріністерден, тіліктерден, қималардан тұрады және әр бөлшектің жұмыс сызбасын жасауға негіз болып табылады. Бөлшектердің жұмыс сызбалары құрастыру сызбасы бойынша да жасалуы мүмкін.

Құрастыру сызбасы (ҚС) бұйымды жинау (жасау), бақылау үшін қажетті кескіндерден және басқа да мәліметтерден тұрады. Құрастыру сызбасына бір немесе бірнеше беттен тұратын спецификация жасалады. Спецификацияда бұйым құрамына кіретін құрастыру бірліктерінің, оригинал және стандартты бөлшектердің саны, аталуы, материалдар маркасы, белгіленуі және басқалар жайлы мәліметтер көрсетіледі.

Оқытып үйрену құрастыру сызбаларында бөлшектердің геометриялық формасы толық ашылып, мұқият дайындалуы керек.

14.8.1. Құрастыру сызбасын орындау реті

Құрастыру сызбасы келесі ретпен орындалады :

1. Құрастыру бірлігінің тағайындалуымен жұмыс істеу принципі, бөлшектердің әсерлесуі, жинау, шашу реті анықталады.

2. Стандартты бөлшектерден басқа бөлшектердің барлығының эскиздері орындалады.

3. Қажетті кескіндер саны тағайындалады: көріністер, қималар, тіліктер саны және сызба форматы мен масштабы таңдалады.

4. Рамка, негізгі жазба және стандарт бекіткен орнында 26-графа салынады.

5. Сызба алаңында кескіндер орны белгіленеді. Сызбаны симметрия остерінен бастайды.

6. Жіңішке сызықтармен басқа бөлшектер (клапан, өзек, қақпақ және т.б.) құрастыру ретімен жиналатын негізгі бөлшек (тұлға, подшипник негізі және т.б.) кескіні салынады.

7. Қажетті тіліктер, қималар, жергілікті және қосымша көріністер орындалады.

8. Бұйым спецификациясы толтырылады.

9. Құрастыру бірлігіне кіретін барлық бөлшектердің позициялар номері қойылады.

10. Қажетті өлшемдер қойылады.

11. Сызба жуан сызықпен бастырылып сызылады.

12. Негізгі жазба толтырылады.

Құрастыру сызбасын орындау үшін құрастыру бірлігінің жұмысы мен құрылысы және барлық бөлшектердің конструкциясы жайында толық мағлұмат болуы қажет. Сондықтан алдымен бұйымның аталуы мен тағайындалуы, жұмыс істеу принципі анықталады. Содан кейін сырттан бұйымды қарап шығып, ретімен бөлшектеу қажет. Бөлшектеу кезінде бөлшектердің бір-бірімен байланысы және әсерлесуі анықталады. Бұл үшін біріккен қос бөлшектерді қарастырып, қай бет бойымен бөлшектердің түйіндесуі іске асатыны, бұл байланыс нәтижесінде қандай қосылыс (қозғалмалы немесе қозғалмайтын) түзілетіні және онда қандай стандартты бекітпе бөлшектер қолданылғаны анықталады.

Құрастыру бірлігінің құрылылуы және жұмысымен танысқаннан кейін стандартты тетікбөлшектерден басқа тетікбөлшектердің барлығының эскиздері орындалады. Эскиздеу біткеннен кейін эскиздерді тексереді. Егер құрастыру бірлігінің құрамында бірнеше бірдей бөлшектер болса оның тек біреуі ғана эскизделеді. Эскиздерді орындағанда бір-бірімен байланысты бөлшектердің түйіндесетін беттердің өңделінуіне ерекше назар аудару қажет. Бұл беттердің өңделу тазалығы бірдей тағайындалу керек.

Жылжымалы тетікбөлшектердің шеткі және аралық орны ГОСТ 2.109-73 бойынша штрих-пунктир сызығымен орындалады. Кейде шеткі орынды сызбада бейнелемей қозғалмалы бөлшектің жүріс шамасы көрсетіледі (14.34-сурет).

Көршілес бөлшектердің контурлары «бір сызық» етіп орындалады. Саңылауларды 1мм-ден асқанда ғана көрсетеді, бірақ кейбір жағдайларда оларды шамасына қарамай бейнелеу ұсынылады.

Құрастыру сызбасында құрастыру бірлігінің жұмысы мен құрылысы, барлық бөлшектердің конструкциясы мен әсерлесуі

жайында толық мағлұмат болатындай көріністер, тіліктер, қималар саны болуы керек.

Оқу практикасында, көбінесе, құрастыру сызбасын 2 немесе 3 көріністе сызады. Көріністер орналасуы ГОСТ 2.109-73 талаптарына сәйкес болуы керек. Көріністерді басты көрініске қатысты проекциялық байланыссыз орналастыруға болады. Бұл кезде проекциялау бағытын нұсқамамен көрсетіп, сәйкес кескіннің үстінде көріністің әріптік белгіленуі орналастырылады (14.34-сурет).

Механизмнің жеке бөліктерінің конструкциясын анықтау үшін құрастыру сызбасында *A*, *B*, *D* қосымша көріністерді сызады (14.34-сурет).

Өлшемдері үлкен емес, пішінін негізгі көрініс бойынша анықтау қиын бөлшектердің конструкциясын анықтау үшін оларды кейде жеке сызып көрсетеді (14.34-сурет, көріністер *A*, *B*).

Тетікбөлшектердің ішкі құрылымының анықтау үшін тіліктер қолданылады. Қолданылған тіліктердің түрі бұйым формасына байланысты болады. Егер бұйым симметриялық кескін болып проекцияланатын болса, проекциялар жазықтығында оны көрініс жартысы мен тілік жартысы түрінде көрсетеді. Егер бұйым симметриялық емес кескін болып проекцияланатын болса, оны толық тілік түрінде көрсетеді. Бұның мысалы ретінде вентильдің фронталь тілігін қарастыруға болады (14.34-сурет).

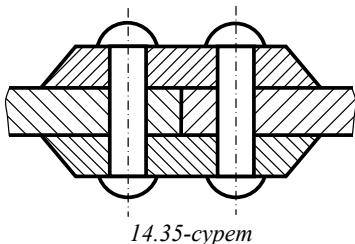
Қабаттасқан және оңашаланған қималар ГОСТ 2.305-68* талаптары бойынша орындалады. Оңашаланған қимаға мысал ретінде Б-Б қимасын алуға болады (14.34-сурет), мұнда маховик шыбықтарының қабаттасқан қимасы да В көрінісінде көрсетілген (9-поз.).

Егер тетікбөлшектер шартты түрде қиылмай көрсетілсе (шпиндельдер, бұрандамалар, штоктар және т.б.), тесіктер, бос жерлері болса, онда олардың конструкциясын анықтау үшін жергілікті тіліктер орындалады. Мысалы, шпиндель 4 алдынан қарағандағы көрінісінде маховикпен қосылу үшін кілтектік ойығы бар, мұнда жергілікті тілік қолданылған (14.34-сурет).

Штрихтауды орындағанда ГОСТ 2.306-68 талаптары мен нұсқауларын ұстану керек. Бір бөлшектің барлық тіліктерінде,

[illegible]

455



14.35-сурет

Көршілес бөлшектердің штрих сызықтары әр түрлі бағытта, 45° көлбеулік бұрышпен, штрихтардың арақашықтығын өзгертіп, штрихтарығысуын қолданып орындайды (14.35-сурет).

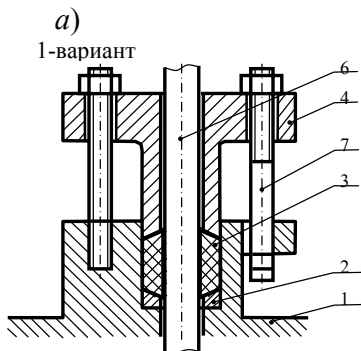
Бұл нұсқауларды орындау құрастыру сызбасы бойынша жеке тетікбөлшектерінің контурларын анықтауды жеңілдетеді.

14.8.2. Құрастыру сызбасын орындағанда қолданылатын шарттылықтар мен ықшамдатулар

Құрастыру сызбасын оңай әрі жылдам сызу, оқу үшін стандарттар орнатқан (ГОСТ 2.109-73) шарттылықтарды қолдана білу керек. Көптеген аппараттар мен механизмдердің (вентильдер, жапқыштар, насостар, форсункалар) қозғалмалы, тұлғадан шығып тұратын бөліктері – реттегіш клапандар шпиндельдері, плунжерлер және т.б. болады. Шпиндель 6 қабырғалары бойымен су, ауа, бу өтіп кетпеу үшін сальниктік-тығыздағыштар қолданылады (14.36-сурет).

Сальник әдетте 3 бөліктен тұрады: тұлғадағы қуыс 1, тығыздағыш-толтырғыш 3 және басқыш төлкеден 4 тұрады (14.36 а, б, в-сурет). Басқыш төлкені тұлғамен бұрамалармен, бұрамасұққыштармен 7 (14.36 а-сурет) немесе жапқыш сомынмен 5 біріктіреді (14.36 б-сурет).

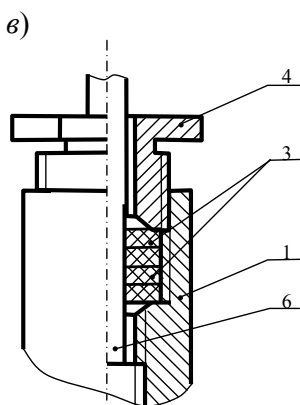
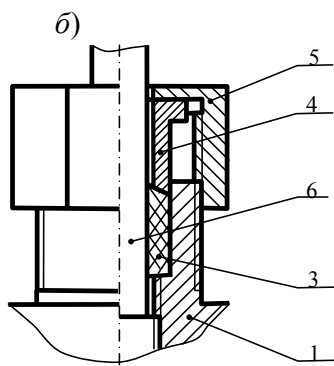
Тығыздағыштың жұмыс істеу принципі келесіде. Төлке 4 немесе жапқыш сомынмен 5 басылады (14.36 б-сурет). Сомынды 5 тартқан кезде төлке 4 тығыздағыш-толтырғышты 3 қысады. Толтырғыш бұл кезде шет жақтарға кеңейіп, қосылыстың өткізгішсіздігін қамтамасыз етеді. Толтырғыштың астына жиі конустық тереңдетілуі бар металл тығырықты 2 (буксаны) орналастырады (14.36 а-сурет).



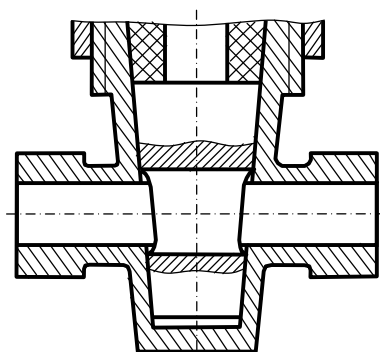
а) қаппақтың бұрамасұқпамен (1-вариант) немесе бұрандамамен (2-вариант) бекітілуі;

б) жапқыш сомынмен;

в) бұрандалық төлкемен.



14.36-сурет



14.37-сурет

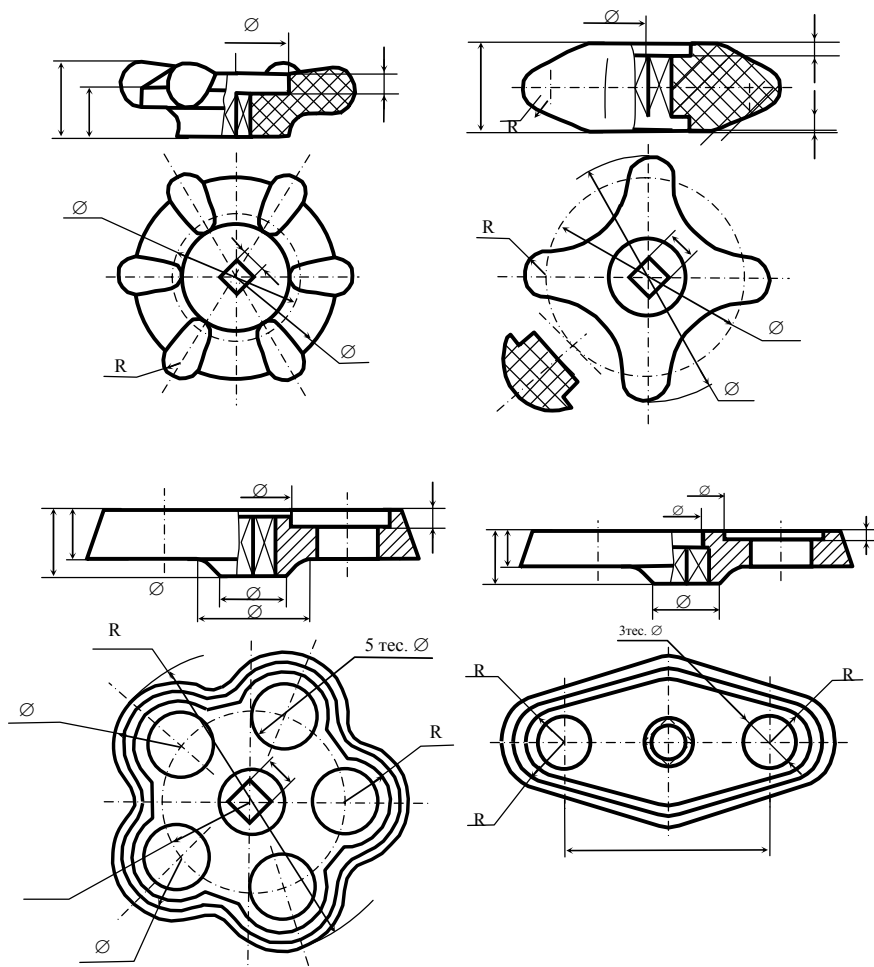
Тығыздағыш құрылғыны сызғанда қолданылған шарттылық бойынша басқыш төлке 4 шеткі шығыңқы (бастапқы) жағдайда бейнеленеді (14.36-сурет).

Вентильдердің, крандардың, насостардың клапандық құрылғылары жабық жағдайда сызылады (14.37-сурет, 2-поз.п)

Құбыр желілерінің тығындық крандары ашық жағдайда кескінделеді (14.37-сурет).

Жуандығы 2 мм-ден жіңішке бөлшектерді қарайтып көрсетуге болады.

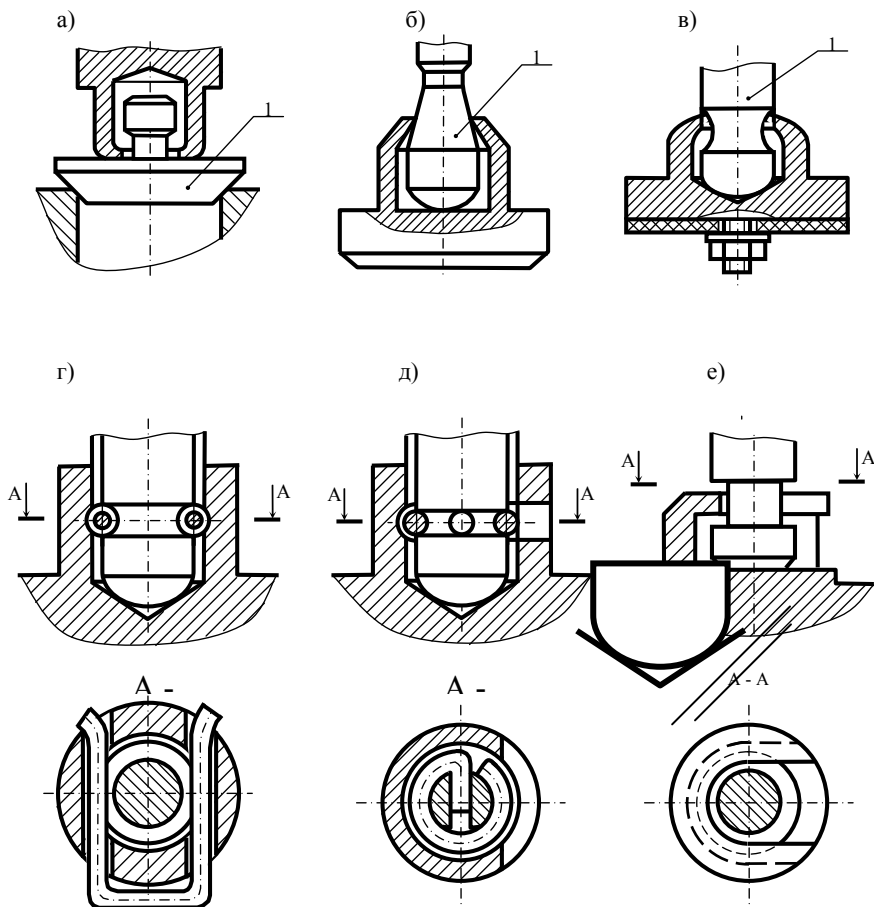
Құрастыру сызбаларында әр түрлі маховиктерді жиі кескіндеуге тура келеді. Бұл бөлшектердің пішіндерін екі көрініспен жеткілікті етіп көрсетуге болады (14.38-сурет). Маховиктің үстінен көрінісін механизмнің конструкциясының ерекшеліктерін жаппау үшін бөлек, алынғандай етіп, «поз. 9» типті жазумен, ал сәйкес түйін көрінісінде «маховик алынған» жазуымен қосып немесе тілік белгіленуін Г-Г арқылы көрсетіп сызған жөн (14.34-сурет).



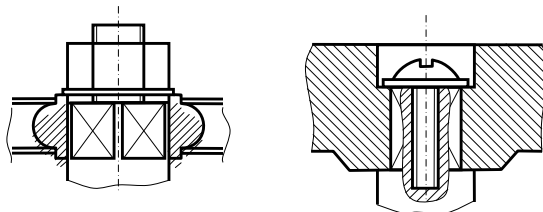
14.38-сурет

Клапандық құрылғылардың әр түрлі конструкциялары және олардың өзекте бекітілуі 14.39- суретте көрсетілген. Өзектің төменгі бөлігінде клапанның бекітілуі оның бос айналуын қамтамасыз ету керек. Кішкентай диаметрлі вентильдер үшін (диаметрі 50 мм-ге дейін) золотникті 1 (14.39 а-сурет) немесе өзекті 1 (14.39 в-сурет) қысу, сым тұткамен (14.39 г-сурет), сым сақинамен (6.152 д-сурет), өзек басының клапан тілігінде бекіту қолданылады (14.39 е-сурет).

Маховиктердің шпindelьде бекітілу әдістері 14.40- суретте көрсетілген.



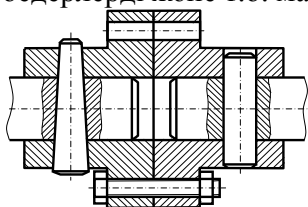
14.40-сурет



14.41-сурет

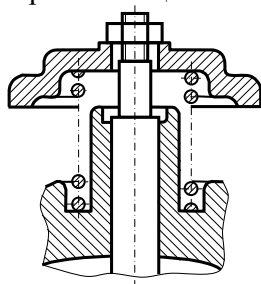
Құрастыру сызбасын орындағанда ГОСТ 2.109-73 бойынша ықшамдатылулар қолданылады.

Қиықжиектерді, ойындарды, бунақтарды тереңдетулерді, бедерлерді және т.б. майда элементтерді көрсетпеуге болады.



14.42-сурет

Тек қималары арқылы бейнеленген винттік серішпелердің ар жағында орналасқан бұйымдарды, осы бұйымдарды шартты түрде жауып тұратын және иірім қималарының осьтік сызықтармен анықталатын зонаға дейін ғана кескінделеді (14.43-сурет).



14.44-сурет

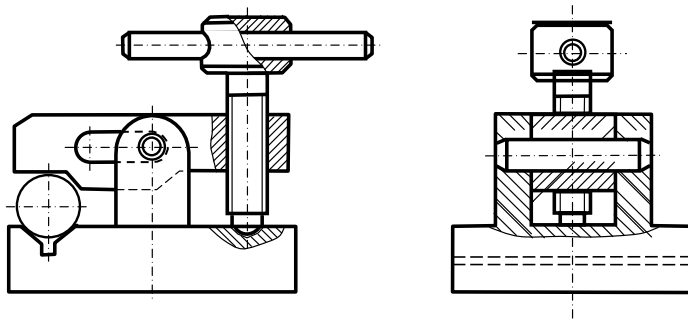
Тұтас біліктер, өзектер, шпиндельдер, саптар, шариктер, стандартты бекітпе бұйымдар, кілтектер сияқты бөлшектер ұзына бойы қималарда ГОСТ 2.305-68** (14.42-сурет) бойынша қиылмай бейнеленеді.

Көрінбейтін контур сызықтары құрастыру сызбаларында тек тілікті орындау сызбаны оқуды қиындатып жіберетін кезде ғана қолданылады (14.44-сурет).

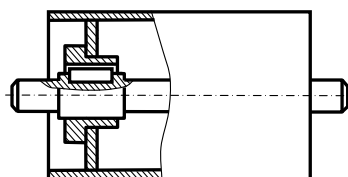
Көрсетпеуге рұқсат етілгендер:

а) қақпақтар, қалқандар, кожухтар және т.б., егер бұйымның көрінбейтін немесе құрамдас бөлігін көрсету керек болса. Бұл жағдайда сызбада «Қақпақ көрсетілмеген» сияқты түсініктеме жазба болу керек;

б) зауыттық қалқаншалардағы, шкалалардағы т.с.с. жазбалар.



14.45-сурет

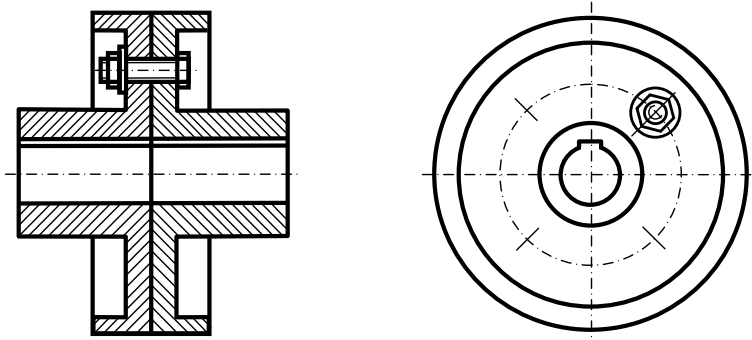


14.46-сурет

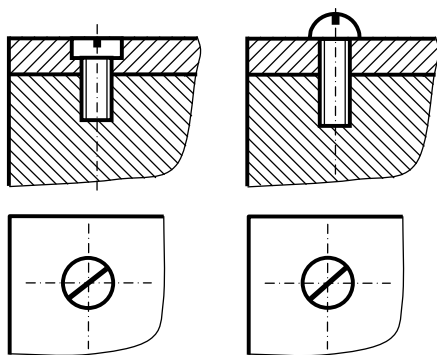
Мөлдір материалдардан жасалған бұйымдарды мөлдір емес сияқты етіп бейнелейді.

Пісірілген, желімделген және сол сияқты біртекті материалдардан жасалған, басқа бұйымдармен құрастырылған кезде тіліктер мен қималарда тетікбөлшектердің шекарасын негізгі тұтас сызықтармен белгілеп, бірдей етіп сызықтайды(14.46-сурет).

Сомындар мен бұрандамалардың алтыбұрышты бастарын құрастыру сызбаларында ықшамды түрде кескіндеуге болады. (14.47-сурет).



14.47-сурет



14.48-сурет

Өзек пен тесік арасындағы саңылауды көрсетуге ерекше себептер жоқ болса оны көрсетпейді.

Бұрамалардың, бұрама-шегелердің және т.б. бастарының оймакілтектерін бір жуандатылған тұтас сызықпен кескіндеген дұрыс. (14.48-сурет).

Бірдей бірнеше бұрандамалық қосылыс немесе бұрамалық, бұрамасұқпалық біріктіру бар болса, олардың біреуі ғана сызылып, қалғандарының орны осьтік сызықтармен белгіленеді (14.47-сурет).

Күрделі профилді бөлшектердің майда элементтерінің конфигурациясын дәл көрсетпей кескіндеуге болады.

Өлшемдерді қою.

Құрастыру сызбасын орындағанда келесі негізгі өлшемдерді қояды (14.34-сурет):

- габаритті, бұйымның ішкі және шеткі шекті кескінін анықтайтын өлшемдер;
- орнату, монтаж орнында бұйымды орналастыру өлшемдері;
- қосылу, берілген бұйымның басқа бұйымдарымен қосылатын өлшемдер;
- бұрандалар өлшемдері;
- қажетті анықтамалық өлшемдер.

14.9 ПОЗИЦИЯЛАР НӨМІРЛЕРІ

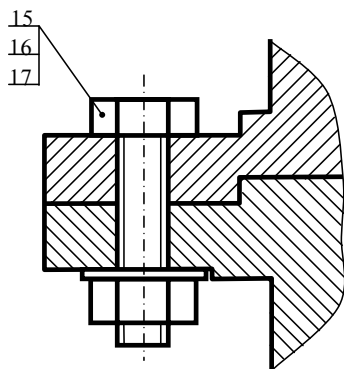
Құрастыру сызбасында позициялар нөмірлері бұйымның әр бір жеке құрамдас бөлігінен жүргізілетін шығару сызығының сөресінде көрсетіледі.

Шығару сызықтары құрамдас бөліктің контурын қиып өтуі мүмкін. Позициялар нөмірлері құрамдас бөліктің көрінетіндей болып проекцияланатын кескінінде қойылады.

Позициялардың шығару сызықтары қиылыспауы керек; сызықтауға параллель болмауы керек; мүмкіндігінше басқа құрамдас бөліктердің кескіндерін, өлшем сызықтарын қиып өтпеу керек.

Позициялар нөмірлері бір рет қойылады, бірдей құрамдас бөліктердің позициясының нөмерін қайта көрсетуге болады. Бұл кезде қайталанатын позициялар нөмірлері қабатты сөрелерде қойылады (14.34-сурет).

Позициялар нөмірлері негізгі жазбаға параллель орналас-тырылады және бір бағанада немесе қатарда топтастырылады, яғни вертикаль немесе горизонталь түзу бойында.



14.49-сурет

Позициялар нөмірлері қаріп өлшемі өлшем сандарының қаріп-термен 1-2 қаріп нөмеріне артық болу керек.

Бір бекіту орнына қатысты бекітпе бөлшектерінің тобы үшін ортақ шығару сызығын жүргізуге болады. Бұл жағдайда позициялар нөмірлерінің сөрелері бағана болып орналасып, жіңішке сызықпен қосылуы тиіс (14.49-сурет).

14.9.1. Спецификация

Спецификация – құрастыру бірлігінің құрамын анықтайтын негізгі (мәтіндік) құжат.

ГОСТ 2.106-68 стандарттарды спецификацияны толтырудың формасы мен ретін тағайындайды.

Спецификацияны әр құрастыру бірлігіне форма 1 (14.50-сурет) және 1-А (14.51-сурет) бойынша бөлек беттерде орындайды.

Спецификацияға спецификацияланатын бұйымға кіретін құрама бөліктерді енгізеді.

Спецификация жалпы жағдайда төменде көрсетілген ретпен орналасатын бөлімдерден тұрады (14.52-сурет):

- құжаттар
- кешендер
- құрастыру бірліктері
- тетікбөлшектер
- стандартты бұйымдар
- материалдар.

«Құжаттар» бөліміне спецификацияланатын бұйымның негізгі конструкторлық құжаттар жинағын құрайтын құжаттарды енгізеді.

«Комплекстер», «Құрастыру бірліктері» және «Тетікбөлшектер» бөлімдеріне спецификацияланатын бұйымға жататын комплекстер, құрастыру бірліктері және тетікбөлшектер енгізіледі.

«Стандартты бұйымдар» бөліміне сәйкес стандарттар бойынша қолданылған бұйымдар жазылады.

«Материалдар» бөліміне құрастыру бірлігіне жататын материалдарды жазады.

Спецификация графаларын келесі түрде толтырады (14.52-сурет):

а) «Пішім» графасында «Белгіленуі» графасында көрсетілген құжаттардың форматтары жазылады;

б) «Зона» графасында құрама бөліктің позициясының номері орналасқан зона белгіленеді;

в) «Позиция» графасында құрастыру бірлігінің құрама бөліктерінің спецификацияға жазылу ретімен реттік нөмірлері жазылады;

г) «Белгіленуі» графасында сәйкес классификатор бойынша құжаттардың белгіленуі жазылады. «Стандартты бұйымдар» және «Материалдар» бөлімдерінде бұл графа толтырылмайды;

д) «Аталуы» графасына құжаттардың аталуы жазылады, мысалы «Құрастыру сызбасы». Спецификацияның «Құрастыру бірліктері» және «Бөлшектер» бөлімдерінде бұйымдардың аталуы әр құжаттың (сызбаның) негізгі жазбасына сәйкес жазылады. «Стандартты бұйымдар» бөлімінде бұйымның аталуы және белгіленуі осы бұйымдардың стандарттарына сәйкес жазылады. «Материалдар» бөлімінде материалдардың техникалық шарттары немесе стандарттары орнатқан белгіленулері жазылады;

14.10. ҚҰРАСТЫРУ СЫЗБАЛАРЫН ОҚУ ЖӘНЕ БӨЛШЕКТЕУ

Тетікбөлшектердің жұмыс сызбаларын жалпы көрініс сызбасы бойынша орындауды бөлшектеу деп атаймыз. Оқу процесінде кезінде бөлшектеуді осы мақсат үшін арнайы жасалған құрастыру сызбасы бойынша орындау рұқсат етіледі.

Бөлшектеу сызбаларды орындау мен оқуға байланысты барлық элементтерден тұрады: тетікбөлшектің формасын толық анықтау, өлшемдерді қою, техникалық талаптарды белгілеу және т.б. Бөлшектеу кезінде ЕСКД стандарттарына сәйкес тетікбөлшектердің түйіндесетін беттерінің өлшемдерін және кедір-бұдырлығын тағайындайтын параметрлерді үйлестіре білу, стандартты шарттылықтарды және т.с.с. қолдану маңызды.

Жұмыс сызбаларын орындау және рәсімдеу процесі осы тарау бөлімдерінде толық көрсетілген. Бұйымның жалпы көрінісінің сызбасын бөлшектеудің кейбір ерекшеліктерін қарастырайық.

Тетікбөлшектердің жұмыс сызбасын орындау алдында жалпы көрініс (құрастыру) сызбасын алдымен «оқып шығу» қажет. Сызбаны оқу дегеніміз – берілген бұйымның тағайындалуын, құрылысы мен жұмыс принципін, жалпы бұйымның және әр бөлшектің формасы мен өлшемдерін, бөлшектердің өзара орналасуы мен қосылуын анықтау.

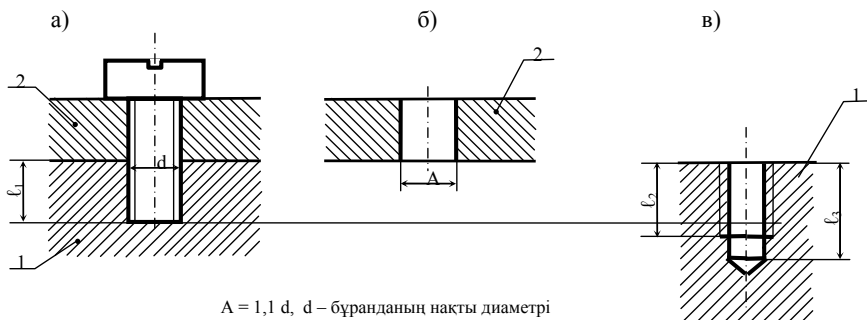
Жалпы түр сызбасын келесі ретпен оқу ұсынылады:

- сызбадағы негізгі жазбамен танысу, бұйымның аталуын, сызба нөмірін, кескін масштабын анықтау;
- сызбаның аталуы бойынша бұйымның тағайындалуы мен жұмыс принципі жайлы түсінік қалыптастыру. Жалпы көрініс сызбаларына әдетте схема немесе құрастыру түйінінің жұмысы және құрылысының қысқаша сөзбен суреттелуі қоса беріледі. Осы суреттелуді оқып шығу керек;
- спецификация бойынша стандартты емес және стандартты тетікбөлшектердің санын, аталуын және жасалған материалдарын анықату керек;
- сызбадағы кескіндерді – негізгі, қосымша және жергілікті көріністерді, тіліктерді, қималарды және шығару элементтерін мұқият қарап шығу;

- әр тетікбөлшекті барлық көріністерде ретпен табу. Бұл кезде бір бөлшектің кескіндері жалпы көрініс сызбасында проекциялық байланыста болатындығын, ал тіліктер мен қималардағы штрихталуының бағыты мен жиілігі бірдей болатынын ескеру керек;
- әр тетікбөлшектің геометриялық формасы мен конструктивті ерекшеліктерін айқындау. Тетікбөлшектің жеке элементтерінің формасын анықтау қиын болса басқа тетікбөлшектердің оған түйісетін беттерін қарастыру керек;
- тетікбөлшектердің өзара орналасуын, олардың қосылу әдісін және бір-біріне қатысты қозғалыс мүмкіндігін анықтау, яғни жұмыс істеп тұрған бұйымда бөлшектердің әрекеттесуін айқындау керек. Жылжымалы біріктірулер үшін өзара түйісетін беттерді анықтау керек. Ажырамайтын қосылыстар үшін (пісірілген, дәнекерленген және т.б.) қосылыстың әр элементін анықтау керек. Ажырайтын қосылыстар үшін бұйымға жататын бекітпе бөлшектерді анықтау керек;
- бұйымның жиналу және бөлшектеу ретін анықтау. Бұл операция сызбаны оқудың маңызды кезеңі болып табылады, себебі бұл кезде құрастыру бірлігінің монтажының реті талданады және әр бөлшектің тағайындалуы анықталады.

Жалпы түр сызбасын оқығанда ГОСТ 2.305-68** және ГОСТ 2.109-73 бойынша ескерілген кейбір шарттылықтарды және ықшамдалуларды ескеру керек:

- қақпақтарды, қаптамаларды, қалқандарды, қалқаларды, егер олар ішкі пішінді жауып тұрса, көрсетпеуге болады. Бұл жағдайда сәйкес кескін жанында «Қақпақ көрсетілмеген» деген жазба жасалады. Серіппенің, тордың ар жағындағы немесе бөлшектермен жартылай жабылып тұрған бұйымның көрінетін бөліктері толық кескінделмеуі мүмкін;
- құрастыру сызбаларында тіліктерде бұйымның кейбір бөліктерін қимай және керісінше, тілік жазықтығына түспеген бұйым элементтерін немесе бөлшектерді қиып (тілік жазықтығына орналастырып) көрсетуге болады;



14.59-сурет

- жалпы түр сызбаларында ГОСТ 2. 315-68 бойынша бекітпе бөлшектер шартты түрде немесе қарапайымдатылған түрде кескінделеді, бұл жағдайды бұрандамаларға, бұрамаларға, бұрамасұқпаларға арналған бұрандалық тесігі бар бөлшектердің сызбасын орындағанда ескеру керек. Мысалы құрастыру сызбасында қақпақтың 2 бұрамамен 1 бекітілуі ГОСТ 2.315-68 бойынша қарапайымдатылып көрсетілген (14.53 а-сурет). Қақпақтың жұмыс сызбасын орындағанда қақпақтағы 2 бұрама өтетін тесіктің A диаметрі винт өзегінен үлкен болуы керек екенін ескеру керек (14.53 б-сурет).

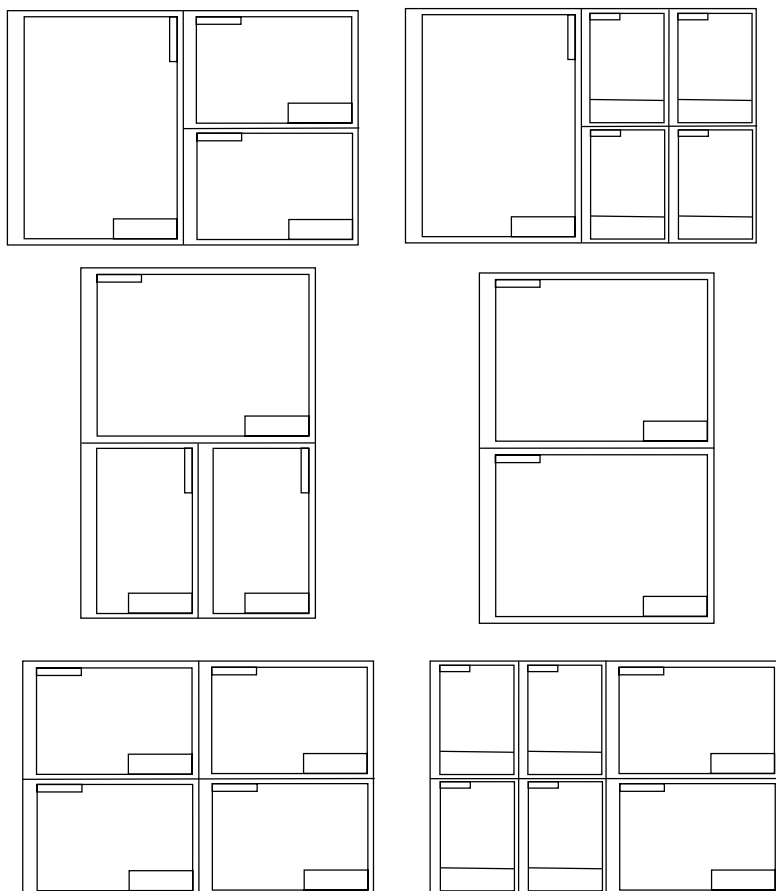
Тұлғадағы 1 қарапайымдатылып көрсетілген бұрандалық тесіктің тереңдігі шамасы бұраманың бұрандалатын бөлігінен үлкен болуы керек.

$l_3 \approx l_1 + 6r$, мұнда r – бұранда адымы. Тесіктегі бұранда ұзындығы l_2 $l_2 = l_1 + 2r$ (14.53 в-сурет).

Бөлшектеу – құрастыру сызбасынан тетікбөлшектерді жай көшіру емес, рет-ретімен өз бетінше орындалатын, кезендерден тұратын шығармашылық жұмыс.

14.10.1. Пішімді таңдау және кескіндердің құрастырылуы

Жалпы көрініс сызбасын бөлшектеу тапсырмасы әдетте беттік жүйе бойынша орындалады, яғни А1 (594x841) форматты сызу қағазында бірнеше тетікбөлшектің сызбасын орындайды. Әр бөлшек үшін бөлек стандартты формат белгіленеді.



14.54-сурет

Пішімінің өлшемдері және орналастырылуы тетікбөлшектің формасының күрделілігіне, өлшемдеріне, басты көріністі тандалуына, кескіндер санына байланысты және ГОСТ 2.104-68 және ГОСТ 2.301-68 талаптарына сәйкес тағайындалады.

Сызбаларды дұрыс жобалау жұмыс барысында сызбаларды қайта өңдеудің, жөндеудің алдын алады. Жобалау кезінде екі-үш бөлшектің ортогональды проекциялары аксонометриялық кескіндерімен бірге бір фор-матта орындалатынын ескеру керек. 14.54-суретте А1 форматын жобалаудың бірнеше үлгісі көрсетілген.

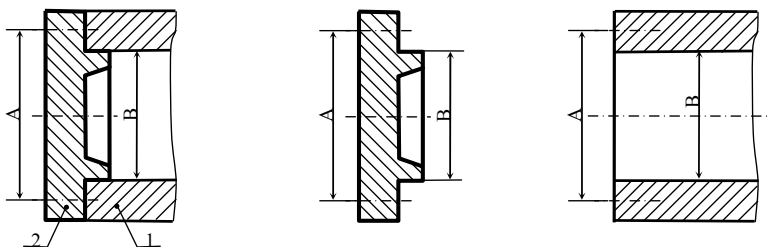
Тетікбөлшектің жұмыс сызбасы кескіндердің – көріністердің, тіліктердің, қималардың жиыны болып табылады. Кескіндер форматта орналастырылып, алғашқыда жіңішке сызықтармен орындалады. Белгіленген барлық кескіндерді тетікбөлшек формасының ерекшеліктерін біртіндеп айқындап, бірінен кейін біріне өтіп, бір мезгілде орындау ұсынылады. Тетікбөлшектің сызбасы мүмкіндігінше аз кескіндер санынан құралып, біржақты оқылатын болуы керек.

Пішіндердегі кескіндер сызба алаңын бірқалып толтырып тұруы тиіс. Олар өлшемдерді қою үшін, қажетті жазбаларды орындау үшін, техникалық талаптар көрсетілу үшін қажетті орын қалатындай орналастырылуы керек. Бұл кезде сызба рамкасынан кескінге дейінгі арақашықтық 20 мм-ден кем болмауы керектігін ескеру керек.

14.10.2. Өлшемдерді түсіру

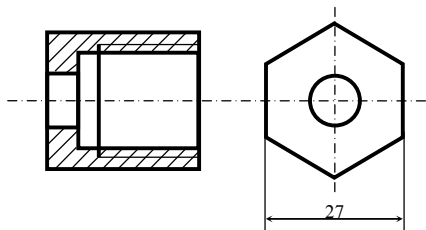
Сызбаларда өлшемдерді түсіру – жауапты әрі күрделі жұмыс. Тетікбөлшектің өлшемдері құрастыру бірлігінің сызбасынан кескіннің масштабы ескеріліп өлшенеді. Өлшем сандарын қою кезінде түйіндесетін тетікбөлшектердің өлшемдеріне назар аудару керек. Түйіндескен өлшемдер бірдей болуы тиіс. Мысалы, 14.55-суретте 2 қақпақтағы және 1 цилиндрдегі винттердің орналасуының «А», «В» түйіндескен өлшемдер бірдей болуы керек.

Өлшемдердің сандық шамаларын тағайындағанда ГОСТ 66236-69* сәйкес сызықтық нормаль өлшемдерді басшылыққа алу керек.



14.55-сурет

Тетікбөлшектердің жұмыс сызбаларын орындағанда барлық элементтердің өлшемдері жалпы көрініс сызбасынан алынады. Өлшемдердің бір бөлігі сызбаларда көрсетіледі, бірақ өлшемдердің көпшілігі тікелей өлшеу нәтижелерін кескін масштабын ескеріп нақты шамаға ауыстыру арқылы анықталады. Бұл кезде кескіндердің және өлшеулердің дәлдігіне байланысты қателер болуы мүмкін. Сондықтан өлшеулер нәтижелерін стандарттарға сәйкестендіру керек.

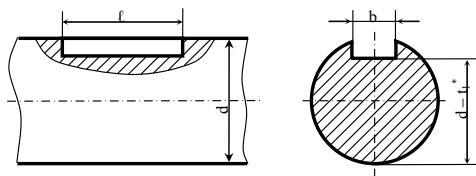


14.56-сурет

Мысалы, бұранда диаметрлері өлшемдері, «кілттік» бөлшек элементтерінің өлшемдері (14.56-сурет, «27»-өлшем) сәйкес стандарттарға сәйкестікке келтірілуі тиіс. Номиналды стандартты өлшемдердің шамасын қолданудың үлкен эко-

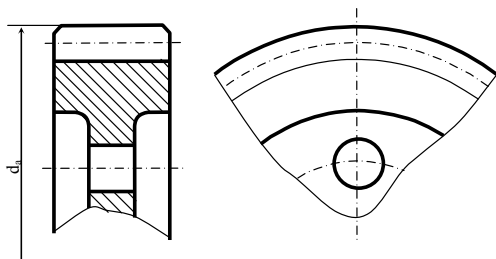
номикалық мәні бар, себебі өлшемдерді унификациялау өлшеуіш, кескіш құралдардың номенклатурасын азайтуға септігін тигізеді. Түйіндесетін тетікбөлшектердің элементтерінің өлшемдері бірдей болу керектігі жайында ескертілген болатын (14.55-сурет). Түйіндесетін тетікбөлшектің біреуі стандартты болып, оған сызба жасалмайтын кезде, сәйкес өлшем стандартты тетікбөлшек белгіленуіндегі өлшеммен ұйқасатындай болуы керек. Мысалы біліктегі кілтекті ойығының өлшемдерін қойған кезде (14.57-сурет) оның өлшемдері (ℓ , b , $d - t_1$) стандарт

бойынша кілтектің белгіленуіндегі өлшемдерге сәйкес болуы тиіс. Мысалы: кілтек $b \times h \times \ell$ ГОСТ 23360-78.



t^* - анықтамалық өлшем

14.57-сурет



14.58-сурет

Кейбір жағдайларда қажетті өлшемнің қарапайым есептеулерін жүргізу керек болады. Мысалы, тісті доңғалақтардың жұмыс сызбаларын орындағанда тістер шыңдарының цилиндрлік бетінің диаметрі d_a (14.58-сурет)

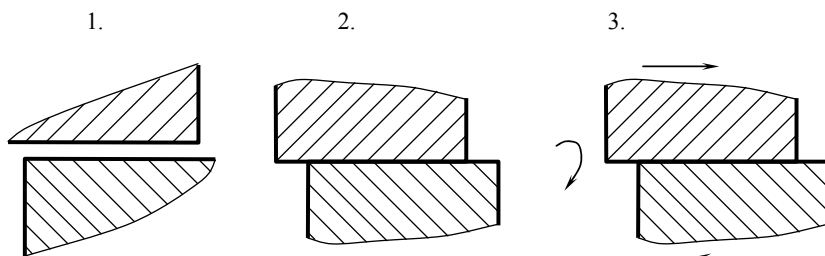
$$d_a = m(z + 2).$$

формула бойынша анықталады.

14.10.3. Беттердің кедір-бұдырлығын белгілеу

Жұмыс сызбасында беттердің кедір-бұдырлығын белгілеу танбаларын салу ережелерін ГОСТ 2.309-73 стандартына сәйкес орындайды.

Жалпы түр сызбалары бойынша бөлшектердің жұмыс сызбасын орындау (бөлшектеу) кезінде тетікбөлшектердің беттерінің жылтырлығы олардың бұйымда бір-біріне қатысты орналасуына байланысты анықталады. Шартты түрде тетікбөлшектердің беттерін 3 топқа бөлуге болады (14.69-сурет):



1. Бос;
2. Түйіндесетін;
3. Тзара жылжитын.

14.59-сурет

R_a Кедір- бұдырлық мәні мкм	Механикалық өңдеу түрі	Құрастыру бірлігіндегі беттің орналасуы
50	жону	
25	қайрау	
12,5	бұрғылау	
6,3	қайрау	
3,2	шарықтау	
1,6	бұрандакескіш зенкерлеу	
0,8	фрезерлеу	
0,4	созу	
0,2	шлифтеу	

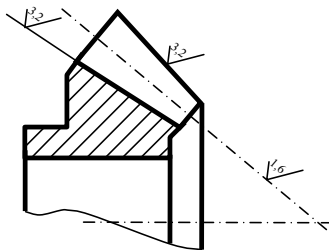
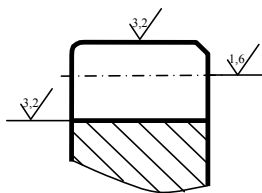
14.60-сурет

Бір-біріне қатысты жылжитын 3-топ тетікбөлшектерінің беттерінің өңделуі бос тетікбөлшектердің беттерінің өңделуіне қарағанда сапалы болатыны анық.

14.60-суретте сәйкес механикалық өңдеу нәтижесінде алынатын кедір-бұдырлық мәнін бұйымдағы тетікбөлшектердің өзара орналасуына байланысты қалай тағайындалатыны көрсетілген.

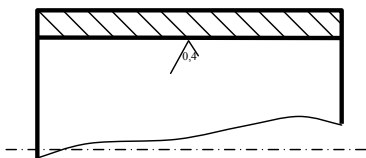
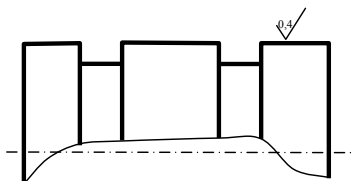
Практикада типтік тетікбөлшектер үшін кедір-бұдырлық параметрлерінің шектерінің шекаралары алынған.

Тісті доңғалақтардың тістерінің жұмысшы беттерінің кедір-бұдырлығы $R_a = (1,6 \div 0,8)$ мкм параметрінің мәніне сәйкес (14.61-сурет).



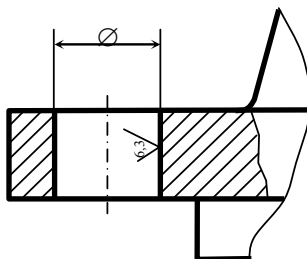
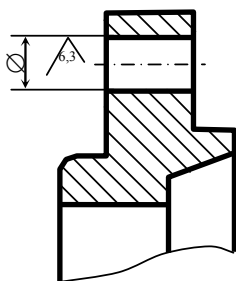
14.61-сурет

Поршеньдердің, цилиндрдің, мысқалдардың (золотниктердің) жұмысшы беттерінің кедір-бұдырлығы - $R_a = (0,2 \div 0,4)$ мкм (14.62-сурет).



14.62-сурет

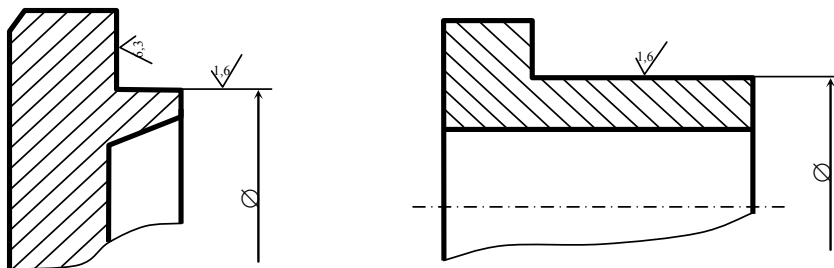
Бұрандамаларға, бұрамаларға арналған бос тесіктер - $R_a = (3,2 \div 6,3)$ мкм (14.63-сурет).



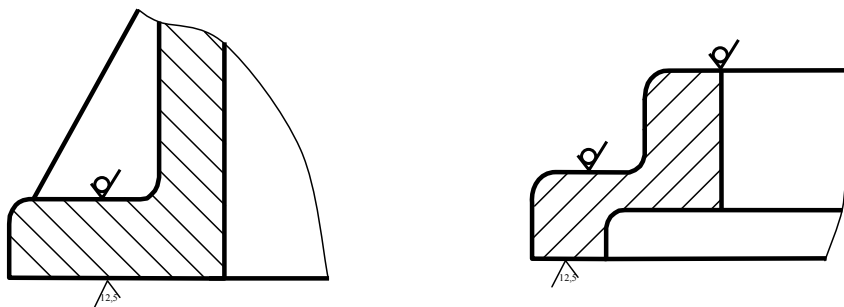
14.63-сурет

Төлкелердің, қақпақтардың жанасатын беттері $R_a = (1,6 \div 3,2)$ мкм (14.64-сурет).

Конустардың, қақпақтардың, станиналардың төсеніштеріне арналған беттері $R_a = (6,3 \div 12,5)$ мкм (14.65-сурет).



14.64-сурет

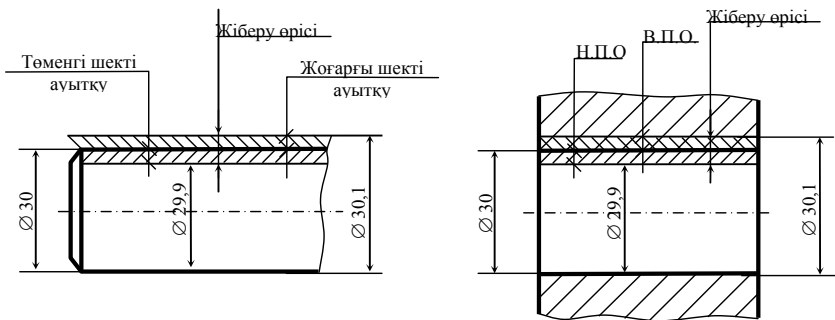


14.65-сурет

Бос беттер, құйылған беттердің сыртқы контурлары, қосымша механикалық өңдеусіз штамптау арқылы алынған тетікбөлшектердің беттері ✓ белгісімен белгіленеді (14.65-сурет).

14.11 СЫЗБАЛАРДА ӨЛШЕМДЕРДІҢ ЖІБЕРІЛУЛЕРІН, ҚОНДЫРУЛАРЫН ЖӘНЕ ШЕТКІ АУЫТҚУЛАРЫН БЕЛГІЛЕУ

Тетіктөлшектерді жасағанда қайткенде де номиналды өлшемдерден ауытқулар болады. Номиналды өлшем деп ауытқуларды өлшеп бастау үшін қолданылатын шекті өлшемдерді салыстырып анықтайтын өлшемдерін айтады.



14.66-сурет

Тетікбөлшектердің өзара алмастырылу мүмкіндігін және олардың дұрыс құрастырылуын қамтамасыз ету үшін номиналды өлшемдерден ауытқу белгілі шамалармен шектелуі тиіс (14.66-сурет).

Ø 30 – номиналды өлшем,	} Шекті өлшемдер
Ø 29,9 – төменгі шекті өлшем,	
Ø 30,1 – жоғарғы шекті өлшем	

Өлшемдердің шекті ауытқуларының айырмасы жіберілу немесе жіберу өрісі деп аталады. Берілген жіберу өрісіне сиятын өлшемдер бөлшектің қажетті эксплуатациялық сапасын қамтамасыз етеді. Екі тетікбөлшекті үйлестіргенде қондыру пайда болады. Қондыру жанасқан тетікбөлшектердің артық немесе кем тығыздығын немесе қозғалғыштығын көрсетеді және білік пен тесіктің диаметрлерінің айырмасы арқылы анықталады.

Қондырғылар:

- тесіктің өлшемі біліктің өлшемінен артық болғандағы саңлаумен. Мұндай қондырулар бөлшектердің салыстырмалы қозғалысының мүмкіндігін қамтамасыз етеді;
- біліктің өлшемі тесіктің өлшемінен артық болғандағы керіліспен. Керіліспен орындалған қондыру үйлесімнің қимылсыздығының артық немесе кем дәрежесін қамтамасыз етеді;
- саңлау да керіліс те беретін аралық түрі болуы мүмкін.

Әр қондырғыға жіберу өрісінің белгілі бір шамасы сәйкес болады. Номиналды өлшемнен ауытқу (жіберу) аз болған сайын, жасау дәлдігінің класы жоғары болады. Механизмдегі

бөлшектердің жұмысы дұрыс болу үшін конструктор шекті ауытқуларды қабылдағанда дәлдіктің жоғары кластарын дәлелсіз таңдамауы керек, өйткені дәлдік жоғарылаған сайын өңдеу тәсілдері күрделі және қымбат болады, сондықтан бұйымдардың құны едәуір өседі.

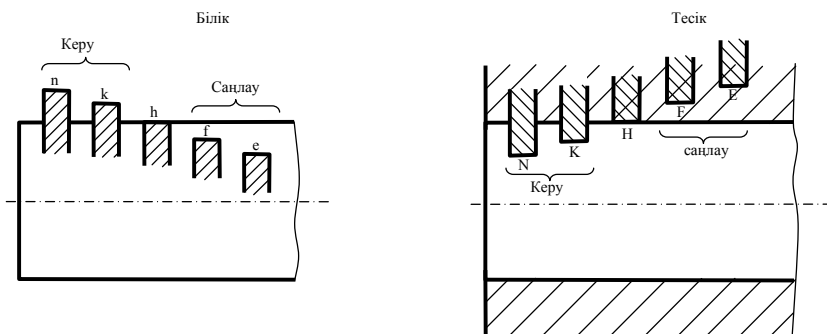
Халықаралық сауданы дамыту үшін және бұйымдарды өңдеудегі жіберулерге ұқсастық енгізу мақсатымен жіберулер мен қондырулардың халықаралық жүйесі ұсынған, 1993 жылдан бастап жіберулер мен қондырулардың бірегей жүйесі (ГОСТ 25346-82, ГОСТ 25347-82, ГОСТ 25348-82 және басқалар) қолданылады.

Жіберулер мен қондырулардың бірегей жүйесінде шамасы номиналды өлшемнен тәуелді жіберу цифрмен белгіленеді және квалитет деп аталып, 19 квалитет қабылданған.

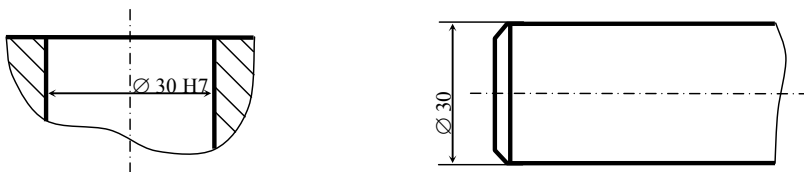
Тесіктер мен біліктердің барлық жіберу өрістері латын алфавитының әріптерімен белгіленеді: тесіктер үшін бас әріптер - А, В, С ..., біліктер үшін кіші әріптер – а, в, с ... Кейбір жіберу өрістері екі әріппен белгіленеді, ал О, W, Q және L әріптері қолданылмайды.

Түрлі қондырулар үшін жіберу өрістері 14.67-суретте схема түрінде көрсетілген.

Тетікбөлшектердің жұмыс сызбаларында жіберу өрістері мен квалитет нөмері өлшем санынан кейін бір қатарда көрсетіледі (ГОСТ 2.307-68) (14.68-сурет).



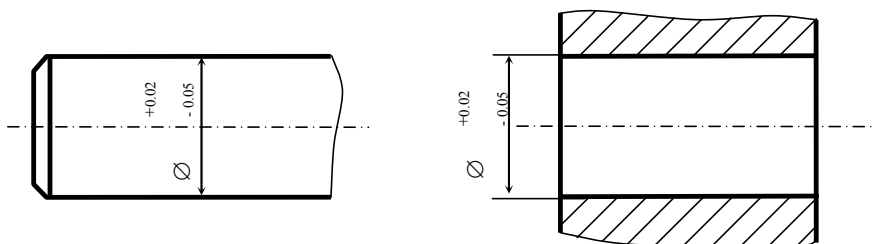
14.67-сурет



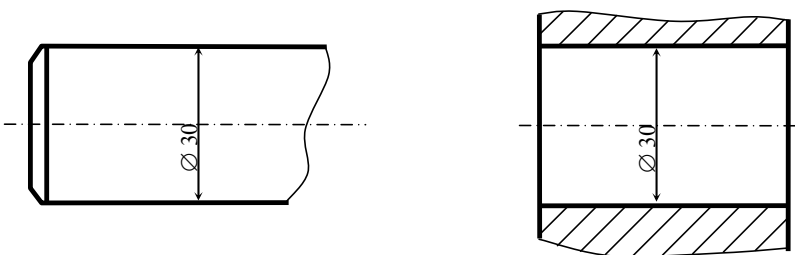
14.68-сурет

Өлшемдердің шекті ауытқулары сызбада төменде келтірілген үш тәсілмен көрсетілуі мүмкін:

1. Шеткі ауытқулардың сандық мағыналарымен (14.69-сурет). Шекті ауытқулардың сандық мағыналары арнайы кестелерден номиналды өлшемге және бөлшектердің түйіндісінің ерекшеліктеріне сәйкес алынады.



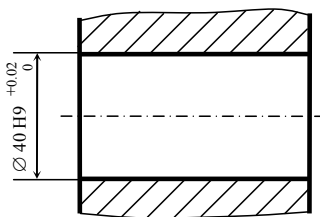
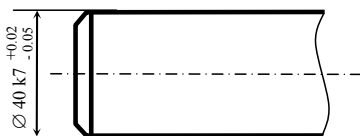
14.69-сурет



14.70-сурет

2. Жіберулер өрістер мен квалитеттің шартты белгіленуімен (14.70-сурет).

3. Жақшаның ішінде шекті ауытқулардың мағынасын көрсетіп жіберу өрістері мен квалитетті белгілеумен (14.71-сурет).



14.71-сурет

Сызықтық өлшемдердің симметриялы ауытқулар қвалитеттер бойынша да $\pm \frac{JT}{2}$, дәлдік кластары бойынша да белгіленуі мүмкін. Дәлдік кластарының белгіленуі төменде келтірілген:

t – дәлдігі жоғары (11, 12 қвалитет);

t_2 – дәлдігі орташа (13, 14 қвалитет);

t_3 – дәлдігі төмен (15, 16 қвалитет);

Мысалы: $\pm \frac{JT14}{2}$ немесе $\pm \frac{t_2}{2}$.

Өлшемдердің шекті ауытқуларын төмен дәлдік бойынша (14-19 қвалитет) өлшемдерде көрсетпеуге болады, бұл жағдайда техникалық талаптарда квали-теттерді немесе дәлдік кластарын көрсетіп жалпы жазумен атап өткен жөн. Мысалы:

1. Өлшемдердің көрсетілмеген шекті ауытқулары: тесіктердің H 14, біліктердің h 14, қалғандарының $\pm \frac{JT14}{2}$.

Немесе:

1. Өлшемдердің көрсетілмеген шекті ауытқулары: тесіктердің $+t_2$, біліктердің $-t_2$, басқаларының $\pm \frac{t_2}{2}$.

Бұл жағдайда түсініктеме сөздерді жазбауға болады, мысалы:

1. H14, h14, $\pm \frac{JT14}{2}$.

Құрастыру сызбаларында қондыру белгіленуі жіберу өрістерінің белгілерінің және қосылатын білік пен тесіктің қвалитеттерінің үйлестірілуі арқылы құрастырылады. Квали-теттерді біріктірілетін элементтердің номиналды өлшемдерінен кейін мына түрде көрсетеді:

$$\varnothing 50 \frac{K7 \left(\begin{smallmatrix} +0,007 \\ -0,018 \end{smallmatrix} \right)}{h6 \left(\begin{smallmatrix} -0,016 \end{smallmatrix} \right)}, \varnothing 40 \frac{H11}{d11} \text{ немесе } \varnothing 40 H11/d11.$$

Қатынастың алымында тесік үшін, ал бөлгіш ретінде білік үшін жіберу өрісі мен қвалитет көрсетіледі.

Жалпы түр сызбасы арқылы орындалатын бөлшектердің жұмыс сызбаларындағы өлшемдердің шекті ауытқуларын таңдап белгілеу үшін (бөлшектегенде), төмендегі тәртіп орындалуы тиіс:

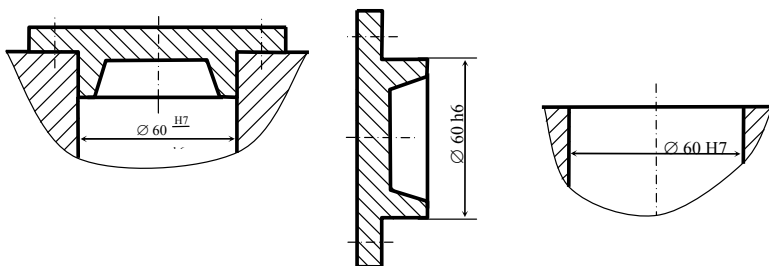
1. Жалпы номиналды өлшемі бар тетікбөлшектердің (түйіндескен бөлшектер) өзара үйлесуінің ерекшелігін анықтау. Басқаша айтқанда олар бірік-тірілгенде саңлау болатынын немесе керілу байқалатынын (бір-бірімен салыстырғанда жылжымалы немесе қимылсыз болатынын және жылжымалылық дәрежесін) анықтау;

2. Схема бойынша (14.67-сурет) дәл келетін жіберу өрісін және қвалитет нөмерін таңдау.

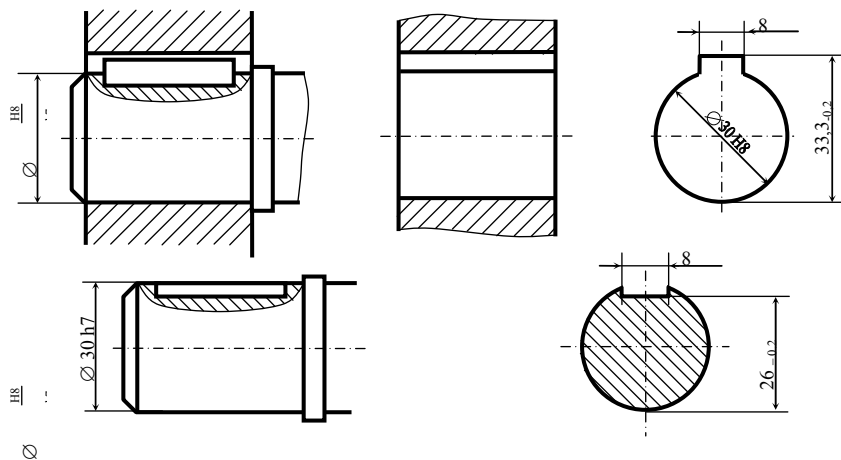
Үйлестірілген тетікбөлшектердің жауапты жұптары үшін (жоғары дәлдік) әдетте 6-9 қвалитеттер, ал дәлдігі төмендеу жағдайларда – 10-14 қвалитеттер қабылданады.

3. Үйлестірілген бөлшектердің жұмыс сызбаларында сәйкес белгілеулерді орындау.

14.72, 14.78-суреттердегі ең көп тараған үйлестірілген тетікбөлшектердің жұптары болып табылатын тетікбөлшектердің жұмыс сызбаларындағы жіберу өрістерінің белгіленуінің мысалдары берілген (тұлға-қақпақ, вал-білік, цилиндр-поршень және т. б.).



14.72-сурет

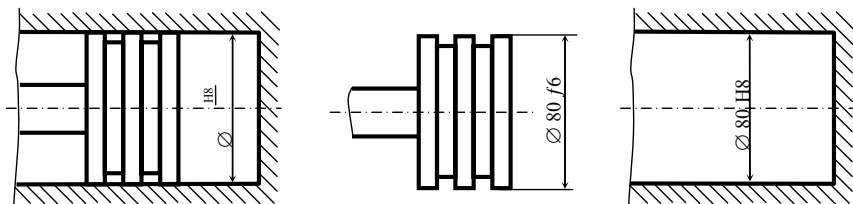


14.73-сурет

1. **Қақпақ - тұрқы** (аралық қондыру тетікбөлшектерінің қимылсыздығы қақпақтың тұлғаға бұраңдамалармен, бұрама-сұқпалармен т.б. қосымша бекітілуі арқылы қамтамасыз етіледі) 14.72-сурет.

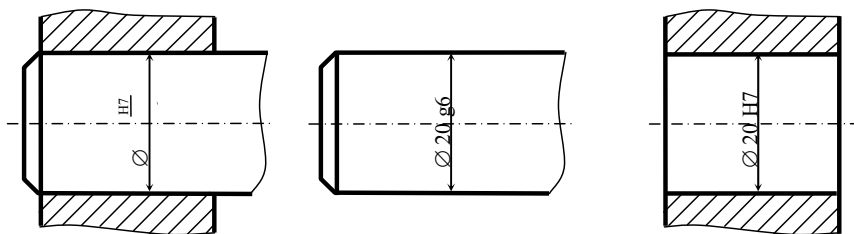
2. **Білік – төлке – кілтек** (аралық қондырулар) 14.73-сурет.

3. **Цилиндр – поршень** (саңлаулы қондыру үйлескен бөлшектердің жылжымалдылығының дәрежесі мол) 14.74-сурет.



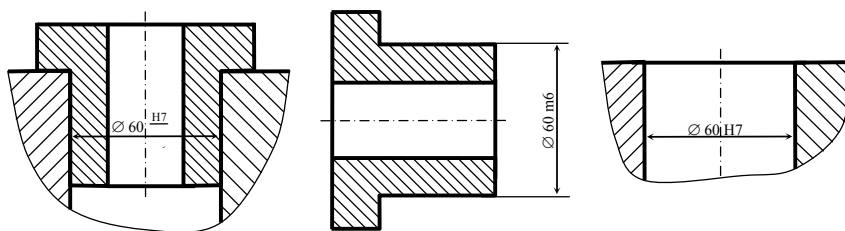
14.74-сурет

4. **Ось – аунақша** (саңлаулы қондыру, үйлескен бөлшектер бір-бірімен салыстырғанда жылжымалы) 14.75-сурет.



14.75-сурет

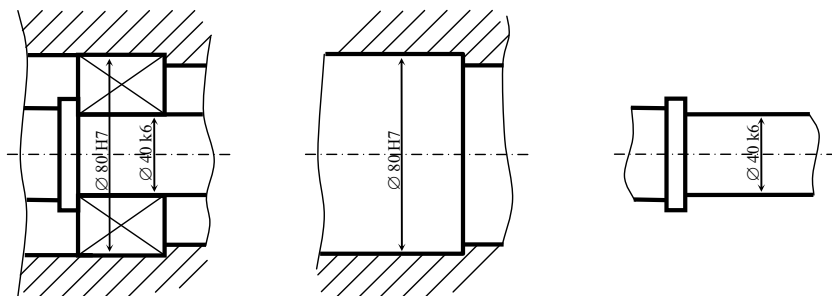
5. **Тұрқы – төлке** (керіп қондыру, үйлескен бөлшектер қимылсыз) 14.76-сурет.



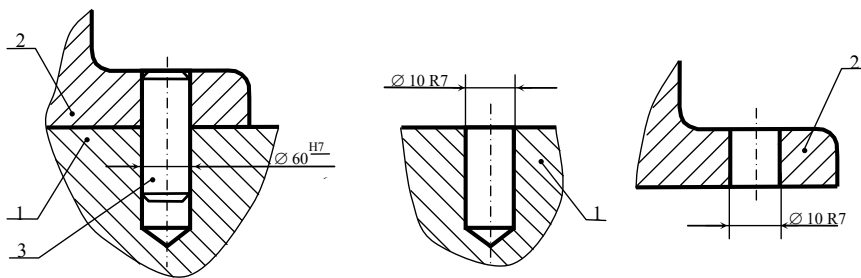
14.76-сурет

6. **Тұрқы – мойынтірек, білік – мойынтірек** (керіп қондыру, үйлестірілген бөлшектер қимылсыз) 14.77-сурет.

7. **Тұрқы-сұққыш, қақпақ-сұққыш** (1-3 үйлескен жұпта керіп қондыру, 3-2 жұпта өткінші). 14.78-сурет.



14.77-сурет



14.78-сурет

1983 жылға дейін жобаланған бұйымдар үшін бұрын қолданылған жіберулер мен қондырулардың жалпы мемлекеттік жүйесі күшін сақтайды. Өлшемдердің шекті ауытқуларының белгілеулерін ОСТ жүйесінен ЖҚБ жүйесіне ауыстыру үшін арнайы кестелер қолданылады.

14.11.1. Сызбаларда беттердің пішін орналасу жіберулерін белгілеу

Қандайда бір тетікбөлшек бетінің түрі және оның беттерінің өзара орналасуы барлық жағдайларда жобаланған түрімен салыстырғанда өзгеше болады. Мысалы, бетті абсолют цилиндр етіп жасау мүмкін емес, өйткені оны өндегенде түр-лі ағаттықтар пайда болады. Беттің түрі мен орналасуының шекті ауытқуларын (жіберулерін) ГОСТ 24642-81, ГОСТ 24643-81, ГОСТ 25069-81 анықтайды.

Беттердің түрлері мен орналасуының жіберулері сызбаларда ГОСТ 2.308-79 бойынша төмендегі белгілермен көрсетіледі:

— түзусызықтық жіберуі;

⊥ — перпендикулярлық жіберуі;

▱ — жазықтық жіберуі;

// — параллельдік жіберуі;

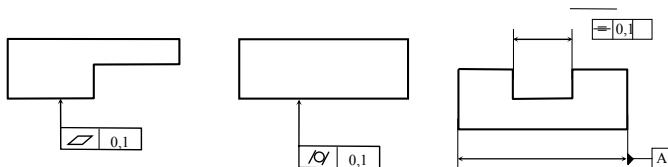
○ — дөңгелектік жіберуі;

◎ — осьтерді бір центрден жіберуі;

⊂ — цилиндрлік жіберуі;

≡ — симметриялық жіберуі және т.б. ([17], 7-тарау).

Бұл мәліметтер жіңішке тұтас сызықтармен орындалған екі немесе одан көп бөлікке бөлінген тікбұрышты рамкада орналастырылады: бірінші бөлігінде жіберу көрсетіледі, екінші бөлігінде жіберудің ГОСТ 24643-81 бойынша қабылданатын сандық мәні мм, ал одан кейінгі бөліктерде орналасу жіберумен байланысты базаның немесе беттің әріптік белгісі көрсетіледі.



14.79-сурет

Негізгі жазуды толтыру жалпы түр сызбасы немесе құрастыру сызбасы (бөлшектеу) бойынша жұмыс сызбаларының орындалуының соңғы кезеңі болып табылады.

Тетікбөлшектің жұмыс сызбасындағы негізгі жазба ГОСТ 2.104-2006 (14.9.1. 463 бетке қараңыз) .

15. ИНЖЕНЕРЛІК ГРАФИКАДАН ОРЫСША-ҚАЗАҚША ТЕРМИНОЛОГИЯЛЫҚ СӨЗДІК

А	
АБСТРАКТНОЕ ПРОСТРАНСТВО	АБСТРАКТІЛІ КЕҢІСТІК
АВТОМАТИЗАЦИЯ	АВТОМАТТАНДЫРУ
АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСИ	АКСОНОМЕТРИЯЛЫҚ ОСЬТЕР
АЛГЕБРАИЧЕСКАЯ КРИВАЯ	АЛГЕБРАЛЫҚ ҚИСЫҚ
АЛГЕБРАИЧЕСКАЯ ПОВЕРХНОСТЬ	АЛГЕБРАЛЫҚ БЕТ
АНАЛИЗ	ТАЛДАУ
АНАЛОГ	ҰҚСАСТЫҚ
АППРОКСИМАЦИЯ	АППРОКСИМАЦИЯ (ЖУЫҚТАУ)
АФФИННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ	АФФИНДІК ТҮРЛЕНДІРУЛЕР
Б	
БАЗА	ОРНЫҚ
БАЗА ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ	ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ОРНЫҒЫ
БАЗА КОНСТРУКТИВНАЯ	КОНСТРУКТИВТІ ОРНЫҒЫ
БАЗА УСТАНОВОЧНАЯ	ОРНАТУ ОРНЫҒЫ
БАЗИРОВАНИЕ	ОРНЫҚТАНДЫРУ
БАЛАНСИР	ТЕҢГЕРГІШ
БАЛКА КОНСОЛЬНАЯ	КОНСОЛЬДЫ АРҚАЛЫҚ
БАНДАЖ	ҚҰРСАУ
БАРАШЕК	ҚОСҚҰЛАҚ
БЕСКОНЕЧНОСТЬ	ШЕКСІЗДІК
БЕСКОНЕЧНО УДАЛЕННАЯ ТОЧКА	ШЕКСІЗ АЛЫСТАТЫЛҒАН НҮКТЕ
БИСЕКТОРНАЯ ПЛОСКОСТЬ	БИСЕКТОР ЖАЗЫҚТЫҒЫ
БЛО	ШЫҒЫРШЫҚ, БІРКІПЕ, ЖИЫНТЫҚ
БЛОК ЦИЛИНДРОВ	ЦИЛИНДРЛЕР БІРКІПЕСІ
БЛОКИРОВКА	БҰҒАТТАУ, БҰҒАТТАҒЫШ
БЛЯШКА	ШЫТЫРА
БОК	БҮЙІР
БОКОВАЯ ГРАНЬ	БҮЙІР ЖАҚ
БОКОВОЕ РЕБРО	БҮЙІР ҚЫРЫ
БОЛТ	БҰРАНДАМА
БОЛТ СТЯЖНОЙ	ТАРТПАЛЫ БҰРАНДАМА
БОЛТ УПОРНЫЙ	ТАЯНЫШ БҰРАНДАМА
БОЛТОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ	БҰРАНДАМАЛЫҚ БІРІКТІРУ
БУРТИК	БЕЛДЕМІШЕ
В	
ВАЛ	БІЛІК
ВАЛ ВЫХОДНОЙ	ШЫҒАБЕРІС БІЛІК
ВАЛ КРИВОШИПНЫЙ	ҚОСИНДІ БІЛІК
ВАЛ С КАНАВКОЙ	БУНАҚТЫ БІЛІК
ВАЛЬЦОВКА	ИЛТУ; АЙНАЛМА СОҒУ
ВАТМАН	СЫЗБАҚАҒАЗ, ВАТМАН
ВВИНЧИВАНИЕ	БҰРАП КІРГІЗУ; БҰРАНДАЛАУ
ВВОД-ВЫВОД	ЕНГІЗУ-ШЫҒАРУ
ВЕНЕЦ	ТӘЖ
ВЕНЕЦ ЗУБЧАТЫЙ	ТІСТІ ТӘЖ
ВЕНТИЛЬ	ҚАҚПАҚША

ВЕРТИКАЛЬ	ТІК
ВЕРТИКАЛЬНАЯ ПЛОСКОСТЬ	ТІК ЖАЗЫҚТЫҚ
ВЕРХНИЙ ПРЕДЕЛЬНЫЙ РАЗМЕР	ЖОҒАРҒЫ ШЕКТІ ӨЛШЕМ
ВЕРШИНА	ТӨБЕ
ВЕТВЬ	ТАРМАҚ
ВИД	КӨРІНІС
ВИЛКА	АША
ВИНТ	БҰРАМА
ВИНТ РЕГУЛИРОВОЧНЫЙ	РЕТТЕГІШ БҰРАМА
ВИНТ С ПОТАЙНОЙ ГОЛОВКОЙ	ЖАСЫРЫН ҚАЛПАҚШАЛЫ БҰРАМА
ВИНТ С ШЕСТИГРАННОЙ ГОЛОВКОЙ	АЛТЫЖАҚТЫ ҚАҚПАҚШАЛЫ БҰРАМА
ВИНТ САМОНАРЕЗАЮЩИЙ	ӨЗІ ОЙЫП КІРЕТІН БҰРАМА
ВИНТ УПОРНЫЙ	ТАЯНЫШ БҰРАМА
ВИНТ УСТАНОВОЧНЫЙ	ОРНАТУ БҰРАМАСЫ
ВИНТ ХОДОВОЙ	ЖҮРІСТІК БҰРАМА
ВИНТОВАЯ ЛИНИЯ	ВИНТТІК СЫЗЫҚ
ВИТОК РЕЗЬБЫ	БҰРАНДА ОРАМЫ
ВЗАИМНО-ПЕРПЕНДИКУЛЯРНЫЕ ПРЯМЫЕ	ӨЗАРА ПЕРПЕНДИКУЛЯР ТУЗУЛЕР
ВЗАИМНОЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЕ	ӨЗАРА ҚИЫЛЫСУ
ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ	ӨЗАРА АУЫСТЫРЫМДЫЛЫҚ
ВЗАИМНО-ОДНОЗНАЧНОЕ	ӨЗАРА БІРМӘНДІК
СООТВЕТСТВИЕ	СӘЙКЕСТІК
ВМЯТИНА	ЖАНШЫҚ
ВОГНУТОСТЬ	ОЙЫСТЫҚ
ВОЗВРАТ	ҚАЙТАРУ
ВОЗДУХОВОД	АУААРНА
ВОРОТОК	АЙНАЛТУТҚА
ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ	ҚАЙТА ӨНДІРУ; ЖАҢҒЫRTU
ВПАДИНА (ТЕХ.)	ОЙЫМ
ВПАДИНА МЕЖДУ ЗУБЬЯМИ	ТІСАРАЛЫҚ ОЙЫМ
ВПАДИНА ПРОФИЛЯ	ПІШІН ОЙЫМЫ (КЕДІР- БҰДЫРЛЫҚ)
(ШЕРОХОВАТОСТЬ)	БҰРІККІШ
ВПРЫСКИВАТЕЛЬ	АЙНАЛУ
ВРАЩЕНИЕ	НҮКТЕДЕН АЙНАЛУ
ВРАЩЕНИЕ ВОКРУГ ТОЧКИ	КІРЕКЕСУ
ВРЕЗАНИЕ	БАҒЫТТАУШЫ ТӨЛКЕ
ВТУЛКА НАПРАВЛЯЮЩАЯ	ӨТПЕЛІ ТӨЛКЕ
ВТУЛКА ПЕРЕХОДНАЯ	МОЙЫНТІРЕКТІК ТӨЛКЕ
ВТУЛКА ПОДШИПНИКОВАЯ	БҰРАП ШЫҒАРУ
ВЫВИНЧИВАНИЕ	ОЙЫҚША; ҚУЫС
ВЫЕМКА (МАШ.)	СЫЗБАНЫҢ ЖЕКЕ ЭЛЕМЕНТІ
ВЫНОСНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ЧЕРТЕЖА	ТҮЗЕТУ
ВЫПРЯМЛЕНИЕ	ДӨҢЕСТІК
ВЫПУКЛОСТЬ	ТҮЗЕТУ; ТЕҢЕСТІРУ; ТЕГІСТЕУ
ВЫРАВНИВАНИЕ	ЖАБЫҚ ОЙЫҚ
ВЫРЕЗ ГЛУХОЙ	ҚИҒАШ КЕСУ
ВЫРЕЗАНИЕ КОСОЕ	ЖЕРГІЛІКТІ ТІЛІК
ВЫРЫВ	

БЫСАДКА ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ВЫСЕЧКА ВЫСОТА ВЫСТУПА ЗУБА ВЫСОТА ГОЛОВКИ ЗУБА ВЫСОТА ЗУБА ВЫСОТА НЕРОВНОСТЕЙ ПРОФИЛЯ ВЫСТУП ВЫСТУП ШПОНКИ ВЫТОЧКА КОЛЬЦЕВАЯ ВПИСАННАЯ ЛОМАНАЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ ПЛОСКОСТЬ ВЫПРЯМЛЕНИЕ КРИВОЙ ВЫРАЖАЮЩЕЕСЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ	АЛДЫН АЛА БӨЛІГІН ШӨГУ КЕНЕРУ; КЕНЕРМЕ ТІС ДЕНЕСІНІҢ БИІКТІГІ ТІС БАСЫНЫҢ БИІКТІГІ ТІС БИІКТІГІ ПШІН ТЕГІССІЗДІГІНІҢ БИІКТІГІ ШЫҒЫҢҚЫЛЫҚ КІЛТЕК ШЫҒЫҢҚЫСЫ БАЛДАҚТЫ БУНАУ ШТЕЙ СЫЗЫЛҒАН СЫНЫҚ КӨМЕКШІ ЖАЗЫҚТЫҚ ҚИСЫҚТЫ ТҮЗУЛЕУ АЗҒЫНДАЙТЫН ТҮРЛЕНДІРУ
Г	
ГАБАРИТ ГАЗОХОД ГАЙКА ГАЙКА БАРАШКОВАЯ ГАЙКА КОЛПАЧКОВАЯ ГАЙКА КОРОНЧАТАЯ ГАЙКА НАКИДНАЯ ГАЙКА САМОКОНТРЯЩАЯСЯ ГАЙКА СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ГАЙКА СТОПОРНАЯ ГАЙКА СТЯЖНАЯ ГАЙКА УСТАНОВОЧНАЯ ГАЙКА ХОДОВАЯ ГАЙКА ШЕСТИГРАННАЯ ГАЙКА ШЛИЦЕВАЯ ГАЙКОВЕРТ ГАЛТЕЛЬ ГЕЛИКОИД КОСОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МЕСТО ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ТЕЛО ГЕРМЕТИЗАЦИЯ ГИБКА ГИПЕРБОЛИЧЕСКИЙ ПАРАБОЛОИД ГИПЕРБОЛОИД ОДНОПОЛЫЙ ГИПЕРПЛОСКОСТЬ ГИПЕРПОВЕРХНОСТЬ ГЛАВНАЯ ДИОГОНАЛЬ ГЛАВНАЯ НОРМАЛЬ ГЛАВНЫЙ ВИД ГОЛОВКА ВИНТА ГОЛОВКА (АГРЕГАТОВ, УЗЛОВ) ГОЛОВКА ЗАКЛЕПКИ	ГАБАРИТ ГАЗАРНА СОМЫН ҚҰЛАҚТЫ СОМЫН ҚАЛПАҚШАЛЫ СОМЫН ТӘЖДІ СОМЫН ЖАМЫЛҒЫ СОМЫН ӨЗДІГІНЕН НЫҒАЙТЫЛАТЫН СОМЫН ЖАЛҒАСТЫРҒЫШ СОМЫН БӨГЕТКІШ СОМЫН ТАРТПАЛЫ СОМЫН ОРНАТЫЛМА СОМЫНЫ ЖҮРІСТІ СОМЫН АЛТЫДЖАҚТЫ СОМЫН ОЙМАКІЛТЕКТІ СОМЫН СОМЫНБҰРАҒЫШ ОЙЫҢ ҚИҒАШ ГЕЛИКОИД ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ СЫЗЫҚ ГЕОМЕТРИЯЛЫҚ ОРЫН ГЕОМЕТРИЯЛЫҚ ДЕНЕ ҚЫМТАУ ИЮ ГИПЕРБОЛАЛЫҚ ПАРАБОЛОИД БІР ҚҰЫСТЫ ГИПЕРБОЛОИД ГИПЕРЖАЗЫҚТЫҚ ГИПЕРБЕТ БАС ДИАГОНАЛЬ БАС НОРМАЛЬ БАСТЫ КӨРІНІС БҰРАМА БАСЫ БАСТИЕК ТОЙТАРМА БАСТИЕГІ

ГОМОТЕТИЯ ГОРЛОВАЯЛИНИЯ ГРАНЬ	ГОМОТЕТИЯ (ҰҚСАСТЫҚ) ЖҰТҚЫНШАҚТЫҚ СЫЗЫҚ ЖАҚ
Д	
ДВИГАТЕЛЬ ДВИЖЕНИЕ ВОЗВРАТНО-ПОСТУПА- ТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ ВРАЩАТЕЛЬНОЕ ДВУГРАННЫЙ УГОЛ ДВУМЕРНОЕ ПРОСТРАНСТВО ДВУПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ МНОЖЕСТВО ТОЧЕК ДВУТАВР ДЕЙСТВИТЕЛЬНАЯ ВЕЛИЧИНА ДЕКАРТОВЫЕ КООРДИНАТЫ ДЕТАЛИРОВАНИЕ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛЬ ДЕФЕКТ ОТЛИВКИ ДИАМЕТР ДЕЛИТЕЛЬНЫЙ ДИАПАЗОН ДИСКРЕТНОЕ КОЛИЧЕСТВО ДИСК ДЛИНА БАЗОВАЯ ДЛИНА ПРОФИЛЯ ДНИЩЕ ДОВОДКА ДОКУМЕНТАЦИЯ КОНСТРУКТОРСКАЯ ДОЛБЯК (ЗУБОРЕЗНЫЙ) ДОПУСК ДОПУСК ПОСАДКИ ДОПУСК ПРОФИЛЯ ДОПУСК ПРЯМОЛИНЕЙНОСТИ ДОПУСК СИММЕТРИЧНОСТИ ДОПУСК СООСНОСТИ ДОПУСК ФОРМЫ ДОПУСК ЦИЛИНДРИЧНОСТИ ДОСКА ЧЕРТЕЖНАЯ ДЮЙМ	ҚОЗҒАЛТҚЫШ ҚАЙТЫМДЫ - ІЛГЕРІЛЕМЕЛІ ҚОЗҒАЛЫС АЙНАЛМАЛЫ ҚОЗҒАЛЫС ЕКІЖАҚТЫ БҰРЫШ ЕКІӨЛШЕМДІ КЕҢІСТІК НҮҚТЕЛЕРДІҢ ЕКІ ПАРАМЕТРЛІ ЖИЫНЫ ҚОСТАВР НАҚТЫШАМА ДЕКАРТ КООРДИНАТАЛАРЫ СЫЗБАНЫ БӨЛШЕКТЕУ ТЕТІКБӨЛШЕК ҚҰЙМА АҚАУЫ БӨЛГІШ ДИАМЕТР АУҚЫМ ДИСКРЕТТІК САН ДЕЛЕГЕЙ ОРНЫҚТЫҢ ҰЗЫНДЫҒЫ ПІШІН ҰЗЫНДЫҒЫ АСТЫ; ТҮБІ БАБЫНА ЖЕТКІЗУ КОНСТРУТОРЛЫҚ ҚҰЖАТТАМА ТІСКАШАУЫШ ШАҚТАМА ҚОНДЫРУ ШАҚТАМАСЫ ПІШІННІҢ ШАҚТАМАСЫ ТҮЗУСЫЗЫҚТЫЛЫҚ ШАҚТАМА СИММЕТРИЯЛЫҚ ШАҚТАМА БІРӨСЬТІЛІК ШАҚТАМА СЫРТТІШІН ШАҚТАМАСЫ ЦИЛИНДІРЛІК ШАҚТАМА СЫЗБА ТАҚТАСЫ ДЮЙМ
Е	
ЕВКЛИДОВО ПРОСТРАНСТВО ЕДИНИЦА СБОРОЧНАЯ ЕДИНИЧНЫЙ ОТРЕЗОК ЕДИНАЯ СИСТЕМА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ (ЕСКД)	ЕВКЛИД КЕҢІСТІГІ ҚҰРАСТЫРУ БІРЛІГІ БІРЛІК КЕСІНДІ КОНСТРУКТОРЛЫҚ ҚҰЖАТТАРДЫҢ БІРЫҢҒАЙ ЖҮЙЕСІ (КҚБЖ)
Ж	
ЖЕСТКОСТЬ ЖИЛОЙ ДОМ ЖЕЛОБ	ҚАТАҢДЫҚ ТҮРҒЫН ҮЙ НАУАША

ЖЕСТКОСТЬ ПРУЖИНЫ	СЕРІППЕНІҢ ҚАТАҢДЫҒЫ
З	
ЗАВИНЧИВАНИЕ	БҰРАУ
ЗАВИСИМОСТЬ	ТӘУЕЛДІЛІК, БАЙЛАНЫСТЫЛЫҚ
ЗАВИСИМАЯ ПЕРЕМЕННАЯ	ТӘУЕЛДІ АЙНЫМАЛЫ
ЗАГИБАНИЕ	БҮГУ
ЗАГОТОВКА	ДАЙЫНДАМА
ЗАДВИЖКА	ЫСЫРМА
ЗАЖИМ	ҚЫСҚЫШ
АЗОР	Саңылау
АЗОР БОКОВОЙ	БҮЙІРЛІК Саңылау
АЗОР ДИАМЕТРАЛЬНЫЙ	Диаметрлік Саңылау
АЗОР ДОПУСТИМЫЙ	Рауалы Саңылау
ЗАКЛЕПКА	Мық (ТОЙТАРМА ШЕГЕ)
ЗАКЛЕПЫВАНИЕ	ТОЙТАРУ
ЗАКЛИНИВАНИЕ	СЫНАЛАНУ
ЗАКОН ПРЕОБРАЗОВАНИЯ	ТҮРЛЕНДІРУ ЗАҢЫ
ЗАКОН СИММЕТРИИ	СИММЕТРИЯ ЗАҢЫ
ЗАКРЕПЛЕНИЕ	БЕКІТУ
ЗАКРУГЛЕНИЕ	ЖҰМЫРЛАУ; ЖҰМЫРЛЫҚ
ЗАЛИВКА ФОРМ	ҚАЛЫПҚА ҚҰЮ
ЗАМКНУТАЯ КРИВАЯ	ТҰЙЫҚ ҚИСЫҚ
ЗАМКНУТАЯ ЛОМАНАЯ	ТҰЙЫҚ (ТҰЙЫҚТАЛҒАН) СЫНЫҚ
ЗАОСТРЕНИЕ	ҮШКІРЛЕУ; СҮЙІРЛЕУ
ЗАСЛОНКА	ЖАПҚЫШ; ҚАЛҚАНША
ЗАСЫПКА	ТОЛТЫРУ
ЗАТВОР	БЕКІТПЕ
ЗАТОЧКА	ҚАЙРАУ; ШАРЫҚТАУ
ЗАХВАТ	ҚАРПЫҒЫШ
ЗАХОД РЕЗЬБЫ	БҰРАНДА КІРМЕСІ
ЗАХОД ВИНТА	БҰРАМА КІРМЕСІ
ЗАЦЕПЛЕНИЕ	ІЛІНІС
ЗВЕЗДОЧКА	ЖҰЛДЫЗША
ЗВЕНО	БУЫН
ЗДАНИЕ	ҮЙ, ҒИМАРАТ
ЗМЕЕВИК	ИРЕК ТҮТІК
ЗНАК	ТАҢБА
ЗАЛОТНИК	РЕТТЫҒЫН
ЗУБ РЕЖУЩИЙ	КЕСУШІ ТІС
ЗУБ ШЕВРОННЫЙ	ШЫРША ТІС
ЗУБИЛО	ҚАШАУ
И	
ИЗГИБ	ИЮ; ІЛІС
ИЗГИБАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ	БЕТТІҢ ИЛУІ, МАЙЫСУЫ
ИНТЕРПОЛИРОВАНИЕ	ИНТЕРПОЛЯЦИЯЛАУ
ИНТЕРПРЕТАЦИЯ	ИНТЕРПРЕТАЦИЯ (МАҒЫНА БЕРУ)
ИСКАЖЕНИЕ	БҰРМАЛАУ, БҰРМАЛАНУ
ИСКАЖЕНИЕ ФОРМЫ	ФОРМАНЫҢ БҰЗЫЛУЫ
ИСКАЖЕНИЕ ВЕЛИЧИНА	ІЗДЕЛІНДІ ШАМА

ИСТИННОЕ ЗНАЧЕНИЕ ИСХОДНАЯ ТОЧКА ИЗГОТОВЛЕНИЕ ИЗДЕЛИЕ ИЗМЕРИМОСТЬ ИЗОБРАЖЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ГЛАВНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ УСЛОВНОЕ ИЗНОС ИЗОЛИРОВАННАЯ ТОЧКА ИЗОМЕТРИЯ ИЗОМЕТРИЯ ПРЯМОУГОЛЬНАЯ ИЗЛОЖНИЦА ИНДЕКС ПРУЖИНЫ	ШЫН МӘН БАСТАПҚЫ НҮКТЕ ДАЙЫНДАУ БҰЙЫМ ӨЛШЕМДІЛІК КЕСКІН, БЕЙНЕ БАС КЕСКІН НАҚТЫ КЕСКІН ШАРТТЫ КЕСКІН ТОЗУ ОҢАШАЛАНҒАН НҮКТЕ ИЗОМЕТРИЯ ТІК БҰРЫШТЫ ИЗОМЕТРИЯ ҚАЛЫП СЕРІППЕ ИНДЕКСІ
К	
КАНАВКА КАНАЛОВАЯ ПОВЕРХНОСТЬ КАРКАС КАРНИЗ КАСАНИЕ КРИВЫХ КАСАТЕЛЬНАЯ ВНЕШНЯЯ КАСАТЕЛЬНАЯ ВНУТРЕННЯЯ КАСАТЕЛЬНАЯ ГЛАВНАЯ КАСАТЕЛЬНАЯ ПЛОСКОСТЬ КЕРНЕР КЛАПАН КЛЕТКА ЛЕСТНИЧНАЯ КЛИН КОД КОЖУХ КОЛОВОРОТ КОЛОННА КОЛЕСНАЯ ПАРА КОЛПАЧЕК КОЛЕСО ВЕДУЩЕЕ КОЛЕСО КОСОЗУБОЕ КОЛЛИНЕАРНОЕ СООТВЕТСВИЕ КОЛЬЦО КОНИЧЕСКОЕ СЕЧЕНИЕ КОНТУР КОНУС КРУГОВОЙ ПРЯМОЙ КОНУС УСЕЧЕННЫЙ КОНЦЕНТРИЧЕСКИЕ ОКРУЖНОСТИ КОНТРГАЙКА КОНСТРУКЦИЯ	ЖЫРАШЫҚ КАНАЛДЫҚ БЕТ ҚАҢҚА КАРНИЗ (ҮЙ ҚАБЫРҒАСЫНЫҢ, ДУАЛДЫҢ, ТЕРЕЗЕНІҢ СЫРТ ЕРНЕУІ) ҚИСЫҚТАРДЫҢ ЖАНАСУЫ СЫРТҚЫ ЖАНАМА ІШКІ ЖАНАМА БАС ЖАНАМА ЖАНАМА ЖАЗЫҚТЫҚ БӘДІЗ ҚАҚПАҚ; ЖАПҚЫШ БАСҚЫШ ШАБАҒЫ СЫНА КОД (ШАРТТЫ ТАҢБАЛАРДЫҢ СИМВОЛДАР ДЫҢ НЕМЕСЕ СИГНАЛДАРДЫҢ ЖҮЙЕСІ) ҚОРАП, ҚАП ҚОЛБҰРҒЫ, БӘРБІ КОЛОННА, БАҒАНА ҚОС ДОҢҒАЛАҚ БҮРКЕНШІК ҚАҚПАҚ ЖЕТЕКШІ ДӨҢГЕЛЕК ҚИҒАШТІСТІ ДОҢҒАЛАҚ КОЛЛИНЕАР СӘЙКЕСТІК САҚИНА КОНУСТЫҚ ҚИМА КОНТУР (НҰСҚА, ПІШІН) ДӨҢГЕЛЕК ТІК КОНУС ҚИЫҚ КОНУС КОНЦЕНТРЛІ (ЦЕНТРЛЕС) ШЕҢБЕРЛЕР КІДІРТПЕ СОМЫН КОНСТРУКЦИЯ, ҚҰРЫЛҒЫ, ҚҰ-

КОНЕК КОНЕЧНОЕ КОНИЧЕСКАЯ ПОВЕРХНОСТЬ КООРДИНАТА ТОЧКИ КООРДИНАТНАЯ ОСЬ КООРДИНАТЫ ДЕКАРТОВЫ КОРПУС КОРОМЫСЛО КОСАЯ ЛИНЕЙЧАТАЯ ПОВЕРХНОСТЬ КОСОЙ УГОЛ КОЭФФИЦИЕНТ ИСКАЖЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТ ПОДОБИЯ КРАН ТРУБОПРОВОДНЫЙ КРАТЧАЙШЕЕ РАССТОЯНИЕ КРЕПЕЖНЫЕ ДЕТАЛИ КРЕСТОВИНА КРИВИЗНА КРИВАЯ ОГИБАЕМАЯ КРИВАЯ ОГИБАЮЩАЯ КРИВАЯ ПЛОСКАЯ КРОМКА КРОНШТЕЙН КРОНЦИРКУЛЬ КРУГ КРЫША КРУПНОБЛОЧНЫЕ КОНСТРУКЦИИ КРУПНОПАНЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ КУЛАЧОК КУПОЛ	РЫЛМА АТША (ҮЙ ШАТЫРЫНЫҢ) ӘШЕ-КЕЙІ ШЕКТЕУЛІ КОНУСТЫҚ БЕТ НҮКТЕНІҢ КООРДИНАТАСЫ КООРДИНАТАЛЫҚ ОСЬ ДЕКАРТ КООРДИНАТАЛАРЫ КОРПУС; ТҰРЫҚ КҮЙЕНТЕ ТҮЗУ СЫЗЫҚТЫҚ ҚИҒАШ БЕТ ҚИҒАШ БҰРЫШ БҰРМАЛАУ КОЭФФИЦИЕНТІ ҰҚСАСТЫҚ КОЭФФИЦИЕНТІ ҚҰБЫРЖОЛДЫҚ ШҮМЕК ЕҢ ҚЫСҚА ҚАШЫҚТЫҚ БЕКІТУ ТЕТІКБӨЛШЕКТЕРІ АЙҚАСТЫРМА, КРЕСТ ҚИСЫҚТЫҚ ИЛУШІ ҚИСЫҚ ИЮШІ ҚИСЫҚ ЖАЗЫҚ ҚИСЫҚ ЖИЕК; ЕРНЕУ ТАЯНЫШ ӨЛШЕУШІ ШЕҢБЕРСЫЗАР ҮЙДІҢ ТӨБЕСІ, ШАТЫР ІРІ БЛОКТЫ КОНСТРУКЦИЯЛАР ІРІ ПАНЕЛЬДІ КОНСТРУКЦИЯЛАР ЖҰДЫРЫҚША КҮМБЕЗ
Л	
ЛАПА ЛАПКА ЛЕНТА ЛЕСТНИЦА ЛЕСТНИЧНАЯ ПЛОЩАДКА ЛИНЕЙНАЯ ЕДИНИЦА ЛИНЕЙНАЯ КОНГРУЭНЦИЯ ЛИНЕЙЧАТАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ЛИНИЯ ВЫНОСНАЯ ЛИНИИ ВЗАИМНО-ПЕРПЕНДИКУЛЯРНЫЕ ЛИНИИ СКРЕЩИВАЮЩИЕСЯ ЛИНИЯ ВИНТОВАЯ ЛИНИЯ ОБРЫВА ЛИНИЯ ВЕРТИКАЛЬНАЯ ЛИНИЯ ЛОМАННАЯ	ТАБАН ТАБАҢША ТАСПА БАСҚЫШ, САТЫ БАСПАЛДАҚ АРАСЫ СЫЗЫҚТЫҚ БІРЛІК СЫЗЫҚТЫҚ КОНГРУЭНЦИЯ ТУЗУ СЫЗЫҚТЫҚ БЕТ ШЫҒАРУ СЫЗЫҒЫ ӨЗАРА ПЕРПЕНДИКУЛЯР СЫЗЫҚТАР АЙҚАС СЫЗЫҚТАР ВИНТТІК СЫЗЫҚ ҮЗІК СЫЗЫҒЫ ТІК СЫЗЫҚ СЫНЫҚ СЫЗЫҚ

ЛИНИЯ НАКЛОННАЯ ЛИНИЯ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПЛОСКО- СТЕЙ ЛЫСКА ЛУЧ ПРОЕЦИРУЮЩИЙ ЛИНИЯ СВЯЗИ ЛИНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ ЛИНИЯ УРОВНЯ ЛИНИЯ ПЕРЕХОДА ЛИНИЯ НЕВИДИМАЯ ЛИНИЯ ПЛОСКАЯ ЛИНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ЛИНИЯ ПРОЕЦИРУЮЩАЯ ЛИНИЯ СЕЧЕНИЯ	КӨЛБЕУ СЫЗЫҚ ЖАЗЫҚТЫҚТАРДЫҢ ҚИЫЛЫСУ СЫЗЫҒЫ ҚАСҚАЛ ПРОЕКЦИЯЛАУШЫ (КЕСКІНДЕУШІ) СӘУЛЕ БАЙЛАНЫС СЫЗЫҒЫ ГОРИЗОНТАЛЬ СЫЗЫҚ ДЕҢГЕЙЛІК СЫЗЫҚ АУЫСУ СЫЗЫҒЫ КӨРІНБЕЙТІН СЫЗЫҚ ЖАЗЫҚ СЫЗЫҚ КЕҢІСТІК СЫЗЫҚ ПРОЕКЦИЯЛАУШЫ СЫЗЫҚ ҚИЮ СЫЗЫҒЫ
М	
МАКЕТ МАРКИРОВКА МАНЖЕТА МАЛАЯ ОСЬ МАСЛЕНКА МАСШТАБ МАТРИЦА МАХОВИК МАХОВИЧОК (КРУГЛАЯ РУКОЯТКА) МАШИНА МАШИНОСТРОЕНИЕ МЕДЬ МЕРА МЕТРИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ МЕТРИЧЕСКАЯ РЕЗЬБА МЕТЧИК МИКРОНЕРОВНОСТЬ МИНИМАЛЬНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ МНИМАЯ ТОЧКА МНОГОМЕРНЫЕ МНОГООБРАЗИЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МОНТАЖ МУФТА	МАКЕТ; ҮЛГІ ТАҢБА МАНЖЕТА (ТЫҒЫНДАМА) КІШІ ОСЬ МАЙСАУЫТ МАСШТАБ ҰЯҚАЛЫП ТЕГЕРШІК ДӨҢГЕЛЕК ТҮТҚА МАШИНА МАШИНА ЖАСАУ МЫС ӨЛШЕМ; МӨЛШЕР МЕТРИКАЛЫҚ ЕСЕПТЕР МЕТРИКАЛЫҚ БҰРАНДА БҰРАНДАОЙҒЫШ МИКРОТЕГІССІЗДІК МИНИМАЛДЫ БЕТ ЖОРАМАЛ НҮКТЕ КӨПӨЛШЕМДІ ӘРТҮРЛІЛІК МОДЕЛЬДЕУ (МОДЕЛІН ЖАСАУ) ЖИНАҚТАУ ЖАЛҒАСТЫРҒЫШ
Н	
НАБИВКА НАДРЕЗ НАГЛЯДНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ НАИМЕНОВАНИЕ НАКАТКА НАКЛОН НАКЛОННАЯ ПЛОСКОСТЬ	БІТЕМЕ (ТЫҒЫЗДАМА) КЕРТІК КӨРНЕКІ КЕСКІН АТЫ; АТАУ БҮРЛЕУ КӨЛБЕУЛІК КӨЛБЕУ ЖАЗЫҚТЫҚ

НАПРАВЛЕНИЕ НАПРАВЛЯЮЩАЯ ПЛОСКОСТЬ НАРЕЗАНИЕ (ВИНТА, РЕЗЬБЫ) НАСЕЧКА НАСОС НАТУРАЛЬНАЯ ВЕЛИЧИНА НАТЯГ НАЧАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ НАХЛЕСТ НЕДОВОД РЕЗЬБЫ НЕДЕРЕЗ РЕЗЬБЫ НЕЗАВИСИМЫЕ ПАРАМЕТРЫ НЕКРУГЛОСТЬ НЕПАРАЛЛЕЛЬНОСТЬ НЕПЕРЕСЕКАЮЩИЕСЯ ПРЯМЫЕ НЕПРЕРЫВНОСТЬ НЕРАВНОМЕРНОСТЬ НИТКА РЕЗЬБЫ НОРМАЛЬ КРИВОЙ НОМИНАЛНЫЕ	БАҒЫТ БАҒЫТТАУШЫ ЖАЗЫҚТЫҚ ҚИЮ; ОЮ (БҰРАНДАНЫ, БҰРАМАНЫ) БЕДЕР; КЕРТПЕ СОРҒЫШ НАҚТЫ ШАМА ҚЫНАҚ БАСТАПҚЫ ШАРТТАР АЙҚАСАЛЫН БҰРАНДАНЫҢ ТОЛЫҚ ОЙЫЛМАУЫ БҰРАНДАНЫҢ ШАЛА ОЙЫМЫ ТӘУЕЛСІЗ ПАРАМЕТРЛЕР ДӨҢГЕЛЕК ЕМЕСТІК ПАРАЛЕЛЬ ЕМЕСТІК ҚИЫЛЫСПАЙТЫН ТҮЗУЛЕР ҮЗДІКСІЗ БІРҚАЛЫПТЫ ЕМЕСТІК БҰРАНДА ОРАМЫ ҚИСЫҚҚА ЖҮРГІЗІЛГЕН НОРМАЛЬ НАҚТЫЛЫ
О	
ОБОРУДОВАНИЕ ОБОЛОЧКА ПОВЕРХНОСТИ ОБРАЗУЮЩАЯ ОБРАЗУЮЩИЕ ПОВЕРХНОСТИ ОБРАТИМОСТЬ ОБРАТНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ОВАЛ ОВАЛЬНОСТЬ ОГИБАНИЕ ОДНОЗНАЧНОСТЬ ОДНОИМЕННАЯ ПРОЕКЦИЯ ОДНОПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ СЕМЕЙ- СТВО ОКРУГЛЕНИЕ ОПАЛУБКА ОПИСАНИЕ ОПОРА ОПОРНАЯ ТОЧКА ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ ПОВЕРХНОСТИ ОРИГИНАЛ ОРТОГОНАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ ОРТОГОНАЛЬНАЯ СЕТЬ ОСЕВОЕ СЕЧЕНИЕ ОСНАСТКА ОСЬ	ЖАБДЫҚ БЕТ ҚАБЫҚШАСЫ ЖАСАУШЫ БЕТТІҢ ЖАСАУШЫЛАРЫ ҚАЙТЫМДЫЛЫҚ КЕРІ ТҮРЛЕНДІРУ СОНАҚША СОПАҚТЫҚ ОРАП ӨТУ БІР МАҒЫНАЛЫҚ АТТАС ПРОЕКЦИЯ БІР ПАРАМЕТРЛІ ҮЙІР ДӨҢГЕЛЕКТЕУ ҚАЛЫП СИПАТТАУ ТІРЕК ТІРЕКТІК НҮКТЕ АНЫҚТАУЫШ БЕТТІҢ АНЫҚТАУЫШЫ ТӨЛНҮСҚА ОРТОГОНАЛЬ ПРОЕКЦИЯ ОРТОГОНАЛЬ ТОР ОСЬТІК ҚИМА ӘБЗЕЛ; ЖАБДЫҚ ОСЬ

ОСНОВАНИЕ ОСНОВНОЕ СВОЙСТВО ОСОБАЯ ТОЧКА ОСТАТОК ОТВЕРТКА ОТВЕРСТИЕ ОТГИБАНИЕ ОТКЛОНЕНИЕ ОТКОС ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ ОТНОСИТЕЛЬНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ОТОБРАЖЕНИЕ ОТРЕЗОК	ТАБАН (НЕГІЗ) НЕГІЗГІ ҚАСИЕТ ЕРЕКШЕ НҮКТЕ ҚАЛДЫҚ БҰРАУЫПШ ТЕСІК, ҚҰЫС ҚАЙЫРУ АУЫТҚУ ҚҰЛАМА; ЕҢІС САЛЫСТЫРМАЛЫЛЫҚ САЛЫСТЫРМАЛЫ ОРЫН КЕСКІН (БЕЙНЕ) КЕСІНДІ
П	
ПЕРЕСЕКАЮЩИЕСЯ ЛИНИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВА ПЕРЕКРЫТИЕ ПЕРЕПЛЕТ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ОБРАЗУЮЩЕЙ ПЕРЕДАЧА ПЕРЕМЫЧКА ПЕРЕНОС ПЕРЕПЛЕТ ОКОННЫЙ ПИРАМИДА УСЕЧЕННАЯ ПЛАН ПЛОСКАЯ ФИГУРА ПЛОСКОСТЬ ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ ПЛОСКОСТЬ ПРОЕКЦИЙ ПЛОСКОСТЬ СЕЧЕНИЯ ПЛОСКОСТЬ ЧЕРТЕЖА ПОВЕРХНОСТЬ ВРАЩЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЬ КОЛЬЦЕОБРАЗНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ КРИВОЛИНЕЙНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ЛИНЕЙЧАТАЯ РАЗ- ВЕРТЫВАЮЩАЯСЯ ПОВЕРХНОСТЬ ПИРАМИДАЛЬНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ МНОГОГРАННАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ПРИЗМАТИЧЕСКАЯ ПОВЕРХНОСТЬ СФЕРИЧЕСКАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ ПОВОРОТ ОСЕЙ ПОГРЕШНОСТЬ ПОДМНОЖЕСТВО ПОДОБИЕ ПОДСТАВКА ПОЗИЦИЯ	ҚИЫЛЫСУШЫ СЫЗЫҚТАР ҚИЫЛЫСУ ПЕРСПЕКТИВА (СӘУЛЕТТІ КӨ- РІНІС) АРАЖАБЫН ЖАҚТАУ (ТЕРЕЗЕ ЖАҚТАУЫ) ЖАСАУШЫНЫҢ ОРЫН АУЫС- ТЫРУЫ БЕРІЛІС ТОСҚАУЫЛ КӨШІРУ ТЕРЕЗЕ ЖАҚТАУЫ ҚЫИҚ ПИРАМИДА ПЛАН (НҰСҚА, СЫЗБА) ЖАЗЫҚ ФИГУРА ГОРИЗОНТАЛЬ ЖАЗЫҚТЫҚ ПРОЕКЦИЯЛАР ЖАЗЫҚТЫҒЫ ҚИМА ЖАЗЫҚТЫҒЫ СЫЗБА ЖАЗЫҚТЫҒЫ АЙНАЛУ БЕТІ САҚИНА ТӘРІЗДІ БЕТ (ТОР) ҚИСЫҚ СЫЗЫҚТЫҚ БЕТ ЖАЗЫЛМАЛЫ ТУЗУ СЫЗЫҚТЫ БЕТ ПИРАМИДАЛЫҚ БЕТ КӨПЖАҚТЫ БЕТ ПРИЗМАЛЫҚ БЕТ СФЕРА БЕТІ ЦИЛИНДРЛІК БЕТ ОСЬТЕРДІ БҰРУ ҚАТЕЛІК ІШКІ ЖИЫН ҰҚСАСТЫҚ ТҰҒЫРЫҚ ПОЗИЦИЯ

ПОСАДКА ПОЛЫЙ ПОТАЙ ПОРЯДОК ПОРЯДОК КРИВОЙ ПРИЛЕГАЮЩИЙ УГОЛ ПРОГРАММИРОВАНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОЕКТИВНАЯ ГЕОМЕТРИЯ ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ ПРОИЗВОЛЬНАЯ ВЕЛИЧИНА ПРОПОРЦИОНАЛЬНОЕ ДЕЛЕНИЕ ПРЯМОУГОЛЬНИК ПРОСТРАНСТВО ПРОСТОЙ РАЗРЕЗ ПРОЧНОСТЬ ПУЧОК ПУЧОК ПЛОСКОСТЕЙ ПУЧОК ПРЯМЫХ	ҚОНДЫРУ ҚУЫС ШҰҢҒЫМА РЕТ ҚИСЫҚ РЕТІ ЖАПСАРЛАС БҰРЫШ ПРОГРАММАЛАУ ЖОБАЛАУ ПРОЕКТИВТІК ГЕОМЕТРИЯ ПРОЕКЦИЯЛЫҚ СЫЗУ КЕЗ КЕЛГЕН ШАМА ПРОПОРЦИОНАЛ БӨЛУ ТІК ТӨРТБҰРЫШ КЕҢІСТІК ҚАРАПАЙЫМ ТІЛІК БЕРІКТІЛІК ШОҚ ЖАЗЫҚТАР ШОҒЫ ТҮЗУЛЕР ШОҒЫ
Р	
РАВНОБЕДРЕННЫЕ РАЗВЕРТКА РАЗВЕРТЫВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ РАЗРЕЗ РАСШИРЕНИЕ РЕБРО РЕБРО ВОЗВРАТА РЕБРО МНОГОГРАННИКА РЕЗЬБА РЕЙКА ЗУБЧАТАЯ РЕЛЬЕФНОСТЬ РЕМЕНЬ РЕШЕТКА РИФЛЕНИЕ РОЛИК РЫМБОЛТ РЫЧАГ	ТЕҢ БҰЙЫРЛІ ЖАЗБА БЕТТЕРДІ ЖАЮ ТІЛІК КЕҢЕЙТУ ҚЫР ҚАЙТАРМА ҚЫР КӨПЖАҚ ҚЫРЫ БҰРАНДА ТІСТІ ТӨРТКІЛДЕШ БЕДЕРЛІЛІК БЕЛДІК ТОРКӨЗ БҰДЫРЛАУ АУНАҚША ІЛМЕК БҰРАНДАМА ИНТИРЕК
С	
СБЕГ РЕЗЬБЫ СБОРКА СВАРКА СВАРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ СВАЯ СВЕРЛО СВИНЧИВАНИЕ СВОЙСТВО СВЯЗКА ПЛОСКОСТЕЙ СЕДЛОВИНА СЕКУЩАЯ	БҰРАНДАНЫҢ ЖҮГІРМЕ БӨЛІГІ ҚҰРАСТЫРУ ПІСІРУ ПІСІРІЛГЕН КОНСТРУКЦИЯЛАР ҚАДА БҰРҒЫ БҰРАП ШЫҒАРУ ҚАСИЕТ ЖАЗЫҚТЫҚТАР БАЙЛАМЫ ЕРШІК ҚИЮШЫ

СЕМЕЙСТВО КРИВЫХ СЛЕД СЛОЙ СМЕЖНЫЙ УГОЛ СОБСТВЕННАЯ ТОЧКА СОВМЕСТИМОСТЬ СОВМЕЩЕНИЕ СОВОКУПНОСТЬ СОВПАДЕНИЕ СОИЗМЕРИМЫЙ СООСНОСТЬ СООТВЕТСВИЕ СОПРИКАСАНИЕ СОПРЯЖЕНИЕ СОПРЯЖЕННАЯ ЛИНИЯ СОСТАВНОЙ СПАЙ (СПАЙКА) СПОСОБ СПРЯМЛЕНИЕ СПЕЦИФИКАЦИЯ СПИРАЛЬ СРЕЗ СРЕЗ КОСОЙ СТАЛЬ СТАНОК СТЕРЖЕНЬ СТРОИТЕЛЬСТВО СТРОПИЛЬНАЯ СТРОЧНАЯ БУКВА СТЫК СТЫКОВКА СТРОГАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ СТОЙКА СТОЛБ СТОПОР СТОРОНА СТУПИЦА СТЫК СТЯГИВАНИЕ	ҚИСЫҚТАР ҮЙІРІ ІЗ ҚАБАТ ЖАПСАРЛАС БҰРЫШ МЕНШІКТІ НҮКТЕ ҮЙЛЕСІМДІЛІК ҮЙЛЕСТІРУ ЖИНАҚ ДӘЛ КЕЛУ (БЕТТЕСУ) ӨЛШЕМДЕС ОСЬТЕСТІК СӘЙКЕСТІК ӨЗАРА ЖАНАСУ ТҮЙІНДЕСУ, ЖАНАСУ ТҮЙІНДЕС СЫЗЫҚ ҚҰРАМА, ЖАЛҒАМАЛЫ ҚОСЫЛЫҚ ТӘСІЛ ТҮЗУЛЕУ СПЕЦИФИКАЦИЯ (СИПАТТІЗІМ) ШИЫРШЫҚ ҚИЫҚ; КЕСІНДІ ҚИЯ КЕСІНДЕ БОЛАТ БІЛДЕК СЫРЫҚ ҚҰРЫЛЫС ШАТЫРША КІШІ ӘРІП ЖАПСАР, ТҮЙІСПЕ ТҮЙІСТІРУ СҮРГІЛЕУ ҚҰРЫЛЫС КОНСТРУКЦИЯЛАРЫ ТІРЕУ; ТІРЕУШІ БАҒАНА ТОҚТАТҚЫШ ҚАБЫРҒА КҮПШЕК ТҮЙІС; ЖІК ТАРТА ҚЫСУ
Т ТВЕРДОСТЬ ТЕЛО ТЕЛО ВРАЩЕНИЯ ТЕНЬ ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИЙ РИСУНОК ТОЛЩИНА	ҚАТТЫЛЫҚ ДЕНЕ АЙНАЛУ ДЕНЕСІ КӨЛЕҢКЕ ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰЖАТТАР ТЕХНИКАЛЫҚ СУРЕТ ҚАЛЫҢДЫҚ, ЖУАНДЫҚ

ТОР ТОРС ТОРЕЦ ТОРЦЕВАНИЕ ТОЧКА ВОЗВРАТА ТОЧКА КАСАНИЯ ТОЧКА ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ТОЧКА ЗРЕНИЯ ТОЧНОСТЬ ТРЕНИЕ ТРЕХГРАННЫЙ УГОЛ ТРИАНГУЛЯЦИЯ ТРОЙНИК ТРУБА ТРУБНОЕ СОЕДИНЕНИЕ ТРУБОПРОВОД	ТОР (АЙНАЛУ БЕТІ) ТОРС (ТҮЗУ СЫЗЫҚТЫҚ БЕТ) ШЕТЖАҚ ШЕТЖАҚТАУ ҚАЙТАРЫМ НҮКТЕСІ ЖАНАУ НҮКТЕСІ ҚИЫЛЫСУ НҮКТЕСІ ҚАРАУ (КӨРУ) НҮКТЕСІ ДӘЛДІК ҮЙКЕЛІС ҮШЖАҚТЫ БҰРЫШ ТРИАНГУЛЯЦИЯ ҮШТАРМАҚ ҚҰБЫР ҚҰБЫРЛЫҚ ЖАЛҒАУ ҚҰБЫРЖОЛ
У	
УГОЛ ПОВОРОТА УГОЛ ОСТРЫЙ УЗЕЛ УЗЕЛ КОНСТРУКЦИИ УПЛОТНЕНИЕ УПРОЧНЕНИЕ УПРОЩЕНИЕ УПРУГОСТЬ УПОРЯДОЧЕННОСТЬ УСЛОВИЕ УСТАНОВКА УСТОЙЧИВОСТЬ УСЛОВНЫЙ ПРОХОД УСТРОЙСТВО УСТУП УКЛОН УКЛОН ЛИТЕЙНЫЙ	БҰРУ БҰРЫШЫ СҮЙІР БҰРЫШ ТҮЗІЛІМ КОНСТРУКЦИЯ ТҮЗІЛІМІ ТЫҒЫЗДАУ БЕКЕМДЕЛУ ЫҚШАМДАУ СЕРПІМДІЛІК РЕТТІЛІК ШАРТ ОРНАТУ ОРНЫҚТЫЛЫҚ ШАРТТЫ ӨТКЕЛ ҚҰРЫЛҒЫ КЕМЕР ЕҢІС; ЕҢІСТІК ҚҰЙМА ЕҢІСІ
Ф	
ФАСАД ФАСКА ФИГУРЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ФИТИНГ ФОРМА ФОРМАТ ФОРМАТ ЧЕРТЕЖНЫЙ ФРОНТАЛЬНЫЙ ФРЕЗА	ҚАСБЕТ ҚИЫҚ ЖИЕК, ФАСКА ГЕОМЕТРИЯЛЫҚ ФИГУРАЛАР ФИТИНГ ФОРМА, ПІШІЦ ТҮР, ҚАЛЫП ПІШІМ СЫЗБА ПІШІМІ ФРОНТАЛЬДЫ (ҚАРСЫ АЛДЫ) ЖОНҒЫШ
Ч	
ЧАСТНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ЧЕРВЯК ЧЕРТЕЖ ЧЕРЧЕНИЕ	ДЕРБЕС (ЕРЕКШЕ) ЖАҒДАЙ БҰРАМДЫҚ СЫЗБА СЫЗУ

ЧЕТВЕРТЬ ЧЕТЫРЕХГРАННИК ЧИСЛО ВИТКОВ ЧИСТОТА ПОВЕРХНОСТИ ЧУГУН	ШИРЕК ТӨРТЖАҚ ОРАМДАР САНЫ БЕТ ТАЗАЛЫҒЫ ШОЙЫН
Ц	
ЦЕНТР ЦЕНТР ОКРУЖНОСТИ ЦЕНТРАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ ЦЕПЬ ЦИЛИНДР ПРЯМОЙ ЦИКЛИЧЕСКАЯ КРИВАЯ ЦИРКУЛЬ ЦОКОЛЬ ЦОКОЛЬНЫЙ ЭТАЖ	ЦЕНТР ШЕҢБЕР ЦЕНТРІ ЦЕНТРЛІК ПРОЕКЦИЯ ШЫНЖЫР ТІК ЦИЛИНДР ЦИКЛДІК ҚИСЫҚ ЦИРКУЛЬ (ШЕҢБЕРСЫЗАР) ТҰҒЫР ТҰҒЫР ҚАБАТЫ
Ш	
ШАБЛОН ШАГ РЕЗЬБЫ ШАТУН ШАРНИР ШЕВРОН ШЕЙКА ШЕСТЕРНЯ ШЕСТИГРАННИК ШЕСТИУГОЛЬНИК ШЕРОХОВАТОСТЬ ШИРИНА ШИРОТА ШИФР ШЛИЦ ШОВ ШПИЛЬ ШПЛИНТ ШПОНКА ШПОНОЧНОЕ СОЕДИНЕНИЕ ШТИФТ ШТОК ШТРИХОВАНИЕ ШТРИХОВКА ШТУЦЕР ШТЫРЬ ШУРУП	ҚИМАҰЛҒІ БҰРАНДА АДЫМЫ ШАТУН ТОПСА ШЫРШАТІС МОЙЫН, МОЙЫНАҚ ТІСТЕГЕРІШ АЛТЫЖАҚ АЛТЫ БҰРЫШ КЕДІР-БҰДЫРЛЫҚ ЕН ЕНДІК ШАРТБЕЛГІ ОЙМАКІЛТЕК ЖІК КҮМБЕЗШЕ СІРГЕ КІЛТЕК КІЛТЕКТІК БІРІКТІРУ СҰҚҚЫШ СОТАШЫҚ СЫЗЫҚТАУ СЫЗЫҚШАЛАР ЖАЛҒАСТЫҚ ҚАДАЛЫҚ; ІСТІК БҰРАМАШЕГЕ

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Alan J. Kalameja. The AutoCAD 2007 Tutor for Engineering Graphics.
2. Джанабаев Ж.Ж. Инженерная компьютерная графика. Учебное пособие. – Шымкент: ЮКГУ им. М. Ауезова, 1999. – 372 с.
3. Есмұханов Ж.М. Сызба геометрия. –Алматы: «Мектеп», 1987. -168 б.
4. Ыбраев А. Инженерлік графика: Техникалық жоғары оқу орындары мамандықтарының студенттеріне арналған оқулық. – Алматы, «Білім» баспасы, 2005.-248 бет.
5. Иванов Г. С. Начертательная геометрия: учебник. –М.: ГОУ ВПО МГОЛ, 2008. -338 с.
6. Иванов Г.С. Теоретические основы начертательной геометрии. – М.: Машиностроение, 1998. -158 с.
7. Нәби Ы., Есмұхан Ж., Дүйсенов С. Машина жасау сызуы. Жалпы ред. Басқарған Ы. Нәби. –Алматы: РОНД, 2004.-208 б.
8. Нәби Ы. Сызба геометрия және инженерлік графика: Техникалық мамандар даярлайтын жоғары оқу орындары студенттеріне арналған оқулық //А., Мектеп, 2005.
9. Короев Ю. И. Начертательная геометрия. –М.: Стройиздат, 1987. -319с.
10. Королев Ю. И. Начертательная геометрия: Учебник для вузов. СПб.: Питер, 2010. 256с.: ил.
11. Қазақша-орысша, орысша-қазақша терминологиялық сөздік: Машинажасау/ жалпы реакциясын басқарған А. Қ. Құсайынов – Алматы: Республикалық мемлекеттік «Рауан» баспасы, 2000-288 бет.
12. Михайленко В. Е. и др. Инженерная и компьютерная графика (учебник на украинском языке). – Киев: Вища школа, 2001. - 350 с.
13. Чекмарев А. А. Инженерная графика: Учеб. для немаш. спец. вузов. 3-е изд. стер. М.: Высшая школа, 2000. -365 с.
14. Фролов С. А. Начертательная геометрия. –М.: Инфра, 2007. - 286 с.

МАЗМҰНЫ

Шартты белгілеулер	3
Алғы сөз.....	4
Кіріспе.....	5

I-БӨЛІМ. ИНЖЕНЕРЛІК ГРАФИКА ПӘНІ

1. СЫЗБА ГЕОМЕТРИЯ ЖӘНЕ ОНЫҢ НЕГІЗГІ ТӘСІЛІ	9
1.1.Центрлік проекциялау	11
1.2. Параллель проекциялау және оның қасиеттері	15
1.3. Кескіндердің қайтымдылығын қамтамасыз ететін әдістер	17
1.4.Монж тәсілі. Монж эпюрі. Нүктенің екі (қос) көріністі және үш көріністі кешенді сызбалары.....	19
1.4.1.Екі көріністі кешенді сызба	21
1.4.2. Үш көріністі кешенді сызба.....	24
1.4.3. Кескіндер-көріністер	27
1.4.4. Нүктенің тік бұрышты координаталар жүйесіндегі моделі.....	28
1.5. Аксонометриялық проекциялар	32
1.5.1. Негізгі түсініктер мен анықтаулар.....	34
1.5.2. Стандартты аксонометриялық проекциялар	38
1.5.3. Геометриялық фигуралардың аксонометриялық проекцияларын салу мысалдары.....	41
2. НЕГІЗГІ ГЕОМЕТРИЯЛЫҚ ФИГУРАЛАРДЫ СЫЗБАДА КЕСКІНДЕУ	56
2.1.Түзу сызықтың сызбалары.....	56
2.2. Жеке (дербес) жағдайдағы түзу сызықтар	59
2.2.1. Деңгейлік түзулер.....	59
2.2.2. Проекциялаушы түзулер.....	61
2.2.3. Түзулердің өзара орналасуы.....	62
2.3. Жазықтықтың сызбалары	63
2.3.1.Жеке дербес жағдайда орналасқан жазықтықтар.....	66
2.3.2. Жазықтықтың іздерін салу алгоритмі.....	68
2.3.3. Жазықтықтың ерекше сызықтары.....	68
2.3.4. Нүктелер мен түзулердің жазықтыққа тиесілігін (тиістілігін) анықтайтын есептер	70
3. СЫЗБАНЫ ТҮРЛЕНДІРУ ТӘСІЛДЕРІ	78
3.1. Проекциялар жазықтығын алмастыру тәсілі.	79

3.1.1. Проекциялар жазықтығын алмастыру алгоритмі	79
3.2. Негізгі есептерді шығару алгоритмдері.....	82
3.3. Сызбаны айналдыру тәсілімен түрлендіру	84
3.3.1. Проекциялаушы түзуден айналдыру	84
3.3.2. Деңгейлік түзуден айналдыру тәсілі.....	86
 4.КӨПЖАҚТЫ БЕТТЕР	91
4.1. Негізгі түсініктер мен анықтаулар.....	91
4.2. Көпжақтарды сызбаларда кескіндеу.....	93
4.3.Көпжақтарға қатысты позициялық есептер	95
4.3.1.Көпжаққа тиесілі нүкте мен түзулерді салу алгоритмдері	95
4.3.2.Көпжақтардың түзу сызықпен қиылысуы.....	97
4.3.3. Көпжақтардың жазықтықпен қиылысуы.....	99
4.3.4.Екі көпжақты беттерінің қиылысу сызығын салу алгоритмдері	102
4.4. Көпжақты беттерді (көпжақтарды) аксонометрияда кескіндеу.....	106
 5.ҚИСЫҚ СЫЗЫҚТАР	113
5.1. Негізгі түсініктер.	113
5.2. Шеңбердің проекциялары.	117
5.3.Цилиндрлік винттік сызық	119
5.4. Қисық сызықтарды аксонометрияда салу	121
5.4.1.Шеңбердің аксонометриялық кескіндері	121
5.4.2. Кеңіс сызықтың аксонометриясы.	124
 6.БЕТТЕР.....	130
6.1. Негізгі түсініктер және анықтаулар	130
6.2. Бет қаңқасы (каркасы) және анықтаушышы.	131
6.3. Жазылатын және жазылмайтын түзу сызықтық беттер.....	134
6.3.1. Конустық және цилиндрлік беттер.	135
6.3.2. Торс беттері.....	138
6.4. Қиғаш (жазылмайтын) түзу сызықтық беттер.	139
6.4.1. Параллелизм жазықтығы бар түзу сызықтық беттер	141
6.5.Түзу сызықтық емес беттер	144
6.6. Айналу беттері.	145
 7. ПОЗИЦИЯЛЫҚ ЕСЕПТЕРДІ ШЕШУ АЛГОРИТМДЕРІ	164
7.1. Фигураның проекциялар жазықтықтарына қатысты орналасуы.....	165

7.2. Түзу мен жазықтықтың өзара орналасуы	168
7.2.1. Түзудің жазықтықпен қиылысуы	169
7.2.2 Түзу мен жазықтықтың параллельдігі	172
7.3 Екі жазықтықтың өзара орналасуы	173
7.3.1 Екі жазықтықтың параллельдігі	173
7.3.2 Екі жазықтықтың қиылысуы	174
7.4. Түзу сызықтың қисық бетпен қиылысу нүктелерін салу	186
7.5. Беттің жазықтықпен қиылысуы	192
7.5.1. Беттердің қималарын салу	196
7.6. Беттердің өзара қиылысу сызығын салудың жалпы алгоритмі	202
7.6.1. Беттердің өзара қиылысу сызығын көмекші қиюшы жазықтықтар тәсілімен салу.	204
7.6.2. Беттердің қиылысу сызықтарын центрлік сфералар тәсілімен салу	208
7.6.3. Беттердің қиылысу сызықтарын эксцентрлік сфералар тәсілімен салу	211
7.6.4. Екінші ретті беттер қиылысының дербес жағдайлары.	213
 8. МЕТРИКАЛЫҚ ЕСЕПТЕРДІ ШЕШУ АЛГОРИТМДЕРІ	221
8.1. Кесіндінің нақты шамасын анықтау.	221
8.2. Түзулер мен жазықтықтардың перпендикулярлығы	223
8.2.1. Түзу мен жазықтықтың перпендикулярлығы.	225
8.2.2. Өзара перпендикуляр жазықтықтар	226
8.2.3. Жалпы жағдайда орналасқан екі түзудің перпендикулярлығы	227
8.2.4. Беттерге жанама жазықтықтар жүргізу	228
8.2.5. Жазықтықтың ең үлкен көлбеу сызығы.	229
8.3. Фигуралардың өзара орналасуы	230
 9. БЕТТЕРДІҢ ЖАЗБАЛАРЫ	246
9.1. Негізгі түсініктер мен анықтаулар	246
9.2 Тік айналу цилиндрі мен тік айналу конусының жазбалары.	252
9.3. Қиық цилиндр бетінің жазбасы.	253
9.4 Қиық конустың жазбасы.	254
9.5 Конустық және цилиндрлік беттердің жазбалары.	255
9.6 Жазылмайтын беттердің шартты жазбаларын салу алгоритмі	256

II БӨЛІМ. МАШИНА ЖАСАУ СЫЗУЫ

10. МАШИНА ЖАСАУ СЫЗБАЛАРЫН РӘСІМДЕУ ЕРЕЖЕЛЕРІ.....	265
10.1 Сызықтар	265
10.2. Масштабтар және негізгі жазу	267
10.3. Пішімдер.....	270
10.4. Сызба қаріптері	271
11. КЕСКІНДЕР	277
11.1. Көріністер.....	278
11.1.1 Қосымша көріністер.	280
11.1.2 Жергілікті көріністер.....	281
11.2. Тіліктер.	282
11.4. Қималар	296
12. БІРІКТІРУЛЕР МЕН БЕРІЛІСТЕР	306
12.1. Біріктірулердің классификациясы.	306
12.2. Бұрандалы біріктірулер.	306
12.2.1. Бұранданың классификациясы мен параметрлері.	307
12.2.2. Бұранданы кескіндеу	309
12.2.3. Бұранданың құрылымдық және технологиялық элементтері.....	312
12.2.4. Стандартты бұрандалардың типтері, профильдері және белгіленуі.....	314
12.2.4.1. Бекіту бұрандалары	315
12.2.4.2. Кинеметикалық бұрандалар.....	317
12.2.4.3. Құбырлық пен арматуралық бұрандалар.	319
12.3. Стандартты бекіту тетікбөлшектері.....	324
12.4. Бұрандамалар.	325
12.4.1. Жалпы қолданыстағы бұрандамалар.	326
12.4.2. Арнаулы бұрандамалар.	328
12.4.2.1. Ұңғыланған тесіктерге арналған бұрандамалар	328
12.4.2.2. Қайырмалы (откидные) бұрандамалар	329
12.4.2.3. Ілмек – бұрандамалар (Рым-болт).....	329
12.4.2.4. Басастында әукесі бар бұрандамалар, қысқаша әуелі бұрандама (болт сусом).....	330
12.5. Бұрамасұқпалар.	331
12.5.1. Жалпы қолданыстағы бұрамасұқпалар	332
12.5.2. Ернемекті (фланцевые) бұрамасұқпалар.....	334

12.6. Сомындар	334
12.7. Бұрамалар	335
12.7.1. Жалпы қолданыстағы бекітпе бұрамалар	336
12.7.2. Өзі ойып кіретін (самонарезающий) бекіту бұрамалар	337
12.7.3. Түспес (невывадающий) бұрамалар	337
12.7.4. Орнатылма (установочный) бұрамалар	338
12.8. Бұрамашегелер	339
12.9. Тығырықтар	340
12.10. Сіргелер. Сірге (шплинт)	341
12.11. Сұқкыштар	342
12.12. Бұрандалы біріктірулер	343
12.12.1. Бұрандамалық біріктіру (болтовое соединение)	343
12.12.2. Бұрамасұқпалық біріктіру (шпилечное соединение).	349
12.12.3. Бұрамалық біріктіру (винтовое соединение).	354
12.13. Құбыржолдарды жалғау (біріктіру)	355
12.14. Кілтектік біріктірулерді кескіндеу	360
12.14.1. Оймакілтекті біріктірулерді кескіндеу.	365
12.15. Оймакілтекті (шлицевые) біріктірулерді кескіндеу.	368
12.16. Пісірмелі біріктірулерді кескіндеу	375
 13. ТЕТІК БӨЛШЕКТЕРДІҢ ЖҰМЫС СЫЗБАЛАРЫ ЖӘНЕ ЭСКИЗДЕРІ	 384
13.1. Машиналар тетікбөлшектерін құрастырудың технологиялық ерекшеліктері	 385
13.2. Бөлшектердің жұмыс сызбаларындағы және эскиздеріндегі кескіндер	 390
13.3. Бөлшек эскиздерінде және жұмыс сызбаларында өлшемдерді қою	 393
13.4 Тетікбөлшектер беттерінің кедір-бұдырлығы.	400
13.4 .1. Сызбалардың техникалық талаптары.	419
13.5 Бөлшектің эскизін құру	421
13.8 Бұрандама параметрлерін заттан анықтау	426
 14. БЕРІЛІСТЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ЭЛЕМЕНТТЕРІ	 429
14.1. Тісті берілістің негізгі элементтері.	431
14.2. Цилиндрлік тісті доңғалақтардың сызбалары.	435
14.3. Тісті берілістердің сызбалары.	440
14.4. Конустық тісті доңғалақтың сызбасы	442
14.5 Конустық тісті беріліс	444
14.6. Серіппелердің сызбалары	444

14.7 Сығылу серіппелерінің жұмыс сызбаларын рәсімдеу.	447
14.8. Құрастыру сызбалары.	451
14.8.1. Құрастыру сызбасын орындау реті	452
14.8.2. Құрастыру сызбасын орындағанда қолданылатын шарттылықтар мен ықшамдатулар.	456
14.9 Позициялар нөмірлері.	462
14.9.1. Спецификация.	463
14.10. Құрастыру сызбаларын оқу және бөлшектеу.	467
14.10.1. Пішімді таңдау және кескіндердің құрастырылуы.	469
14.10.2. Өлшемдерді түсіру	471
14.10.3. Беттердің кедір-бұдырлығын белгілеу.	473
14.11. Сызбаларда өлшемдердің жіберілулерін, қондыруларын және шеткі ауытқуларын белгілеу.	476
14.11.1. Сызбаларда беттердің пішін орналасу жіберулерін белгілеу	484
 15. ИНЖЕНЕРЛІК ГРАФИКАДАН ОРЫСША-ҚАЗАҚША ТЕРМИНОЛОГИЯЛЫҚ СӨЗДІК.	 486

Ж. ЖАҢАБАЕВ

ИНЖЕНЕРЛІК ГРАФИКА
(Сызба геометрия, машина жасау сызуы)

Оқулық

Басуға 27.12.2012 ж. қол қойылды. Пішіні $60 \times 90^{1/16}$.

Баспа табағы 31,68. Офсеттік басылым.

Таралымы 1000 дана. Тапсырыс №3/6.

«Экономика» баспасы» ЖШС

050063, Алматы қаласы, Сайын көшесі, 81-үй

ISBN 978-601-225-469-3

