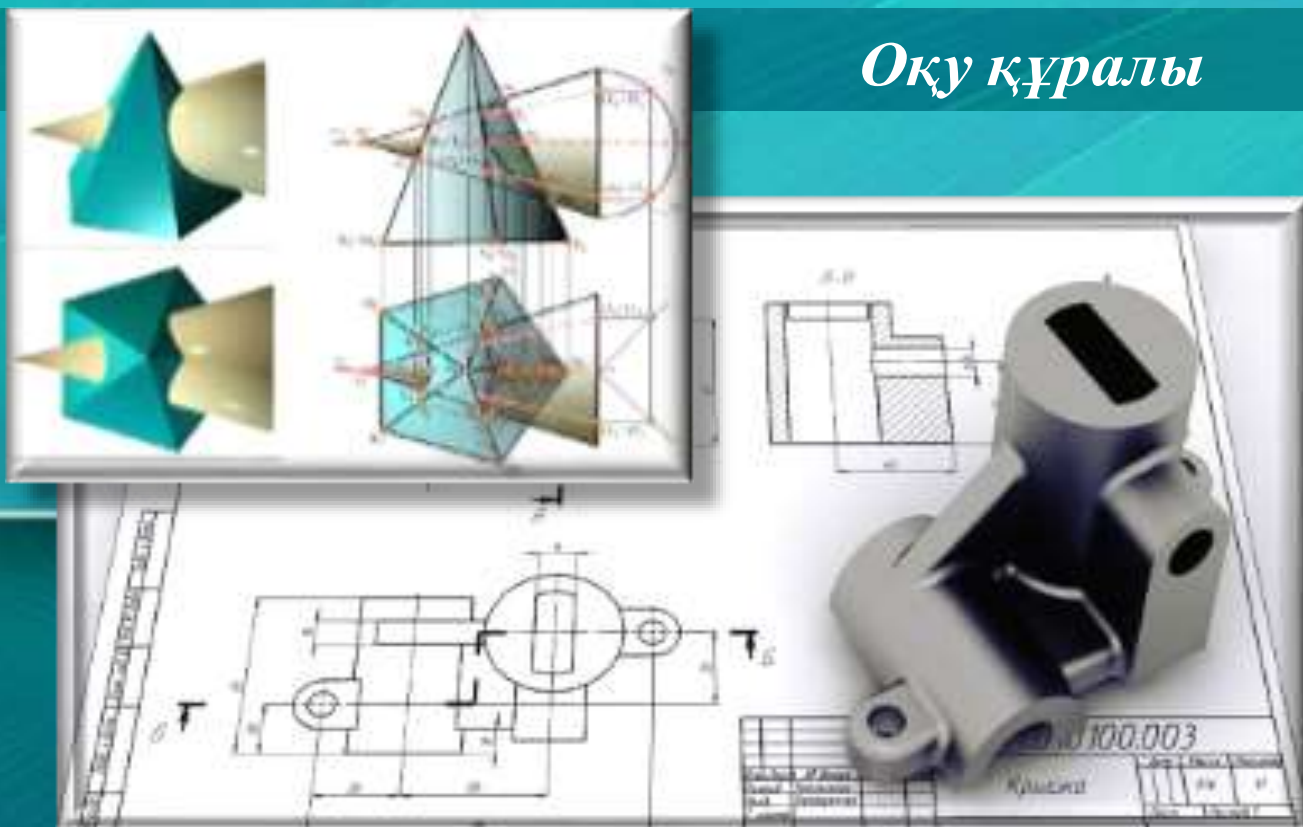


С.Ә.Қолбатыр

СЫЗБА ГЕОМЕТРИЯ ЖӘНЕ ИНЖЕНЕРЛІК ГРАФИКА

Оқу құралы



С.Ә. Қолбатыр

**СЫЗБА ГЕОМЕТРИЯ
ЖӘНЕ
ИНЖЕНЕРЛІК ГРАФИКА**

Оқу құралы

Алматы, 2023

ӘОЖ 514 (075,8)
ББК 22.151 я73
Қ 62

Баспаға М.Әуезов атындағы ОҚМУ базасында ҚРБҒ министрлігі Республикалық оқу-әдістемелік кеңесінің алғашқы әскери дайындық және кәсіптік оқыту мұғалімдерін даярлаудың білім беру бағдарламалары бойынша оқу-әдістемелік бірлестігі (№2 хаттама, 06.12.2019ж.) ұсынылған

Пікір жазғандар:

Т.К.Мусалимов - С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің профессоры, педагогика ғылымының докторы
Е.Е.Сабитов - Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің доценті, техника ғылымдарының кандидаты
М.М.Шаштыгарин - Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университетінің доценті, педагогика ғылымдарының кандидаты

Қолбатыр С.Ә.

Қ 62 Сызба геометрия және инженерлік графика: Оқу құралы. /
Автор: С. Ә. Қолбатыр/ Алматы: ADAL КІТАП, 2023 – 302 бет.

ISBN 978-601-269-197-9

Аталған оқу құралында сызба геометрия және инженерлік графиканың негізгі теориялық курсы мазмұндалған. ЖОО әдістемелік ғылымының заманауи дамуының тенденцияларын есепке ала отырып әзірленген оқу құралы студенттерді графикалық білім берудің қазіргі проблемаларында жөн таба білуге үйретеді.

Оқу құралы айрықша ерекшеліктері: курсты толық қамту, қарапайымдылық, баяндау қолжетімдігі мен көрнекілігі. БКҚЖ бірінғай конструкторлық құжаттардың жүйесінің талаптары мен ережелері негізінде заттарды сызбамен бейнелеу, олардың байланысу түрлерінің бейнеленуі мен берілуі, бұйымдардың сызбасының дұрыс орындалуы баяндалады.

Оқу құралында графикалық есептерді шешу әдістемесіне ерекше мән беріліп, олар жеке тарауда қарастырылған, сондай-ақ студенттердің білімін бақылау үшін сызба геометрия мен инженерлік графика бойынша өзін-өзі тексеруге арналған сұрақтар мен глоссарий берілген.

Суреттер түрлі-түсті бояулармен орындалған, бұл студенттердің графикалық материалды жақсы қабылдап, меңгеруіне мүмкіндік береді. Оқу құралы жоғары оқу орындарының студенттеріне, магистранттарға арналған.

**ӘОЖ 514 (075,8)
ББК 22.151 я73**

ISBN 978-601-269-197-9

© Қолбатыр С. 2023
© ADAL КІТАП, 2023

МАЗМҰНЫ

	КІРІСПЕ	6
I-тарау.	КОНСТРУКТОРЛЫҚ ҚҰЖАТТАРДЫҢ БІРІНҒАЙ ЖҮЙЕСІ – КҚБЖ	8
1.	Графикалық сызбаларды безендіру	8
1.1.	Пішімдер. Сызба рамкасы	9
1.2.	Масштабтар	11
1.3.	Сызба сызықтары	12
1.4.	Сызба қаріптері	15
1.5.	Сызбаның негізгі жазуы	17
1.6.	Сызбадағы материалдарды шартты графикалық белгілеу	19
1.7.	Сызбаға өлшем қою	21
II-тарау.	СЫЗБА ГЕОМЕТРИЯ	27
2.	Сызба геометрияның ғылым және оқу пәні ретінде дамуы	27
2.1.	Проекциялау әдістері	34
2.2.	Центрлік проекциялау әдісі	35
2.3.	Параллель, тікбұрышты (ортогональ) проекциялау әдісі	36
2.4.	Гаспар Монж әдісі	38
2.5.	Нүктенің екі жазықтықтағы проекциясы	39
2.6.	Нүктенің үш жазықтықтағы проекциялары	41
2.7.	Түзудің проекциялары	46
2.8.	Кесіндінің нақты шамасын және проекция жазықтықтарына көлбеу бұрыштарын табу	47
2.9.	Параллель түзулер	48
2.10.	Проекциялаушы түзулер	50
2.11.	Проекция жазықтықтарында орналасқан түзулер	51
2.12.	Түзудің бойында орналасқан нүкте. Түзудің іздері	52
2.13.	Екі түзудің өзара орналасуы	56
2.14.	Жазықтықтың проекциялары	58
2.15.	Жалпы және дербес жағдайдағы жазықтықтар	60
2.16.	Жазықтықтағы нүкте мен түзудің сызбалары	66
2.17.	Жазықтықта жататын ерекше түзулер	68
2.18.	Жазықтыққа параллель түзу мен жазықтық жүргізу	69
2.19.	Екі жазықтықтың қиылысуы	72
2.20.	Сызбаны түрлендіру әдістері	75
2.21.	Проекция жазықтығын алмастыру әдісі	76
2.22.	Бұру (айналдыру) әдісі	81
2.23.	Жазық параллель орын ауыстыру әдісі	84
2.24.	Қисық сызықтар	88
2.25.	Қисық беттер	93
2.26.	Көпжақты беттер	98
2.27.	Көпжақты беттердің жазықтықпен қиылысуы	99

2.28.	Көпжақты беттердің түзумен қиылысуы	101
2.29.	Көпжақты беттердің жазбалары	102
2.30.	Көпжақты беттердің өзара қиылысуы	104
2.31.	Айналу беттер	107
2.32.	Айналу беттердің түзумен қиылысуы	107
2.33.	Айналу беттердің жазықтықпен қиылысуы	110
2.34.	Айналу беттердің өзара қиылысуы	111
2.35.	Айналу беттердің жазбалары	112
III-тарау.	АКСОНОМЕТРИЯЛЫҚ ПРОЕКЦИЯ	115
3.	МЕСТ 2.317-2011. Негізгі ұғымдар	115
3.1.	Тікбұрышты изометриялық проекция	119
3.2.	Тікбұрышты диметриялық проекция	120
3.3.	Фронтальді изометриялық проекция	121
3.4.	Қиғаш бұрышты горизонтальді изометриялық проекция	121
3.5.	Қиғаш бұрышты фронтальді диметриялық проекция	122
3.6.	Өлшемдерді қою	123
IV-тарау.	ГЕОМЕТРИЯЛЫҚ САЛУЛАР	125
4.1.	Перпендикуляр түзулерді тұрғызу	125
4.2.	Көлбеулік пен конустық	126
4.3.	Бұрыштың биссектрисасын салу. Түзу сызықтың үш бірдей бөлікке бөлу	127
4.4.	Түйіндесулер	128
4.5.	Шеңбермен түзулердің түйіндесулері	129
4.6.	Екі шеңбердің түйіндесуі	129
4.7.	Циркульмен салынатын қисықтар	131
4.8.	Шеңберді бірдей бөлікке бөлу	132
V-тарау.	СЫЗБАДАҒЫ КЕСКІНДЕР	135
5.1.	МЕСТ 2.305-68 Көрініс, тілік және қима	135
5.2.	Тіліктер	140
5.3.	Қарапайым тіліктер	142
5.4.	Жергілікті тіліктер	144
5.5.	Күрделі тіліктер	145
5.6.	Сатылы тілік	145
5.7.	Сынық тілік	146
5.8.	Қима	146
VI-тарау.	БҰРАНДАЛЫ ҚОСЫЛЫСТАР	152
6.	Машинажасау сызбалардың негіздері	152
6.1.	Бұранда	152
6.2.	Бұранданың сызбада белгіленуі	154
6.3.	Ажырайтын қосылыстар	159
6.4.	Бұрандама	160
6.5.	Сомын	163
6.6.	Тығырық	165
6.7.	Бұрандамалық қосылыс	167

6.8.	Бұрамасұқпа	169
6.9.	Бұрамасұқпалы қосылыс	171
6.10.	Бұрама	175
6.11.	Бұрамалық қосылыс	177
6.12.	Құбырлық қосылыс	178
6.13.	Құбырлы қосылыстар	179
6.14.	Пластикалық құбырлар	181
6.15.	Кілтекті қосылыс	183
6.16.	Сұққыш қосылыс	185
6.17.	Ажырамайтын қосылыстар	187
6.18.	Пісірмелі қосылыс	187
6.19.	Тойгармалы қосылыс	191
6.20.	Тісті дөңгелектер туралы түсінік	193
6.21.	Серіппе туралы түсінік	201
VII-тарау.	БӨЛШЕКТЕРДІҢ ҚҰРАСТЫРУ СЫЗБАЛАРЫ	205
7.1.	Нобай туралы түсінік	205
7.2.	Сипаттізім	208
7.3.	Құрастыру сызбасы	210
7.4.	Беттердің кедір-бұдырлығын сызбада белгілеу	216
7.5.	Бөлшектердің жұмыстық сызбалары	218
7.6.	Кинематикалық тәсім	221
	Глоссарий	228
	Әдебиеттер	238
	Қосымша 1	239
	Қосымша 2	244
	Қосымша 3	251
	Қосымша 4	259
	Қосымша 5	267
	Қосымша 6	275
	Қосымша 7	291
	Қосымша 8	300
	Қосымша 9	301

КІРІСПЕ

Сызба геометрия – кеңістіктегі заттарды жазықтықта бейнелеу туралы ғылым. Ғылым ретінде сызба геометрияның мазмұны мынадай негізгі міндеттерден тұрады:

- кеңістіктегі пішіндердің жазықтықтағы сызбаларын құрастыру тәсілдерін әзірлеу, негіздеу және зерттеу;

- сызбалар арқылы жазықтықта әртүрлі позициялық және метрлік графикалық есептерді шешу тәсілдерін зерделеу және әзірлеу.

Сызба геометрия жазықтықта (сызбада) бейнелеу арқылы шынайы өмірдегі кеңістік пішіндерін, олардың өзара қарым-қатынастары мен оларға сәйкес келетін геометриялық заңдылықтарды зерттейтін геометрияның бір тарауы болып табылады. Сызба геометриядағы сызба – сол арқылы заттардың геометриялық пішіндері зерттелетін негізгі құрал.

Аталған сызба геометрияның негізгі міндеттерінде белгілі бір байланыстылықта салыстырылатын бейне жазықтығы мен үш өлшемді кеңістік заңдары зерделенеді және зерттеледі. Бұл ретте осы жазықтыққа кеңістіктің барлық қасиеттерін беретін бейнелеу байланыстылығы орнатылады. Мұндай жазықтық кеңістіктің дербес жазықтық моделіне айналады. Соның негізінде, біз жазық бейнеде – сызбада кеңістікке жататын барлық геометриялық операцияларды орындау мүмкіндігіне ие боламыз. Бұл ретте сызба кеңістік моделі ретінде заттың геометриялық пішіндерін зерттеу және кеңістік міндеттерін орындау үшін негіз болып табылатындығын ескерген жөн; ол:

– көрнекілікке – бейнеленетін зат туралы кеңістіктегі көрінісін беру;

– қайтымдылыққа, яғни заттың пішіні мен мөлшерін оның берілген сызбасы бойынша дәл суреттеу мүмкіндігіне ие болуы тиіс.

Отандық сызба геометрия және инженерлік графиканың дамуы кескіндеу әдістері, аксонометрия, жазықтық теориясы, геометриялық модельдеу, инженерлік графика, көп өлшемді сызба геометрия және т.б. саладағы бірқатар аса маңызды теориялық мәселелерді алға қоямен және оларды шешумен сипатталады.

Болашақ инженердің, сызу және бейнелеу өнері оқытушысының, сәулетшінің, дизайнердің шығармашылық тәсілін кеңістік пішіні мен оның жазық бейнесін байланыстыратын заңдарды білмей көзге елестету мүмкін емес. Сол арқылы оқу үдерісінде болашақ бакалаврды қалыптастырудағы сызба геометрия және инженерлік графиканың маңызды рөлі байқалады.

Сызба геометрия инженерлік графиканың (техникалық сызу) теориялық негізі бола отырып, ғылымда, техникада, архитектурада, дизайнде, бейнелеу өнерінде, құрылыста, машина жасауда және т.б. салада кеңінен қолданылады.

Инженерлік графика (техникалық сызу) бұйымдарды жазықтықта бейнелеу мәселелерін зерттейді, ал оның негізгі міндеттері төмендегідей:

- қарапайым сызбаларды зерттеу, орындау, яғни күрделі емес бұйымдарды кешенді сызбамен және аксонометрлік кескіндермен бейнелеу;

- сызбаларды оқи білуге үйрету, яғни бұйымдардың пішіндері мен мөлшерлерін олардың сызбадағы бейнелеріне қарап ойша көзге елестету дағдыларын дарыту;

- геометриялық бейнелермен байланысты жекелеген мәселелерді шешудің графикалық тәсілдерін және олардың кеңістіктегі өзара орналасуын қарау;

- сызбаларға қойылатын бірыңғай конструкторлық құжаттардың жүйесі стандарттарының негізгі талаптарымен таныстыру;

- сызбаларды орындау техникасы дағдыларын дамыту;

-сызбаларды орындаудың заманауи әдістерін зерттеу және компьютерлік графиканы пайдалану арқылы графикалық бейнелер алу.

Сызба геометрия және инженерлік графиканы оқып білу теориялық материалды білумен шектелмейді, сондай-ақ сызбаларды нақты, ұқыпты орындай білуді, яғни графикалық тапсырмаларды орындау процесінде қалыптасатын жоғары сызу техникасын меңгеруді талап етеді.

Аталған курсты оқу кезінде меңгерілген білім мен дағдылар жоғары оқу орнында басқа да пәндерді оқып-үйренуге қажет және сол арқылы дамып, жетіліп отырады.

1. Графикалық сызбаларды безендіру

БКҚЖ стандарты (Бірыңғай конструкторлы құжаттар жүйесі)– өнеркәсіп, құрылыс және көлік барлық салаларда конструкторлық құжаттарды безендіру және сызбаны біркелкі орындау тәртіп ережелерін тағайындайтын құжаттар.

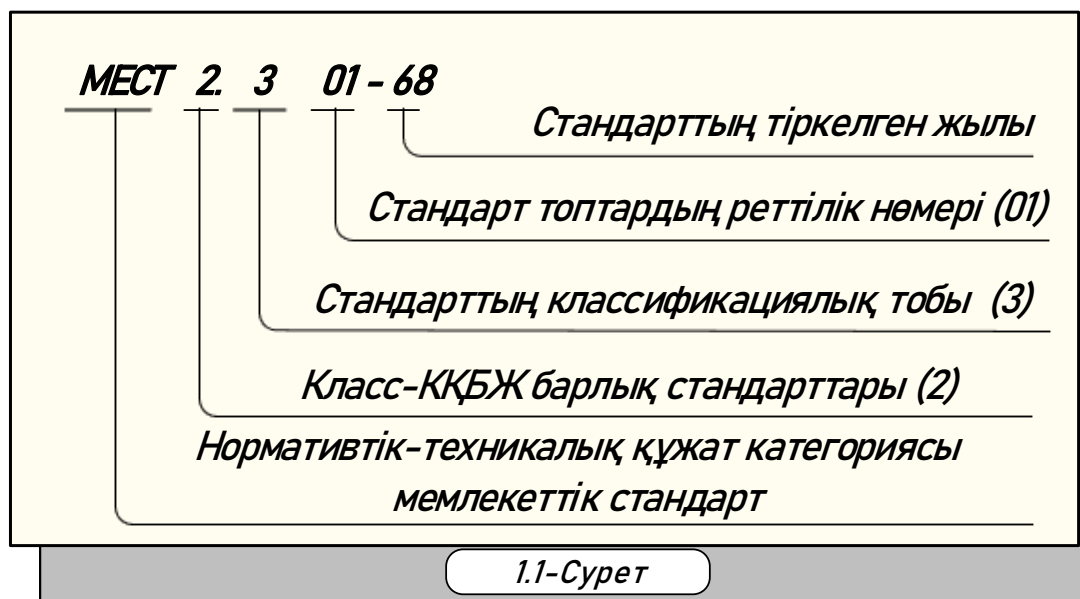
Стандарттар тек қана конструкторлы құжаттарға емес, ол сызбаларды орындаудың жалпы ережелеріне, конструкторлық құжаттарды тіркеу, сақтау және пайдалану, бұйымдар мен конструкторлық құжаттардың белгіленуі, сұлбаларды орындау ережелері, машина жасау бұйымдарымен аспап жасау ережелері, құрылыс және кеме жасау құжаттарының ережелері, сонымен қоса кәсіпкерлермен шығарылатын барлық өнімдерге де тағайындалған.

Мемлекеттік стандарттар (қысқартылған МЕСТ) барлық кәсіпорындар мен жеке тұлғаларға міндетті.

Конструкторлық құжаттардың бірыңғай жүйесінің –КҚБЖ құрамына кіретін стандарттар мынадай топтарға бөлінеді:

- 0- жалпы ережелер;
- 1- негізгі ережелер;
- 2- конструкторлық құжаттарға бұйымдарды жіктеу және белгілеу;
- 3- сызбаларды орындаудың жалпы ережесі;
- 4- машина жасау және аспап жасау салаларының бұйымдарының сызбаларын орындау ережелер;
- 5- конструкторлық құжаттарды дайындау ережесі (тіркеу, сақтау, өзгерту);
- 6- пайдалану және жөндеу құжаттарын дайындау ережелері;
- 7-схеманы дайындау ережесі;
- 8-құрылыс және кеме жасау салаларының құжаттарын дайындау ережелері;
- 9-қалған стандарттар:

Әрбір стандарт тобына өзінің шартты белгісі бекітілген 1.1-сурет. Мысалы: МЕСТ 2.301-68 жазуында 2 саны (одан кейінгі нүктесімен) БКҚЖ стандарт бұйымын көрсетеді, 3 саны стандарттың классификациялық тобын көрсетеді, 01- стандарт топтардың реттік нөмірін, ал 68-стандарттың тіркелген жылы.



1.1. Пішімдер, сызба рамкасы (МЕСТ 2.301-68).

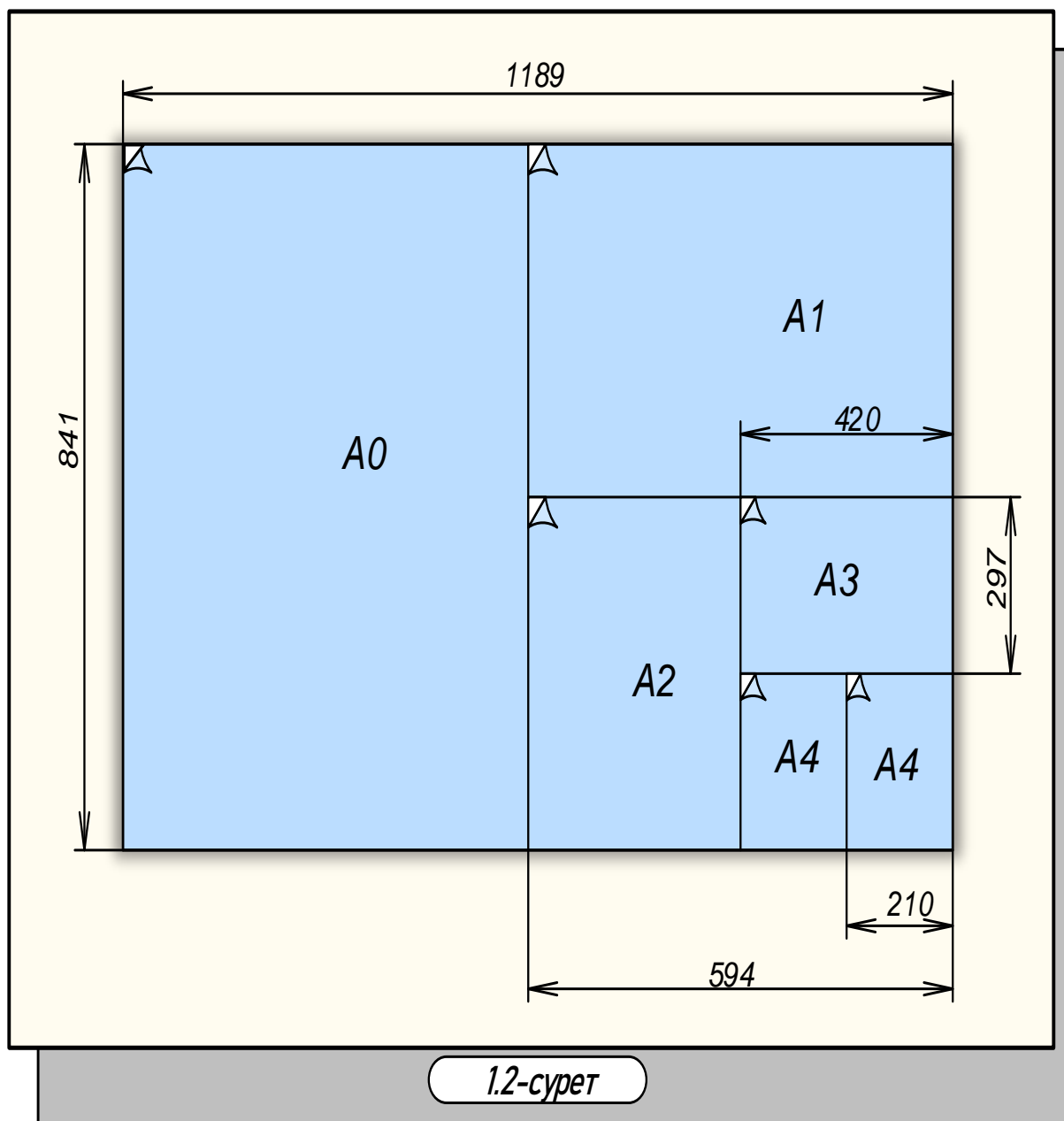
Пішімдер. Сызбаларды және басқа конструкторлық құжаттарды белгілі бір өлшемді парақтарға орындайды. Қағазды үнемді жұмсау және сызбаларды сақтауға ыңғайлы болу үшін БКҚЖ қатаң анықталған пішімдерді бекітеді, пішімнің ішкі рамка өлшемдерімен анықталады.

МЕСТ 2.301-68 сызбалар және басқа конструкторлық құжаттар үшін 5 негізгі пішімдерге бөлінеді: А0, А1, А2, А3, А4. А0 пішімнің ауданы ~ 1 м² тең 1.1-кесте.

1.1- кесте.

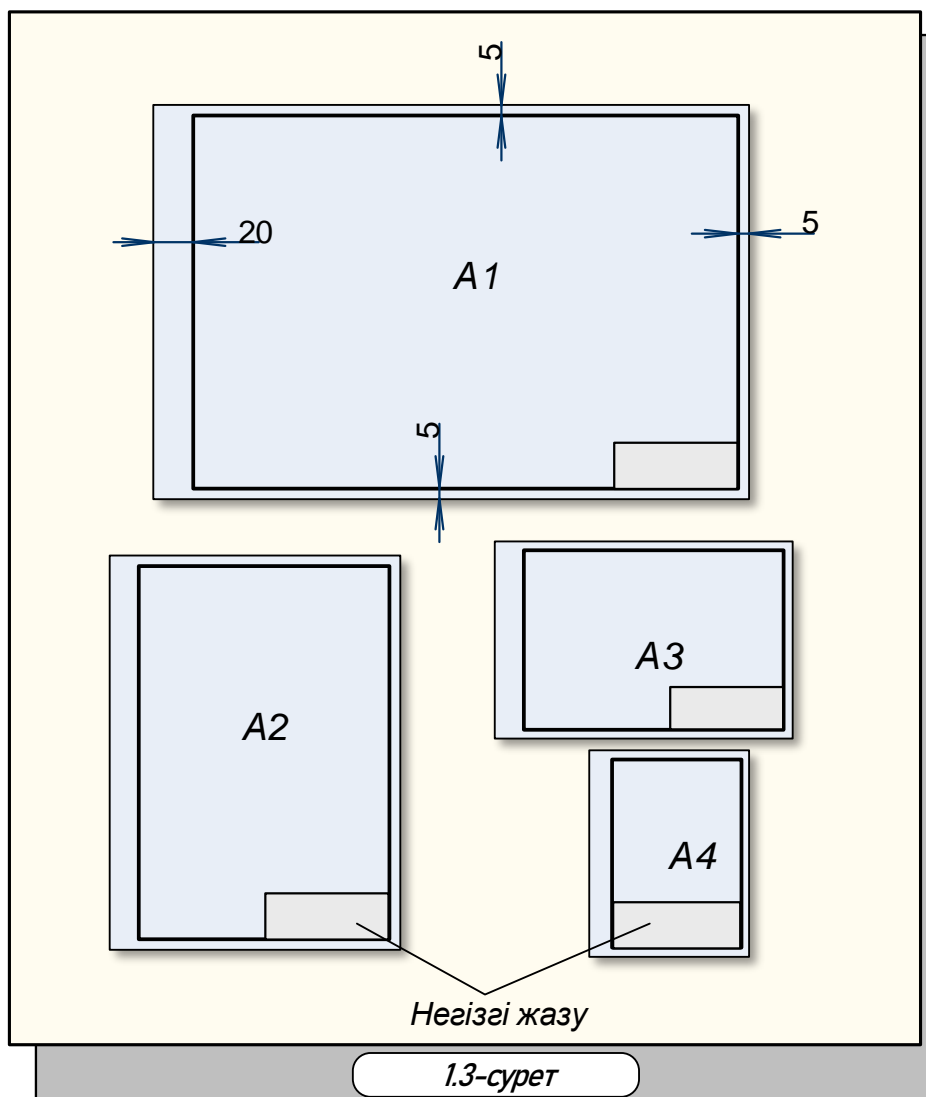
№	Пішімдердің белгіленулері	Өлшемдері, мм
1	A0	841 x 1189 мм
2	A1	594 x 841 мм
3	A2	420 x 594 мм
4	A3	297 x 420 мм
5	A4	210 x 297 мм
6	A5	148 x 210 мм

Басқа негізгі пішімдер дәйекті түрде $A0$ пішімін екі тең параллель бөлікке бөлу арқылы есептеп алуға болады 1.2-сурет. Өндірісте $A5$ пішімді қолдануға рұқсат етіледі. Оқу процесінде $A1$, $A2$, $A3$, $A4$ пішімдерін қолданады.



Рамка. Әрбір сызбаның жазықтығын шектейтін рамкасы болуы тиіс. Рамка сызықтары пішімнің жоғарғы, оң жағы және астыңғы жағынан ішкі рамкасынан 5 мм арақашықтықта, ал сол жағынан 20 мм арақашықтықта сызылады. 20 мм қашықтықты сызбаларды тігу үшін қалдырады.

Пішімдерді орналастыру 1.3-суретте көрсетілген. Шекаралық сызықтар тұтас жуан сызықпен сызылады.



1.2. Масштабтар (МЕСТ 2.302 – 68).

Масштаб - нәрсенің сызбада сызылған өлшемі мен оның нақты қолданыстағы өлшеміне қатынасын айтады. Масштабтар стандарттардың белгінеуіне және қолдануына байланысты үлкейтілген, кішірейтілген және нақты болып үшке бөлінеді 1.2-кесте.

1.2-кесте.

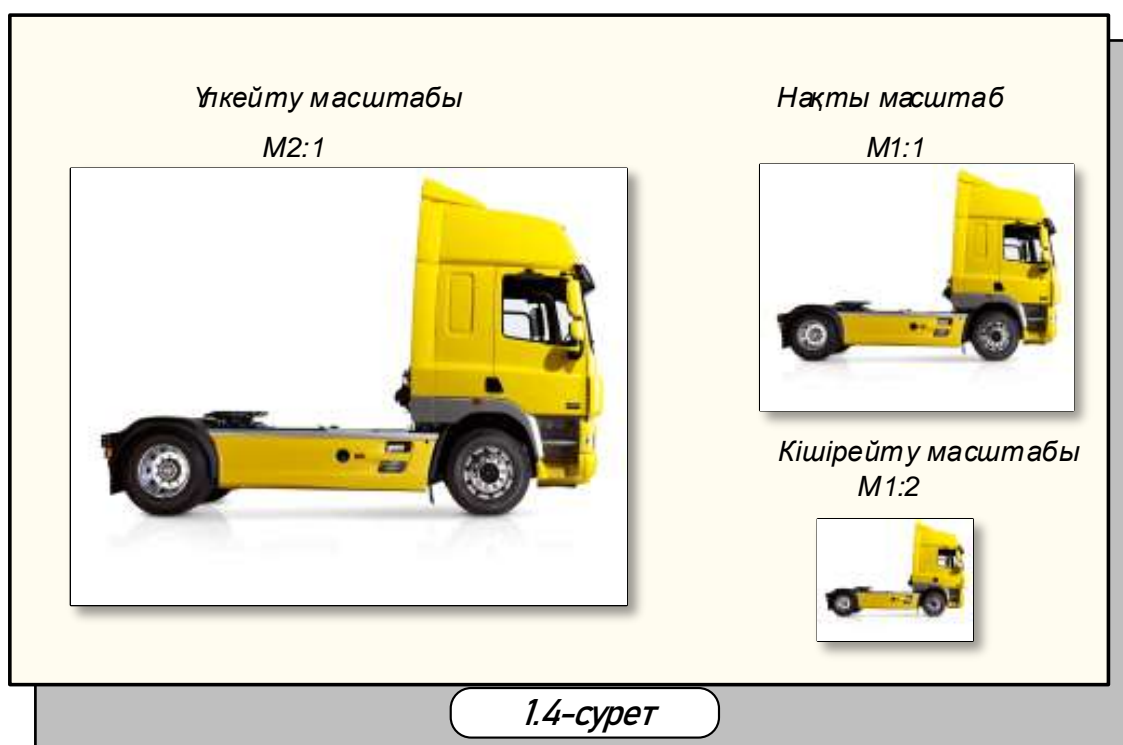
Кішірейтілген масштаб	1:2, 1:2,5, 1:4, 1:5, 1:10, 1:15, 1:20, 1:25, 1:40, 1:50, 1:100, 1:200, 1:400, 1:500, 1:800, 1:1000
Нақты масштаб	1:1
Үлкейтілген масштаб	2:1, 2,5:1, 4:1, 5:1, 10:1, 15:1, 20:1, 25:1, 40:1

Сызбада бөлшектердің нақты шамамен кескіндеу мүмкінділіктері бола бермейді. Кей кезде ірі бөлшектердің сызбаларын орындағанда, мысалы құрылыс ғимараттарға, ұшақтың, көлік ғимараттардың, бөлшектердің, немесе өте кішкентай – сағат бөлшектердің тетігі, кейбір құралдарда масштабты қолдануға тура келеді. Сондықтан үлкен бөлшектердің сызбаларын кішірейтіп, ал кіші бөлшектерді нақты мөлшерлермен салыстырып үлкейтеді 1.4-сурет.

Стандарт бойынша келесі масштабтарды алуға болады:

Кей жағдайларда ірі өндірістегі жобалау кезде мынадай масштабтар қолдануға болады: 1:2000; 1:5000; 1:10000; 1:20000; 1:25000; 1:50000.

Масштаб сызбада жазылуы $M 1:2$, $M 2:1$, : $M 1:1$. Егер масштабты белгілі бір мақсатқа арналған сызбада негізгі жазу үшін көрсетіп жатса, онда масштабтың алдына M әрпі жазылмайды. Сызба қандай масштабта болмасын, сызбаға нақты өлшемдер жазылады, яғни 1:1.



1.3. Сызба сызықтары (МЕСТ 2.303 – 68).

Мемлекеттік стандарт сызба сызықтардың аталуын, сызбада сызылуын машина жасау және өнеркәсіптер мен құрылыс сызбаларында қолдануын тағайындайды.



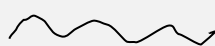




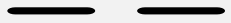

Сызбаны оқу және оңай түсіну үшін сызбаларды безендіретін сызықтардың 9 түрін мемлекеттік стандарт тағайындаған.

Мемлекеттік стандарт тағайындаған сызықтардың атауы мен қолданылатын жерлері 1.3-кесте көрсетілген.

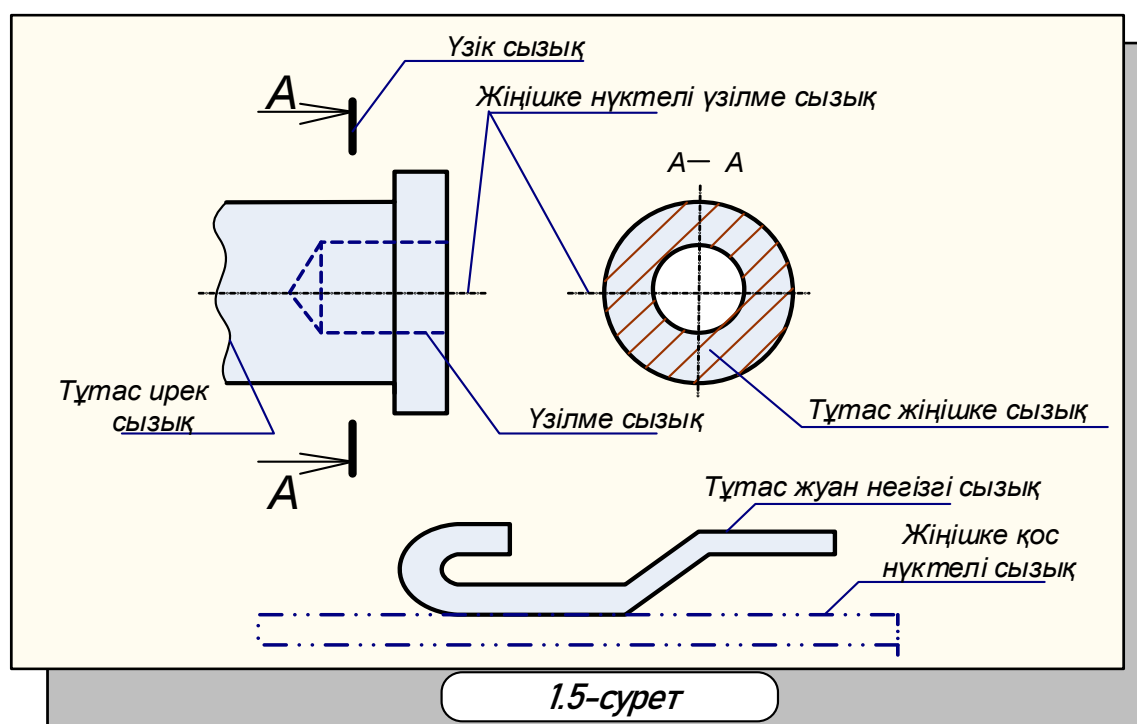
1.3-кесте.

№	Аталуы	Қолданылатын жері
1	Тұтас жуан негізгі сызық	Сызбаның көрінетін сызығын, рамка мен негізгі жазудың кескінін бейнелеу үшін тұтас жуан негізгі сызықты қолданылады
2	Тұтас жіңішке сызық	Сызбадағы шығарма және өлшем сызығы жіне т.б.
3	Тұтас ирек сызық	Сызба толық көрсетілмеген жағдайда, сызбаны ұзу мен көрініс пен тілікті шектеу үшін қолданылады
4	Үзілме сызық	Сызбаның көрінбейтін сызығын кескіндеу үшін үзілме сызық қолданылады. Үзілме сызық ұзындығы бірдей жеке үзік сызықтардан тұрады
5	Жіңішке нүктелі үзілме сызық	Егер сызба симметриялы болса, онда ось симметриясын жүргізеді. Сондықтан жіңішке нүктелі үзілме сызық қолданылады. Бұл сызық сызбаны тең екі бөлікке бөледі. Шеңбердің доғасының центрін (сызбаның осьтік және центрлік сызықтарын) көрсету үшін қолданылады
6	Қос нүктелі үзілме сызық	Жазбадағы бұту және көріністегі беттесетін жайманы көрсету үшін жіңішке қос нүктелі үзілме сызық қолданылады
7	Жуан нүктелі үзілме сызық	Сызбадағы өңделетін немесе қапталатын беттерді көрсететін сызық. Жазықтықпен қияр алдындағы элементті көрсететін сызық
8	Үзік сызық	Сызбаны кесу сызығы
9	Тұтас жіңішке іркісінді сызық	Ұзын сызбаны ұзу және көрініс-пен тілікті шектеу сызығы

Сызба сызықтарының қалыңдығы мен сызылуы барлық сызбалар үшін бірдей болуы тиіс 1.4-кесте.

№	Аталуы	Сызылуы	Қалыңдығы
1	Тұтас жуан негізгі сызық		S
2	Тұтас жіңішке сызық		$S/3 \dots S/2$
3	Тұтас ирек сызық		$S/3 \dots S/2$
4	Үзілме сызық		$S/3 \dots S/2$
5	Жіңішке нүктелі үзілме сызық		$S/3 \dots S/2$
6	Қос нүктелі үзілме сызық		$S/3 \dots S/2$
7	Жуан нүктелі үзілме сызық		$S/2 \dots \frac{2}{3}S$
8	Үзік сызық		$S \dots 1\frac{1}{2}S$
9	Тұтас жіңішке іркісінді сызық		$S/3 \dots S/2$

Сызба сызықтары сызбаларды орындағанда жуандығы мен әртүрлі сызықтар қолданылады. Олардың әрқайсысының орны бар 1.5-суретте мысал келтірілген.



1.4. Сызба қаріптері (МЕСТ 2.304-81).

Қаріп (шрифт)- деп әріптер мен сандардың бірінғай сұлбада біркелкі жазылуын айтады. Сызбу қаріптеріне қойылатын негізгі талап, жеңіл оқылуға әрі оңай жазылуға тиіс. Сызбада барлық жазулар айқын және сызба қаріптері стандарт бойынша орындалады. Құрылыс, машинажасау және өндірістерде конструкторлық құжаттар мен сызбаларда МЕСТ 2.304-81 /СТ СЭВ 851-78 СЭВ 855-78/ тағайындалған сызу қаріптері қолданылады.

Бұл қаріптер орыс (кирилица), латын және грек алфавиттерімен, сонымен бірге араб, рим цифрларынан тұрады. Әрбәр алфавит бас әріптерден және кіші әріптерден құралған. Бас әріптердің мм өлшем бірлігімен алғандағы биіктігі – h , қаріптердің өлшемдерін анықтайды.

Стандарт бойынша келесі сызба қаріптері бекітілген: 1,8; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40. 1,8 өлшемді тек қана Б үлгідегі қаріптерде қолдануға рұқсат етіледі. 2,5 өлшемдегі қаріпті бірінғай бас әріптерімен жазылады.

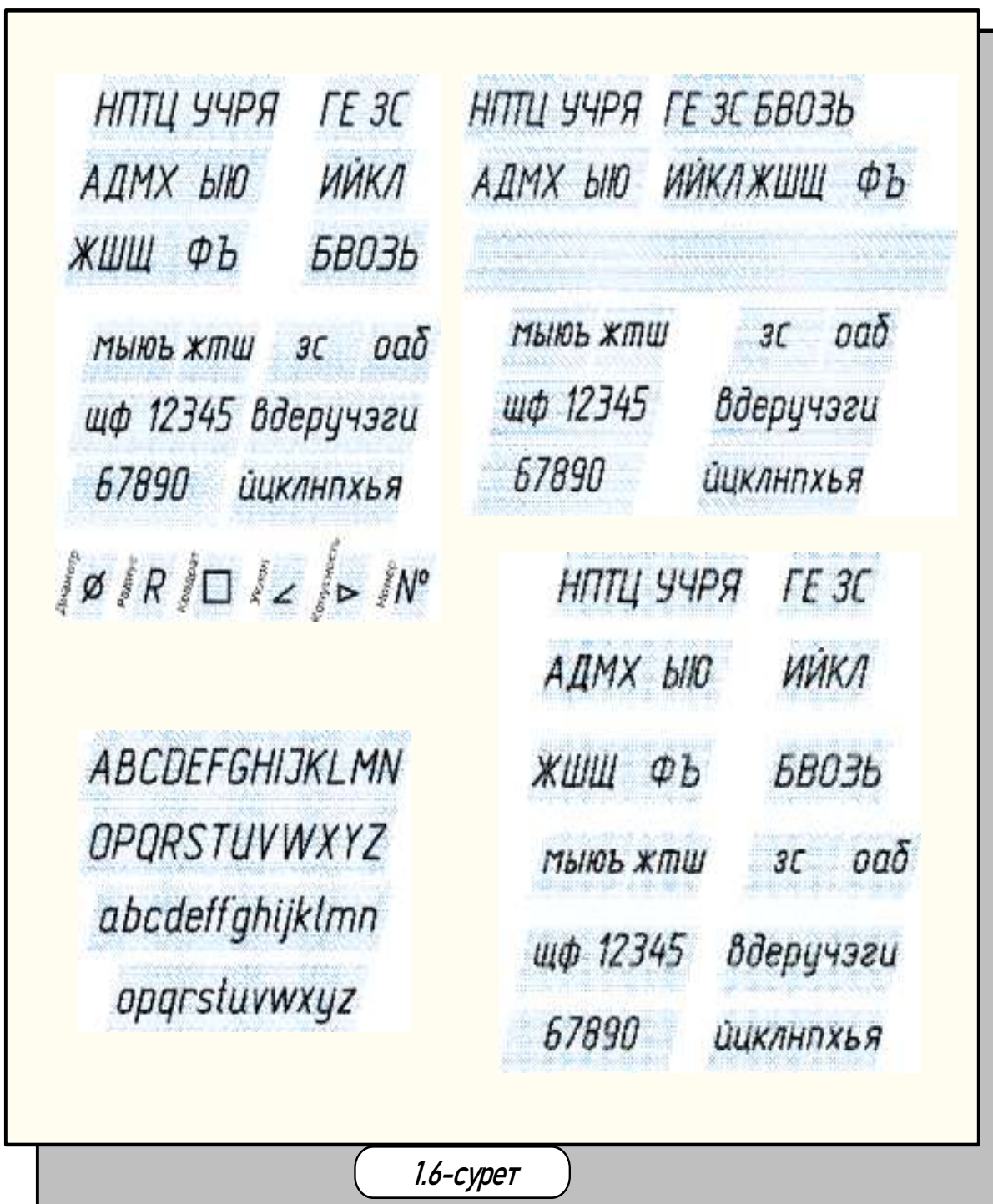
Стандарт бойынша сызба қаріптер А және Б түрлерін тағайындаған, олардың екі түрде әріптері 90^0 тік және 75^0 қиғаш болып орындалады 1.6-сурет.

Сызба қаріптінің қалыңдығы (d) қаріптің биіктігі бойынша анықталады. Ол А түрі үшін $1/14 h$ және Б түрі үшін $1/10$ тең. Сызба қаріптердің өлшемдері 1.5- кестеде көрсетілген.

1.5-кесте.

А үлгідегі қаріптердің параметрлері: ($d=h/14$)										
Қаріптің параметрлері	Белгі -леуі	Салыстырмалы өлшемдер		Өлшемдері, мм есебімен						
				2,5	3,5	5	7	10	14	20
Бас әріптердің биіктігі.	h	$(14/14)h$	$4d$							
Кіші әріптердің биіктігі	c	$(10/14)h$	$10d$	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14
Арақашықтары	a	$(2/14)h$	$2d$	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8
Жазу жолдарының ең аз қадамы	B	$(22/14)h$	$22d$	4	5,5	8	11	16	22	31
Сөздерінің	E	$(6/14)h$	$6d$	1,1	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4

арақашықтығы												
Қаріп сызығының жуандығы	D	$(1/14)h$	d	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4		
Б үлгідегі қаріптердің параметрлерің: ($d=h/10$)												
Қаріптің параметрлері	Белгі-леуі	Салыстырма			Өлшемдері, мм есебімен							
		лы өлшемдер										
Бас әріптердің биіктігі.	h	$(10/10)h$	$10 \times d$	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	20	
Кіші әріптердің биіктігі	C	$(10/14)h$	$7 \times d$	1,3	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	
Арақашықтары	a	$(2/10)h$	$2 \times d$	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4	
Жазу жолдарының ең аз қадамы	b	$(17/10)h$	$17 \times d$	3,1	4,3	6	8,5	12	17	24	34	
Сөздерінің арақашықтығы	e	$(6/10)h$	$6 \times d$	1,1	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4	12	
Қаріп сызығының жуандығы	d	$(1/10)h$	d	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2	



1.6-сурет

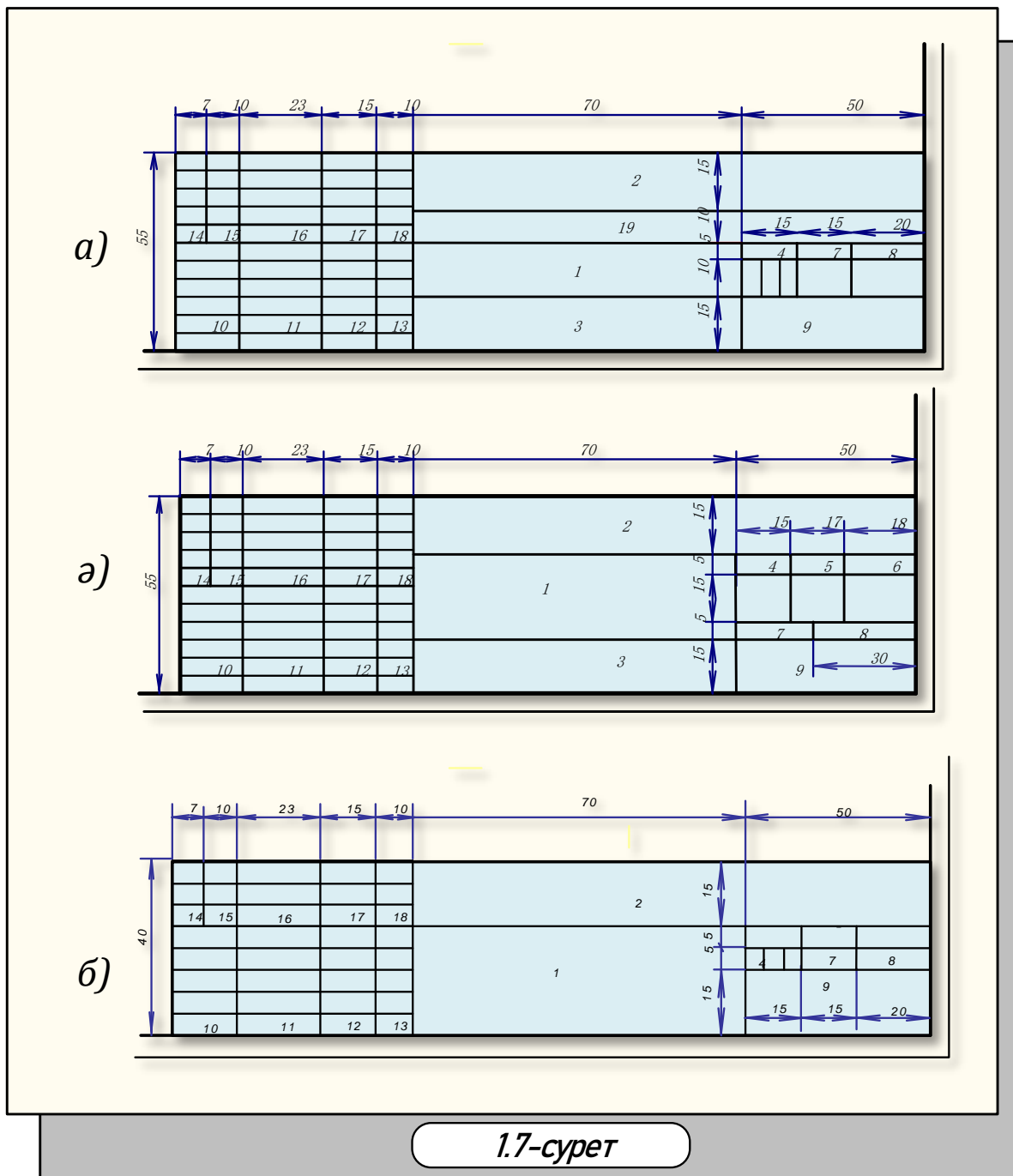
1.5. Сызбаның негізгі жазуы (МЕСТ 2.104-68).

Сызбада сызылған негізгі жазулар мен өлшемдері мемлекеттік стандарт белгілеген ережелер бойынша орындалады.

Стандарт бойынша бекітілген, негізгі жазудың түрлері, машина жасау және аспап жасау бұйымдарда конструкторлық құжаттарда, құрылыс сызбаларында қолдануға арналған. Сызылған сызбаларды міндетті түрде негізгі жазу

орындалады. Сызбаның төменгі оң жақ бұрышында сызбаның негізгі жазу орындалады.

А4 пішінде негізгі жазу пішімнің қысқа жақ бойында орналасады, парақтардың басқа пішіндерінде қысқа жақпен ұзын жақтардың бойында орналастырады. Мемлекеттік стандарт бойынша негізгі жазулардың пішімдеріне байланысты сызбаларды, тәсімдерде, мәтінді құжаттарда қолданылатын түрлері төменгі 1.7-суретте көрсетілген.



1.7-сурет

Негізгі жазудың бағанаға толтыруы төменде 1.6-кестеде көрсетілген.

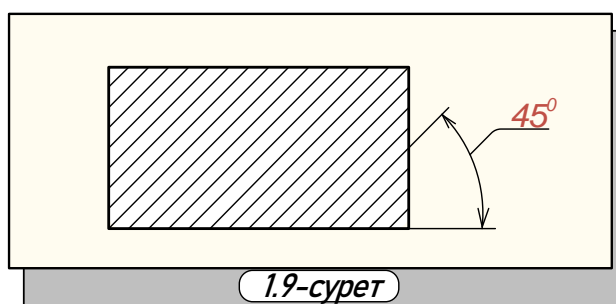
1.6-кесте.

1	– бағанаға бұйым аталуы;
2	- бағанаға сызбаны белгілеуі жазылады (нөмері);
3	- бағанаға бөлшектің материалының белгіленуі (тек қана бөлшектердің сызбаларында толтырылады);
4	- бағанаға литера, құжатқа берілген (литера «У» – оқу құралдары үшін);
5	- бағанаға бұйымның салмағы кг;
6	- бағанаға сызбаның масштабы;
7	- бағанаға сызбаның реттік саны;
8	- бағанаға сызбаның қанша беттен тұратыны;
9	- бағанаға сызбаны орындаған мекеменің аты жазылады;
10	- бағанаға сызбаны орындаған, тексерген, қабылдаған және бекіткен жазылады;
11	- бағанаға сызбаны орындаған, тексерген, қабылдаған және бекіткен тұлғаның аты жөні жазылады;
12	– бағанаға сызбаны орындаған, тексерген, қабылдаған және бекіткен тұлғаның қолдары қойылады;
13	– бағанаға сызбаны қол қойылған күні жазылады ;
14	– бағанаға сызбаны енгізілген өзгерістің саны жазылады;
15	– бағанаға сызбаны енгізілген өзгеріс беттерінің саны жазылады;
16	– бағанаға сызбаны енгізілген өзгеріске негіз болған сызбаның нөмірі жазылады;
17	– бағанаға сызбаға өзгеріс енгізген тұлғаның қолы қойылады;
18	– бағанаға сызбаға өзгеріс енгізген күні жазылады;
19	– сызбаға орындалатын ғимараттың мекен жайы жазылады.

1.6. Сызбадағы материалдарды шартты графикалық белгілеу (МЕСТ 2.306-68).

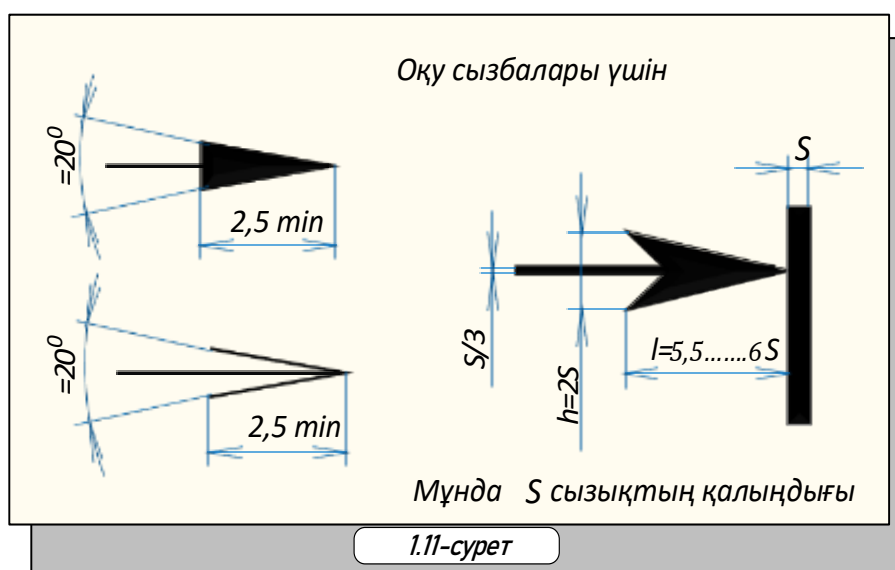
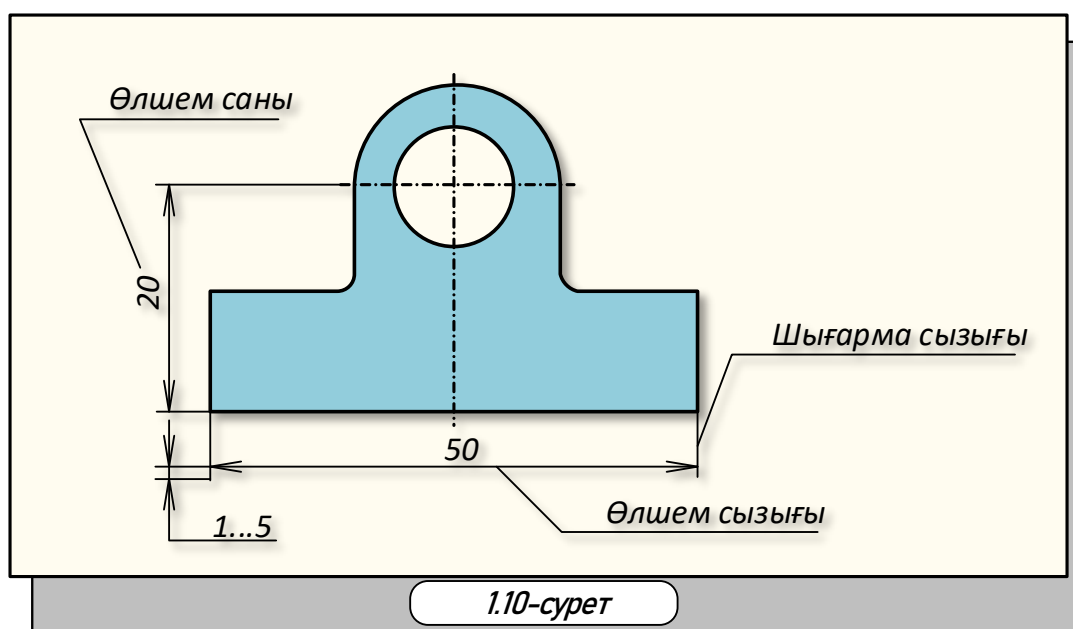
Сызбалардағы кездесетін материалдарды қималарда шартты графикалық белгілеулерді МЕСТ 2.306-68. Стандарт бойынша қималардағы материалдарды шартты графикалық түріне қатыссыз 1.9-суреттегідей тәрізді белгіленуі керек.

Сызбадағы қималарда материалдардың түрін көрсету керек болған жағдайда, мемлекеттік стандарт материалдарды шартты графикалық белгіледі 1.8-суретте үлгіде ұсынылған.

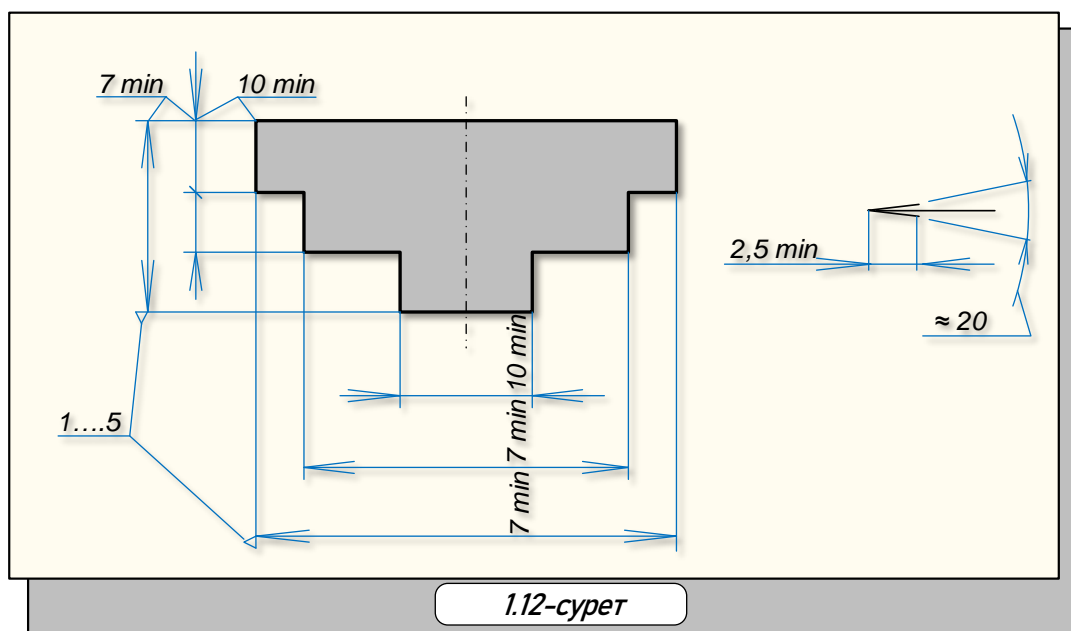


1.7. Сызбаға өлшем қою (МЕСТ 2.307-68).

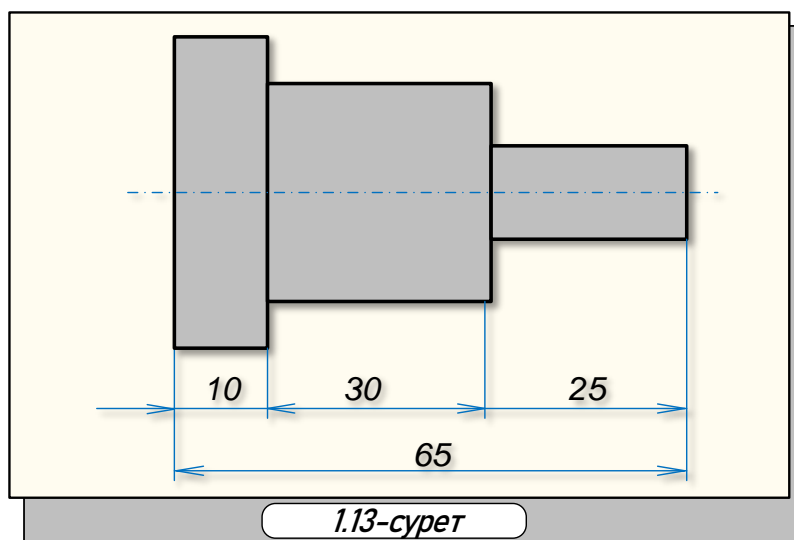
Сызбаларға өлшем және орташа ауытқу көрсеткіштерін қою ережелері МЕСТ 2.307 -68 стандартта бекітілген. Өлшемдерге сызықтық өлшемдер, шеңбердің диаметрі, шеңбер немесе доғаның радиусы, бұрыш, доғаның ұзындығы жатады. Сызықтық өлшемдерге ұзындық, енінің ұзындығы, қалыңдығы және биіктік жатады. Өлшемдер шығару сызықтары және өлшем сызықтарынан тұрады. Бұл сызықтар жіңішке тұтас сызықпен орындалады. Өлшем сызықтарының ұштары меңзермен (жебе) шектеліп ол шығару сызығына немесе қарам сызықтарына дәл тиіп тұруы қажет. 1.10-сурет. Ал ұштықтардың сызбасы мен қойылатын өлшемдері 1.11-суретте.



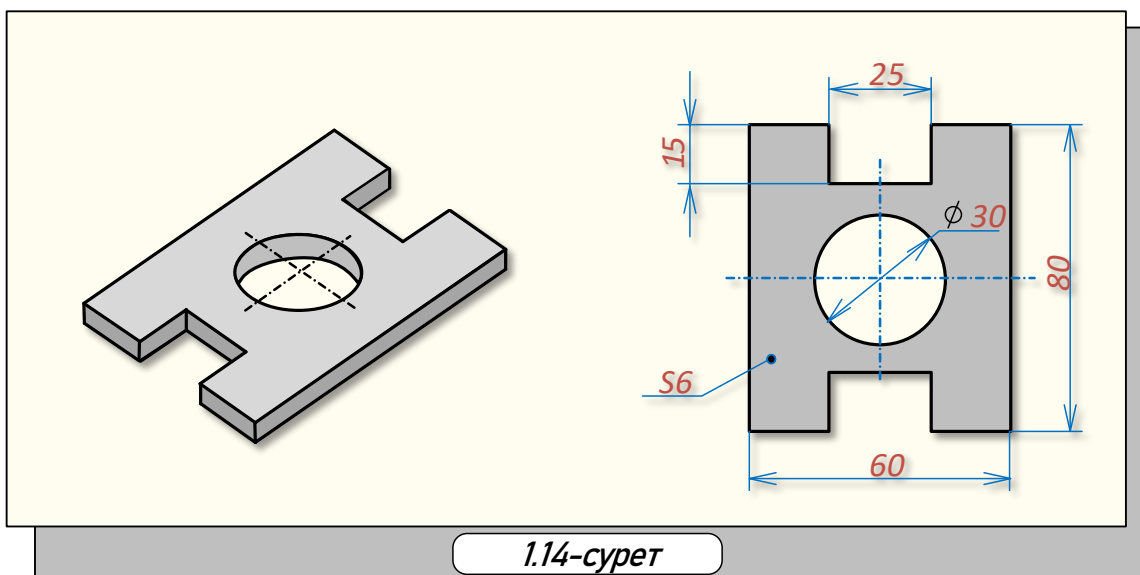
Шығару сызықтарына перпендикуляр өлшем сызығы нұсқаманың контурының 10 мм-ге тең. Сызбалардың күрделігіне байланысты өлшем сызықтары бірнеше параллель сызықтар арақашықтықтары 7-8 мм-ге тең өлшемдерімен орындалады 1.12-сурет..



Тізбекті тәсіл аралас элементтер (тізбекті) арасындағы өлшемдерді жүйелілікпен салуға мүмкіндік береді 1.13-сурет. Бұл тәсіл тек қана үлкен ұзындығы бар тетіктер үшін қолданылады.

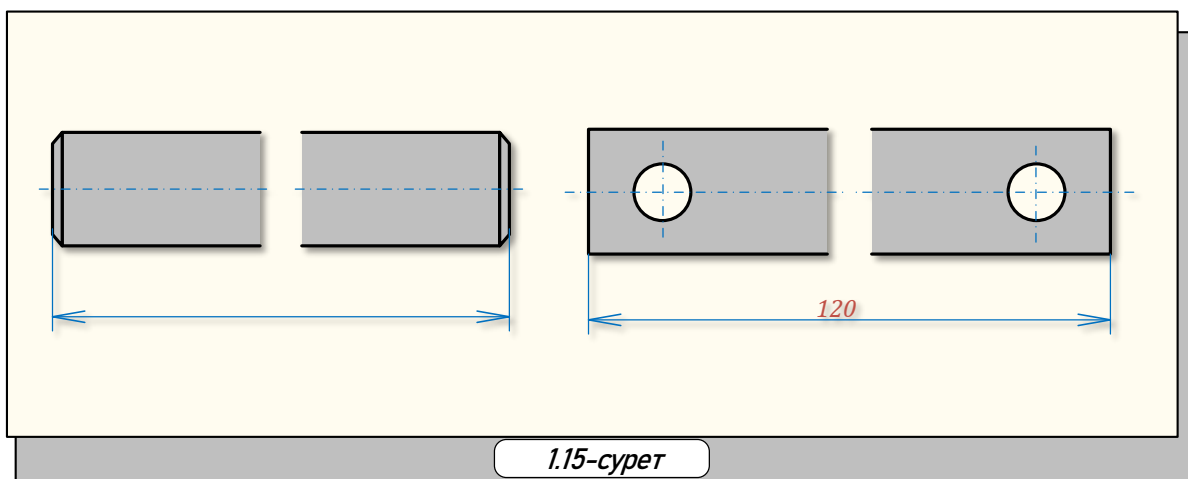


1.14-суретте тетіктің сызбасына өлшем қою көрсетілген. Тетіктің ұзындығы 80 мм, енділігі 60 мм. Екі жағында өлшемдері 25x15 болған ашық тесіктері бар. Тетік симметриялы. Тетіктің орталығында диаметрі 30 мм болған ашық тесік бар. Тетіктің қалыңдығы 6 мм.



1.14-сурет

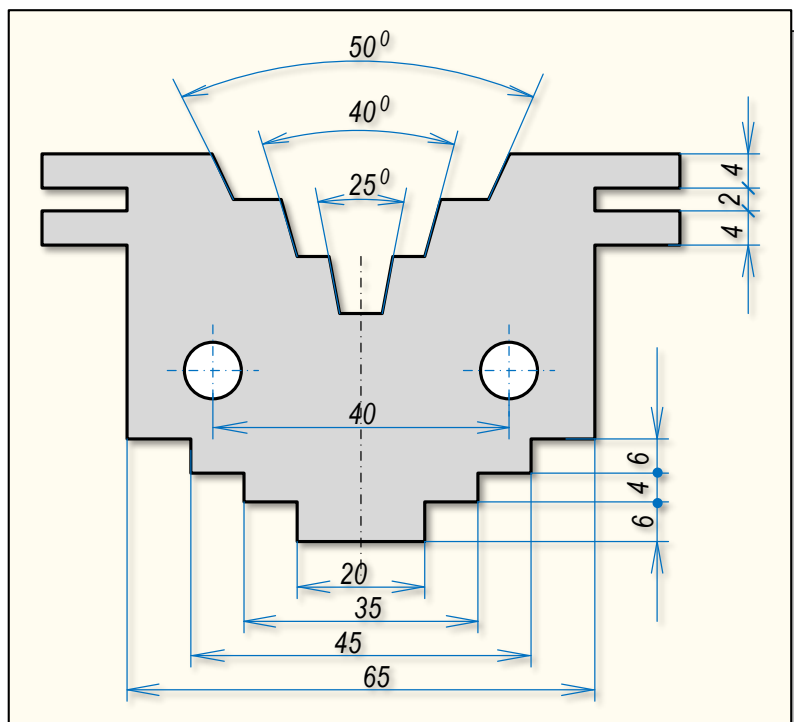
Кейбір ұзындығы бойлап бірдей пішінге ие болған тетіктерді үзіп сызуға болады. (Бейнелеу ережелері. ГОСТ 2.305-68) Бұл жағдайда оларға өзінің нақты ұзындығы қойылады және өлшем сызығы үзілмейді 1.15-сурет.



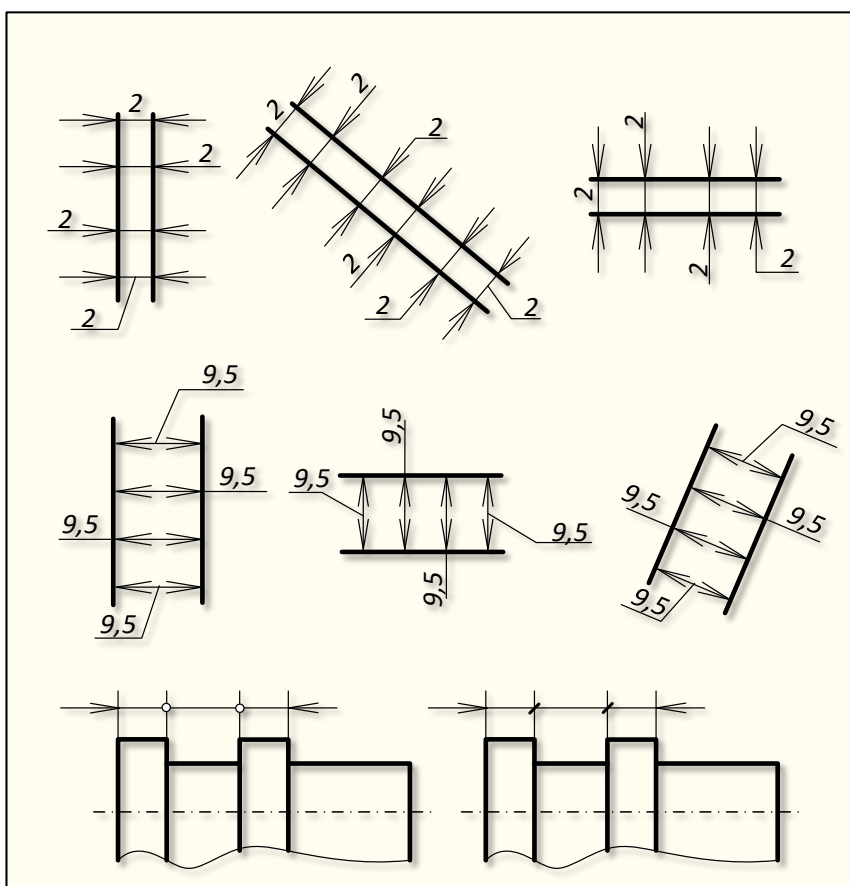
1.15-сурет

Бірнеше параллель өлшем сызықтарын жүргізу қажет болса олардың үстіндегі өлшем сандары шахматтық орналасу тәртібімен қойылады. Бұл бұрыштық өлшемдерге де тиісті. Тетік симметриялы болса есептік (базалық) сызық симметрия сызығы негізінде таңдалады 1.16-сурет.

Егер сызбадағы өлшем 9 -12 мм –ден кіші болса немесе өлшем сандарын орналастыруға орын болмаса өлшем сандарын сыртта немесе сөрелі сызықшалардың көмегінде қоюға болады. Меңзерлер сиыспайтын жағдайда меңзерді шығару сызығының сыртына шығаруға немесе кейбір жағдайда оларды нүктемен, сызықшалармен алмастыруға болады 1.17-сурет.



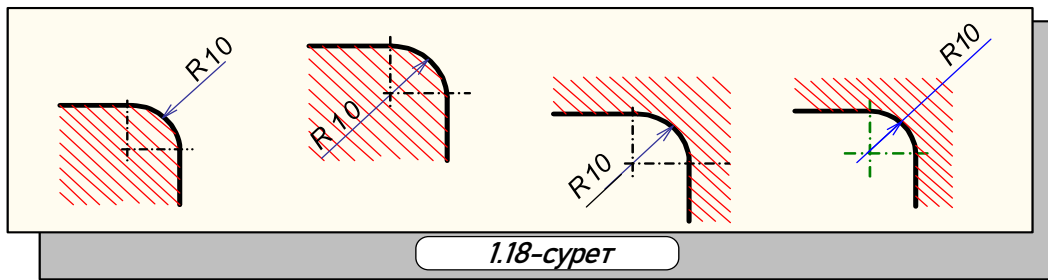
1.16-сурет



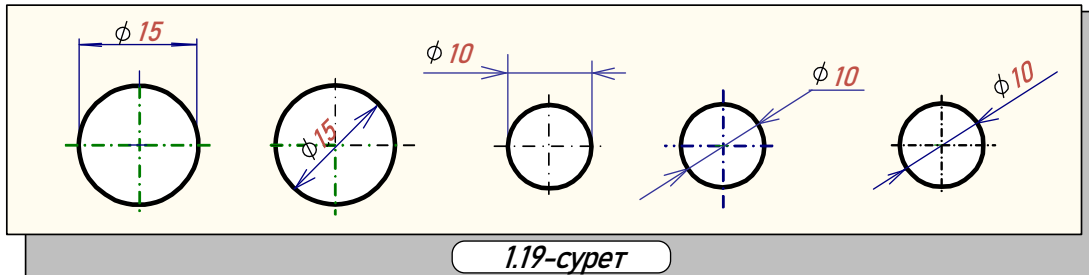
1.17-Сурет

Сызбаға өлшем санын қою өлшем сызығының үстіне және өлшем сызығының ортасында жазылады. Өлшем саны мен өлшем сызығының ара

қашықтығы l -мм-ге тең болады. Сызбаларда шеңберге радиус R 1.18-суретте немесе диаметр ϕ өлшем сандарының алдына таңбалар қойылады 1.19-сурет.

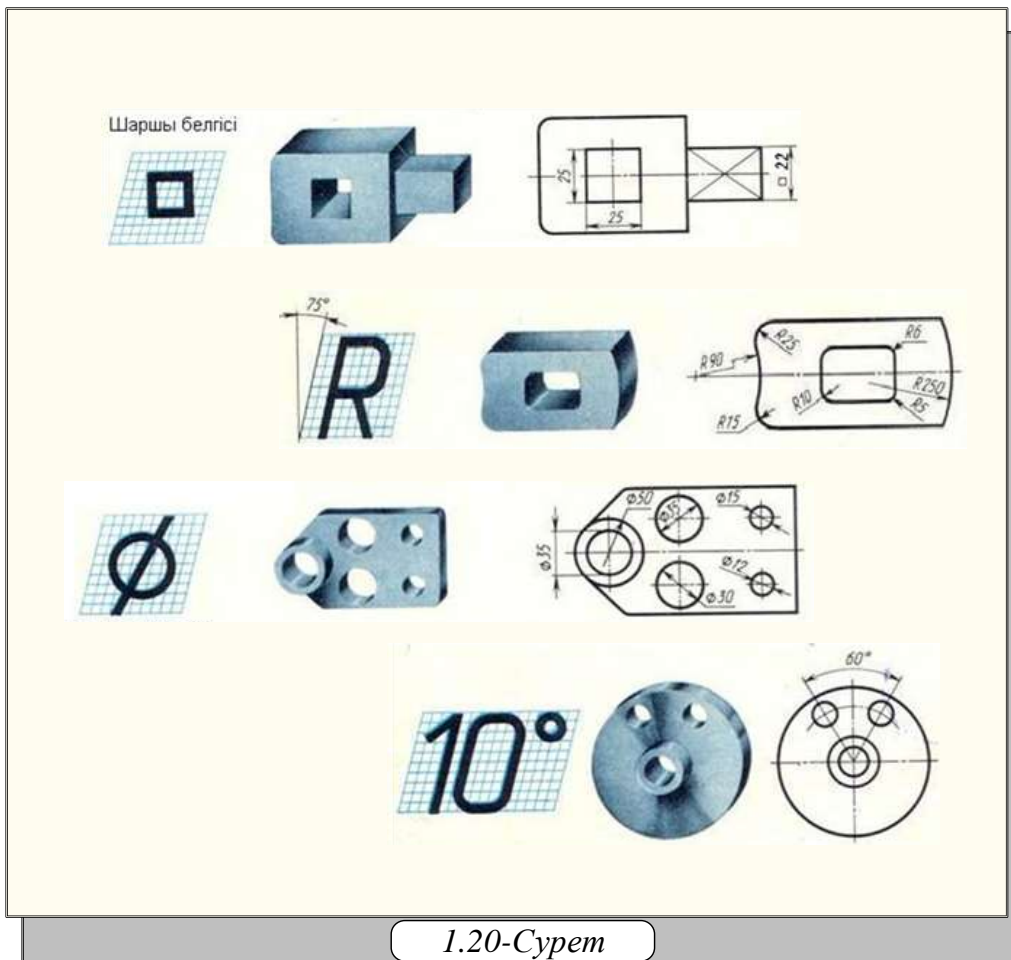


1.18-сурет



1.19-сурет

1.20-суретте сызбаға өлшемдер шаршының, радиус, диаметр және градусты қоюға үлгісі көрсетілген.



1.20-Сурет

Бақылау сұрақтары

1. *МЕСТ* дегеніміз не?
2. *Пішімдердің* неше түрі бар?
3. *Пішімдер* дегеніміз не?
4. *Масштабтар* дегеніміз не?
5. *Кішірейтілген масштаб* дегеніміз не?
6. *Үлкейтілген масштаб* дегеніміз не?
7. *Сызба сызықтарының* неше түрі бар?
8. *А типті сызба қаріптері* дегеніміз не?
9. *Б типті сызба қаріптері* дегеніміз не?
10. *Сызба қаріптері қандай көлбеулікте сызылады?*
11. *Сызба өлшемдерін сызбада қалай түсіреді?*
12. *Сызба шығару сызықтары* дегеніміз не?
13. *Сызбада бұрыштық өлшем қалай қойылады?*
14. *Сызбада шеңбер өлшем қалай қойылады?*
15. *Сызбада конус қалай қойылады?*
16. *Сызбаның негізгі жазуы* дегеніміз не?
17. *Негізгі жазудың қанша түрі бар?*

2. Сызба геометрияның ғылым және оқу пәні ретінде дамуы

Геометрия – көне ғылымдардың бірі. Ол адамдардың тәжірибелік қажеттіліктерінен туындаған.

Тәжірибелік геометриямен ертедегі халықтың барлығы айналысқан болатын. Лашық салу үшін, үңгір жасау үшін, шатыр құру үшін негізгі геометриялық білім қажет. Бір нәрсенің ұзындығын өлшеу, тікбұрыш ұғымы, үшбұрыштың ауданын өлшеу – бәрі-бәрі геометрия. Ежелгі гректер тәжірибелік геометрияның ережелерін бекітуге қажетті межені ерте кезде өтіп кеткен, сол себепті бүкіл еуропалық өркениеттің дамуына өшпес із қалдырды.

Адамзаттың геометриялық мәліметтерді жинақтау процесі ұзаққа созылды әрі түрлі формада жүзеге асырылды. Жазықтықта кеңістік формаларының бейнесін суреттеу әдісімен белгілі бір деңгейде кейбір ежелгі ғалымдардың қызметі байланысты.

Ежелгі Грекияның ғұлама ғалымы және ойшылы Демократ геометр және математик ретінде аса танымал. Оның еңбектерінің бірі – «Геометрия туралы» трактат. Ол алғашқылардың бірі болып стереометрия мәселелерімен айналысты, геометриялық денелердің көлемін есептеді.

Евклидтің «Оптика» шығармасында (б.з.д. X-IX ғ.) заттарды «көрудің» шарттары туралы бірқатар аксиомалар мен теоремалар бар. Евклид басқа да көптеген ғылыми еңбектердің авторы. Оның бүкіл дүние жүзіне танымал «Бастама» (геометрия) атты еңбегі әлі күнге дейін өз маңызын жоғалтқан емес.

«Архитектура туралы он кітап» атты Рим архитекторы Витрувийдің (б.з.д. I ғ.) еңбегі де үлкен қызығушылық тудырады. Бұл еңбекте ғимараттың жоспары мен қасбеті туралы мәліметтер беріледі (яғни, заттардың көлденең және фронтальды проекциялары туралы (бірақ араларында проекциялық байланыс жоқ), болашақтағы бейнелер туралы, оларды орындау ережелері жазылған).

Ежелгі грек астрономы Птолемей бес кітаптан тұратын перспектива туралы шығарма жазды. Онда заттардың көрінуі мәселелері, формалары, түсі, жарықтандырылуы, көлеңкелердің пайда болуы қарастырылады.

Бұдан кейін ғылымда ұзақ уақыт бойы графикалық бейне-лер туралы айтарлықтай даму байқалмады. Графикалық бей-нелер негізі мен әдістері Қайта өрлеу дәуірінде дамыды.

Лоренцо Гиберти (1378-1456) өз еңбектерінде перспективті бейнелерді алмастыратын нысандарды қарастырды.

Леон Баттиста Альберти (1404-1472) атты ғалым, сурет-ші әрі мүсінші «Сәулетшілік туралы» және «Кескіндеме туралы» еңбектерінде тордың

көмегімен перспективті бейнелерді құру тәсілдеріне сипаттама беріп, бейнелердегі көлеңкелердің құрылуын зерттеген.

Итальян суретшісі Пьеро делла Франческа (1416-1492) «Бейнелеуде қолданылатын перспектива туралы» шығармасында суреттің жалпақтығымен конустың көріну нүктесінің қиысуы нәтижесінде алынған заттың проекциясын перспектива деп түсіндіреді.

Перспективті бейнелердің құралыуының теориялық негіздерін дамытуға үлкен еңбек сіңірген. Қайта өрлеу дәуірінің өкілі, атақты суретші және ғалым Леонардо да Винчи (1452-1519). Оның «Кескіндеме туралы трактатында» құрылыс өнерінде, архитектурада және мүсіндеуде қолданылатын қызықты геометриялық материалдары бар. Ол бірінші болып суреттің тереңіне бойлап кететін тең қиықтардың масштабын азайтуға қолданды, панорамалық перспективаның бастауын салды, көлеңкелердің таралу ережесін қалыптастырды, «алғашқы» және «туынды», «күрделі» және «қарапайым» көлеңкелер ұғымын енгізді.

Перспектива мәселелерімен Альбрехт Дюрер (1471-1528) атты неміс суретшісі де айналысты. «Циркуль мен сызғышты пайдалануға қатысты нұсқау» атты оның еңбегінде (1525) екі өзара перпендикулярлы жазықтықтағы проекциясында олардың проекциялары бойынша- заттардың перспективасы мен көлеңкесінің құрылу тәсілдері келтіріледі, яғни ол ортогональды проекциялардың көмегімен бұл мәселені шешеді, жазықтықтағы ортогональды проекцияларда жалпақ және бірқатар кеңістіктегі қисықтарды сызу тәсілдерін баяндады, конустық тіліктер туралы айтты.

Пьетро Перуджиноның (1446-1523) «Көлденең сызықтардың қиылысу нүктелері туралы ілім» атты еңбегі перспективаны меңгеруге арналған. Джакомо да Виньоланың (1507-1573) «Перспектива құрудың екі ережесі» атты еңбегі де аса қызығушылық тудырады. Онда заттың көріну себебі деп затты сыртынан бақылап тұрған адамның көзінен тарайтын сәулені емес, керісінше, заттан көзге түсетін сәулені айтатындығын түсіндіреді.

Перспективаның негізін салғандардың бірі итальяндық ғалым Гвидо Убальди (1545-1607) болып табылады. «Перспектива туралы алты кітап» (1600) атты еңбегінде перспективаға қатысты бірқатар мәселелер шешімін- тапқан: жазықтықта жатқан перспектива заттарының құру немесе керісінше, перспектива бейнесіне қарап заттың түрі мен өлшемін анықтау, кеңістіктегі денелердің перспективасының бейнесін құру, көлеңке, шардағы, конустағы, цилиндрдегі және т.б. перспектива.

Араларында геометриялық байланыс болмаса да перспектива бейнелерді құру тәсілдері ортогональды проекциялар әдістерінен бөлек қарастырылды. Перспектива кескіндеменің тәжірибелік талаптарына қарай, ал ортогональды проекциялар техника мен құрылыс талаптарына орай дамыды.

Алғаш рет француз архитекторы әрі математигі Жерар Дезарг (1593-1662) сызықты перспективаның ортогональды проекцияларының, геометриялық көру нүктелерінің арасында ұқсастық барын айтты. Бұл бейнелердің арасындағы айырмашылық көру нүктелерінің орналасуында ғана екендігін айқындап берді.

Ортогональды проекциялар кезінде көру нүктесі кеңістікте орналасатын болса, ал сызықты перспектива кезінде заттан өте алыс орналасады. Дезаргтың «Перспективада заттарды бейнелеудің жалпы әдісі» атты еңбегінде (1636) және «Конустың жазықтықпен кездескен кезде орын алатын құбылысқа келетін тәсілдің нобайы» (1939) атты еңбектерінде перспектива бейнелерін құруға қатысты бірқатар жаңа теориялық ережелермен қоса көптеген тәжірибелік нұсқаулар да бар.

Перспектива бейнелерін құру үшін Дезарг координат әдісін қолданды, сөйтіп аксонометриялық әдістің бастауын салды. Ол ендік пен тереңдік масштабтарын, сонымен қатар биіктік масштабтарын қолданды. Топсада айналып тұрған үш бірдей дәйектелген сызғышты, яғни «үш сызықты компасты» пайдалана отырып, перспектива бейнелерін құрудың сараптамалық әдісін де ұсынған Дезарг болатын. Ол кеңістіктегі шексіз шалғайдағы элементтер туралы ұғымды енгізді. Ол проекциялық геометрия негізінде бедерлі перспектива туралы ілімнің дамуына ықпал етті. Барлық конустық тіліктерді дөңгелектің перспективі деп қарастыруды ұсынды.

Дезаргтың жоғарыда аталған жұмыстарын проекциялық геометрияның бастауы деп есептеуге болады. Ол Блез Паскальдың «Конустың тіліктер теориясына тәжірибе» атты алғашқы математикалық трактатында (1640), Лазар Карноның «Геометриялық пішіндердің арақатынасы туралы» (1801) және «Орналасу геометриясы» (1803) еңбегінде көрініс тапқан.

Сызба геометрияның дамуына, оның ішінде перспектива саласына итальяндық архитектор Андреа дель Поццо (1642-1709) қомақты үлес қосты. Оның «Суретшілер мен архитекторлардың перспективалары» атты еңбегінде (1693-1693) ортогональды проекциялар бойынша перспективаның бейнесін құру үлгілері бар.

Көлеңкелері және гномоника бөлімі (1711) бар сызықты перспективаның теориясын голландтық математик В. Я. Гравезанд (1688-1742) айтқан болатын.

Көптеген позициялық мәселелер мен қарапайым геометрия мәселелерін шешетін перспектива әдістері ағылшын математигі Тейлордың (1685-1731) және немістің геометрі Ламберттің (1728-1777) еңбектерінде кеңінен қамтылған.

Ал француз инженері Фрезьенің еңбегі (1682-1773) мынада: ол «Гастармен ағаш құрылымдарды кесудің теориясы мен тәжірибесі немесе стереотомия туралы трактат» (1738-1739) атты шығармасында көлденең және жаппай жазықтықта параллель және тікбұрышты проекцияларды қолданады. Ол қосалқы қима жазықтық әдісімен денелерді қию мәселесін шешудің мысалдарын келтіреді, көп қырлы және қисық үстіңгі беттің жанын қашауды құру тәсілдерін баяндайды.

Сызба геометрияда қомақты еңбек сіңірген француз ғалымы, инженер, қоғам қайраткері Гаспар Монжды (1746-1818) сызба геометрияның негізін салған деп айтады.

Мезьер инженерлік мектебінің оқушысы болып жүрген кезде-ақ Гаспар Монж графикалық есептеулерге жүйрік еді. Сонымен қатар ол жазықтықтағы

кеңістік формулалардың теориясы мен көрінісі тәжірибе бойынша жинақталған білімдерді жүйелеу және қорыту бағытында жұмыс істейді. Жазық сызбасы екі өзара перпендикуляр жазықтықтардың біреуін қиылысу сызығы төңірегінде беттестіру ұсынып, ортогональ проекцияларындағы стереометриялық формулалардың ше- шуінің жалпы әдістерін әзірледі.

Гаспар Монждың еңбектерінде жоғарыда аталған мәселелер ғылыми мән мен мағынаға ие болды. Ол жаңа ғылымды – сызба геометрияны дүниеге алып келді. Алайда ол кезде жаңа ғылым құпия сақталып, Гаспар Монжға сызба геометрия бойынша ешқандай еңбекті жария- лауға рұқсат берілмеді. Ол 1794 жылдан бастап сызба геометриядан Париж жоғары мектебінде сабақ берді, ал 1795 жылдан бастап жаңа құрылған Париж политехникалық мектебінде са-бақ берді. 1798 жылы Парижде Гаспар Монждың «Сызба геометрия» атты еңбегі жарық көрді.

Аталмыш кітап бес тараудан тұрады. Онда мынадай мәселелер қозғалады: сызба геометрияның мақсаты мен әдісі, түзу сызық пен жазықтықтағы- тапсырмалар, кедір-бұдыр жазықтықтағы нормалдар мен жанасатын жалпақтықтар, бұл әдістің түрлі тапсырмаларды шешуге қажетті қосымшалары, қисық сызықтардың және үстіңгі беттің қисықтығы.

Гаспар Монждың «Сызба геометрия» атты еңбегінде сызба геометрияның мәні мен маңызын анықтау ерекше қызығушылық тудырады: «Бұл ғылымның екі мақсаты бар. Біріншісі – тура берілетін екі өлшемі ғана бар үш өлшемді нысанды сызуда анық көрсету. Бұл тұрғыдан алып қарағанда – қандай да бір жобаны жүзеге асырушы инженерге қажетті тіл деп білеміз. Сондай-ақ, оның жүзеге асуына басшылық ететін адамдар, шеберлер түрлі бөліктерді өздері дайындаулары керек».

Сызба геометрияның екінші мақсаты – нақты суреттелген дененің формасы мен өзара орналасуынан шығатын барлық нәрсені шығару керек. Бұл дегеніміз – ақиқатты іздеу құралы. Ол таныс нәрседен таныс емес нәрсеге ауысудың шексіз мысалдарын береді. Ол заттарға қатысты болғандықтан оны халықтық білім беру жоспарына енгізу қажет. Ол ұлы халықтың интеллектуалдық қабілеттерін дамытып, адамзат ұрпағының жетілуіне ықпал етеді, сол сияқты жұмысшыларға да өте қажет. Олардың мақсаты – денелерге белгілі бір форма лар беру. Өйткені бұл өнердің әдістері осы күнге дейін беймәлім болып келді немесе оған ешкім назар аудармады, өнеркәсіп те өте баяу дамыды».

Гаспар Монж «Сызба геометрия» мен «Талдаудың геометрияға қосымшасы» (1800) атты еңбектерінде белгілі әдістерді жинақтап, жүйелеп қана қойған жоқ, сонымен қатар мынадай мәселелерді алға тартты:

– Қисық сызықтар мен үстіңгі қисық бетті зерттеу, соның ішінде жазықтық қайтып келу қабырғасымен;

– Айналу бетінің қию сызығын құру кезіндегі көмекші қиып өтетін сфералар тәсілі.

– Бірдей скаттың жоғарғы беті, сфералық қисықтықтың жоғарғы беті.

– Екінші тәртіптегі жазықтықпен мәселені шешу үшін гиперболоидты қолдану.

– Геодезиялық жоғарғы беттегі үлкен скааттың сызығы; сандық белгісі бар проекциялар теориясының кейбір мәселелері. Ғалым метрикалық және позициондық мәселелерді шешу кезінде айналу әдісін және проекциялар бетін алмастыруды қолданады. Бұл кезде ол аталған әдістердің теориясын баяндамай-ақ қолданады.

Гаспар Монждың ірі математик ретінде сіңірген еңбегі, бірінші- тәртіптегі туынды интегралдану теңдігі теориясының, түрлі беттің дифференциалды теңдіктеріне арналған бірқатар зерттеулердің авторы болып табылады. Ол алғаш рет математикалық модульдарды қолданысқа енгізді.

Гаспар Монж сөзге шешен болған, сондай-ақ тамаша лектор бола білді. Өзінің терең ғылыми білімімен жұртшылықты таңғалдыратын еді. Ол небәрі 22 жасында математика ғылымының профессоры атанды, 1780 жылы Париж академиясының мүшесі болып сайланды. Гаспар Монждың аты геометрия ғалымдардың арасында алғашқылардың бірі болып аталады.

Сызба геометрия өз алдына ғылым ретінде мойындалып, түрлі елдерде кеңінен таралады. Сызба геометрия курсы техникалық мектептердегі негізгі оқу пәні болып саналады.

Бұл кезеңде өзінің ғылыми зерттеулерімен сызба геометрияны байытқан бірқатар ғалымдар шықты (Ф. Вайнбреннер, Дюпен, Гашетт, Бордони, Леруа, Бриссон, Мюллингер, Вейсбах, Оливье, Гаусс). Атақты француз геометрі Жан-Виктор Понселе (1788-1867) 1822 жылы «Фигуралардың жобалық қасиеттері туралы трактат» жазды. Ғалым өз жұмысында Дезарг, Паскаль алға тартқан ойларды қорыта отырып, орталық жобалаудың кез келген геометриялық арақатынастары байланысының негізінде өзгеріссіз қалуының орталық проекциясын зерттеді. Бұл кезеңде бірқатар зерттеулер жүргізілді (Мани, Шлеминг, Юнге, Гениг, Нуазье).

Польке-Шварцтың теоремасы белгілі болды. Ол 1860 жылы еш дәлелсіз жарияланған болатын. Бұл теорема параллельді аксонометрияның негізгі ұсынысы болып қабылданады. Өйткені толық төртбұрышта аксонометриялық проекциялардың барлық па-раметрлерін табуға болады – жалпақ координаттар жүйесін және оның осінде қалған белгілі бір ұзындықтағы қиықтар. Сонымен қатар мұның бәрі координаттың кеңістік жүйесіндегі параллель проекциялар болып табылады. Ол тетраэдр мен оның қабырғаларының құрамында бар. Тетраэдрдің төртінші шыңы мен оның проекциясы аталған координаттар жүйесімен инвариантты түрде байланысқан.

Проециялық геометрияның одан әрі дамуы Шаль, Мебиус, Штейнер, Штаудг, Рейе, Крюгер, Винер, Мюллер, Бурместр, Штурм және т.б. ғалымдардың зерттеулерінде өз жалғасын тапты.

Сызба геометрияның ғылым ретінде дамуына Ресейдің ғалымдары үлкен үлес қосты.

1810 жылы Жол қатынастары инженерлері институты корпусында (корпус инженеров путей сообщения, қазіргі таңда Санкт-Петербург қаласындағы теміржол көлігі инженерлерінің институты) алғаш рет сызба геометрия курсы оқытылатын болды. Бұл курсты алғаш оқыған профессор Монждың шәкірті

француз инженері К.И. Потье болды. Ол 1816 жылы сызба геометрия курсы француз тілінде жарыққа шығарды. Ал оның институттағы көмекшісі Я.А. Севастьянов (1796-1849) оны орыс тіліне аударды. Ресейде сызба геометрияның негізін салушы, бұл ғылымның алғашқы орыс ғалымы профессор А. Севастьянов болды.

Я. А. Севастьяновтың «Тастарды тілімдеудің бастапқы негіздері» (1818) атты алғашқы ғылыми жұмысы К. И. Потьемен бірлесіп жазылған еді. 1819 жылы Я. А. Севастьянов сараптамалық геометрия бойынша оқулық шығарды («Сараптамалық геометрияның бастапқы негіздері»). Бұл – алғашқы оқу құралы. Ал 1821 жылы сызба геометриядан өзінің «Сызба геометрияның іргетасы» деген еңбегін жарыққа шығарды. Ол сызба геометриядағы алғашқы оқулық болып табылады.

Я.А. Севастьяновтың сызба геометрия курсы 20 жыл бойы Ресейдің ЖОО-нда осы пән бойынша негізгі оқулық болып келді.

Я. А. Севастьянов сызба геометрияны орта әскери оқу орындарында оқытуды талап етті. Ол сызу техникасына, бейнелеу өнеріне, ортогональды проекцияларда және перспективаларда көлеңкелердің құрылуына қатысты сызба геометрияның тәжірибелік қосымшасының бірқатар сұрақтарын қарастырды. Ол бұл мәселелерге «Сурет салудағы сызба геометрияның қосымшасы. Сызықтық перспектива. Көлеңкелер теориясы» (1839) және «Әуедегі перспективаға, карталар проекциясына және гномоникаға сызба геометрияның қосымшасы» (1831) атты еңбектерін арнады.

Сызба геометрияның орта білім беретін мектептерде де оқытылғанын атап өту қажет. Сызба геометрияны училищелерде де оқыту қажет болды. Оны «Сызба геометрияның элементтері» (1883) атты оқу орындарының бағдарламаларына сай жазылған оқулықтардың мазмұнына қарап айтуымызға болады.

Сызба геометрия бойынша бірқатар құнды еңбектер Я. А. Севастьяновтың шәкірті профессор А. Х. Редердің қаламынан туған. Профессор А. Х. Редер Я. А. Севастьянов құрастырған сызба геометриядағы орыс терминологиясын және оның символикаларын жетілдірді әрі нақтылау үшін көп еңбек сіңірді.

Ресейдегі сызба геометрияның дамуына үлкен үлес қосқандардың бірі И. И. Сомов (1815-1876). Оның «Сызба геометрия» (1862) деген еңбегі ерекше қасиеттерге ие еді. Бұл курстың материалы айқын әрі нақты жазылған, стилі көркем, мазмұны заманауи ғылыми тілмен жазылған.

Сызба геометрияға қатысты еңбектерімен Петербургтегі Жол қатынастары инженерлері институтының профессоры И. Курдюмовта (1653-1904) танымал. В. И. Курдюмовтың ғылыми зерттеулері бірқатар мәселелерді қамтиды. Олардың ішінде ең маңыздысы проекциялардың өзгеру әдісі, аксонометриялық проекциялар, перспектива, сандық белгілері бар проекциялар, көлеңкелердің теориясы. Аксонометриялық бейнелерге мынадай еңбектерді жатқызуға болады: «Изометриялық проекциялардың әдісі» (1886), «Аксонометрия туралы жалпы түсінік» (1891), «Тікбұрышты- және қиғашбұрышты проекциялардағы аксонометрия немесе параллельді перспек-

тива» (1892). В. И. Курдюмовтың сіңірген еңбегі сызба геометрияның классикалық курсына жасауы болып табылады. Онда бұл ғылымның негізгі тараулары толық қамтылған. Сызба геометрия курсы материалды мазмұндау әдісімен де ерекшеленеді.

Сызба геометрияның дамуына көп еңбек сіңірген академик Е. С. Федоров (1853-1919) әлемге танымал ғалым. Ол – әлемдегі ірі геометр-кристаллограф. Ол сызба геометрияның даму саласында мүлдем жаңа бағытқа жол салды.

Сызба геометрия саласындағы белгілі зерттеулерді В. И. Курдюмовтың шәкірті профессор Н. А. Рынин (1877-1942) жасады. Сызба геометрия саласының дамуына Н. А. Рыниннің сіңірген еңбегі орасан зор. Тәжірибе мен теорияны ұштастыра отырып, сызба геометрияның өнерге, ғылым мен техниканың түрлі салаларына қолданудың орасан зор мүмкіндіктерін көрсетті.

Сызба геометрияға және аксонометрия теориясына қатысты бірқатар еңбектердің авторы – А. К. Власов (1861-1921). Оның қосқан үлесі аксонометриялық проекциялардың теориясына қатысты бірқатар мәселелерді зерттеу кезінде байқалды. Ол Польке-Шварцтың теоремасына керемет дәлел келтірді, аксонометриядағы метрикалық тапсырмаларды шешу үшін үлкен көлемдегі эллипстерді бірінші болып қолданды. Сондай-ақ геометрияның көркемсурет өнерімен арадағы байланысына қатысты мәселемен айналысты.

Сызба геометриядағы проекциялық бағыттың жалғастырушысы профессор Н. А. Глаголев (1888-1945). Ол сызба геометрияға, дифференциалды геометрияға, проективті геометрияға қатысты 40-тан астам ғылыми жұмыстарды жариялады.

Профессор А. И. Добряков (1895-1947) архитектуралық құрылыстық сипаттағы сызба геометрияға қатысты еңбектерімен танымал.

Сызба геометрия саласында педагогикалық және ғылыми жұмыстарды профессор Д. И. Каргин (1880-1949) жүргізді, графиканың дамуына және бейнелердің әдістерін одан әрі қарай жасауға зор үлес қосты. Сондай-ақ Г. Монждың «Сызба геометрия» (1947) атты кітабының орысша редакциясын редакциялайды және пікір білдіреді.

Қисық сызықтар мен үстіңгі қисық қабаттарды зерттеуге профессор М. Я. Громов (1884-1963) өз еңбектерін арнады.

Сызба геометриядағы өзгерудің жаңа әдісі қосалқы проекциялау әдісіне арналған бірқатар зерттеулерді профессор С. М. Колотов (1880-1965) орындады.

Ғалым-геометрлердің ішінде профессор В. О. Гордонның (1892-1971) орны ерекше. Оның «Сызба геометрия курсы» атты еңбегі аса танымал болды, 23 рет баспа бетін көрді.

Сызба және проективті геометрия саласындағы жетекші ғалымдардың бірі профессор Н. Ф. Четвертухин (1891-1974). Ол инженерлік графикада тәжірибелік маңызға ие бейнелердің позициялық және метрикалық толықтығы деген жаңа теорияның авторы болып табылады.

И.И. Котов (1909-1976) – беткі қабаттың түрлі формаларын зерттеуге қатысты бірқатар еңбектердің авторы. И. И. Котовтың жас зерттеушілеріне

және оқытушыларына арналып 1969 жылы шыққан «Сызба геометрия» деген еңбегі беткі қабаттың техникалық формаларын құрастыруға қатысты келелі мәселелерді қамтиды.

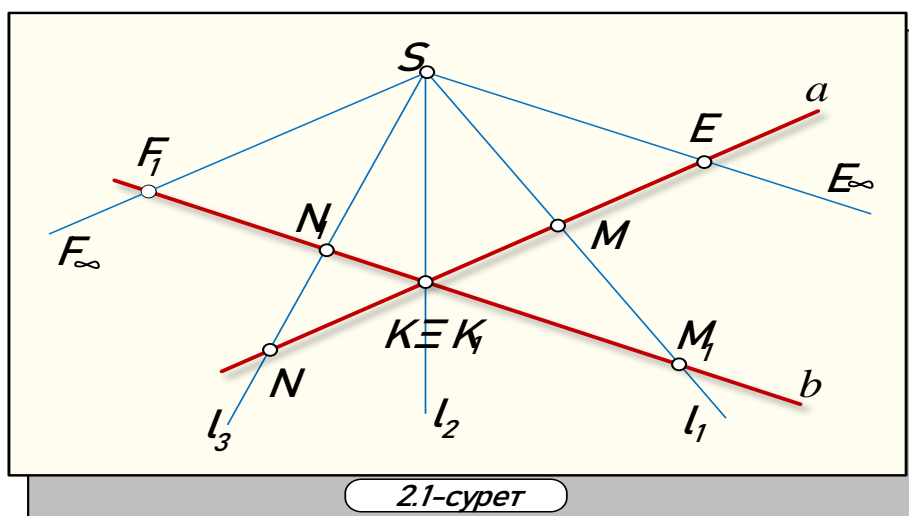
Сызба геометрияның дамуына үлкен үлес қосқан және жаңа теориялық зерттеулермен оны байытқан ғалым-геометрлердің аты-жөні жоғарыда аталған есімдермен аяқталған жоқ. Ол тізімді былайша жалғастыра беруге болады: З. А. Скопец, Н. Первилова, И. С. Джапаридзе, Н. Н. Рыжов, А. Д. Посвянский, А. В. Бубенников, С. А. Фролов, Н. Н. Крылов, А. А. Чекмарев, Ж. М. Есмұхан, К.К. Қонақбаев және т.б.

Сызба геометрияны оқытудың әдістері мен тарихын білу арқылы оқытушы өзінің пәні туралы толыққанды білетін болады және алдыңғы буынның арнайы педагогикалық жүйесін жасауға, заманауи мәселелерді дұрыс шешуге көмектеседі.

2.1. Проекциялау әдістері

Геометрияда оқылатын геометриялық кеңістікті *евклид кеңістігі* деп атайды. Евклид кеңістігінде, онда проекциялау операцияларын орындауға байланысты, қандай толықтырулар енгізу керек екендігін қарастырайық. Жазықтықта проекциялау S центрінен орындалады деп ұйғарайық 2.1-сурет.

S центрінен a түзуінің барлық нүктелерін b түзуіне проекциялайық. Ол үшін S нүктесінен a және b түзулерін M, M_1 нүктелерінде қиятын l түзуін жүргіземіз. Осыған ұқсас l_2 және l_3 түзулері a мен b түзулерін K, K_1 және N, N_1 нүктелерінде қияды. Сонымен a түзуінің әрбір нүктесіне b түзуінің бір ғана нүктесі сәйкес келеді. Керісінше, b түзуінің әрбір M_1 нүктесіне a түзуінің бір ғана M нүктесі сәйкес келеді.



Сонымен, a және b түзуінің нүктелерінің арасында өзара бірмәндес сәйкестік орнайды. Осы өзара бірмәндес сәйкестік екі жағдайда бұзылатындығын оңай аңғаруға болады. Мысалы. a түзуінде жатқан, b түзуіне параллель SE сәулесіндегі E нүктесіндегі b түзуінде проекциясы болмайды және керісінше, сәуле $SF_1 \parallel a$ болғанда, b түзуіндегі F_1 нүкте проекцияға a түзуінде сәйкес нүкте болмайды. Осы кемшілікті жою үшін, евклид кеңістігін «меншіксіз» немесе «шексіз алыстағы» элементтерімен толықтыру керек. Сонда параллель түзулер туралы «меншіксіз» немесе «шексіз алыстағы» нүктеде қиылысатын түзулер деп айтуға болады.

Ілгеріде, проекциялық салуларды орындағанда осы «меншіксіз» нүктелердің «меншікті» нүктелерден ешбір айырмасы болмайды. Кеңістіктегі әрбір түзудің бір ғана меншіксіз нүктесі болады. Жазықтықта жатқан әрбір түзудің меншіксіз нүктесі болғандықтан, олардың барлығының жиыны берілген жазықтықтың меншіксіз түзуін анықтайды. Олай болса, параллель жазықтықтардың ортақ меншіксіз түзуі болады. Меншіксіз нүктелердің немесе меншіксіз түзулердің жиыны меншіксіз жазықтықты береді.

Евклид кеңістігін меншіксіз элементтермен толықтыру, қасиеттері ауқымды, проективтік кеңістікті құрастыруға әкеледі.

2.2. Центрлік проекциялау әдісі

Сызба геометрияда денелер жазықтыққа центрлік және параллель проекциялар арқылы кескінделеді. Кескінделген денелерден белгілі ережелер бойынша графикалық модельдер құрастырылады.

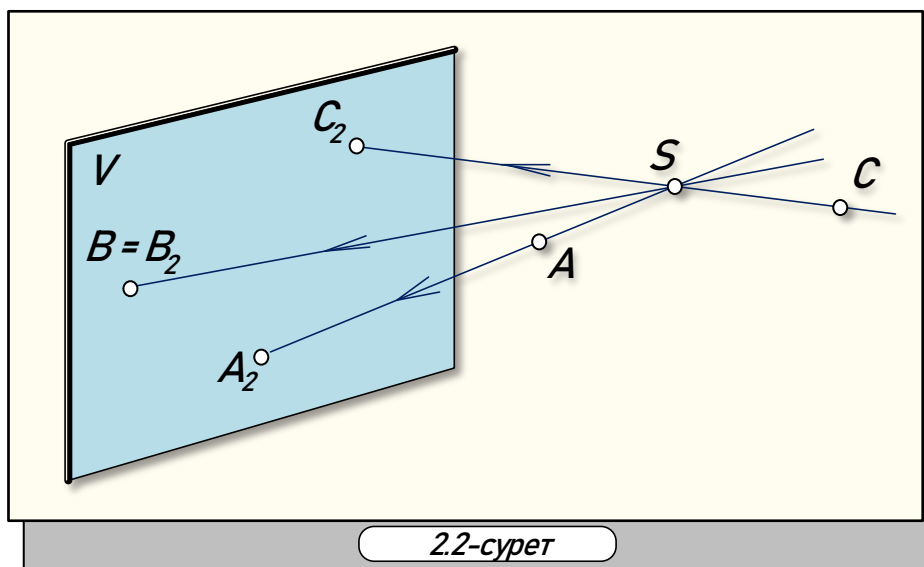
Кеңістіктегі затты (сурет, сызба және т.б.) жазықтықтың бетіне бейнелеген кезде ол нүктелер мен түзулерден тұратын жазық фигура болып табылады. Жазық фигура кескіні нүктелер жиынтығынан тұрады. Ал кеңістікте орналасқан затты жазықтық бетінде бейнелеу заттың бейнесін проекциялау арқылы жүзеге асады. Осыған сәйкес, проекциялау әдісі арқылы сызбалар **проекциялаушы** деп аталады.

Центрлік проекциялау аппараты S -центрімен қосатын түзулерден және Π_0 -жазықтық проекциясынан тұрады.

Егер проекциялаушы түзу деп аталатын барлық сәулелер, бір нүкте (центр) арқылы жүргізілсе, онда проекция жазықтығында бейнеленген заттың кескіні оның **центрлік проекциясы** деп аталады.

Центрлік проекциялау үшін Π_0 – жазықтығының проекциясын және проекция центрі – S нүктесін аламыз 2.2-сурет. Кеңістікте кез келген A нүктесін ала отырып S және A нүктелері арқылы Π_0 жазықтығымен қиылысқанша түзу жүргіземіз, ол A_0 нүктесінде жазықтықта қиысады. B және C нүктелерін де дәл осылай жүргіземіз. A_0, B_0, C_0 нүктелері Π_0 жазықтығында A, B, C нүктелерінің

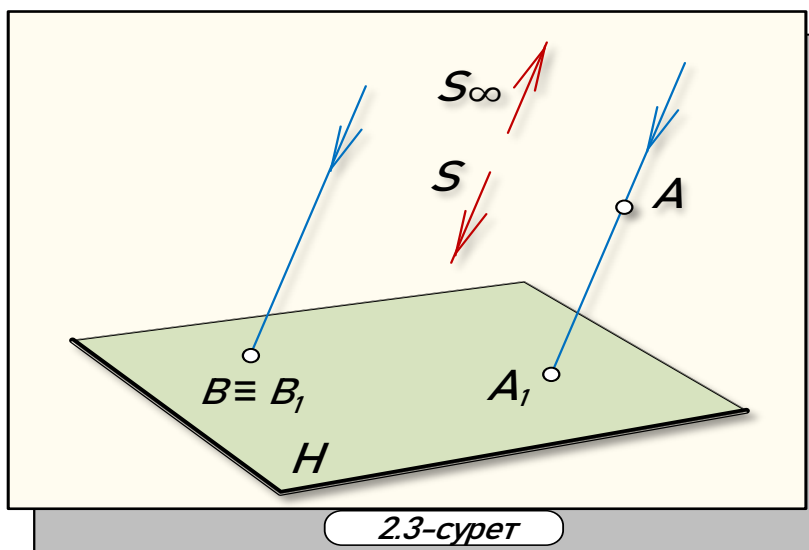
центрлік проекциялары болып табылады. Олар SA , SB , SC проекциялаушы түзулердің (проекциялаушы сәулелер) жазықтықпен қиысуынан алынған.



2.3. Параллель, тікбұрышты (ортогональ) проекциялау әдістері

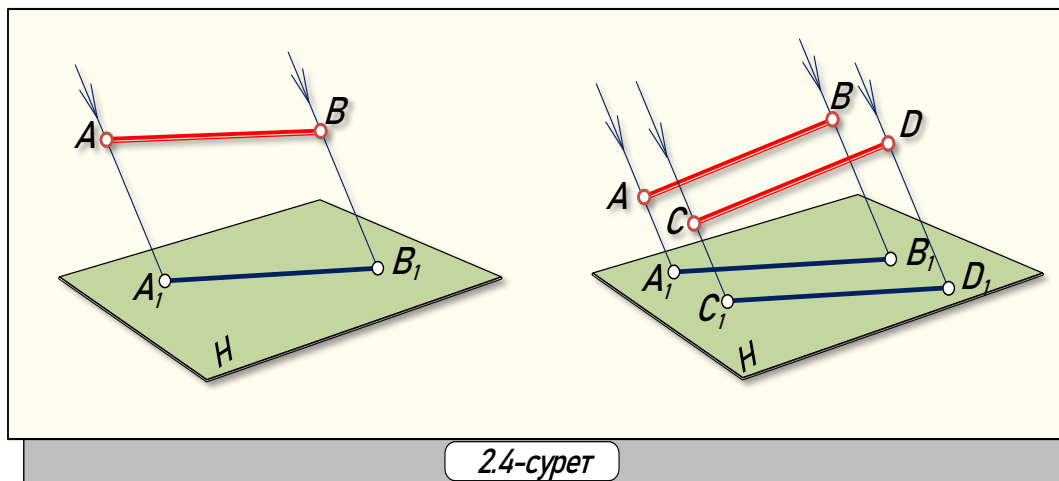
Параллель проекциялау әдісінде де проекцияланатын барлық түзулер өзара параллель проекцияланады.

Параллель проекцияны салу үшін проекциялаушы нүктелер бағытын S анықтаймыз. Келтірілген мысалда 2.3-сурет параллель проекциялау бағыты көрсетілген.



Яғни, нүктені параллель проекциялау дегеніміз – проекциялау бағытын анықтайтын түзуге параллель етіп жүргізілген проекциялаушы түзудің проекция жазықтығымен қиылысу нүктесі.

AB түзуінің параллель проекциясын тұрғызу үшін, олардың екі параллель нүктелерінің проекцияларын тауып, алынған проекциялар арқылы түзу жүргізсе болғаны 2.4-сурет.

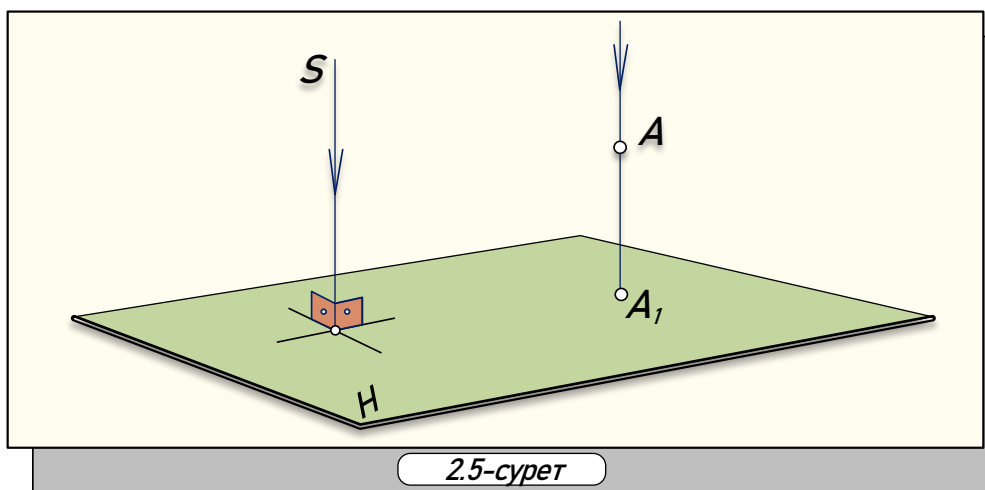


2.4-сурет

Заттың параллель проекциясын тұрғызудың центрлік проекциялаудан айырмашылығы, параллель проекциялау кезінде проекциялаушы сәулелер өзара параллель болып келеді, ал центрлік проекциялауда олар бір нүктеден тарайды.

Осыған сәйкес, параллель проекциялау центрі шексіздікте орналасып, проекциялаушы түзулер проекциялаушы сәулелер бағытына параллель болып келетін центрлік проекциялаудың ерекше жағдайы болып табылады.

Проекциялаушы түзулердің бағыты проекциялар жазықтығына жасайтын бұрыштарының көлбеулігіне байланысты параллель проекциялар, қиғаш бұрышты және проекциялар жазықтығына перпендикуляр орналасуына байланысты тік бұрышты болып орналасады 2.5-сурет.



2.5-сурет

Сызбаларды орындау кезінде тік бұрышты немесе ортогональды проекция негізге алынады, сол себепті әрі қарай осы проекцияларды қарастырамыз.

Параллель проекциялау қасиеттерін қарастырып өтейік:

1. Нүкте проекциясы нүкте болады.
2. Түзудің проекциясы түзу болады.
3. Түзудің бойынан алынған проекция сол түзуге тиісті болады.

Параллель проекциялаудағы осы үш қасиет центрлік проекциялауға да тиісті. Ал параллель проекциялауда тағы екі қасиет қосылады.

4. Үш нүктенің қарапайым қатынасы сақталады.
5. Егер түзулер кеңістікте параллель орналасса, онда олардың проекциялары да параллель болады.

2.4. Гаспар Монж әдісі

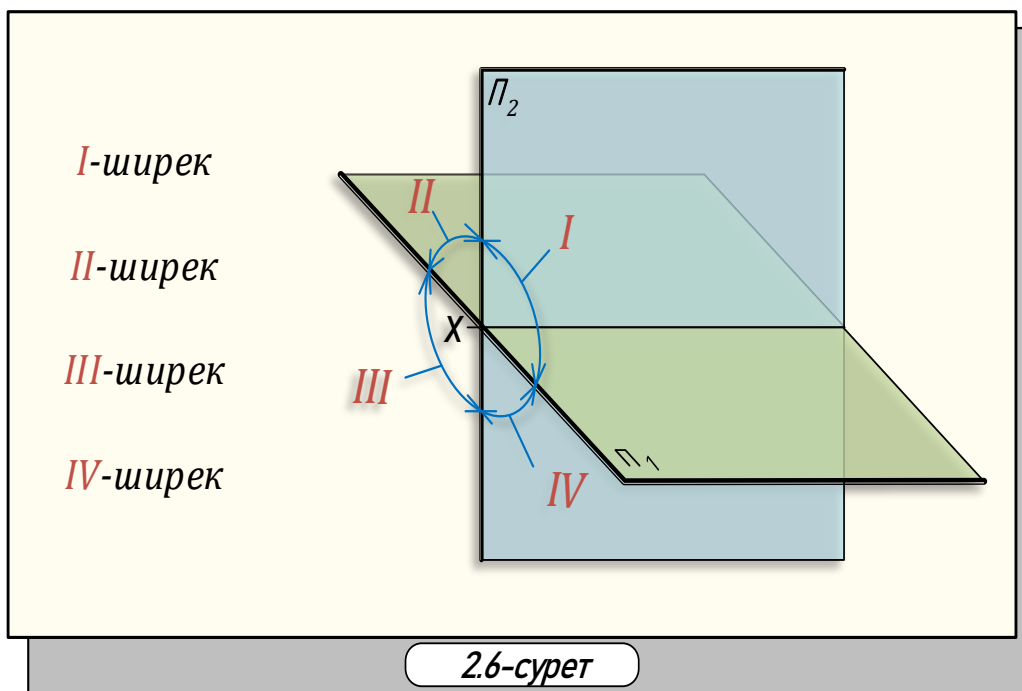
Жоғарыда айтып өткендей, параллель проекция тік бұрышты және қиғаш бұрышты болып екіге бөлінеді. Проекциялаушы сәулелер бағыты, проекциялар жазықтығына тікбұрыш жасайтын болса, онда ол ортогональ проекциялар, ал сүйір бұрыш жасайтын болса, ол қиғаш бұрышты проекциялар болады.

Барлық нүкте түзу денелердің кеңістікте орналасу жағдайын, өзара перпендикуляр орналасқан екі проекция жазықтықтарында толық анықталады. Екі өзара перпендикуляр жазықтық проекциясына параллель проекциялау (ортогональ) техникалық сызбаларды тұрғызудың негізгі әдісі болып табылады. Бұл әдісті алғаш болып 1799 ж. бейнелеген француз ғалымы, қоғам қайраткері Гаспар Монж. Содан бері Монж әдісі деп аталған.



Гаспар Монж ұсынған өзара перпендикуляр екі жазықтықты параллель проекциялау әдісі жазықтықтағы зат бейнесін айқын, дәл және нақты өлшеуді қамтамасыз етеді, сондықтан параллель проекциялау әдісі – техникалық сызбаны құраушы негізгі әдіс.

Сызбада қолданылатын тікбұрыш сөзі көбіне ерте грек тілінен алынған «тіке» және «бұрыш» деген мағынаны білдіретін ортогональ терминімен алмастырылып айтылады. Әрі қарай ортогональ термині өзара перпендикуляр орналасқан жазықтықтан тұратын тікбұрыш проекциялар жүйелерінде қолданылады.



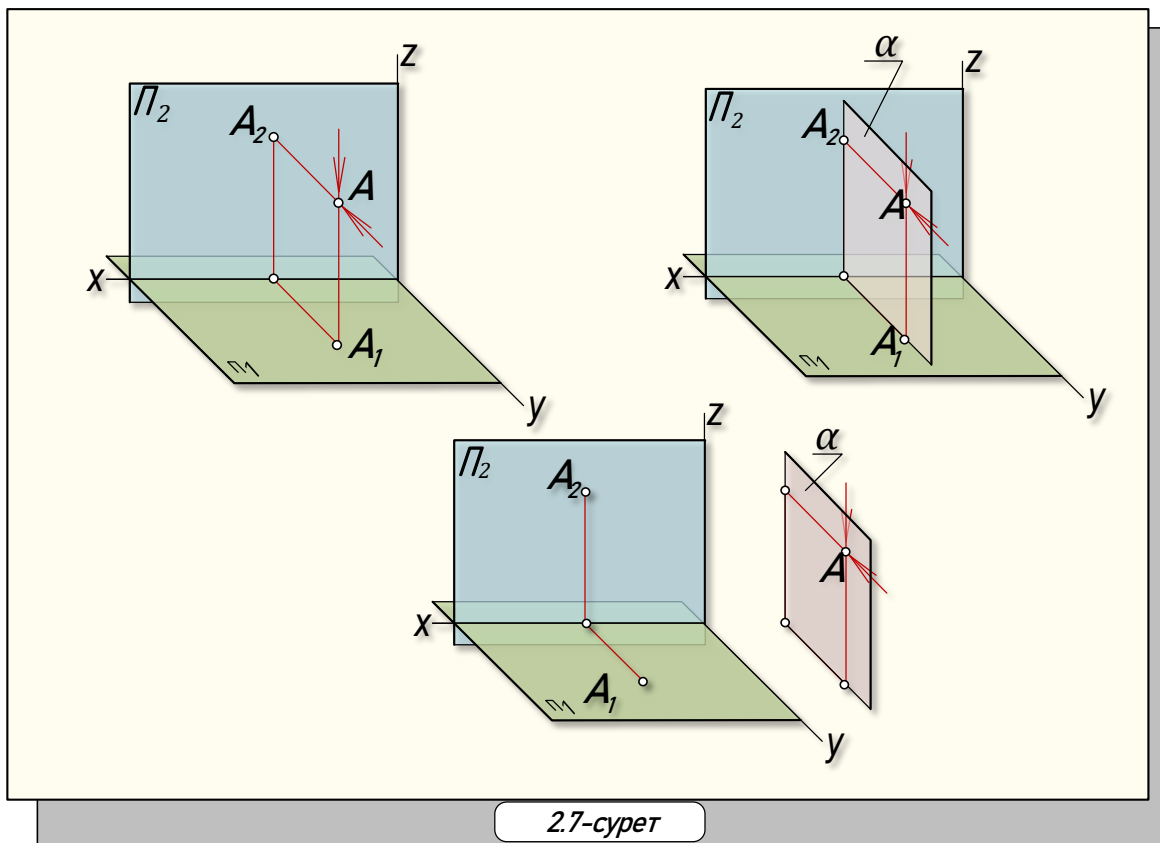
2.6-суретте өзара перпендикуляр екі жазықтық бейнеленген. Олардың біреуі Π_1 әрпімен белгіленгені горизонталь орналасқан; екіншісі Π_2 әрпімен белгіленгені вертикаль бағытта орналасқан. Яғни, Π_1 жазықтығын горизонталь проекция жазықтығы, ал Π_2 жазықтығын фронталь проекциясы жазықтығы деп аталады. Π_1 және Π_2 жазықтығы Π_1, Π_2 жүйесін құрайды.

Проекция жазықтықтарының өзара қиылысу түзуін (OX) *проекция осі* деп атайды. Проекция осі Π_1 және Π_2 жазықтығын екі жартылай жазықтыққа бөліп тұр.

2.5. Нүктенің екі жазықтықтағы проекциясы

Суретте Π_1, Π_2 жүйесінде тұрғызылған кез келген A нүктесінің проекциясы көрсетілген. A нүктесінен Π_1 және Π_2 -ге перпендикуляр жүргізе отырып, A нүктесінің горизонталь (A_1 белгіленген) және фронталь (A_2 белгіленген) проекцияларын аламыз 2.7-сурет.

Π_1 және Π_2 перпендикуляр орналасқан проекциялаушы түзулер, проекция осьтеріне перпендикуляр жазықтықтарды да анықтайды. Π_1 және Π_2 жазықтықтарына перпендикуляр орналасқан түзулер A_1A_x және A_2A_x түзулері проекция осінде A_x нүктесінде қиылысады. Мұнда A нүктесінің горизонталь және вертикаль проекциялары проекция осіне жүргізілген бір перпендикуляр бойында жатады.



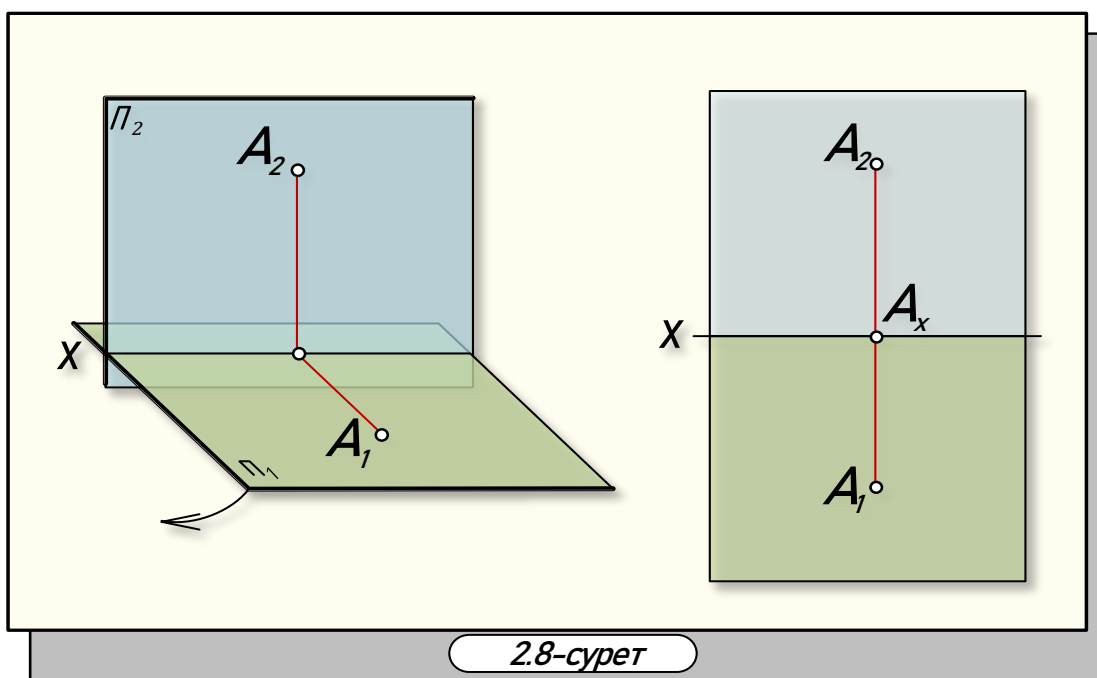
2.7-сурет

Егер A нүктесінің A_1 және A_2 проекциялары берілсе, A_1 арқылы Π_1 , A_2 арқылы Π_2 жазықтығына түсірілген перпендикулярдың қиылысуындағы нүкте алынады. Сонымен, берілген проекция жазықтықтарына орналасқан нүктенің екі проекциясы оның кеңістіктегі орнын толық анықтайды.

Π_1 жазықтығын проекция осінен 90° бұра отырып сол жақ 2.8-суретте көрсетілгендей етіп, проекция жазықтықтарын бір жазықтықпен беттестіреміз; сол кезде кеңістіктегі A нүктесі алынып қалады да, A_2 және A_1 проекциялары проекция осіне перпендикуляр орналасып, бір байланыс сызығында қалады. Бұндай жазықтықтарды беттестіруді *эпюр* (*epure* – сызба, француз сөзінен алынған) деп атаймыз (Монж эпюрі).

Кеңістік картинасы арқылы біз эпюрге көшеміз. Проекция жазықтықтары шексіз болғандықтан, эпюрге проекция жазықтықтарының контурларын көрсетпейміз. Енді эпюрге жұмыс жасау үшін көзге елестету қабілетін дамыту қажет болады.

A нүктесінің Π_1 және Π_2 жазықтығындағы орны анықталды, енді $A_1 A_x$ кесіндісі A нүктесінің Π_1 проекция жазықтығына дейінгі арақашықтықты көрсетеді, ал $A_2 A_x$ кесіндісі Π_2 жазықтығына дейін нүктенің проекцияларын байланыстырып тұратын сызықтар *байланыс сызықтар* деп аталады. Осы сызықтар арқылы анықталатын нүктенің орнын табамыз.



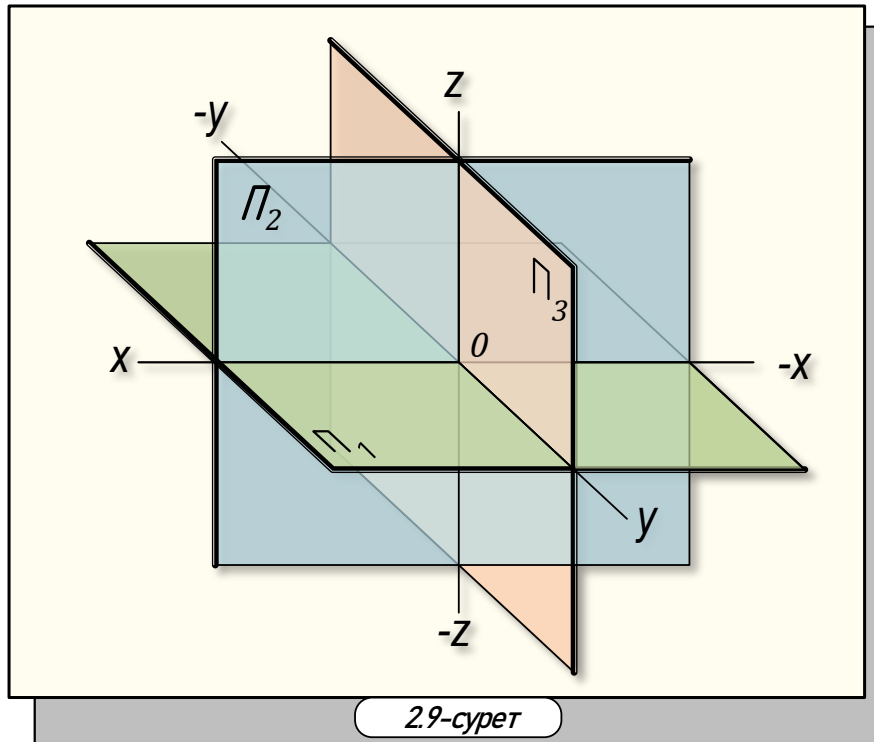
2.8-сурет

Проекция нүктелерінің арасына байланыс сызықтарын жүргізу қажеттілігіне назар аудару қажет; проекцияны өзара байланыстыратын осындай сызба болған жағдайда ғана анықталатын нүктелердің орнын анықтауға мүмкіндік туады оң жақ 2.8-сурет.

Монж эюрі, сонымен қатар, Монж әдісі негізіндегі проекциялық сызбаларды «сызба» деп бір сөзбен атаймыз. Ал басқа жағдайда «сызба» сөзі орындалу түрлеріне қарай олардың анықтамаларымен қоса аталады (перспективті сызба, аксонометриялық сызба және т.б.).

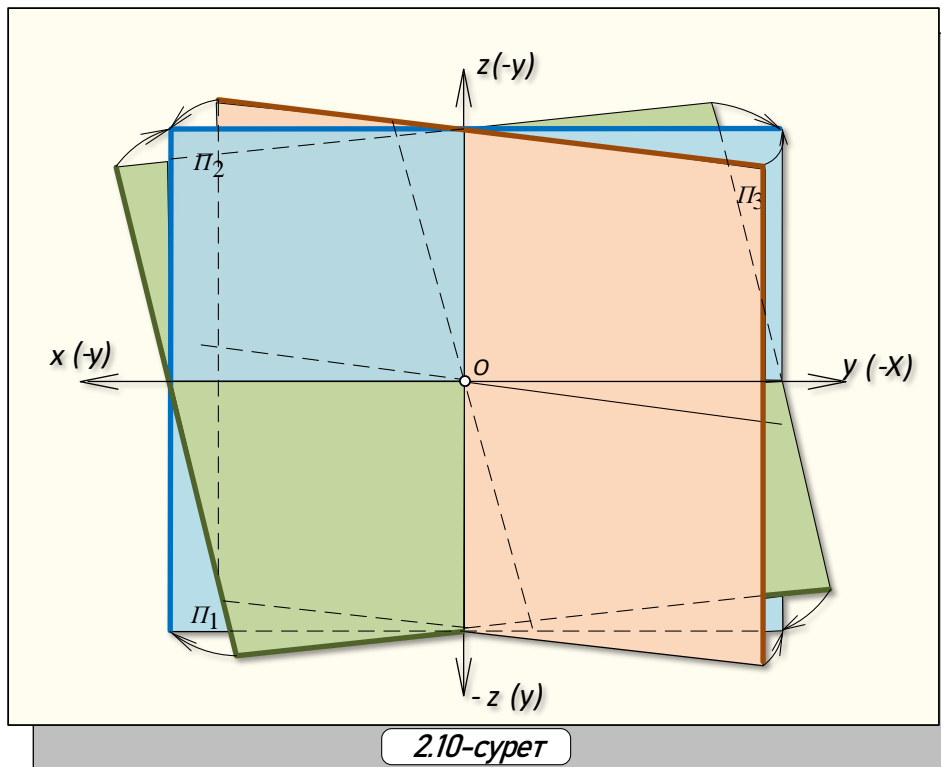
2.6. Нүктенің үш жазықтықтағы проекциялары

Геометриялық денелерді құрастыру барысында және тапсырмаларды шешу кезінде Π_1 және Π_2 жүйелеріне басқа да жазықтық проекцияларын қосуға тура келеді. Әр алуан сызбаларды орындау кезінде көліктерді және олардың бөлшектерінің кескіндерін айқын түсіну үшін екі көрініс аз болғандықтан, бірнеше көріністі бейнелеу керек. Сол себепті, Π_1 және Π_2 жүйесіне перпендикуляр орналасқан Π_3 әрпімен белгіленген тағы бір проекция жазықтығын қосамыз 2.9-сурет. Ол *профиль* жазықтығы деп аталады. Проекция жазықтықтары өзара перпендикуляр орналаса отырып, проекцияның x , y және z үш осін құрайды, олар z Π_1 , y Π_2 және x Π_3 болады. Осы үш осьтің қиылысу нүктесі O координаталардың басы болып табылады.



2.9-сурет

2.10-суретте Π_1 , Π_2 және Π_3 жазықтығын x осінен бұра отырып, бір жазықтыққа беттестіру бейнеленген.

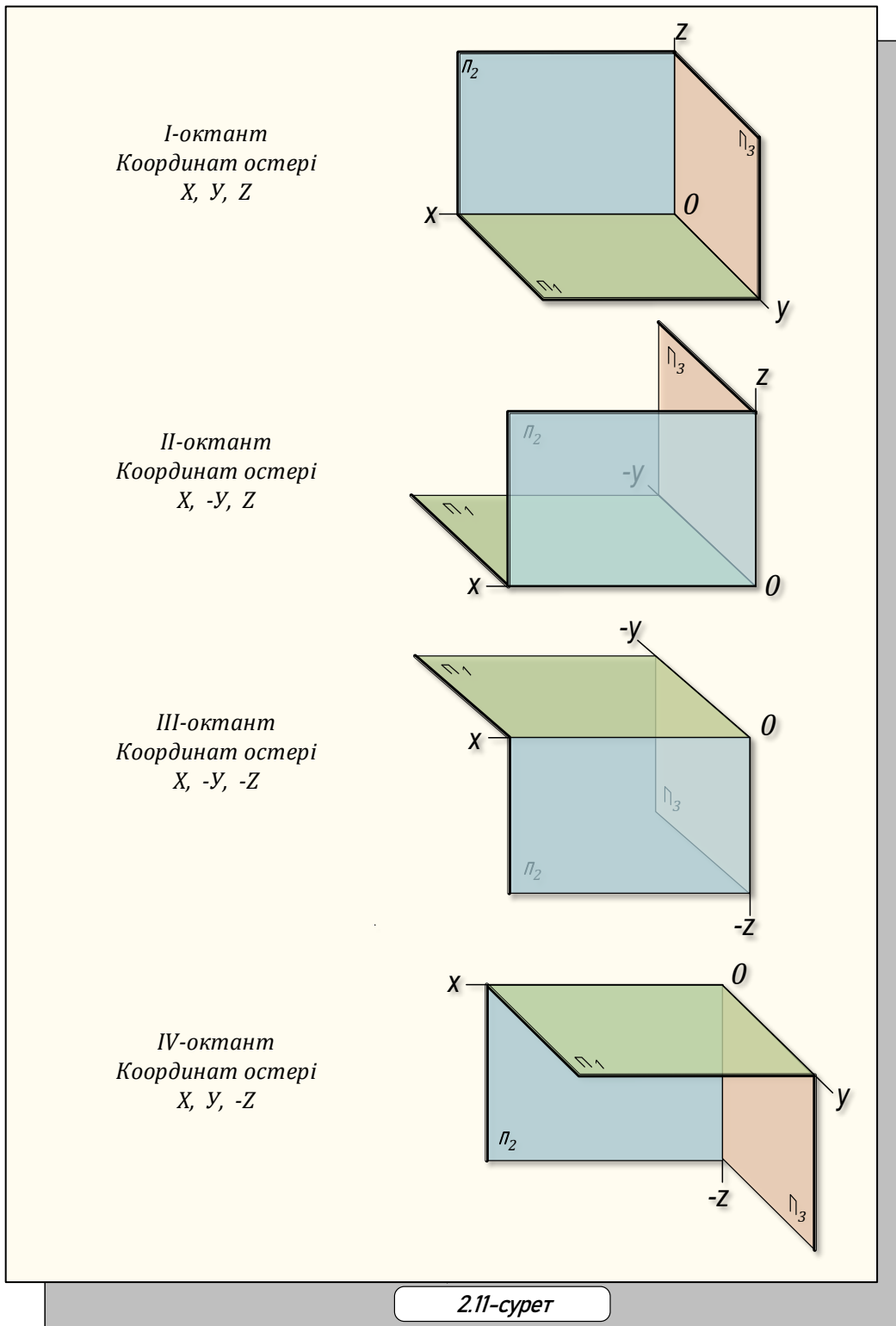


2.10-сурет

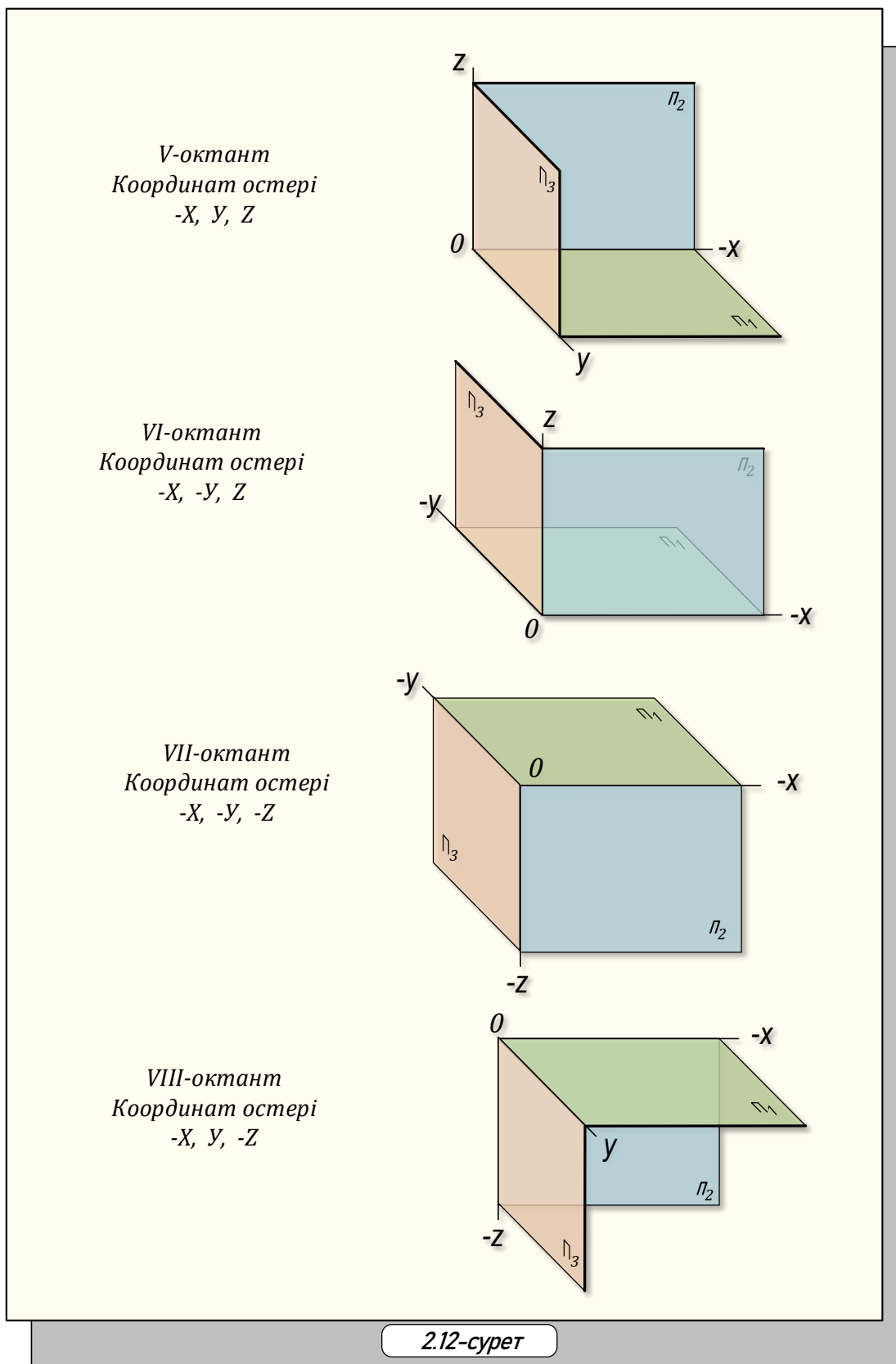
Проекция жазықтықтары кеңістікті сегіз октантқа бөледі 2.11-сурет пен 2.12-суреттерде көрсетілген..

Проекция осьтері декарттық координаттар жүйесінің осьтерімен беттестірілген деп алайық. Проекция осьтерінің әрқайсысының оң және теріс

бағыттары қабылданған. Мысалы, координаттарының бас нүктесінен солға қарай x осі оң, оңға қарай теріс бағытта. Y осі бақылаушыға қарай оң, ал әрі қарай теріс бағытта. Z осі координаттардың бас нүктесінен жоғары қарай оң, төмен қарай теріс бағытта деп есептеледі.

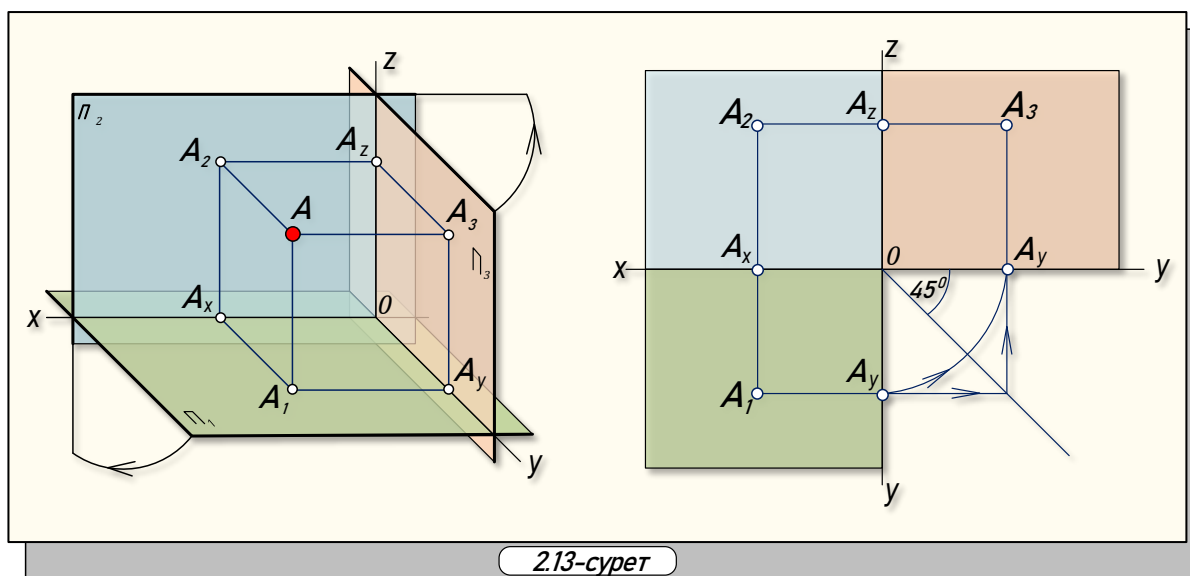


2.11-сурет



Суретте A нүктесінің горизонталь, фронталь және профиль орналасқан көрнекі кескіні берілген. A нүктесінің A_1, A_2 горизонталь және фронталь проекциялары x осіне перпендикуляр бір байланыс сызығында, A_2, A_3 фронталь және профиль проекциялары z осіне перпендикуляр бір байланыс сызығында

орналасқан. Нүктенің фронталь және горизонталь арқылы тұрғызылған профиль проекциясын, 2.13-суретте көрсетілгендей, координаталар басынан (O нүктесінен) доға жүргізу арқылы немесе yOy бұрышынан биссектриса жүргізу арқылы анықтауға болады.



2.13-сурет

A нүктесінен Π_1 жазықтығына дейінгі арақашықтық, $A_2 A_x$ немесе $A_3 A$, ал Π_2 жазықтығына дейінгі арақашықтық $A_1 A_x$ немесе $A_3 A_z$, Π_3 жазықтығына дейінгі арақашықтық $A_1 A_y$ немесе $A_2 A_z$ болып табылады.

Сонымен, нүктеден проекция жазықтықтарына және проекция осьтеріне дейінгі қашықтықтарды сызбада берілген кесінділер арқылы өлшеуге болады.

Бақылау сұрақтары

1. Π_1, Π_2 жүйесі дегеніміз не және олар қалай аталады?
2. Проекция осі дегеніміз не?
3. «Байланыс сызығы» дегеніміз не?
4. Берілген горизонталь және фронталь екі проекциялар бойынша үшінші профиль проекциясы қалай тұрғызылады?
5. Эпюр дегеніміз не?
6. Октанттар қалай орналасады?
7. Координаттар мәндерінің таңбаларын түсіндіріңіз.
8. Бәсекелес нүктелер дегеніміз не?
9. Проекциялау әдісінің негізі неде?
10. Центрлік проекциялау және оның негізгі қасиеттері қандай?
11. Параллель проекциялау және оның қасиеттерін атаңыз.
12. Тік бұрышты проекциялау (ортогональ) дегеніміз не?
13. Нүктенің центрлік прекиясы қалай тұрығызылады?

14. Қандай жағдайда түзу сызықтың центрлік проекциясы нүктеге проекцияланады?
15. Параллель деп аталатын проекциялау тәсілінің мағынасы неде?
16. Түзу сызықтың параллель проекциясы қалай тұрғызылады?
17. Түзу сызықтың параллель проекциясы нүкте бола ала ма?
18. Қандай жағдайда түзу сызық кесіндісінің параллель проекциясы нақты шамасына проекцияланады?

2.7. Түзудің проекциялары

Кеңістікте түзу сызық кесіндінің ұшында орналасқан екі нүктесімен анықталады. Сол себепті оның проекцияларын салу үшін екі нүктенің проекцияларын саламыз.

AB кесіндісінің тік бұрышты проекциясын төмендегідей тұрғызуға болады. Кеңістікте AB нүктесі берілген сол жақтағы 2.14-сурет. Осы нүктелерді бір-бірімен қоса отырып, түзу сызық AB кесіндісін аламыз. Мысалы, A және B нүктелерінен Π_1 жазықтығына перпендикуляр түсіреміз де, A_1 және B_1 нүктелерінің горизонталь проекцияларын аламыз. Осы нүктелерді түзу сызықпен қосып, ізделіп отырған $A_1 B_1$ кесіндісінің горизонталь проекциясын шығарамыз. Егер AB түзу сызық кесіндісінен A, B, C нүктелерін алып, әрқайсысын Π_1 жазықтығына перпендикуляр түсірсек, онда бұл нүктелердің жиынтығын Π_1 жазықтығына перпендикуляр орналасқан α жазықтығы ретінде қарастыруға болады.

α жазықтығы Π_1 жазықтығын перпендикулярдың $\Pi_1 (A_1 B_1)$ жазықтығымен қиылысу нүктелері орналасқан түзу сызық бойымен қиып өтеді. Бұл нүктелер Π_1 жазықтығында орналасқан AB кесіндісінің нүктелерінің проекциялары болғандықтан, $A_1 B_1$ кесіндісі AB кесіндісінің проекциясы болады.

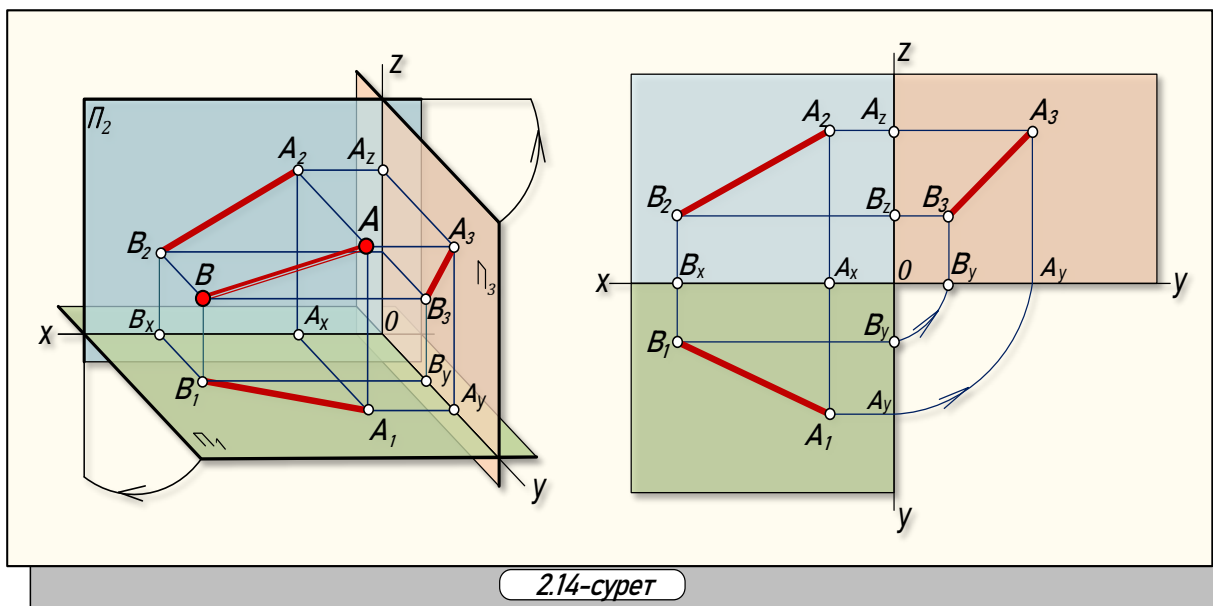
Ал Π_1 жазықтығында орналасқан AB кесіндісінің проекциясын былай анықтауға да болады: AB кесіндісі арқылы Π_1 жазықтығына перпендикуляр α жазықтығын бір-бірімен қиылысқанша жүргізу керек. Осы жазықтықтардың қиылысуынан бір ғана түзу пайда болады. Яғни, $A_1 B_1$ жазықтығының қиылысу сызығы AB кесіндісінің проекциясы болады.

Π_2 проекция жазықтығында орналасқан AB кесіндісінің $A_2 B_2$ фронталь проекциясы да сол сияқты тұрғызылады.

Оң жақтағы 2.14-суретте AB кесіндісін үш жазықтыққа проекциялаған. A_3 және B_3 проекциялары суретте көрсетілгендей тұрғызылған.

A және B нүктелері Π_1, Π_2 және Π_3 жазықтықтарынан әртүрлі қашықтықта орналасқан, яғни AB түзуі жазықтықтардың біреуіне де параллель емес. Сонымен қатар, түзулердің проекциясы проекция осьтерінің біреуіне де

параллель де, перпендикуляр да емес. Бұл түзулерді *жалпы жағдайдағы түзулер* деп атайды.



2.14-сурет

Мұндай түзулердің проекциялары өзінің нақты ұзындығынан қысқалау болады: A_1B_1AB , A_2B_2AB , A_3B_3AB .

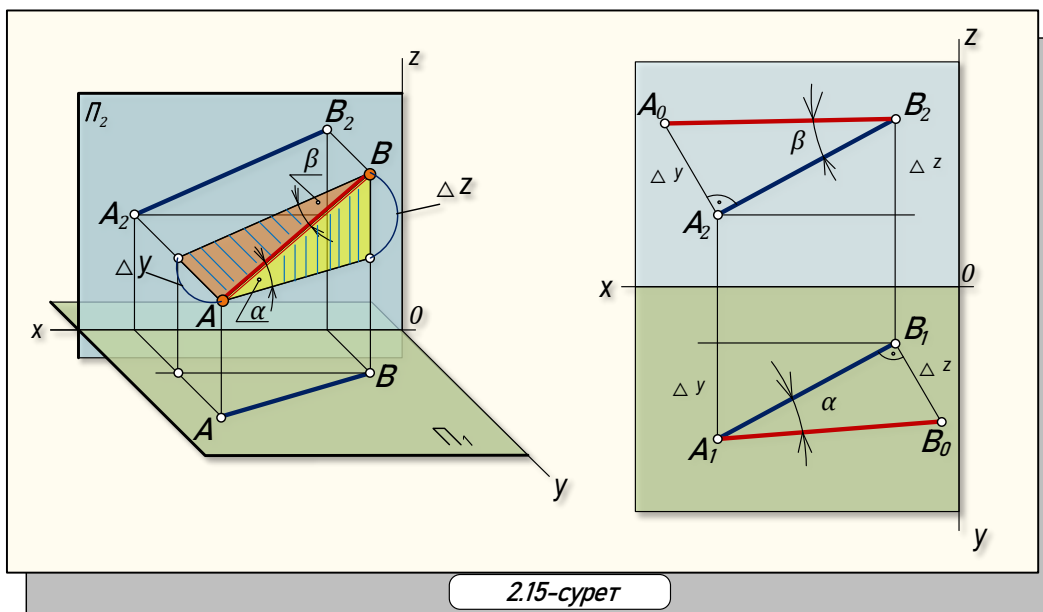
Түзу сызық жазықтықтарға қарағанда, әртүрлі жағдайда орналасуы мүмкін:

- проекция жазықтықтарының біріне ғана параллель;
- проекция жазықтықтарының екеуіне бірдей параллель;

Бірінші жағдайда түзудің кесіндісі кесіндінің өзіне тең болады. Екінші жағдайда кесіндінің екі проекциясы да өзіне тең болады.

2.8. Кесіндінің нақты шамасын және проекция жазықтықтарына көлбеу бұрыштарын табу

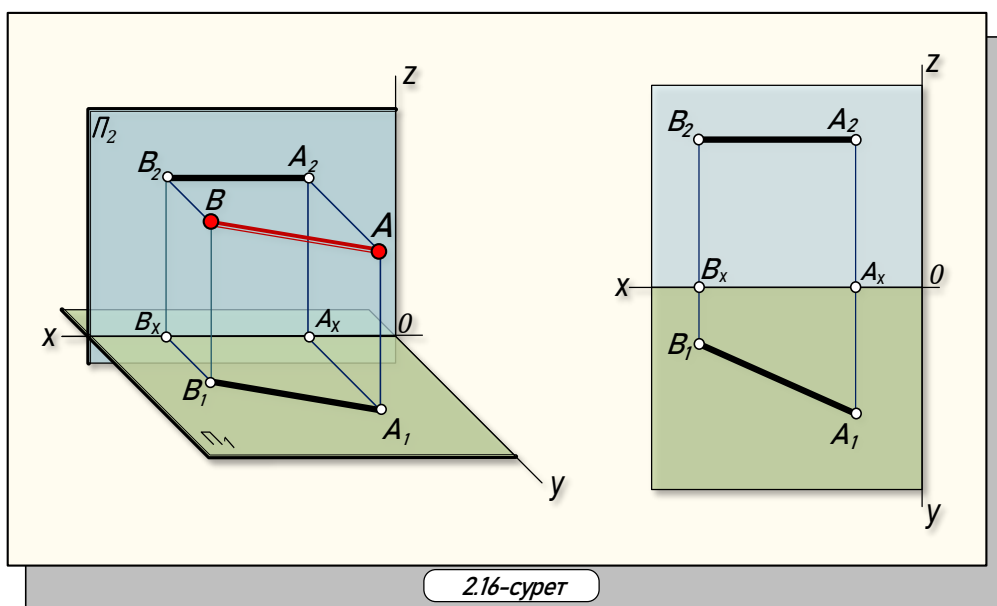
Ортогональ проекциялары бойынша түзу кесіндісінің нақты шамасын және оның проекция жазықтықтарына көлбеу бұрыштарын анықтайық. Кеңістікте жалпы жағдайдағы кесінді берілген 2.15-сурет. Кесіндінің ұштарынан проекцияларына параллель түзулер жүргізейік. Сонда шыққан тік бұрышты үшбұрыштардың (суретте боялып көрсетілген) гипотенузалары кесіндінің өзі. Ал катеттері жоғарыда қарастырылғандай, кесіндінің проекцияларына тең және кесіндінің ұштарының проекция жазықтықтарына дейінгі қашықтықтардың айырымы болады.



2.15-сурет

2.9. Параллель түзулер

Π_1 горизонталь жазықтығына параллель болатын түзу жүргіземіз 2.16-сурет. Бұл жағдайда түзудің фронталь проекциясы (ox) проекция осіне параллель және осы түзу кесіндісінің горизонталь проекциясы кесіндінің өзіне тең: $A_1 B_1 AB$. Мұндай түзулер *горизонталь түзуі* немесе *горизонталь* деп аталады.

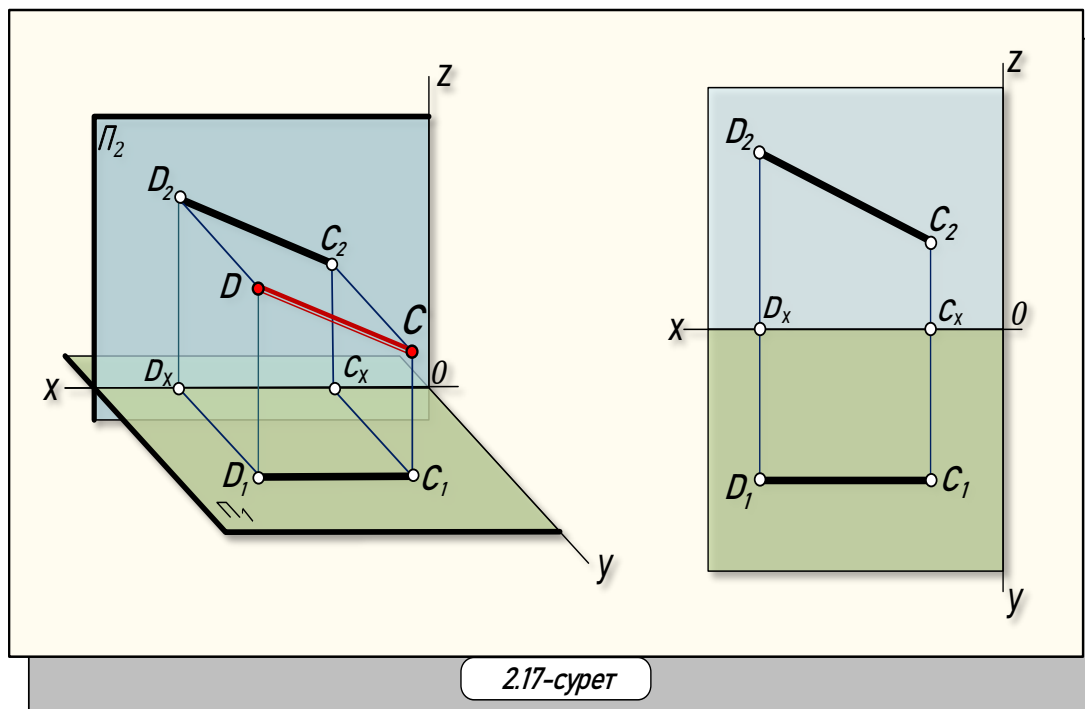


2.16-сурет

Егер $A_2 B_2$ проекциялары проекция осімен дәл келсе, онда AB кесіндісі Π_1 жазықтығында орналасқан.

Ал түзу Π_2 фронталь жазықтығына параллель болса 2.17-сурет, онда оның горизонталь проекциясы проекция осіне (OX) параллель және кесіндінің

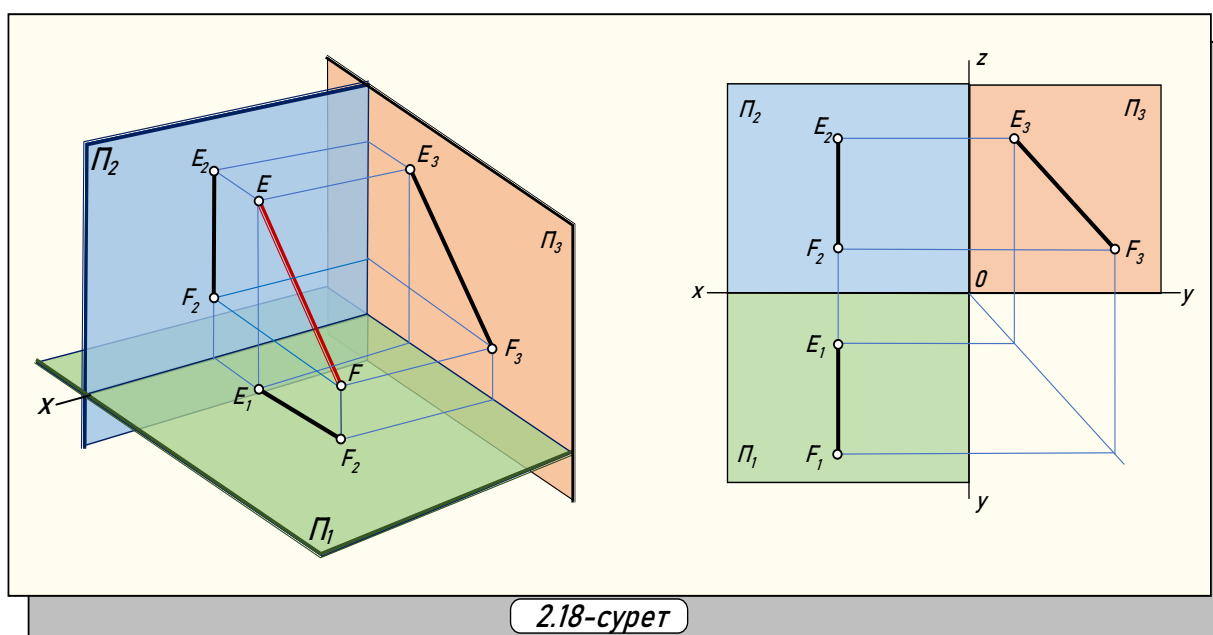
фронталь проекциясы кесіндінің өзіне тең болады: C_2D_2CD . Бұндай түзу фронталь түзуі немесе фронталь деп аталады.



2.17-сурет

Егер C_1D_1 проекция осі мен дәл келсе, онда ол Π_2 жазықтығындағы CD кесіндісінің орналасуы жағдайына дәл келеді.

Түзу Π_3 жазықтығына параллель делік 2.18-сурет, онда түзудің горизонталь және фронталь проекциялары (ox) проекция осіне бір перпендикуляр бойына орналасады және профиль проекциясы өзінің нақты шамасына тең болады: $E_3F_3 EF$. Мұндай түзу *профиль түзуі* немесе *профиль* деп аталады.

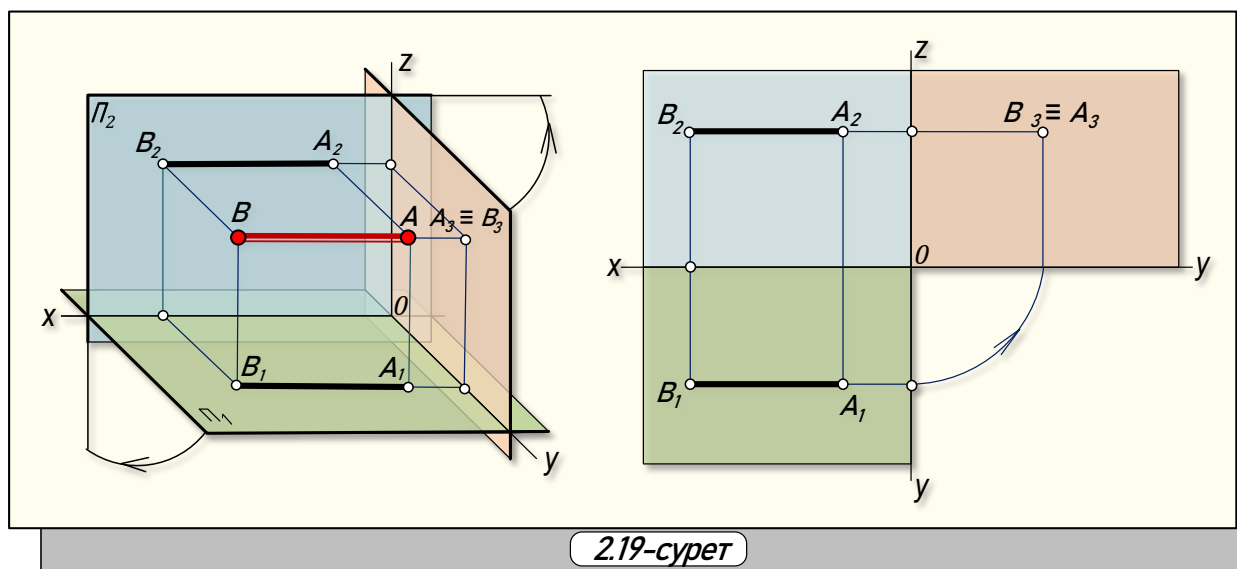


2.18-сурет

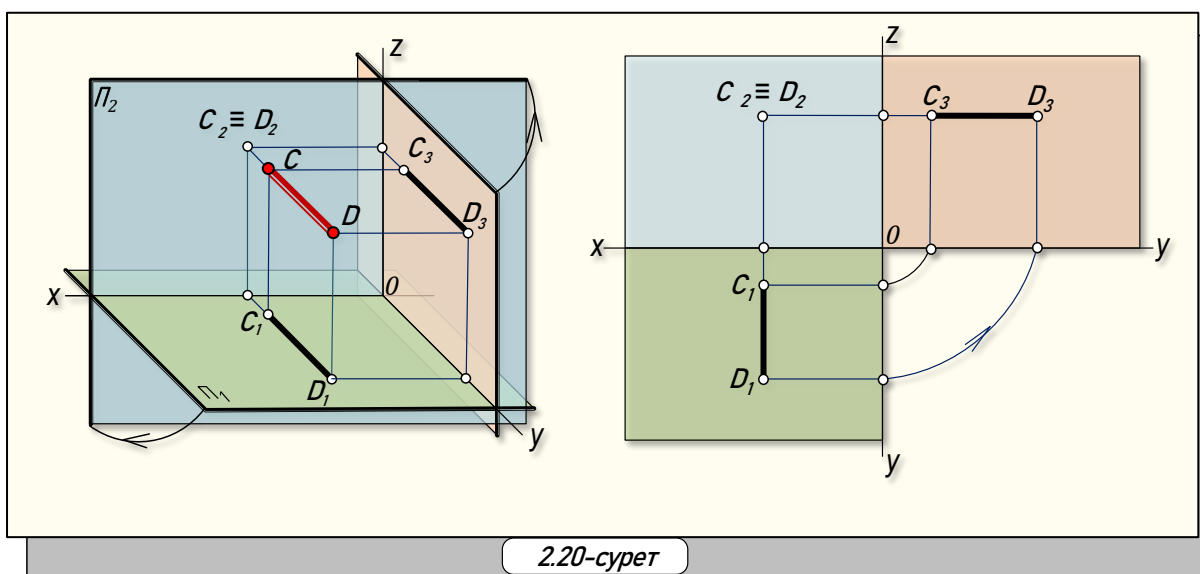
2.10. Проекциялаушы түзулер

Төмендегі суреттердегі қарастырып отырған түзудің көрнекі кескіндері мен эшюрлері көрсетілген. Бұл түзулер *проекциялаушы түзулер* деп аталады.

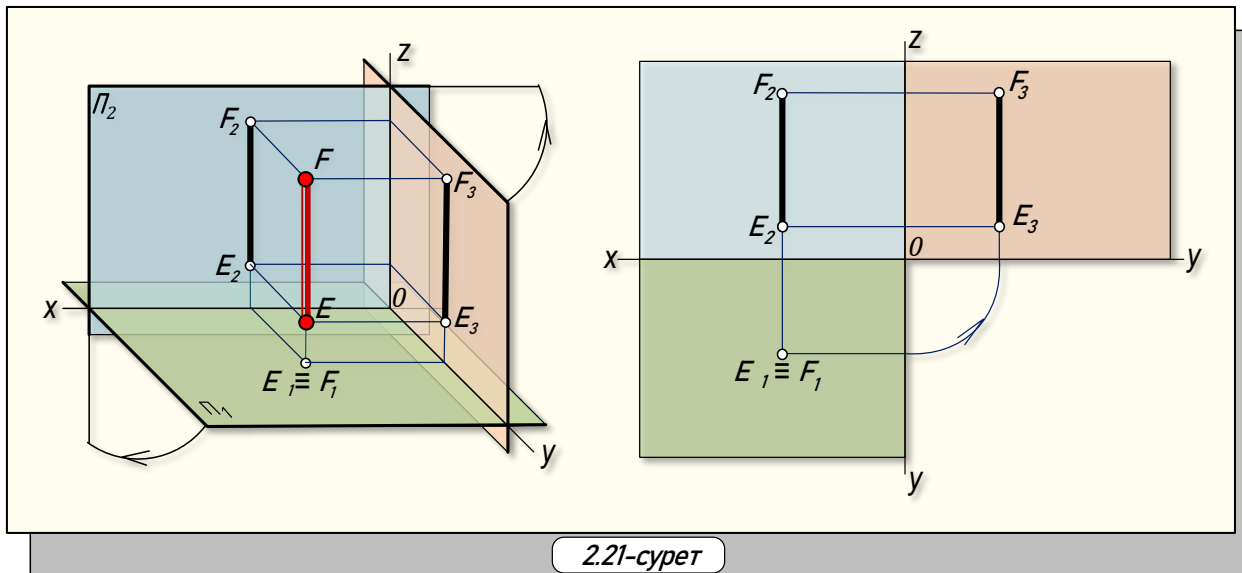
1. Π_1 және Π_2 жазықтықтарына параллель 2.19-сурет, Π_3 жазықтығына перпендикуляр түзу нүктеге проекцияланады.



2. Π_1 және Π_3 2.20-сурет жазықтығына параллель түзу Π_2 жазықтығына перпендикуляр болып нүктеге проекцияланды. Π_3 жазықтығына түсетін проекция $C_1 D_1$ түзуіне тең және параллель болатын түзудің кесіндісін береді.



Π_2 және Π_3 жазықтығына параллель түзу 2.21-сурет, Π_1 жазықтығына перпендикуляр түседі. Π_3 жазықтығында орналасқан түзудің проекциясы $E_2 F_2$ түзулеріне тең және параллель болады.



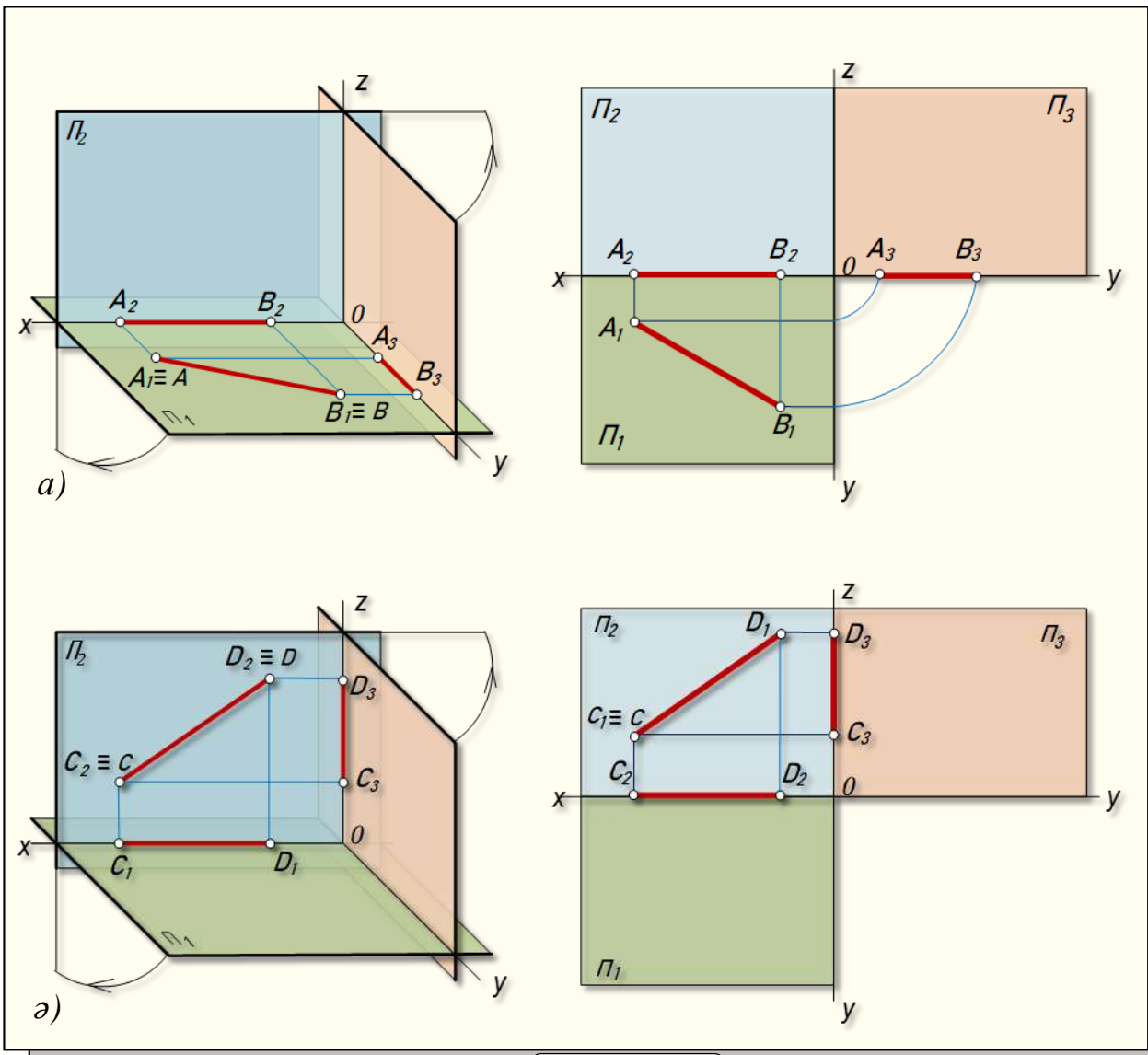
2.21-сурет

2.11. Проекция жазықтықтарында орналасқан түзулер

Төмендегі суреттерде орналысқан проекция жазықтықтарында жатқан түзулердің орналасуының әртүрлі варианттар берілген.

Π_1 жазықтығында жатқан AB түзуі өзінің горизонталь проекциясымен $AB=A_1B_1$ қосылып жатыр да, оның фронталь A_2B_2 және A_3B_3 проекциялары x және y осьтер бойында орналасқан.

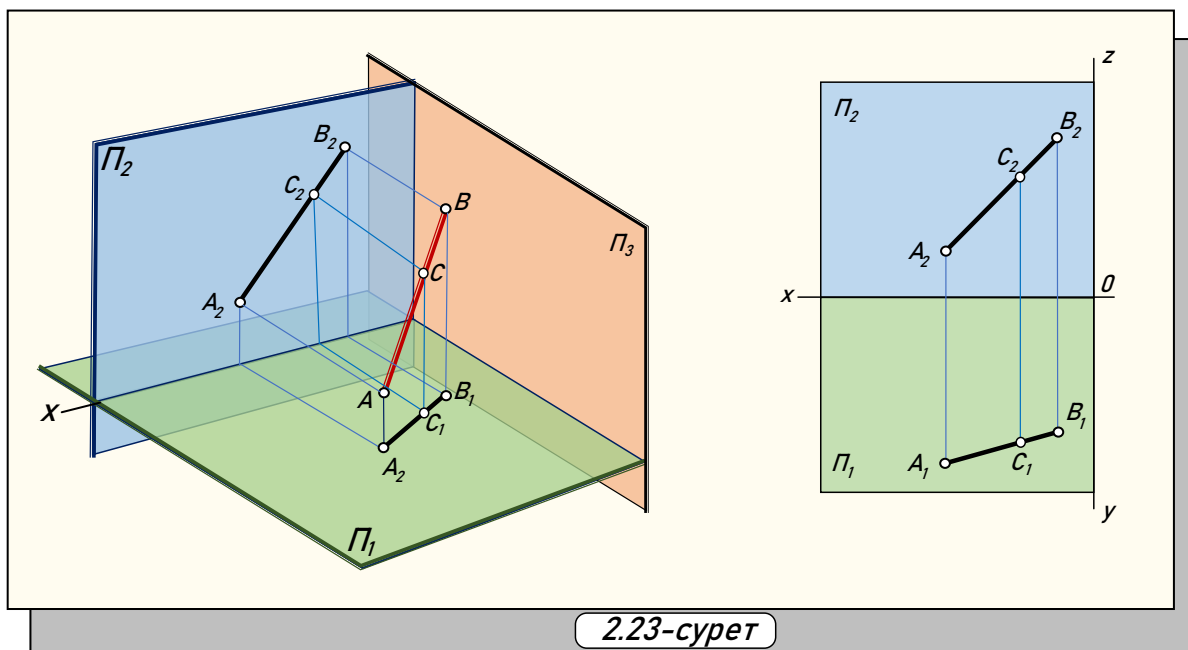
2.22а,ә-суретте Π_2 жазықтығында жатқан CD түзуінің проекциялары көрсетілген.



2.22-сурет

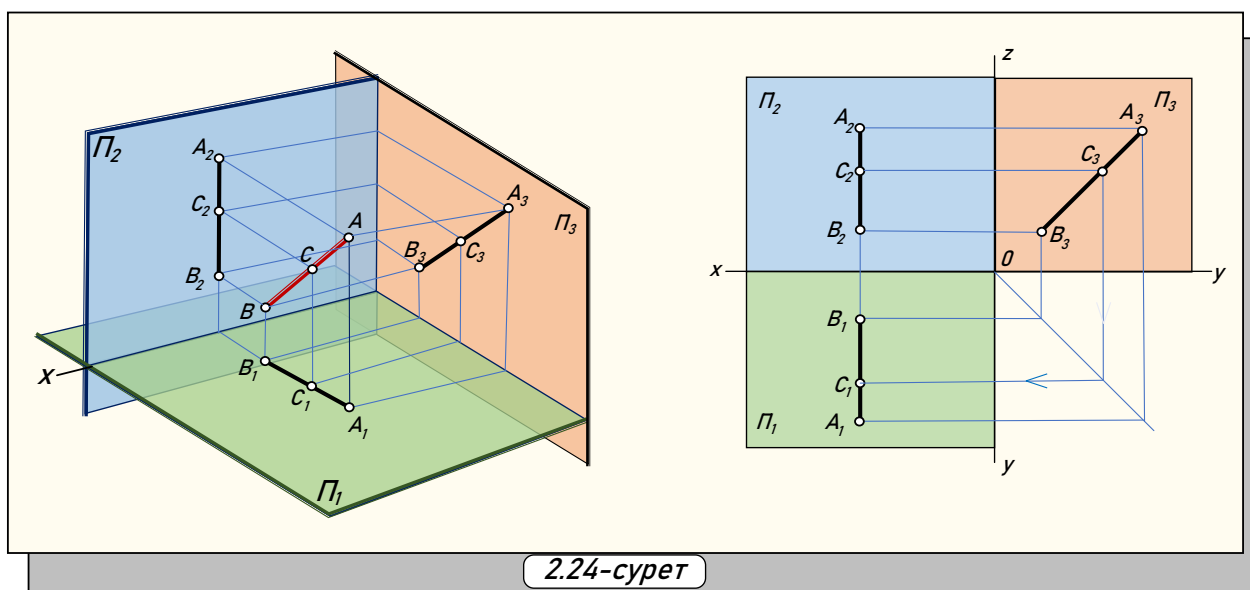
2.12. Түзудің бойында орналасқан нүкте. Түзудің іздері

C нүктесі арқылы өтетін AB жалпы жағдайдағы түзудің сызбасы көрсетілген. Егер C нүктесінің проекциялары аттас A_1B_1, A_2B_2 түзудің аттас проекцияларында жатып бір байланыс сызығында жататын болса, 2.23-суретте C нүктесі AB түзудің бойында жататын болып табылады.



2.23-сурет

2.24-суретте профиль түзуіндегі нүкте көрсетілген. Нүктенің C проекциясы берілген; оның горизонталь проекциясын табу керек. Сызба профиль түзуінен алынған, AB кесіндісінің A_3B_3 профиль проекциясы арқылы орындалған. Тұрғызу жолы бағыттаушы ұштық арқылы көрсетілген. Алдымен C_3 проекциясы анықталған, сол арқылы ізделіп отырған C_2 проекциясы табылған.

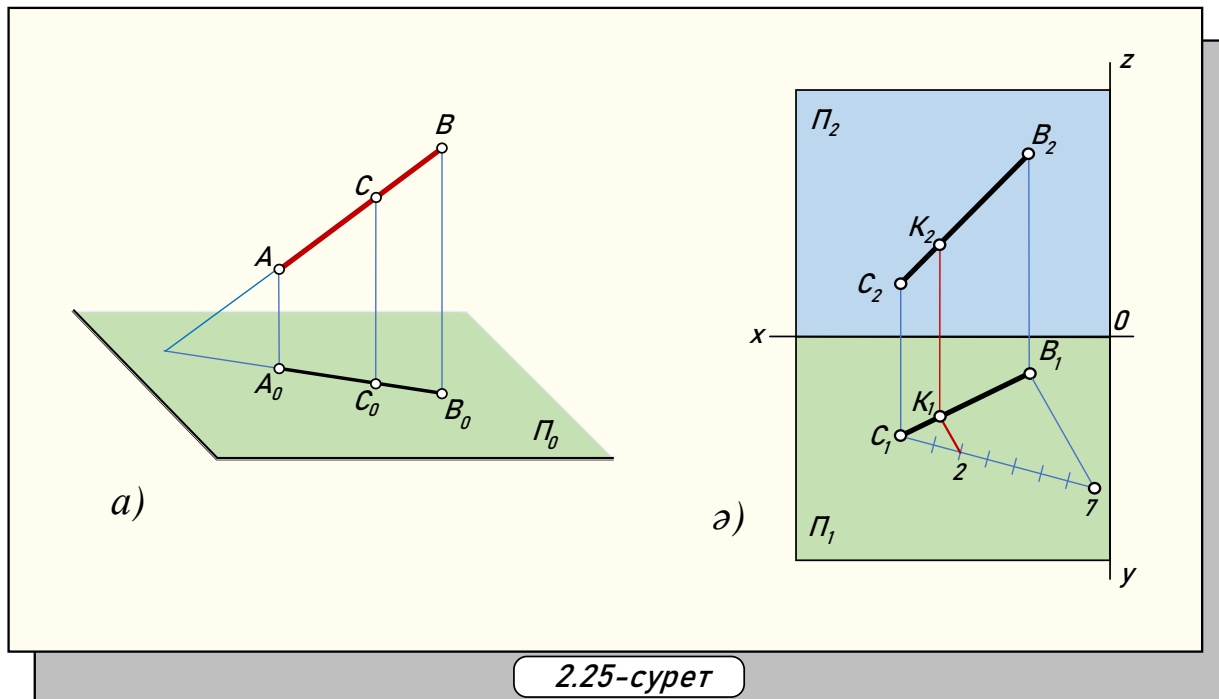


2.24-сурет

Параллель проекциялау қасиеттерінің бірінде айтылғандай, түзу сызықтың кесіндісінің қатынасы сол кесіндінің проекциясының қатынасы тең болады 2.25а-сурет. AA_0 , CC_0 және BB_0 байланыс түзулері өзара параллель. Сол сияқты түзу сызықтың проекциясында жатқан кесіндінің қатынасы сол түзудің кесіндісінің қатынасына тең. Егер түзу кесіндіні бір нүктемен қаққа ортасынан бөлінетін болса, онда нүкте осы түзудің проекциясын да қақ ортасынан бөледі.

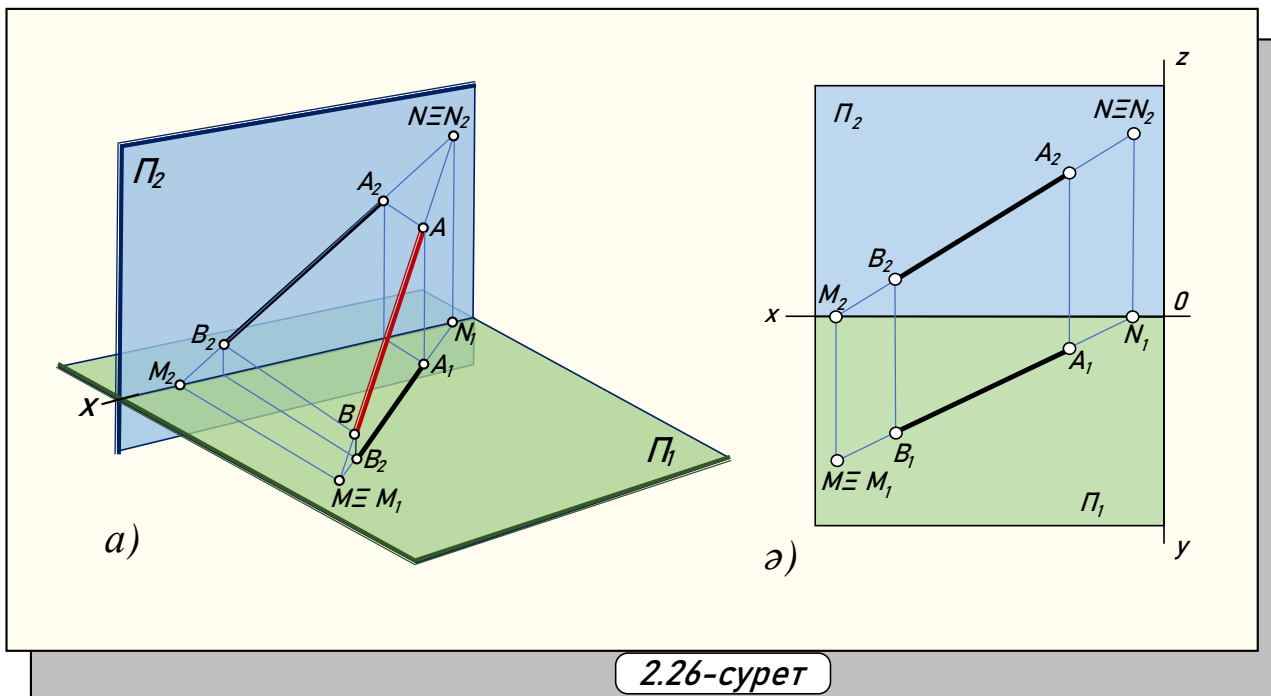
Осыдан шығатын қорытынды 2.25ә-суретте берілген C_2B_2 және C_1B_1 проекцияларының C_2 және C_1 нүктелерімен бөлінуі кеңістіктегі CB кесіндісінің

дәл сондай қатынастағы K нүктесімен бөлінуіне сәйкес келеді. CB кесіндісін $2:5$ қатынаста бөледі. C_1 нүктесі арқылы, өзара тең және жеті кесіндіге бөлінген $2+5$ түзу жүргіземіз. B_1 7 кесіндісін жүргізе отырып, оған параллель болатын 2 нүктесінен түзу жүргіземіз де, C_1B_1 түзуінің бойынан K_1 нүктесін аламыз. A_2 $CK_1 : KB_1$ $2:5$ қатынасындай етіп бөледі.



2.25-сурет

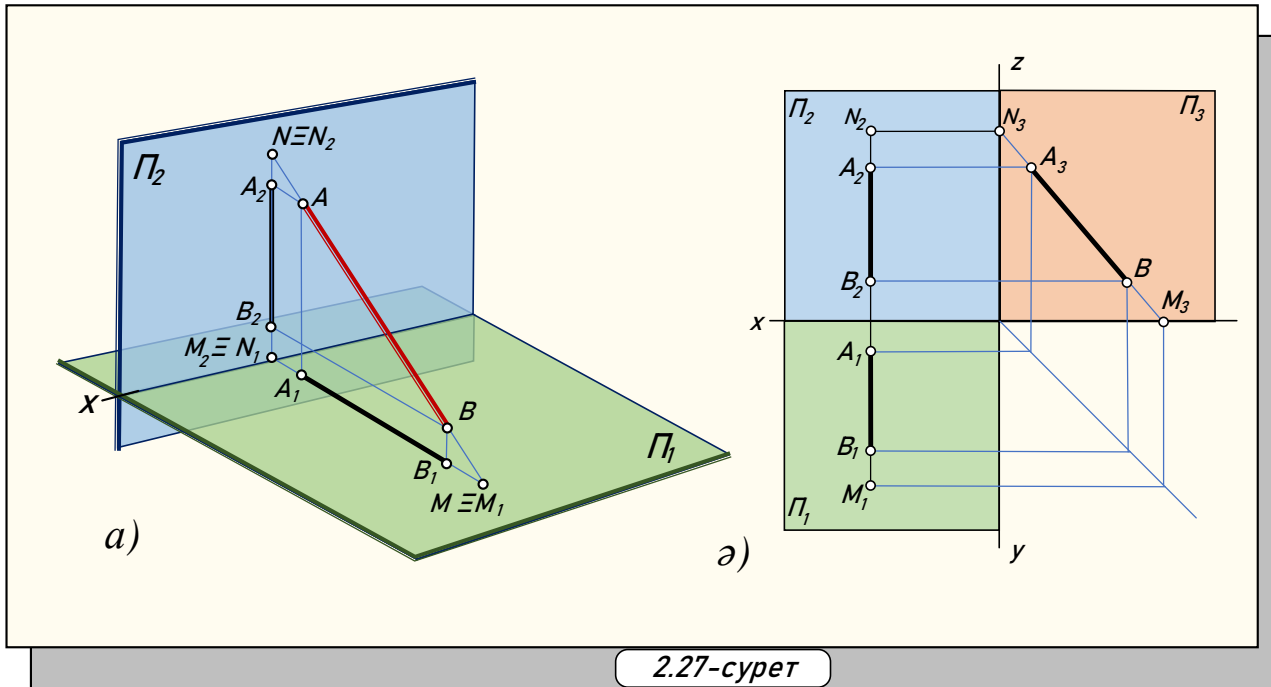
2.26а-суретте проекция жазықтығын қиып өтетін, түзу AB кесіндісімен берілген M және N нүктелері көрсетілген. Бұл нүктелер түзу сызықпен *іздері* деп аталады. M нүктесі түзудің горизонталь ізі, ал N нүктесі түзудің фронталь ізі болып табылады. Горизонталь M_1 горизонталь проекциясы іздің өзімен беттеседі, ал бұл фронталь проекциясы M_2 проекциясы осінің бойында жатыр. Фронталь ізінің N_2 фронталь проекциясы N нүктесімен беттеседі, N_1 горизонталь проекциясы проекция осінің бойына орналасқан. Енді горизонталь ізін табу үшін 2.26б-суретте A_2B_2 фронталь проекциясын Π_2/Π_1 осімен қиылысқанша жүргіземіз және M_2 нүктесі арқылы (горизонталь ізінің фронталь проекциясын) Π_2/Π_1 осіне перпендикуляр түсіріп, A_1B_1 түзуін түсірілген перпендикулярмен қиылысқанша созамыз. M_1 нүктесі горизонталь проекцияның горизонталь ізі іздің өзімен беттеседі. Фронталь ізін табу үшін A_1B_1 горизонталь проекциясын Π_2/Π_1 осімен қиылысқанша жүргіземіз және N_1 нүктесі арқылы фронталь ізінің горизонталь проекциясын Π_2/Π_1 осіне перпендикуляр түсіріп, A_2B_2 түзуін түсірілген перпендикулярмен қиылысқанша созамыз. N_2 нүктесі фронталь проекциясының фронталь ізі іздің өзімен беттеседі.



2.26-сурет

Егер түзу проекция жазықтықтарына параллель орналса, онда түзудің іздері болмайды.

Профиль іздерінің 2.27а-сурет іздерін төмендегі тәсілдермен жүзеге асады 2.27ә-сурет. Табылған екі проекциясы арқылы үшінші профиль проекциясын тұрғызамыз A_3B_3 , түзудің горизонталь және фронталь іздерінің профиль проекцияларын табамыз, содан соң осы іздердің қалған проекцияларын орындарын анықтаймыз (профиль ізін тұрғызу жолдары сызбада ұштықтармен көрсетілген).

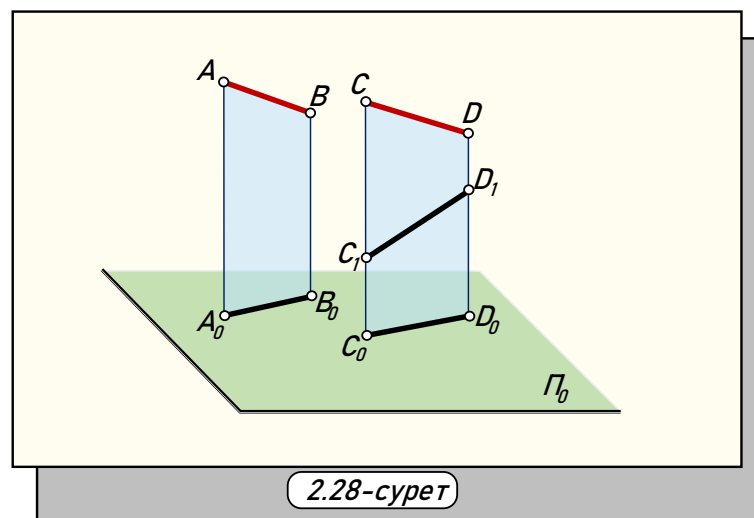


2.27-сурет

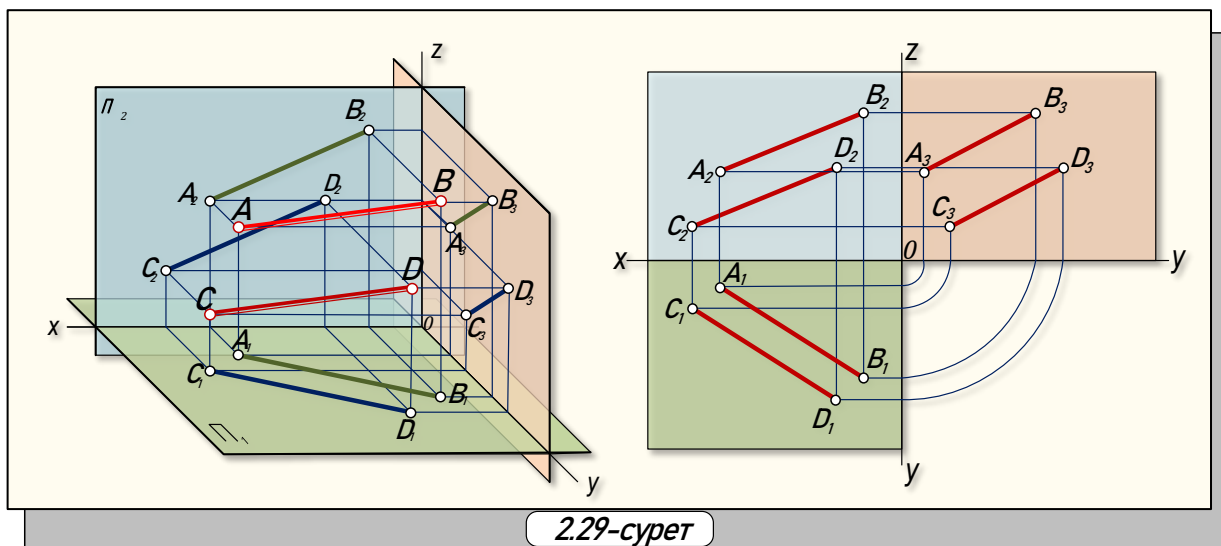
2.13. Екі түзудің өзара орналасуы

Параллель түзулер. Параллель түзулер қасиеттеріне сүйене отырып төмендегідей жағдайларды қарастырамыз. Егер 2.28-сурет AB және CD түзуіне параллель болса, онда α және β проекциялаушы жазықтықтар өзара параллель болады және бұл проекциялар жазықтықтарын Π_0 проекция жазықтығы қиып өтсе, A_0B_0 және C_0D_0 проекциялары да өзара параллель болады.

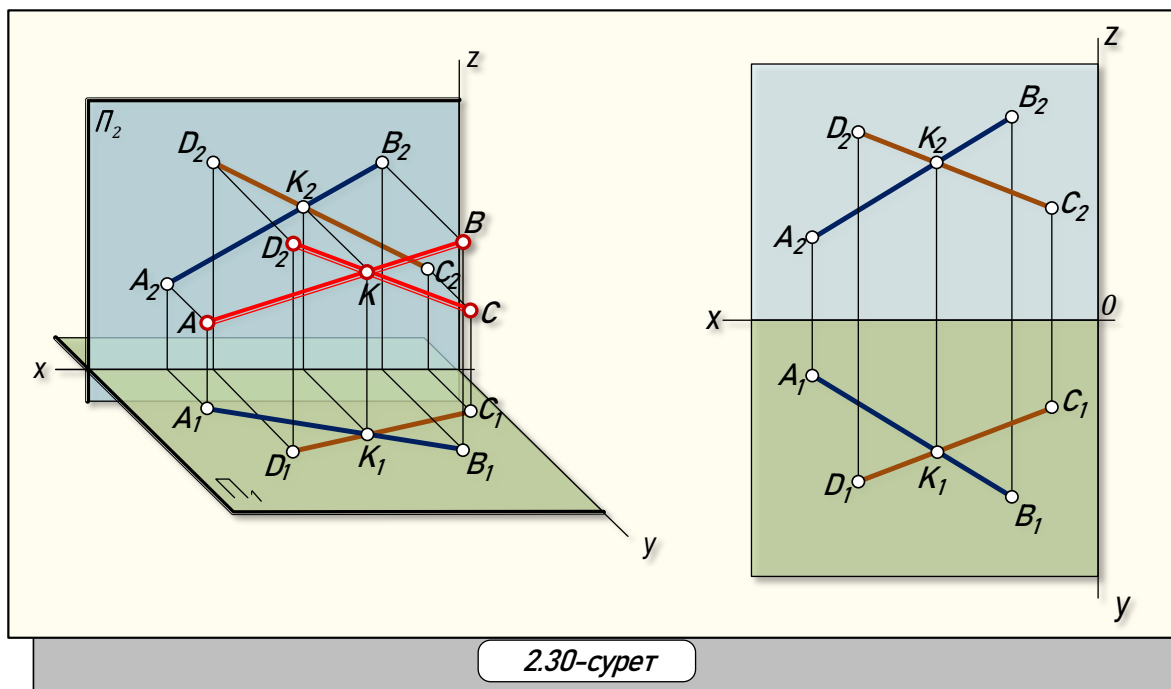
$A_0B_0 \parallel C_0D_0$ болғанымен, A_0B_0 және C_0D_0 түзулері AB және CD түзулерінің проекциялары болып табылады, сол себепті кеңістіктегі түзулер өзара параллель болмауы мүмкін, мысалы, AB түзуі C_1D_1 параллель емес.



Берілген AB , CD түзулердің 2.29-сурет, $A_1B_1 \parallel C_1D_1$ горизонталь, $A_2B_2 \parallel C_2D_2$ фронталь проекциялары өзара параллель болса, онда AB , CD түзулері кеңістікте өзара параллель.



Өзара қиылысушы түзулер. Егер кеңістікте түзу сызықтар бір-бірімен қиылысатын болса, онда жазықтыққа проекцияланған сол түзулердің қиылысу нүктесі болып табылатын олардың аттас проекциялары да бір нүктеде қиылысады. 2.30-суретте көрсетілгендей, K нүктесі AB және CD екі түзуіне ортақ болса, онда бұл нүктелердің проекциялары да берілген түзулер проекцияларының қиылысу нүктелері болады.

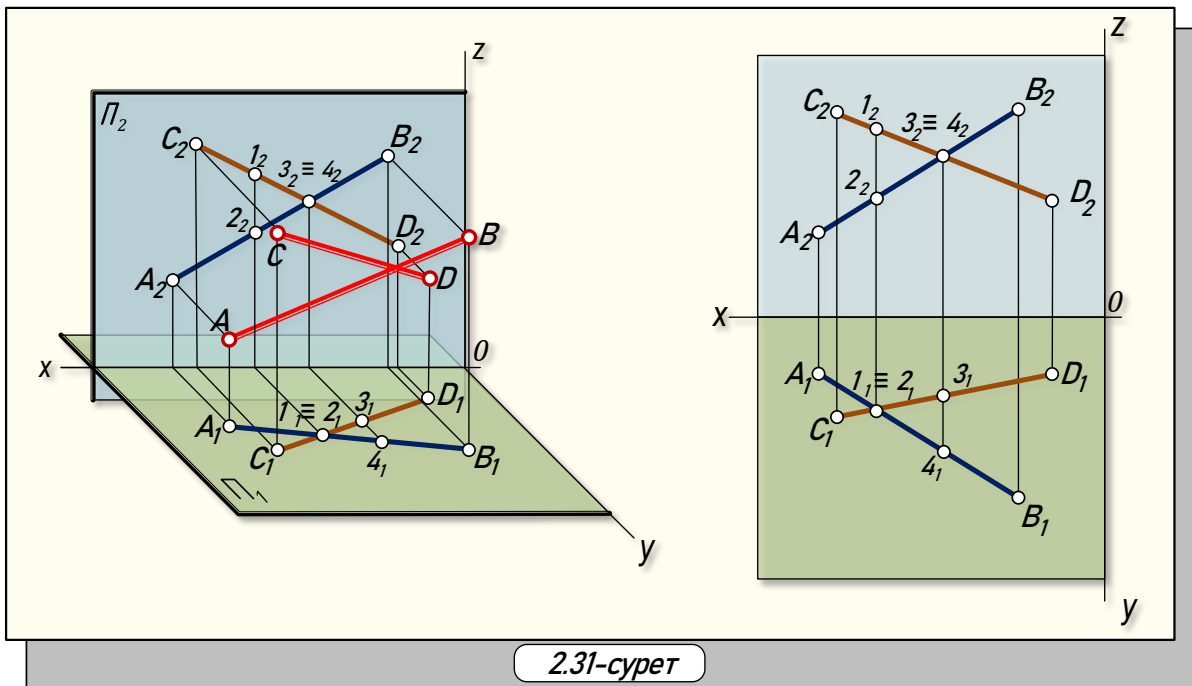


2.30-сурет

Айқасушы түзулер. Айқасушы түзулер бір-бірімен қиылыспайды және параллель болмайды. Ал екі нүктенің проекциясын білдіреді, оның біреуі біріншісіне тиісті болса, екіншісі айқасушы түзулерге тиісті. Мысалы, 2.31-суретте l_2 және 2_1 проекциялары бар нүкте AB түзуінің бойында жатыр, ал l_2 және l_1 проекцияларының нүктесі CD түзуінің бойына орналасқан.

Бұл нүктелер Π_2 жазықтығынан бірдей қашықтықта алшақ орналасқан, бірақ Π_1 жазықтығынан әртүрлі арақашықтықта орналасқан: l_2 және l_1 проекциялары бар нүкте Π_1 жазықтығынан 2_2 және 2_1 проекциялары бар нүктеге қарағанда алшақ орналасқан.

4_2 , 4_1 және 3_2 , 3_1 проекциялары бар нүкте Π_1 жазықтығынан бірдей қашықтықта орналасқан, бірақ Π_2 жазықтығына дейінгі арақашықтық әртүрлі; 3_2 3_1 проекциялары бар нүкте 4_2 , 4_1 проекциялары бар нүктеге қарағанда Π_2 жазықтығынан алшақтау орналасқан. 4_2 , 4_1 проекциялары бар нүкте AB түзуіне тиісті, ал 3_2 , 3_1 проекциялары бар нүкте CD түзуіне тиісті.



Бақылау сұрақтары

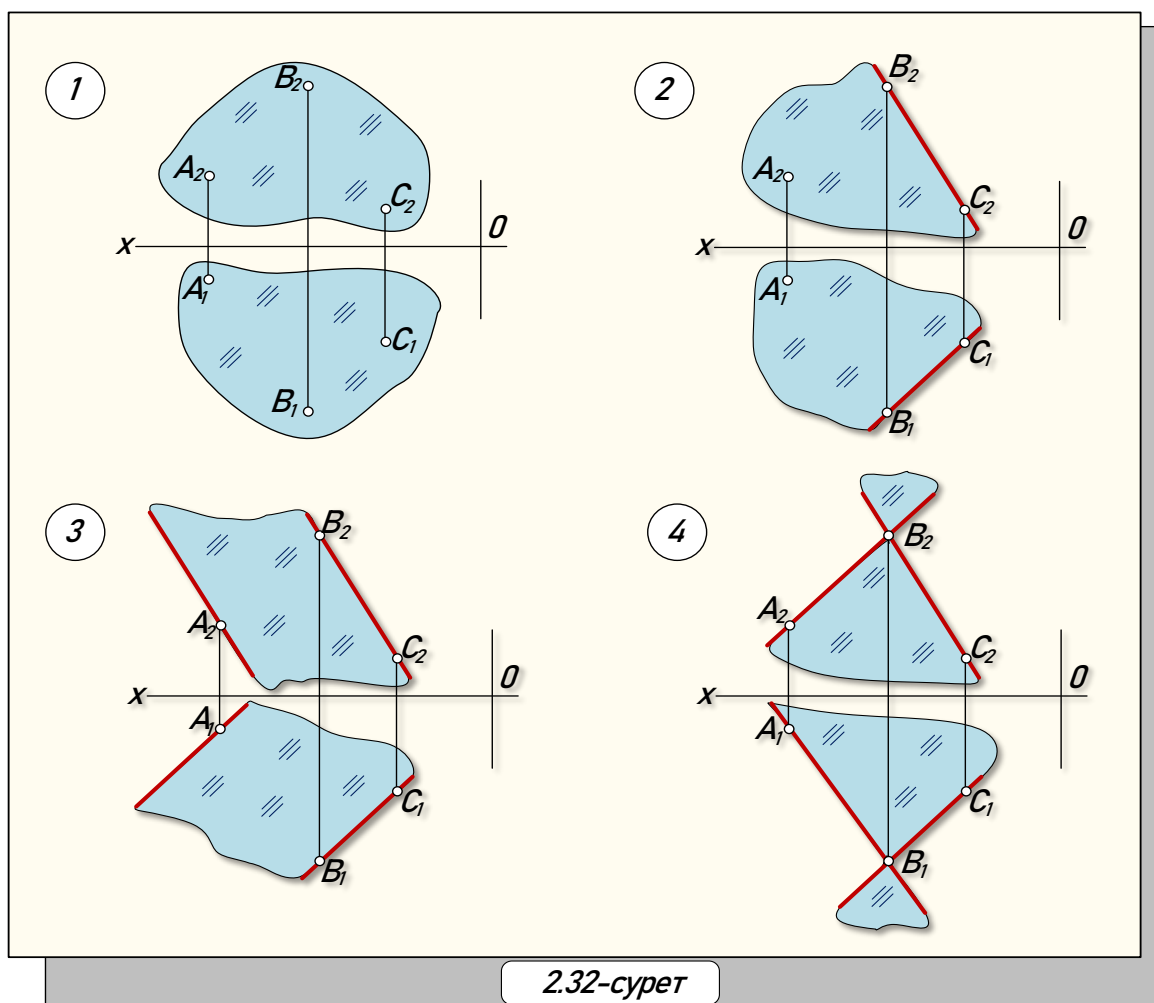
1. Түзу сызықтың эпюрі дегеніміз не?
2. Жалпы жағдайда орналасқан түзу сызық дегеніміз не?
3. Түзу сызықтың нақты шамасы дегеніміз не?
4. Дербес жағдайда орналасқан түзу сызықтар дегеніміз не?
5. Параллель түзу сызықтар дегеніміз не?
6. Деңгейлік түзу сызықтар дегеніміз не?
7. Түзу сызықтың көлбеулігі дегеніміз не?
8. Проекцияланушы түзу сызықтар дегеніміз не?
9. Түзу сызықтың ізі дегеніміз не?

2.14. Жазықтықтың проекциялары

Өзіне параллель қозғалмайтын бағыттағы түзу сызық арқылы пайда болатын үстіңгі бет *жазықтық* деп аталады. Сызба геометрияда кеңістіктегі жазықтық жағдайы төмендегідей тәсілдер арқылы анықталады (2.32-сурет):

- 1) бір түзудің бойында жатпайтын үш нүкте арқылы;

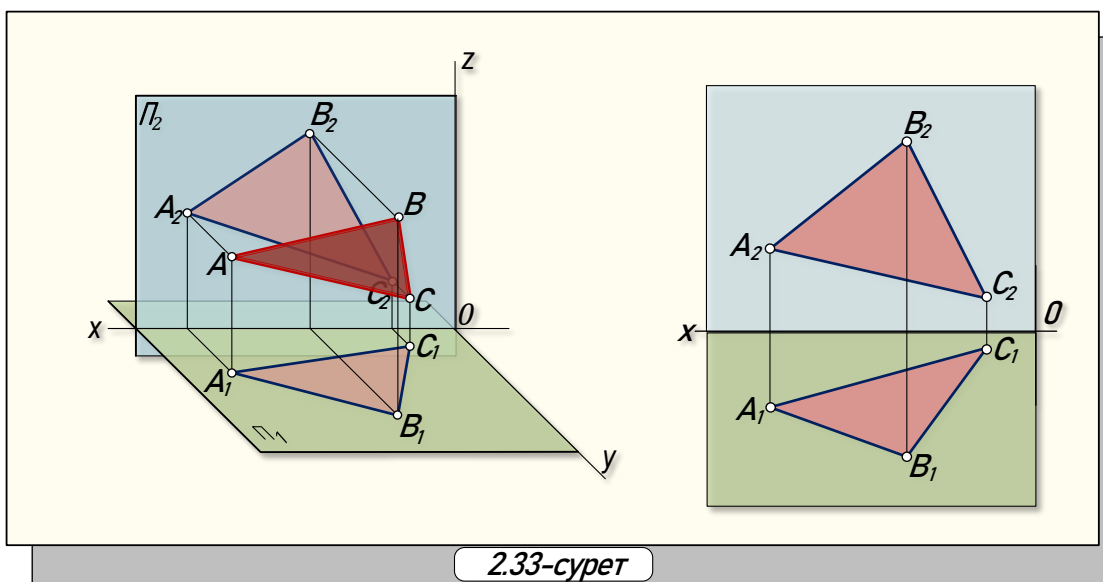
- 2) түзу және түзуден тыс нүкте арқылы;
- 3) параллель екі түзу арқылы.
- 4) қиылысатын екі түзу арқылы;



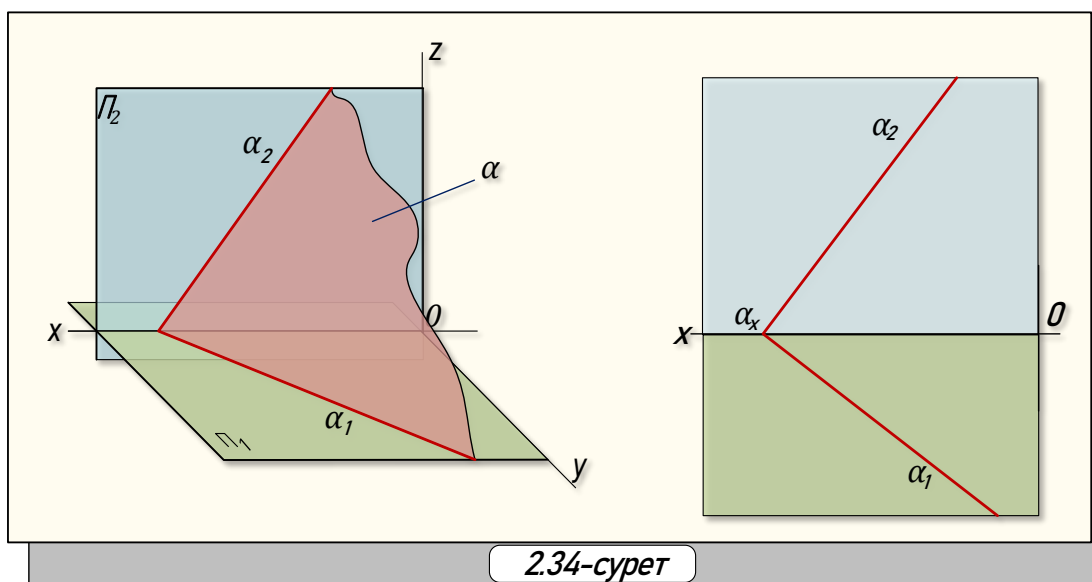
2.32-сурет

Сызбада жазықтықтың кез келген жазық фигуралардың (үшбұрыш, квадрат, шеңбер және т.б.) проекциялары арқылы берілуі мүмкін. Кейбір α жазықтығы A , B және C нүктелері арқылы анықталады. Осы нүктелермен аттас проекциялар арқылы түзу жүргізе отырып ABC үшбұрышының проекциясын аламыз 2.33-сурет.

Одан басқа жазықтық іздер арқылы да беріледі сол жақ 2.34-сурет. Жазықтықтың ізі деп берілген жазықтық пен проекция жазықтығының қиылысу нүктесін атайды. Мысалы, α жазықтығымен Π_2 фронталь проекциясының жазықтығымен қиылысуынан α_2 фронталь ізі, Π_1 горизонталь проекциясының горизонталь жазықтығымен қиылысуынан α_1 горизонталь ізі пайда болады. Суретте α жазықтығының ізі эпюрге бейнеленген оң жақ 2.34-сурет.



2.33-сурет



2.34-сурет

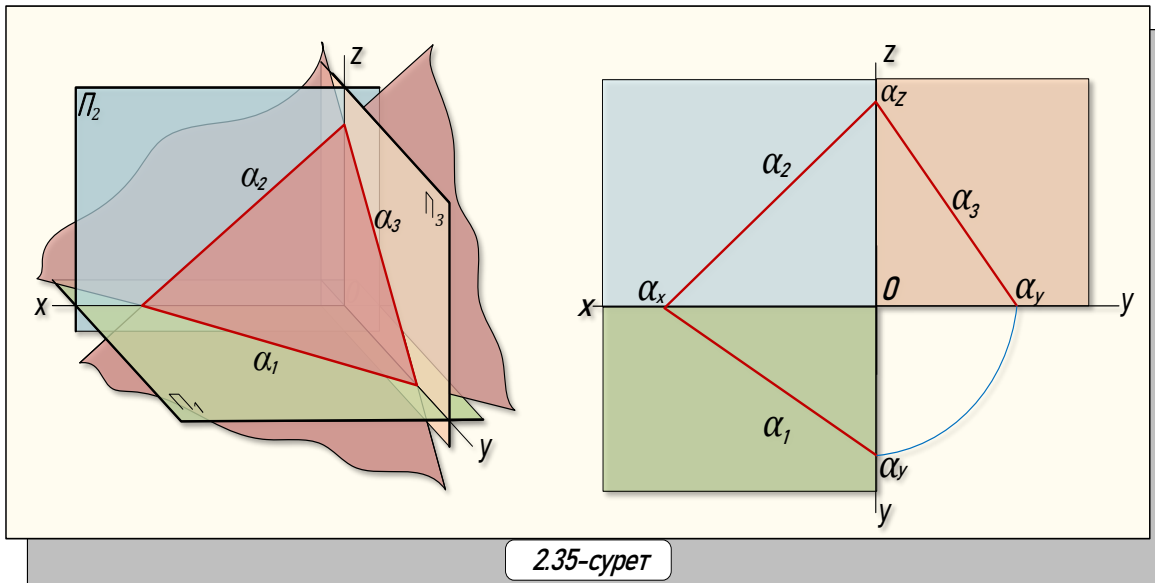
2.15. Жалпы және дербес жағдайдағы жазықтықтар

Π_1, Π_2, Π_3 проекция жазықтығына төмендегідей жазықтық жағдайлары сәйкес келуі мүмкін:

- жазықтық проекция жазықтықтарының ешқайсысына перпендикуляр емес;
- жазықтық тек біреуіне ғана перпендикуляр;
- жазықтық проекция жазықтығының екеуіне перпендикуляр.

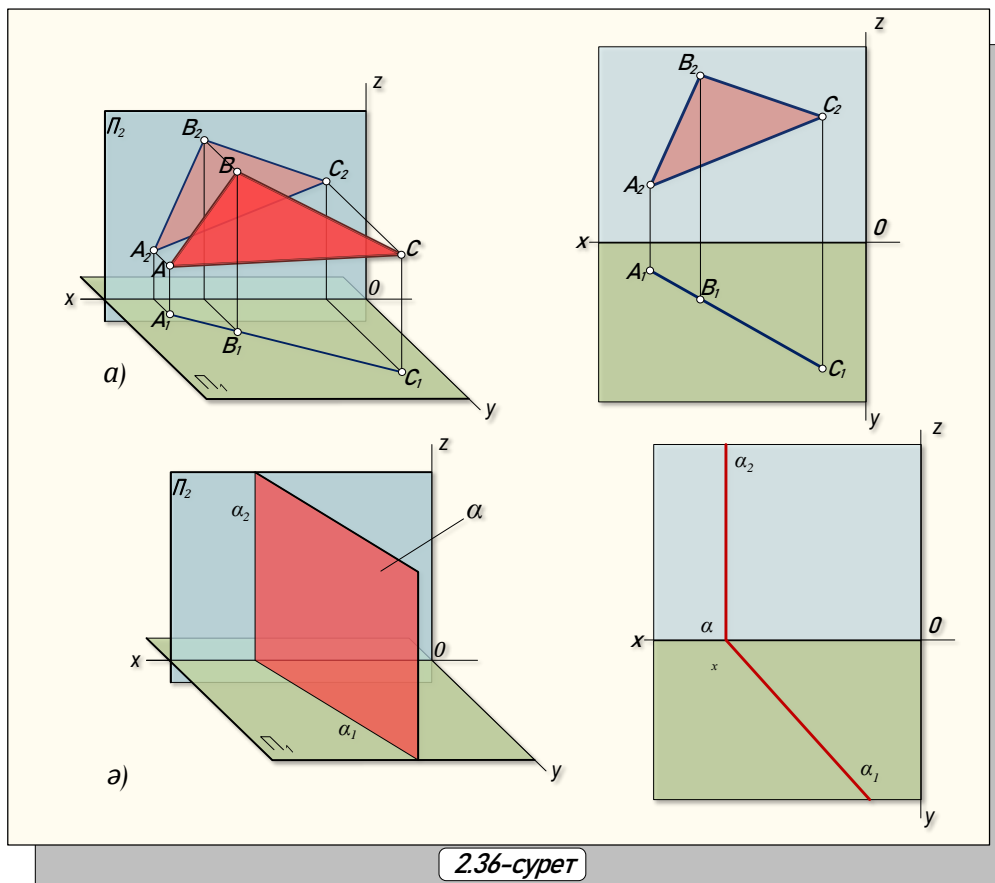
Екінші және үшінші жағдайлардың жазықтығы проекциялық жазықтық деген жалпы атаумен аталады.

α жазықтығы проекция жазықтығының ешқайсысына параллель және перпендикуляр емес, жалпы жағдайдағы жазықтық болып табылады сол жақ 2.35-сурет. α жазықтығының эпюрі оң жақ 2.35-суретте көрсетілген.



Жазықтық горизонталь проекция жазықтығына перпендикуляр болса, ондай жазықтық *горизонталь проекциялаушы* жазықтық деп аталады.

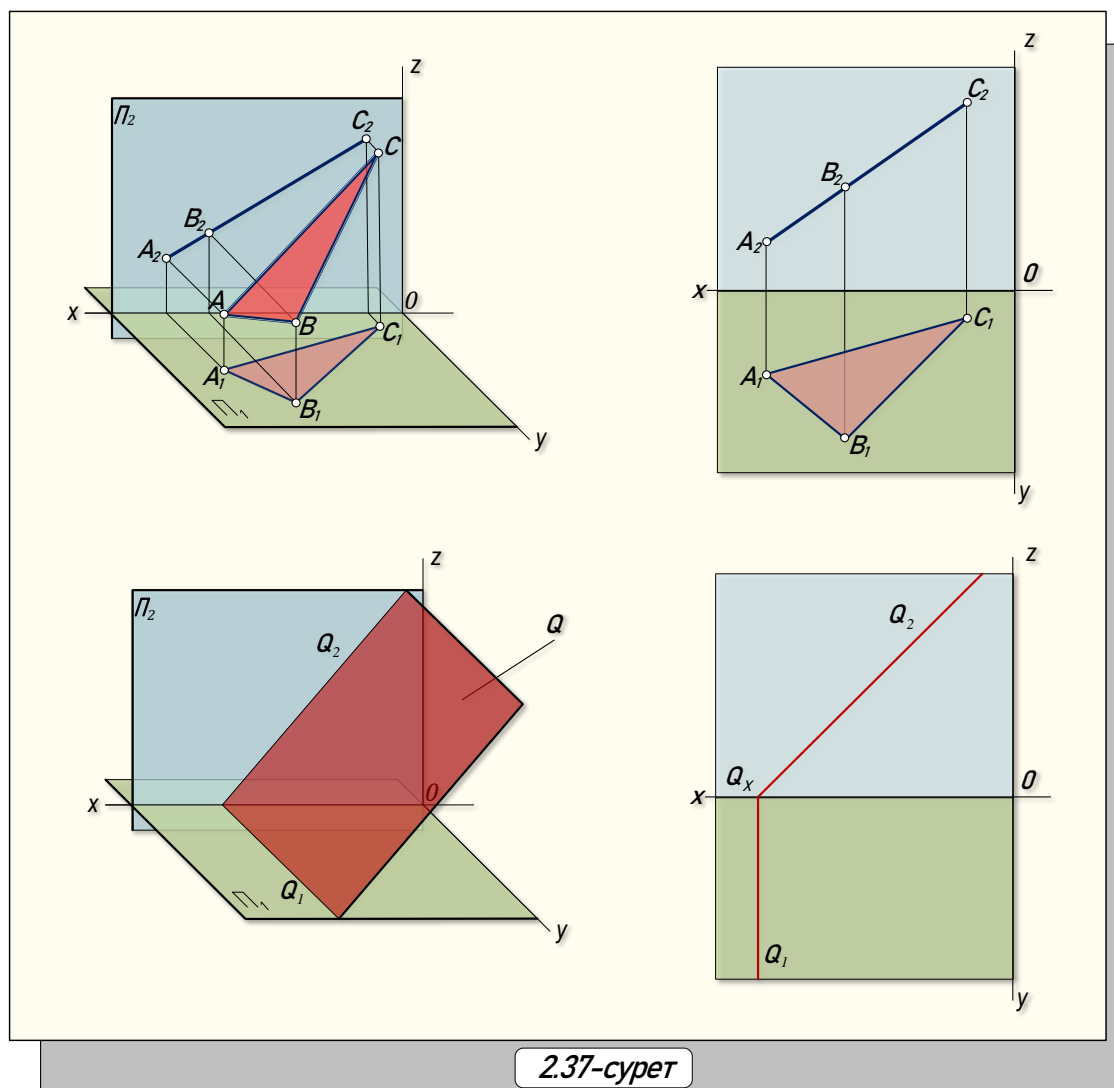
Мысалы, үстіңгі 2.36 а-суретте жазықтық ABC үшбұрышының проекциясы арқылы берілген. Горизонталь проекция түзу сызықтың кесіндісі болып табылады. Астыңғы 2.36ә-суретте горизонталь проекциялаушы жазықтық іздері арқылы берілген.



Фронтальдың ізі α жазықтығы мен ox проекция осіне перпендикуляр орналасқан. Горизонталь із X проекция осімен кез келген бұрышын бұрыш жасап орналасады, бұл бұрыш екі қырлы горизонталь проекциялаушы және Π_2 жазықтығының арасындағы сызықтық бұрыш қызметін атқарады.

Жазықтық фронталь проекция жазықтығына перпендикуляр болса, онда ол жазықтық *фронталь проекциялаушы* деп аталады.

Мысалы, үстіңгі 2.37-суретте жазық ABC үшбұрышының проекциясы арқылы берілген. Фронталь проекциясы түзу сызық кесіндісі болып табылады.



2.37-сурет

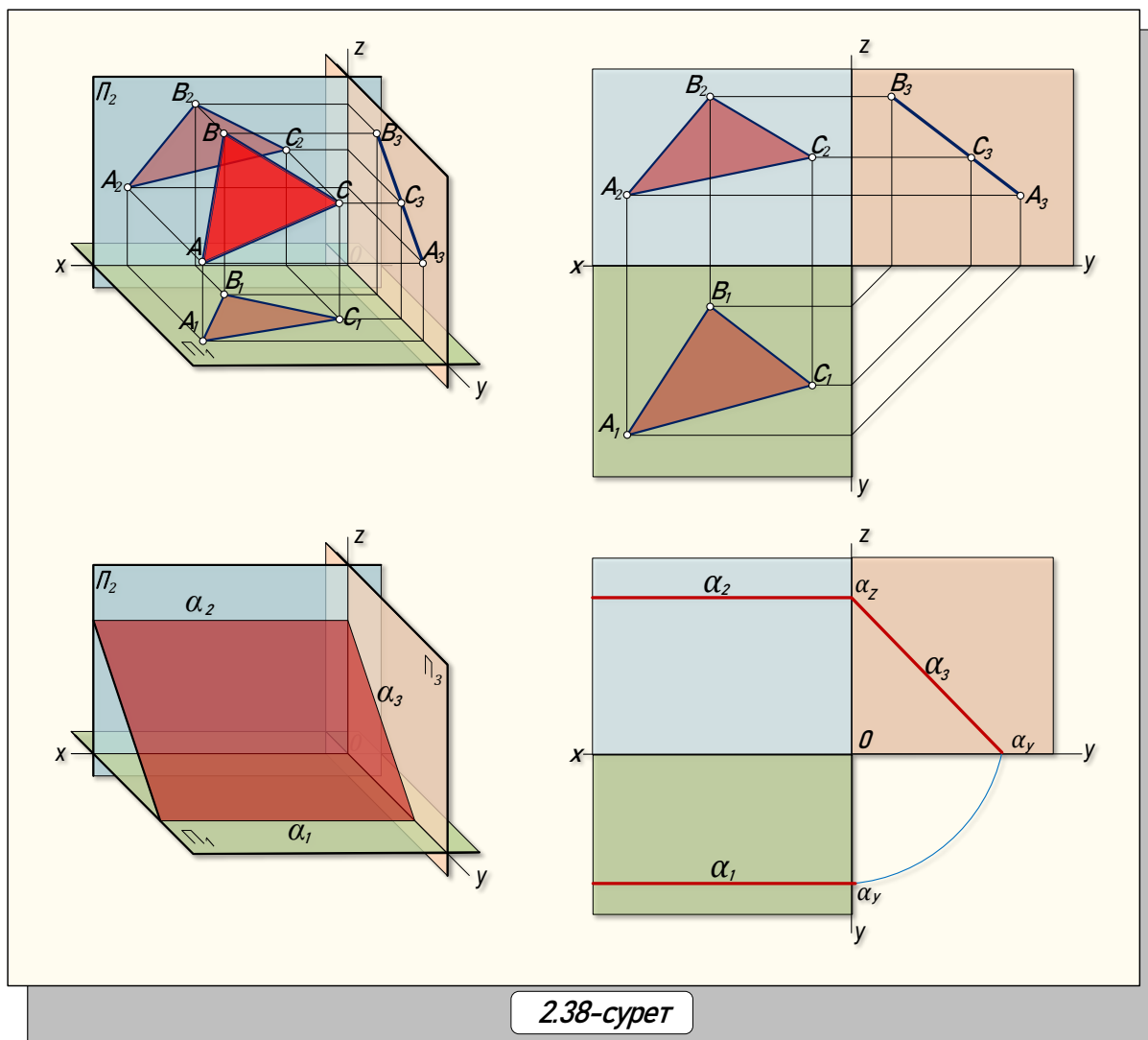
Астыңғы 2.37-суретте проекция осі көрсетілген Π_1 , Π_2 жүйесіндегі сызба бейнеленген. Горизонтальдың ізі Π_2 жазықтығы мен проекция осіне перпендикуляр. Фронталь ізі проекция осімен кез келген бұрышты жасайды және бұл бұрыш екі қырлы фронталь проекция жазықтығымен Π_2 жазықтығы арасындағы сызықтық бұрыш ретінде қызмет атқарады.

Жазықтық профиль проекциялаушы жазықтығының проекциясына перпендикуляр болса, мұндай жазықтық *профиль проекциялаушы* деп аталады.

Үстіңгі 2.38-суретте профиль проекциялаушы жазықтыққа мысал берілген, мұнда жазықтық ABC үшбұрышының проекциясы арқылы көрінеді. Бұл жазықтықтың горизонталі Π_3 жазықтығына перпендикуляр орналасқан. Бұдан көретініміз, біздің алдымызда жалпы жағдайда жазықтық емес, профиль проекциялаушы жазықтық екенін дәлелдейді.

Астыңғы 2.38-суретте α профиль проекциялаушы жазықтығы іздерімен бейнеленген.

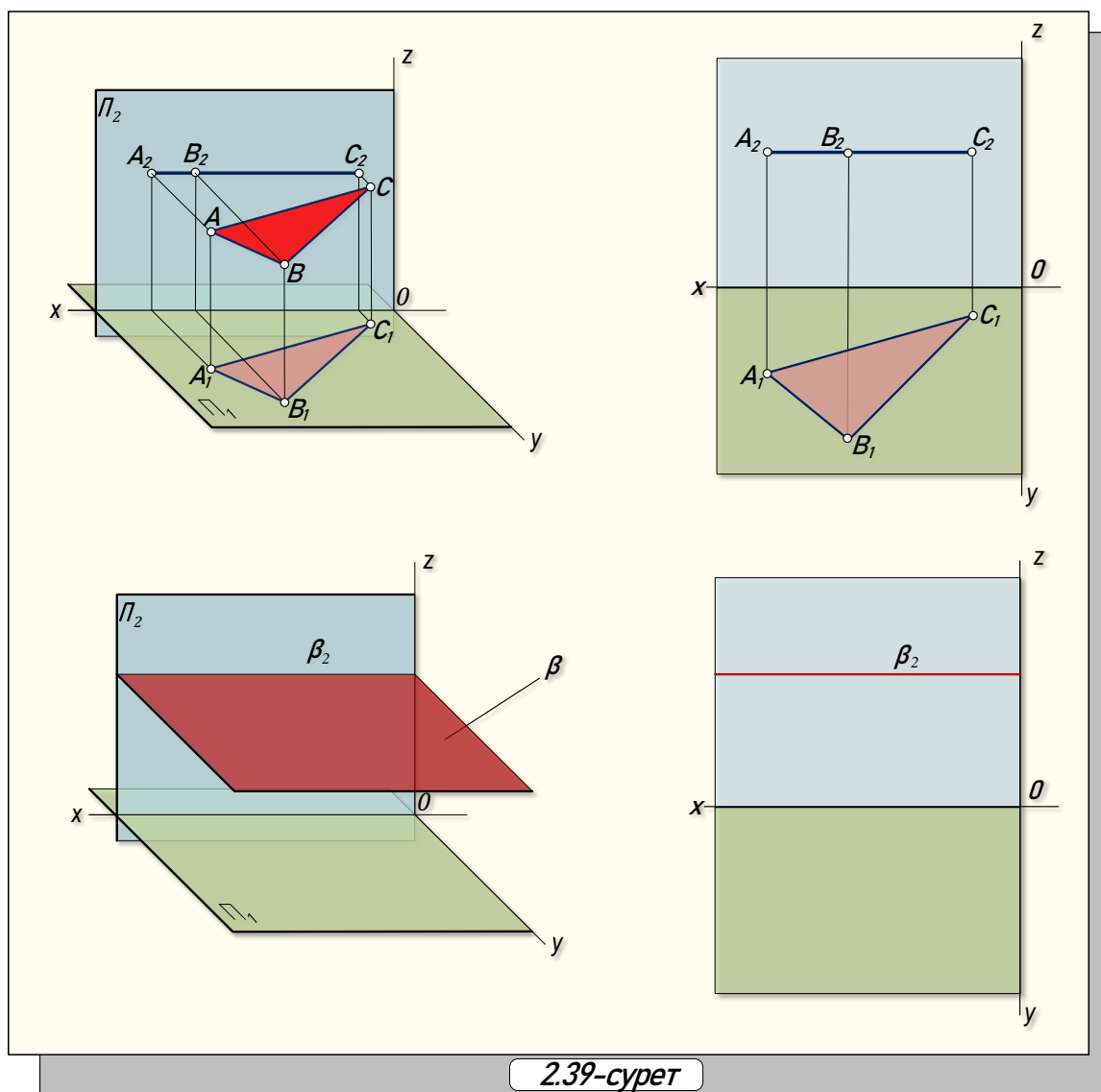
Бұл жазықтықтың горизонталь және фронталь іздері x осіне параллель, яғни өзара параллель болады.



Егер жазықтық проекциялаушы жазықтықтың екеуіне перпендикуляр орналасқан жағдайда үш түрлі орналасудың жеке жағдайын қарастыруға болады.

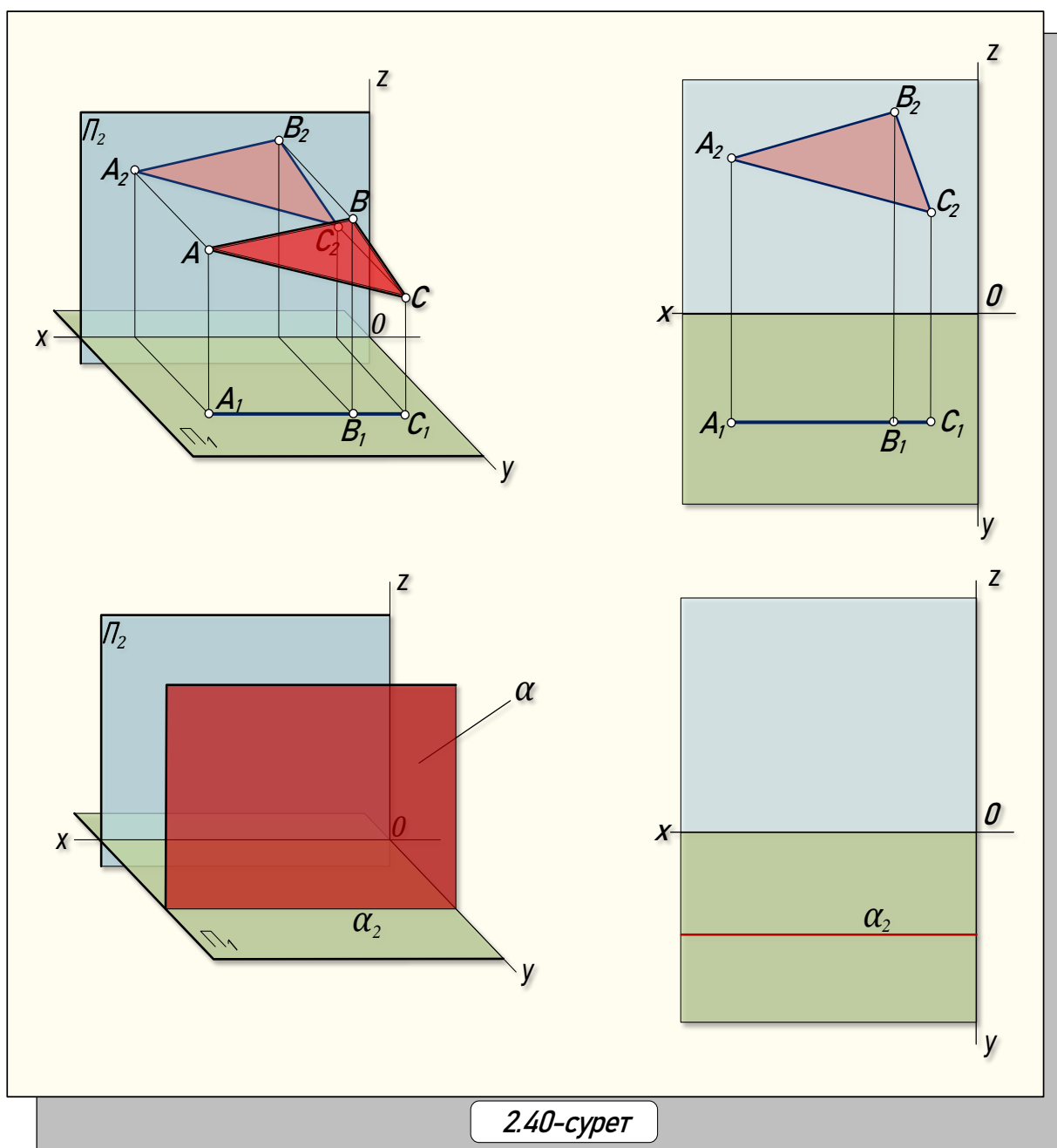
Егер жазықтықтар Π_2 және Π_3 жазықтығына перпендикуляр болса, онда Π_1 жазықтығымен параллель болады. Мұндай жазықтықтар *горизонталь* деп аталады.

2.39-суретте ABC үшбұрыш проекциясындағы горизонталь жазықтыққа мысал берілген және фронталь ізі көмегімен Π_1, Π_2 жүйесінде горизонталь жазықтық бейнеленген.



2.39-сурет

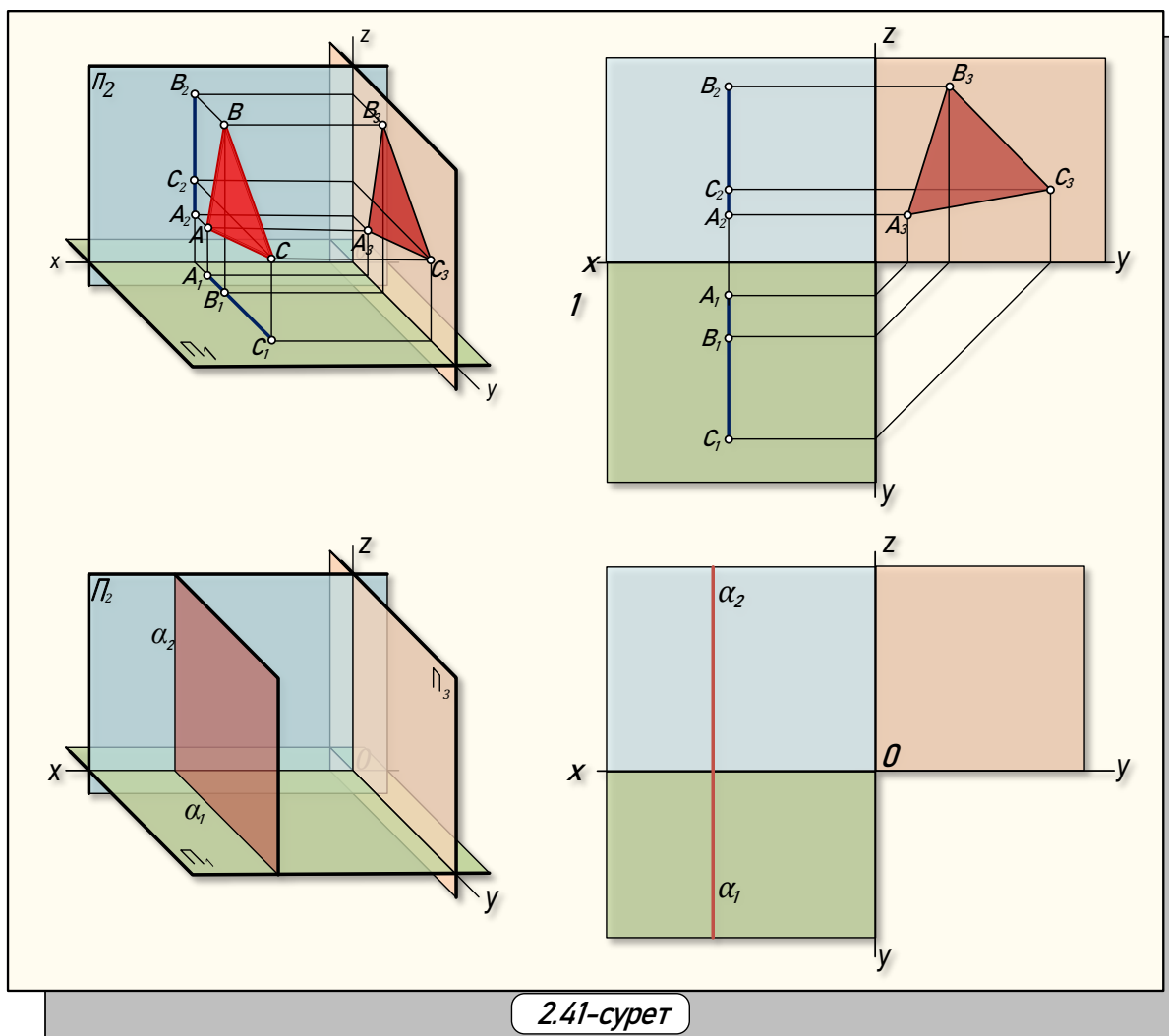
2.40-суретте Жазықтық Π_1, Π_3 жазықтығына перпендикуляр, яғни Π_2 жазықтығына параллель. Мұндай жазықтықтар *фронталь* деп аталады. ABC үшбұрышы проекциясында берілген фронталь жазықтық бейнеленген және фронталь жазықтықтың із арқылы Π_1, Π_2 жүйесінде бейнеленуіне мысал келтірілген, мұны осы жазықтықтың Π_1 жазықтығындағы проекциясы ретінде қарастыруға болады.



2.40-сурет

2.41-суреттегі жазықтық Π_1 , Π_2 жазықтығына перпендикуляр, яғни Π_3 жазықтығына параллель. Мұндай жазықтық *профиль* деп аталады.

ABC үшбұрышы проекциясы арқылы Π_2 , Π_1 жазықтықтарына перпендикуляр жазықтыққа мысал келтірілген.



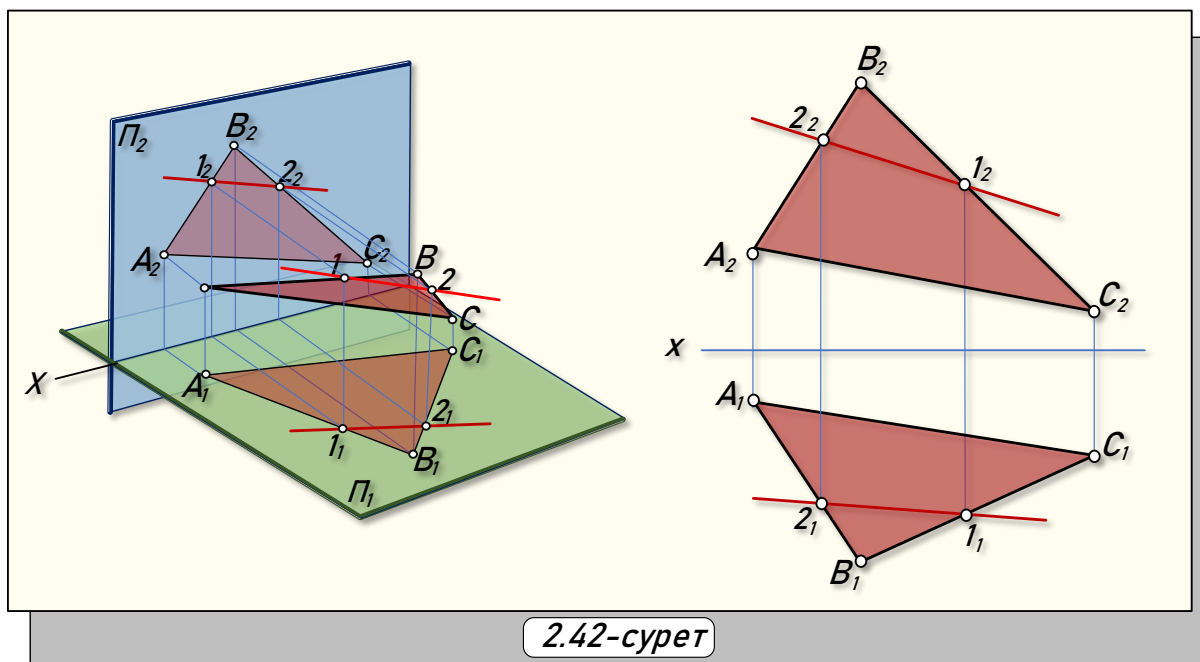
2.41-сурет

2.16. Жазықтықтағы нүкте мен түзудің сызбалары

Егер жазықтықтың екі нүктесі арқылы түзу жүргізілген болса, онда осы түзудің барлық нүктесі сол жазықтықта жатады. Осы ереже бойынша жазықтықтың бетіндегі түзулердің проекцияларын салуды қарастырайық.

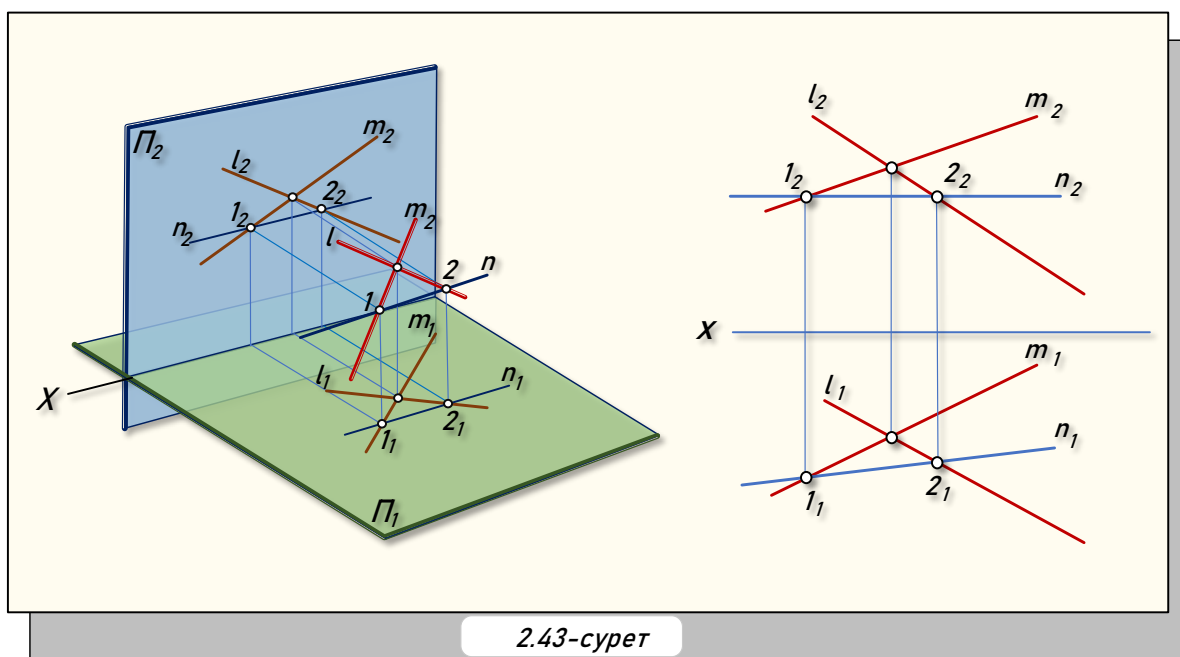
ABC жазықтығы берілген 2.42-сурет. Жазықтықта жататын кез-келген түзудің проекцияларын табу керек. Ол үшін ұшбұрыштың фронталь проекциясын бастыра кез келген түзудің фронталь проекциясын жүргіземіз. Ол ұшбұрыштың қабырғаларында жататын $1, 2$ нүктелерінің 1_2 және 2_2 проекцияларын анықтайды. Нүктенің проекциялары түзудің аттас проекцияларында жатса, нүкте сол түзудің бойында жататын болғандықтан AB , BC қабырғаларының бойындағы $1, 2$ нүктелерінің горизонталь проекцияларын саламыз. Ол үшін проекциялық байланыс сызықтарын жүргізіп $A_1 B_1$ проекциясының бойынан 1_1 нүктесін, B_1, C_1 проекциясының бойынан 2_1 нүктесін табамыз. $1_1, 2_1$ нүктелері арқылы іздеп отырған түзудің горизонталь

проекциясы өтеді. Бұл түзудің берілген жазықтықпен ортақ екі нүктесі бар 1,2. Сондықтан түзу жазықтықта жатады.



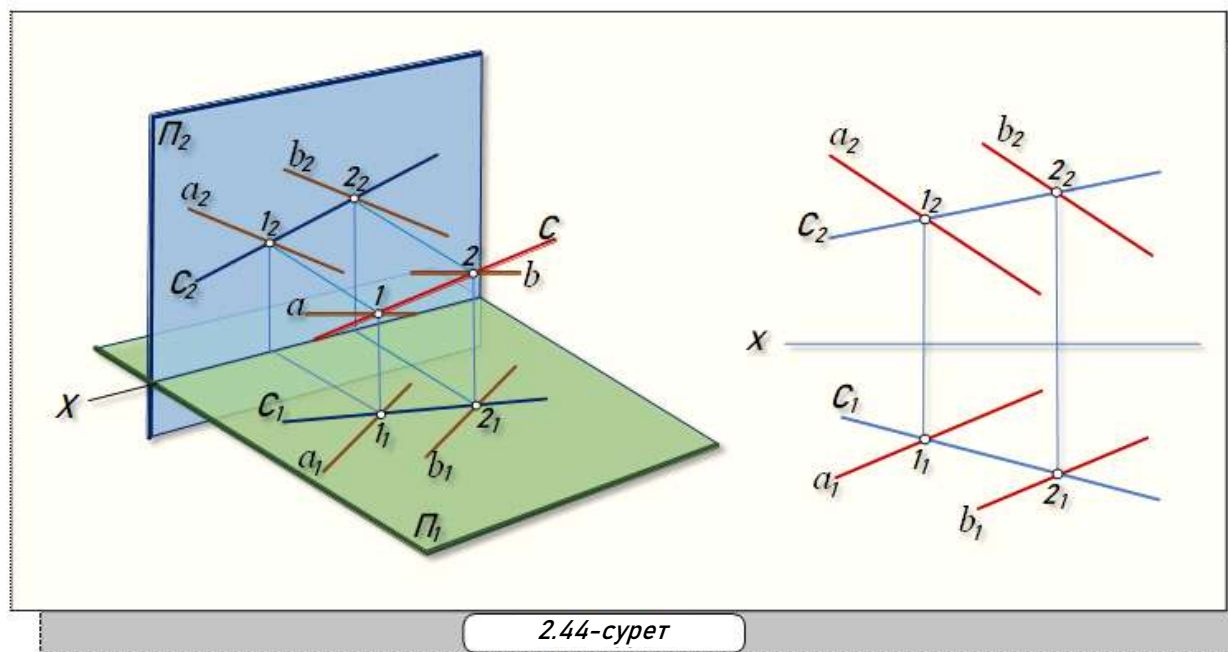
2.42-сурет

Жазықтық қиылысушы түзулер l, m арқылы берілген. Жазықтықта жататын түзудің проекцияларын қарастырайық 2.43-сурет. Түзудің горизонталь проекциялары қиып өтетін кез келген түзудің проекциясын жүргіземіз n_1 . Бұл проекцияның берілген түзулердің горизонталь проекцияларымен қиылысу нүктелерін белгілейміз $1_1, 2_1$. Проекциялық байланыс сызықтарын жүргізіп $1, 2$ нүктелерінің фронталь проекцияларын $1_2, 2_2$ саламыз. $1_2, 2_2$ нүктелер арқылы түзудің фронталь проекциясы жүргізіледі. n -берілген жазықтықта жатады.



2.43-сурет

Өзара параллель a, b түзулерімен берілген жазықтықта жататын түзудің проекциялары да жоғарыда қарастырылғандай ретпен орындалады 2.44-сурет. Кез келген түзудің горизонталь проекциясын салып $1_1, 2_1$ нүктелерін белгілейміз. Проекциялық байланыс сызықтарын жүргізіп 1_2 және 2_2 проекцияларын табамыз. $1_2, 2_2$ нүктелері арқылы түзудің фронталь проекциясы жүргізіледі. $1, 2$ нүктелері арқылы C түзуі берілген жазықтықта жатады.



2.44-сурет

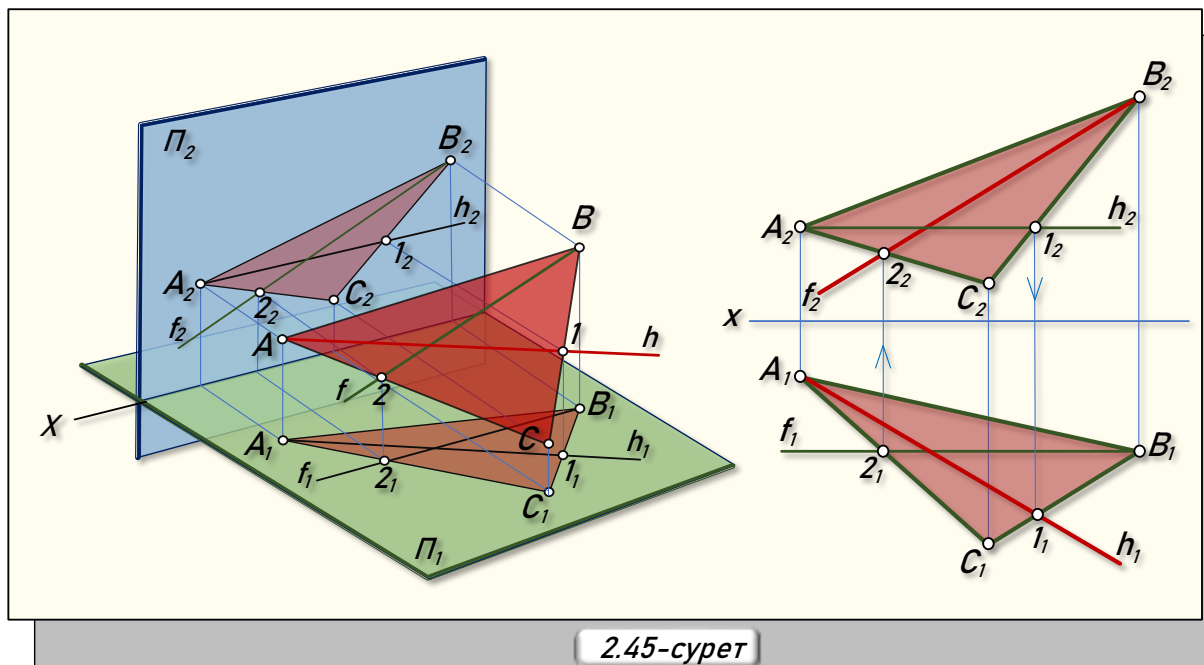
2.17. Жазықтықта жататын ерекше түзулер

Көпшілік позициялық, метрлік есептерді шығарғанда жазықтықта жататын деңгейлік түзулердің проекцияларын салу қажет болады. Жазықтықтағы түзулердің арасынан проекция жазықтықтарына параллель түзулер мен осы түзулерге перпендикуляр болатын түзулерді бөліп алуға болады. Проекция жазықтықтарына параллель түзулер бізге белгілі, оларды деңгейлік түзулер деп атаймыз.

Берілген жазықтықта жататын, горизонталь проекция жазықтығына параллель түзулерді жазықтықтың *горизонтальдері* деп атайды. Ал фронталь проекция жазықтығына параллель түзулерін жазықтықтың *фронтальдері* деп атайды.

ABC үшбұрышымен берілген жазықтықтың горизонталінің проекциясын саламыз 2.45-сурет. A_2 нүктесінен x осіне параллель горизонтальдің фронталь проекциясы h_2 жүргіземіз. I_2 нүктесін белгілеп, сол нүктеден проекция байланыс сызығын жүргізіп I_1 нүктесін саламыз. A_1, I_1 нүктелері арқылы өтетін түзу горизонтальдің горизонталь проекциясы h_1 .

Берілген жазықтықта жататын фронтальдің проекцияларын салуды B_1 нүктесін бастыра x осіне параллель фронтальдің горизонталь проекциясы f_1 жүргізуден бастаймыз. 2_1 нүктесін белгілеп проекциялық байланыс сызығының көмегімен 2 нүктесінің фронталь проекциясын 2_2 саламыз. B_2 және 2_2 нүктелері арқылы фронтальдің фронталь проекциясы жүргізіледі.

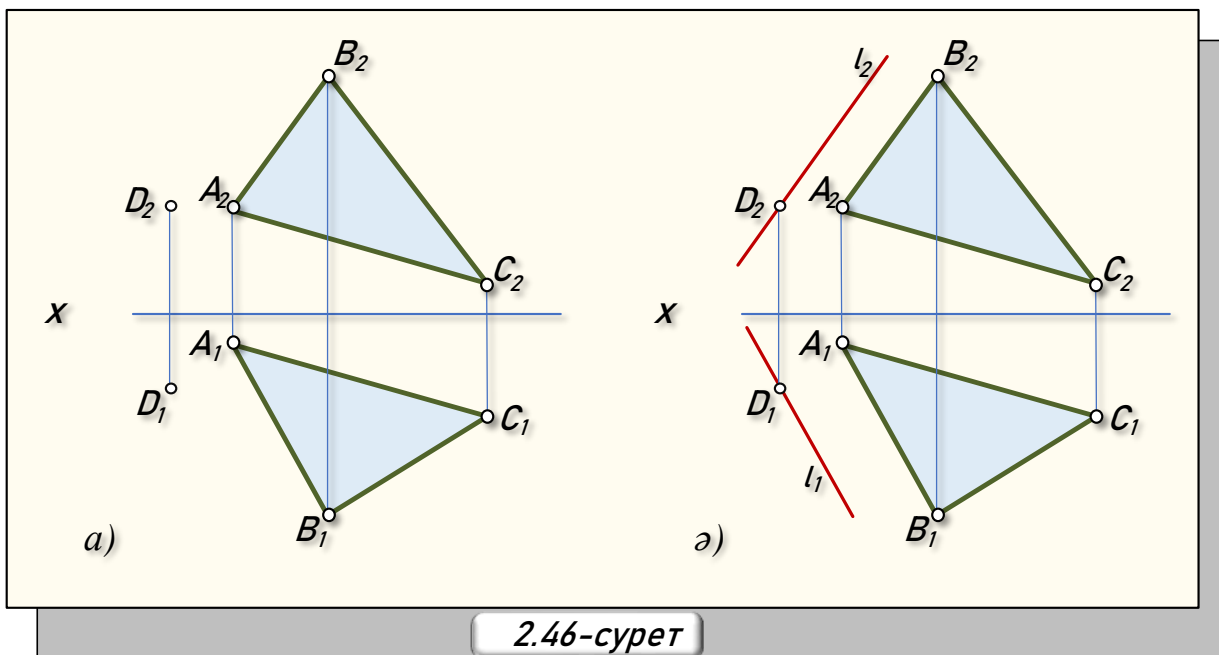


2.45-сурет

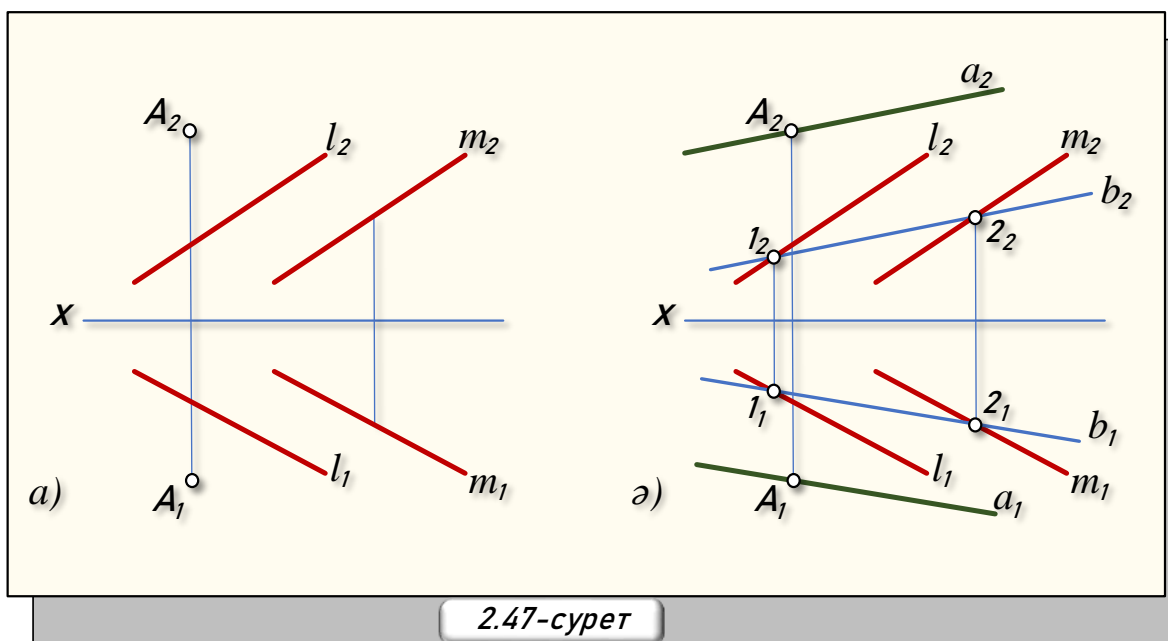
2.18. Жазықтыққа параллель түзу мен жазықтық жүргізу

Егер жазықтықта жатқан бір түзуге жазықтықтан тысқары орналасқан түзу параллель болса ол жазықтыққа да параллель болады.

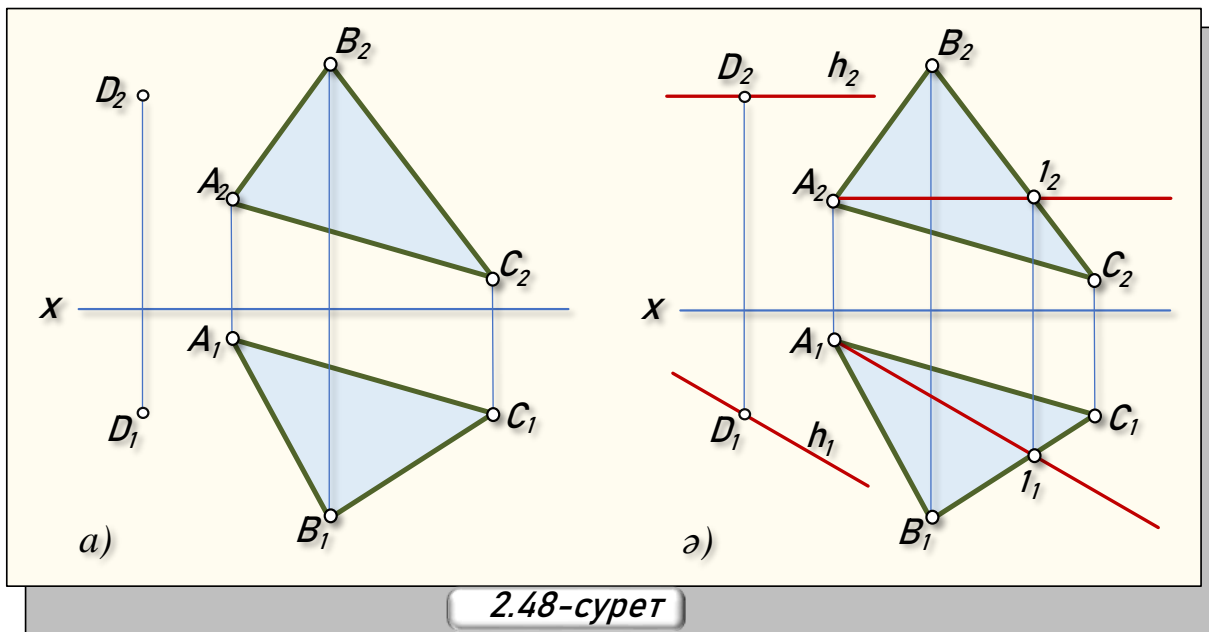
ABC және одан тысқары орналасқан D нүктесі берілген 2.46а-сурет. D нүктесінен берілген жазықтыққа параллель кез келген түзудің проекцияларын салайық. Ұшбұрыштың кез келген бір қабырғасын жазықтықтағы түзу деп есептеп, берілген нүкте арқылы ұшбұрыштың AB қабырғасына параллель түзу жүргіземіз 2.46ә-сурет. Аттас проекциялары өзара параллель болса, ондай түзулер өзара параллель болады. Сондықтан $l_2 \parallel A_2 B_2$, $l_1 \parallel A_1 B_1$ проекциялары сызылады. l түзуі ABC ұшбұрыш жазықтығына параллель және D нүктесі арқылы өтеді.



Жазықтық $l \parallel m$ және тыс A нүктесі берілген 2.47а-сурет. Берілген нүкте арқылы жақықтыққа параллель кез келген түзу жүргіземіз. Ол үшін жазықтықта жататын кез келген b түзуін саламыз 2.47б-сурет. B түзуінің проекцияларына параллель A_1, A_2 нүктелерінен іздеп отырған түзудің проекциялары сызылады. $a_1 \parallel b_1, a_2 \parallel b_2$.

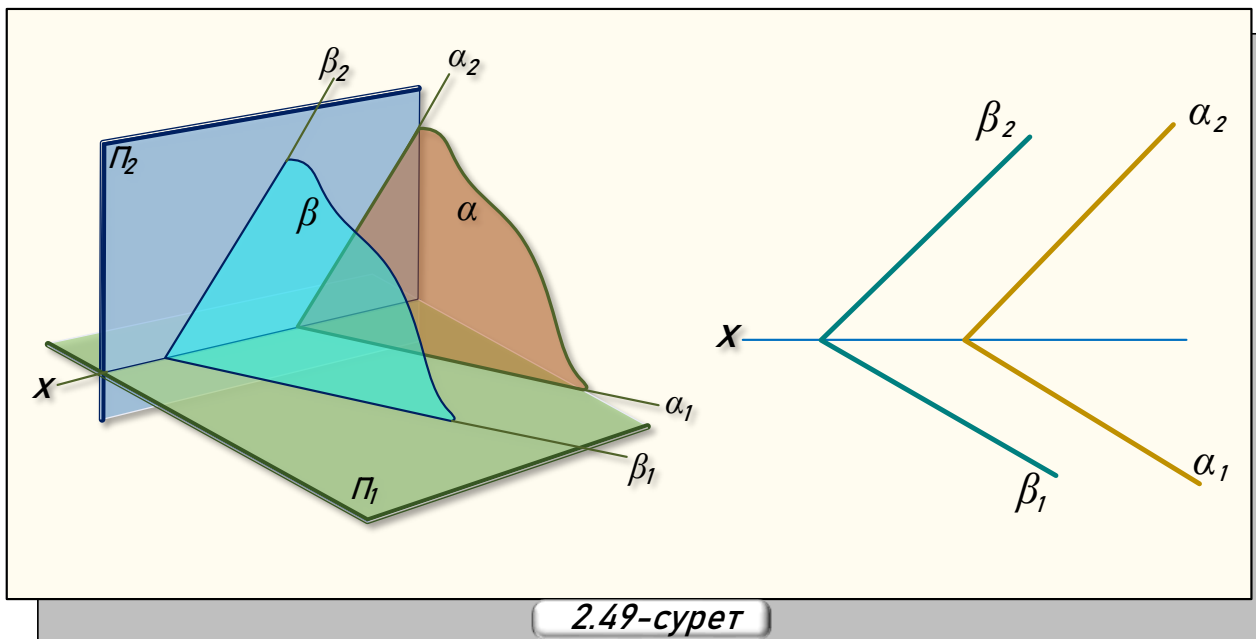


Берілген D арқылы ABC жазықтығына параллель горизонталь түзудің проекцияларын салу 2.48а-сурет. Бірінші жазықтыққа горизонталь жүргіземіз A_2, l_2 . Екінші D нүктесі арқылы $h_2 \parallel A_2 l_2, h_1 \parallel A_1 l_1$ түзулерін жүргіземіз. h -іздеп отырған түзу 2.48б-сурет.



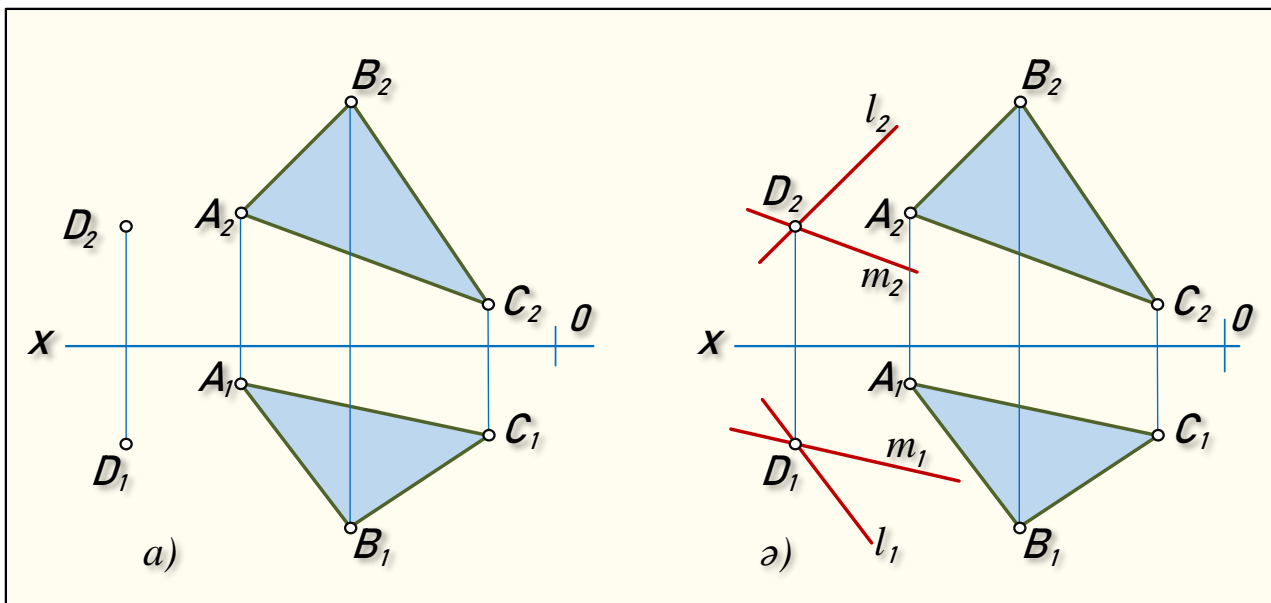
2.48-сурет

Егер екі жазықтықтың ортақ нүктесі болмаса, онда олар өзара параллель болады. Эпюрге қандай жағдайда жазықтықтардың өзара параллель болатынын қарастырамыз. Эпюрге жазықтықтың аттас іздері параллель болса, онда олар кеңістікте өзара параллель болады 2.49-сурет.



2.49-сурет

Жазықтыққа ABC және одан тысқары D нүктесі 2.50а-сурет. Нүкте арқылы берілген жазықтыққа параллель жазықтық жүргізейік. Ұшбұрыштың екі қабырғасын сол жазықтықтағы қиылысушы түзулер деп қарастырамыз. Жазықтықтардың параллельдік белгісі бойынша D нүктесі арқылы ұшбұрыштың екі қабырғасына параллель қиылысушы түзулер жүргіземіз 2.50ә-сурет. Эпюрге $l_1 \parallel A_1B_1$, $l_2 \parallel A_2B_2$ және $m_1 \parallel A_1C_1$, проекциялары салынады. l , m түзулері арқылы анықталатын жазықтық берілген жазықтыққа параллель.



2.50-сурет

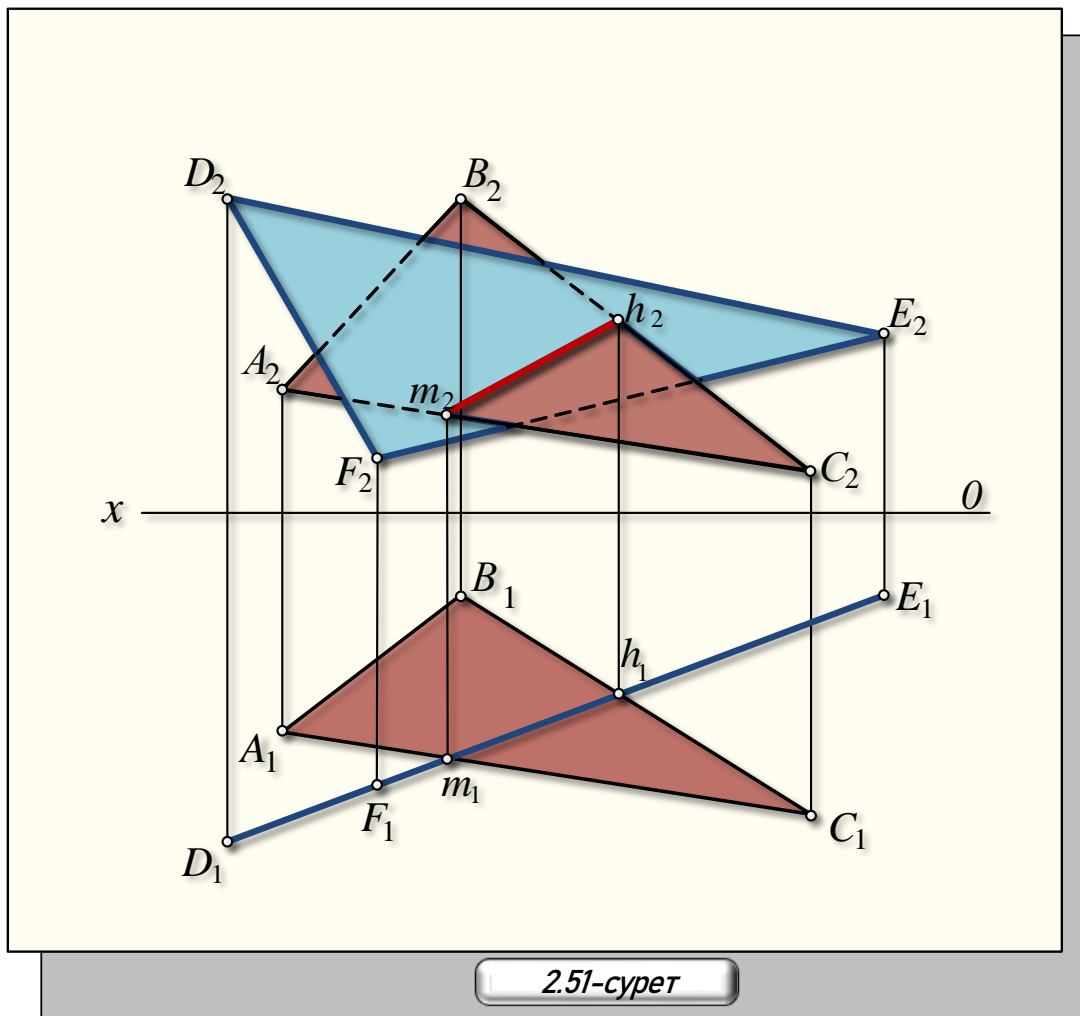
2.19. Екі жазықтықтың қиылысуы

Екі жазықтықтың өзара қиылысуы нәтижесінде пайда болатын түзу берілген екі жазықтыққа тиесілі екі нүкте арқылы анықталады.

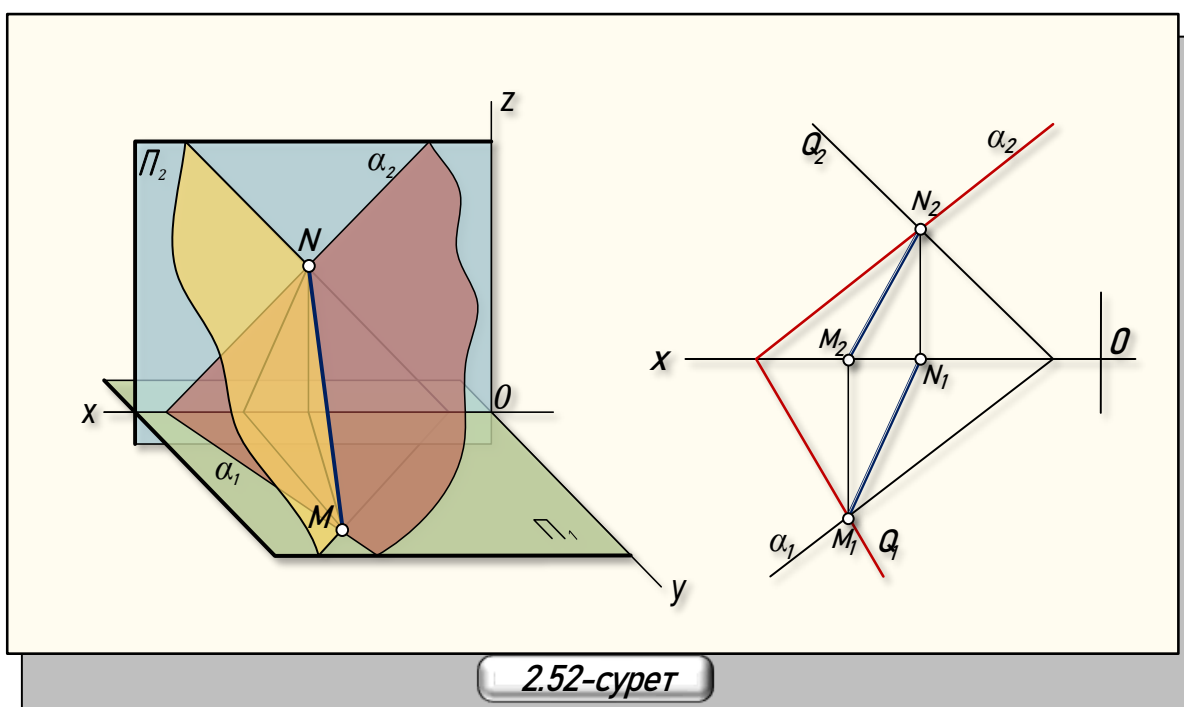
Соған сәйкес, өзара қиылысатын екі жазықтықтың қиылысу сызығын тұрғызу үшін әрқайсысы берілген жазықтықтарға тиесілі екі нүктені табу керек, бұл нүктелер жазықтықтардың қиылысу сызықтарын анықтайды.

Мұндай екі нүктені табу үшін арнайы құрылымдарды орындау қажет. Егер қиылысатын жазықтықтардың біреуі жазықтық проекциясына перпендикуляр болса, проекцияның қиылысу сызығын құрастыру жеңіл болады. Мысалы, біреуі жеке жағдайдағы, яғни Π_2 жазықтығына перпендикуляр орналасқан екі жазықтықтың қиылысуы 2.51-сурет.

DEF үшбұрышы Π_1 жазықтығында DE түзу сызық ретінде проекцияланады, онда екі үшбұрыш қиылысатын түзу кесіндісінің фронталь проекциясы D_2E_2 проекциядағы m_2n_2 кесінді түрінде беріледі. Графикалық тұрғызулар сызбада көрсетілген.

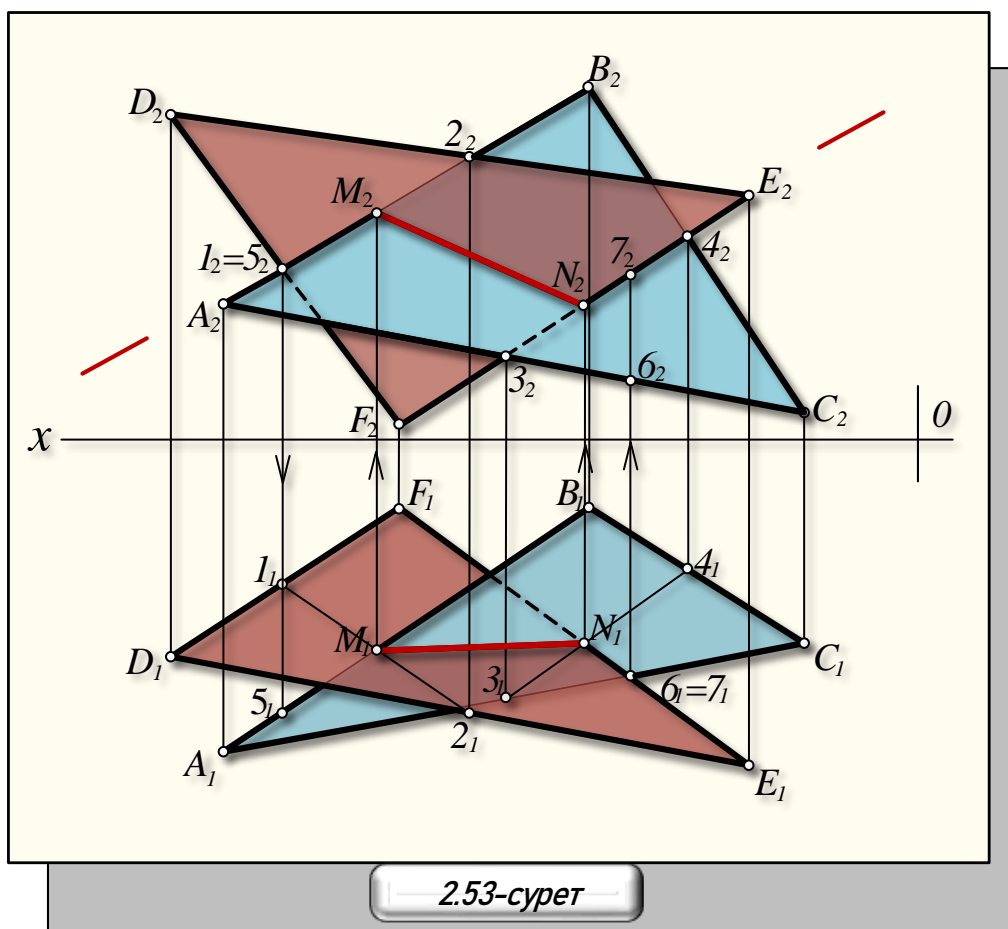


Егер проекция жазықтығында жазықтықтар іздер арқылы берілсе, онда жазықтықтардың қиылысу түзуін анықтайтын нүктелерді іздейміз 2.52-сурет.



Бұл нүктелер арқылы жүретін түзу екі жазықтыққа да ортақ, яғни олардың қиылысу сызығы болып табылады. Жазықтық іздерінің аттас қиылысу нүктесі осы жазықтықтардың қиылысу сызығының іздері болып табылады. Сондықтан да жалпы жағдайда α және Q жазықтықтарының қиылысу сызықтарының проекциясын құрастыру үшін горизонталь және фронталь іздер қиылысуындағы M_1 нүктесін және қиылысудағы N_2 нүктесін, одан кейін M_2, N_2 нүктелерін табамыз; M_2N_2 және M_1N_1 түзу сызықтарын жүргіземіз.

Жалпы жағдайда жазықтықтарды тұрғызуда қолданылатын басқа да тәсілдерді қарастырайық. Бұл әдістің ерекшелігі бар жазықтықта жатқан екі түзудің өзге жазықтықтан қиылысу нүктесін табады. ABC және DEF екі үшбұрыштың көрінетін және көрінбейтін бөліктерін көрсете отырып қиылысу сызбаларының тұрғызылуын қарастырамыз 2.53-сурет.



1. AB түзуінің DEF жазықтығымен қиылысу нүктесін анықтаймыз, яғни жазықтықпен қиылысатын ізделініп отырған M (M_1, M_2) алғашқы нүктелерін табамыз.

2. Соған сәйкес EF түзуінің ABC жазықтығымен қиылысуындағы қиылысу сызығындағы екінші нүктені N (N_1, N_2) табамыз.

3. M және N нүктелерін түзу арқылы қоса отырып, берілген жазықтықта MN (M_1N_1, M_2N_2) ізделініп отырған қиылысу сызықтарын табамыз.

4. Проекцияның фронталь және горизонталь жазықтықтарына қатысты қиылысатын жазықтықтардың көрінісін анықтау үшін бәсекелес нүктелерді пайдаланамыз.

Бәсекелес нүктелерді табу үшін $I_2 \equiv S_2$ нүктелерді белгілеп горизонталь проекцияларын табамыз $I_1 S_1$. Астыңғы ұштық арқылы карасақ S_1 нүктесі бізге жақын орналасқан, сондықтан S_2 нүктесі A_2B_2 түзуінде жатады, яғни A_2B_2 түзуі көрінетін болады.

Бақылау сұрақтары

1. Сызбада жазықтық қалай беріледі?
2. Түзудің берілген жазықтықта жатқандығы сызбада қалай анықталады?
3. Берілген жазықтыққа тиісті нүктені сызбада қалай құрастыруға болады?
4. Фронталь проекциялық, горизонталь проекциялық және профиль проекциялық жазықтықтар дегеніміз не?
5. Жалпы жағдайдың түзуі арқылы жүргізілген фронталь проекциялық жазықтық сызбада қалай бейнеленеді?
6. Екі жазықтық өзара қандай жағдайда болады?
7. Екі жазықтықтың параллельдік белгісі қандай?
8. Жазықтықта жатқан нүктенің бір проекциясы бойынша екінші проекциясын қалай салады?
9. Екі жазықтықтың қиылысу түзуін салу жолдарын көрсетіңіз.

2.20. Сызбаны түрлендіру әдістері

Сызба геометрияның әртүрлі графикалық есептерін шешуде қолданылатын геометриялық салулардың түрі мен саны тек қана бұл есептердің күрделілігіне байланысты анықталмайды, ол сонымен қатар айтарлықтай дәрежеде проекцияланатын фигура мен проекция жазықтықтарының өз ара орналасуына да байланысты болады.

Осы және мұнан да басқа есептерді шешуге қажетті графикалық құрылымдардың саны көп жағдайда бұл есептің қиындығынан ғана емес, жобадағы кеңістік формасының проекция жазықтығына қатысты орналасуына да байланысты.

Нәрсені немесе оның жекелеген элементтерін зерттеу барысында графикалық бейне позициялық және метрлік есептерге қатысты талаптарды қанағаттандыруы тиіс.

Осы сияқты есептерді шешудің қолайлысы берілген екі проекция нәтижесінен жаңа қосымша проекция құру болып табылады. Қосымша проекциялар жеке элементтер құлдыраған проекцияларын, болмаса осы элементтерді нақты мөлшерде алуға мүмкіндік береді.

Қосымша проекцияларды құру сызбаны түрлендіру болып табылады. Сондай-ақ түрлендіруді келесі тәсілдер арқылы орындауға болады:

– проекция жазықтықтарын қарастырылатын нысан немесе оның элементтері жаңа проекция жазықтығына қатысты жеке орындардың бірінде орын алу шарты бойынша алмастыру тәсілі;

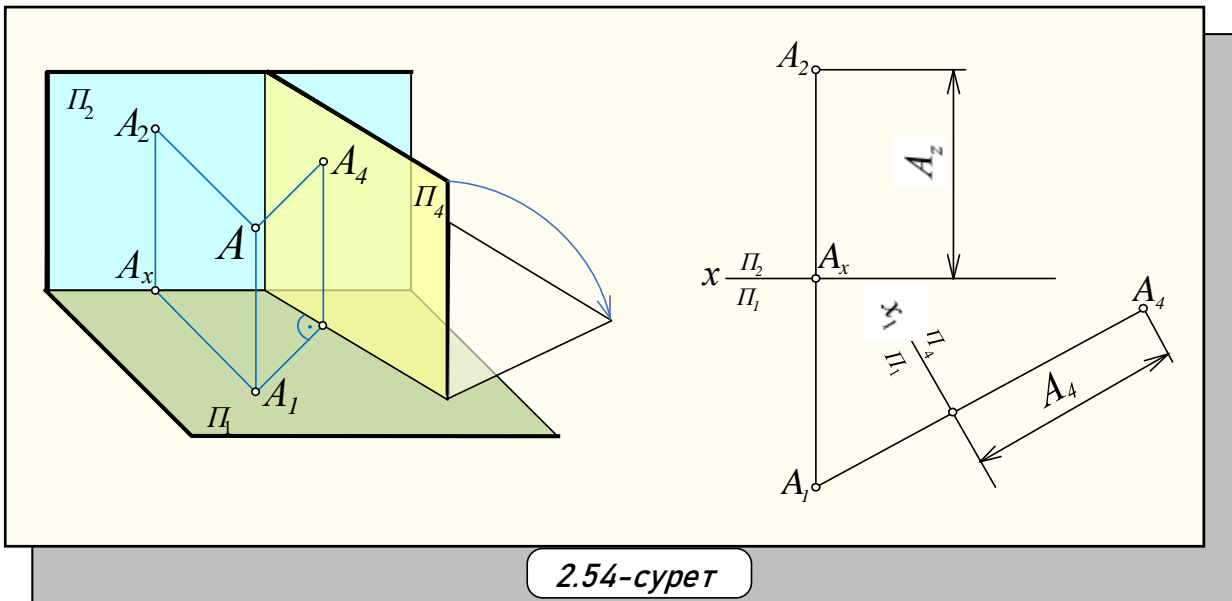
– геометриялық образды берілген есеп шартына сәйкес проекция жазықтығына қатысты жеке орын алатындай етіп бұру тәсілі;

– белгілі проекция жазықтықтарының жүйесінде немесе жаңа проекция жазықтығын енгізу арқылы проекциялар бағытын алмастыру.

2.21. Проекция жазықтығын алмастыру әдісі

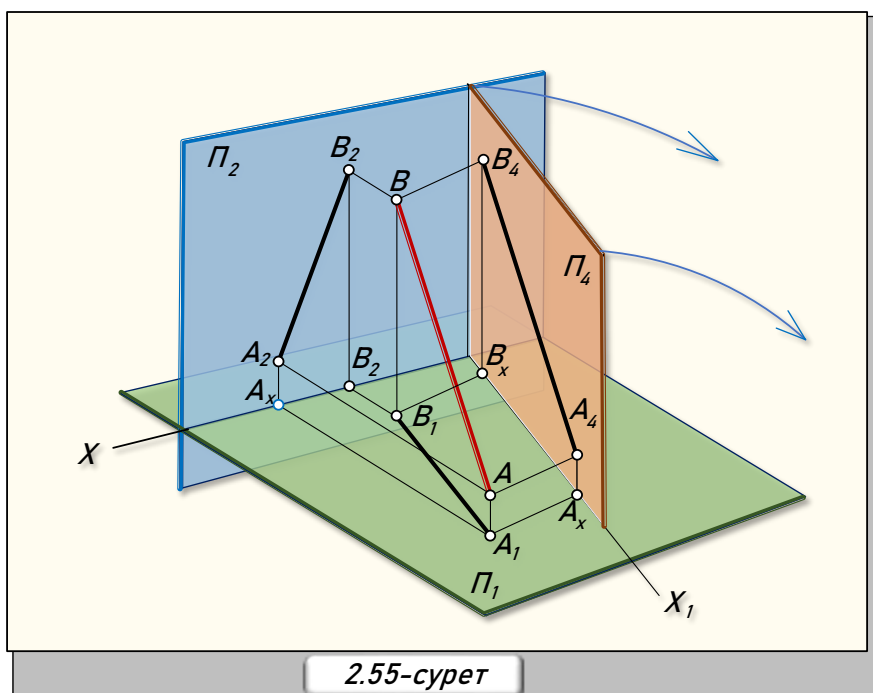
Графикалық есептерді шешу кезінде берілген ортогональдық сызба көп жағдайда нәрсе мен оны жеке элементтері жөнінде көрнекі ұғым бере алмайды, позициялық және метрикалық есептерді шешу кезінде оңай бола алмайды. Кейде берілген есептің шешуі болуы мүмкін немесе оны жеңілдету нәтижесі болуы мүмкін қосымша сызбаларды құруға тура келеді. Бұндай қосымша сызбалар проекция жазықтықтарын алмастыру әдісі арқылы құруға болады. Бірақ зат кеңістікте ось қалпын сақтайды. Проекция жазықтықтарының бағытын өзгертеді: алмастыру кезінде проекцияның екі жазықтығының өзара перпендикулярлығы міндетті түрде сақталады.

2.54-суретте проекция жазықтықтарының кеңістіктік бейнесі және P_1 және P_2 жазықтығындағы A_1 және A_2 ортогональдық проекциялары бар A нүктесі берілген. P_1 көлденең жазықтығымен қосымша P_4 тік жазықтығы, P_1 перпендикуляр жазықтығы проекция жазықтықтарының қосымша жүйесін құрайды. Сол сияқты P_4 жазықтығындағы A нүктесінің A_4 қосымша проекциясының да құрылысы көрсетілген. P_1 проекциясының жазықтығы екі жүйеге негізгі P_2/P_1 және қосымша P_4/P_1 ортақ болып табылады.

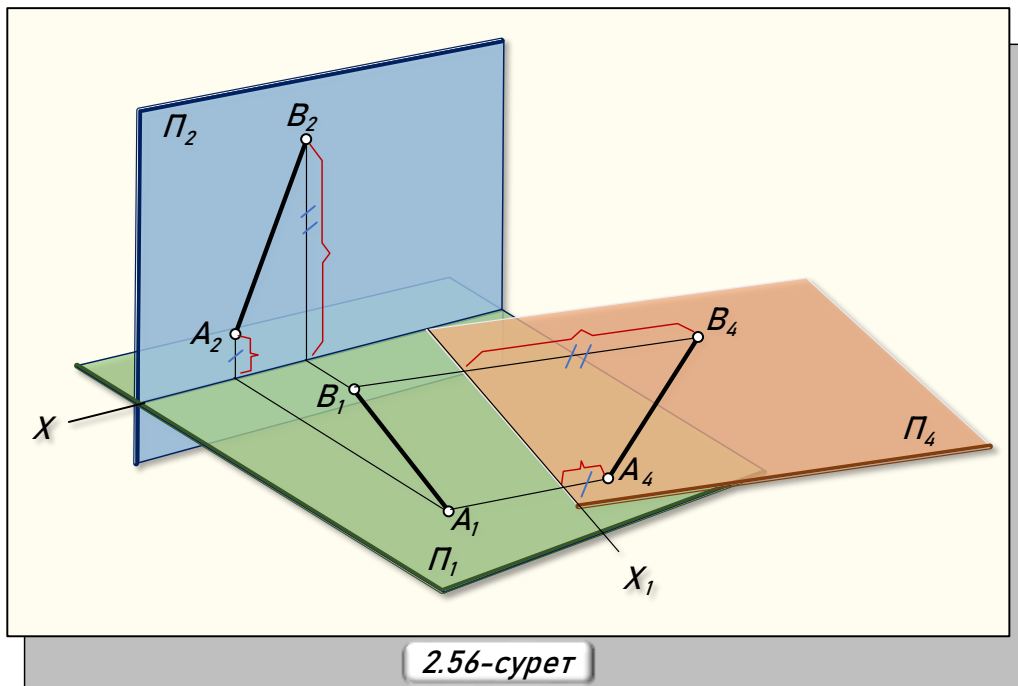


Жалпы жағдайдағы түзу кесіндісі проекциясының шамасы кесіндінің өз шамасынан үлкен де, кіші де болуы мүмкін. Ал проекция жазықтығына параллель түзу кесіндісі нақты шамамен проекцияланады. Жалпы жағдайдағы кесіндінің нақты шамасын графикалық әдіспен табуға болады. Эпюрде жалпы жағдайдағы түзуді дербес жағдайға келтіреміз.

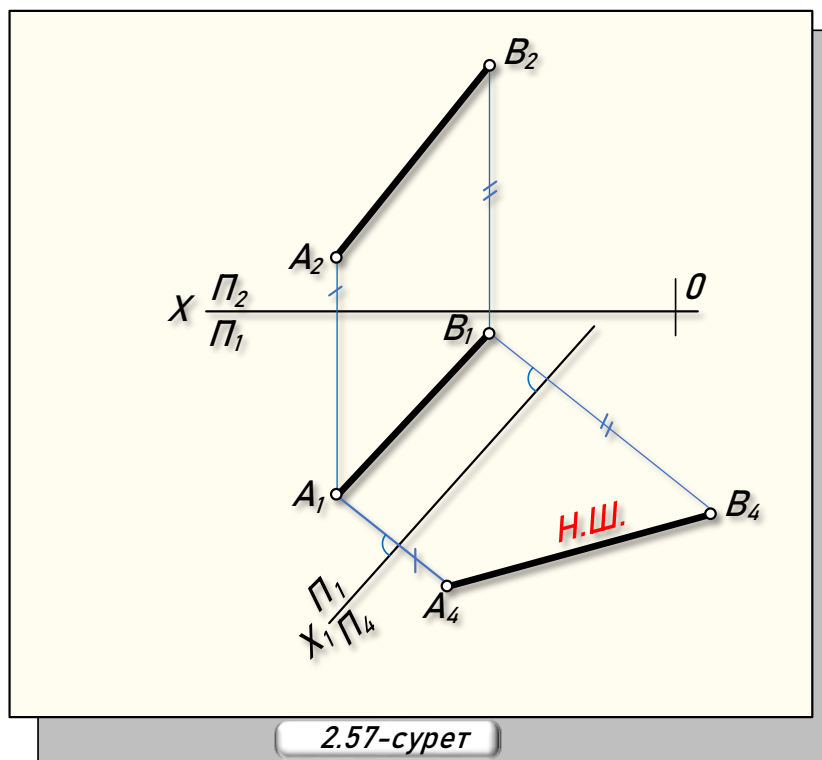
Кеңістікте жалпы жағдайдағы түзудің AB кесіндісі берілсін 2.55-сурет. кез келген қашықтықта түзуге параллель горизонталь проекциялаушы қосымша жазықтық алайық та түзуді соған проекциялайық. Π_1 жазықтығынан нүктелеріне дейінгі қашықтық (z шамасы) өзгермейді. $A_x A_2 = A_1 A = A_{x1} A_4$ сол сияқты $B_x B_2 = B_1 B = A_{x1} B_4$. Ендеше қосымша проекция жазықтығы фронталь проекция жазықтығының функциясын атқарады. Яғни фронталь проекция жазықтығындағы жаңа жағдайға келтірілді.



Қосымша проекция жазықтығындағы $A_4 B_4$ проекциясы кесіндінің нақты шамасына тең. Себебі AB параллель Π_4 . Π_4 жазықтығы x_1 осі арқылы бұрылып Π_1 жазықтығымен беттестіріледі. 2.56-сурет.



Проекция жазықтықтарын сызба жазықтығымен беттестіргенде кесіндінің эшпүрі шығады 2.57-сурет.



Эпюрге A_1B_1 проекциясы параллель x_1 осін $A_1 B_1$ нүктелерінен қосымша оське перпендикуляр проекциялық байланыс сызықтарын жүргіземіз. Нүктелердің аппликатарын өзгеріссіз болатындықтан x_1 осіне Π_1 жазықтығындағы проекциялық байланыс сызығына A_2A_x шамасын өлшеп салып, A_4 проекциясын анықтаймыз. Дәл осылай етіп x_1 осінен $B_2 B_x$ ұзындығын өлшеп салып B_4 проекциясын табамыз. Қосымша проекция жазықтығындағы $A_4 B_4$ проекциясы кеңістіктегі кесіндінің нақты шамасына тең. Сонымен, проекция жазықтығын алмастыру арқылы кесіндінің нақты шамасын проекциялары бойынша анықтадық.

Жоғарыда қарастырылған әдісті проекция жазықтығын алмастыру деп атайды. Проекция жазықтығын алмастыру әдісінде кеңістікте берілген нысан геометриялық фигуралар бастапқы орнында қалады да проекция жазықтықтары қажетті жағдайға келтіріледі. Есептің берілуіне қарай проекция жазықтықтарының кез келгенін алмастыруға болады.

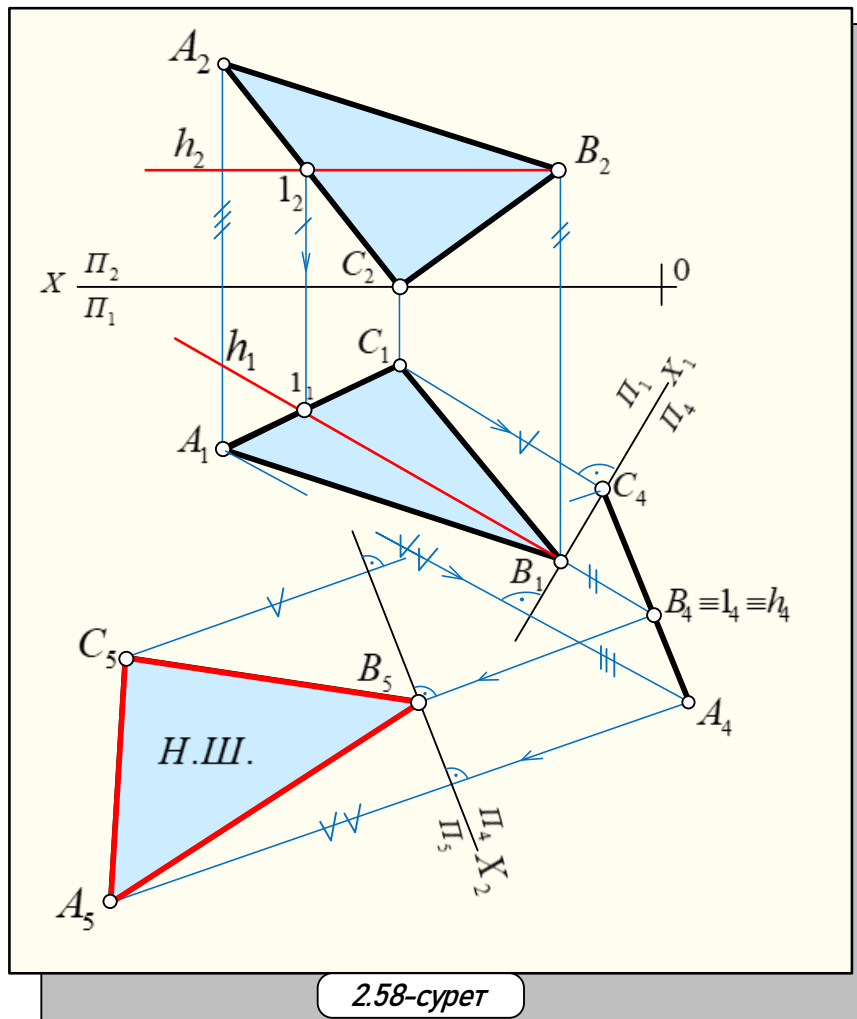
Жалпы жағдайдағы ABC үшбұрышының нақты өлшемін анықтауға арналған графикалық құрылымды көрсетейік 2.58-сурет. Есеп екі дүркін проекция жазықтықтарын алмастыру арқылы шешіледі. Π_2 проекциясы фронтальды жазықтығын қосымша проекцияланушы Π_4 проекция жазықтығымен алмастырамыз.

Егер Π_4 жазықтығының бағыты жазық фигураның көлденең болса, фигура проекцияланатын жазықтыққа қайта салынады. Ол үшін жазықтықта жататын ерекше түзулерді табамыз. Горизонталь h_2 арқылы h_1 тауып, B_1 нүктесінен горизонтальдің горизонталь проекциясына h_1 перпендикуляр x_1 осін жүргіземіз. B биіктігі арқылы өтетін үшбұрыш көлденеңі Π_4 проекциясының қосымша жазықтығының бағытын айқындайды.

Π_4 жазықтығында біз көлденең мен үшбұрыштың проекциясын аламыз. Көлденең нүктеге проекцияланады, ал үшбұрыш түзу кесіндісіне проекцияланады.

Π_4 проекциясының көлденең жазықтығын фигураның параллель жазықтығы Π_5 қосымша жазықтығымен алмастыра отырып, фигураның Π_5 жазықтығындағы нақты көлемді бейнесін аламыз.

Ол үшін C_4A_4 түзуіне кез келген арақашықтықта параллель Π_5 жазықтығын қолданамыз. x_2 осіне перпендикуляр байланыс сызықтарын жүргізіп, C_1x_1 , A_1x_1 , B_1x_1 арақашықтықтарын өлшеп алып Π_5 жазықтығында x_2 осінен бастап байланыс сызықтарынан $C_5A_5B_5$ проекцияларын табамыз. $C_5A_5B_5$ жалпы жағдайдағы жазықтықтың нақты шамасы болып келеді.

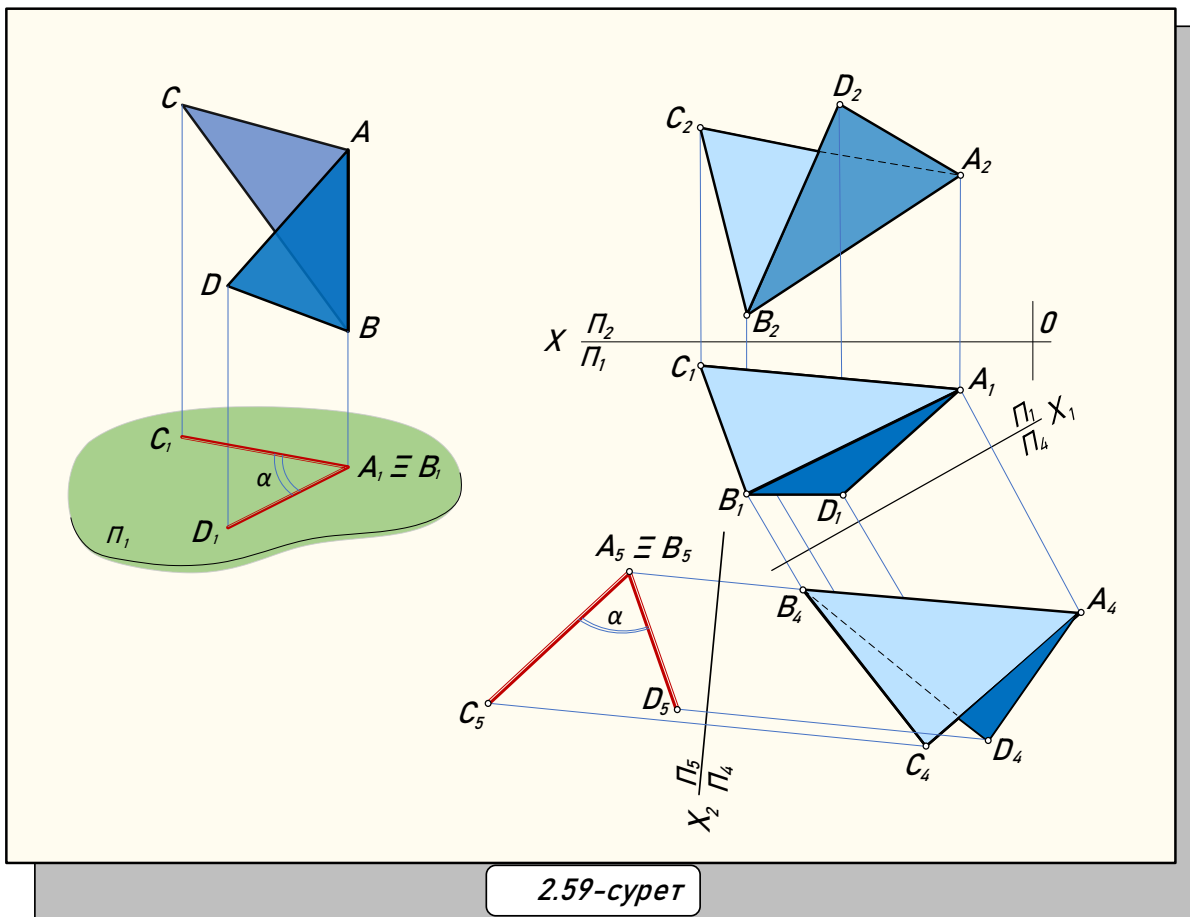


2.58-сурет

Проекция жазықтықтары алмастыру әдісімен екі жақты бұрыштың нақты шамасын табу. Екі жақты бұрыштың шамасы, жақтарының ортақ қырына перпендикуляр жазықтықпен қиғандағы шығатын сызықтық бұрышымен өлшенеді. Ендеше проекция жазықтықтарын алмастырып отырып, екі жақты бұрыштың ортақ қыры бір проекция жазықтығына перпендикуляр болатындай жағдайға келтіруіміз керек 259-сурет.

Сонда екі жақты бұрыштың проекциясы қиылысуы түзулер болып шығады. Осы түзулердің арасындағы бұрыш екі жақты бұрыштың шамасын көрсететін сызықтық бұрыш. Эпюрін салайық. Проекция жазықтығын алмастырып AB қырына параллель орналастырамыз. Қосымша Π_4 жазықтығын x_1 осін A_1B_1 қырына параллель етіп кез келген арақашықтықта орналастырамыз. Екі жақты бұрыштың Π_4 жазықтығындағы проекциясын саламыз $C_4 A_4 B_4 D_4 / A_4 B_4 / - AB$ қырының нақты шамасына тең.

Проекция жазықтығын екінші рет алмастырып AB ортақ қырына перпендикуляр орналастырамыз $X_2 \perp A_4B_4$. Сонда $C_5 A_5 D_5$ іздеп отырған бұрыш болып шығады.



2.59-сурет

2.22. Бұру (айналдыру) әдісі

Бұл әдіс заттың қосымша сызбаларын осы затты ось төңірегінде бұру арқылы проекция жазықтықтарының өзгермейтін негізгі жүйесінде құруды қарастырады. Ол механизмдер мен машиналардың конструкцияларының түрлі айналмалы формаларын зерттеу кезінде қолданылады. Затты бұру арқылы осы заттың көптеген сызбаларын проекция жазықтықтарының бір негізгі жүйесінде құруға болады. Бірақ проекция жазықтықтары өзгеріссіз қалдырылады. Қарастырылып отырған зат проекция жазықтықтарына перпендикуляр осьтер төңірегінде бұру арқылы жаңа жағдайға әкеледі. Жаңа жағдайда оның ортогональдық проекциясы, яғни заттың сызбасы құрылады.

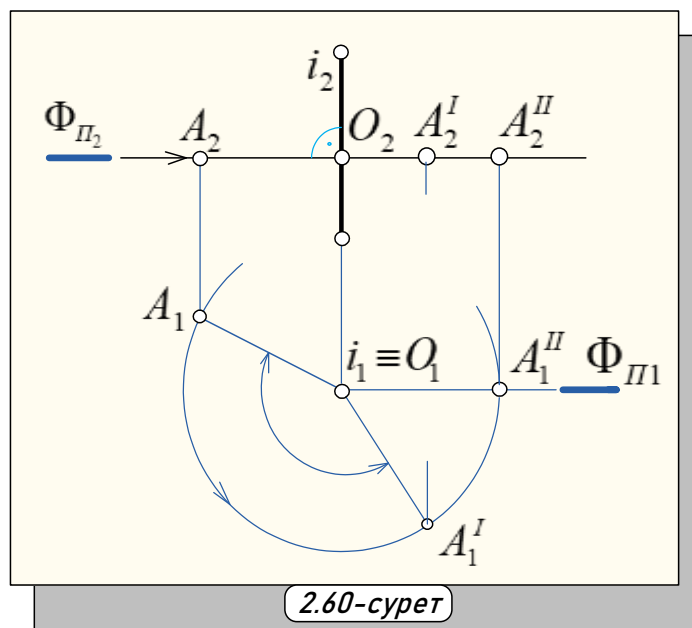
Проекция жазықтығына перпендикуляр осьтер төңірегінде нүктені бұруды эпюрге қарастырамыз. A нүктесі 2.60-сурет көлденең проекцияланатын i түзуінің төңірегінде бұрылады делік. A нүктесінің қозғалу траекториясы бұру осіндегі O орталықты шеңбер болып табылады. Шеңбердің Φ жазықтығы – көлденең және перпендикуляр бұру осі. Оны нүктені көшіру (қозғау) жазықтығы деп атаймыз. AO радиусы $A_1 O_1$ нақты шамасында проекцияның көлденең жазықтығында проекцияланады. Осьтер төңірегінде бұру арқылы A

нүктесінің біріккен проекцияларын анықтауға болады. A_1 көлденең проекциясы шеңбердің доғасы бойымен, ал фронтальды A_2 көлденең түзу бойымен – Φ_{Π_2} ізімен A нүктесінің алмастыру жазықтығымен ауыстырылады.

A_1 нүктесі A нүктесінің осьтер төңірегінде сағат тілі бағытына кері бағытта α бұрышына бұру арқылы анықталады.

A_2 нүктесі i түзу осі төңірегінде бұру арқылы Φ фронтальды жазықтығымен бірігеді.

Қандай да бір фигураны проекцияланатын түзу төңірегінде бұру осы фигураның нүктелерін бұруға апарды.



Кеңістікте берілген жалпы жағдайдағы AB кесіндісінің нақты шамасын табайық 2.61-сурет. Проекция жазықтықтарын өзгеріссіз қалдырып, кесіндінің өзін бір проекция жазықтығына параллель болғанға дейін берілген осьті айналдыра бұрайық. Айналу осі горизонталь проекция жазықтығына перпендикуляр болып A нүктесі арқылы өтетін болсын. A нүктесі қозғалмай өзгеріссіз қалады да, B нүктесі осьті айнала, түзу фронталь проекция жазықтығына параллель болғанға дейін бұрылады. Қажетті жағдайға келтірілгеннен кейін түзу Π_2 проекция жазықтығына проекцияланады. Фронталь проекциясы кесіндінің нақты шамасына тең.

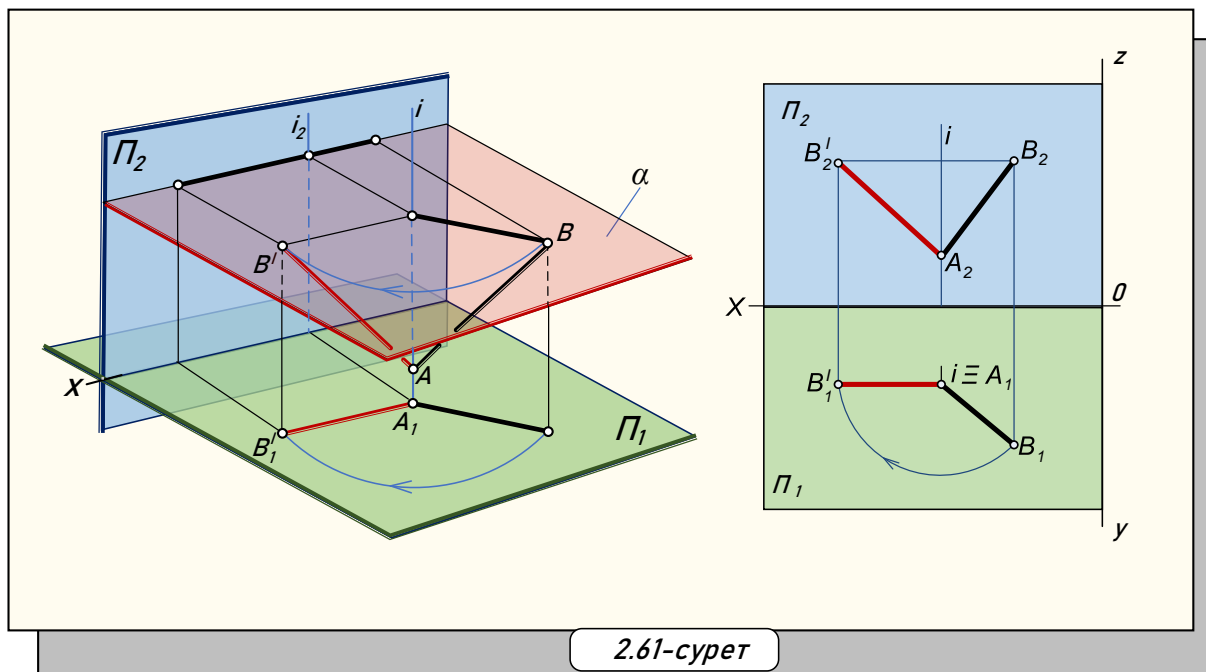
$I=A_1$ проекциясын центр етіп алып ($R=A_1 B_1$) кез келген бағытта доға сызылады.

$I=A_1$ нүктесі арқылы X осіне параллель қосымша түзу жүргізіледі, сонда AB проекциясының бағыты X осіне параллель болады.

B нүктесінің бұрылғаннан кейін горизонталь проекциясы B_1^I доғаның қосымша түзумен қиылысу нүктесі.

B нүктесінің бұрылу траекториясының фронталь проекциясы X осіне параллель жүргізіледі, себебі ол горизонталь жазықтықта α жатыр.

Проекциялық байланыс сызығын жүргізіп B нүктесінің бұрылғаннан кейінгі фронталь проекциясы салынады. Сонымен, кесіндінің нақты шамасы анықталады $A_2 B_2'$.

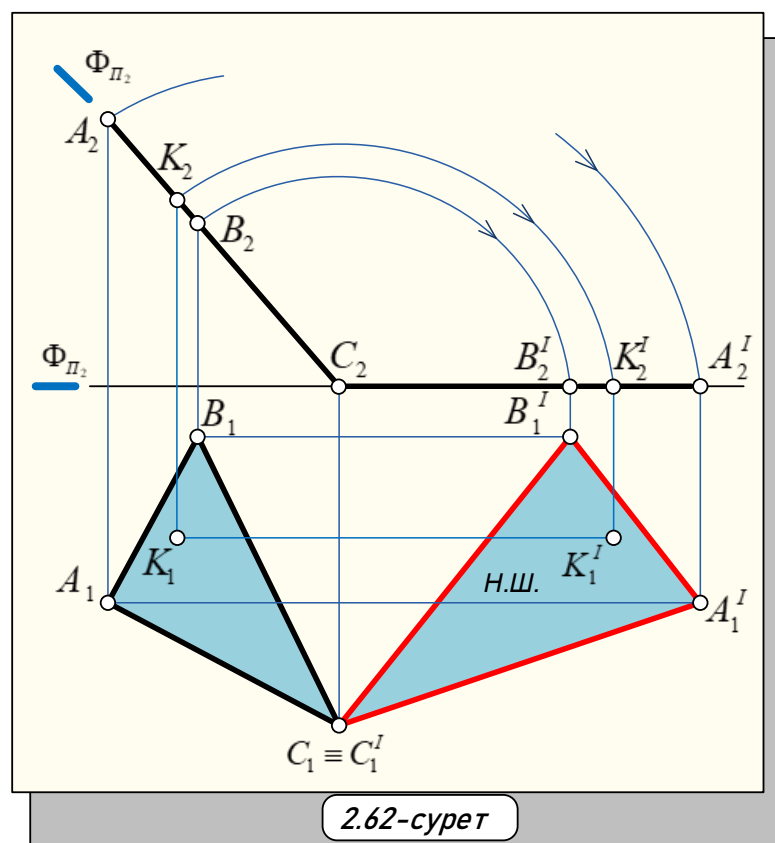


2.61-сурет

Φ фронтальды проекциялаушы жазықтыққа жататын ABC үшбұрышын нақты шамада анықтайық 2.62-сурет. Бұру осі— i фронтальды проекцияланатын түзуі — үшбұрыштың C төбесі арқылы өтеді.

Үшбұрыш жазықтығын i осі төңірегінде бұра отырып, Π_1 проекциясының көлденең жазықтығына параллель Φ жағдайына келтіреміз. Үшбұрыштың A және B төбелері осы нүктелер қозғалысының фронтальды жазықтықтарын анықтайтын қоршаудың доғал бойымен ауысады. Φn_2 ізі Φ жазықтығының біріккен ізі болып табылады.

A және B нүктесінің A_2 және B_2 біріккен фронтальды проекциясын анықтаймыз. Бұл нүктелердің A_1 және B_1 көлденең проекциялары, қозғалыс жазықтығының іздеріне сәйкес келетін олардың проекцияланған байланысы да анықталады. C нүктесі бұру осінде орналасады және өзінің бастапқы түрін өзгертпейді. Біріккен жағдайдағы ABC үшбұрышы $A_1B_1C_1$ және $A_2B_2C_2$ проекциялары арқылы беріледі. Көлденең $A_1B_1C_1$ проекциясы үшбұрыш көлемін қатесіз береді. Үшбұрыштың біріккен жағдайындағы K нүктесінің K_1 проекциясын ерікті түрде белгілейміз. Осы нүктенің негізгі (бастапқы) проекцияларын анықтау үшін, үшбұрыш жазықтығын бастапқы жағдайға келтіру керек. Барлық құрылыстар осыған ұқсас, бірақ кері ретімен орындалады.



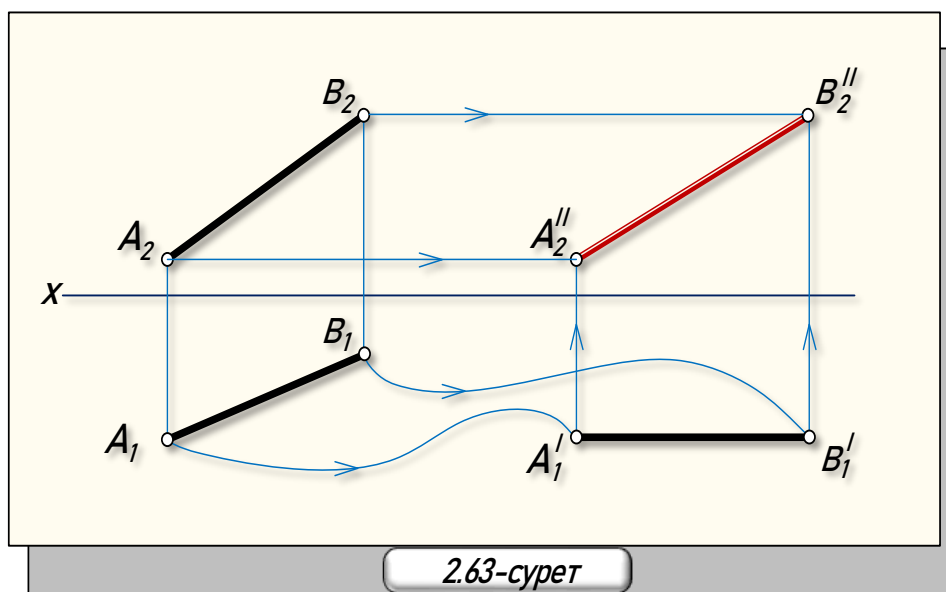
Еркін жағдайдағы жазық фигураның нақты шамасы бір проекцияланатын түзу төңірегінде бұру арқылы анықталмайды. Проекцияланатын түзу төңірегінде бұрған кезде фигураны проекцияланатын жазықтың жағдайына әкеледі, содан кейін екінші проекцияланатын түзу төңірегінде бұрған кезде проекция жазықтығына параллель жағдайына әкеледі. Осы жазықтыққа фигура нақты шамамен проекцияланады.

2.23. Жазық- параллель орын ауыстыру әдісі

Геометриялық фигураның ортогональдық сызбасын қайта беру үшін осы фигураны жазық параллельді ауыстыру арқылы да жасауға болады, яғни оның барлық нүктелерін жазықтықтарда, проекцияның параллель жазықтықтарына ауыстырылады. Бұл жағдайда фигура проекциясы проекция жазықтығының кез келген жағдайында көлемі де, түрі де өзгермейді. Ол проекция осіне қатысты тек өз орнын ғана өзгертеді. Нүкте траекторияларының басқа проекция жазықтығындағы проекциялары осы нүктелердің жазықтықтарының қозғалу ізі, яғни түзу, параллель бағытындағы проекция осі болып табылады.

Кеңістікте жалпы жағдайдағы AB кесіндісін алып, оның екі ұшына ойша Π_1 жазықтығына параллель горизонталь жазықтықтар жүргізйік. Кесіндінің ұштары осы жазықтықтардың бетінде. Горизонталь жазықтықтардың арасымен кесіндіні жылжытып отырып Π_2 жазықтығына параллель жағдайға келтірейік. Фигураларды бұлай етіп қозғалысқа келіруді біз геометрия пәнімен білетінбіз.

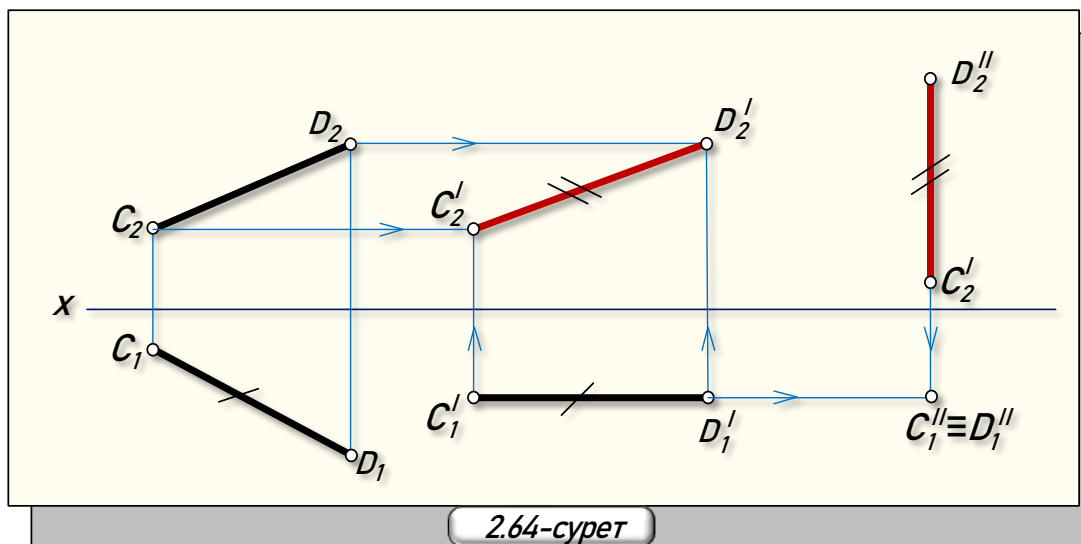
Оларды орын ауыстырулар деп атайтын. Жалпы жағдайдағы кесінді орнын ауыстырып, фронталь түзу болып шықты. Кесіндінің ұштарының қозғалу траекториясы горизонталь проекция жазықтығына параллель болатындықтан, қозғалу кезінде A, B нүктелерінің проекциялары өзгермейді. Эпюрге кесіндінің горизонталь проекциясының шамасы өзгеріссіз x осіне параллель болып орын ауыстырылады 2.63-сурет. Түсінікті болу үшін кесінді горизонталь проекциясы сызбада қисық сызықтармен кесінделген. Шындығында бұл кез келген болуы мүмкін, сондықтан эпюрге солар көрсетілмейді. Кесінді ұштарының қозғалу траекторияларының фронталь проекциялары x осіне параллель сызықтар болады. $A^I_1 B^I_1$ проекциясын табамыз. AB -фронталь түзуі.



2.63-сурет

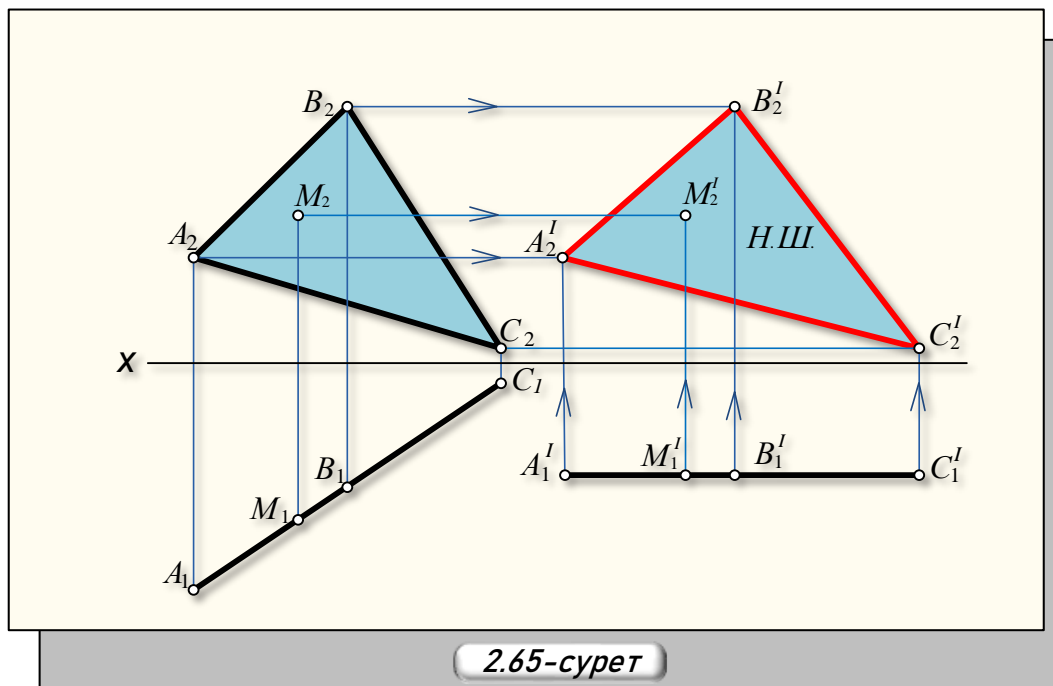
Жазық параллель орын ауыстыру әдісімен CD кесіндісін Π_1 жазықтығына перпендикуляр жағдайға келтіру керек 2.64-сурет. C_1D_1 түзуін өзгертпей кез келген арқашықтықта x осіне параллель етіп қоямыз. $C^I_1 D^I_1$ түзуінің x осіне параллель орналасқаннан кейін, x осіне перпендикуляр байланыс сызықтарын жүргіземіз. $C_2 D_2$ проекцияларынан x осіне параллель сызықтар жүргізіп қиылысқан нүктелерді белгілеп $C^I_2 D^I_2$ проекциясы берілген кесіндінің нақты шамасына тең. $C^I_2 D^I_2$ түзуін өзгертпей алып кез келген арақашықтықта x осіне перпендикуляр етіп қоямыз $C^{II}_2 D^{II}_2$. $C^I_1 D^I_1$ проекциясынан x осіне параллель горизонталь сызық жүргіземіз. Бұл горизонталь сызық кесіндінің екінші рет орын ауыстыру кезіндегі қозғалу траекториясының горизонталь проекциясы. $C^{II}_2 D^{II}_2$ проекциясынан төменге қарай вертикаль проекциялық байланыс сызығын жүргізіп, оның $C^I_1 D^I_1$ -тан жүргізілген горизонталь сызықпен қиылысуынан $C^{II}_1 D^{II}_1$ нүктелерін табамыз.

Сонымен жазық-параллель орын ауыстыру әдісі арқылы берілген түзу горизонталь проекциялаушы түзу болып шықты.



2.64-сурет

Проекцияланатын жазықтыққа жататын жазық фигураның нақты шамасы оны проекция жазықтығына параллель жағдайға көшіру арқылы анықталады. 2.65-суретте ABC үшбұрышы көлденең проекцияланған жазықтыққа жатады. Жазықтық ізіндегі түзу кесінді оның $A_1B_1C_1$ горизонталь проекциясы болып табылады. $A_1B_1C_1$ проекциясын өзгертпей $A_1^1B_1^1C_1^1$ еркін жағдайына, проекция осінің параллель бағытына келтіреміз.



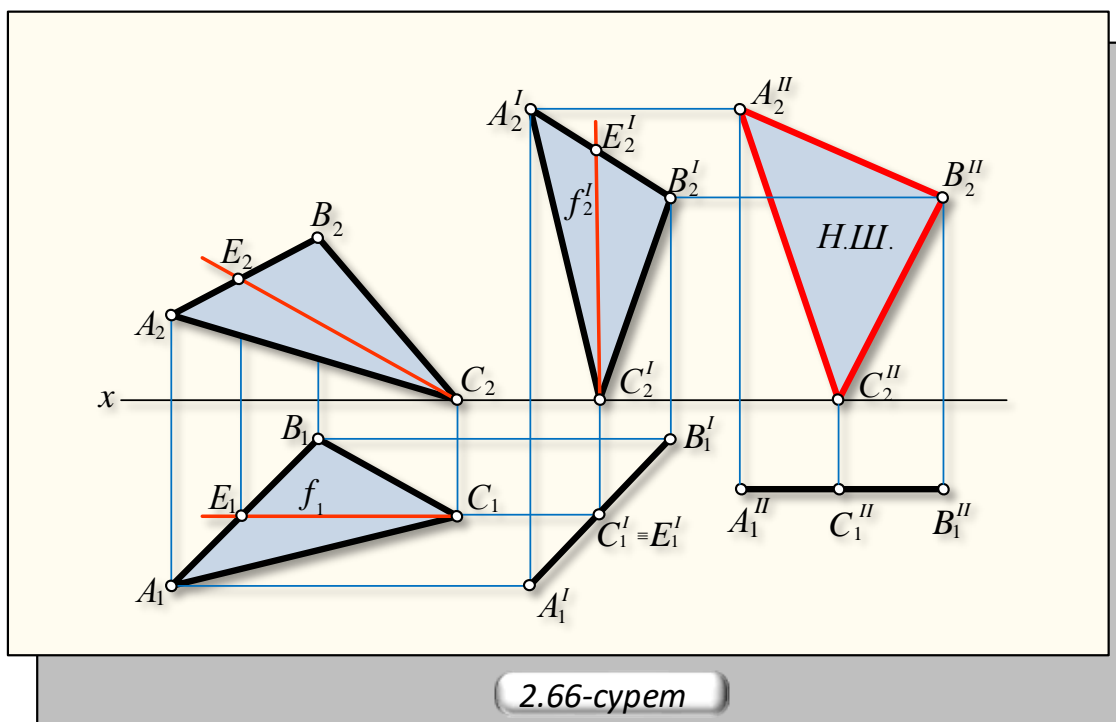
2.65-сурет

Көлденең түзулерде – A , B және C нүктелері қозғалысының жазықтық ізінде үшбұрыш төбесі – A_1^1 , B_1^1 және C_1^1 проекцияларымен проекцияланған, берілген нүктелерден жоғары байланыс сызықтарын жүргізіп, A_2 , B_2 , C_2 нүктелерінен параллель x осіне жүргізіп олардың жеткіліксіз фронтальды проекциялары A_2^1 , B_2^1 және C_2^1 проекциясын анықтаймыз.

A_2^1 , B_2^1 , C_2^1 фронтальды проекциясы ABC үшбұрышының нақты шамасымен анықтайды.

Оның жағдайына аралас үшбұрыш жазықтығында M_1^1 және M_2^1 проекциялары арқылы берілген M нүктесі алынды, M нүктесінің M_1 және M_2 негізгі проекциясын табу үшін графикалық сызба көрсетілген. Оның проекцияларының біреуі өзіне тең түрінде қала отырып геометриялық бейнесін параллель көшіру кезінде сызба жазықтығына ауысады.

Еркін жағдайдағы ABC үшбұрышының 2.66-сурет көлемін табу үшін жазық параллельді бұру әдісінің қолданылуын көрсетеміз. Мұндай есеп екі дүркін бұру арқылы шешіледі. Бірінші бұруда ABC үшбұрышы Π_1 проекциясының көлденең жазықтығына перпендикуляр жағдайына келтіріледі. Екінші бұруда бұл үшбұрыш Π_2 проекциясының фронталь жазықтығына параллель жағдайға келтіріледі. Бұл үшін үшбұрыш жазықтығында $C_2 E_2$ фронталін белгілейміз. $C_2 E_2$ проекциясын $C_2^1 E_2^1$ жағдайына проекциялау бағытымен сәйкес келетіндей етіп бұрамыз. Бұл жағдайда үшбұрыш жазықтығының фронталі Π_1 проекциясының көлденең жазықтығына перпендикуляр, ал үшбұрыш көлденең проекцияланған жазықтық түрінде көрінеді. Түзудің кесіндісі жаңа жағдайдағы үшбұрыштың $A_1^1 B_1^1 C_1^1$ көлденең проекциясы болып табылады.



2.66-сурет

Одан кейін екінші рет бұру арқылы Π_2 проекция жазықтығына параллель орналасады. Бұл жағдайда $A_1^1 B_1^1 C_1^1$ көлденең проекциясы проекция осі бағытына параллель $A_1'' B_1'' C_1''$ жағдайына келтіріледі. $A_2'' B_2'' C_2''$ жеткіліксіз фронталь проекциясы нақты шамадағы ABC үшбұрышын білдіреді.

Жазықпараллель бұру тәсілі арқылы қосымша сызбаларды тұрғызудың проекцияланатын түзу төңірегіндегі бұру әдісінен артықшылығы бар. Бұл жерде геометриялық фигуралардың проекциялары еркін орналасады, барлық бұрулар мен көмекші доғалар болмайды, бірақ құрылыс сызбасы көп орынды алады.

Бақылау сұрақтары

1. Сызбаны түрлендіру әдісі дегеніміз не?
2. Проекция жазықтығын алмастыру әдісі дегеніміз не?
3. Айналыру әдісі дегеніміз не?
4. Сызбада түзу сызықтың нақты шамасы мен жазықтыққа бұрыштық шамасын проекция жазықтығын алмастыру әдісімен қалай анықтайды?
5. Түзу сызықтың нақты шамасы мен жазықтыққа бұрыштық шамасын айналыру әдісімен қалай анықтайды?
6. Сызбада нүкте мен жазықтықтың ара қашықтығын проекция жазықтығын алмастыру әдісімен қалай анықтайды?
7. Сызбада екі жазықтықтың бұрыштық шамасын проекция жазықтығын алмастыру әдісімен қалай анықтайды?
8. Сызбада айқас екі түзу сызықтың ара қашықтығын проекция жазықтығын алмастыру әдісімен қалай анықтайды?
9. Жазықтыққа бұрыштық шамасын проекция жазықтығын алмастыру әдісімен қалай анықтайды?
10. Жазықтықтың нақты шамасын деңгей түзуінің бойында айналыру әдісімен қалай анықтайды?
11. Жазықтықтың нақты шамасын беттестіру әдісімен қалай анықтайды?

2.24. Қисық сызықтар

Қисық сызықты жазықтықта немесе кеңістікте қозғалып келе жатқан нүктенің траекториясы ретінде түсінуге болады.

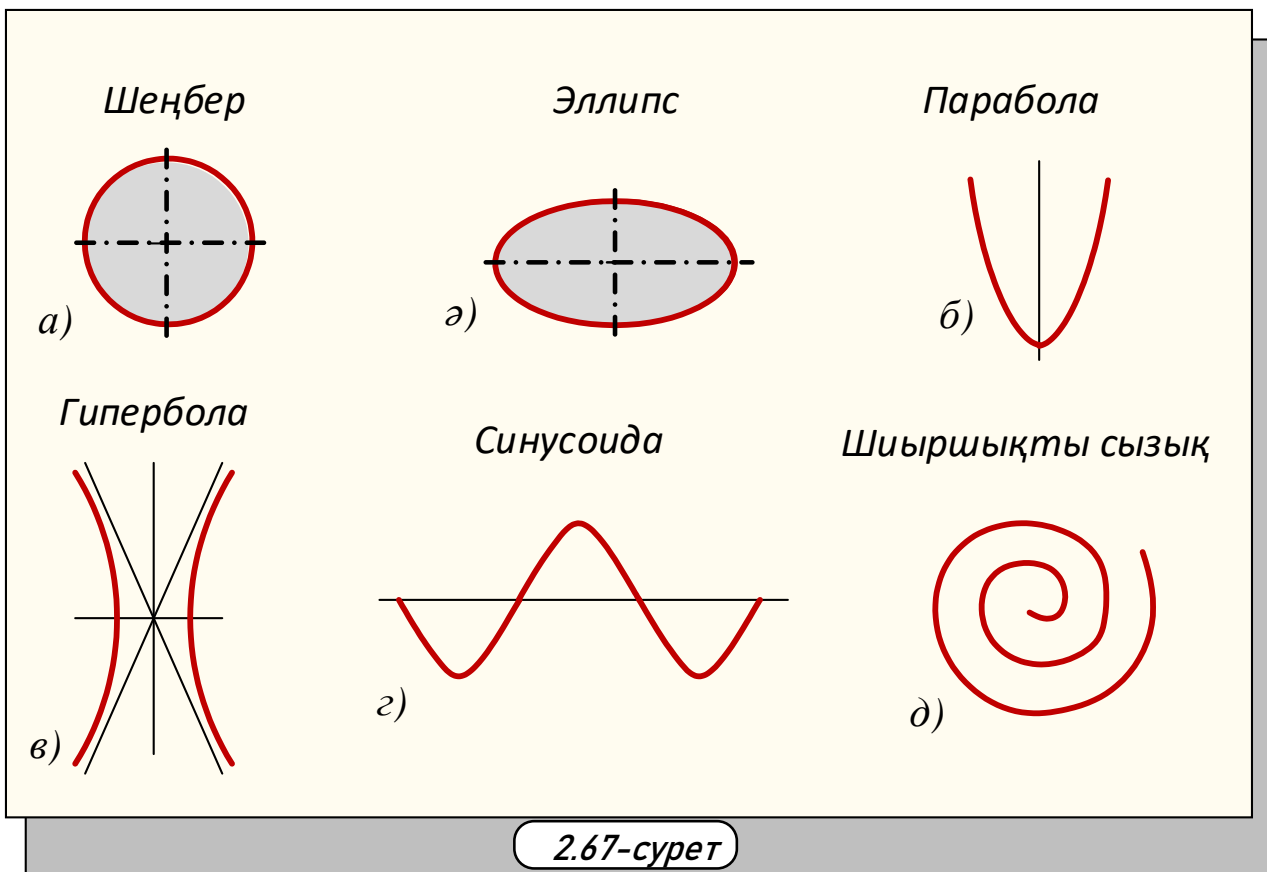
Қисық сызық деп қозғалып келе жатқан нүктенің реттік күйінің геометриялық орнын (үздіксіз көп) атаймыз.

Қисық сызықтар ғылым мен техника салаларында кеңінен қолданылады.

Барлық қисық сызықтар кеңістікте орналасу нүктелеріне қатысты екі түрге бөлінеді: *жазықтықты және кеңістікті.*

Барлық нүктелері бір жазыққа жататын қисық жазықтықты деп аталады.

Барлық нүктелері бір жазықтыққа жата алмайтын қисықты *кеңістікті қисық* деп атаймыз. 2-реттегі қисықтың кез келген түрі шеңбер (2.67а-сурет), эллипс (2.67ә-сурет), парабола (2.67б-сурет), гиперболола (2.67в-сурет), синусоида (2.67г-сурет), шиыршықты сызық (2.67д-сурет), және т.б. жазықты қисық сызықтың мысалы бола алады.

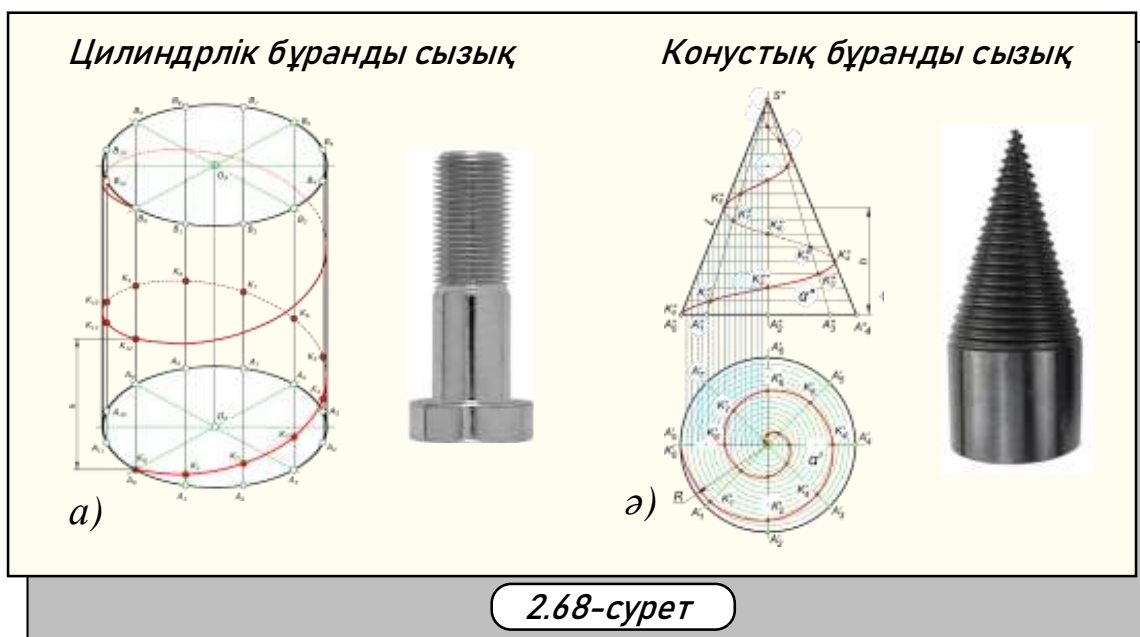


2.67-сурет

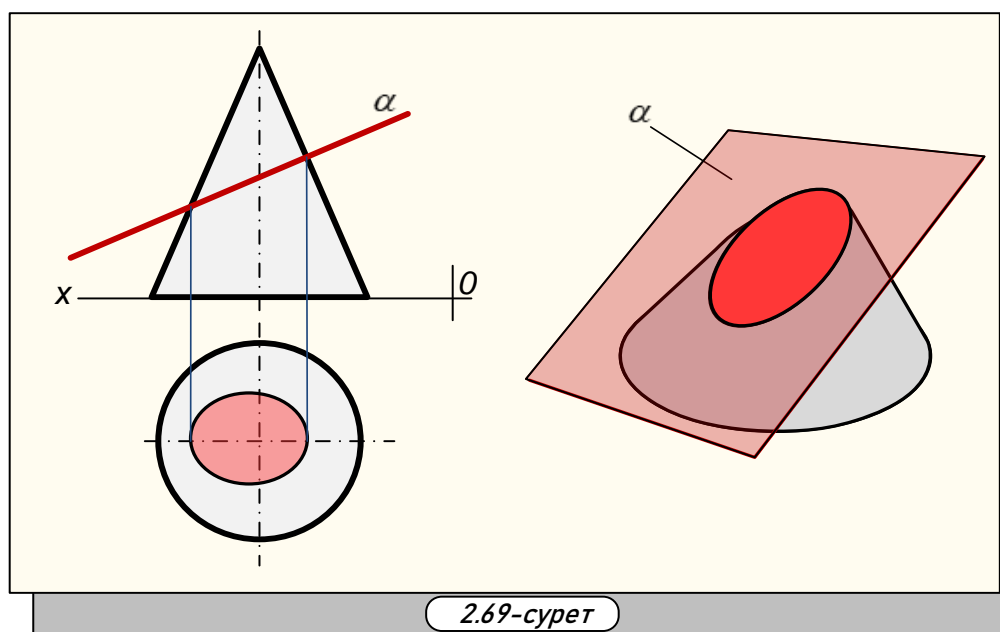
Кеңістікті қисықтарға цилиндрлік бұранды сызық (түзу бойынша бір қалыпты қозғалыстан пайда болған сызық, ал ол өз кезегінде оған параллель болып келетін осі бойынша бірқалыпты айналады 2.68а-сурет, конустық бұранды сызық (түзу бойынша бірқалыпты қозғалыстан пайда болған сызық, ал ол өз кезегінде оны кесіп өтетін осі бойынша бірқалыпты қозғалады 2.68ә-сурет, түрлі қисық беттердің қиылысу сызықтары және т.б.

Қисық сызық жалпы алғанда қисыққа проекцияланады. Егер қисық сызық жазық болса, сол қисықтың жазықтығы проекцияланған жазықтық болған жағдайда ол қисық сызығына (немесе түзу кесіндіге) проекциялана алады. Жазықтықты қисықтың тәртібі проекциялануда өзгермейді.

Жанама түзу қисыққа сол қисық проекциясына жанама түзу проекцияланады. Егер жанама қисыққа проекцияланған түзу болатын болса, онда ол нүктеге проекцияланады (кеңістікті қисықтар үшін), ал проекцияның жанама нүктесі бірінші немесе екінші түрдің қайтару нүктесі көрінісін береді.

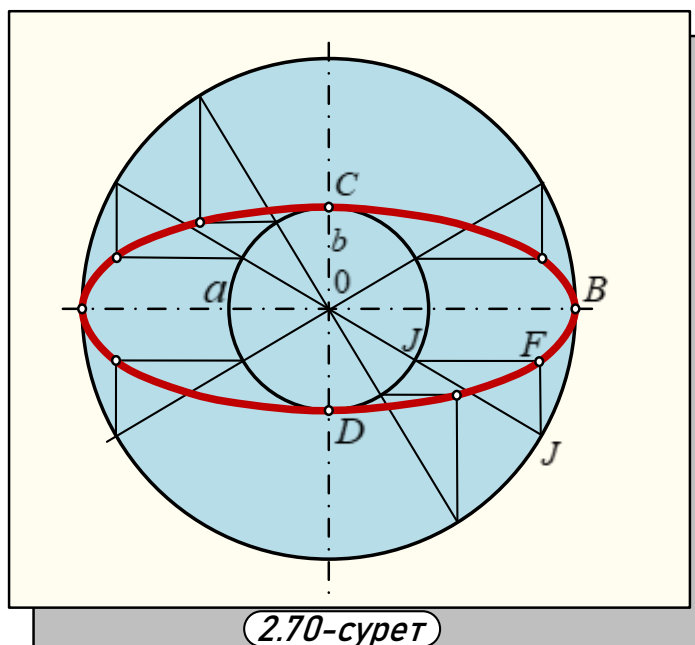


Жазық қисық конустық тіліктер түзу айналмалы конусты конус осіне қарағанда түрлі орындарда орналасқан жазықтармен қиылған кезде алынады. Бұл жағдайда эллипс, парабола және гиперболола құрастыратын тіліктер контуры пайда болады. Конус құраушыларды α жазығымен кесіп өткенде эллипс пайда болады 2.69-сурет.



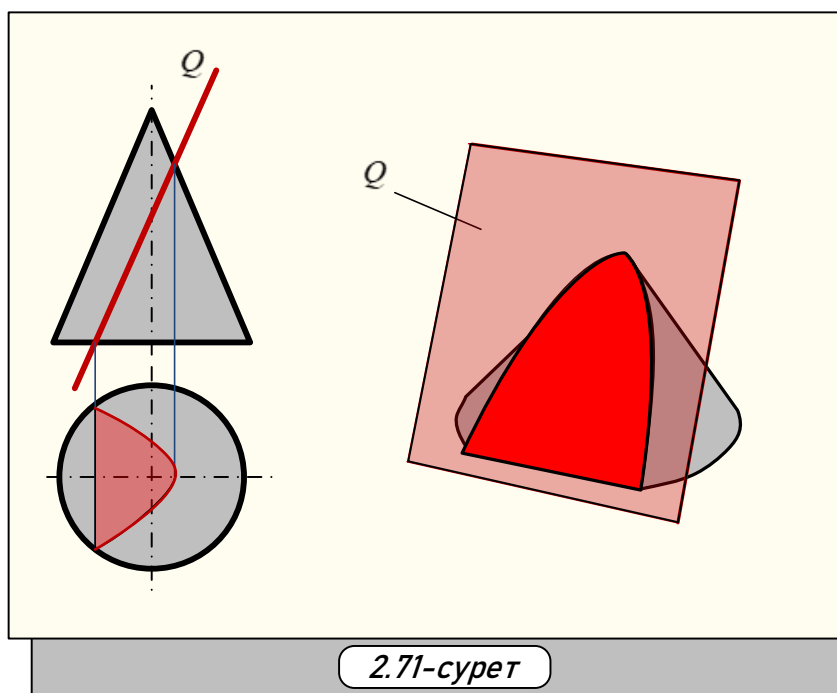
Эллипс – тұйықталған жазық қисық. Оның үлкен осьте жатқан берілген екі нүктеге (фокустар) дейінгі әр нүктесінің жиынтығы үлкен ось ұзындығына тең келетін тұрақты көрсеткіш болып табылады.

Эллипсті үлкен және кіші осьтер бойынша құруға болады 2.70-сурет.



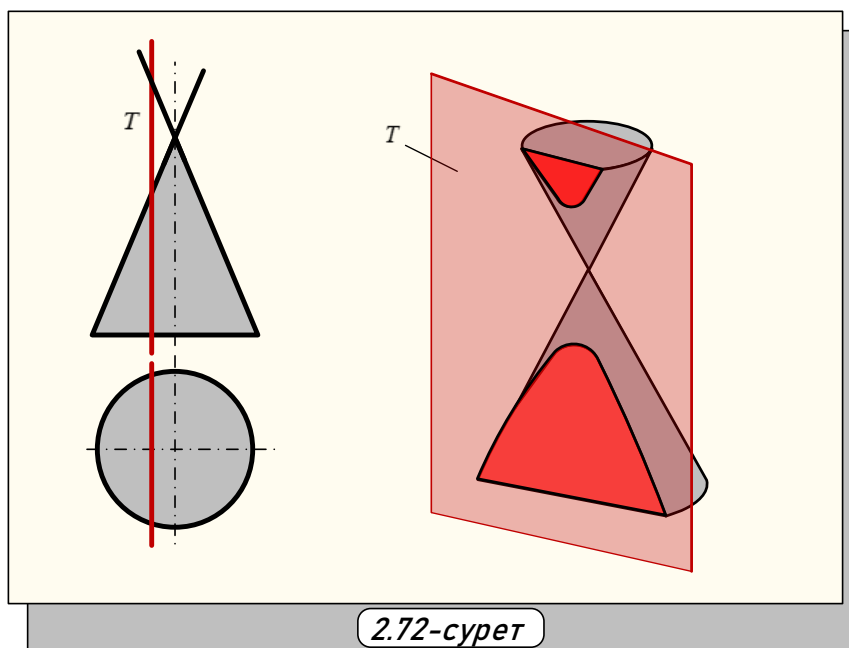
2.70-сурет

Конус құраушының біріне параллель болып келетін Q жазығының бетті қиып өтуінің нәтижесі парабола 2.71-сурет болып табылады.



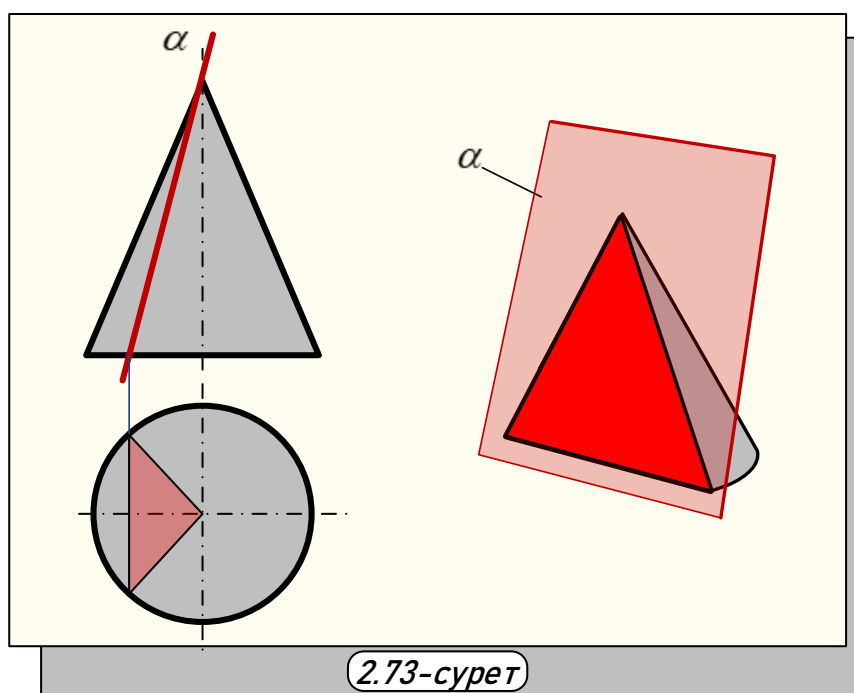
2.71-сурет

Егер конус бетін екі жасаушысына қиылған T жазығын параллель жүргізсе, онда тілінген жерде гипербола 2.72-сурет пайда болады.



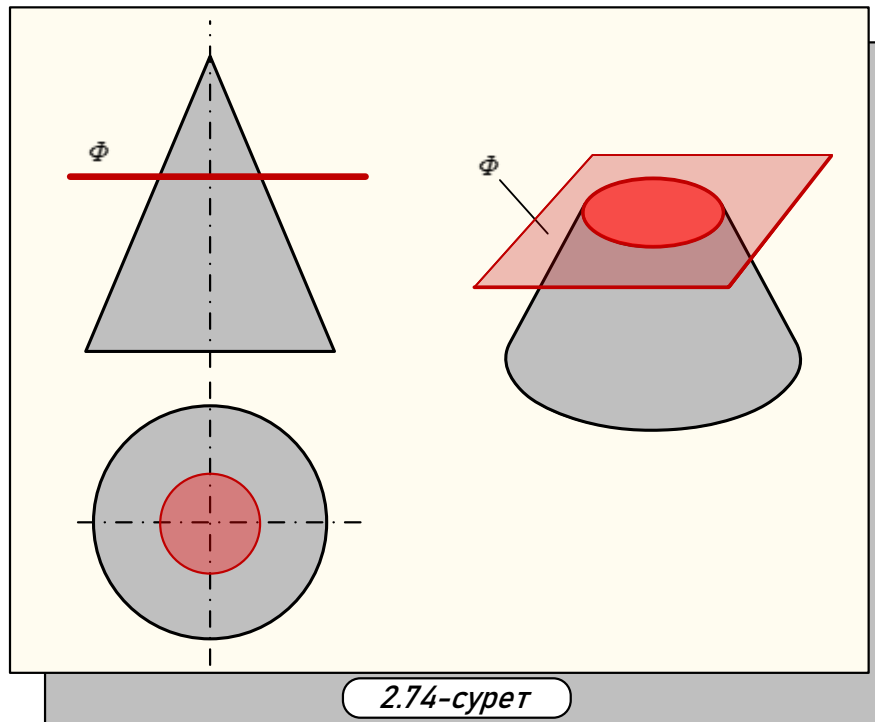
2.72-сурет

Егер қиылған α жазығы конустың ұшынан өтетін болса, онда қиылысуда үшбұрыш пайда болады 2.73-сурет.



2.73-сурет

Егер қиылған Φ жазығы конус осіне перпендикуляр келсе, онда шеңбер қиылысу болады 2.74-сурет.



2.25. Қисық беттер

Бетті кеңістіктің екі іргелес аймағының ортақ бөлшегі ретінде түсінуге болады. Сызба геометрияда бет сызық немесе басқа бір беттің қозғалыстағы ізі ретінде анықталады. Бетті кеңістіктегі кейбір қозғалыстағы сызықтың барлық бір ізді күйлерінің жиынтығы ретінде түсіну графикалық құрастырулар үшін ыңғайлы.

Бет үздіксіз қозғалыстан құрылған деген түсінік осындай беттерді кинематикалық деп атауға мүмкіндік береді.

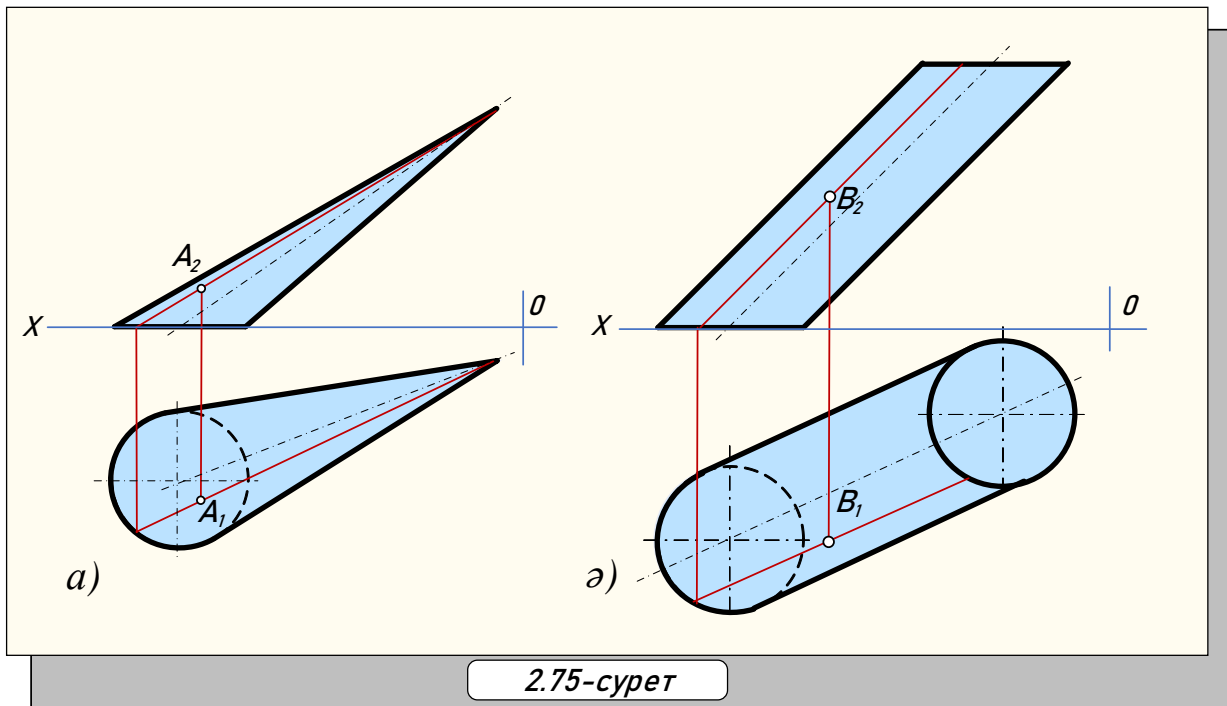
Бет жасайтын сызықты, оның барлық күйлерінде құрушы сызық деп атайды. Құрушы сызық тік немесе қисық болуы мүмкін.

Сонымен, кинематикалық бет – кеңістікте кейбір заң бойынша қозғалатын геометриялық орын.

Бет осындай заң аясында құрылған болатын болса, онда оны заңдылықсыз беттерден (немесе кездейсоқтық) айыру үшін заңдылықты (немесе дұрыс) деп атайды.

Түзу сызық арқылы құрылатын бет сызықты бет деп аталады. Сызықты бет түзу сызықтардың геометриялық орны болып табылады. Тек қисық сызық қана құрайтын бетті **сызықсыз бет** деп атаймыз.

Кеңістікте қозғала отырып сызық белгілі бір бет құрайды. Құрушы сызықтың және қозғалу заңының түріне байланысты беттің сол немесе басқа түрі пайда болады. Құраушы жылжитын сызық бойын **бағыттауыш сызық** деп атайды.



2.75-сурет

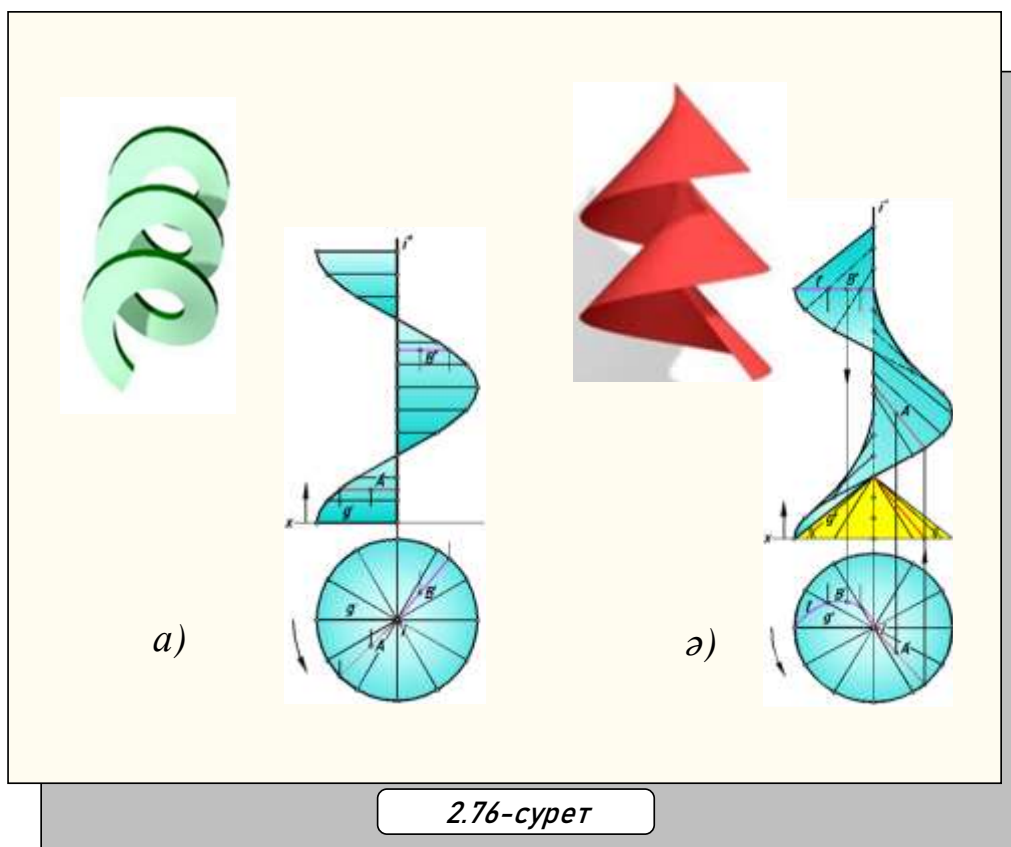
Егер құраушы түзу сызық болса, онда бұл жағдайда алынған бетті *сызықты бет* деп атаймыз.

Сызықты бетке мыналар жатады: конусты беттер (құрастырушы түзу сызық болғанда, кейбір бағыттаушы бойымен жылжи отырып, ол үнемі белгілі бір нүкте – конусты беттің ұшы арқылы өтеді), цилиндрлік беттер (түзу құраушы белгілі бір бағыттаушы бойымен жылжи отырып, үнемі кейбір берілген бағытқа параллель болып қалады), бұранды беттер (түзу құраушы екі бағыттаушы бойымен, яғни осьті бұранды сызықтармен жылжиды және жылжығанда құраушы бұрышы мен бағыттаушы осі үнемі тұрақты болып қала берген жағдайда), параллелизм жазығындағы беттер (түзу сызықты құраушы екі еркін бағыттаушы бойымен жылжып, параллелизм жазығы деп аталатын жазыққа үнемі параллельді болып қалған жағдайда) және т.б.

Параллелизм жазығындағы беттер арасында цилиндродтар ажыратылады: екі бағыттаушы сызықтары қисық сызықтар болып табылады; коноидтар – бір бағыттаушысы қисық, екіншісі түзу болатын беттер; қиғаш жазық – екі бағыттаушысы да түзу сызық болған жағдайда.

Сызықты беттің мысалы ретінде мынадай беттерді атауға болады: конус 2.75а-сурет, цилиндр 2.75ә-сурет, түзу және еңіс геликоидтар 2.76а,ә-сурет), қиғаш жазық немесе гипербола парабалоидты 2.77ә-сурет.

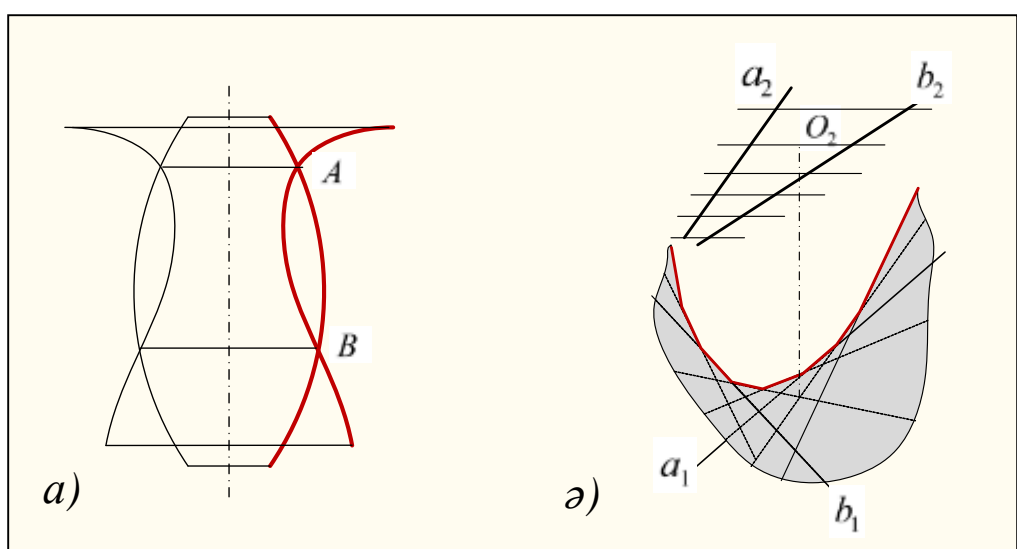
Егер белгілі бір құраушының қозғалысы кейбір қозғалмайтын түзу бойымен айналатын болса, онда алынған бетті *айналу беті* деп атайды.



2.76-сурет

Жазықта орналасқан, айналу осі арқылы өтетін айналу бет құраушыны *меридиан* деп атайды. Оське перпендикуляр болып келетін бетті жазық қиып өткен жағдайда кез келген бет осінде ортасы орналасқан шеңбер болып табылады. Бұл шеңберлер параллель деп аталады. Аз радиусты *параллель мойын* деп, көп радиусты *параллель экватор* деп аталады.

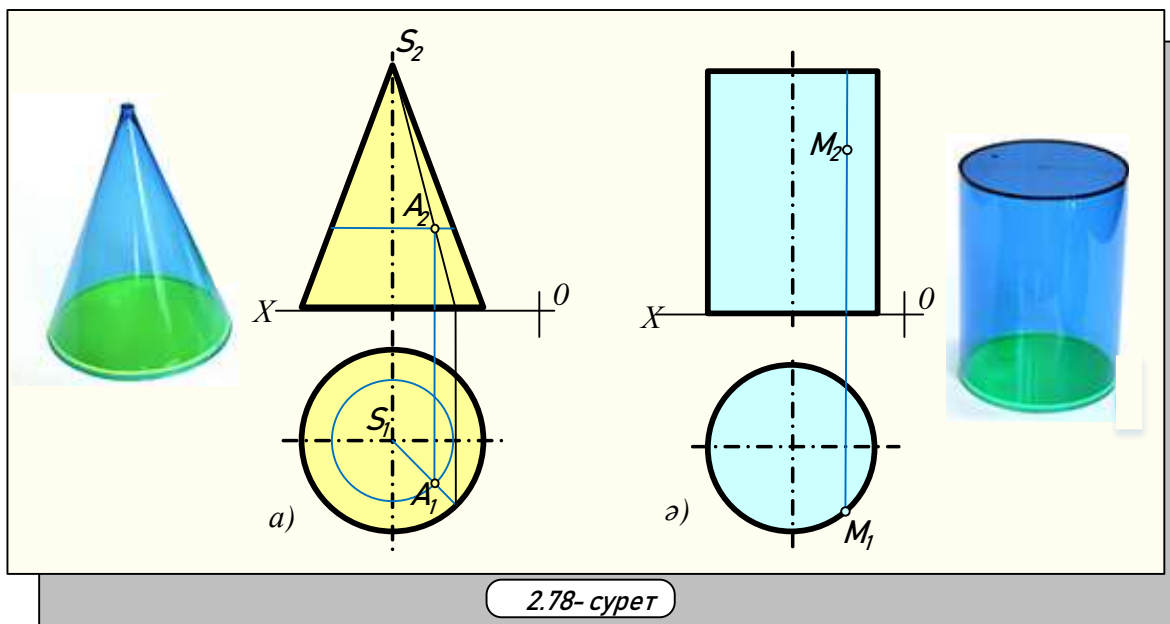
Ортақ осі бар айналу беттері осьтік деп аталады. Олар шеңбер бойында қиылысады 2.77a-сурет.



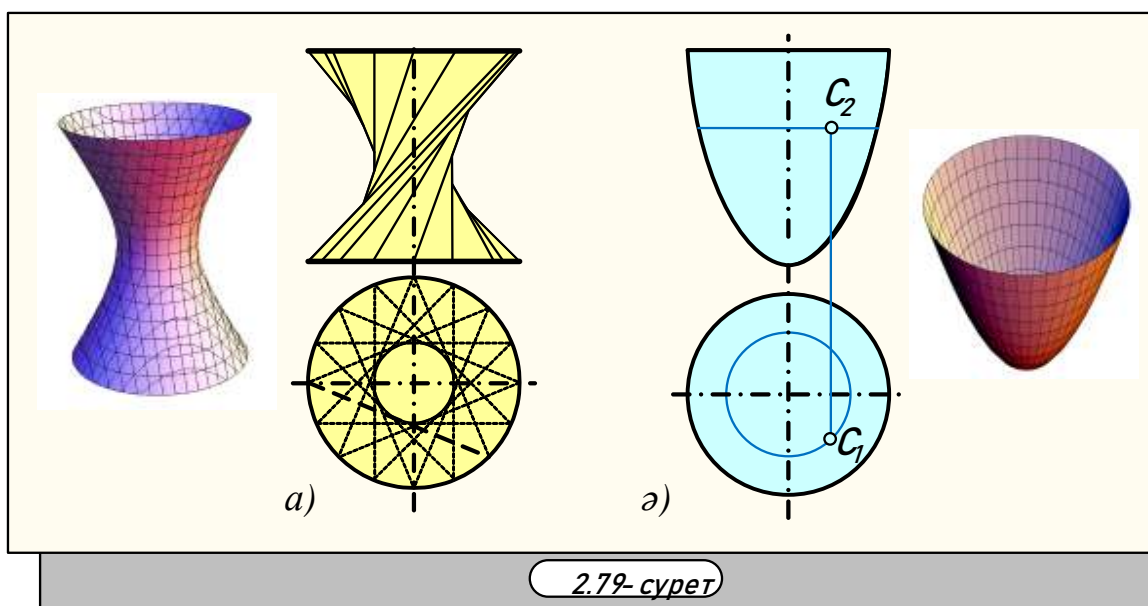
2.77-сурет

Егер айналу беттің құраушысы екінші реттегі қисық болып, айналу осі осы қисық осьтерінің бірі болса, онда бет екінші реттегі бет болып табылады.

Айналу беттің мысалы ретінде мыналарды алуға болады: айналу конусы (2.78a-сурет), айналу цилиндр (2.78б-сурет).

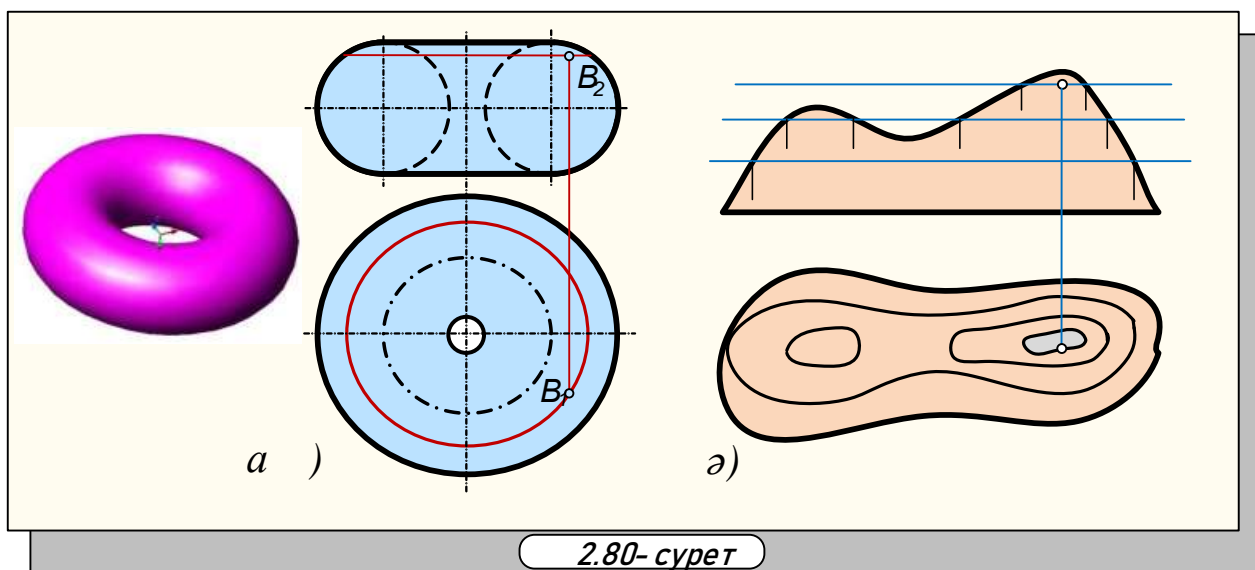


Айналудың бір жақты гиперблоиды (гиперболаның оның жалған осі бойымен айналуынан немесе түзу сызықтың онымен шағылысқан түзу бойымен айналуынан пайда болады (2.79a-сурет), айналу эллипсоиды (эллипстің оның осьтерінің бірінен айналуынан пайда болады), айналу параболоиды (параболаның оның осінен айналуынан пайда болады).



Тор (шеңбердің осы шеңбердің жазығында орналасқан түзудің айналасымен айналуынан пайда болады) (2.80a-сурет), сфера (күру

көзқарасымен қарағанда сфераны жеке жағдай деп айтуға болады, айналу осі шеңбер диаметрлерінің бірі болған жағдайда).



2.80- сурет

Белгілі бір бетті графикалық тұрғыдан беру үшін осы бетте орналасқан кейбір сызықтар бірдейлігін көрсетуге болады. Бұл сызықтар бейне бір каркас, беттің тұғыры ретінде көрініс береді.

Осы сызықтарда орналаспаған бет нүктелері тек болжамды түрде ғана анықтала алады. Мұндай берілістің мысалы ретінде берілістің топографиялық тәсілін алуға болады 2.80ә-сурет.

Егер бет кейбір нүктелер мен сызықтар санымен анықталатын болса, онда осындай бетті беру үшін сызбамен сол нүктелер мен сызықтарды белгілесе жетіп жатыр. Мысалы, конусты бетті беру үшін оның ұшы мен бағыттауышын көрсету қажет. Қиғаш жазықты беру үшін жұп бағыттауышы мен параллелизм жазығын көрсетеді.

Айналу бетін беру үшін тек айналу осі мен құраушыны беру жеткілікті. Ал сфераны беру үшін сфераның орталығы мен сферада жатқан кейбір нүктені көрсету керек.

Бірақ сол бетті анықтайтын нүктелер мен сызықтардың бөлек проекциялары беттің графикалық берілісін көрсетуде көрнекі болып табылмайды.

Әдетте жиі түрде нүктелер мен сызықтар бетін анықтайтын проекцияларға қосымша бет проекциясының сызба сызығы құрылады. Сондықтан «бет проекциясы» ұғымымен әдетте бет проекциясының сызбасы, оны анықтайтын нүктелер мен сызықтар проекциялары түсіндіріледі.

Сызба сызығы немесе проекция сызбасы деп беттің контурлы сызығының проекциясы аталады. Контурлы сызық – оны проекциялағанда бет бойымен проекциялық сәулелер жанасатын сызық.

Беттегі кез келген нүктенің проекциясы сызба сызығының ішінде орналасуы тиіс екендігі сөзсіз.

Бақылау сұрақтары

1. *Жазықтықтағы және кеңістіктегі қисық сызықтар деп қандай сызықтарды айтады? Оларға анықтама беріңіз.*
2. *Қисық сызықтардың кеңістіктегі және эюрдегі ерекше нүктелері деген не және олар қалай анықталады? Эюрде оларға мысалдар келтіріңіз.*
3. *Цилиндрдің және конустың бұранда сызықтары деген не және олар қалай пайда болады? Олардың проекцияларын құру жолдарын түсіндіріңіз.*
4. *Жалпы жағдайда қисық бет эюрде қалай беріледі? Жасалу реттеріне қарай қисық беттер қандай топтарға бөлінеді?*
5. *Түзу сызықты және қисық сызықты қисық беттердің негізгі айырмашылығы неде?*
6. *Айналу беттері қалай жасалады? Айналу бетінің параллельдеріне, меридиандарына және экваторына анықтама беріңіз. Айналу бетінің мойны деген не?*
7. *Айналу беттерінің негізгі қасиеттерін атап өтіңіз.*

2.26. Көпжақты беттер

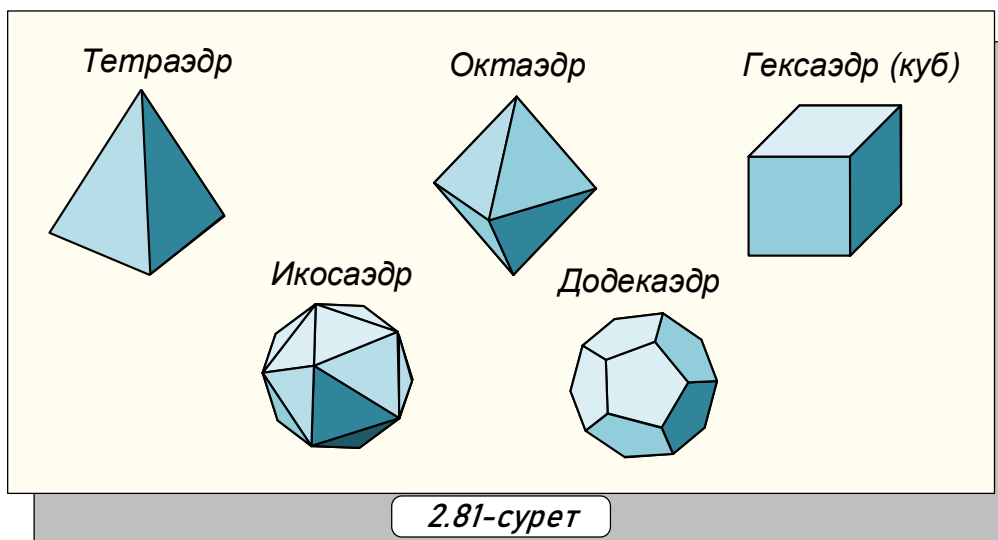
Көпжақты деп жазықтықпен қиғанда пайда болатын беттің бөлігін (жақтарын) айтады.

Көпжақтылар деп көпжақты беттермен шектелетін денені айтады.

Көпжақты беттің элементтері, қырлары, қабырғалары және төбелері болып табылады.

Егер көпжақтың кез келген қыры қиюшы жазықтықтың бір жағында орналасса, онда ол шығыңқы болып келеді. Көпжақтардың көрнекі кескіндері 2.81-суретте бейнеленген.

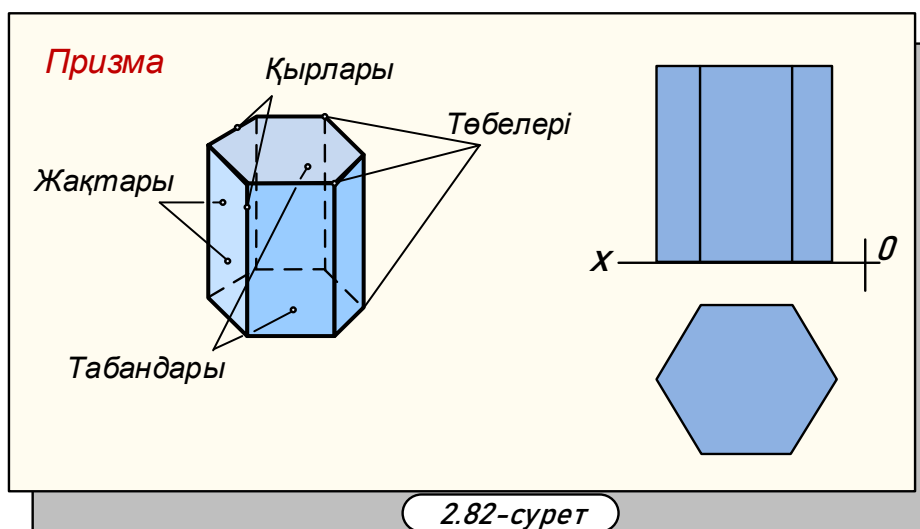
Көпжақты беттердің қырлары дұрыс көпбұрыш жасап, төбесінде қиылысатын қабырғаларының саны бірдей болған болса, ондай көпжақты беттер *дұрыс көпжақтар* болып табылады. Дұрыс көпжақты беттердің тұрғызылуы суретте көрсетілген. Ал төбелері қиылған дұрыс көпжақтарды *жартылай дұрыс көпжақтар* деп атайды.



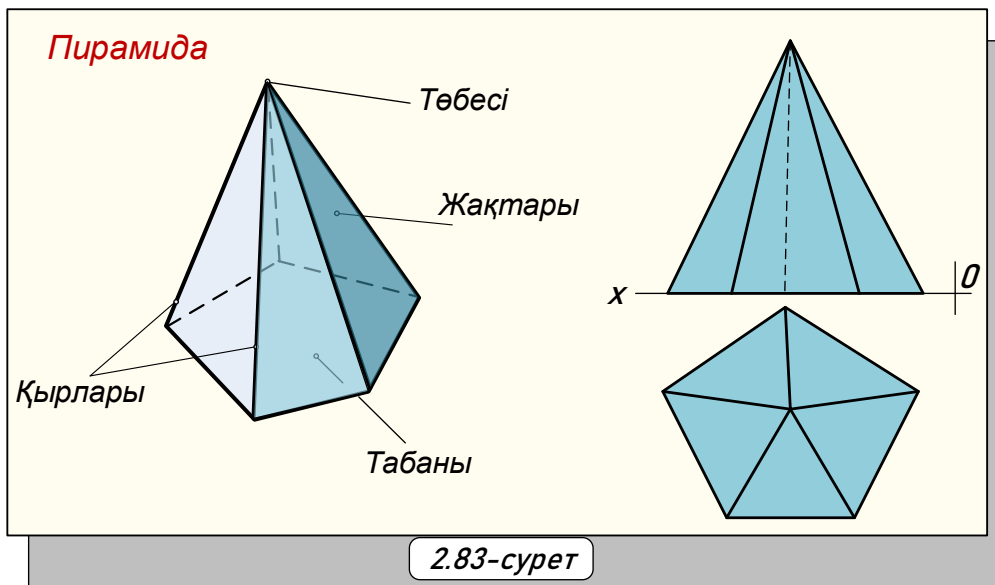
Жақтарының	Қырларының	Төбелерінің	Атауы
саны			
4	6	4	Тетраэдр
8	12	6	Октаэдр
6	12	8	Гексаэдр (куб)
20	30	12	Икосаэдр
12	30	20	Додекаэдр

2.27. Көпжақты беттердің жазықтықпен қиылысуы

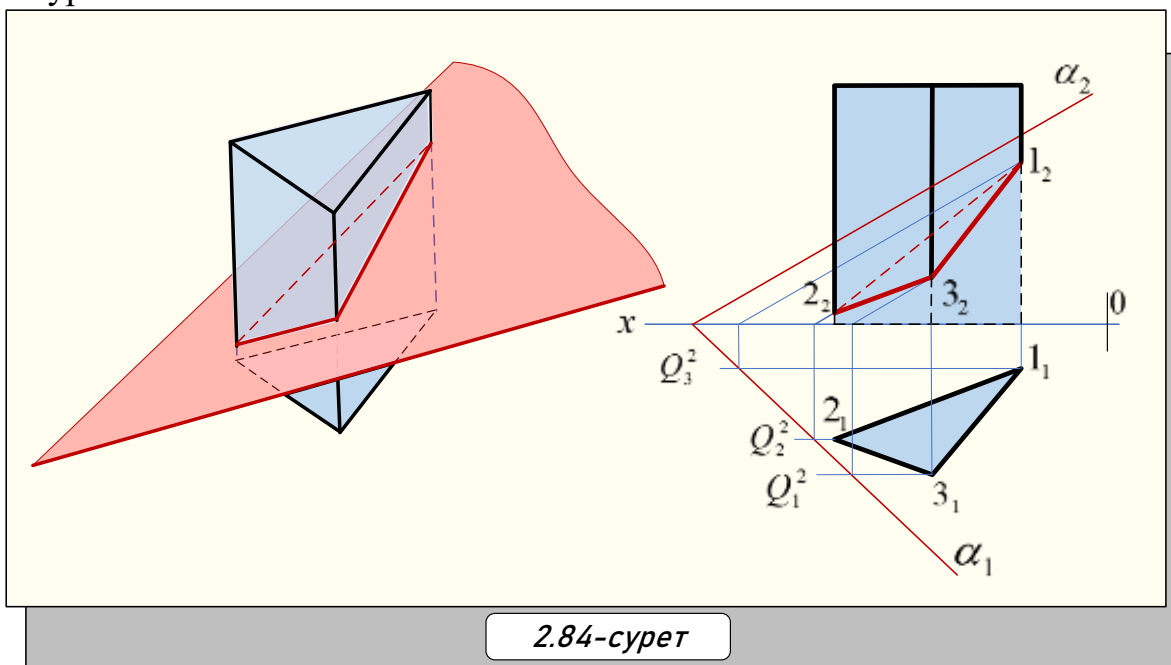
Призма параллель жақтары өзара тең көпбұрыштар, ал қалған жақтары параллеллограмдар болып келген көпжақ **призма** деп аталады. Параллель жазықтықтарда жататын көпбұрыштар призманың табандары деп аталады 2.82-сурет.



Табаны деп аталатын жағы көпбұрыш, ал қалған жақтары ортақ төбесі үшбұрыштар болатын көпжақ **пирамида** деп аталады. Бүйір жақтарының ортақ төбесі, пирамиданың төбесі болады 2.83-сурет.



Көпжақты беттердің жазықтықпен қиылысу сызығы көпбұрыш болады және төбелері қабырғаларында орналасады (себебі олар қиюшы жазықтықпен қабырғаларының қиылысындағы нүктелер болып табылады), ал қабырғалары жақтарына орналасады (қиюшы жазықтықпен жақтардың қиылысу сызығы) 2.84-сурет.



Мысал қарастырып көреміз. Призма бетімен α жазықтығының қиылысуын анықтаймыз 2.84-сурет.

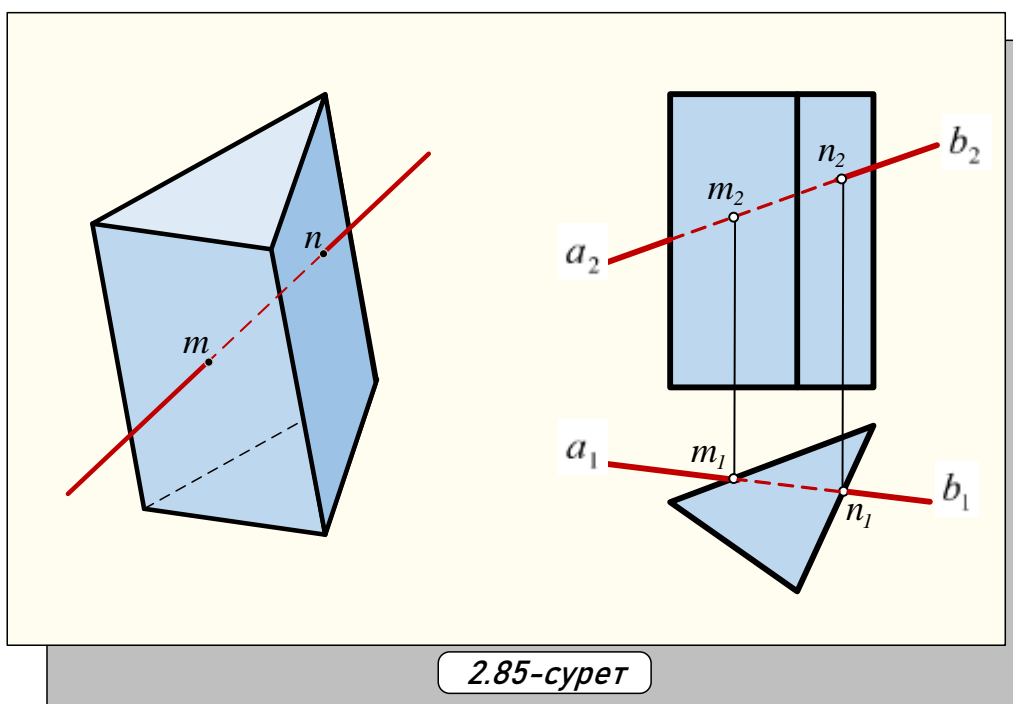
Бұл есепті шешу үшін α жазықтығымен призманың қырларының қиылысу нүктелерін табамыз, ол үшін қырлары арқылы Π_2 жазықтығына параллель болатын (Q_1, Q_2, Q_3) көмекші жазықтықтар жүргіземіз. Бұл көмекші жазықтықтар α жазықтығы призманың бүйір қырларын қиып өткенде $1_2, 2_2, 3_2$ нүктелері орналасқан α жазықтығын фронталь бойымен қиып өтеді.

Табылған нүктелерді бір-біріне түзу сызықпен қоссақ, үшбұрыш пайда болады, бұл үшбұрыш – призма мен жазықтықтың қиылысуынан пайда болған жазық қима.

2.28. Көпжақты беттердің түзумен қиылысуы

2.85-суретте AB түзу сызығымен үш бұрышты призма бетінің қиылысу нүктелері көрсетілген. Призма жақтары Π_1 проекция жазықтығына перпендикуляр болғандықтан, түзу сызықтың горизонталь проекциясы мен призманың қиылысуындағы нүктелердің горизонталь проекциясын бірден табуға болады.

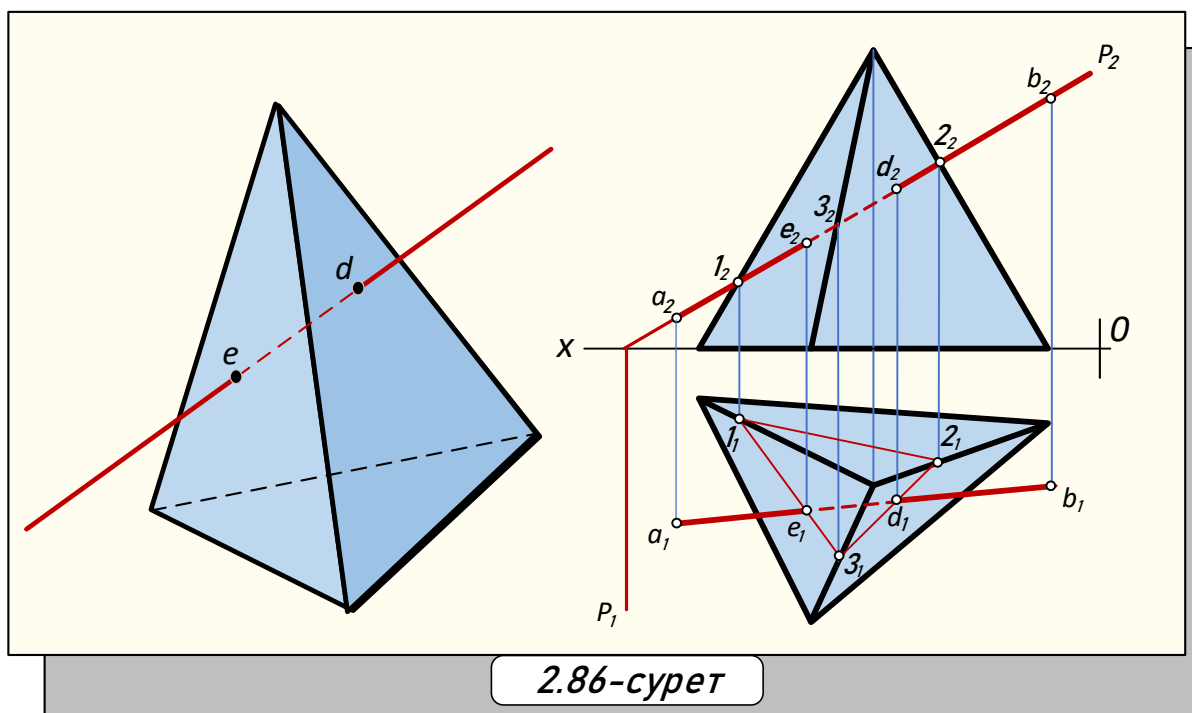
Бірақ жақтары (қырлары) проекция жазықтығына перпендикуляр болмаса, онда суретте көрсетілгендей, көпжақты бет пен түзу сызықтың қиылысындағы нүктелерді тұрғызу үшін түзу сызық арқылы проекциялаушы жазықтық жүргізу арқылы көпжақпен осы жазықтықтың қимасын жүргізу керек. Түзу сызықпен қима фигурасының жақтарының қимасында түзу сызық пен көпжақты беттің қиылысуындағы нүктелер орналасқан.



2.85-сурет

2.86-суретте де осындай тұрғызулар орындалған.

AB түзу сызығы арқылы фронталь проекциялаушы P жазықтығы жүргізілген, бірінші e және d горизонталь проекциясы, содан кейін C_2 және d_2 табылған P жазықтығының пирамиданың қиылысуында үшбұрыш пайда болды.



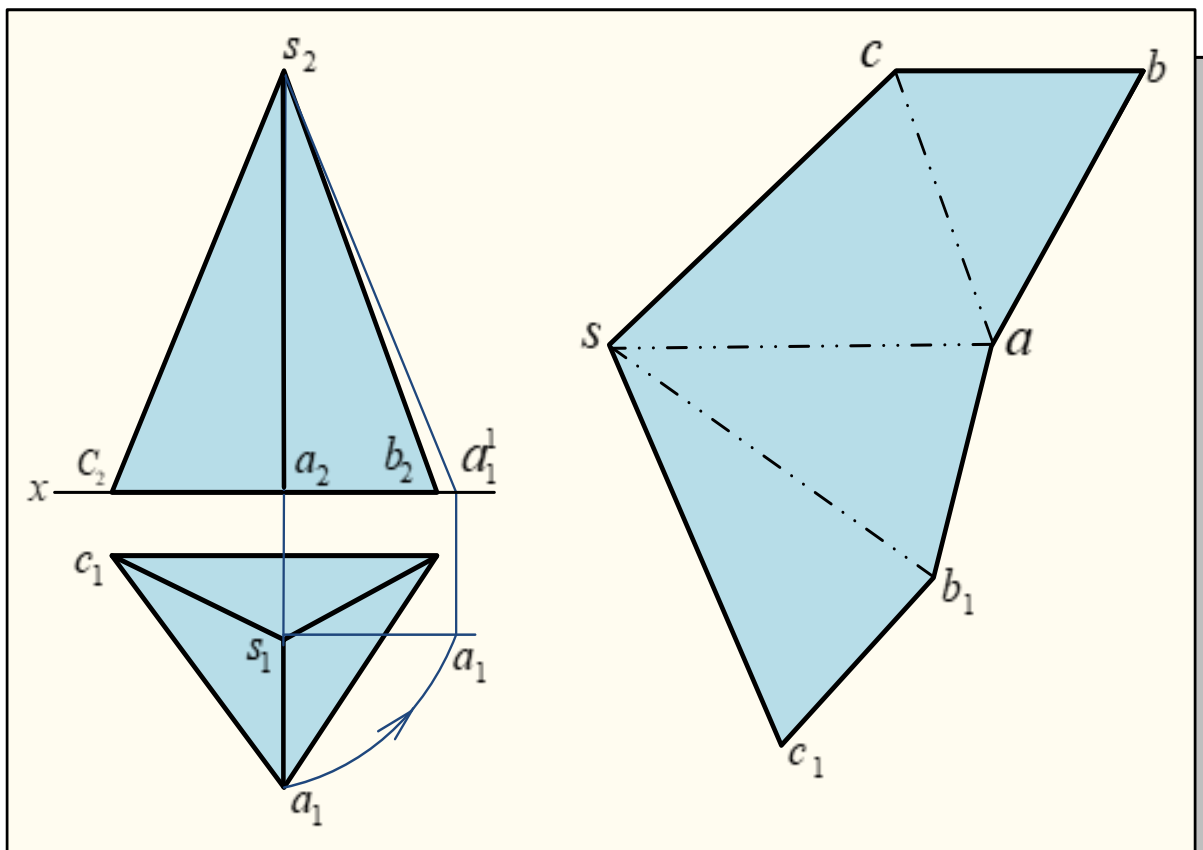
2.86-сурет

2.29. Көпжақты беттердің жазбалары

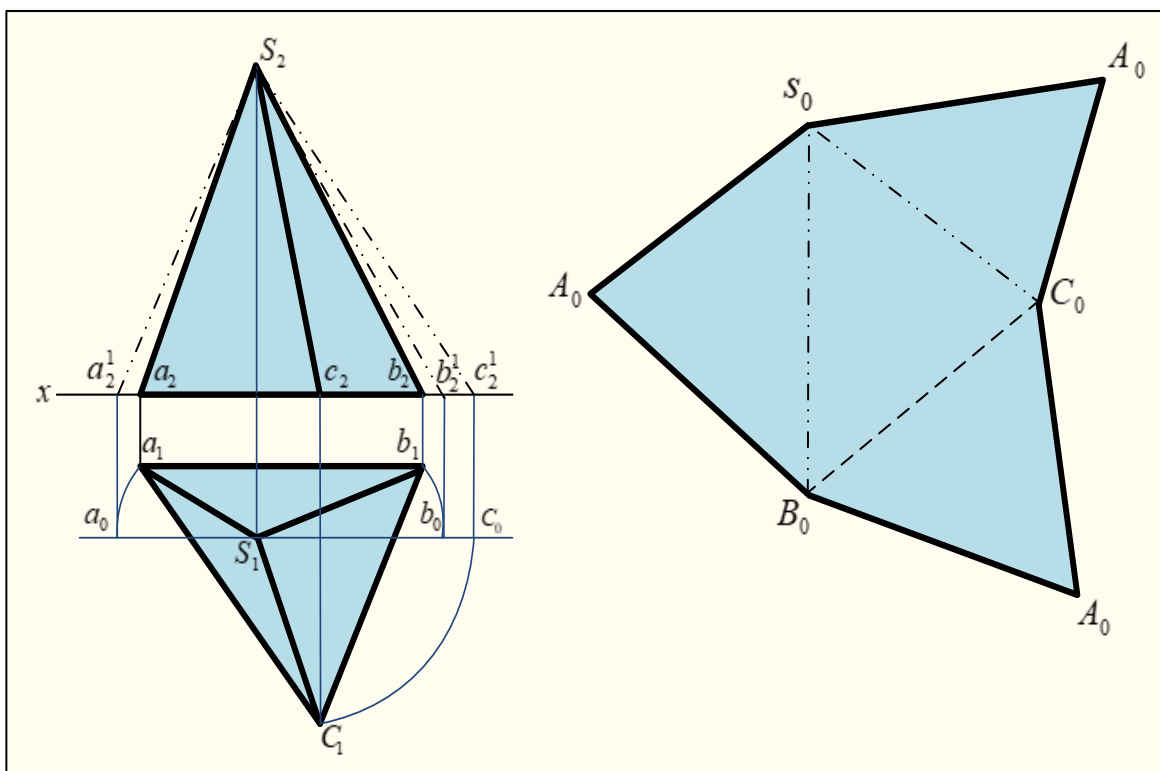
Көпжақты беттердің жазбаларын орындау кезінде, барлық жақтары орындалу кезеңдерін сақтай отырып, нақты шамасына бейнеленеді. Яғни, жазбаларды тұрғызу, жазық фигураның нақты шамасын кескіндеу.

2.87-суретте пирамида бетінің жазбасы тұрғызылған. Бірінші жағдайда пирамида дұрыс. Сондықтан пирамиданың бүйір қабырғаларының біреуінің нақты шамасын тапса жеткілікті. Ал екінші жағдайда бүйір қабырғаларының үшеуінің де ұзындығын анықтау қажет болады 2.88-сурет.

Әр пирамида бетінің жазбасы үшбұрыш болып келеді, біреуі пирамиданың негізі болады да, ал қалғандары бүйір қабырғалары болып табылады. Үшбұрышты және бүйір қырларын тұрғызу үшбұрыштың қабырғаларын тұрғызу ережесі арқылы жүзеге асады.



2.87-сурет

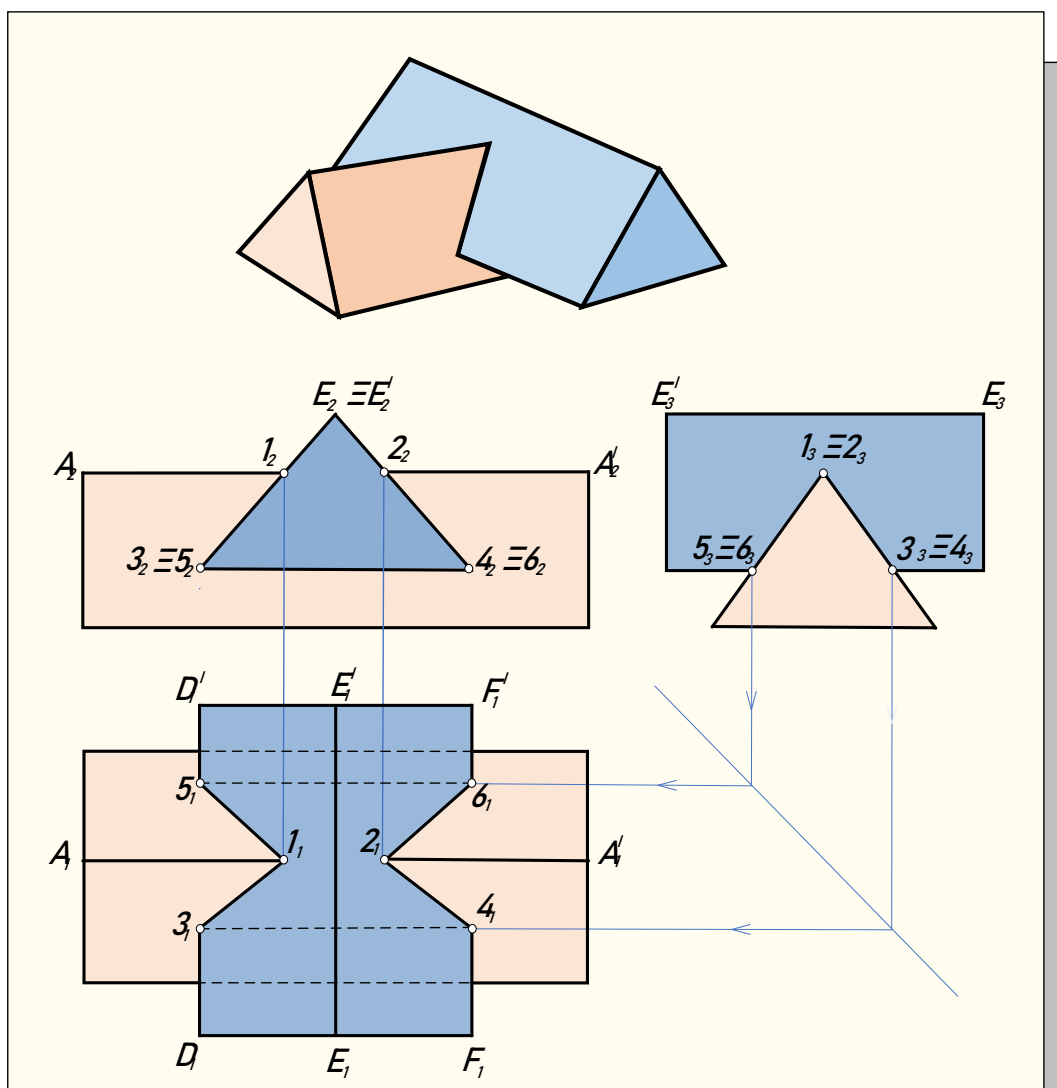


2.88-сурет

2.30. Көпжақты беттердің өзара қиылысуы

Көпжақты жазық беттермен шектеледі. Сондықтан көпжақты беттердің қиылысуын жазықтықтардың қиылысуы деп қарастыруға болады.

Мысал: Ұшбұрышты призмалардың қиылысуы 2.89–сурет. Фронталь және профиль проекцияларында қиылысу сызығы призмалардың жақтарында. Осы проекциялары бойынша қиылысу сызығының горизонталь проекциясы салынады. AA_1 қырының екінші призманың $DD_1 E_1 E$ жағымен қиылысу нүктесі 1 , ал $EE_1 F_1 F$ жағымен қиылысуы 2 . Сол сияқты DD_1 , FF_1 қырлары жақтарымен $3,5$ және $4,6$ нүктелерінде қиылысады. Проекциялық байланыс сызықтары арқылы бұл нүктелердің горизонталь проекциялары салынады. Берілген призмалар 1562431 тұйық сынық сызығы бойымен қиылысады. Қиылысу сызығын салу реті стрелкалармен көрсетілген.



2.89-сурет

Екі көпжақтың қиылысу сызықтарының тұрғызу бірінші көпжақтардың қабырғасының екіншісінің қырымен және екіншінің қабырғасының біріншісінің қырымен түйісу нүктесін табуға әкеледі. Одан әрі қарай табылған нүктелер проекцияда белгілі бір тәртіппен қосамыз.

Қиылысу сызығында жататын нүктелердің көрінетіндігін анықтау бірінші мен екінші көпжақтардың тек бір қабырғаларында жататын нүктелерді ғана түзумен қосу керек.

Бұдан әр проекцияда көрінетін сызық, көрінетін жақтардағы сызықтар болатындығын білуіміз керек.

Мысал қарастырайық. Пирамиданың тік призмамен қиылысу сызығын тұрғызамыз 2.90-сурет.

Алдымен пирамида қабырғаларының призма жақтарымен қиылысу нүктелерін тұрғызамыз. Қосымша тұрғызуларды қажет етпейтін мына нүктелердің ($1_1, 2_1, 3_1, 4_1, 5_1 \dots 6_1$), горизонталь проекциялары бойынша фронталь проекцияларын $1_2, 2_2, 3_2, 4_2, 5_2 \dots 6_2$ табамыз.

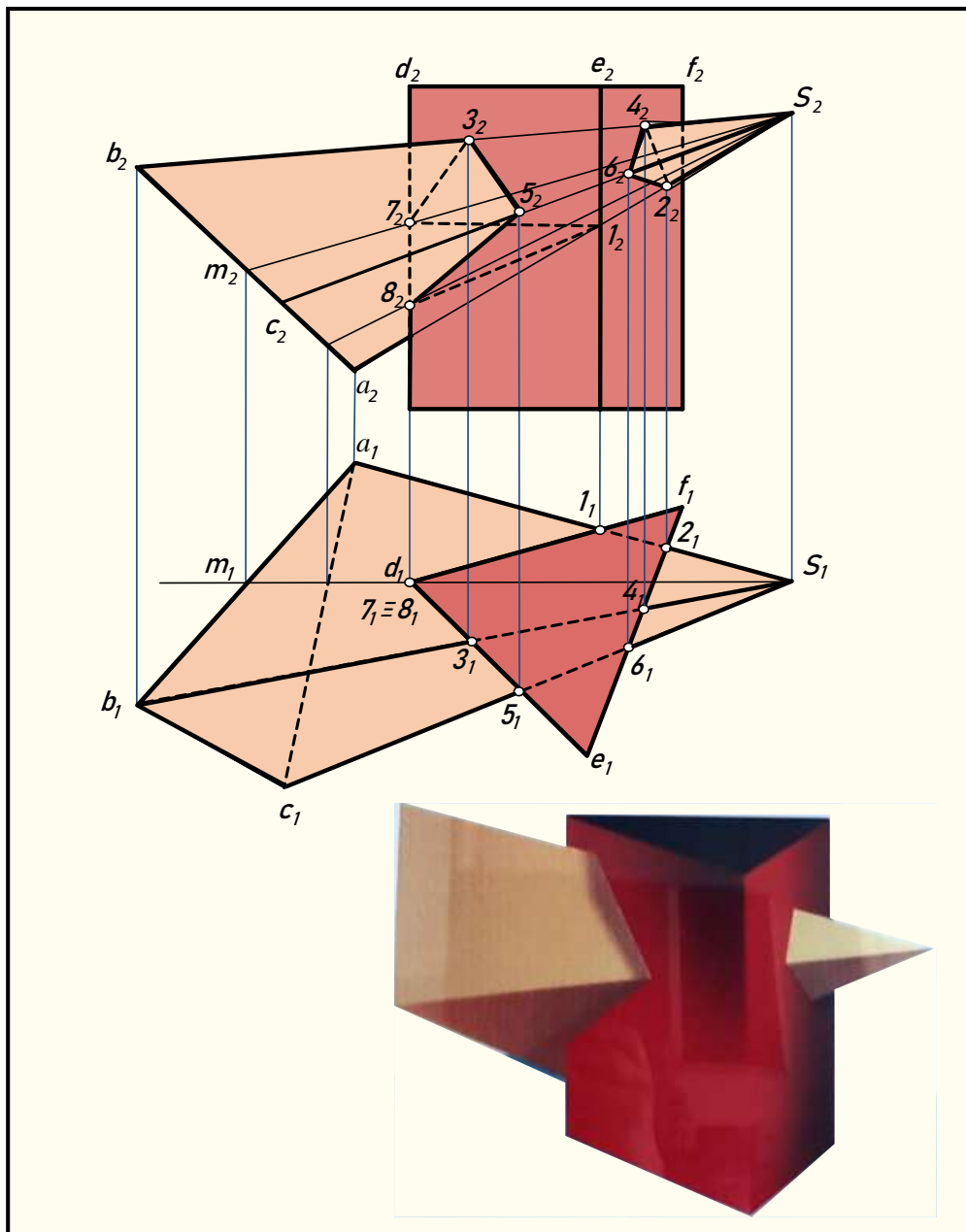
Призманың салыстырмалы қабырғалары, EE_1 және FF_1 пирамида қырларымен қиылыспайды, ол пирамида горизонталь проекциясының контурынан тыс жатқан e_1 және f_1 горизонталь проекцияларынан анық көрінеді. Әрі қарай DD_1 қабырғаларымен пирамиданың қиылысуын анықтаймыз. Осы мақсатта S, A, B қырларын m, s түзу бойымен, ал S, A, C қырларын n, s түзуімен қиып өтетін, қабырға арқылы және S_1 пирамида төбесінен α горизонталь проекциялаушы жазықтық жүргіземіз.

Осы түзулермен d_2, d_1 қабырғаларының қиылысу нүктелері ($7_2, 7_1$ және $8_2, 8_1$) пирамида бетімен қиылысу нүктелері болып табылады.

Әрбір көпжақты беттердің қабырғалары мен қырларының қиылысу нүктесін анықтап алып, қиылысу сызықтарын жүргіземіз. Бұл сызықтардың горизонталь проекциялары призма қырларының горизонталь проекциясының қырларымен беттеседі.

Призма және пирамиданың қиылысу сызығының фронталь проекциясын анықтау үшін табылған нүктелерді келесі тәртіппен қосамыз; $3_2 - 5_2; 5_2 - 8_2; 8_2 - 1_2; 1_2 - 7_2; 7_2 - 3_2$; әрі қарай басқа нүктелерді де анықтаймыз $2_2 - 4_2; 4_2 - 6_2; 6_2 - 2_2$;

Көрінетін қырларында орналасқан 3_2-5_2 түзуін тұтас сызықпен жүргіземіз. Ал қалған көрінбейтін қырларда орналасқан түзулерді, суретте көрсетілгендей, штрих сызықтарымен жүргізеді.



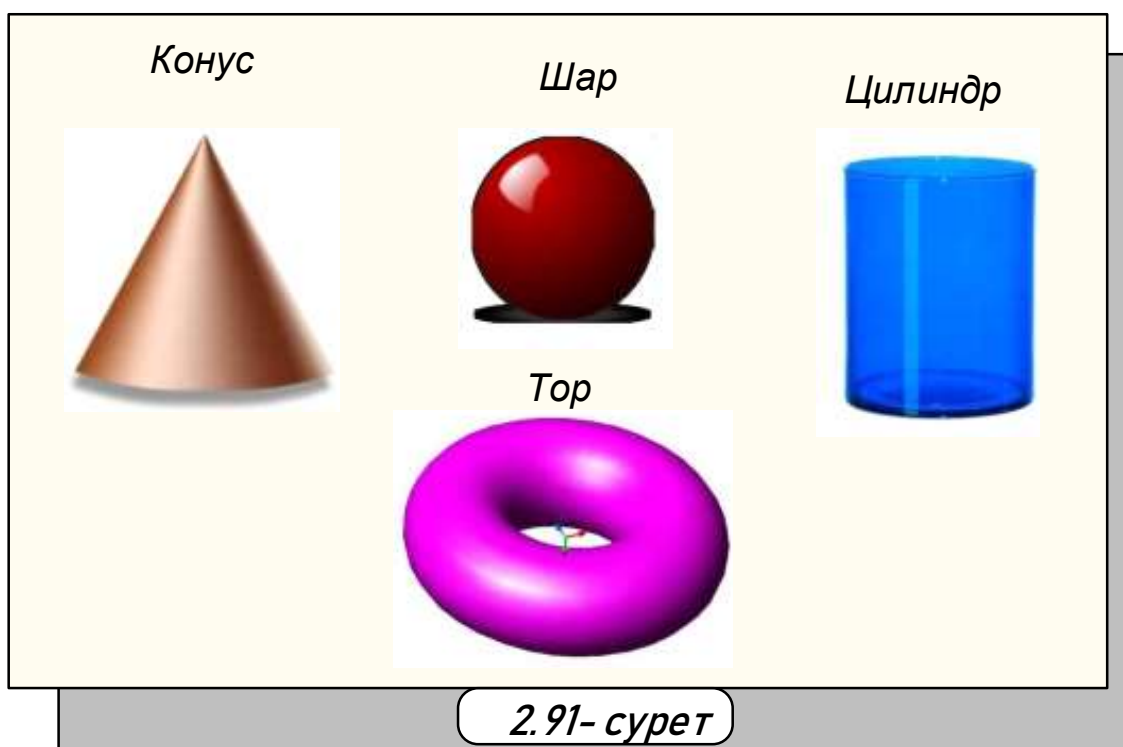
2.90-сурет

Бақылау сұрақтары

1. Көпжақты беттерді сызбада қалай анықтайсыз?
2. Көпжақты беттердің жазықтықпен қиылысу сызықтарын қалай табасыз?
3. Көпжақты беттердің түзімен қиылысу сызықтары қалай табасыз?
4. Көпжақты беттердің жазбасын сызбада қалай орындайсыз?
5. Көпжақты беттердің жазықтықпен қимасы фигураларының формасы қандай болады?

2.31. Айналу беттер

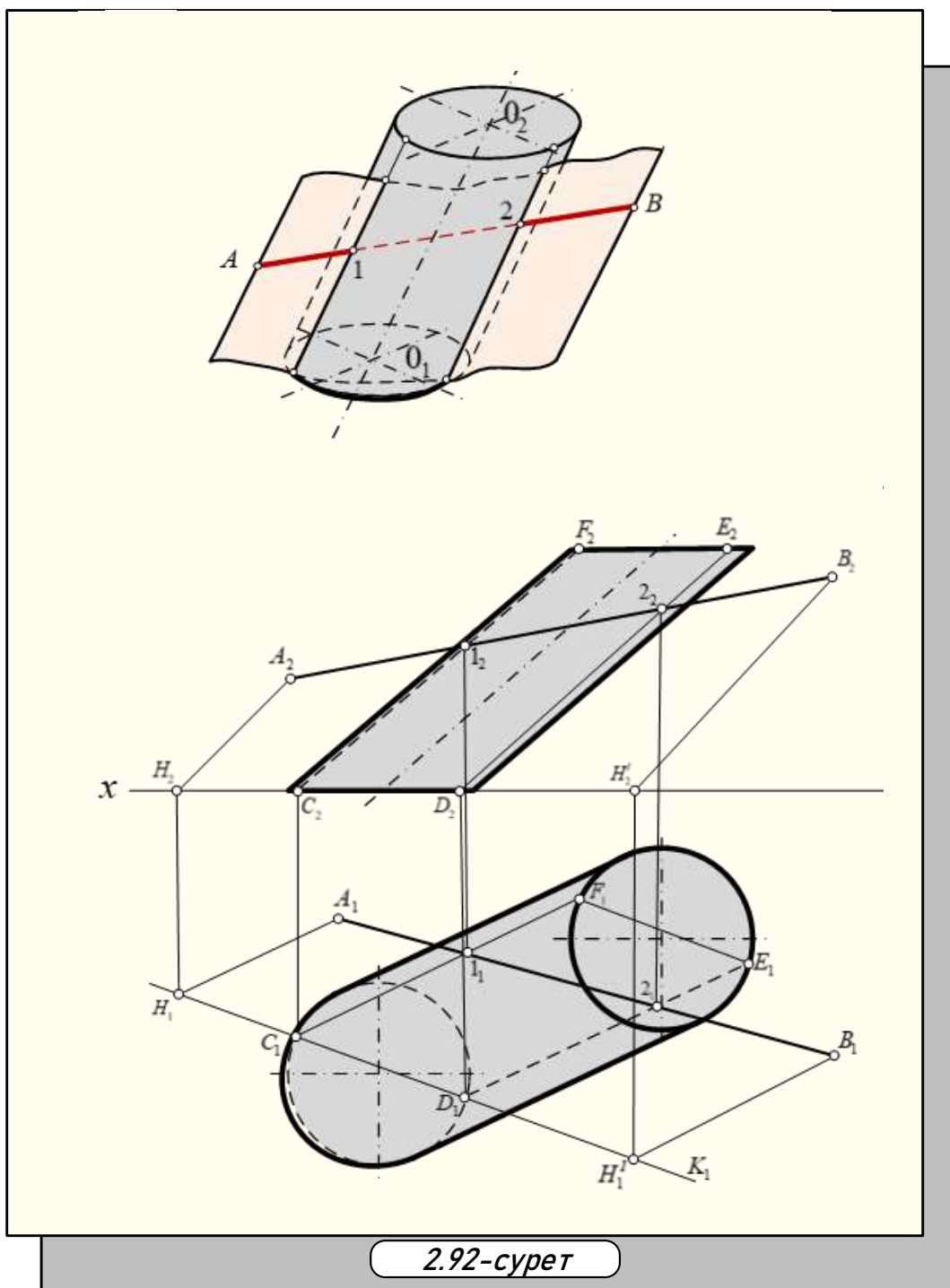
Айналу беттер дегеніміз берілген түзудің (жасаушы) тұрақты ось бойымен айналуынан құралған беттерді айтады 2.91-сурет. Оған сызықтардың айналу осіне және орналасуына байланысты беттер конус, сфера, цилиндр, тор және т.с.с болып бөлінеді.



2.32. Айналу беттердің түзумен қиылысуы

Алдыңғы тарауда қаралған көпжақты беттердің қиылысуы сияқты қисық беттердің түзу сызықпен қиылысуында да қосымша көмекші жазықтықтар әдісін қолданамыз. Егер түзу сызықтық беттерді қиып өтетін болса (мысалы, конус, цилиндр), онда көмекші жазықтықты, берілген түзу арқылы өткен кезде беттерді, түзу сызық бойымен қиып өтетіндей етіп таңдау қажет.

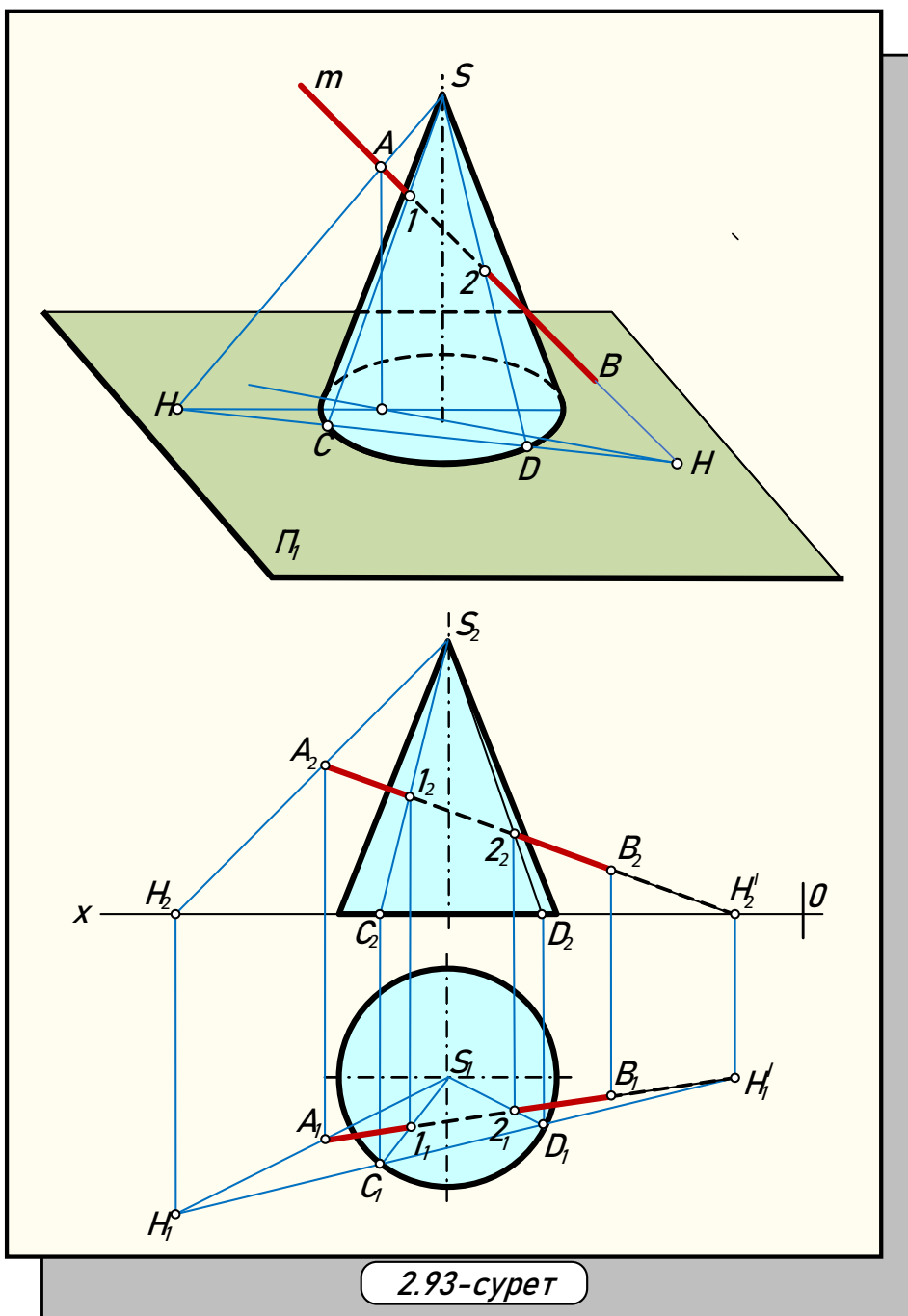
Мысал қарастырып көрейік. Берілген AB түзуі мен көлбеу орналасқан цилиндр бетінің қиылысу нүктелерін анықтау үшін жалпы жағдайдағы жазықтық жүргізу қажет 2.92-сурет.



2.92-сурет

Қандай да болмасын жазықтық көлбеу орналасқан цилиндрді эллипс бойымен қиып өтеді. AB түзуі мен көлбеу орналасқан цилиндр бетінің қиылысу нүктелері цилиндрге параллель орналасқан жасаушылар бойымен AB түзуі арқылы жүргізілген, берілген цилиндрді $CDEF$ параллелограмм бойымен қиып өтетін жалпы жағдайдағы жазықтық көмегімен анықталады.

Берілген AB түзуімен конус бетінің қиылысу нүктелерін анықтау 2.93-сурет.

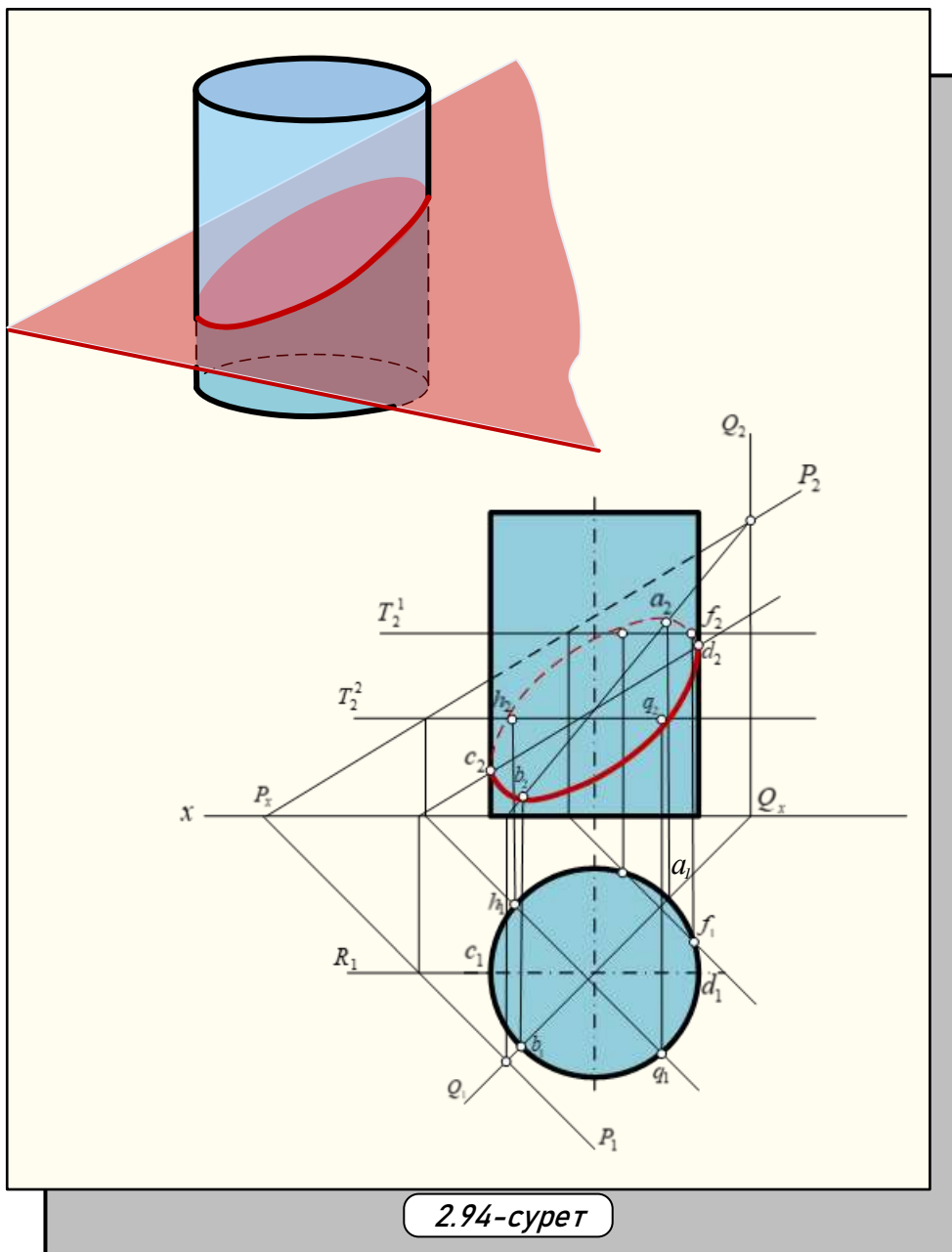


2.93-сурет

AB түзуі мен айналмалы дұрыс конус бетінің қиылысуын қарастырып көреміз. AB түзуі жалпы жағдайда орналасқан, сол себепті AB түзуі арқылы горизонталь проекциялаушы жазықтық жүргізетін болсақ, ол конусты эллипс бойымен қиып өтеді, сол себепті жалпы жағдайдағы жазықтық конустың S төбесінен және AB түзуі арқылы жүргізілген. Бұндай жазықтықтың конусты CSD үшбұрыш бойымен қияды. $\triangle CSD$ мен AB түзуінің қиылысында ізделіп отырған 1 және 2 нүктелері анықталады, ол AB түзуі мен конус бетінің қиылысындағы нүктелер болып табылады.

2.33. Айналу беттердің жазықтықпен қиылысуы

Дұрыс айналмалы цилиндр мен жалпы жағдайда орналасқан жазықтықпен қиылысу сызығының проекциясын графикалық тұрғызу үшін алдымен қиманың шеткі (ең жоғарғы және ең төменгі) нүктелерін тауып алып, содан кейін бірнеше аралық нүктелерін табады. Қиманың жоғарғы және төменгі a және b нүктелерін тұрғызу үшін айналмалы цилиндрді P перпендикуляр, цилиндр осі арқылы, Q проекциялаушы жазықтығын жүргіземіз.



2.94-сурет

Осыдан соң P және Q жазықтықтарының қиылысу сызығы және жасаушалар тұрғызылған, осы жазықтықтар бойымен цилиндр бетін қиып өтетін Q жазықтығы жүргізілген 2.94-суретте көрсетілгендей осы сызықтардың

қиылысуында a және b нүктелері белгіленген. Қиманың оң және сол жақ c және d нүктелері цилиндр осі арқылы жүргізілген R фронталь жазықтығының көмегімен тұрғызылған. Қиманың e, f, g, h аралық нүктелері T^1_2, T^2_2 горизонталь жазықтығының көмегімен тұрғызылған.

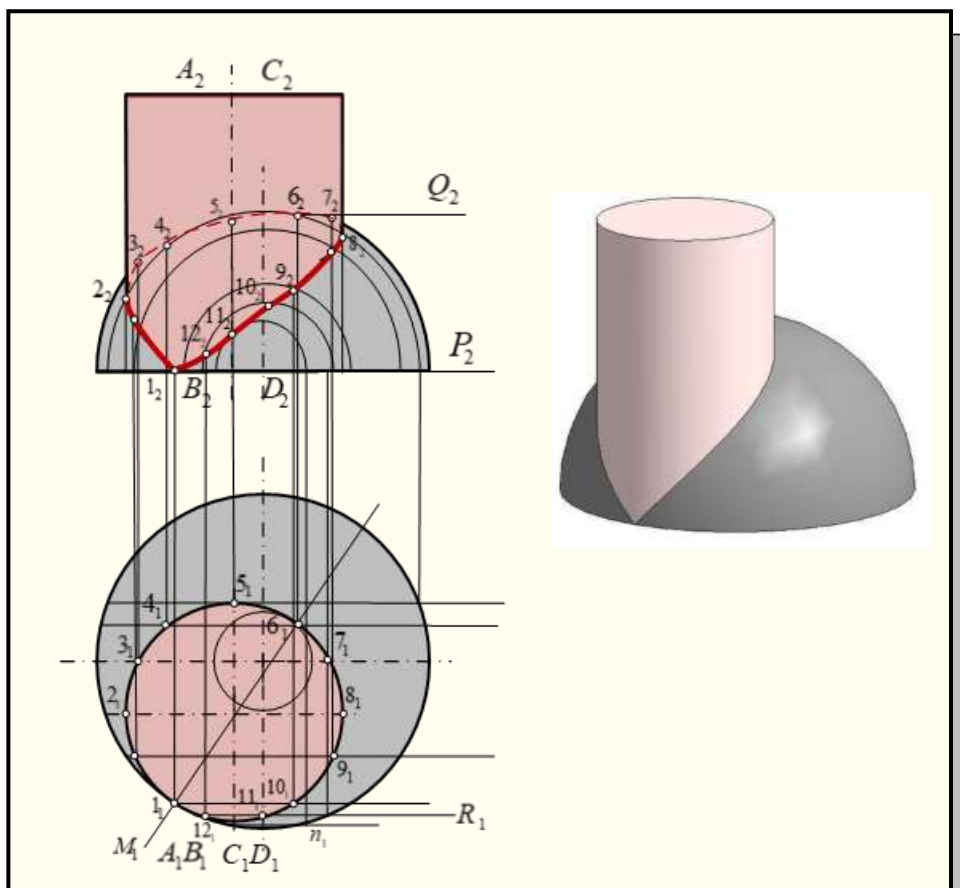
2.34. Айналу беттердің өзара қиылысуы

Негізінен қисық беттер проекциялары нүктелер арқылы тұрғызылатын кеңістіктегі қисық сызықтармен қиылысады. Қиылысу сызығына тиісті нүктелерді қосымша көмекші қиюшы жазықтықтар көмегімен табамыз. Осы қиылысу сызықтарындағы нүктелер, қисық беттің екеуіне де тиісті болады. Әрі қарай сызықтардың көрінетіндігін немесе көрінбейтіндігін анықтаймыз.

Мысалы, 2.95-суретте дөңгелек сферамен цилиндрдің тұрғызылуы көрсетілген. Бұл есепте қиылысу сызығының фронталь проекциясы белгілі, ол цилиндрдің горизонталь проекциясымен беттесіп жатыр. Сол себепті бізге қиылысу сызығының фронталь проекциясын анықтау керек. Өтпелі қисықтың ең жоғарғы және ең төменгі нүктесін анықтау үшін цилиндр осі және сфераның центрі арқылы өтетін горизонталь-проекциялаушы M жазықтығын жүргіземіз. Ең жоғарғы b және ең төменгі l нүктелерінің фронталь проекциясы, цилиндрдің негізгі шеңберіне жанасатын, ең кіші және ең үлкен горизонталь орналасқан параллель болып келетін сфера шеңберін беретін көмекші горизонталь жазықтықтармен анықталады.

Бұл P_2, Q_2 жазықтықтарының цилиндрдің l және b нүктелерінен өтетін жасаушының фронталь проекциясымен қиылысында l_2 және b_2 нүктелерін анықтайды.

Басқа $1l_2$ және 5_2 (ең жақын $1l$ және ең алшақ 5), 3_2 және 7_2 ; шардың бас меридианында жатқан (контурында) нүктелер 2_8 және 8_2 ; цилиндр контурында және де басқа еркін орналасқан нүктелердің фронталь проекцияларын көмекші фронталь қиюшы жазықтықтар көмегімен табамыз. Әрбір осындай көмекші жазықтық сфера бетін шеңбер бойымен, цилиндр бетін жасаушылармен қиып өтеді және қиылысында нүктелерді анықтаймыз. Мысалы, R жазықтығы сфера бетін MN диаметріне тең болатын шеңбер бойымен қиып өтеді, ал цилиндр AB және CD екі жасаушалар бойымен қиып өтеді. Сферамен (шеңбер) цилиндрдің (төртбұрыш) қимасы π_2 жазықтығына бұрмаланбай нақты шамасына проекцияланады. Шеңбердің фронталь проекциясымен $(m_2 n_2)$ цилиндрдің жасаушаларының $(a_2 b_2, c_2 d_2)$ фронталь проекциясымен қиылысында l_2 және 10_2 нүктелерін аламыз. Осы табылған нүктелерді бірқалыпты сызықтармен қоса отырып, ізделініп отырған қиылысу сызығының фронталь проекциясын анықтаймыз. Қосымша 1-де нұсқалар берілген.



2.95-сурет

2.35. Айналу беттердің жазбалары

Барлық қисық беттер жазықтыққа жазылатын және жазылмайтын деп екі топқа бөлінеді.

Жазылатын беттерге жанама жазықтықтар жасаушылар беттеріне (қандай да бір қисық жанамасынан пайда болған конус, цилиндр, беттер) жанасқанда пайда болатын сызықтық беттер жатады. Бір-біріне шексіз жақын орналасқан екі жасаушысы қиылысатын беттерді бүкпей және үзбей жазып түсетін нүктелерді айтады. Жазық бетпен және жазықтың арасында бір мәнде сәйкестік болады. Жазылу кезінде доға ұзындығы, бұрыш және аудан шамасы сақталады. Тәжірибе жүзінде қажет болса, жазық беттерді өте жақын орналастырып, кеңіс беттерді де тұрғызады.

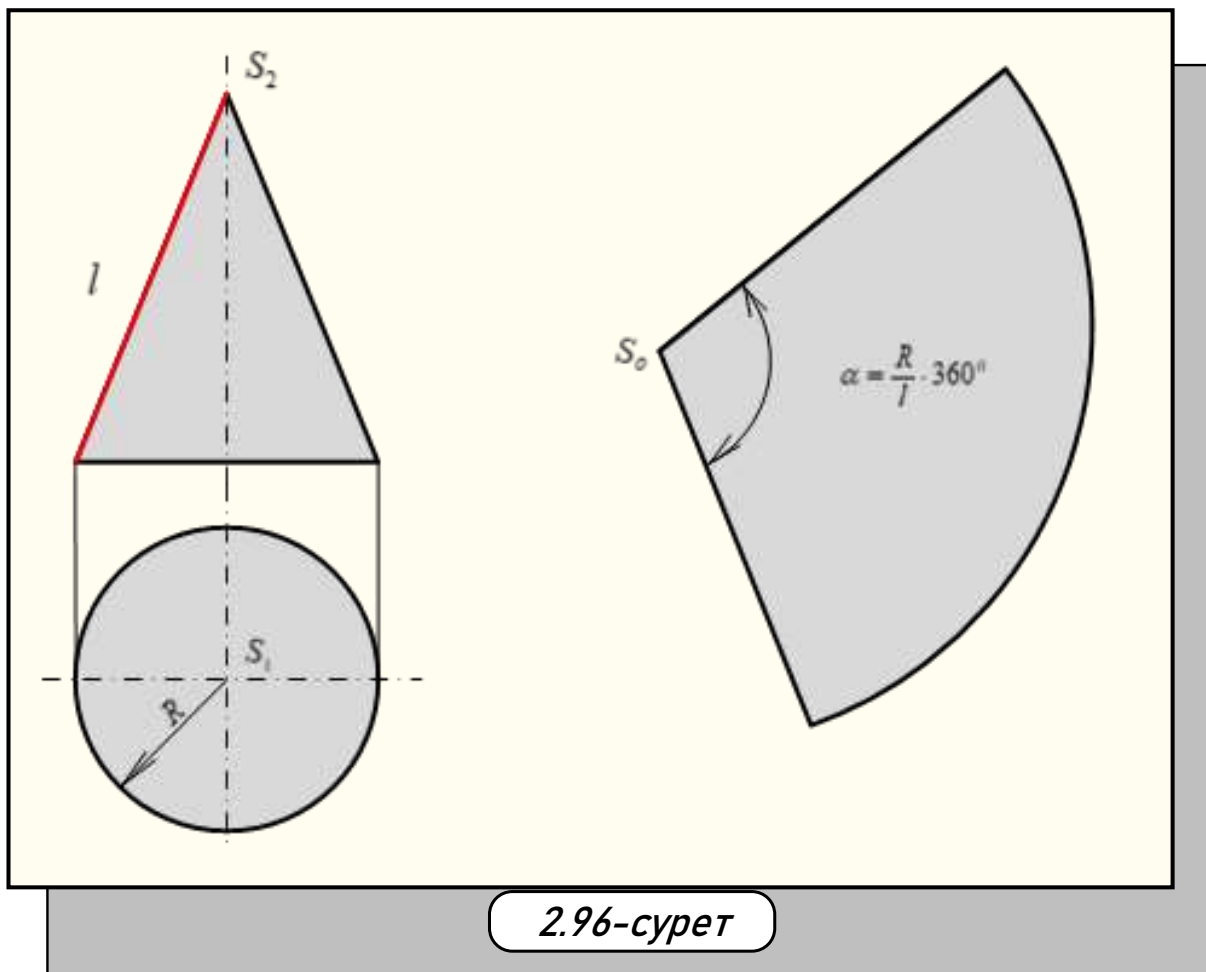
Қисық беттерді жазбаларын тұрғызудың бірнеше тәсілдері бар.

Кейбір жазық беттер өте қарапайым жолдармен тұрғызылады. Цилиндрдің айналу бетінің жазбасы, ұзындығы шеңбер ұзындығына тең, ал ені цилиндрдің ұзындығына тең болатын тікбұрыш болып табылады. Осыдан келіп тұрғызу жолдары шығады.

Айналу конусы бетінің жазбасы, радиусы жасаушы конус ұзындығына тең болатын, ал доға секторының ұзындығы конустың негізгі шеңберінің ұзындығына тең айналмалы сектор көрсетеді.

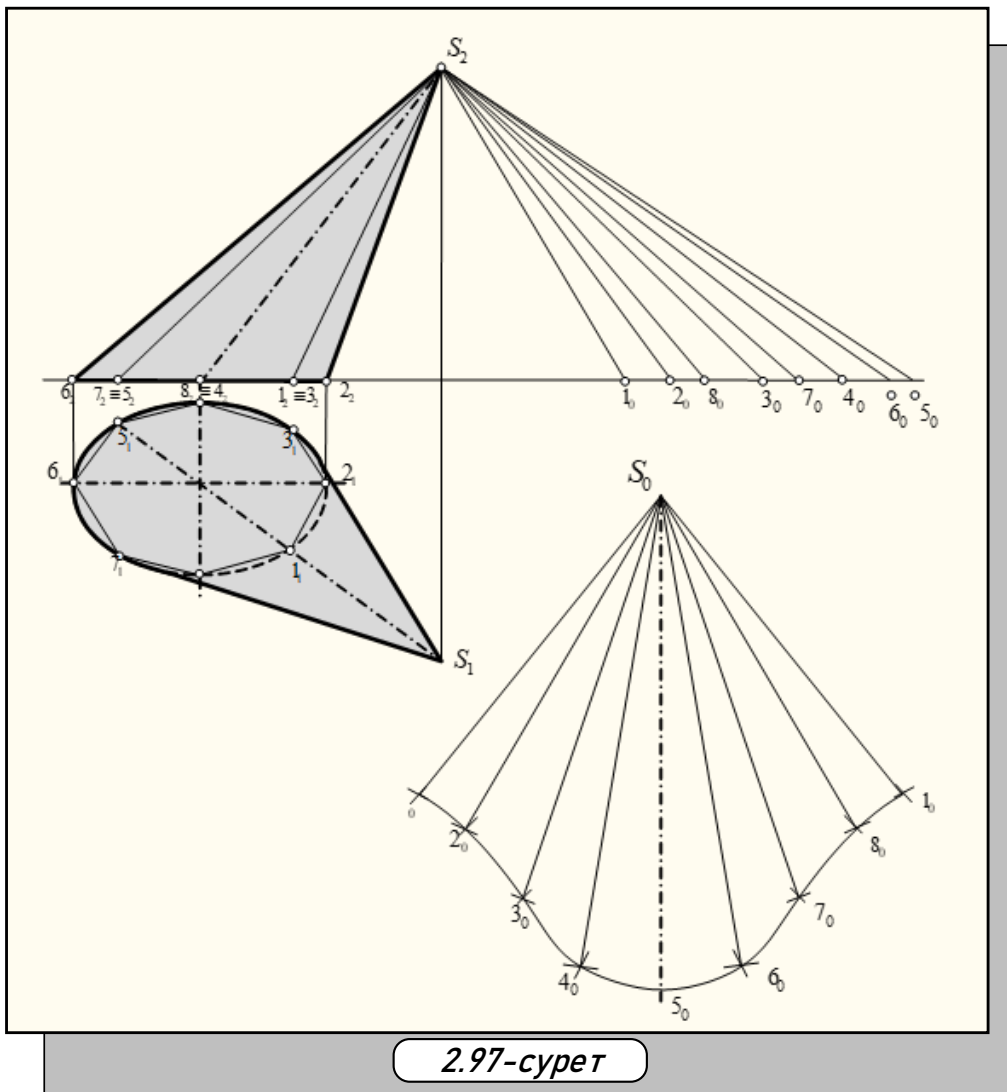
Мысал. Дұрыс айналмалы конус бетінің жазбасын тұрғызу.

Жазбаны тұрғызу үшін графоаналитикалық тәсілдерді пайдаланамыз. Берілген конус бетінің жазбасы, негізгі шеңбер радиусы R , жасаушы ұзындығы болатын, $\alpha = r/l \cdot 360^\circ$ төбесінде бұрыш жасайтын секторда жазылады 2.96-сурет.



2.96-сурет

Мысал. Көлбеу конус бетінің бүйірін жазу 2.97-сурет. Жазбаны тұрғызу үшін триангуляция тәсілін қолданамыз. Конус бетін ішіне сызылған пирамидалыққа алмастырамыз, ақырында конустық бет жазбасы пирамидалық бет жазбасына алмасады. Пирамидалық бет жазбасын тұрғызған соң бір қалыпты қисық $L_0, L_0...L_0$ нүктелерін қоссақ, берілген конус бетінің жақтарының санына және графикалық тұрғызуларға байланысты болады.

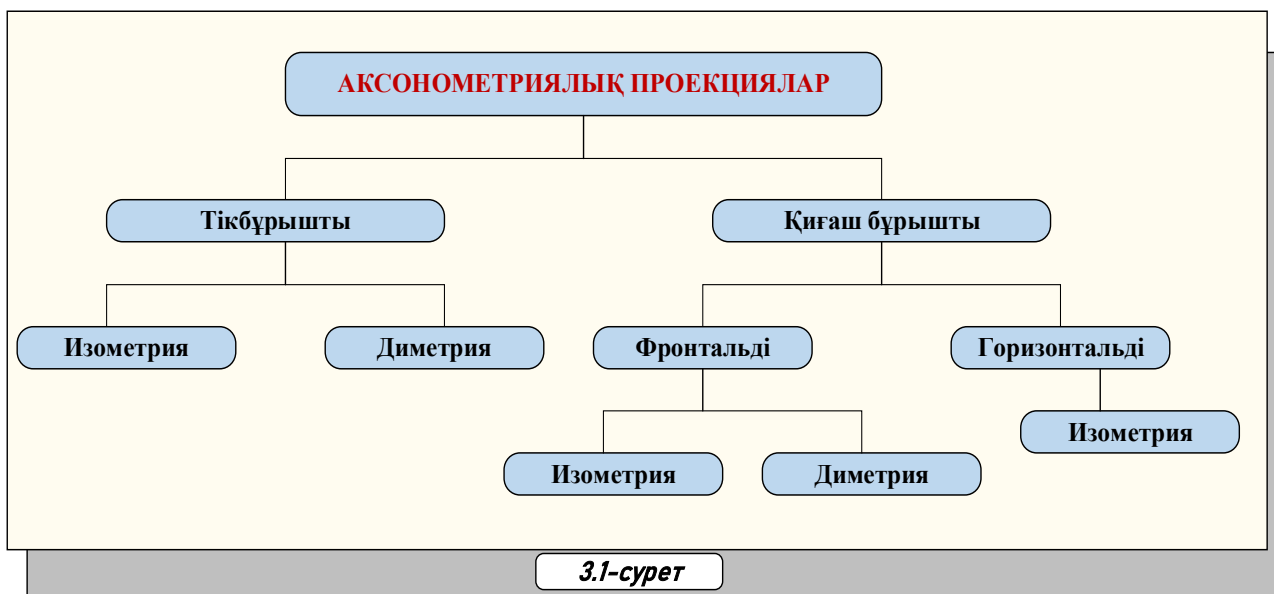


Бақылау сұрақтары

1. Қисық беттердің жазықтықпен қиылысу сызықтарын қалай саласыз?
2. Түзу сызықты және қисық сызықты қисық беттердің негізгі айырмашылығы неде?
3. Жазылатын қисық беттерге қандай беттер жатады?
4. Беттердің жазбасына жалпы түсінік беріңіз.
5. Беттердің жазбаларын сала білудің техникада қандай мәні бар?
6. Бет бойында орналасқан нүктенің жазбадағы орны қалай анықталады?

3. МЕСТ 2.317-2011. Негізгі ұғымдар

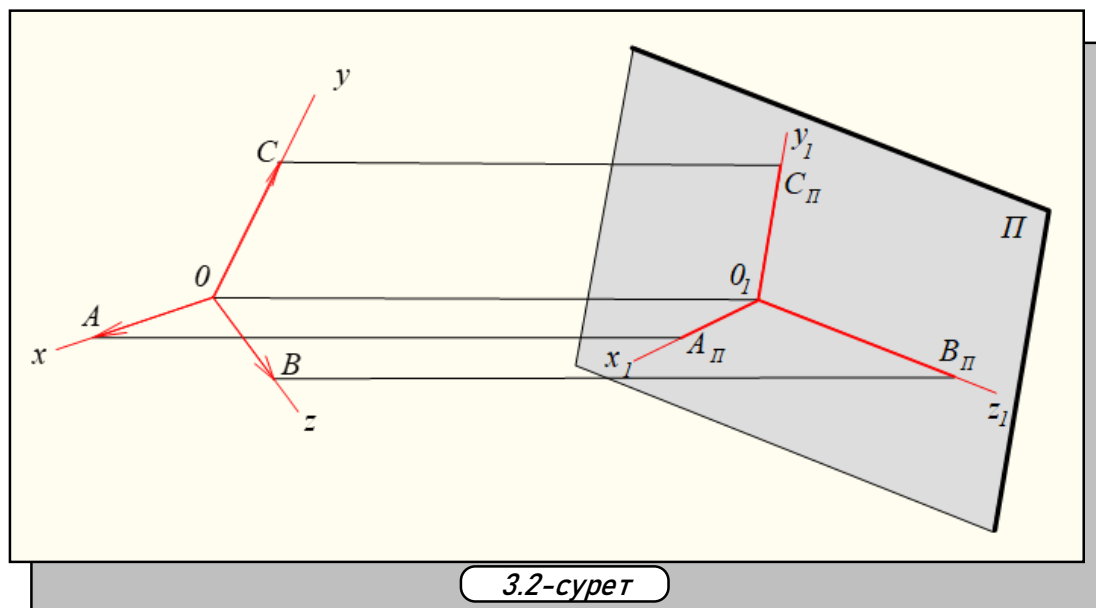
Тікбұрышты (ортогоналды) проекциялар заттың кеңістіктік бейнесін бере алмайды. Бөлшектің түрін ортогоналды проекциялары бойынша көз алдымызға келтіру үшін оның сызбасын «оқу» қажет. Кейде, техникалық сызбалар құрастыру кезінде заттың көрінетін бейнесін салу қажеттілігі туындайды, яғни заттың сызда тікбұрышты проекциялардағыдай екі өлшемдегі емес, үш өлшемдегі бейнесі қажет болады. Осындай бейнелер үшін аксонометриялық жобалау әдісін (аксонометрия – грек сөзі, тура мағынада ол осьтер бойынша өлшеу дегенді білдіреді: *аксон* – «ось», *метро* – «өлшеймін») қолданады. Аксонометриялардың жіктелімі 3.1-суретте көрсетілген. Қосымша 4-те нұсқалар берілген.



Аксонометриялық жобалаудың мәнін былайша түсіндіруге болады: белгілі бір зат өзі жатқан кеңістіктегі тікбұрышты координата осьтерімен бірге шоқ сәулелермен қайсібір жазықтыққа, оның ешқандай координаталық осьтері оған тура түсірілмейтіндей етіп проекцияланады, демек заттың өзі жазықтыққа үш өлшемде проекцияланады.

Проекциялардың кейбір Π жазықтығына кеңістікте орналасқан X, Y, Z координаталар жүйесі жобаланады 3.2-сурет. X_1, Y_1, Z_1 координаталар

осьтерінің Π жазықтығына проекциялануы аксонометриялық осьтер деп аталады.



Кеңістікте координаталар осьтеріне бірдей кесінділер қалдырылған: $OA = OB = OC$. Сызбадан олардың PO_1a_p, O_1b_p, O_1c_p жазықтығына түсірілген проекциялары жалпы жағдайда OA, OB, OC кесінділеріне сәйкес келмейтіндігін және олардың аралары да бірдей еместігін көреміз. Бұл аксонометриялық проекцияларда заттың өлшемдері барлық үш осьтері бойынша бұрмаланатындығын білдіреді.

Бұрмалану шамалары:

$$\frac{O_1a_p}{OA} = k, \quad \frac{O_1b_p}{OB} = m \quad \text{және} \quad \frac{O_1c_p}{OC} = n$$

кесінділердің осьтер бойынша бұрмалану өлшемі болып табылады және бұрмалану көрсеткіштері (коэффициенттері) деп аталады.

Бұрмалану көрсеткіштерінің шамасы мен олардың арасындағы қатынас түсірімдер жазықтығының орналасуы мен жобалау бағытына байланысты болып келеді. Өлшемдердің осьтер бойынша бұрмалану көрсеткіштері қатынасының үш нұсқасы болуы мүмкін.

а) барлық үш осьтері бойынша бұрмалану көрсеткіштері бірдей. Бұл изометриялық аксонометрия (грекше *изос* – «бірдей»);

б) бұрмалану көрсеткіштері екі ось бойынша аралары тең, ал үшіншісі тең емес. Бұл диметриялық аксонометрия (*ди* – екеу);

в) бұрмалану көрсеткіштері барлық үш осьтері бойынша аралары тең емес. Бұл триметриялық аксонометрия (практикада көп қолданылмайды).

Жобалау бағытының проекциялар жазықтығының қатысына байланысты проекциялар төмендегілерге бөлінеді:

– тікбұрышты (түсірілетін сәулелер проекциялар жазықтығымен тік бұрышты құрайды);

– қиғаш бұрышты (түсірілетін сәулелердің бағыты ерікті).

Координаталардың үшбұрышты жүйесі мен қиғаш бұрышты түсірім үшін бұрмалану көрсеткіштері мен түсіру бағыттары (α – түсірілім сәулелердің проекциялар жазықтығына деген көлбелену бұрышы) өзара келесі тәуелділікпен байланысқан:

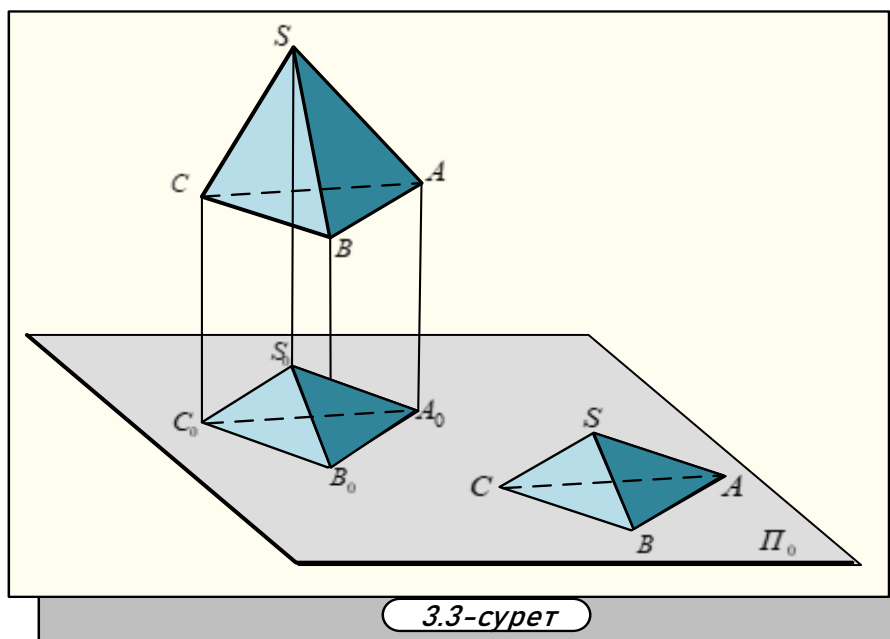
$$k^2 + m^2 + n^2 = 2 + \operatorname{ctg} \alpha$$

Аксонометрияның негізгі теоремасы туралы түсінік. Аксонометриялық бейнелер құру кезінде Польке–Шварц теоремасына, яғни аксонометрияның негізгі теоремасына сүйенеді. Бұл теореманың мәні келесіде.

3.3-суретте кеңістікте әлдебір $SABC$ тетраэдр (үшбұрышты пирамида) мен Π проекциялар жазықтығы бейнеленген. Π жазықтығында – диагональдары бар $SABC$ еркін төртбұрыш.

Польке-Шварц теоремасы берілгенге, яғни $SABC \infty SABC$ ұқсас $sabc$ төртбұрышы формасына ие болатын Π жазықтығына жобалау бағытын және тетраэдрдің Π жазықтығына қатысты кеңістіктегі күйін тауып алуға болады деп түйеді. Басқаша айтқанда, бұл теорема еркін тетраэдр бейнесі болып өз диагональдарымен кез келген төртбұрыш қызмет ете алады деп түйіндейді.

Польке-Шварц теоремасы негізінде мынадай қорытынды жасауға болады: бір жазықтықта жатқан және бір нүкте арқылы өтетін кез келген үш түзу аксонометриялық ось ретінде қабылдана алады. Одан әрі, осы осьтерде кез келген k, m, n бұрмалану көрсеткіштері таңдап алынуы мүмкін, тек шаршылар сомасы екіден ($k^2 + m^2 + n^2 \geq 2$) кем болмауы, ал олардың кез келген екеуінің шаршы сомасы бірден аз болмаса болғаны. Бірақ іс жүзінде тек аксонометриялық осьтердің кейбір белгілі бір бағыттары мен бұрмалану коэффициенттері ғана қолданылады.



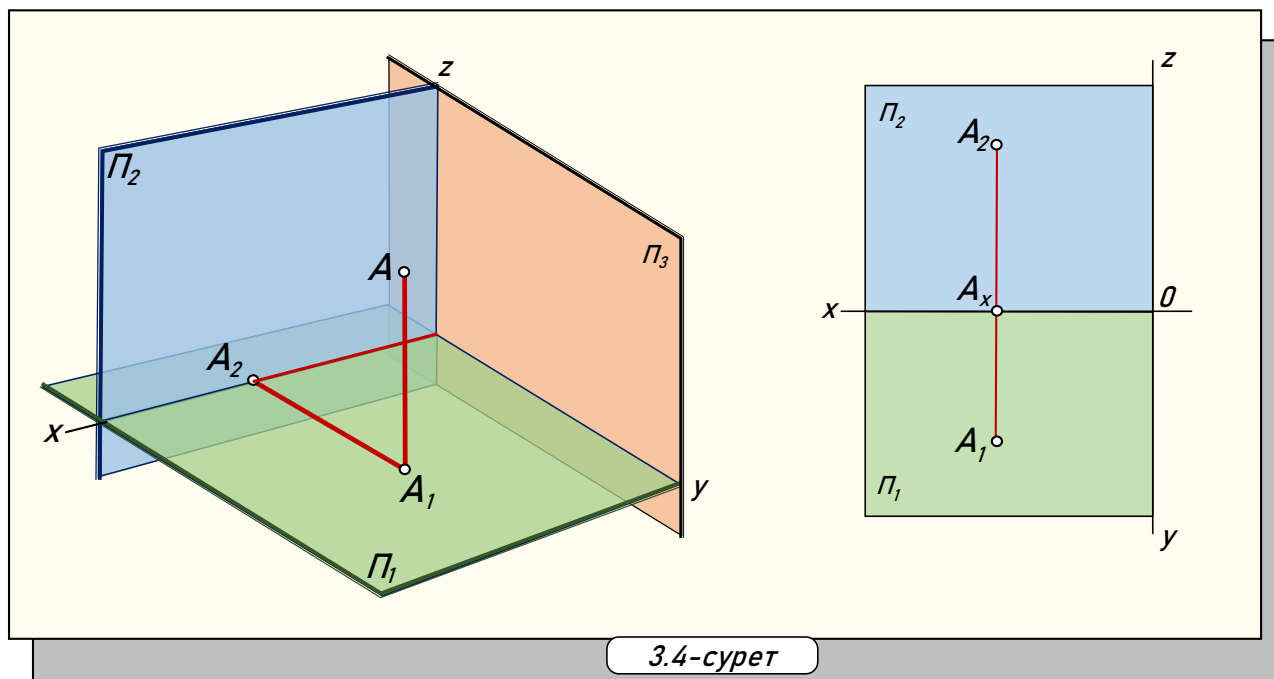
Аксонотриялық проекциялар түрлері. Тәжірибеде, сызбалар жасау кезінде ортогоналды проекциялар жүйесінде заттардың бейнесімен бірге одан да көрнекілеу бейнелер алу қажеттігі туындайды. Сондай бейнелер құру үшін аксонотриялық немесе қысқартылған түрінде аксонотрия деп аталатын проекциялар қолданады.

Аксонотриялық проекциялау әдісінің мәні: кеңістікте нүктелер жүйесіне жатқызылған тікбұрышты координаталарының осьтерімен бірге аталған фигура қайсібір жазықтыққа параллель түрде проекцияланады. Демек, аксонотриялық проекция, ортогоналды проекциялар жүйесінде орын алатын екі немесе одан да көп жазықтыққа емес, тек бір ғана жазықтықтың проекциясы. Бұл ретте бейнелердің көрнекілігін және күйлері мен мөлшерлерін анықтау мүмкіндігін қамтамасыз ету қажет.

Тәжірибеде бұрмалану көрсеткіштері арасында барынша қарапайым байланысы бар аксонотрияның бірнеше түрі қолданылады. Аксонотриялық сызбаның қайтымдылығы (нысан бейнелерінің шынайы мөлшерлерін анықтау мүмкіндігі) оған бұрмалану көрсеткіштері (немесе оларды анықтау жағдайларының болуы) мен бейнеленген нысанға тиесілі жазықтықтың кез келген нүктенің қисық аксонотриялық координатасын құру мүмкіндігімен қамтамасыз етіледі.

Негізгі аксонотриялық проекцияларды қарастырайық. A нүктесінің ортогоналдык проекциялары бойынша аксонотриялық проекциясын құру мысалы 3.4-суретте келтірілген.

2.317-2011 МЕСТ өнеркәсіп пен құрылыстың барлық салаларында қолданылатын аксонотриялық проекциялар құру тәртібін белгілейді.



3.4-сурет

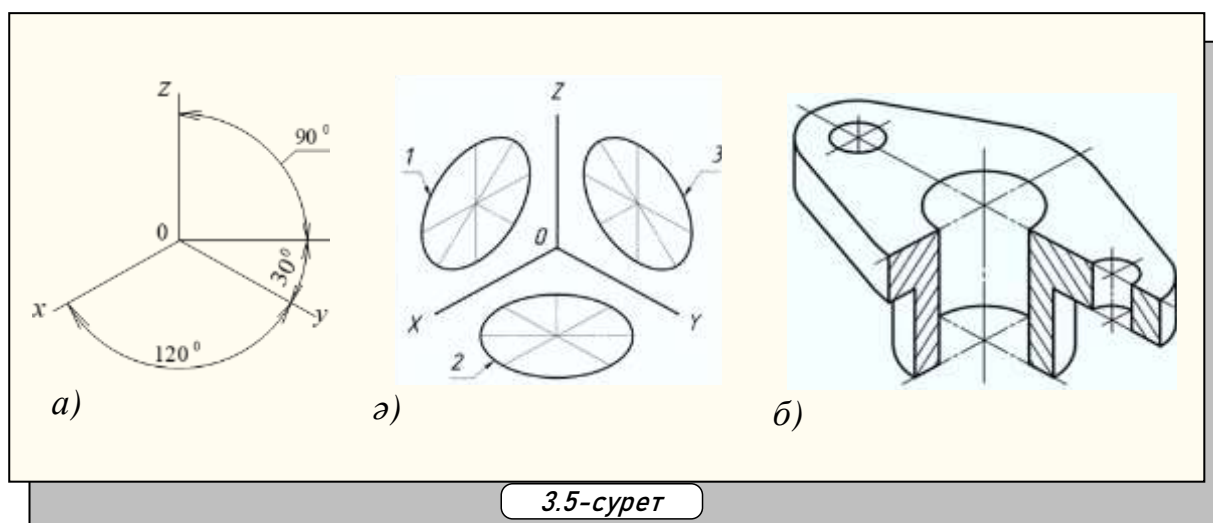
3.1. Тікбұрышты изометриялық проекция

Бұл түрдегі проекция ондағы аксонометрия осьтерінің бірі-біріне 120° бұрыш құрап орналасқандығымен ерекшеленеді. Және де бейненің барлық аксонометриялық осьтері бойынша бұрмаланулары $0,82$ тең бір ғана коэффициентке тең болады.

x , y осьтері бойынша изометриялық проекцияны бұрмалаусыз орындайды, яғни оның коэффициентін бірге тең етіп таңдайды 3.5а-сурет.

Шеңберлердің тікбұрышты изометриядағы бейнесі. Егер шеңберлер проекциялар жазықтықтарына параллель жатқан жазықтықтарда орналасқан болса, аксонометриялық жазықтықта олар эллипстер түрінде бейнеленеді 3.5ә-сурет.

x , y және z осьтері бойынша изометриялық проекция бұрмаланусыз орындалған жағдайларда эллипстердің үлкен және кіші осьтерінің ұзындығы бейнеленетін шеңбер диаметрінен сәйкесінше $1,22$ және $0,71$ құрайды.



x , y және z осьтері бойынша изометриялық проекция бұрмаланулармен орындалған жағдайларда эллипстердің үлкен осінің ұзындығы бейнеленетін шеңбер диаметріне тең, ал кіші осьтің ұзындығы – одан $0,58$ болады.

Бөлшектің тікбұрышты изометриядағы бейнесі. Түрлі бөлшектер мен заттар пішімдерінің ерекшеліктерін барынша көрнекі етіп беру үшін оларды тікбұрышты изометриялық проекцияда бейнелейді 3.5б-сурет.

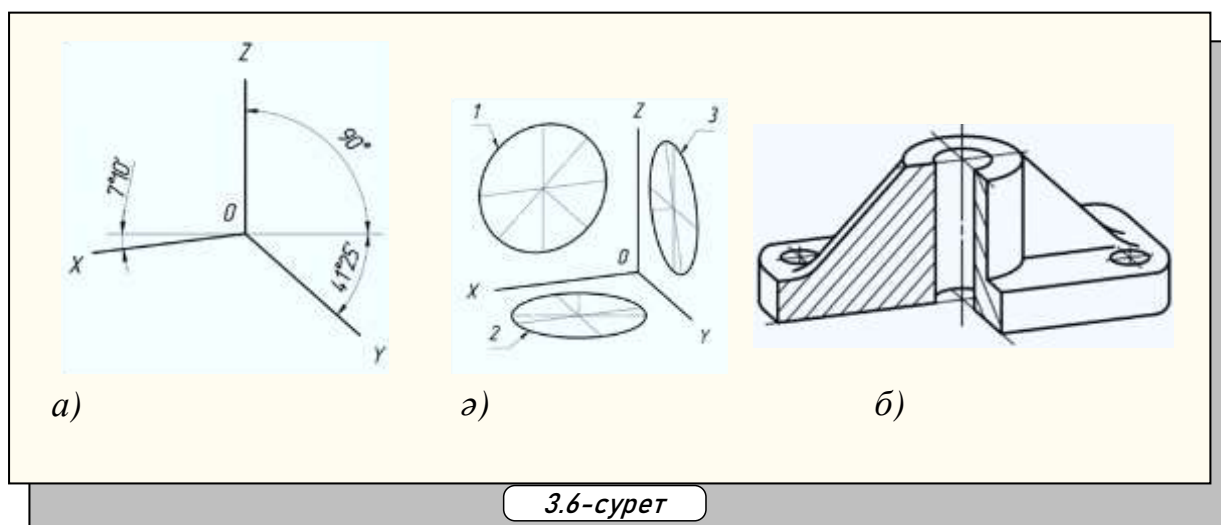
3.2. Тікбұрышты диметриялық проекция

Тікбұрышты диметриялық проекцияның айрықша ерекшелігі оның әр түрлі аксонометриялық осьтері бойынша түрлі бұрмалау коэффициенттерге ие болуында: x және z үшін ол $0,94$ шамасына ие, ал y бойынша бұрмалау коэффициенті $0,47$ тең 3.6а-сурет.

Көп жағдайларда диметриялық проекция y аксонометрия осі бойынша $0,5$ тең бұрмалану коэффициентімен жасалса, z және x аксонометрия осьтері бойынша бірге тең коэффициентімен жасалады.

Шеңберлердің тікбұрышты диметриядағы бейнесі. Проекция жазықтығына қатысты паралель болып келетін жазықтықтарда орналасқан шеңберлер аксонометриялық жазықтыққа проекциялау кезінде эллипс түрінде бейнеленеді 3.6ә-сурет.

Шеңбердің диметриялық проекциясы z және x осьтері бойынша бұрмаланбаған күйде орындалатын жағдайда эллипстердің үлкен осінің ұзындығы бейнеленетін шеңбер диаметрінен $1,06$ құрайды, бұл жағдайда нөмірі 1 эллипстің кіші осі $0,95$ тең, ал 2 және 3 нөмірлі эллипстердің кіші осьтері шеңбер диаметрінің $0,35$ -не тең.



3.6-сурет

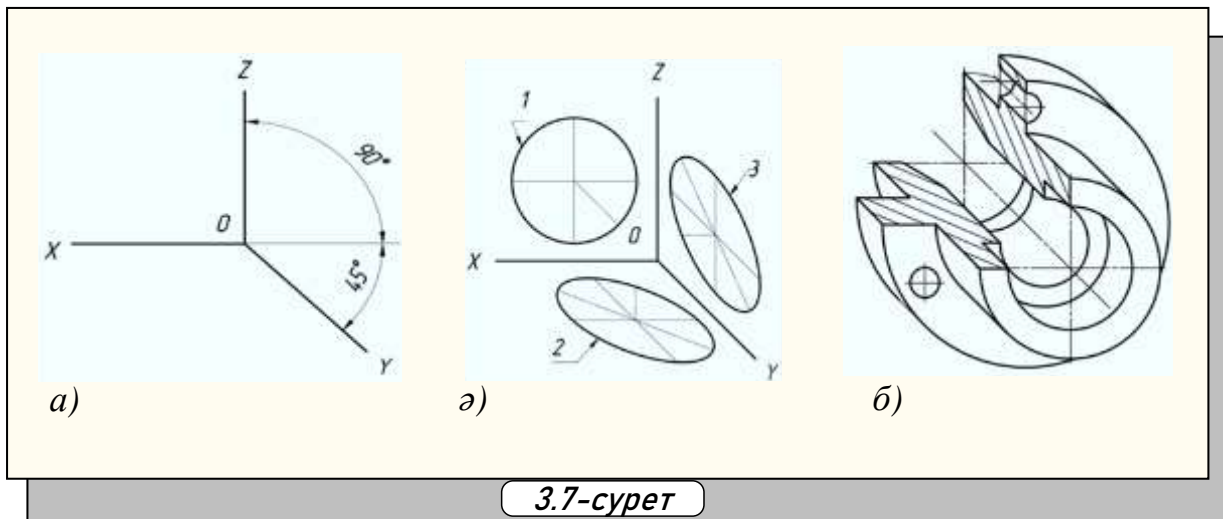
Шеңбердің диметриялық проекциясы z және x осьтері бойынша бұрмаланбаған күйде орындалатын жағдайда барлық эллипстердің үлкен осьтерінің ұзындығы шеңбер осіне сәйкес келеді, 1 нөмірдегі эллипстің кіші осінің ұзындығы $0,9$ -ға, ал 2 және 3 нөмірлі эллипстердің кіші осьтері шеңбер диаметрінің $0,33$ -не тең болады.

Бөлшектің тікбұрышты диметрияда бейнеленуінің мысалдары. Баспасөз басылымдарында және басқа да ақпарат тарату түрлерінде бөлшекті немесе бұйымды көрнекілеу етіп беру үшін оны тікбұрышты диметрияда бейнелейді 3.6б-сурет.

3.3. Фронтальді изометриялық проекция

Бұл проекция у осінің көлбеулену бұрышы бар проекциясын 30° -дан 60° дейінгі көлбеулену бұрышымен орналастыруға болатындығымен сипатталады. x , y және z осьтері бойынша фронтальді изометриялық проекциясында бұрмаланулар болмайды 3.7а-сурет.

Шеңбердің қиғашбұрышты фронтальді изометриядағы бейнесі. Проекциялардың фронтальді жазықтығына параллель жатқан жазықтықтарда орналасқан шеңберлер аксонометриялық жазықтыққа шеңберлер түрінде проекцияланады. Проекциялардың пішінді және көлденең жазықтықтарына параллель жатқан жазықтықтарда орналасқан шеңберлер эллипстерге проекцияланады 3.7ә-сурет. Бұл жағдайда олардың үлкен осьтерінің ұзындығы шеңбер диаметрінің $1,3$, ал кіш осі – шеңбер диаметрінің $0,54$ құрайды.



3.7-сурет

Бөлшектің қиғаш бұрышты фронтальді изометриядағы бейнесі. Бөлшектердің қиғаш бұрышты фронтальді изометриядағы бейнесі бұйымдар мен заттардың формасын көрнекі етіп беру үшін қолданылады 3.7б-сурет.

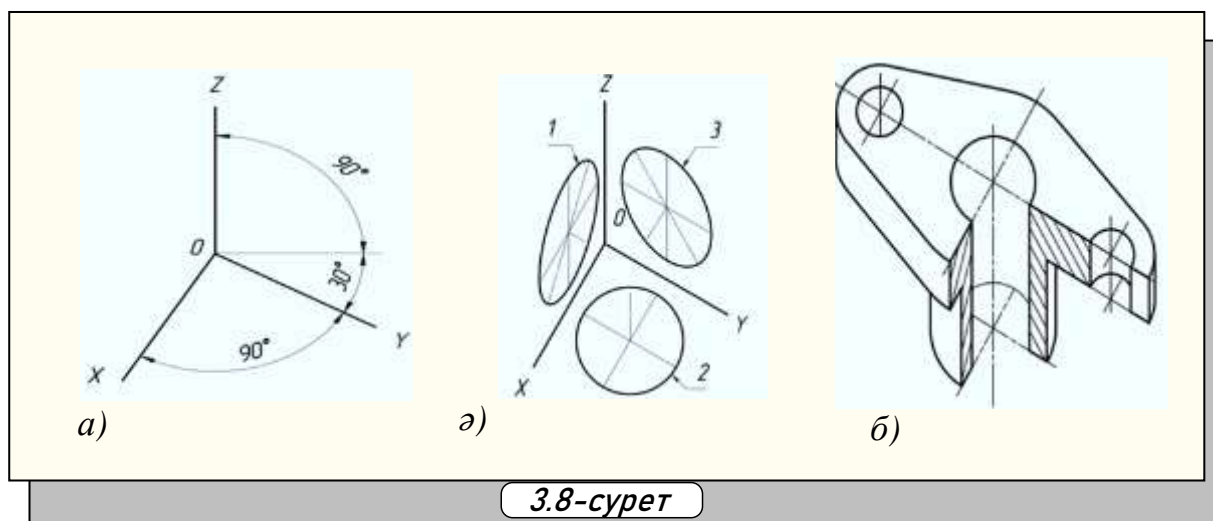
3.4. Қиғаш бұрышты горизонтальді изометриялық проекция

Қиғаш бұрышты көлденең изометриялық проекцияның айрықша ерекшелігі мынада: мұнда у осінің көлбеулену бұрышын 45° -тан 60° дейінгі көлбеу бұрышымен орналастырылған проекцияға жол беріледі, бұл жағдайда x және y осьтері арасындағы 90° бұрыш өзгеріссіз сақталуы тиіс. Берілген проекцияда барлық осьтері бойынша бұрмаланулар жоқ 3.8а-сурет.

Шеңбердің қиғаш бұрышты көлденең изометриялық проекциядағы бейнесі. Проекциялардың көлденең жазықтығына параллель жатқан жазықтықтарда орналасқан шеңберлер аксонометриялық жазықтыққа шеңбер болып проекцияланады 3.8а-сурет. Проекциялардың пішінді және маңдайалды жазықтықтарына параллель жатқан жазықтықтарда орналасқан шеңберлер эллипстерге проекцияланады.

1 нөмірдегі эллипстің ең үлкен осі 1,37-ге, ал кіші ось шеңбер диаметрінің 0,71 тең.

Бөлшектің қиғаш бұрышты көлденең изометриясындағы бейнесі. Бұл проекцияны бұйымдар мен заттардың барынша көрнекі бейнесін түсіру үшін қолданады 3.8б-сурет.

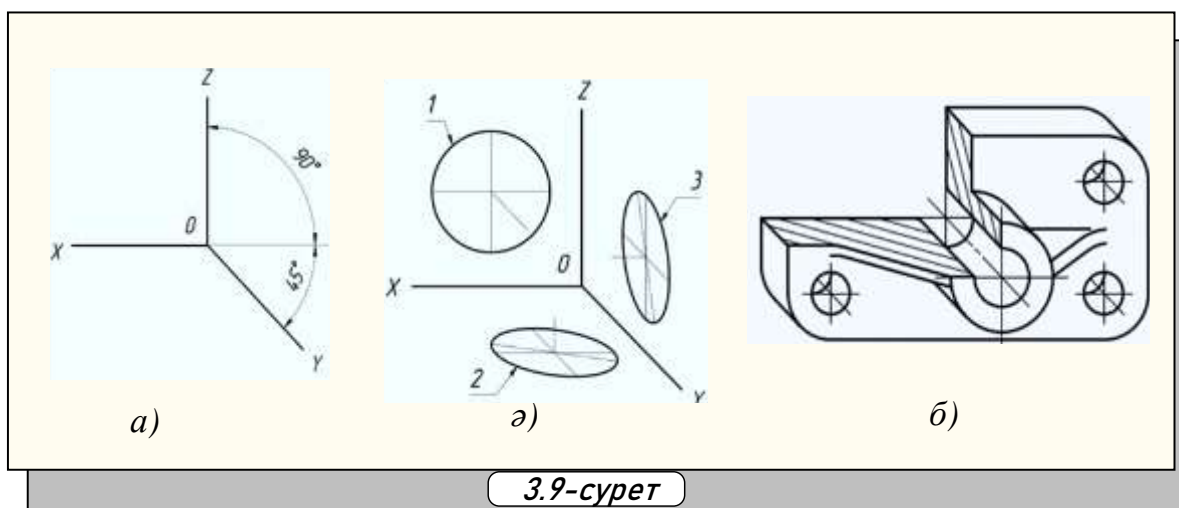


3.8-сурет

3.5. Қиғаш бұрышты фронтальді диметриялық проекция

Бұл проекцияның айрықша ерекшелігі: у аксонометриялық осі 30-дан 60° дейін көлбеулену бұрышына ие бола алады. Бұл жағдайда x және z осьтері бойынша бұрмалану коэффициенті бірге тең, ал у осі бойынша – 0,5. 3.9а-сурет.

Шеңбердің қиғаш бұрышты фронтальді диметриядағы бейнесі. Проекциялардың фронтальді жазықтығына параллель жатқан жазықтықтарда орналасқан шеңберлер аксонометриялық жазықтыққа шеңбер болып проекцияланады. Проекциялардың пішінді және көлденең жазықтықтарына параллель жатқан жазықтықтарда орналасқан шеңберлер эллипстерге проекцияланады. Бұл жағдайда олардың үлкен осьтерінің ұзындығы шеңбер диаметрінің 1,07-не, ал кіші осінің ұзындығы шеңбер диаметрінің 0,33-не тең 3.9а-сурет.

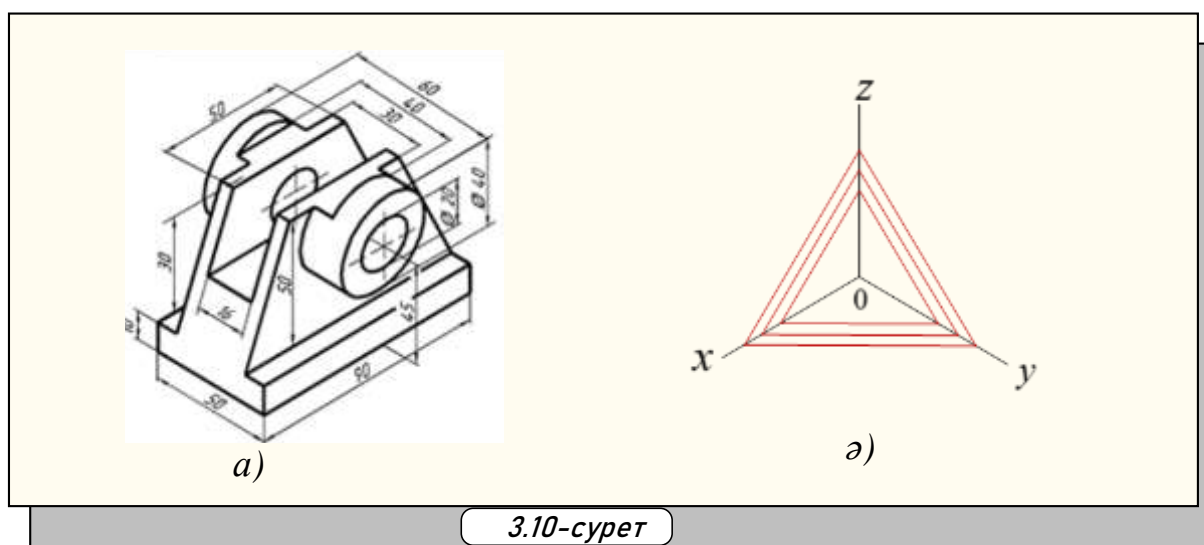


Бөлшектің қизаш бұрышты фронтальді диметриясындағы бейнесі. Бұл проекция бұйымдар мен заттардың формасын барынша көрнекі етіп беру үшін қолданылады 3.9б-сурет.

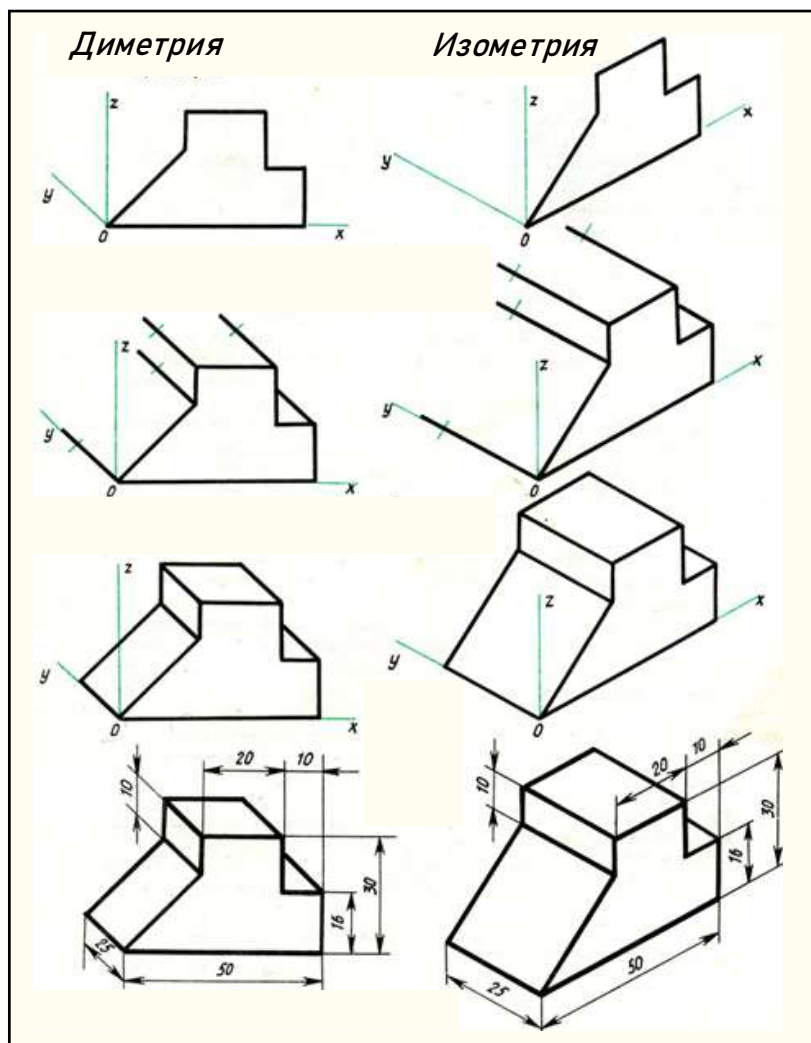
3.6. Өлшемдерді түсіру

Аксонометриялық проекциялар бейнелерін салу кезінде өлшемді сызықтар өлшенетін сызықтарға параллель түсірілуі тиіс, ал шығарылған сызықтары – аксонометриялық осьтерге параллель 3.10а-сурет).

Штрихтеу. Барлық аксонометриялық проекцияларда қималар штрихтеумен беріледі. Бұл жағдайда оның сызықтары сәйкес координаталық жазықтықтарда жатқан квадраттар проекцияларының диагональдарына параллель болуы тиіс 3.10ә-сурет).



Берілген бөлшектің аксонометриялық проекцияда салу жолдарына мысал 3.11-суретте көрсетілген.



3.11-сурет

Бақылау сұрақтары

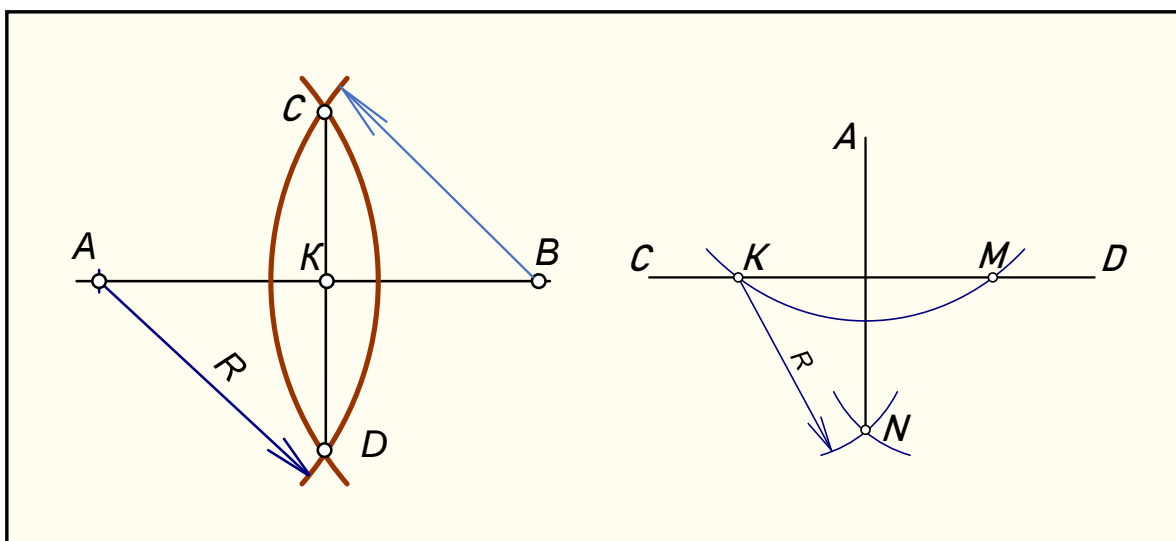
1. «Аксонометриялық түсірім» ұғымына анықтама беріңіз.
2. Польке-Шварц теоремасын тұжырымдаңыз, оның аксонометриялық проекциялар құрудағы маңыздылығын көрсетіңіз.
3. Аксонометриялық проекциялау әдісінің мәнісі неде?
4. Бұрмалану коэффициенттерімен (немесе көрсеткіштері) нені атайды?
5. Қандай жағдайларда аксонометриялық проекциялар былайша аталады: а) изометриялық, б) диметриялық?
6. Қизғаш бұрышты және тікбұрышты аксонометриялық проекциялардың айырмашылығы неде?

Сызу және сызба геометрия сызбаларында жиі қолданылатын геометриялық салуларды қарастырылады. Бұл тақырыпта геометриялық салулар бұрыштарды салу және бөлу, шеңберлерді тең бөлікке бөлу, түйіндесулерді орындау, доғалар мен шеңберлерге жанама салу, бұрыштарды тең бөлікке бөлу, түзулерге параллель немесе перпендикуляр тұрғызу, көлбеулік пен конустықты салу, овалдарды салу және т.б., салу жолдары көрсетілген. Осы тапсырмалар қарапайым сызу құралдарымен (сызғыш, циркуль) орындалады.

Геометриялық салулардың мәнін толық ұғу үшін және оларды тәжірибе жүзінде қолдана білу үшін аталған білімнің материалдарымен жұмыс жасау барысында мына реттілікті сақтаған жөн.

4.1. Перпендикуляр түзулерді тұрғызу

Түзуге перпендикуляр салып және кесіндіні екі бірдей бөлікке бөлу керек. AB кесіндісінің ұшынан радиусы R болатын екі доға жүргіземіз. Оның көлемі кесіндінің жартысынан үлкенірек болып келеді. Оларды C және D нүктелерінде өзара қиылысқанша жалғастырамыз. CD түзу нүктесі AB кесіндісіне перпендикуляр, және оны қаққа бөледі, ал K нүктесі тіліктің ортасы болып табылады 4.1-сурет.



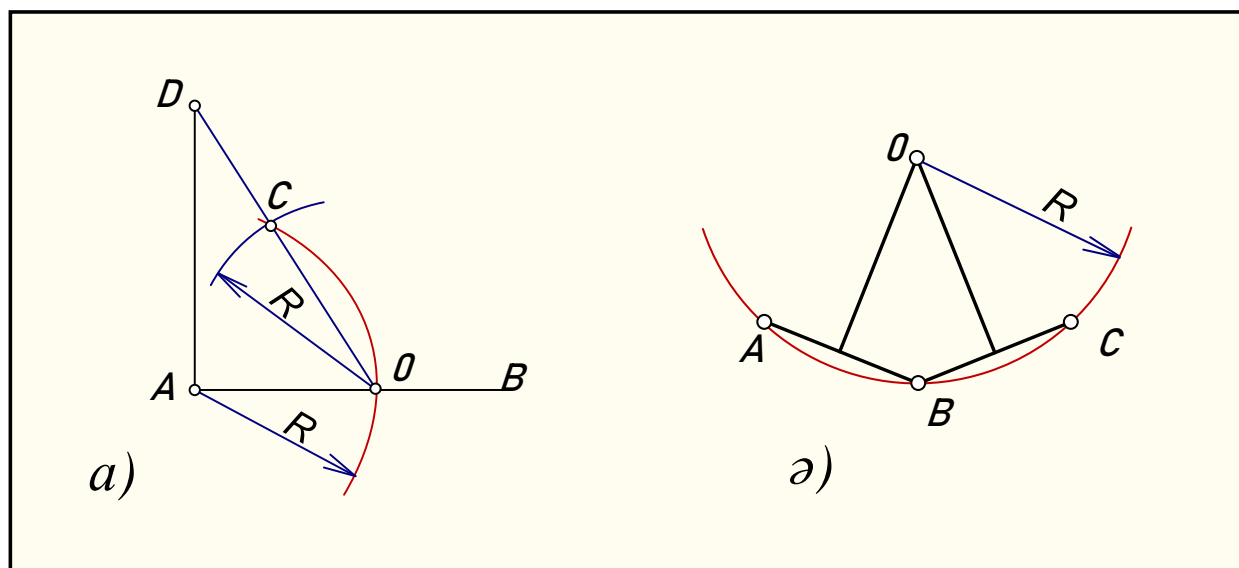
4.1-сурет

Берілген нүктені түзуге перпендикуляр етіп түсіреміз.

Берілген A нүктесінен K мен M нүктелерінде CD түзуін қиятындай етіп радиустың айналдыра доға сызамыз. Бұл нүктелерден радиусы R болатын екі доға жүргіземіз. Оның көлемі KM тілігінің жартысынан үлкенірек болып келеді. AN түзуі CD түзуіне перпендикуляр болып табылады 4.1ә-сурет.

Түзудің бір ұшына перпендикуляр салу.

Берілген түздегі O нүктесі арқылы $R=OA$ болатын доға саламыз. A тілігінің бір ұшынан $R=OA$ болатын доғаны саламыз. Ол алдындағы доғамен C нүктесінде қиылысуы керек. OC түзуін жүргіземіз. OC түзуін сызамыз және $CD=CO$ кесіндісін саламыз. Яғни R радиусына тең болатын. Оны D нүктесін A нүктесімен қосамыз. D түзуі AB кесіндісіне перпендикуляр 4.2а-сурет.



4.2-сурет

Үш нүкте арқылы өтетін доғаның радиусының ортасы мен көлемін анықтау.

Доғаның ортасын анықтау үшін A, B, C нүктелерінің арасын түзулермен қосамыз: сосын осы түзулердің ортасы арқылы перпендикулярларды қойып шығамыз және O нүктесінде өзара қиылысқанша жалғастырамыз. Бұл нүкте доға шеңберінің ортасы болып табылады. Ал, радиустың көлемі $R=OA=OB=OC$ -ға тең 4.2б-сурет.

4.2. Көлбеулік пен конустық

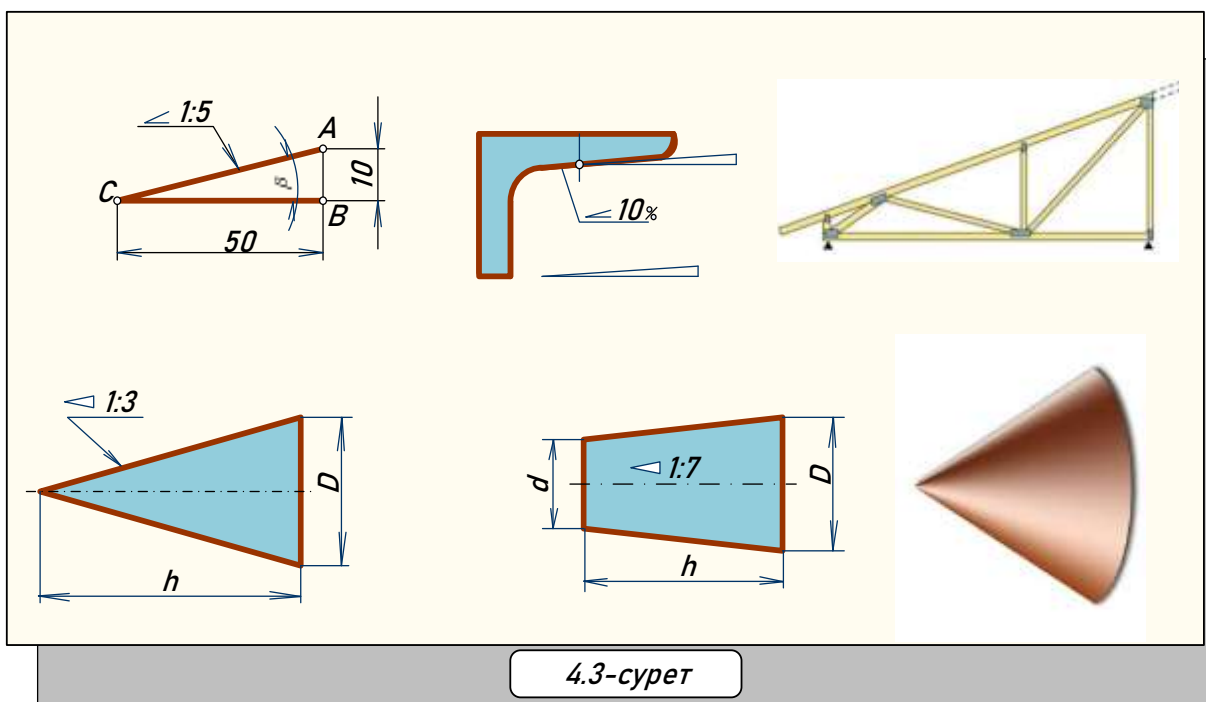
Бір түзудің екінші түзуге қисықтық көлбеу жасауы көлбеулік анықталады. Яғни арасындағы тангенс бұрышының көлемімен $n = \tan \beta$ анықталады. AC түзуін құру үшін, мысалы $n=1:5$, катеттері $BA=10\text{мм}$ және $BC=50\text{мм}$ болатын B нүктесінде түзу бұрышытың төбесімен тең келетін тік

бұрышты үшбұрыш салу керек. Сонда AC гипотенузасы берілген көлемдегі көлбеуге тең келеді.

Конустылық деп h биіктікке конус шеңберінің D диаметріне қатынасын айтамыз. Егер конус қиылған болса, онда конустық қатынас арқылы немесе пайыз бойынша мына формуламен анықталады:

$$K = \frac{D-d}{h}; \quad K = \frac{D-d}{h} 100\%$$

Көлікжасау мен құрылыс сызбаларында көлбеулікпен конустық сызықтар көптеп кездеседі. МЕСТ 2.307-68 мемлекеттік стандарты бойынша өлшейтін санның алдында конустылықтың шартты белгісі салынады. Ол тең бүйірлі үшбұрыш 4.3-сурет.

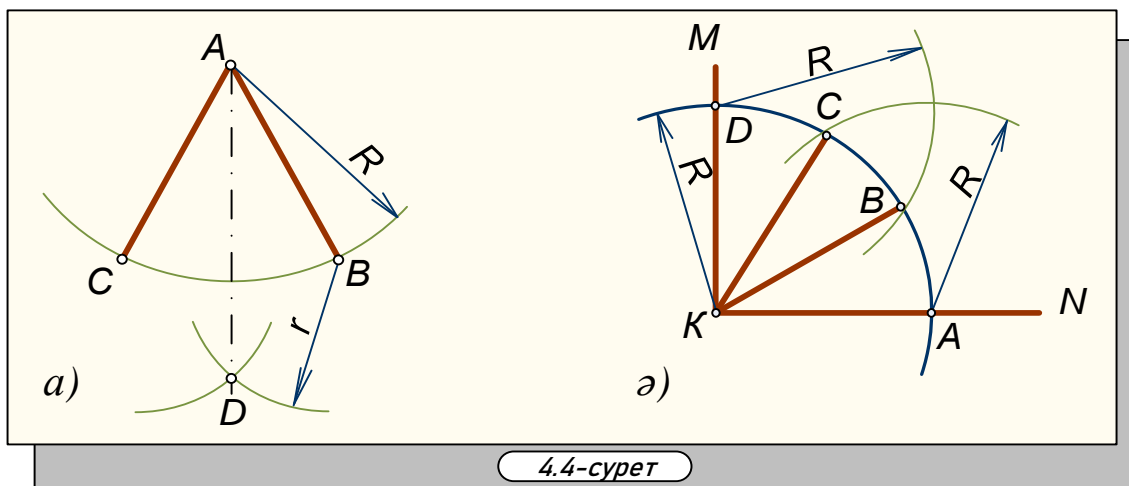


4.3. Бұрыштың биссектрисасын салу Түзу сызықтың үш бірдей бөлікке бөлу

Бұрыштың биссектрисасын жүргізу үшін A биіктігінен радиусы R болатын доға жүргіземіз. Ол CB нүктелерінде бұрыштың жақтарын қиып өтеді. Одан радиусы R болатын екі доға жүргіземіз. Оның көлемі CB хордасынан үлкенірек болып келеді. AD түзуі бұрыштың биссектрисасы болып табылады 4.4a-сурет.

MKN түзу бұрышының K биіктігінен D мен A нүктелерінде бұрыштың жақтарымен қиылысқанға дейін радиусы R болып келетін доғаны саламыз.

Сосын тура сондай радиуста тағы доға жүргіземіз. Ол C мен B нүктелерінде DA доғасымен қиылысады. C мен B нүктелерін бұрыштың биіктігімен қосамыз. DKC , $СКВ$, $ВКА$ бұрыштары 30° 4.4ә-сурет оң жағы.



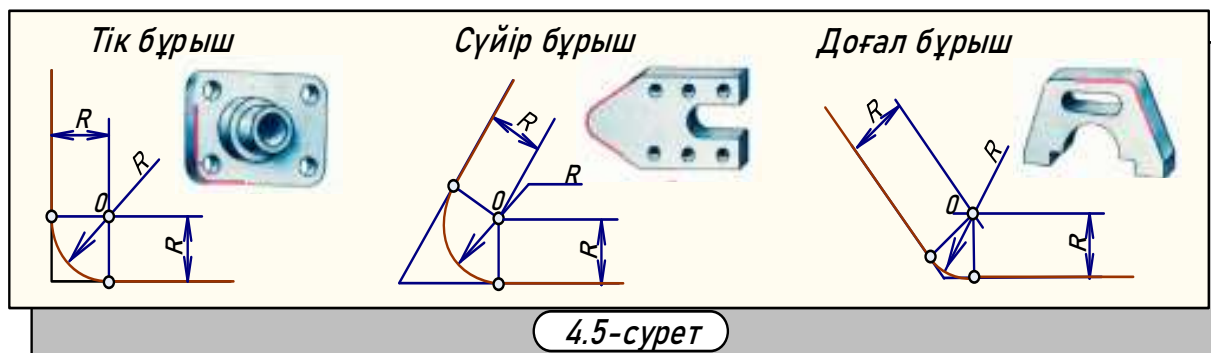
4.4-сурет

4.4. Түйіндесулер

Түйіндесу деп бір сызықтан екінші сызыққа біркелкі өтуді айтамыз. Олардың жалпы нүктесі түйіндесу немесе өту нүктесі деп аталады. Түзу мен шеңбердің, екі шеңбердің түйісуі осы сызықтардың түйіндесуі деп те аталады.

Бұрыштық түйіндесулер. Тік, сүйір және доғал бұрыштардың радиусы R доғамен түйіндесуі. Бұрыштық түйіндесудің орындалуы 4.5-сурет. O нүктесінде қиысқанша екі көмекші түзуді жүргізеді. Ол доғаның R радиусына тең келеді, ал қашықтағы бұрыштарға параллель болады. Бұл нүкте доға шеңберінің центрі болып табылады, сол себепті шеңбердің центрі деп аталады.

Түйіндесу центрінен бұрыштың жақтарына түйіндесу нүктелерін анықтау үшін және олардың арасынан доға жүргізу үшін перпендикулярлар түсіреді.



4.5-сурет

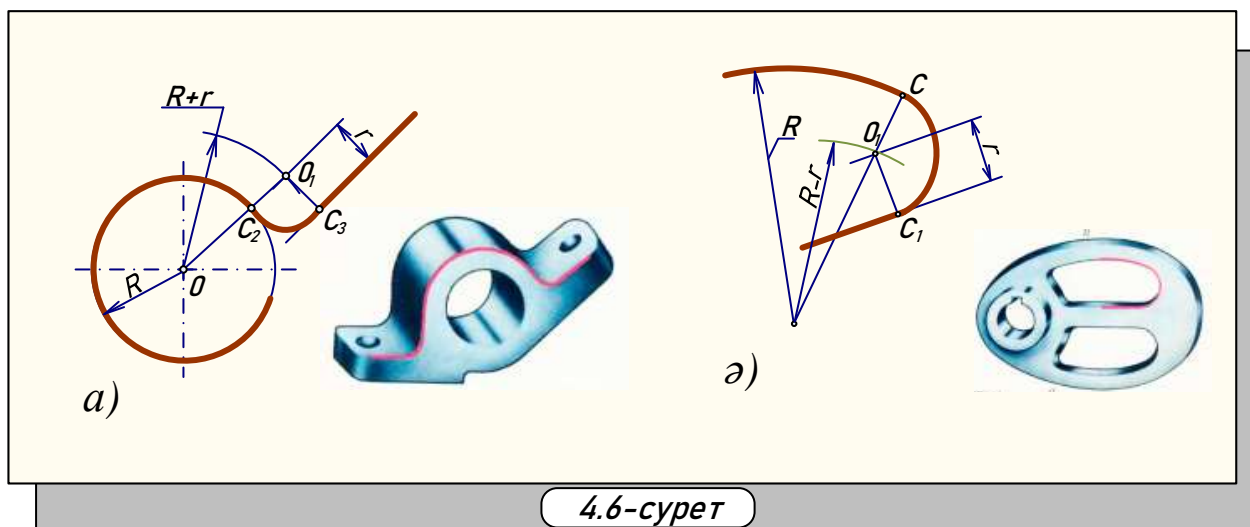
4.5. Шеңбер мен түзулердің түйіндесулері

Сыртқы жанасумен радиусы r доғаның n түзу сызығымен радиусы R доға шеңберінің түйіндесуі.

Осындай түйіндесуді орындау үшін n түзуі мен R радиусының шеңберлі доғасын саламыз. Жанына r радиусына тең қашықтықта m көмекші түзуін берілген түзуге параллель етіп саламыз. O ортасынан O_1 нүктесінде m түзуімен қиылысқанға дейінгі $R+r$ радиустарының қосындысына тең келетін радиустар шеңберінің доғасын жүргіземіз. Бұл нүкте түйіндесу доғаның центрі болып табылады. C_2 түйіндесу нүктесін анықтау үшін R радиусты доғамен қиылысқанша OO_1 центр сызығын жүргізу керек. Доғаның C_3 түйіндесу нүктесі n түзуімен O_1 центрінен түсірілген перпендикулярдың негізі болып табылады 4.6a-сурет.

R радиусты доға шеңберінің түйіндесуі және n түзу сызығының r доға радиусымен ішкі жанасуы.

Доғаның O_1 түйіндесу центрі m көмекші түзуімен қиылысады. C_1 -ның доғаның n түзуімен түйіндесу нүктесі перпендикулярдың негізі болып табылады. Ол осы осы түзуге O_1 центрінен түсірілген болатын. C түйіндесу нүктесі OO_1 центрінде сызықтардың қиылысқан жерінде орналасады 4.6ә-сурет.



4.6. Екі шеңбердің түйіндесуі

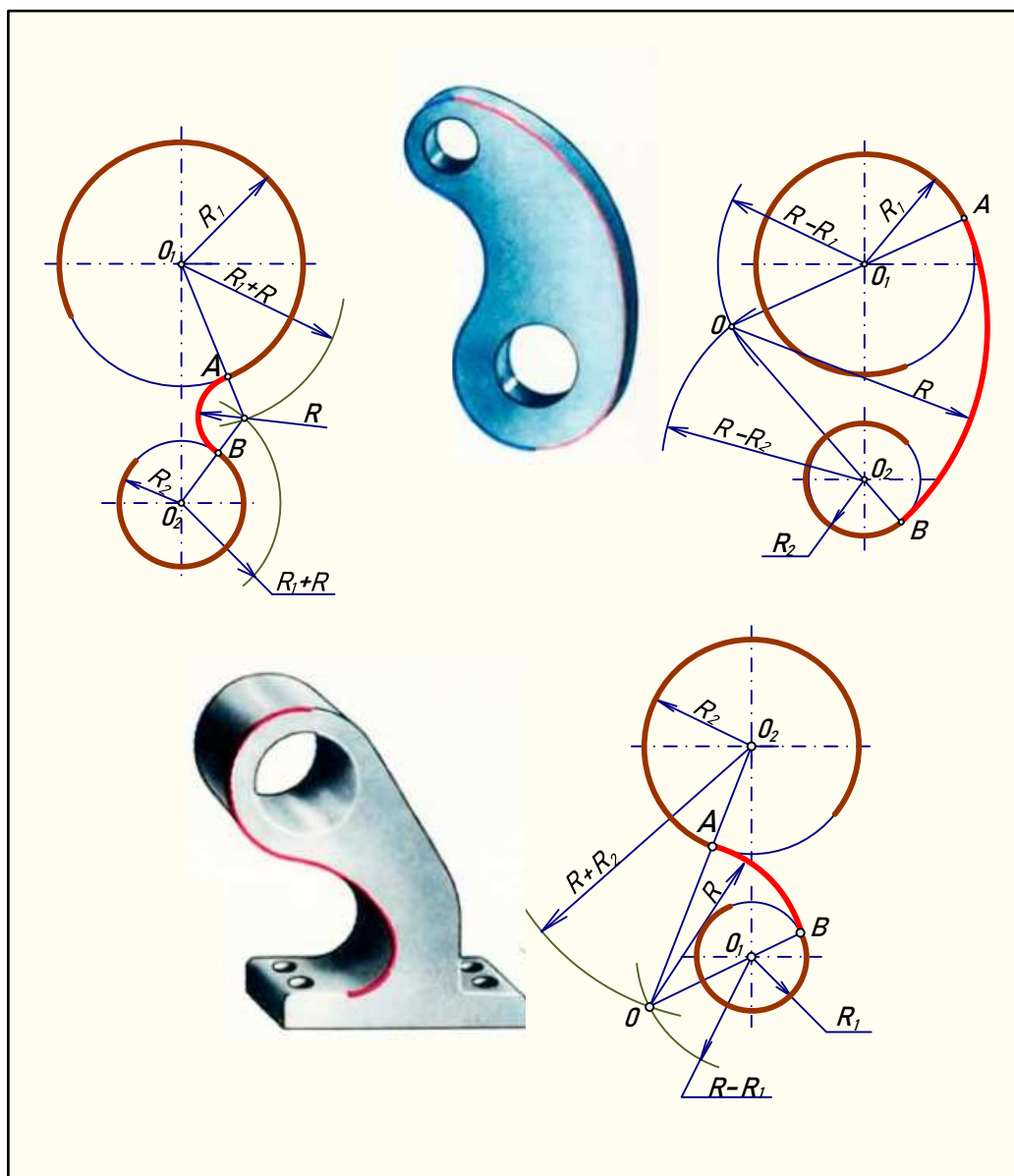
1. R_1 мен R_2 радиустарының шеңбері R доға радиусымен сырттай түйіндесуі 4.7-суреттің біріншісі.

O доға түйіндесу центрі O_1 мен O_2 центрінен жүргізілген, радиустары $R+R_1$ и $R+R_2$ болып табылатын қосымша доғалардың қиылысқан тұсынан табылады. A мен B түйіндесу нүктелері OO_1 мен OO_2 түзулерінде жатады.

2. R_1 и R_2 радиустарының шеңберін R радиусты доғамен іштей түйіндесуі 4.7-суреттің екіншісі.

O доға қиылысуынан ортасын O_1 мен O_2 ортасынан жүргізілген, радиустары $R-R_1$ и $R-R_2$ болып табылатын қосымша доғалардың қиылысқан тұсынан табады. A мен B түйіндесу нүктелері OO_1 мен OO_2 түзулерінде жатады.

R_1 и R_2 радиустарының шеңберін R радиусты доғамен аралас түйіндесуі. Бұл жерде үлкен шеңберде сырттай түйіндесу, ал кіші шеңберде іштей түйіндесу орындалған 4.7-суреттің үшіншісі. Қосымша 9 нұсқалар берілген. Қосымша 2-де нұсқалар берілген.



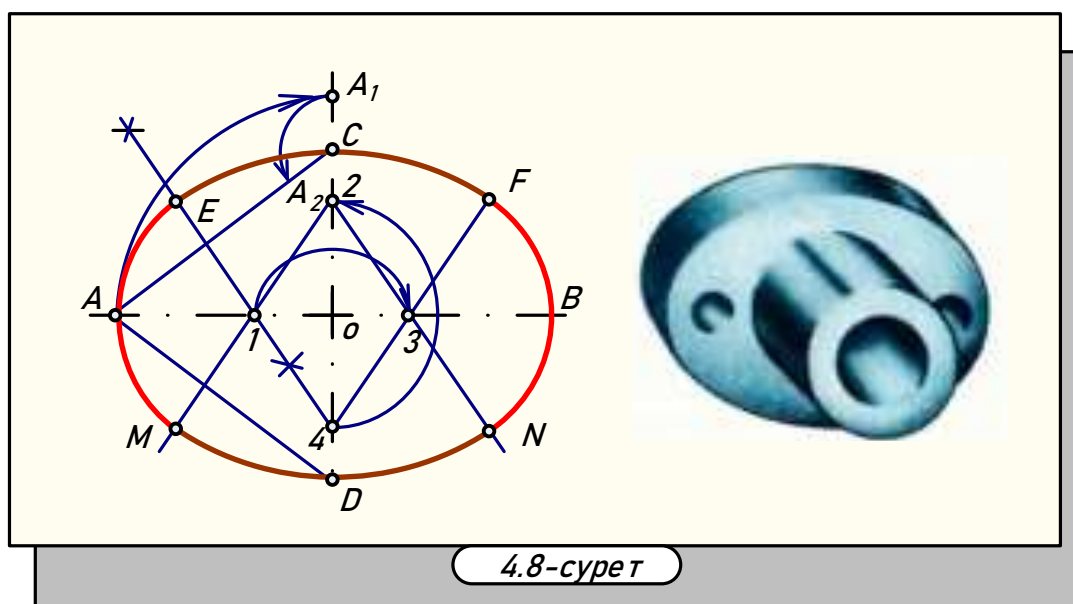
4.7-сурет

4.7. Циркульмен салынатын қисықтар

Циркульдың көмегімен сызылған және өзара түйіндесу доғалар овал деп атаймыз. Ондай сызықтарды техникалық сызбаларды орындаған кезде кеңінен қолданады.

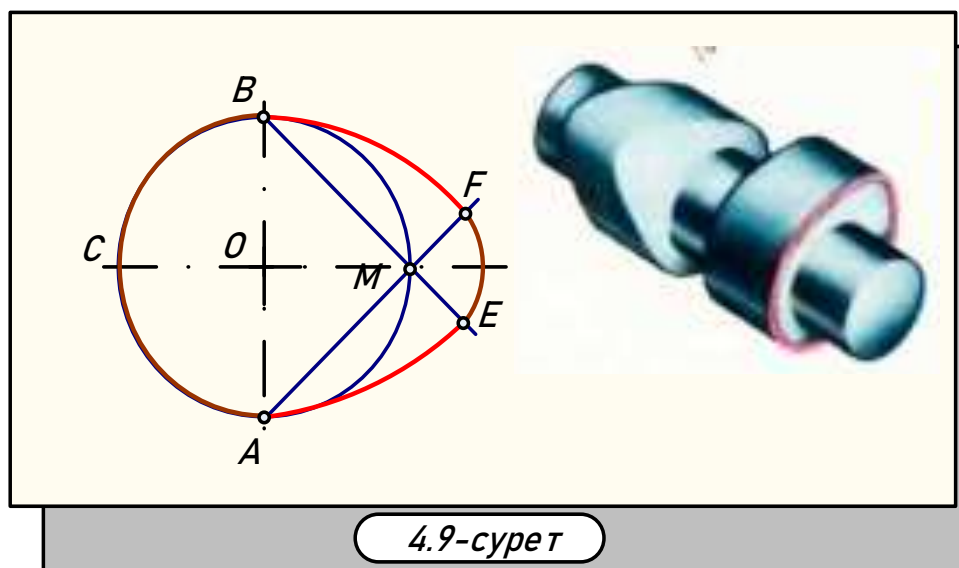
Берілген осьтер бойынша овалды салу. Овал деп шеңбердің доғаларымен өзара түйіндескеннен пайда болған симметрияның бір немесе екі осьті тұйық, овал сызықтарын айтамыз. Овалды төрт центр бойынша сызады.

4.8-суретте берілген осьтер бойынша овал қалай салу керектігі келтірілген. Үлкен осьтің жартысына тең болатын радиуспен O осінің қиылысу нүктесінен кіші оське дейін шеңбер доғасын жүргіземіз. A_1C тілігі жарты осьтің айырмашылығы болып табылады. AC түзу осінің ұштарын қосамыз және оған A_1C -ға тең келетін CA_2 тілікті саламыз. Түзудің қалған бөлігін (AA_2 кесіндісін) теңге бөлеміз және бұл кесіндінің центрі арқылы 1 нүктесіндегі көлденең осьпен қиылысқанша, 4 нүктесіндегі тік осьпен қиылысқанша перпендикуляр жүргіземіз. 1 мен 4 нүктелері, сонымен қатар оларға симметриялы 2 мен 3 нүктелері овал шеңберлі доғаның центрі болып табылады. E, F, N, M түйіндесу нүктелері осы сызықтардың ортасында болады.



4.8-сурет

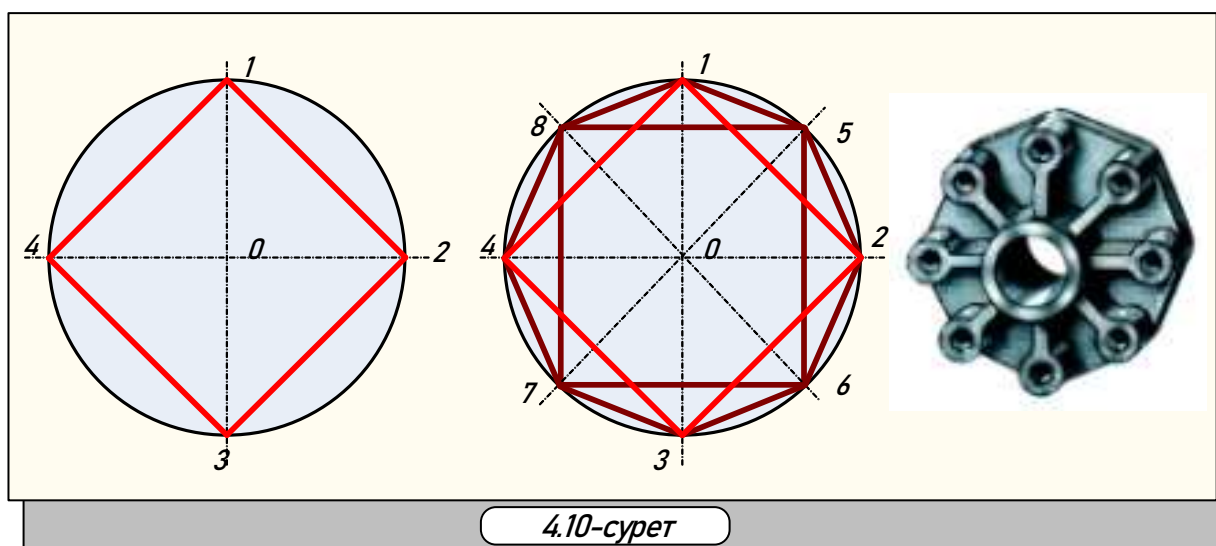
Бір симметриялы осьті овал 4.9-сурет. Бұндай осьті былайша саламыз. Алдымен өзара перпендикуляр түзулерді саламыз. O қиылысу нүктесінен шеңбер саламыз. A мен B нүктелерін M нүктесімен қосамыз. Овалдың жиегін былайша сызамыз. Алдымен овалдың жоғарғы бөлігін салып аламыз – OA радиусының жарты шеңбері. Сосын A мен B нүктелерінен $BE = AF$ радиусты түйіндесу доғаларын саламыз. Овалдың жиегі EM радиусының шеңбермен түйікті болады.



4.9-сурет

4.8. Шеңберлерді бірдей бөлікке бөлу

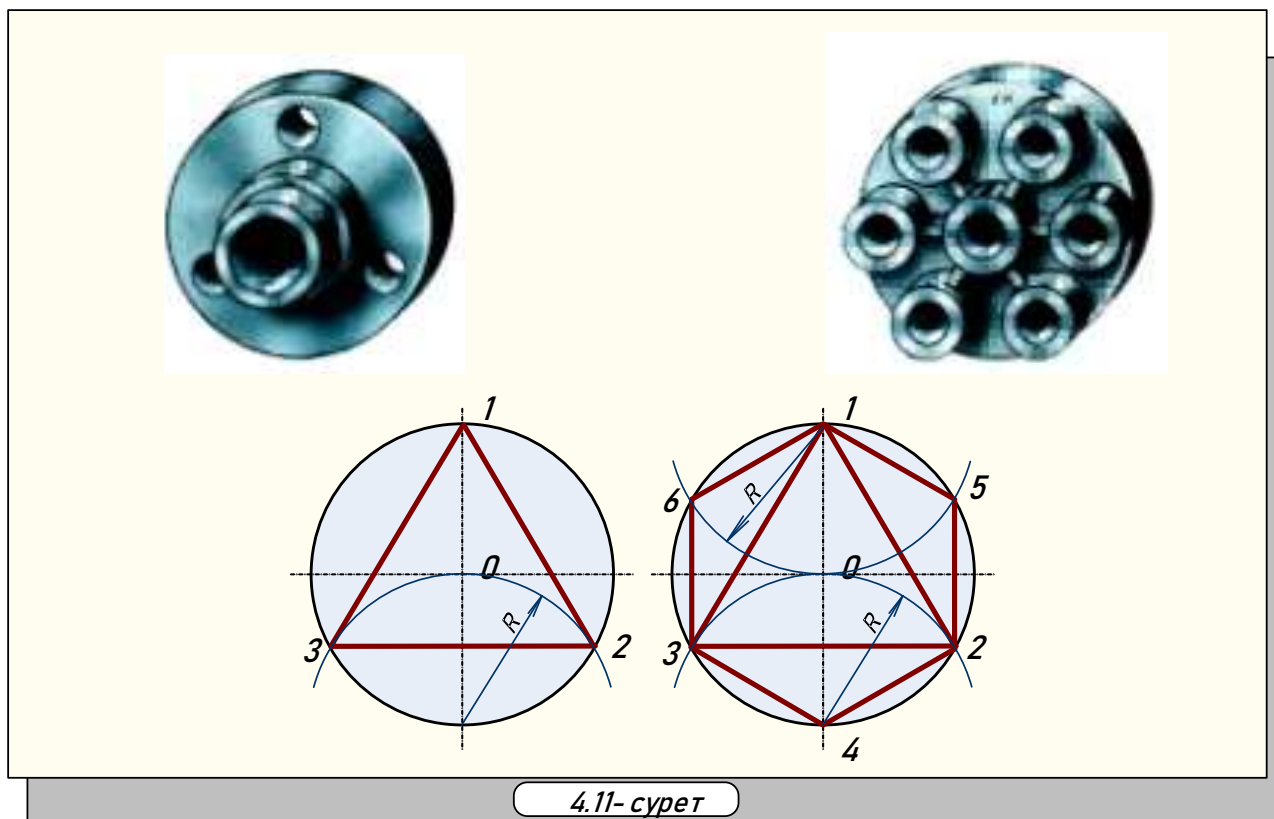
Шеңберді тең төрт бөлікке бөлу. Алғашқы тәсілі төмендегідей жолмен орындалады. Радиусі R болатын шеңбер берілген. Осы шеңберді ось сызықтары 1, 2, 3, 4 нүктелерінде қиып өтеді. Егер табылған нүктелерді өзара қосып біз тең бүйірлі төртбұрыш саламыз, ал шеңберді тең сегіз бөлікке бөлу 4.10-суретте көрсетілген.



4.10-сурет

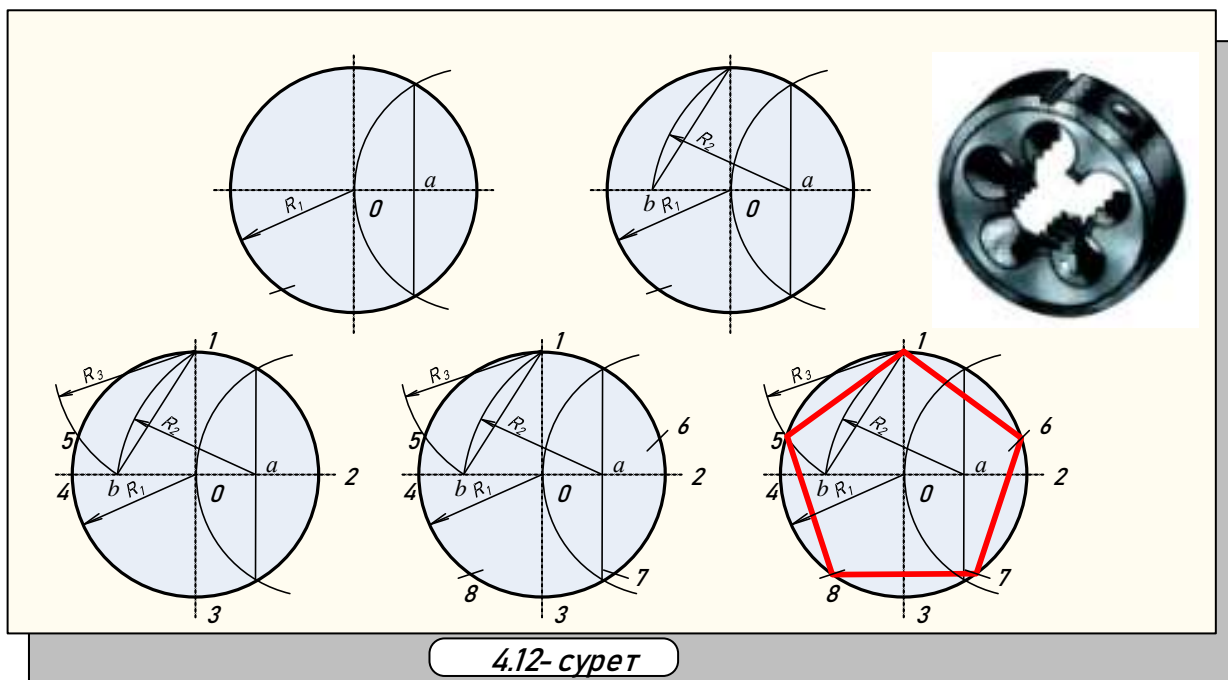
Шеңберді тең үш бөлікке бөлу үшін радиусі R болатын 4-ші нүктеден радиусі R доға жүргіземіз, шеңбермен қиылысқан 3,5 нүктелерді белгілеп қосамыз да тең бүйірлі үшбұрыш сызлады, Бұрыштардың бұрыштық шамасы 60° градус тең болады. Ал шеңберді тең алты бөлікке бөлу үшін радиусі R

болатын $1,4$ ші нүктелерден радиусі R доға жүргізіп, шеңбермен қиылысқан $2,3,5,6$ нүктелерін белгілеп қосамыз 4.11-суретте көрсетілген.



4.11-сурет

Шеңберді тең бес бөлікке бөлу үшін, радиусі $R1$ болатын шеңбер сызып, осы шеңбердің ось сызықтары қиып өткен $1, 2, 3, 4$ нүктелерін белгілеп, 2 нүктесінен радиусі $R1$ болатын доға жүргіземіз. Бұл доға шеңберді A және B нүктелерінде қиып өтеді. Табылған K және L нүктелерін өзара түзу сызықпен қоссақ, бұл түзу шеңбердің $O2$ осін a нүктесінде қиып өтеді. Осы нүктені келесі доғаның ортасы етіп алып, 1 нүктесінен радиусі $R2$ болатын доға жүргіземіз. Бұл доға шеңбердің $O4$ осін b нүктесінде қиып өтеді. Енді ортасы 1 нүктесі болатын b нүктесінен өтетін радиусі $R3$ болатын доғаны сызамыз. Радиусі $R3$ болатын доға шеңберді 5 нүктесінде қиып өтеді. Енді осы шеңбердің 5 нүктесінен радиусі $R3$ болатын доға жүргізсек, шеңберді $6, 7$ және 8 нүктелерінде қиып өтеді. Табылған нүктелерді өзара қосып, біз тең бүйірлі бес бұрыш саламыз 4.12-сурет.



4.12- сурет

Бақылау сұрақтары

1. Геометриялық салулар дегеніміз не?
2. Перпендикуляр түзулердің қандай түрлері бар?
3. Көлбеулік дегеніміз не?
4. Конустық дегеніміз не?
5. Түйіндесу дегеніміз не?
6. Параллель сызықтар өзара қалай түйіндеседі?
7. Перпендикуляр сызықтар өзара қалай түйіндеседі?
8. Қиылысатын сызықтар өзара қалай түйіндеседі?
9. Екі шеңбер өзара қалай түйіндеседі?
10. Түзу сызықтар мен шеңберлер өзара қалай түйіндеседі?
11. Овал дегеніміз не?
12. Овалдың қандай түрлері бар?

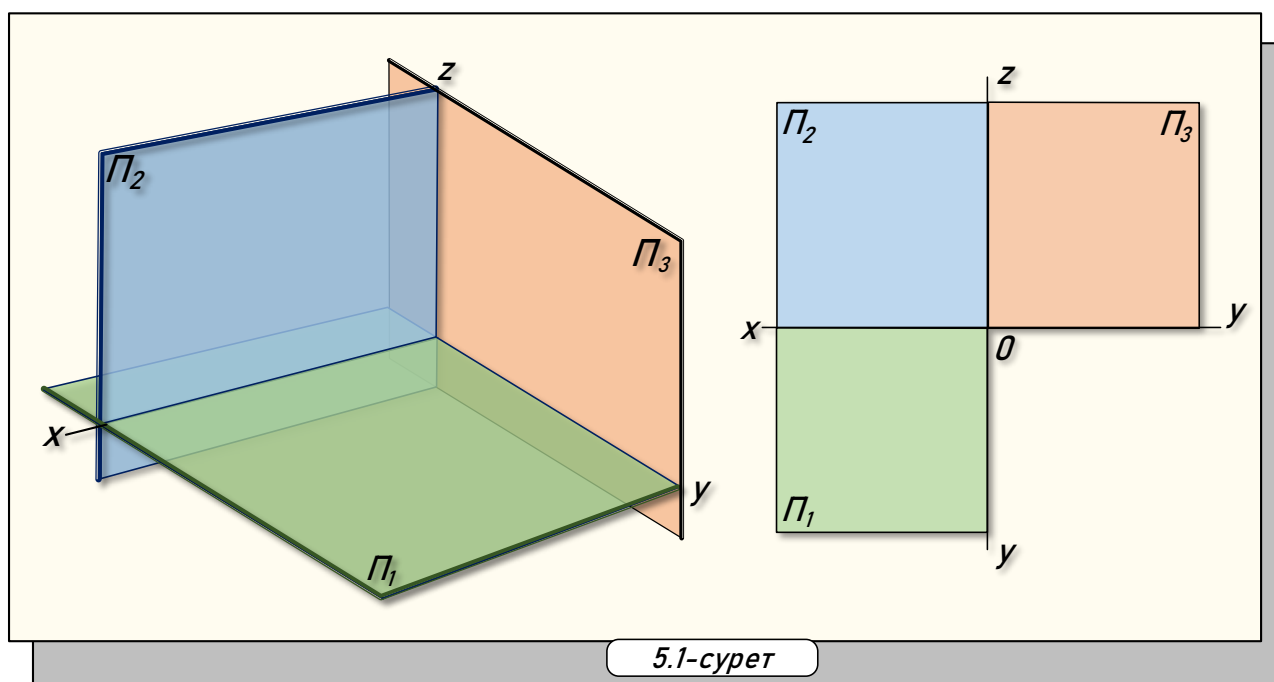
5.1. МЕСТ 2.305-68 Көрініс, тілік және қима

МЕСТ 2.305-68 «Конструкторлық құжаттардың бірыңғай жүйесі. «Көріністер» - кескіндерге, қималарға және тіліктерге анықтама берген, оларды орындаудың ережелерін және өндіріс пен құрылыстың барлық салаларындағы сызбаларда оларды орналастырудың тәртібін тағайындаған.

Проекция жазықтықтарында тікбұрыштап проекциялау әдісінің көмегімен алынған нәрсенің проекциялары, машина жасау сызбаларында кескіндер деп аталады.

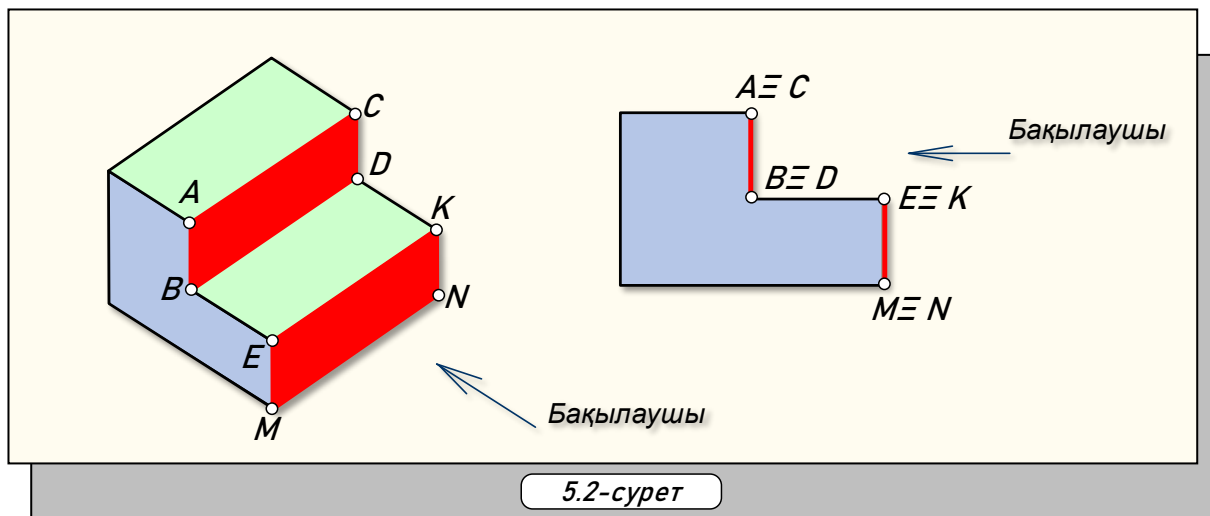
Нәрсенің кескіндерін алу әдісі Еуропалық және Америкалық болып екіге бөлінеді. Еуропалық әдіс еуропа мемлекеттерімен қоса қазіргі ТМД елдерінде де қолданылады. Америкалық әдіс АҚШ, Англия, Голландия, Канада және көптеген Америка мемлекеттерінде пайдаланылады.

Нәрсенің кескіндерін алу әдісінің еуропалық және америкалық болып екіге бөлінуі, тік бұрыштап проекциялаудың қай октантта орындалуына байланысты. Америкалық әдісте нәрсенің кескіні VII – октантта орындалады. Ал еуропалық әдісте нәрсенің кескіні I-октантта орындалады 5.1-суреттер.



Көрініс деп, кеңістіктегі нәрсенің бақылаушыға көрінетін бетін айтады.

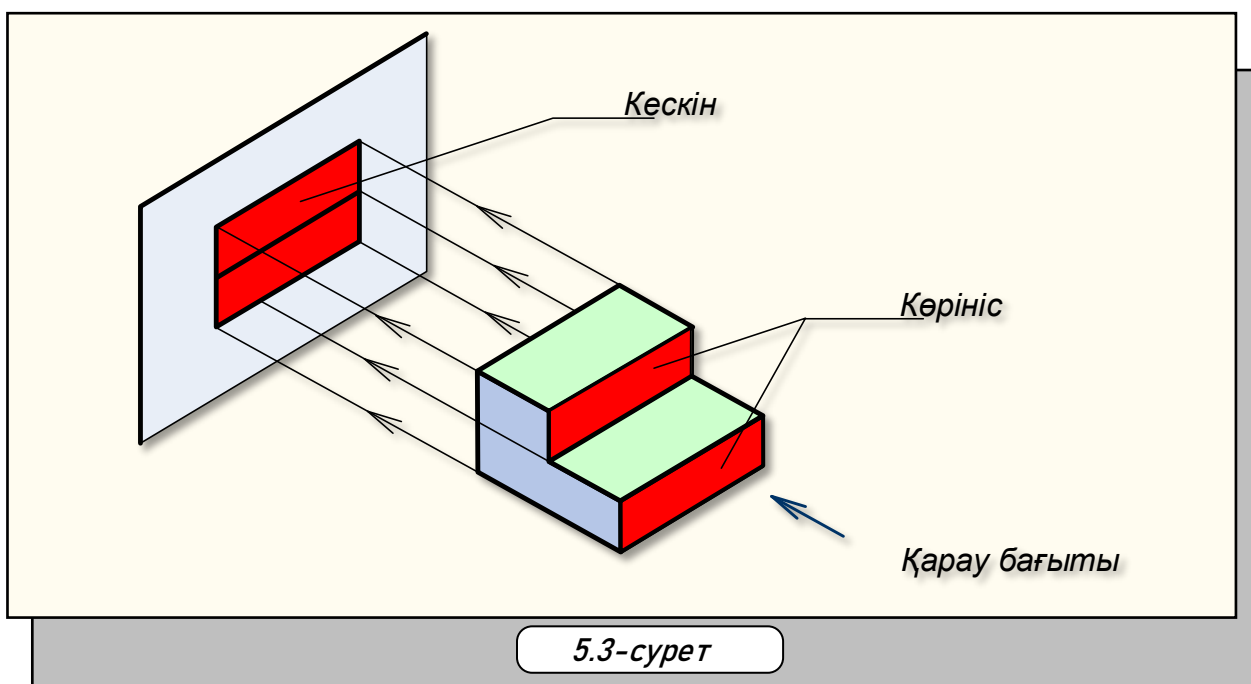
5.2-суретте кеңістіктегі нәрсенің $ABDC$ және $EKNM$ беттері бақылаушыға көрінеді. Сондықтан бұл беттер нәрсенің көрінісі болады.



5.2-сурет

МЕСТ 2.305-68 бойынша нәрсенің көріністері кескінделу мазмұнына байланысты үшке бөлінеді: 1) Кескін; 2) Тілік; 3) Қима.

Кескін – нәрсе бетінің тік бұрыштап проекциялау әдісі бойынша жазықтыққа түсірілген көрінісі 5.3-сурет.



5.3-сурет

МЕСТ 2.305-68 талаптары бойынша кескінде нәрсенің пішіні, өлшемдері және нәрсені жасауға, оны тексеруге қажетті барлық мәліметтер қамтылуы керек.

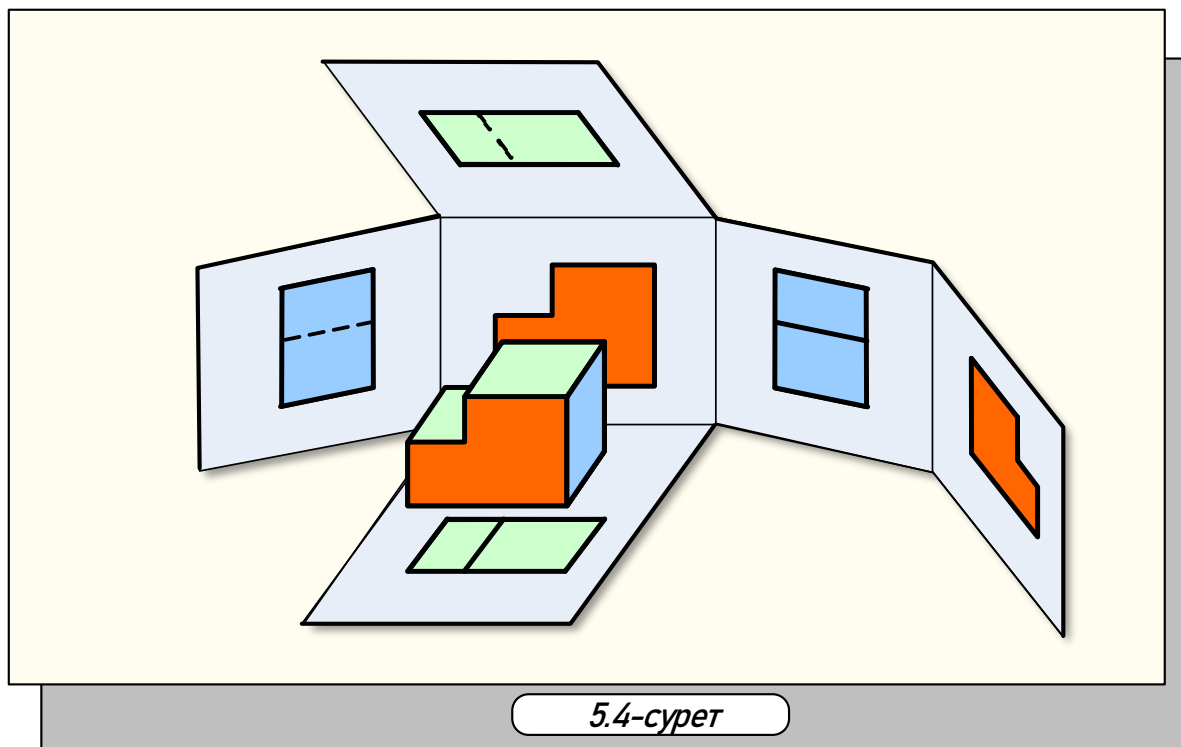
Кескіндер жазық бетте орындалу ережесіне байланысты үшке бөлінеді.

1. Негізгі, қосымша, жергілікті.

Негізгі кескіндер. Негізгі кескіндер деп, 1-октантта алынған нәрсенің кескіндерін айтады.

Нәрсенің барлық жағының кескіндерін алу үшін аппараты, 1-октантты қосымша деңгейлік проекция жазықтықтарымен (Π_1, Π_1, Π_1) толықтырады 5.4-сурет.

Проекция жазықтықтарын «кеңістіктік проекциялау аппараты» дейді. Кеңістіктік проекциялау аппаратынан жазық сызба алу үшін проекция жазықтықтарын көрсетілген бағытта проекция остерінен айналдыра бұрып Π_2 жазықтығымен беттестіреді.

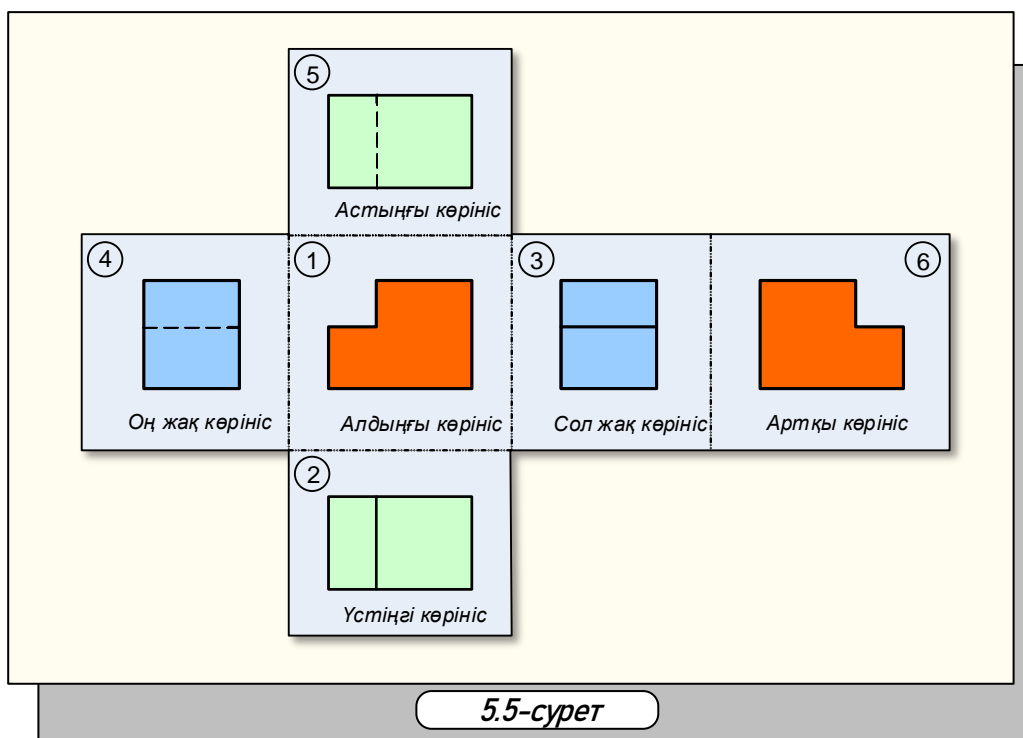


5.4-сурет

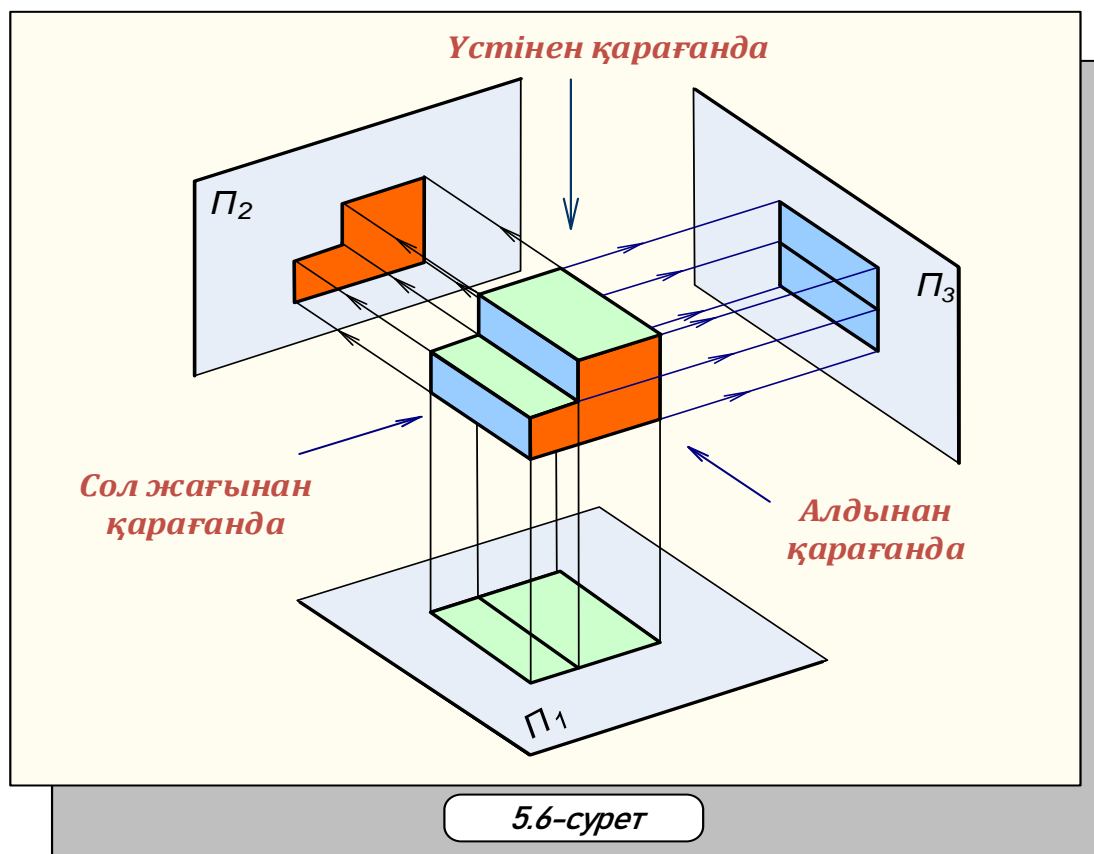
Стандарт бойынша негізгі кескіндердің төмендегідей алты түрі тағайындалған:

1	Алдыңғы кескін (басты көрініс).	4	Оң жақ кескін;
2	Үстіңгі кескін;	5	Астыңғы кескін;
3	Сол жақ кескін;	6	Артқы кескін;

Алдыңғы кескін фронталь проекция жазықтығында (Π_2) алынады. Сол жақ кескін профиль проекция жазықтығында (Π_3) үстіңгі кескін горизонталь проекция жазықтығында (Π_1) алынады. Оң жақ кескін – қосымша енгізілген төртінші жазықтығында, астыңғы кескін – қосымша енгізілген бесінші жазықтығында, ал артқы кескін – қосымша енгізілген алтыншы жазықтықта орналасады 5.5-сурет.



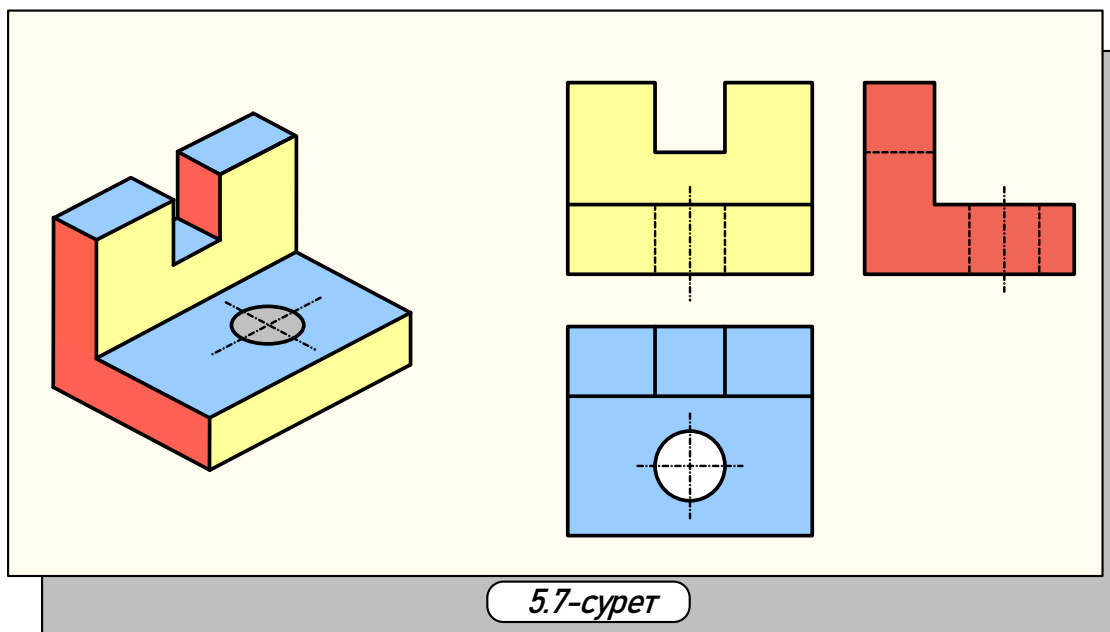
Кескіннің аттары нәрсеге қай жағынан қарау керектігін, яғни қарау бағытын білдіреді. Мысалы: «Алдыңғы кескін» деп затты алдынан қарағанда, «сол жақ кескін» заттың сол жағынан қарағанда және «үстіңгі кескін» заттың үстіңгі жағынан қарау керек деген түсінікті білдіреді 5.6-сурет.



Нәрсенің алдыңғы кескіні **«басты кескін»** деп аталады. Басты кескін дейтін себебі, алдыңғы кескінде нәрсенің пішіні, құрылысы және өлшемдері неғұрлым толық қамтылады. Нәрсенің басты кескінін дұрыс таңдай білу сызбалардың сауатты орындалуына әсер етеді. Басты кескініне байланысты нәрсенің басқа кескіндері сызылады.

Нәрсенің сызбадағы кескіндерінің санын азайту үшін, кескінде нәрсенің көрінбейтін бөліктерін тізбек (штрих) сызықпен көрсетеді 5.7-сурет.

Қосымша 3-те нұсқалар берілген.



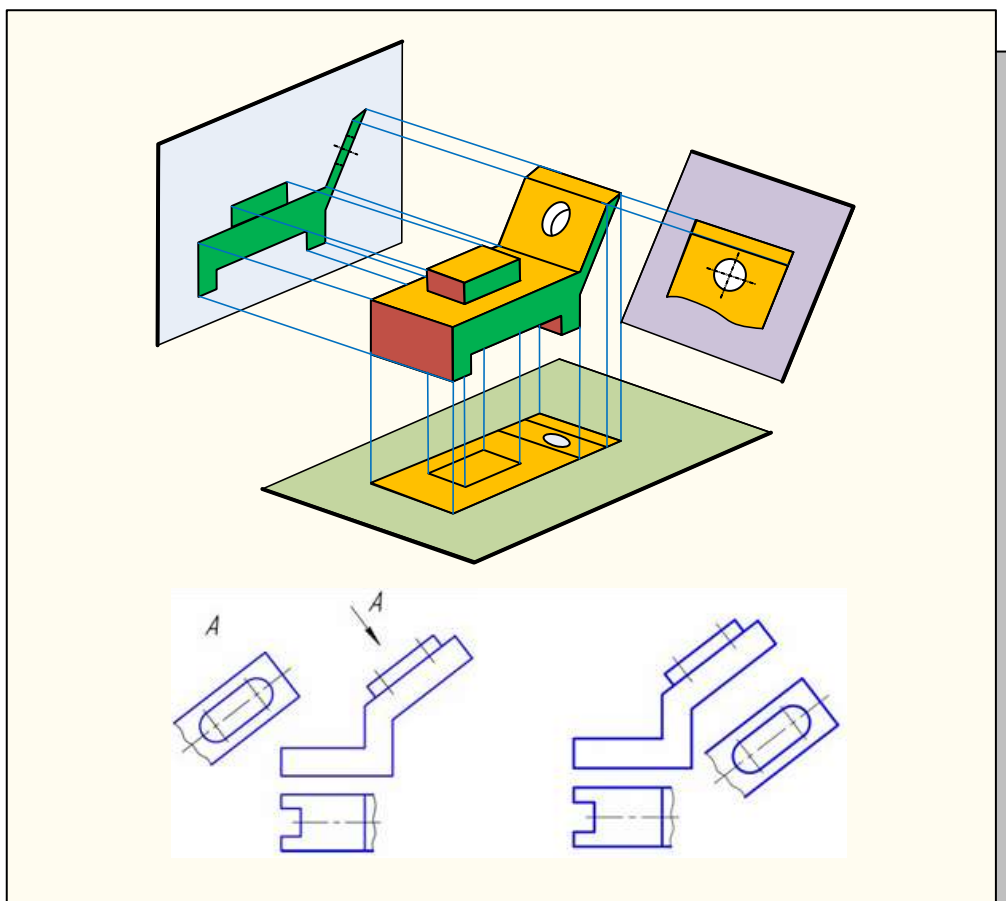
Нәрсенің кескіндерін орындаған кезде сызбаға қойылатын талаптар:

1. Нәрсенің басты кескінін дұрыс таңдап алу керек;
2. Сызбадағы нәрсе кескіндерінің саны мейлінше аз болуы керек (кескіндердің санының аздығы нәрсенің пішіні мен құрылысын, өлшемдерін анықтауға нұқсан келтірмеуі керек);
3. Кескіндердің арасындағы проекциялық байланыс сызықтары қатаң сақталады, бірақ сызылып көрсетілмейді;
4. Алдыңғы кескін фронталь проекция жазықтығына, үстіңгі кескін горизонталь проекция жазықтығына, сол жақ кескін профиль проекция жазықтығына орындалады.

Қосымша кескін. Негізгі проекция жазықтықтарына өзгеріп түсетін нәрсенің немесе оның бөлігінің пішіні мен өлшемдерін нақты шамасына кескіндеу үшін қосымша кескіндер қолданылады.

Қосымша кескін деп, негізгі проекция жазықтықтарына параллель емес қосымша жазықтыққа проекциялау арқылы алынған, нәрсенің немесе оның бөлігінің кескінін айтады.

Қосымша кескін негізгі проекция жазықтықтарына параллель емес қосымша жазықтықта, проекция жазықтықтарын алмастыру әдісінің көмегімен алынады 5.8-суреттер.



5.8- сурет

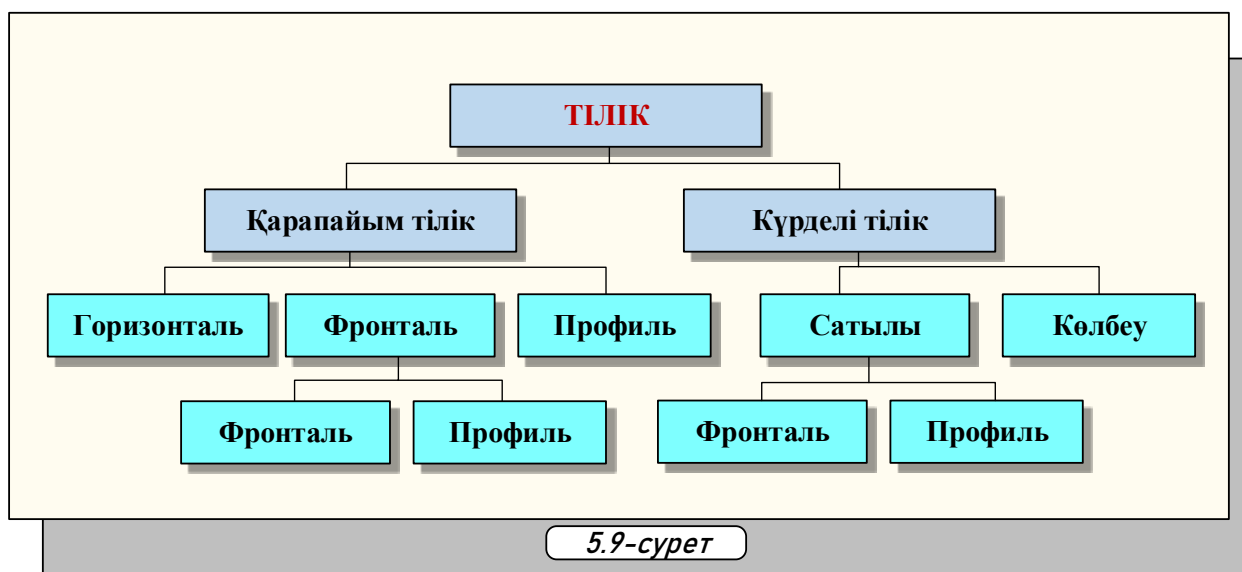
5.2. Тілік

Заттардың көзге көрінбейтін ішкі сызықтарын сызбада штрих сызықтармен көрсетеді. Алайда бұл сызықтар бөлшектің қалпын анық көрсете алмайды, кейде жиек сызықтардың көлеңкесінде қалып қояды. Сонымен қатар, штрих сызықтардан өлшем алынбайды. Бөлшектің ішкі қалпын көрсету үшін тіліктер қолданылады. Тіліктердің түрлері 5.9-суретте көрсетілген.

Қиюшы жазықтық деп, нәрсені ойша қиятын көмекші жазықтықты айтады. Бұл жазықтыққа түсетін кескінді қима немесе қима фигурасы дейді.

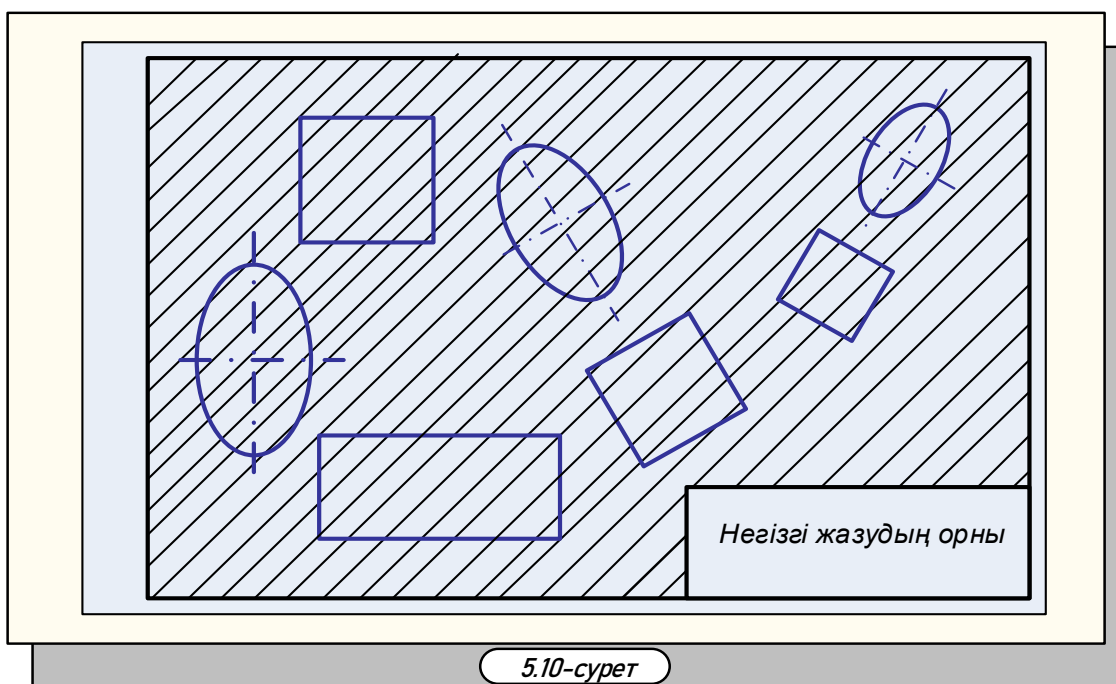
Тілікті орындау. Тілікті орындаған кезде қиюшы жазықтық пен бақылаушының арасындағы нәрсенің бөлігі ойша алынып тасталады. Сызбада қиюшы жазықтықтағы қима фигурасы мен қиюшы жазықтықтың арғы жағындағы нәрсе көрінісі кескінделеді.

Тілік деп ойша бір немесе бірнеше жазықтықпен қиылған заттың бейнесін айтамыз. Тілікте қиятын жазықтықтағы және оның ішіндегі нәрсені ғана көрсетеді. Басқаша айтсақ, тілік біз меңгерген қимадан және қиятын жазықтықтың артындағы нәрседен тұрады.



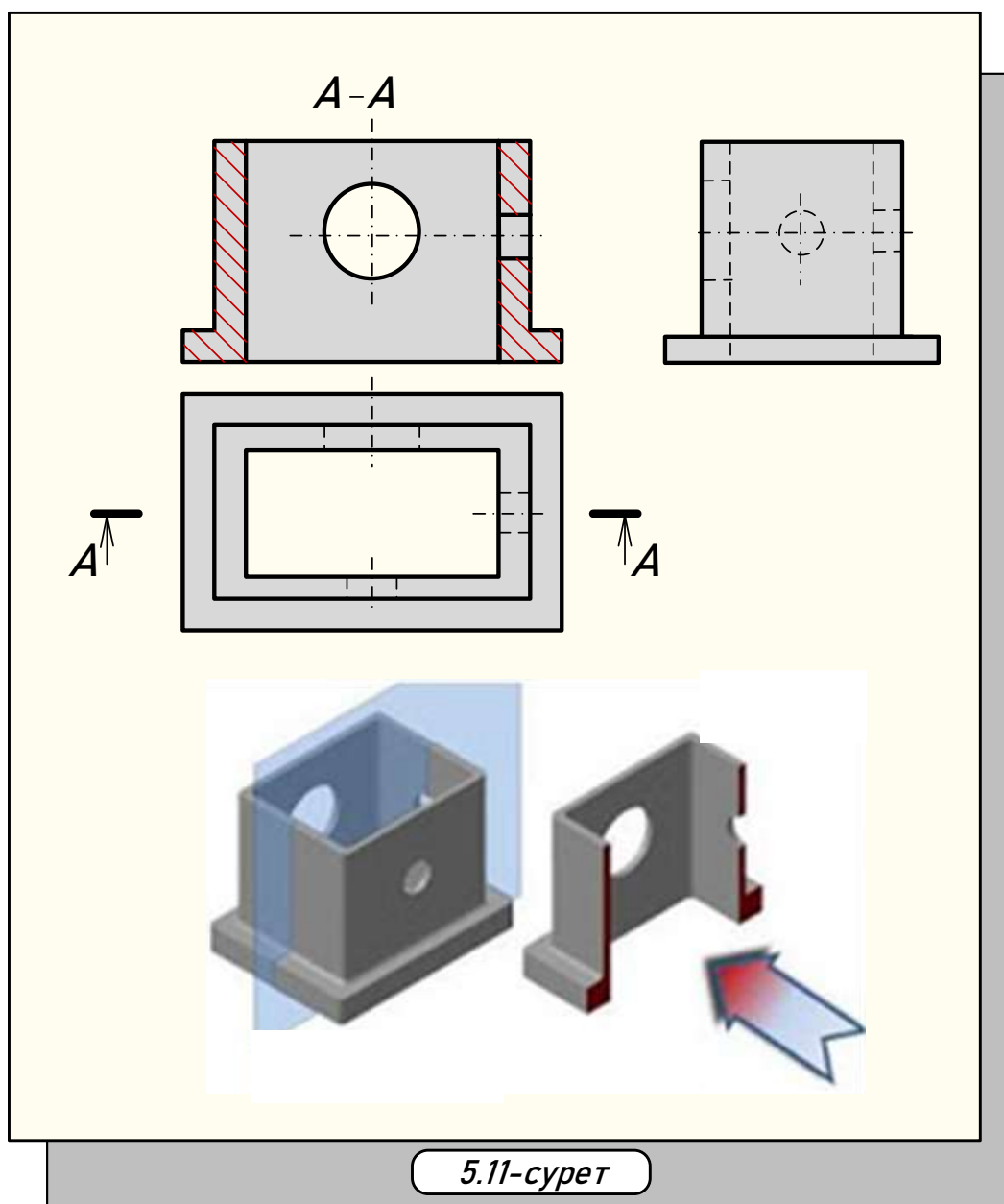
Қиятын жазықтардың санына қарай олар екіге бөлінеді: қарапайым – бір қиятын жазықтық болған жағдайда; күрделі – бірнеше қиятын жазықтық болған жағдайда.

Сызбаға көрнекілік беру үшін қималарды штрихтайды. Штрихтау жіңішке параллель сызықтармен рамканың сызығына 45° бұрыш жасай отырып сызылады 5.10-сурет. Егер бөлшектің жиегіндегі сызық немесе осьтік сызық рамка сызығына 45° бұрыш жасай отырып орналасқан болса, онда штрихтау сызығының көлбеулігі 30° немесе 60° деп алу керек. Штрихтау сызығының арасындағы арақашықтық осы бөлшектің барлық қималары үшін бірдей болу керек және штрихтау алаңына қарай 1-ден 3 мм-ге дейінгі аралықта таңдалады.

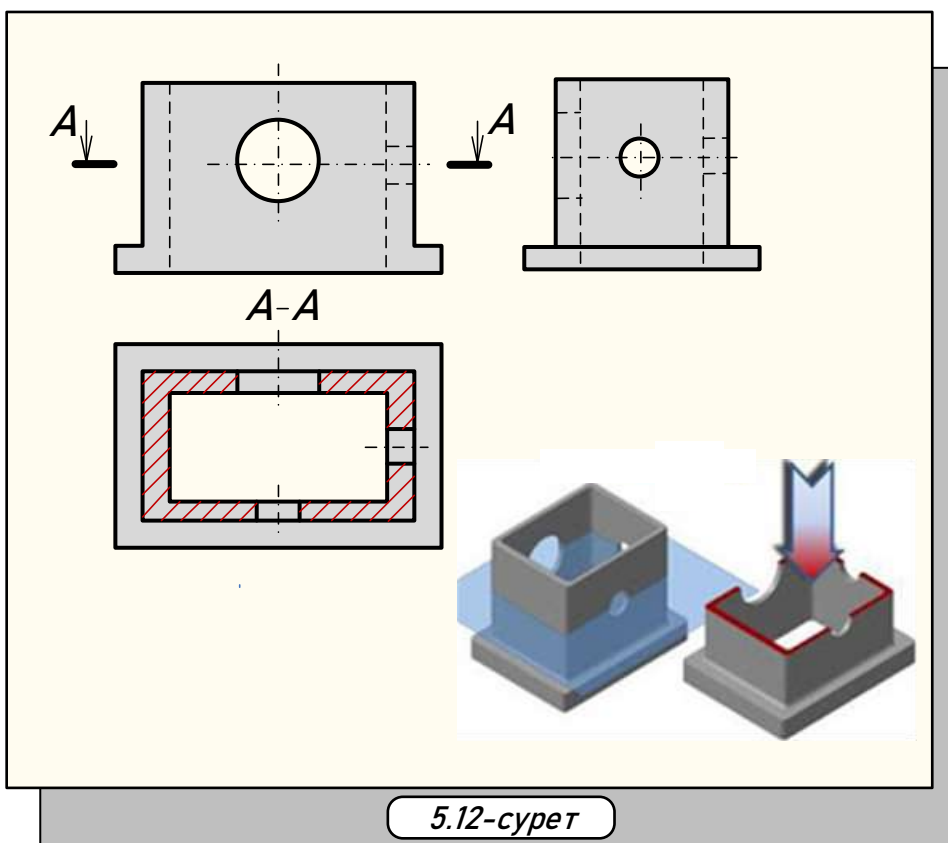


5.3. Қарапайым тілік

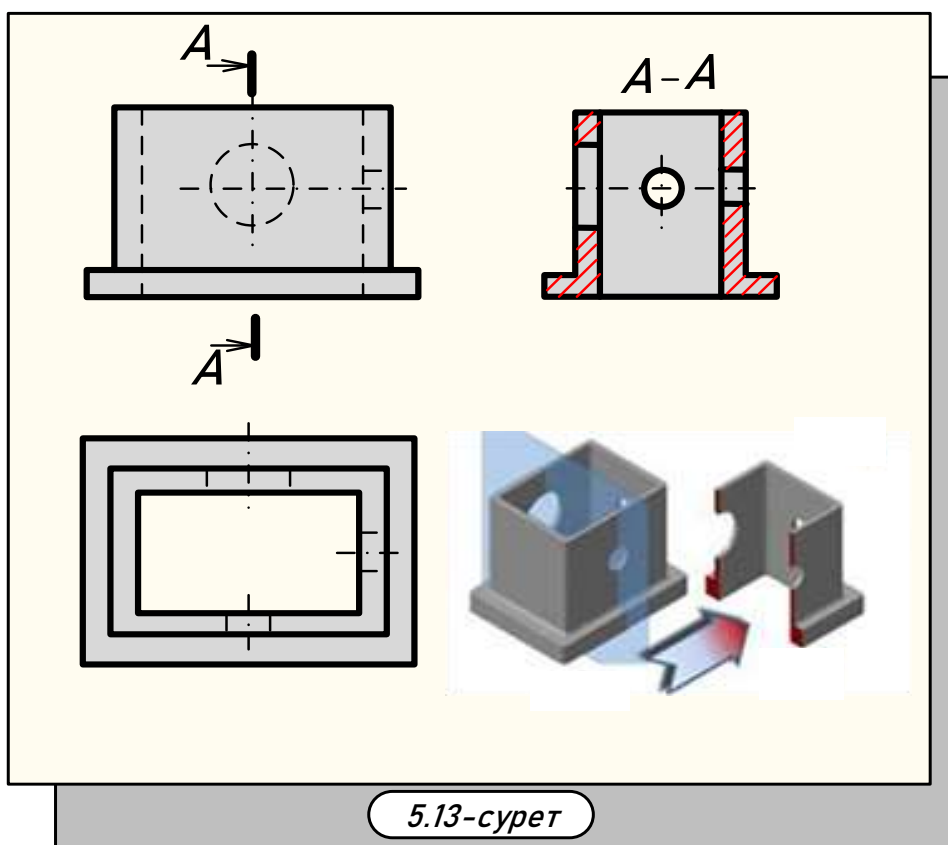
Қиятын жазықтықтардың проекция жазықтығына қатысты орналасуына байланысты горизонталь, фронталь және профиль тіліктерге бөлінеді. Фронталь тілікте қиятын жазықтық фронталь проекция жазықтығына параллель болады. Тілік алдыңғы көріністе орындалады 5.11-сурет.



Горизонталь тілікте қиятын жазықтық горизонталь проекция жазықтығына параллель болады, онда тілік үстіңгі көріністе орындалады 5.12-сурет.



Егер қиятын жазықтық профиль проекция жазықтығына параллельді болса, онда профиль тілігі деп аталып, сол жақ көрінісіне орындалады 5.13-сурет.



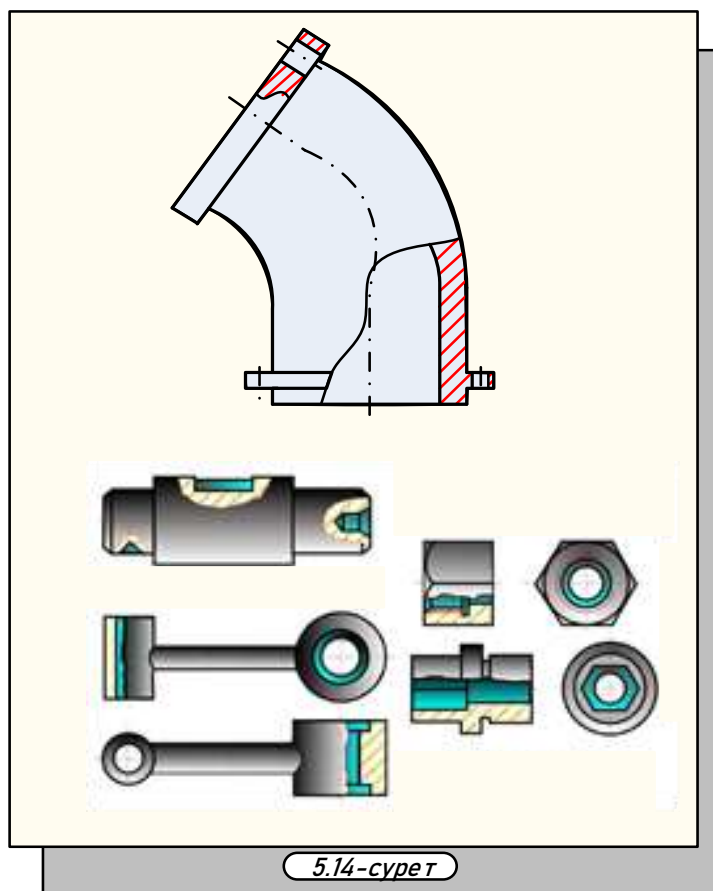
5.4. Жергілікті тілік

Заттың жеке шектелген бөлігінің құрылысын айқындайтын тілікті *жергілікті тілік* деп атайды. Егер заттың кейбір бөліктерінің ішкі немесе жеке элементтерін айқындап көрсету қажет болса, тілік жалпы затқа орындалмай, сол жоғарыда айтылған белгілі бір бөлігіне ғана орындалады.

Жергілікті тілікті көріністе, жіңішке толқынды немесе сынық сызықтармен шектейді, сонымен қатар бұл сызықтар кескіннің басқа сызықтарымен беттеспейді 5.14-сурет. Жергілікті тіліктерді көріністен шығармай, кей жағдайда шығарып көрсетіледі.

Ол үшін төмендегі ережелерді сақтау керек:

- көрініс пен тілік арасындағы шекара болып жіңішке нүктелі үзілме сызықпен сызылған осі табылады.
- көріністің жартысына штрих сызықтар жүргізілмейді.
- бөлшектің элементіне қатысты өлшемді сызықтарды осьтен әрірек салады және бір жағына стрелка қойып шектейді; өлшемін толық көрсетеді.



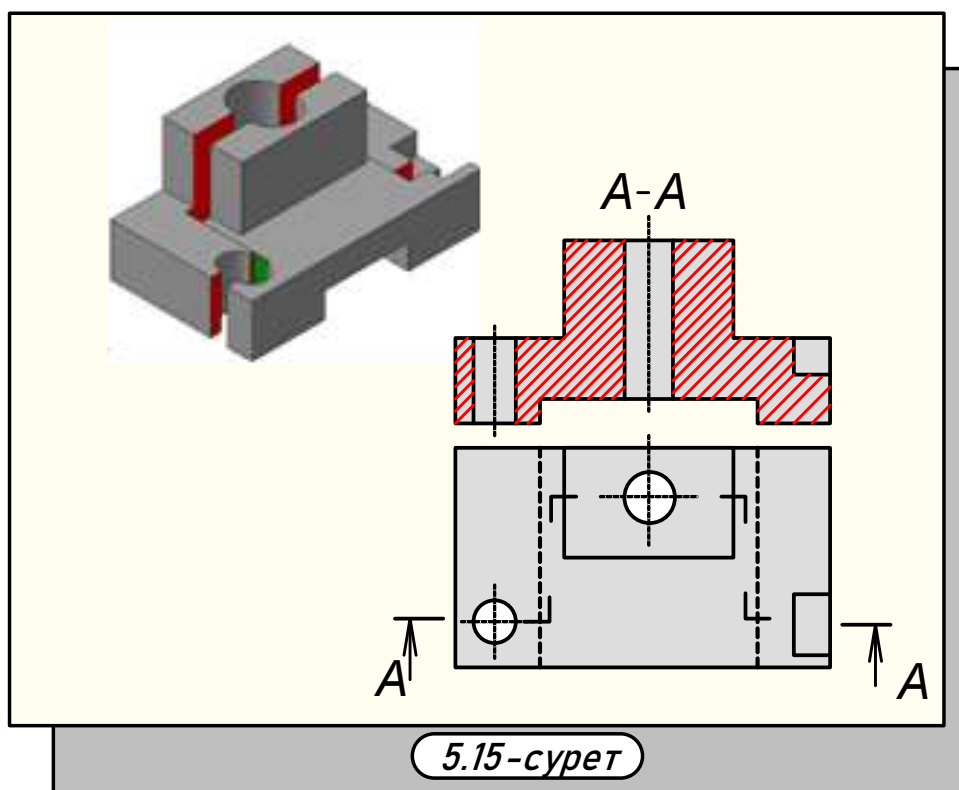
5.5. Күрделі тіліктер

Жоғарыда қарастырылған тіліктер қарапайым тіліктер болып табылады. Егер бөлшектерді суреттеу кезінде қарапайым тіліктермен олардың ішкі құрылысын анықтау мүмкін болмаса, онда бірнеше қиятын жазықтықтарды қолдану арқылы күрделі тіліктерді алады. Егер қиятын жазықтықтар параллельді болса, онда күрделі тілікті сатылы деп атаймыз, ал егер олар қиылысатын болса, онда сынық деп атаймыз.

Қарапайым тіліктерде қиятын жазықтықтарды сызбада қию сызығымен көрсетеді. Қиятын сызық үшін үзік сызықты қолданады.

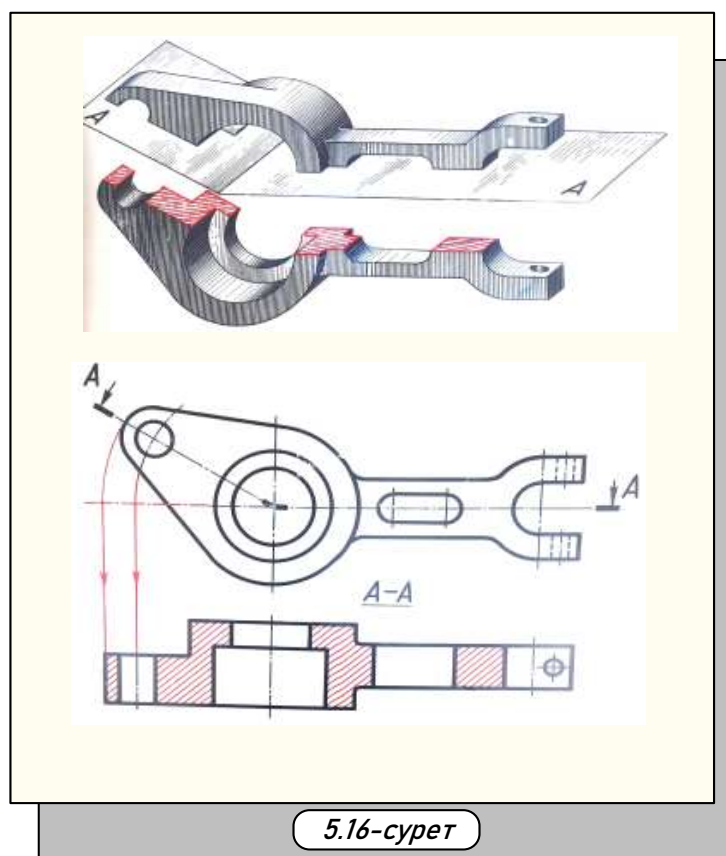
5.6. Сатылы тіліктер

Сатылы тіліктерде қиятын жазықтықтарды шартты түрде бір жазықтықпен, проекциядағы параллельді жазықтықпен қатар жүреді. «Саты» – бір жазықтықтан екінші бір жазықтыққа өту – тіліктің суретінде көрінбейді 5.15, 5.16-сурет. Мұндай тілікті штрихтау үзілмейді және бағытынан өзгермейді. Қосымша 5-те нұсқалар берілген.



5.7. Сынық тілік

Сынық тілік кезінде қиятын жазықтықтарды бір жазықтықта үйлесім тапқанша шартты түрде бұрады. Бөлшек екі қиятын жазықтықпен қиылды. Оның бірі көлденеңінен. Көлбеу қиятын жазықтық солға қарай орналасқан, ол ойша көлденең қиятын сызықпен сәйкес келгенше қиятын жазықтықтардың айналасында айналады. Қиятын жазықтықтармен бірге онда орналасқан бөлшекті қиятын фигура да айналады. Жоғарыдан қарағандағы көріністе аталған бұрылудан кейін қиылған бөлшек берілген. 5.16-суретте бұрылудан кейінгі бөлшектің орнымен байланысты сызық жүргізілген. Мұны сызбада көрсетпейді. Қиятын жазықтықта бұру кезінде оның артында орналасқан заттардың элементін проекция жазықтығына сәйкес проекцияда сызады. Қосымша 6-да нұсқалар берілген.



5.8. Қима

Қималар деп бір немесе бірнеше жазықтықпен затты ойша тілген кезде пайда болған дененің көрінісін айтамыз. Қимада тек қиылған жазықтықта

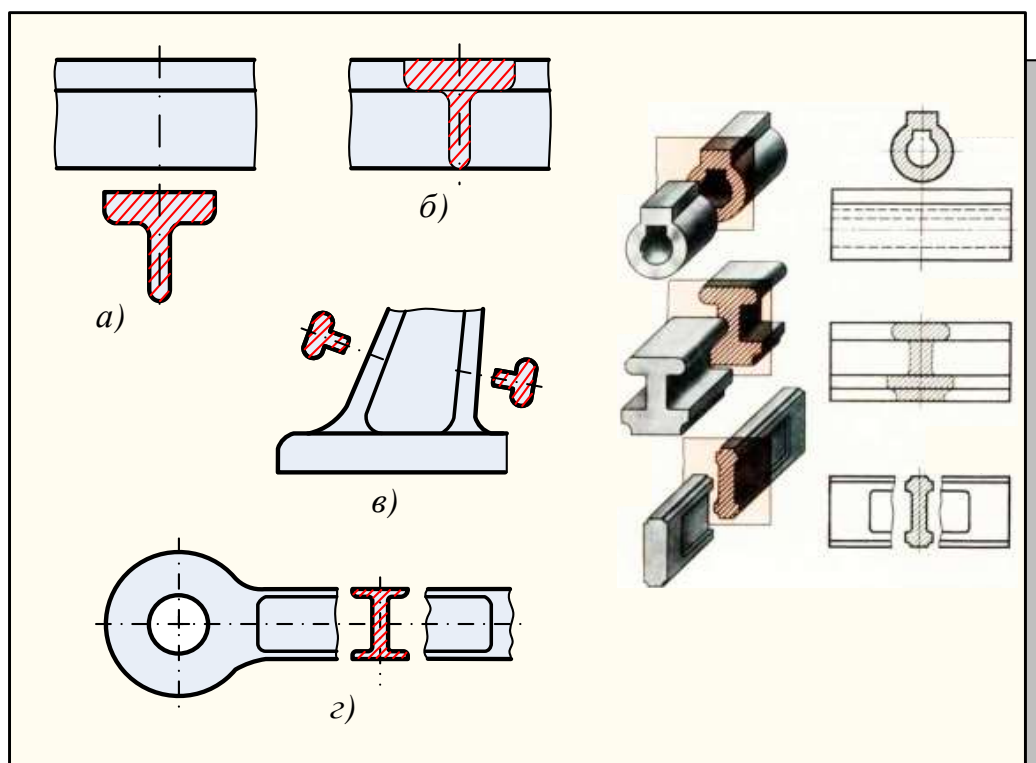
шыққан нәрсе ғана көрсетіледі. Қиятын жазықтық деп бөлшекті ойша қиятын көмекші жазықтықты айтамыз. Қиманы заттың қалпын көрсету үшін қолданылады. Сызбада қима сызықты штрихпен белгілейді.

Қималар екіге бөлінеді: қабаттасқан және оңашаланған.

Қабаттасқан қималар деп сызба көріністерінде орналасқан сызықты айтамыз. Қабаттасқан қиманың жиегін жіңішке сызықпен жүргізіп өтеді.

Оңашаланған қималар деп бөлшек бейнесінің сызығынан тыс орналасқан қиманы айтамыз. Оңашаланған қималарды жуан сызықпен жүргіземіз. Бұл қималар сызба алаңының қай жерінде болса да орналаса алады 5.17-сурет. Қабаттасқан қимасына қарағанда нәрсенің оңашаланған қимасын орындаған тиімді. Оңашаланған қиманы нәрсе кескінінің «үзілген» жерінің арасына, сызбаның кез-келген жеріне, немесе қиюшы жазықтықтың ізіне жалғастырып орындауға болады.

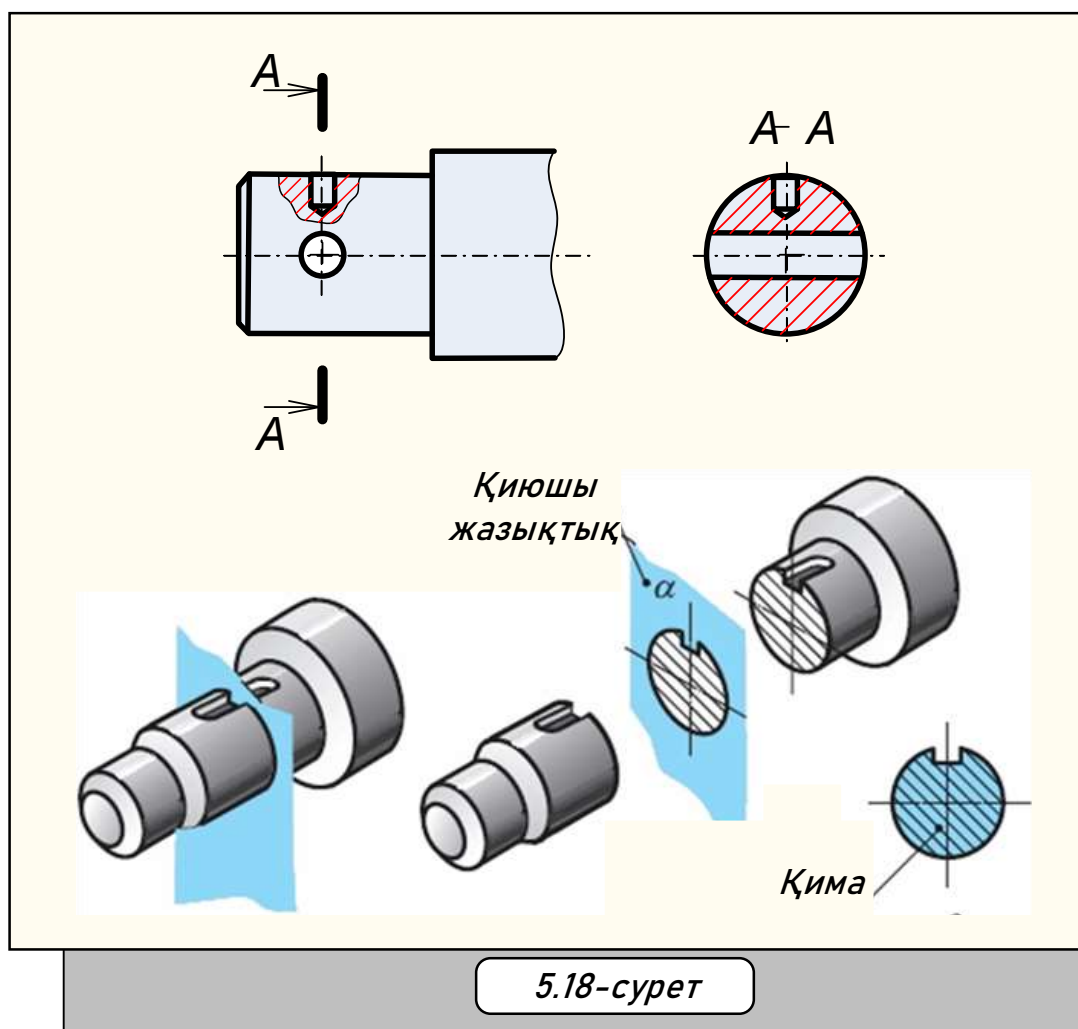
Қабаттасқан қималарға қарағанда оңашаланған қималардың орны бөлек. Егер қабаттасқан қималар мен оңашаланған қималар өзара симметриялы болса, онда оларды әріптермен немесе стрелкалармен белгілейді, ал қиятын сызықты жүргізбейді (симметрия осі оның орнын басады). Басқа жағдайларда қима сызығы ретінде үзік сызықты қолданады. Оның бастапқы және соңғы штрихтары бейненің жиегін қимауы керек. Үзік сызықты штрихтарының қалыңдығы s -тен $1,5s$ -ке дейін (s – негізгі жиектің сызығының қалыңдығы), ал ұзындығы – 8-ден 20 мм-ге дейін алынады.



5.17-сурет

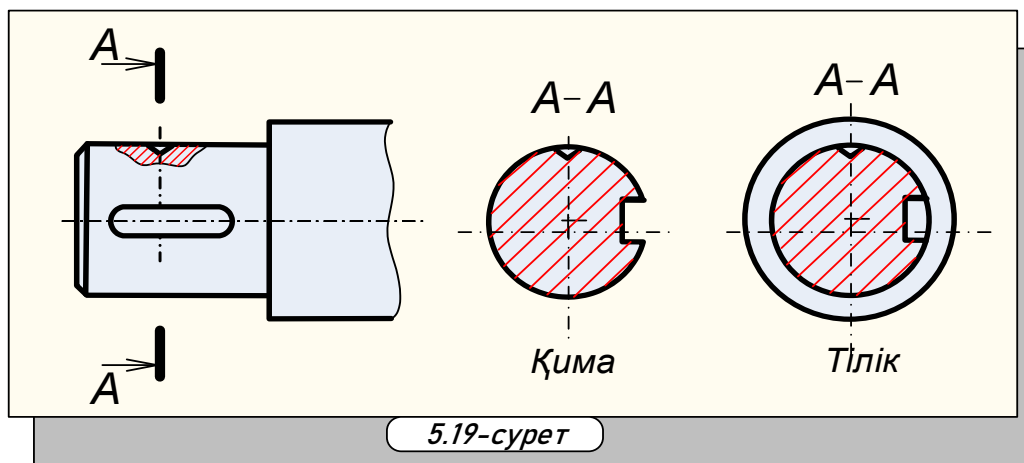
Қиманың сырт жақтарының соңынан 2-3 мм қашықтықта көлденеңінен ұштықтар қоямыз. Қима ұзындығының басы мен соңына алфавитіндегі жазба әріптің бірін қояды. Әріптерді стрелканың сыртқы жағынан жазады. Қиманың үстіне А-А тектес жазу жазылады, яғни қиманы арасына тире қойып екі бірдей әріппен жазады. Егер қиятын жазықтық айналу жазықтығының осі арқылы өтетін болса, онда қимадағы саңылау немесе тереңдіктің жиегін толық көрсетеді 5.18-сурет.

Қосымша 7-де қималарға арналған нұсқалар берілген.



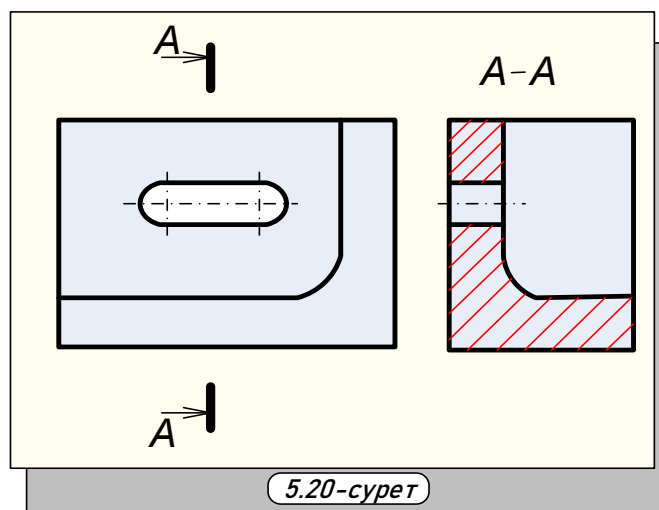
Саңылау мен тереңдік тек айналу жазықтығына ғана қатысты екенін атап өту керек. 5.19-суретте қима мен тіліктің айырмашылығы көрсетілген.

Егер қиятын жазықтық дөңгелек емес саңылаудан өтетін болса, онда қима бірнеше бөліктерден тұратын болады. Бұндай жағдайда тіліктерді қолданамыз. Ол туралы төменде айтылады.



5.19-сурет

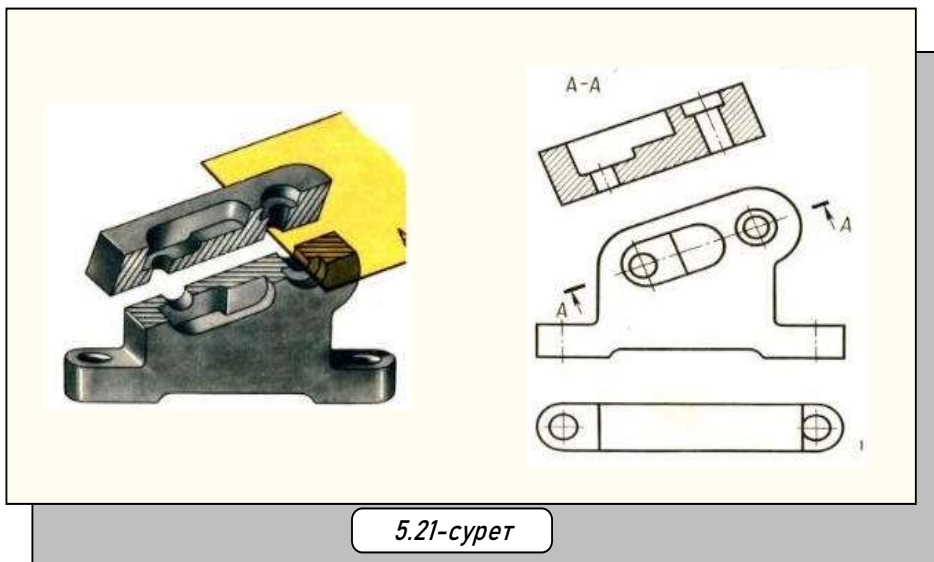
5.20-суреттегі осы тектес бейнелердің бөлшектері үшін қима жазықтықтар бейнеленетін элементтерге тік бұрышынан қияды. Сонда заттың қалпын дұрыс беретін дұрыс қиманы аламыз.



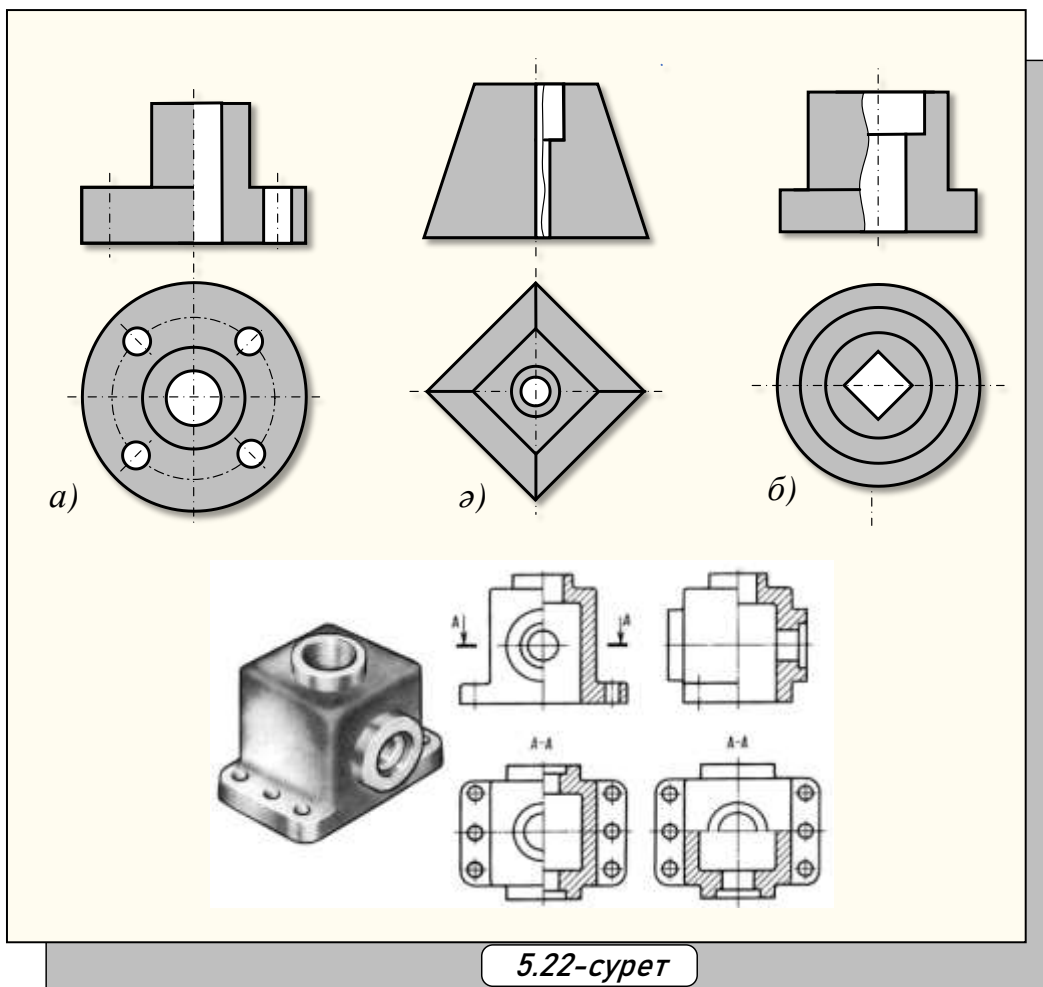
5.20-сурет

5.21-суретте бөлшектің басты көрінісі мен көлбеу тілігі кескінделген. Алдыңғы көріністегі үзік сызық қиюшы жазықтықтың орнын, ал нұсқамалар проекциялау бағытын көрсетеді. Бұл жағдайда қиюшы жазықтық фронталь проекциялар жазықтығына перпендикуляр және горизонтал проекцияларына көлбеу орналасқан.

Егер бөлшек симметриялы болып симметриялы фигураға проекцияланатын болса, сызбада көріністің жартысын тіліктің жартысымен қосып, біріктіріп сызуға болады 5.22a-сурет. Онда көрініс пен тіліктің арасы үзілмелі нүктелі жіңішке сызықпен бөлінген. Көріністің жартысында көрінбейтін үзілме сызықтар кескінделмейді. Егер сызбада бөлшектің симметрия осі мен көрінетін сызықтың проекциялары дәл келсе, яғни симметрия осі басқа бір сызықтың проекциясымен беттесетін болса, онда көріністің жартысы мен оған сәйкес келетін тіліктің жартысын біріктіруге болмайды.



Бұл жағдайда көрініс пен тілік ирек сызықпен бөлінеді 5.22а-сурет. Егер симметрия осімен дәл келетін сызық тесікте орналасқан болса, онда сызбада тіліктің жартысынан үлкенірек бөлігі көрсетіледі. Егер симметрия осімен бірігетін сызық бөлшектің сыртқы бетінде орналасқан болса, онда көріністің жартысынан үлкенірек бөлігі кескінделеді 5.22б-сурет.



Бақылау сұрақтары

1. Заттың кескіндерін қандай тәсілдермен салуға болады?
2. Негізгі проекциялық жазықтықтар ретінде не қабылданады?
3. Көріністер сызбада қалай орналасады?
4. Қандай кескін «тілік» деп аталады?
5. Тіліктің қандай түрлері бар?
6. Күрделі тіліктің қарапайым тіліктен айырмашылығы неде?
7. Жергілікті тілік қандай жағдайда қолданылады?
8. Тіліктер сызбада қалай белгіленеді?
- 9 Қандай жағдайда қимаға жазу қоса жазылады?
- 10 Қабаттасқан және оңашаланған қиманың айырмашылығы неде?
- 11 Қима мен тіліктің айырмашылығы неде?
- 12 Қиманың орындау тәсілдерін айтыңыз.
- 13 Қандай жағдайда қимаға бұру белгісі қойылады?
- 14 Қима сызбада қалай көрсетіледі
- 15 Штрихтау сызықтарының көлбеулік бұрыштары нешеге тең ?
- 16 Қай жағдайда 60° еңістегі штрих қолданылады?
- 17 Оңашаланатын элементтерді қай кезде қолданамыз?

6. Машинажасау сызбалардың негіздері

Машинажасау сызбаларын орындап және оқуды, бөлшектердің сызбаларын салуды, өндірісте техникалық және конструкторлық құжаттарды дайындау ережелерін үйретеді. Сонымен қатар, студенттерге сызба арқылы беруді, құрылыс және көлік жасау нысандарын сызба арқылы түсініп, олардың жұмыс істеу принциптерін меңгеруді үйретеді. Аталған сызбасын оқу сызба геометрияның теорияларына, мемлекеттік стандарттарға және конструкторлық құжаттардың бірыңғай жүйесіне негізделеді. Мемлекеттік және халықаралық стандарттарды ескере отырып, машина бөлшектерінің сызбаларын оқып және орындауды үйретеді.

Ажырайтын қосылыстар деп бүтінді құрастырып тұрған бөлшектерін бүлдірмей ажыратуға болатын қосылыстарды айтады. Оған төмендегідей қосылыстар жатады: бұрандамалы қосылыс; бұрамасұқпалы қосылыс; құбырлы қосылыс; бұрамалық қосылыс; кілтекті қосылыс; сұққыш (штифтік) қосылысы.

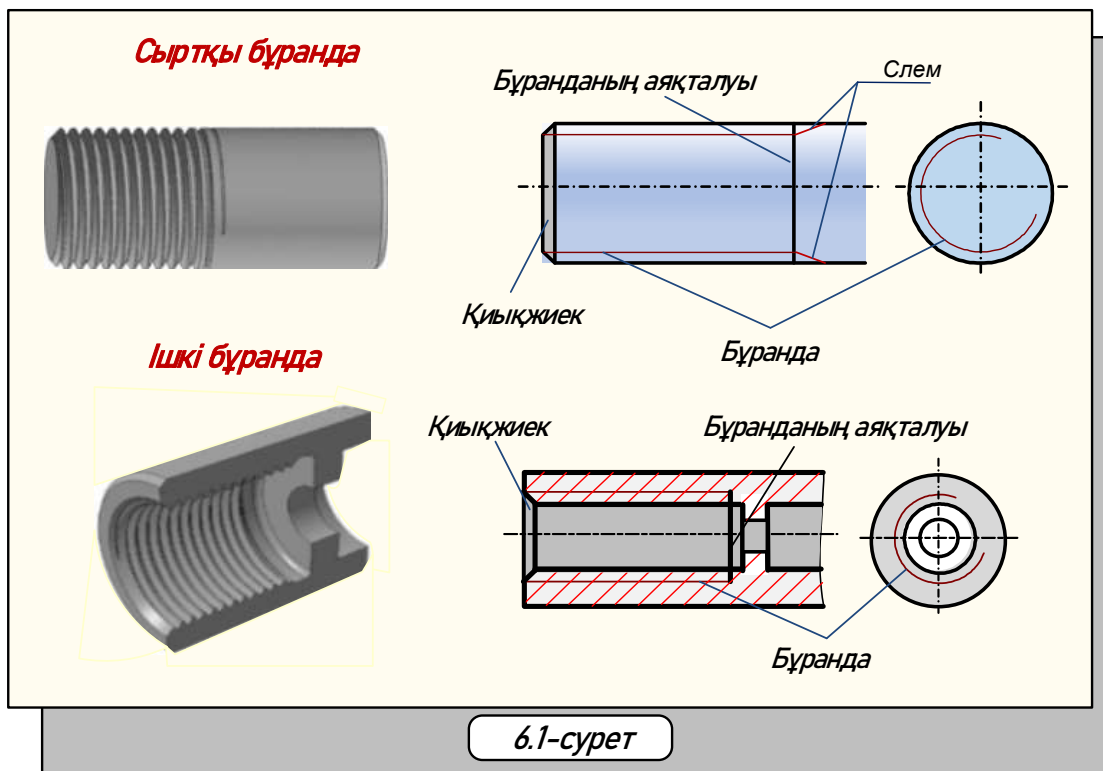
Ажырамайтын қосылыстар деп олардың құрамына кіретін бөлшектерді бүлдірмей ажыратуға болмайтын қосылыстарды айтады. Оған пісірмелеу, желімдеу және шегелеу жатады.

6.1. Бұранда

Бұранда– сырық (стержень) немесе тесіктегі бұрама қобы (ойық). Ол цилиндрлік немесе конустық беттегі бұрама қобы бұрандасының жанабы (профилі), сол беттерде бірқалыпты айнала қозғалуынан пайда болады.

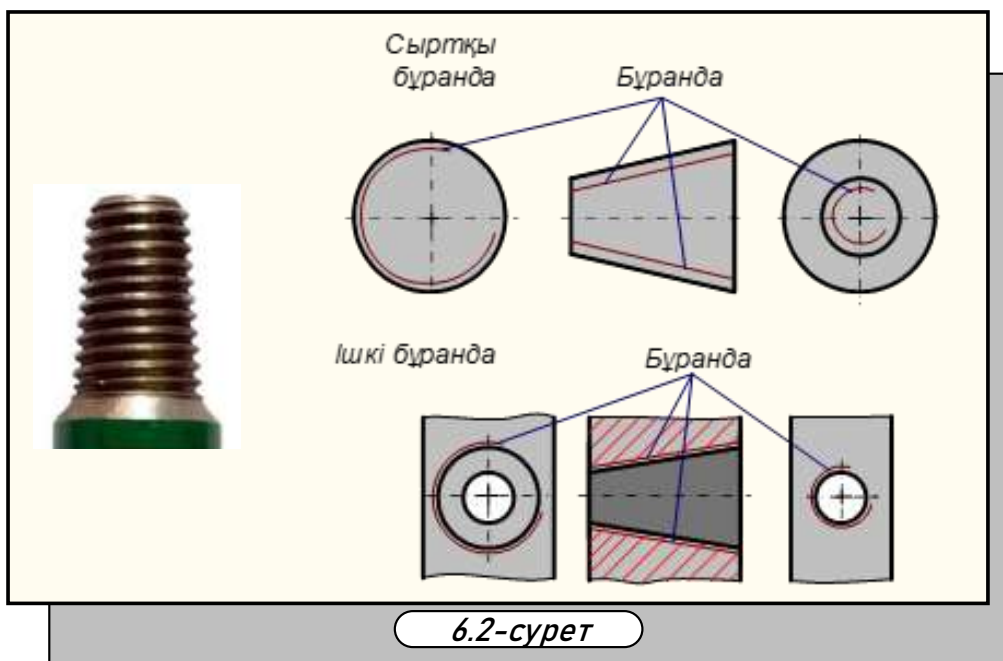
Бұранданы сызда кескіндеу және белгілеу ережелері стандарт бойынша тағайындалған. Сырықтағы немесе ойықтағы бұрандалар тұтас жіңішке сызықпен, ал шеңберде $\frac{3}{4}$ бөлігіне тең доға жүргізіледі. Бұранданың аяқталуы тұтас жалпақ сызықпен белгіленеді.

Цилиндрлік бұранда деп цилиндрлік бетке салынған сыртқы бұранда, цилиндрлік бетке салынған б.1-суретте ішкі бұрандалардың сызбалары көрсетілген.



6.1-сурет

Конустық бұранда деп конустық бетке салынған бұранданы айтады. 6.2-суретте сыртқы және ішкі бұранданың сызбалары көрсетілген.

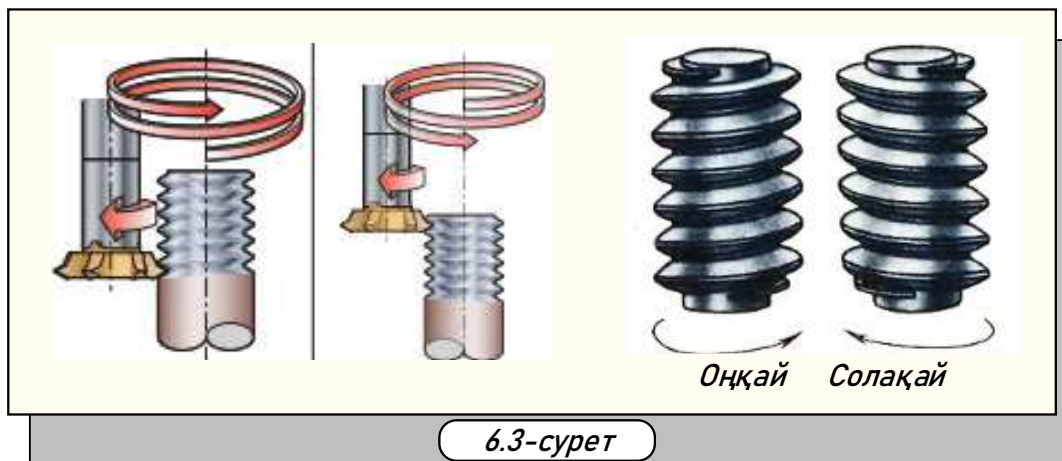


6.2-сурет

Қиықжиек (фаска) – бөлшектің өткір жиектерінің тайқылған жері. Металл бөлшектерді өңдеген (жонған, қиған, ұңғыған, т.с.с.) кезде қырларына, жиектеріне қылау тұрады да, өте өткір болып шығады. Өткір қырларының, жиектерінің сыртқы әсерінен майысуы, тойтарылуы, жапырылуы бұйымды құрастыруды қиындатады. Қиықжиек жасау бөлшектерді біріктіріп бұйымды құрастыруды жеңілдетеді, сонымен қоса адамды жарақаттанудан сақтайды. Сырыққа бұранда салғыш (метчик) пен беттің толық жанабы бұранда бар

бөлігінен оның тегіс бөлігіне біртіндеп өткен бөлігі пайда болатын *сілем* деп атайды.

Бұранданың жанабы (профилі) деп бұранда салынған беттің ось бойымен қиып өтетін жазықтықтағы кескінді айтады. Бұранданың бағытына байланысты *оңқай* немесе *солақай* түрлері болады. Сағат тілінің қозғалу бағытымен айналдырғанда сырық (бұрандама, бұрамасұқпа, бұрама, т.с.с.) ілгері жылжыса –*оңқай*, ал кері жылжыса *солақай* болады 6.3-сурет.

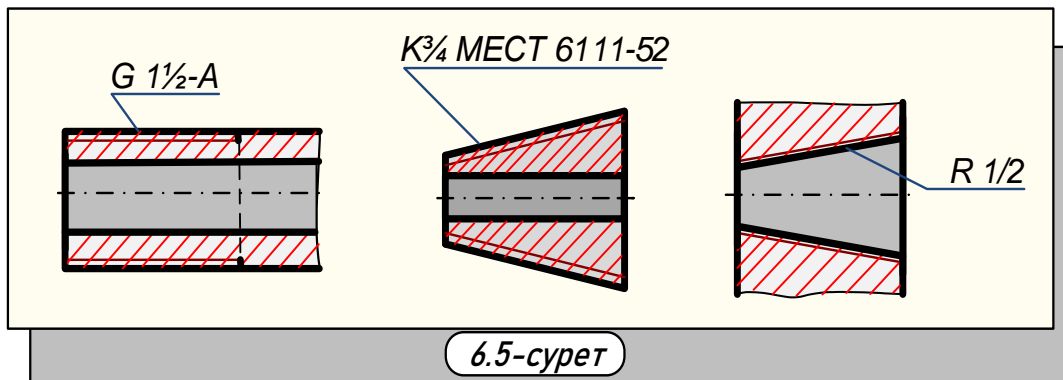


Бұранданың не арнаулы станоктарда, не бұранда салғыш тесіктегі және плашка сырықта көмегімен жасалатын бірнеше түрі болады 6.4-сурет.



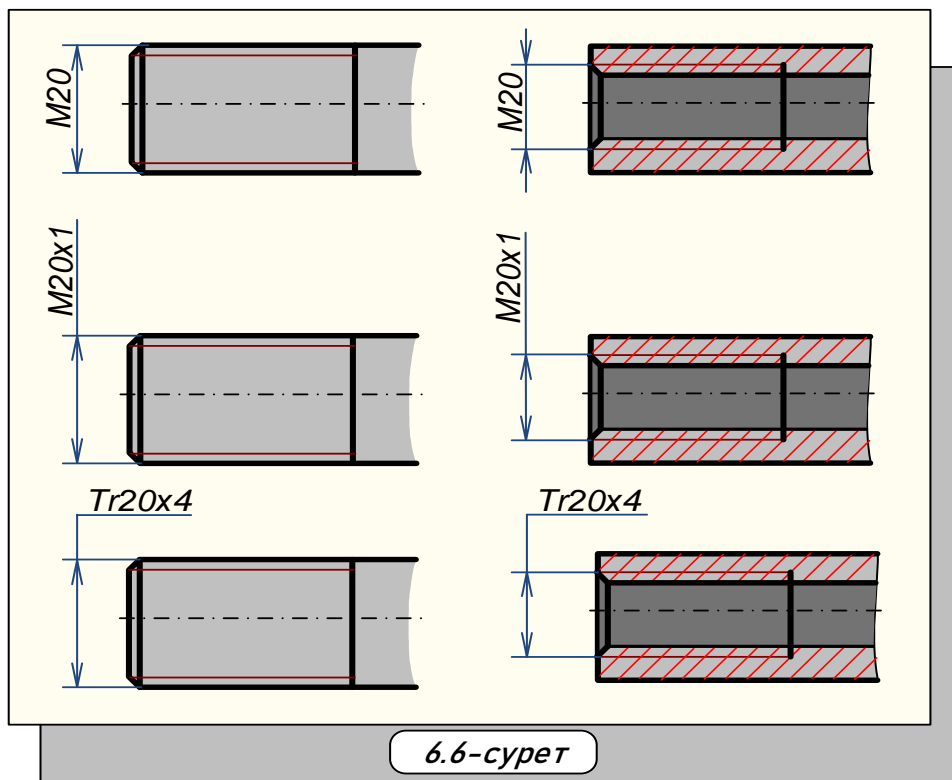
6.2. Бұранданың сызбада белгіленуі

Конусты және құбырлы бұрандаларда шығару сызығы нұсқамамен басталып сөреге жалғасады, ал сөренің үстіне бұрандалардың белгіленуі жазылады 6.5-сурет.



6.5-сурет


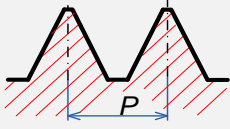

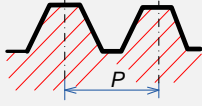
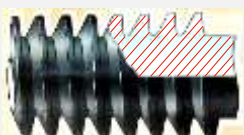
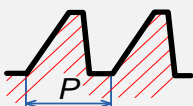



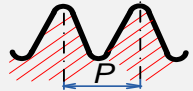
Бұрандаларды белгілеу үшін, оның жекелеген стандарттары пайдаланылуға арналған. Бұранданы белгілеу сыртқы диаметрден жүргізіледі және өлшем сызығының үстіне немесе оның жалғасының үстіне жазылады 6.6-сурет.



6.6-сурет

Өндірісте шығарылатын бөлшектер бұрандасының жанабы, көбінесе үшбұрыш болып келеді. Оның негізгі өлшемдері; d – сыртқы үлкен диаметр, d_1 – ішкі кіші диаметр, P – бұранданың қадымы, яғни көршілес екі орамнаң ара қашықтығы.

Бұранда жанабының түріне қарай үшбұрышты, тікбұрышты, трапеция тәрізді, тіректік және жұмыр (жанабы – шеңбердің доғасы) бұрандалар деп бөлінеді 6.1-кесте. Атқаратын міндетіне қарай *бекіту* және *жүрістік* бұрандалар болып ажыратылады 6.7-сурет. Бөлшектерді біріктіріп бұйым құрастыру үшін қолданылатын бұрандаларды *бекіту бұрандалар* деп, ал басқа бөлшектерді қозғалысқа келтіретін болса, *жүрістік бұрандалар* деп атайды.

№	Бұранда көрнекі көрінісі	Бұранда жанабының сызбада көрсетілуі	Бұранда жанабының түрлерімен белгіленуі
1			Метрикалық <i>M</i>
2			Трапециялық <i>Tr</i>
3			Тіректік <i>S</i>
4			Тікбұрышты
5			Жұмыр (жанабы шеңбердің доғасы)

Бекіту бұрандаларының қолданылатын жері





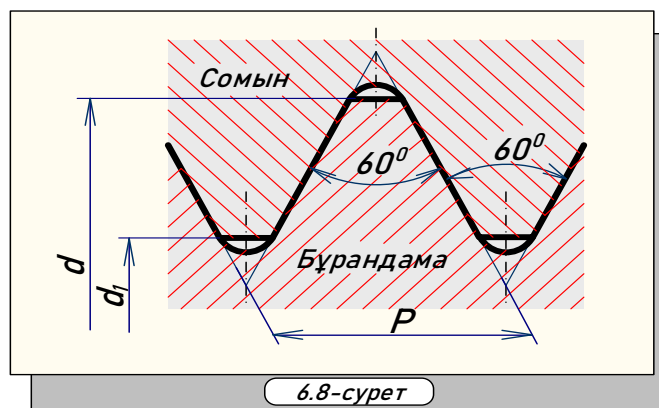
Жүрістік бұрандаларының қолданылатын жері





6. 7-сурет

1. **Метрлік бұранданы** техникада өте кең пайдаланады 6.8-сурет. Бұранда жанабын МЕСТ 9150-81, бұранданың сыртқы, ортаңғы және ішкі диаметрлерінің өлшемдерін МЕСТ 24705-81, диаметрлер мен қадымдарды МЕСТ 8724-81, бұранда орындалуы дәлдігінің дәрежесін МЕСТ 16093-81 тағайындаған.



Метрлік бұранданы ірі және ұсақ қадамды етіп орындайды. Мысалы: бұранданың $d=16$ мм-лік диаметрі үшін ірі қадымы 2 мм-ге тең, ал ұсақ қадымы 1,5; 1; 0,75; 0,5 мм-ге тең. Төмендегі кестеде өлшемдер көрсетілген.

Метрикалық бұранданың белгілегенде ірі қадымды көрсетпейді, ал ұсақ қадымды міндетті түрде көрсетіледі.

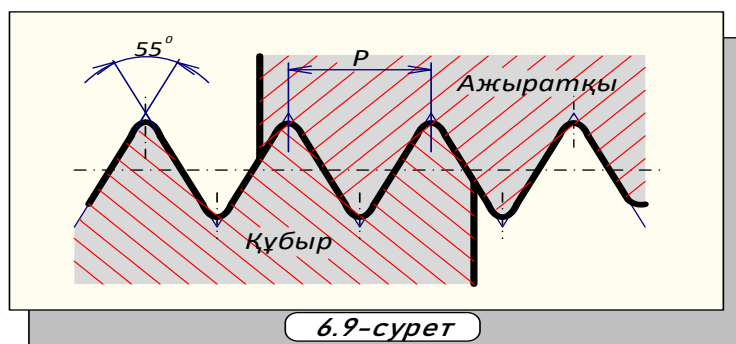
Цилиндрлі метрикалық бұранда (МЕСТ 24705-81, МЕСТ 8724-81) мм 6.2-кестеде.

6.2-кесте

Бұранданың диаметрі d .	Қадамы P	
	Ірі	Ұсақ
6	1,0	0,75; 0,5
8	1,25	1,0; 0,75; 0,5
10	1,5	1,25; 1,0; 0,75; 0,5
12	1,75	1,5; 1,25; 1,0; 0,75; 0,5
14	2,0	1,5; 1,25; 1,0; 0,75; 0,5
16	2,0	1,5; 1,0; 0,75; 0,5
18	2,5	2,0; 1,5; 1,0; 0,75; 0,5
20	2,5	2,0; 1,5; 1,0; 0,75; 0,5
22	2,5	2,0; 1,5; 1,0; 0,75; 0,5
24	3,0	
27	3,0	2,0; 1,5; 1,0; 0,75

2. **Цилиндрдік құбырлы бұранда** су және газ сияқты сұйық заттарды бір жерден екінші жерге жеткізетін құбырларда қолданылады 6.9-сурет. Құбырлы бұранданың жанабының үшбұрышының бұрышы 55^0 градусқа тең. Құбырлы бұранда ағылшын G әріпімен белгіленіп, дюйммен есептеледі. $G1^H-25,4$ мм-ге

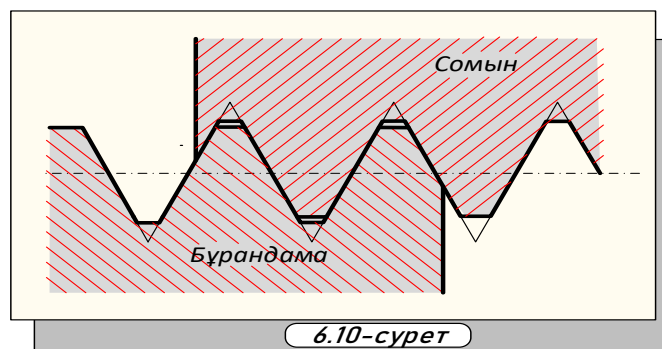
тең. 1 дюймге тең құбырдың сыртқы бетіне түсірілген бұранданың өлшемін белгілейді, ал бұранданың сыртқы диаметрі 33,249 мм-ге тең болады.



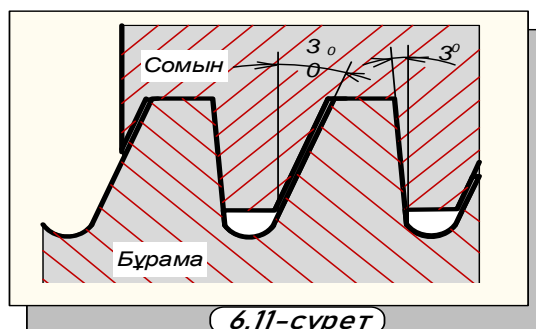
3. Трапециялық бұранда жүрістік бұрандаға жатады 6.10-сурет. Оның атқаратын қызметі – айналмалы, ілгермелі, кері қозғалысты беретін түзу сызықты қозғалысты айналдыру. Жанабының төбесіндегі бұрышы 30^0 градусқа тең, теңбүйірлі трапеция, белгіленуі *Tr*. Трапециялық бұранданың өлшемдері МЕСТ 9484-81 тағайындалған.

Бұл бұранда біркірмелі және көпкірмелі болып екіге бөлінеді. Біркірмелі бұранданың белгіленуіне мысал; *Tr 40x6LH-8e*;

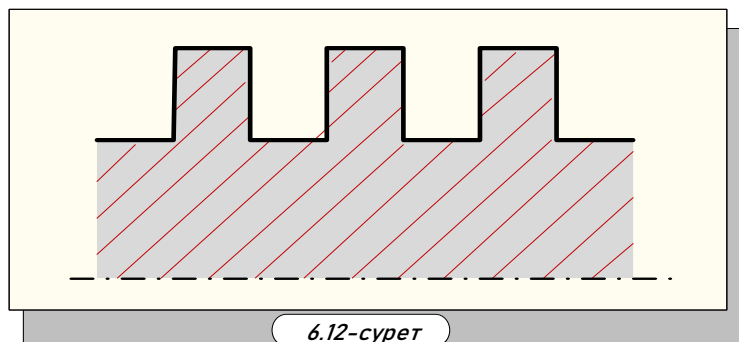
Көпкірмелі бұранданың белгіленуіне мысал; *Tr 40x9(P3)-6e*, бұл жерде 40-номиналды диаметр, 9-жүріс шамасы, 3-қадамы мм.



4. Тіректі бұранда бір жақты бағытталған күштердің әсеріне арналған бқрамаларда кездеседі 6.11-сурет. Ол көбінесе қысқыштарда, пресстерде, домкраттарда кездеседі. Белгіленуі *S* әріпі. Жанабының төбесіндегі бұрышы бір жағы 30^0 градусқа тең, ал екінші жағы осіне 3^0 градусқа тең болады. Тіректік бұранданың өлшемдері МЕСТ 10171-82 тағайындалған.



5. **Тікбұрышты бұранда** деп остік күштің әсерінен өзінен өзі бұралып ағытылып кетуге қауіпі бар қосылыстарда кездеседі 6.12-сурет. Тікбұрашты бұранда жанабы стандартталмаған.

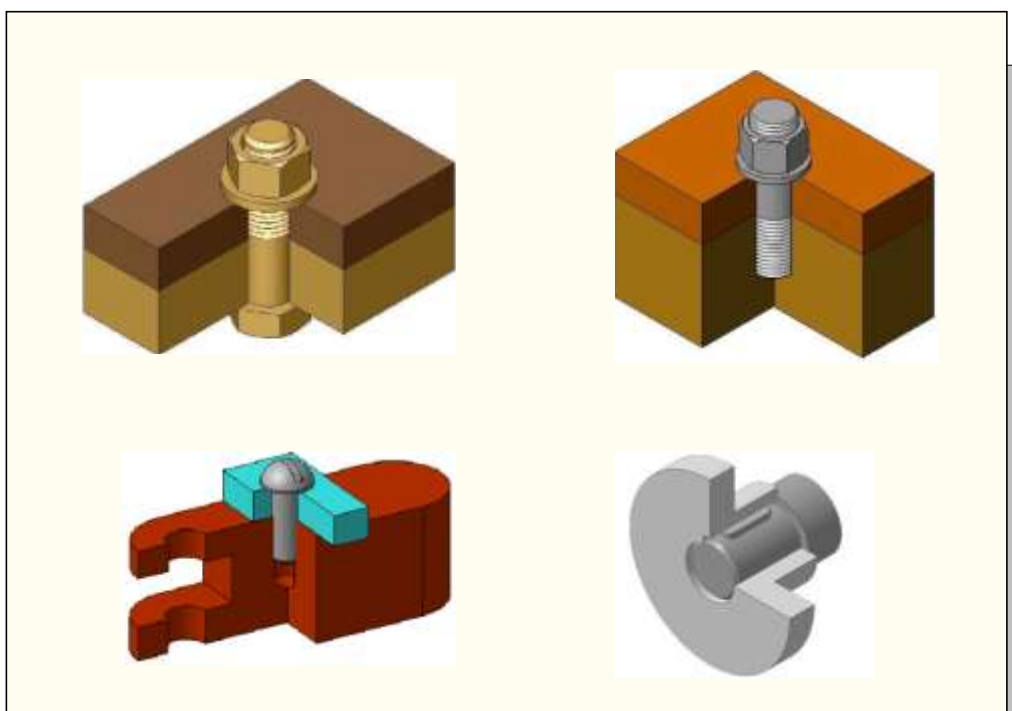


Бақылау сұрақтары

1. Бұранда дегеніміз не?
2. Сырық мен тесіктегі бұранда қалай кескінделеді?
3. Бұранданың жанабына байланысты қандай түрлері бар?
4. Бекіту бұрандасы деген не?
5. Жүрістік бұранда дегеніміз не?
6. Жүрістік бұрандағақандай бұрандалар жатады?
7. Қиықжиек дегеніміз не?
8. Слем дегеніміз не?
9. Бұранданың қадамы дегеніміз не?
10. Бұранданың қадамының қандай түрлері болады?

6.3. Ажырайтын қосылыстар

Ажырайтын қосылыстар деп бүтінді құрастырып тұрған бөлшектерін бүлдірмей ажыратуға болатын қосылыстарды айтады. Оған төмендегідей қосылыстар жатады: бұрандамалық қосылыс; бұрамасұқпалы қосылыс; бұрамалық қосылыс; кілтектік қосылыс 6.13-сурет.

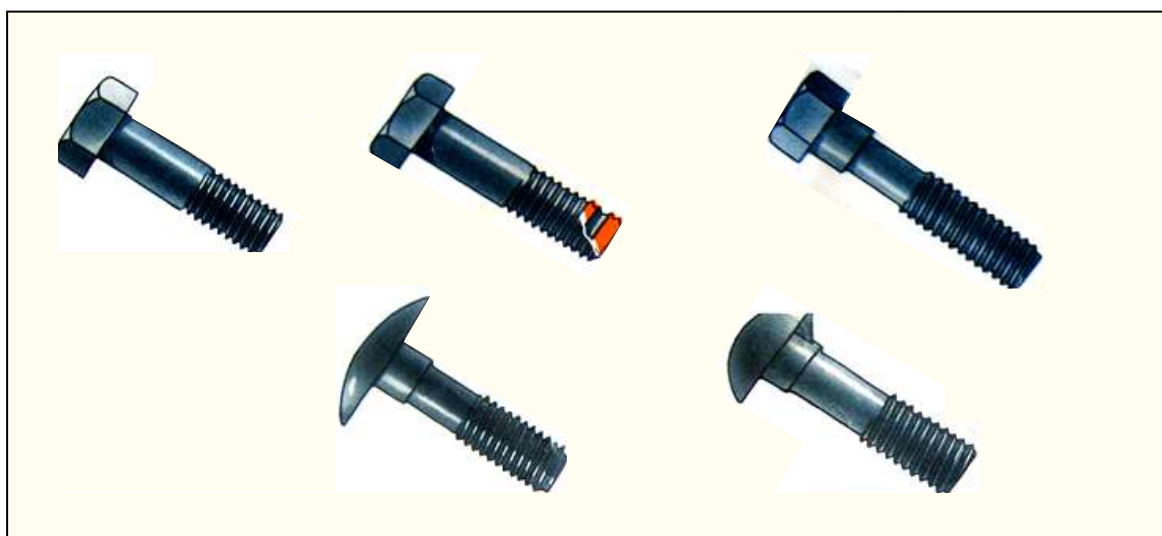


6.13-сурет

6.4. Бұрандама

Бұрандамалық қосылысқа жататын бөлшектер: бұрандама (болт), сомын (гайка) және тығырық (шайба).

Бұрандама (болт)– бір жақ ұшында бұрандасы, ал екінші ұшында қалпақшасы бар жұмыр сырық. Қалпақша кілтке арналған 4 немесе 6 бұрышты призма тәрізді жасалады, басқа пішіндері де (кұлақша, қисық, конус, сфера, цилиндр, т.б.) кездеседі 6.14-сурет.



6.14-сурет

Бұрандаманы сызбада кескіндегенде жалпы ережелерге сәйкес екі көрінісін орындайды. Бұрандаманың қалпақшасының биіктігі h бұрандаманың ұзындығына саналмайды. Бұрандама басының конустық қиықжиегі мен оның жақтарының қиылысуынан жасалған гиперболалар шеңбер доғаларымен алмастырылады. Стандарт бойынша тағайындаған алты бұрышты призма тәрізді бұрандаманың сызбасы 6.15-суретте көрсетілген.

Ойың (галтель) – бұйымның элементі. Бөлшектің бір бетінен екінші бетіне біртіндеп жатық ауысатын жері. Ойың бөлшектің беріктігін арттырады.

Бұранда қадамы. P әріпемен белгіленеді. P айналу осінен біржақтама бір осьтік жазықтықта жатқан бұранда жанабының аттас бүйір қабырғаларындағы көршілес ортаңғы нүктелерінің бұранда осіне параллель сызық бойымен алынған арақашықтығы. Бұранда қадамы *ұсақ* және *ірі* қадамды болып бөлінеді 6.10-суретте.

Бұрандаманың өлшем белгілері:

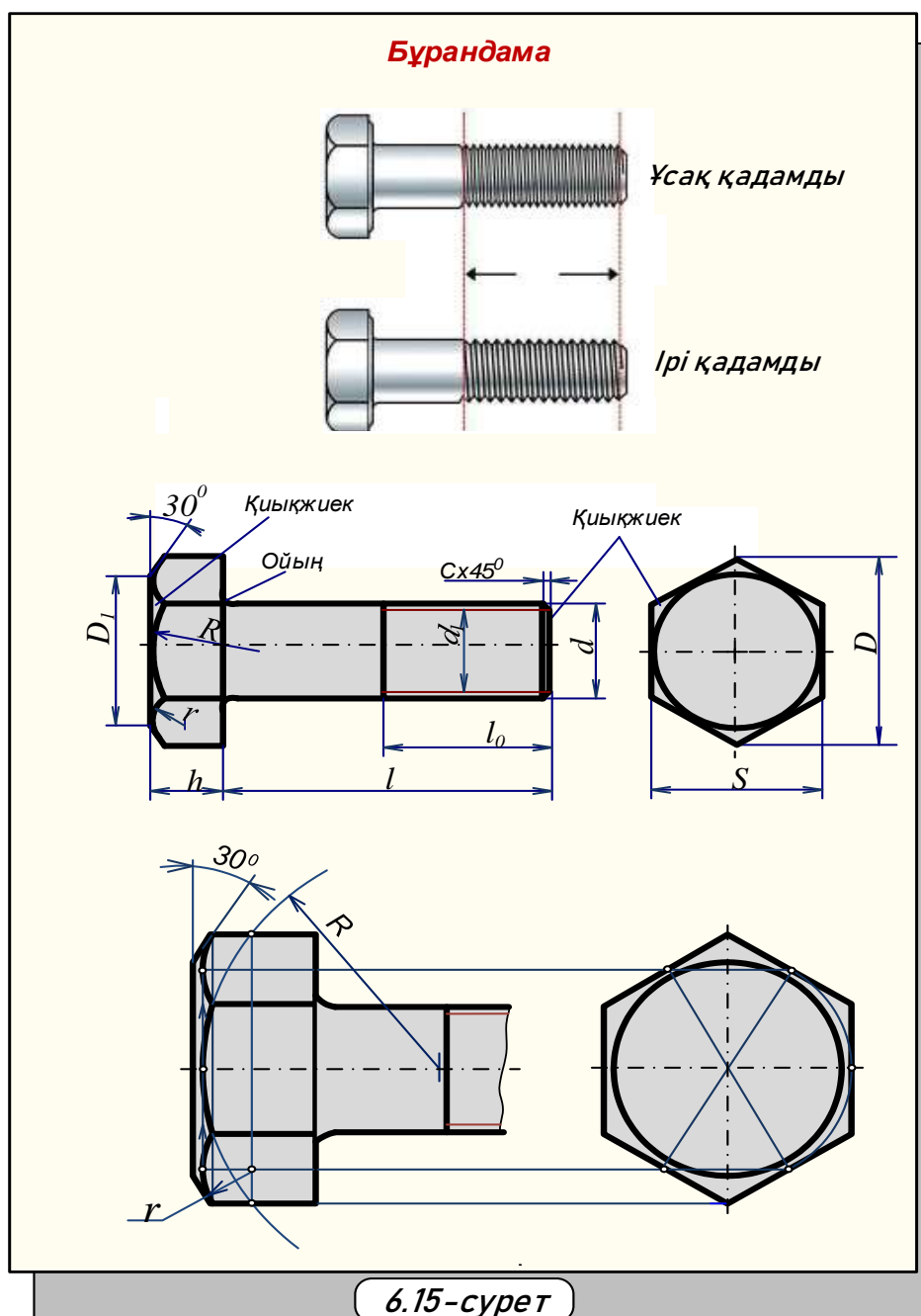
- бұранданың сыртқы диаметрі – d ;
- бұранданың ішкі диаметрі – d_1 ;
- бұрандама қалпақшасының биіктігі – h ;
- бұрандама қалпақшасының сыртқы диаметрі – D ;
- бұрандама қалпақшасының қиықжиегі – D_1 ;
- кілтке арналған өлшем – S ;
- бұрандама өзегінің ұзындығы – l ;
- бұрандама бұрандасының ұзындығы – l_0 ;
- қиықжиек – C ;
- қиықжиектің радиусы – R ; салу бойынша – r .

Кестенің «Бұранданың диаметрі d » деген жоғарғы көлденең жолынан сырықтағы бұранданың диаметрі мысалы, $d=10$ тандап алынады.

Алты жақты басы бар бұрандаманың негізгі өлшемдері (мм есебімен) төменгі кестеде көрсетілген 6.3-кесте.

6.3-кесте

Бұранданың диаметрі d	8	10	12	16	20	30	42
Бұранданың адымы s (ірі)	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3,5	4,5
Кілтке арналған өлшем S	13	17	19	24	30	46	65
Сырттай сызылған шеңбердің диаметрі D	14,2	18,7	20,9	26,9	33,3	50,9	72,1
Бұрандама басының биіктігі h	5,5	7	8	10	13	19	26



Бұрандама сырығының ұзындығы (басына дейін) l қосылатын бөлшектердің жуандығына қарай 14 мм-ден 200 мм-ге дейінгі аралықта таңдап алынады 6.4-кесте.

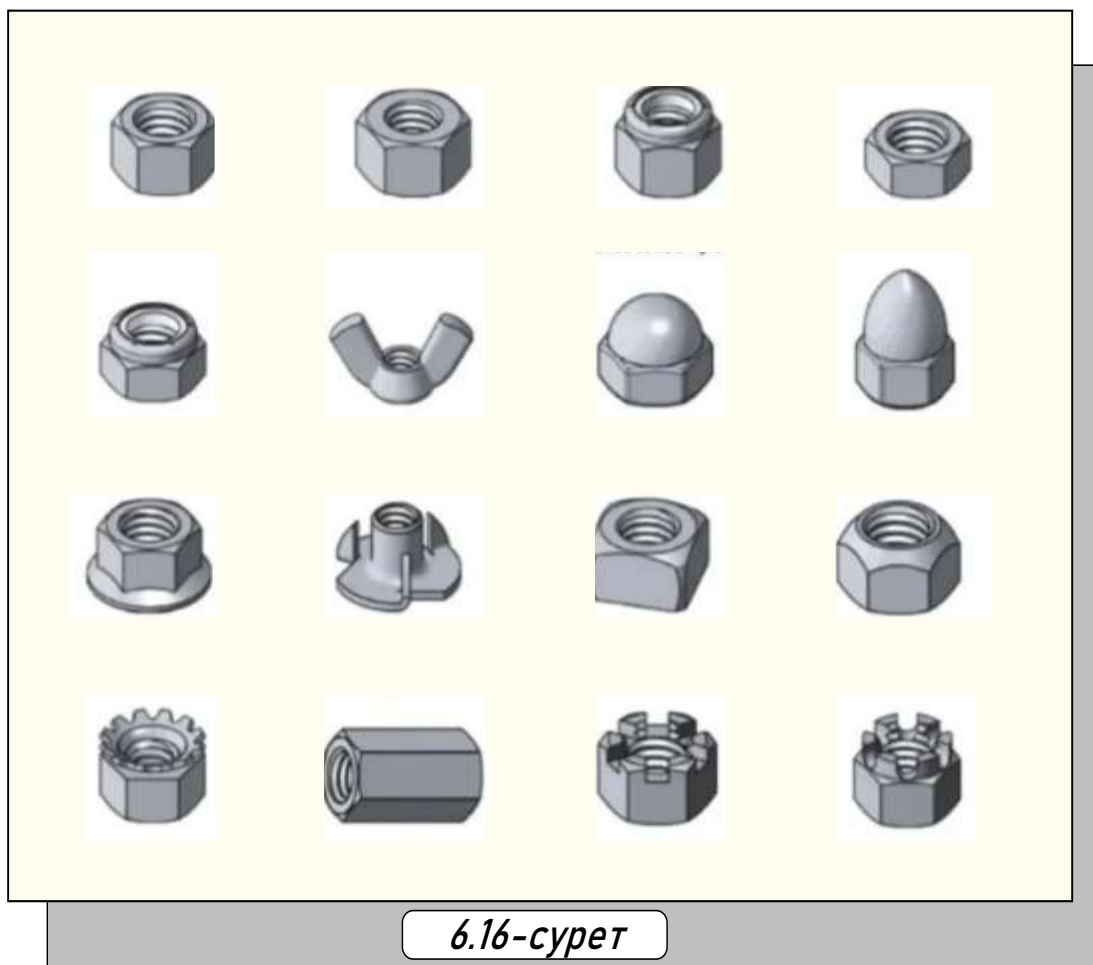
6.4-кесте

Бұранда- маның ұзындығы l	Бұранданың ұзындығы l_0 . X белгісі бұранданың ұзына бойына салынған бұранда.						
	Бұранданың диаметрі d						
	8	10	12	16	20	30	42
14	X	-	-	-	-	-	-
16	X	-	-	-	-	-	-

(18)	X	X	-	-	-	-	-
20	X	X	-	-	-	-	-
(22)	X	X	-	-	-	-	-
25	X	X	X	-	-	-	-
(28)	22	X	X	-	-	-	-
30	22	X	X	X	-	-	-
(32)	22	26	X	X	-	-	-
35	22	26	30	X	X	-	-
(38)	22	26	30	X	X	-	-
40	22	26	30	X	X	-	-
(42)	22	26	30	X	X	-	-
45	22	26	30	45	X	-	-
(48)	22	26	30	45	X	-	-
50	22	26	30	45	X	-	-
55	22	26	30	45	46	-	-
60	22	26	30	45	46	X	-
65	22	26	30	45	46	X	-
70	22	26	30	45	46	X	-
75	22	26	30	45	46	66	-
80	22	26	30	45	46	66	-
(85)	22	26	30	45	46	66	X
90	-	26	30	45	46	66	X
(95)	-	26	30	45	46	66	X
100	-	26	30	45	46	66	X
(105)	-	26	30	45	46	66	90
110	-	26	30	45	46	66	90
(115)	-	26	30	45	46	66	90
120	-	26	30	45	46	66	90

6.5. Сомын

Сомын (гайка)– өткірме тесігіне (ойығына) салынған бұрандасы бар бұрандалық қосылыстың, бұрандалық берілістің бөлшегі. Сыртқы пішініне және атқаратын міндетіне байланысты бекіткіш, бастырма, қосқұлақ, бүркеншек, қатырма, жалғастырма, арнайы сомын, т.б. деп аталатын түрлері бар 6.16-сурет.

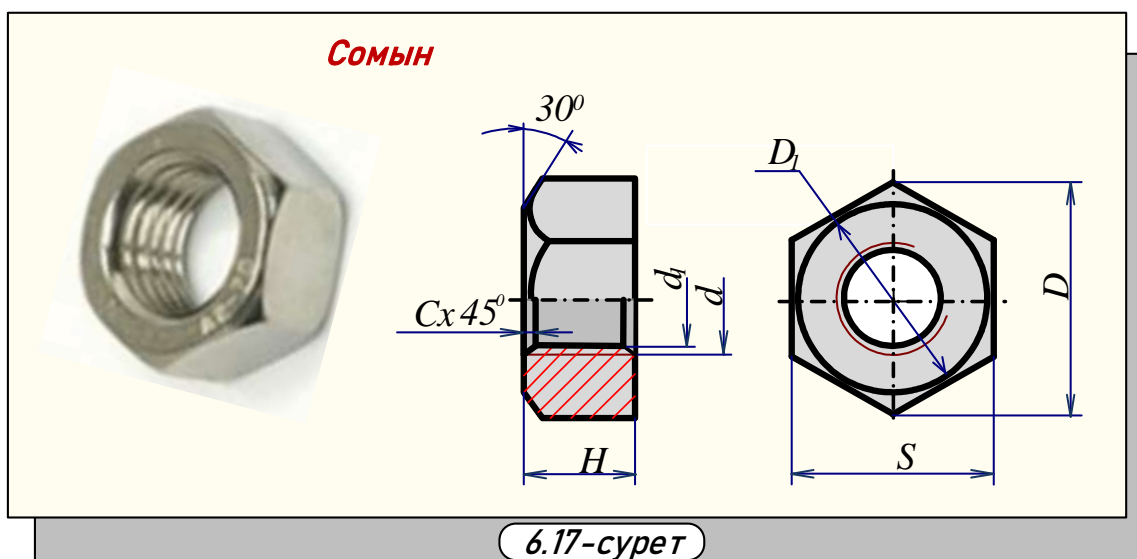


Тұрмыста ең көп қолданылатын алты қырлы сомын 6.17-суретте сызылуы көрсетілген.

Сомынның өлшем белгілері:

- сомын бұрандасының сыртқы диаметрі – d ;
- сомын бұрандасының ішкі диаметрі – d_1 ;
- сомын қалпақшасының биіктігі – H ;
- сомын қалпақшасының сыртқы диаметрі – D ;
- сомын қалпақшасының қиықжиегі – D_1 ;
- кілтке арналған өлшем – S ;
- қиықжиек – C .

Алты қырлы сомынның параметрлері кестеде көрсетілген 6.5-кесте.



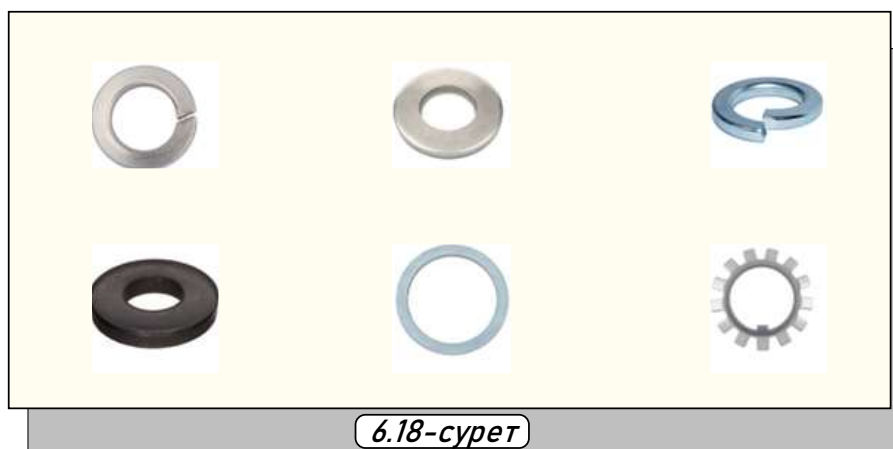
6.5-кесте

Өлшемдер мм.					
Бұранданың диаметрі d	Кілтке арналған өлшем S	Биіктігі H	Сыртқы диаметрі D	Бұранданың қадымы	
				Ірі	Ұсақ
4	7	3	8,1	0,7	-
5	8	4	9,2	0,0	-
6	10	5	11,5	1,0	-
8	14	6	16,2	1,25	1,0
10	17	8	19,6	1,5	1,25
12	19	10	21,9	1,75	1,25
14	22	11	25,4	2,0	1,5
16	24	13	27,7	2,0	1,5
18	27	14	31,2	2,5	1,5
20	30	16	34,6	2,5	1,5
22	32	18	36,9	2,5	1,5
24	36	20	41,6	3,0	2,0
27	41	22	47,3	3,0	2,0
30	46	24	53,1	3,5	2,0
36	55	28	63,5	4,0	3,0
42	65	32	75,0	4,5	3,0
48	75	38	86,5	5,0	3,0

6.6. Тығырық

Тығырық (шайба)– сомынның немесе бұрандама, бұрама қалпақшасының астына салынатын жалпақ немесе тілінген серпімді сақина тәрізді төсем болады. Тығырық қалпақшаның (сомынның) тірек аумағын ұлғайтады,

сонымен қоса сомынды өздігінен бұралып кетуден сақтайды. Атқаратын міндетіне байланысты жалпақ тығырық қиықжиекпен, жалпақ тығырық қиықжиексіз және қисық тығырық болып бөлінеді. Қисық тығырықтың тіректік беттері параллель болмайды 6.18-сурет.

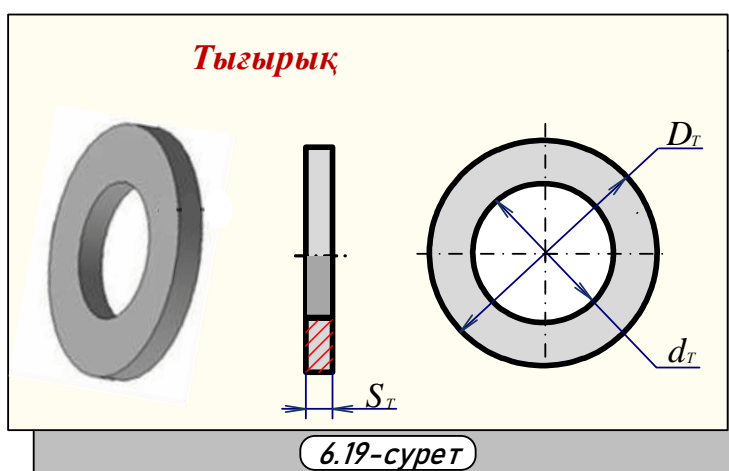


6.18-сурет

Жалпақ тығырықтың сызбада сызылуы мен өлшем белгілері 6.19-суретте көрсетілген.

Тығырықтың өлшем белгілері:

Тығырықтың сыртқы диаметрі – D_T ; Тығырықтың ішкі диаметрі – d_T ;
Тығырықтың қалыңдығы – S_T .



6.19-сурет

Тығырықтың параметрлері кестеде көрсетілген 6.6-кесте.

6.6-кесте

Тығырық тың диаме- тірлері	8	10	12	16	20	24	30	36	42	48
D_T	8,4	10,5	13	17	21	25	31	37	43	50
d_T	17	21	24	30	37	44	56	66	78	92
S_T	1,6	2	2,5	3	3	4	4	5	7	8
e	0,4- 0,8	0,5- 1,0	0,6- 1,25	0,75- 1,5	0,75- 1,5	1,0- 2,0	1,0- 2,0	1,25- 2,5	1,75- 3,5	2,0- 4,0
X	0,8	1,0	1,25	1,5	1,5	2,0	2,0	2,0	2,1	2,4

6.7. Бұрандамалық қосылыс

Бұрандамалық қосылыс (болттық) – екі немесе одан да көп бұйымдарды бекіту үшін қолданылады. Стандартталған бөлшектер мен қосылыстар сызбада сызылуын және оқылуын оңайлатады, өйткені оларды кескіндеу және белгілеу ережелері стандарт бойынша анықталады.

Алдымен бұрандаманың үстіңгі жағынан қосылатын екі бөлшек кигізіледі, содан кейін тығырықты отырғызып сомын бұралады.

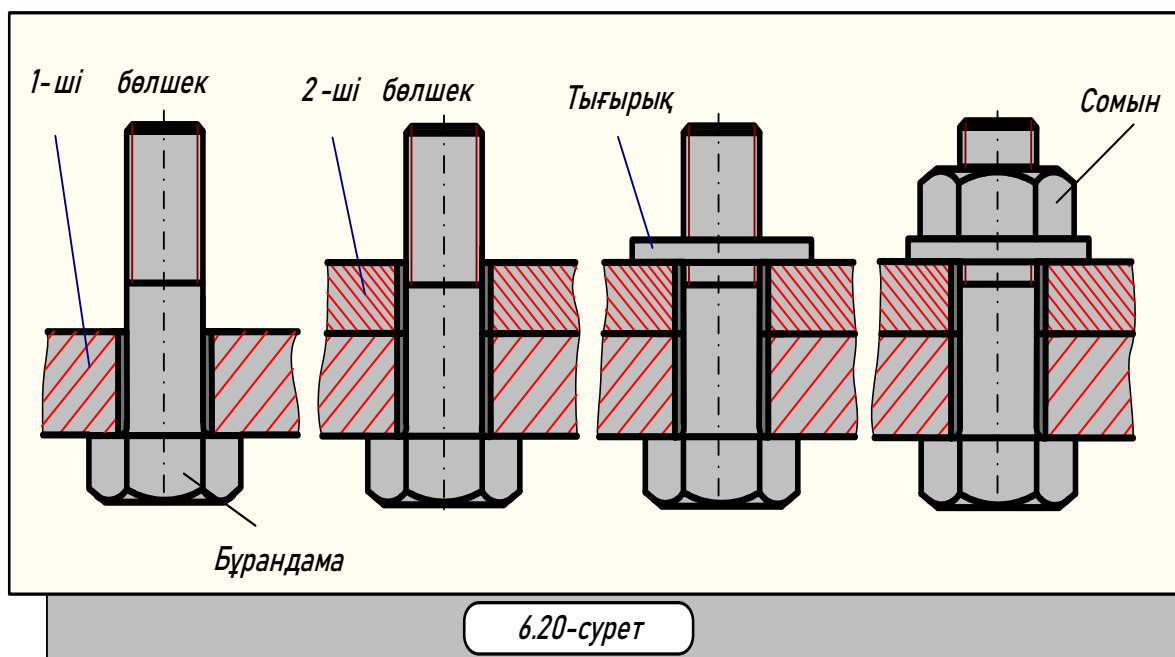
Бұрандамалық қосылыстың біріктіру реті 6.20-суретте бейнеленген. Бұл сызбаны оңай түсіну үшін, кезең-кезеңге бөліп көрсетілген. Бұрандамаға кигізілетін бөлшектердің тесігі, бұрандама өзегінің диаметрінен сәл үлкен болады.

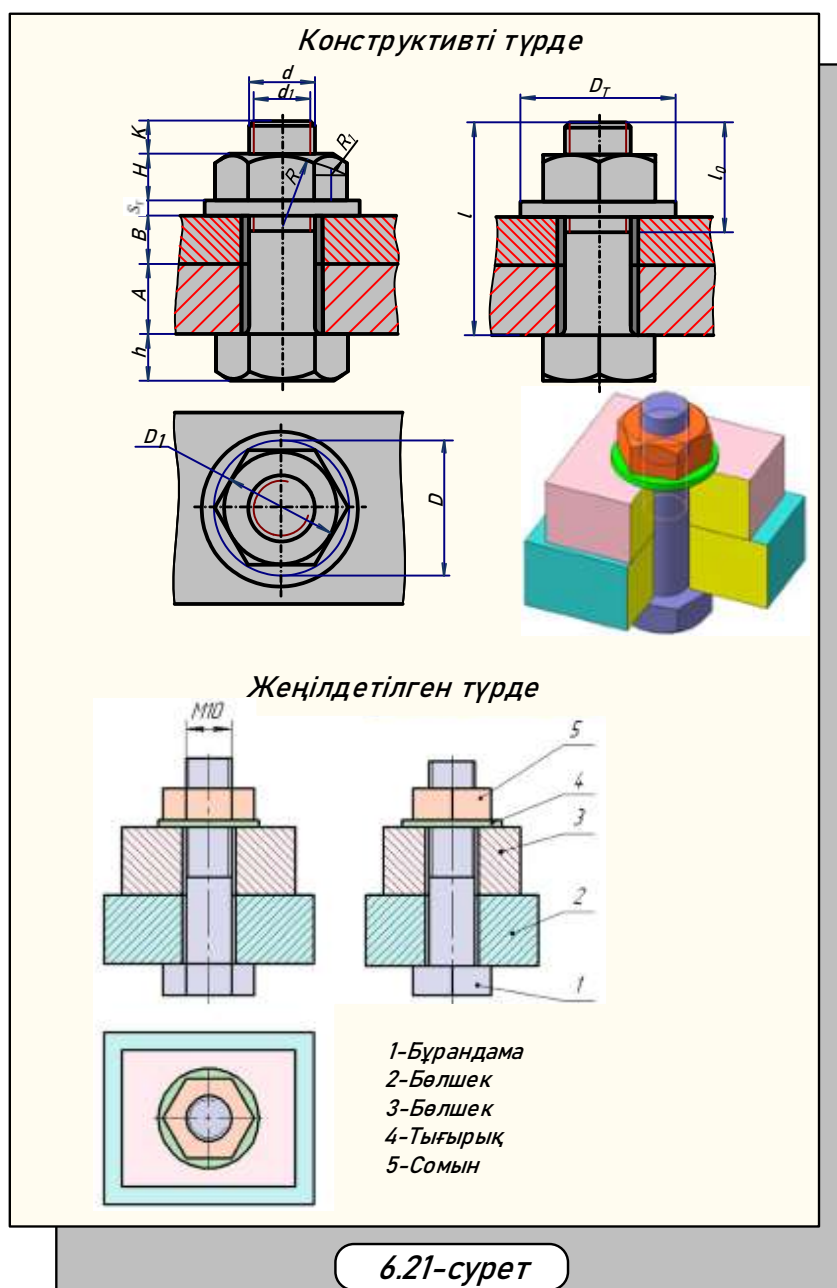
Ең алдымен бұрандаманың үстіңгі жағынан қосылатын екі бөлшек кигізіледі, содан кейін тығырықты отырғызып сомын бұралады.

Бұрандамалық қосылыстың көрінісі, сызбасы және өлшем белгілері 6.21-суретте көрсетілген. Қосымша 8-де нұсқалар берілген.

Бұрандамалық қосылыстың өлшемдері:

- бұранданың сыртқы диаметрі – d ;
- бөлшектердің ішкі диаметрі – $d_2=1,1d$;
- бұранданың ішкі диаметрі – $d_1=0.85d$;
- бұрандама ұзындығы – $l = A+B+E_c+H+K$;
- бұранданың өлшемі – $l_0=2d+6\text{мм}$;
-





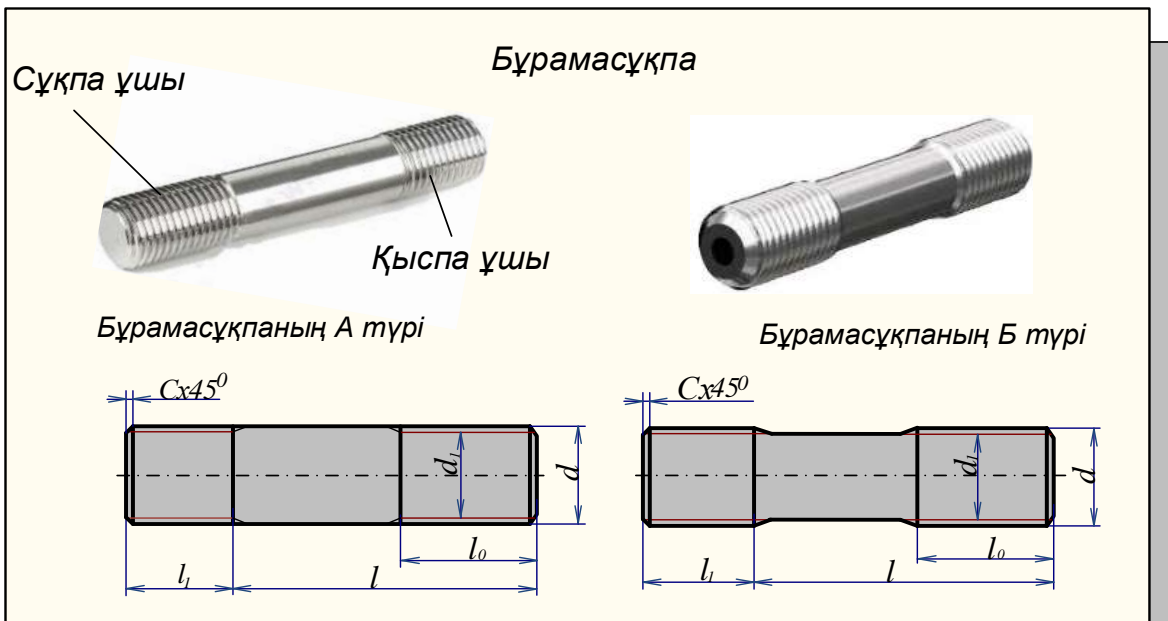
- бұрандама қалпақшасының қалыңдығы – $h=0,7 d$;
 - сомын қиықжиегінің диаметрі – $D_1=(0,90\dots0,95)S$;
 - кілтке арналған өлшем, салу бойынша табылады – S ;
 - сомынның сыртқы диаметрі – $D=2 d$;
 - сомынның қалыңдығы – $H=0.8d$;
 - тығырықтың сыртқы диаметрі – $D_e=2.2d$;
 - тығырықтың қалыңдығы – $S_e=0.15d$;
 - бұранданың сомыннан артық шығатын өлшемі – $K=0.25d$;
 - қиықжиек – $C=0.12d$; қиықжиектің радиусы – $R=1.5d$; $R_2=d$;
 - 1-ші бөлшек – A ; 2-ші бөлшек – B .
- 6.22-суретте бұрандаманың және сомынның шартты белгілері көрсетілген.



6.8. Бұрамасұқпа

Бұрамасұқпа (шпилька) – екі ұшына да бұранда салынған цилиндр тәрізді бекіткіш бөлшек. Бір ұшы біріктіріліп, бекітілетін бөлшектің біріне енгізіледі де, екінші ұшына сомын бұралады. *Сұқпа* ұшындағы бұранданың ұзындығы бекітілетін бөлшектердің қандай заттан (материал) жасалғанына байланысты болады төменгі кестеде көрсетілген.

Бөлшектегі ұяға сұғылатын ұшы бұрамасұқпаның ұзындығына есептелмейді. Бұрамасұқпаның екінші ұшына сомын бұралады, оны *қыспа ұшы* деп атайды. Қыспа ұшының ұзындығы l_0 әрпімен белгіленеді. Бұрамасұқпаның ұзындығы l әрпімен белгіленеді, алайда бұл өлшемге сұқпа ұшының ұзындығы кірмейді. Бұрамасұқпа екі түрге бөлінеді *А* түрі және *Б* түрі. Бұрамасұқпаның сызбада сызылуы 6.23-суретте кескінделген.



6.23-сурет

Сұқпа ұшының бұранда ұзындығы

Бұрамасұқпаның сұқпа ұшының ұзындығы	Қолдану аумағы
$l_1 = d$	Болат, жез және қолаға қолданылады.
$l_1 = 1,25d$	Шойынға қолданылады.
$l_1 = 1,6d$	Шойынға және болатқа, қолаға қолдануға болады.
$l_1 = 2d$	Жеңіл қорытпаларға қолданылады.
$l_1 = 2,5d$	

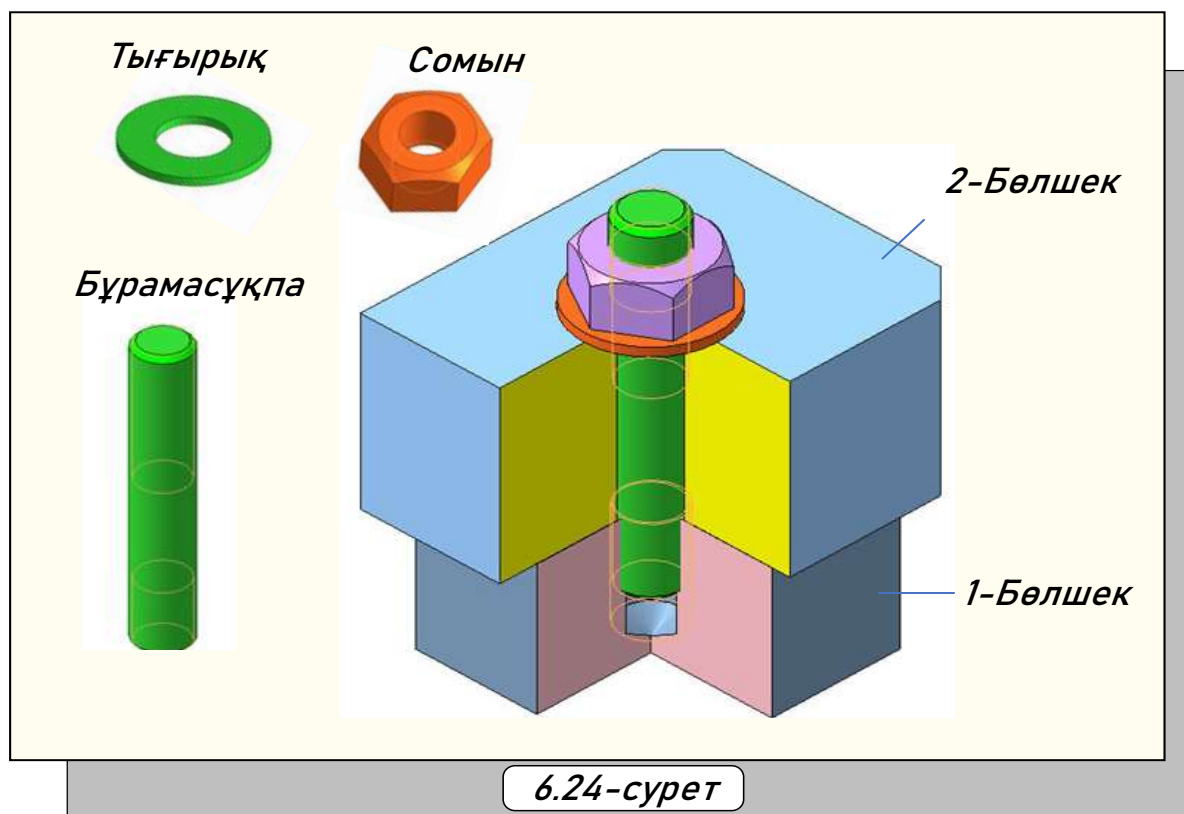
Бұрамасұқпаның ұзындығының параметрлері кестеде көрсетілген 6.7-кесте.

6.7-кесте

Бұрамасұқпаның ұзындығы L , мм	Бұрамасұқпаның қыспа ұшының ұзындығы l_0 , мм.									
	18	21	20	19	18					
25	18	21	20	19	18					
30	18	22	25	24	23					
35	18	22	26	29	28	27	26			
40	18	22	26	30	33	32	31	30		
45	18	22	26	30	34	37	36	35	34	33
50	18	22	26	30	34	38	41	40	39	38
55	18	22	26	30	34	38	42	45	44	43
60	18	22	26	30	34	38	42	46	49	48
65	18	22	26	30	34	38	42	46	50	53
70	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54
75	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54
80	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54

6.9. Бұрамасұқпалы қосылыс

Бұрамасұқпалы қосылыс. Бекітілетін бөлшектердің қалыңдықтары жуан болса немесе бұрандама бекіту үшін орын болмаса, онда бұрамасұқпалы қосылыс қолданылады. Бұрамасұқпалы қосылыстың бөлшектері мен бұрамасұқпалы қосылыстың көрінісі 6.24-суретте көрсетілген. Қосымша 9-да нұсқалар берілген.

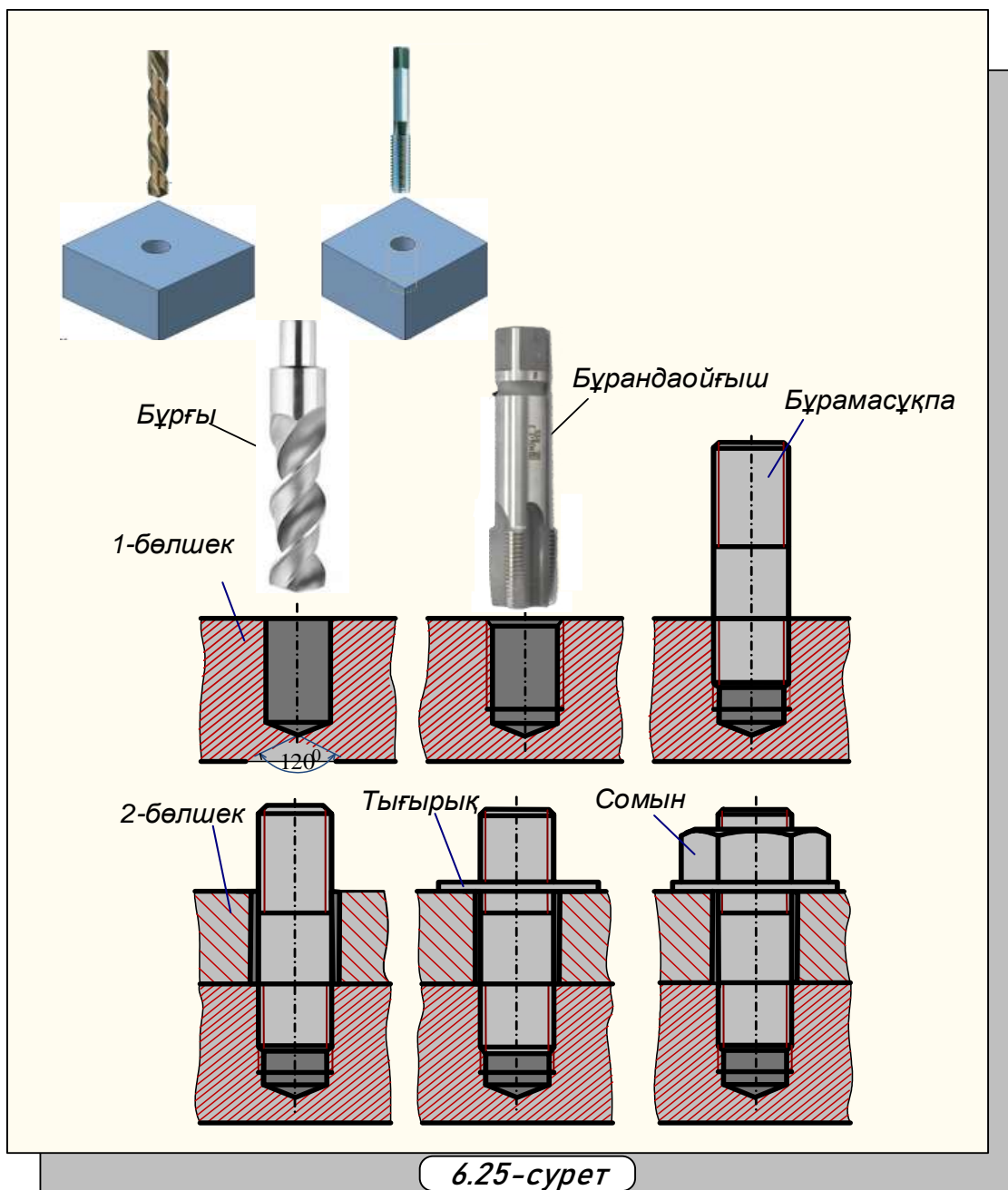


6.24-сурет

Бұрамасұқпалы қосылыстың біріктіру реті 6.25-суретте көрсетілген:

- 1) бірінші бөлшекке бұрандаға арналған тесік бұрғыланады (сверло);
- 2) бұрандаойғыш (метчик) құралдың көмегімен бұранда салынады;
- 3) бұрамасұқпаның сұқпа ұшы ұзына бойына бұрандалы 1-бөлшекке тұйық (өткермесіз) тесігіне бұрап сұғылады;
- 4) бұрамасұқпаға 2-бөлшек кигізіледі, 2-бөлшектің тесігінің диаметрі бұрамасұқпаның диаметрінен сәл үлкен болады;
- 5) бұрамасұқпаға тығырық кигізіледі;
- 6) бұрамасұқпаға сомын бұралады.

«Бұрамасұқпа $M 10 \times 60$ » жазуы мынаны білдіреді: M – бұрамасұқпаның метрикалық бұрандасы, 10 мм – бұранданың сыртқы диаметрі, ал 60 мм бұрамасұқпаның ұзындығы. Тесіктің түбіндегі тескіштің ұшы конустық – тесік (отверстие) төбесіндегі бұрышы 120° тең. Бұрамасұқпалы қосылыстың сызбасы 6.26-суретте көрсетілген.

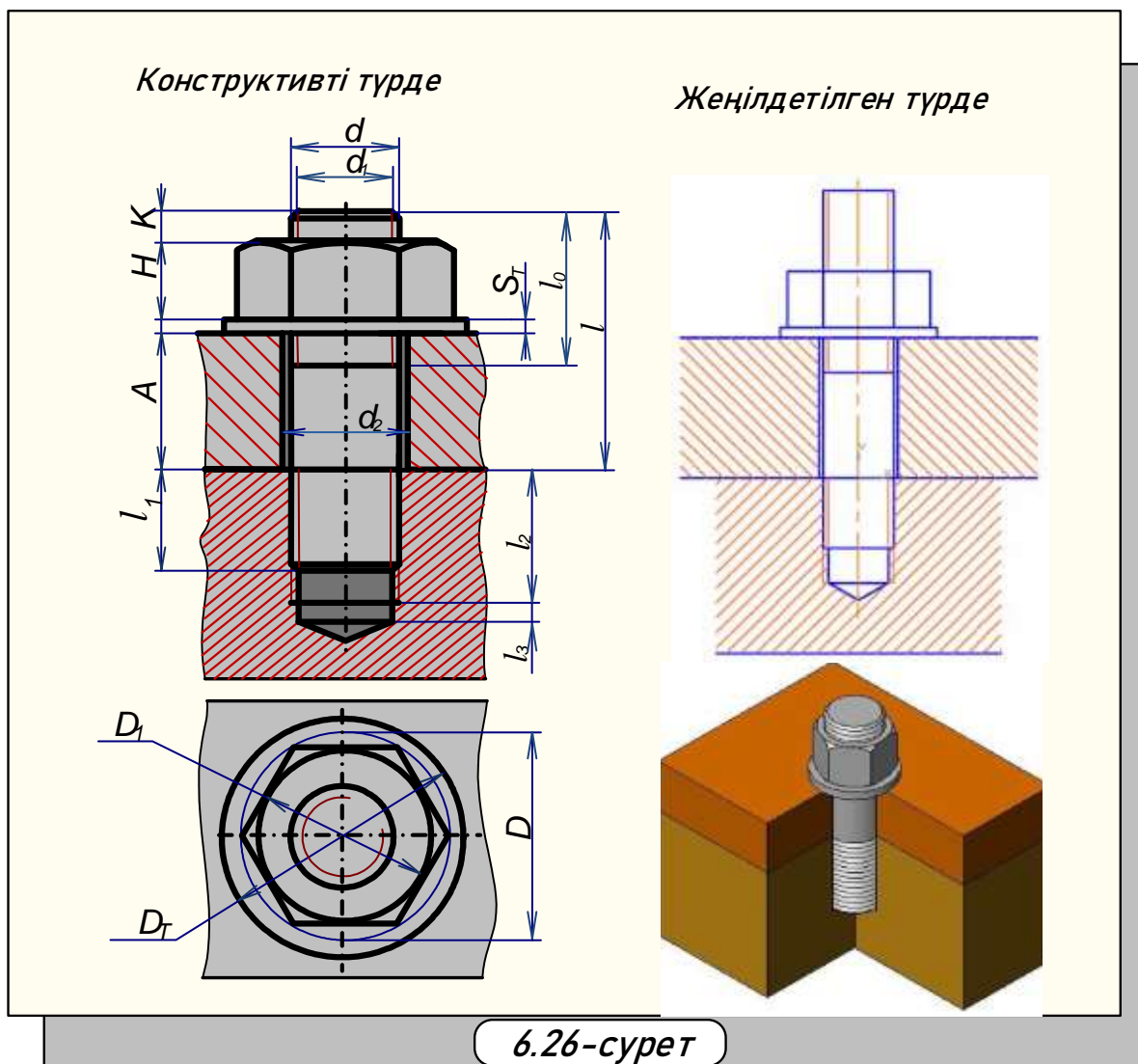


6.25-сурет

Бұрамасұқпалы қосылыстың өлшемдері:

- бұранданың сыртқы диаметрі – d ;
- бұранданың ішкі диаметрі – $d_1 = 0.85d$;
- сомынның сыртқы диаметрі – $D = 2d$;
- сомын қиықжиегінің диаметрі – $D_1 = (0.90 \dots 0.95)S$;
- тығырықтың сыртқы диаметрі – $D_e = 2.2d$;
- сомынның қалыңдығы – $H = 0.8d$;
- қиықжиек – $C = 0.12d$;
- тығырықтың қалыңдығы – $S_T = 0.15d$;
- бұранданың сомыннан артық шығатын өлшемі – $K = 0.25d$;
- қиықжиектің радиусы – $R = 1.5d$; $R_1 = d$;
- бұрамасұқпаның ұзындығы – $l = A + S_e + H + K$;

- бұранданың ұзындығы – $l_0 = 1.7d$;
- бұранданың ұзындығы – $l_1 = d$;
- бұранданың тереңдігі – $l_2 = 1.25d + 6\text{мм}$;
- бөлшектегі тесіктің тереңдігі – $l_3 = l_2 + 4\text{мм}$;
- 2-ші бөлшек – *A*. *A* -бөлшегінің ішкі диаметрі – $d_2 = 1,1 d$.



6.10 Бұрама

Бұрама (винт) – екі немесе одан да көп бөлшектерді біріктіріп бекітуге арналған бір ұшында бұрандасы бар, ал екінші ұшы қалпақша болып келетін жұмыр сырық (стержень). Бұрама біріктірілетін бөлшектің бірінің ойығына салынған бұрандаға бекітіледі. Бұрама қалпақшасы бұрауыш (отвертка) 6.27-

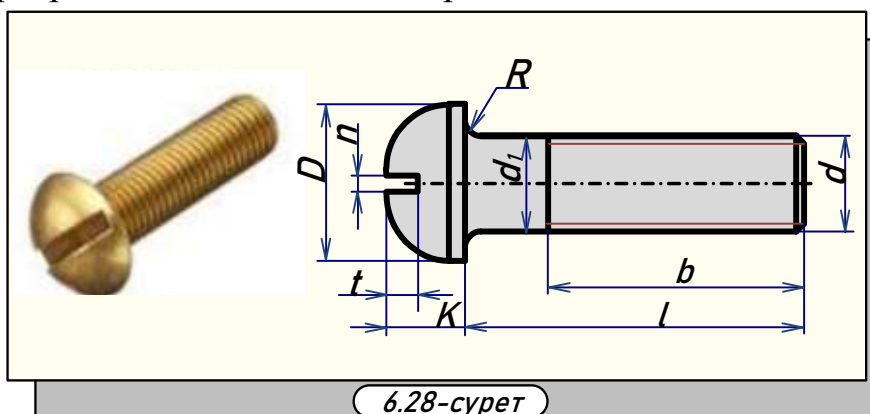
сурет арналған қобысы бар цилиндр, жарты сфера, қиық конус кейде призма тәрізді болады. Бұраманың және бұрауыштың түрлері 6.27-суретте көрсетілген.



6.27-сурет

1) Жартылай сфералы бұрама (нормалы дәлдікпен) МЕСТ 17473-80

Жартылай сфералы бұраманың өлшемдері мен сызбалары 6.28-суретте өлшем параметрлері төменгі 6.8-кестеде көрсетілген.



6.28-сурет

6.8-кесте

Бұранданың номиналды диаметрі d , мм		4	5	6	8	10	12	14	16
Бұранданың қадамы P	ірі	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2
	ұсақ				1	1,25	1,25	1,5	1,5
Бұрама басының диаметрі D		7,0	8,5	10,0	13,0	16,0	18,0	21,0	24,0
Бұрама басының қалыңдығы K		2,8	3,5	4,2	5,6	7,0	8,0	9,5	11,0
Сфера радиусы R_1		3,6	4,4	5,1	6,6	8,1	9,1	10,6	12,1
Шлиц ені n	аз емес	1,06	1,26	1,66	2,06	2,56	3,06	3,06	4,07
	көп емес	1,2	1,51	1,91	2,31	2,81	3,31	3,31	4,37
Шлиц тереңдігі t	аз емес	1,6	2,1	2,3	3,26	3,76	3,96	4,26	4,76
	көп емес	2,0	2,5	2,7	3,74	4,24	4,44	4,74	5,24
Бұрама басы астының радиусы R		0,35	0,5	0,6	1,1	1,1	1,6	1,6	1,6

Ескерту: 1.Сырықтың диаметрі $d_1=d$.

2. Ұзындықтары l және b кестеде көрсетілген.

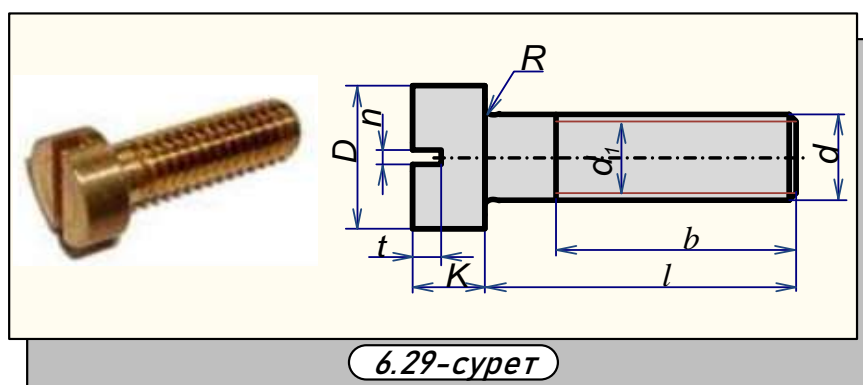
Бұрама *A* класының дәлдігі, бұранданың диаметрі $M=8мм$, ірі қадамы бұранда, дәлдік шегі b_g , ұзындығы $l=50 мм$, мықтылығы классы 4,8, жартылай сфералық бұрама басының шартты белгілеріне мысалы.

Бұрама *A* $M8-6_g \times 50.48$ МЕСТ 17473-80

B класының дәлдігі, ұсақ қадамды бұранда дәлдік шегі 8_g , қаптауы 01, қалыңдығы 6мм; Бұрама *B* $M8 \times 1-8_g \times 50.48$ ГОСТ 1491-80.

2) Цилиндр тәрізді бұрама (нормалы дәлдікпен) МЕСТ 1491-80

Цилиндр тәрізді бұраманың өлшемдері және сызбалары 6.29-суретте мен 6.9-кестеде көрсетілген.



6.29-сурет

6.9-кесте

Бұранданың номиналды диаметрі d , мм		4	5	6	8	10	12	14	16
Бұранданың қадамы P	ірі	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2
	ұсақ				1	1,25	1,25	1,5	1,5
Бұрама басының диаметрі D		7,0	8,5	10,0	13,0	16,0	18,0	21,0	24,0
Бұрама басының қалыңдығы K		2,6	3,3	3,9	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
Шлиц ені n	аз емес	1,06	1,26	1,66	2,06	2,56	3,06	3,06	4,07
	көп емес	1,2	1,51	1,91	2,31	2,81	3,31	3,31	4,37
Шлиц тереңдігі t	аз емес	1,2	1,5	1,8	2,3	2,7	3,2	3,6	4,0
	көп емес	1,6	2,0	2,3	2,8	3,2	3,8	4,2	4,6
Бұрама басы астының радиусы R		0,35	0,5	0,6	1,1	1,1	1,6	1,6	1,6

Ескерту: 1.Сырықтың диаметрі $d_1=d$

2. Ұзындықтары l және b кестеде көрсетілген.

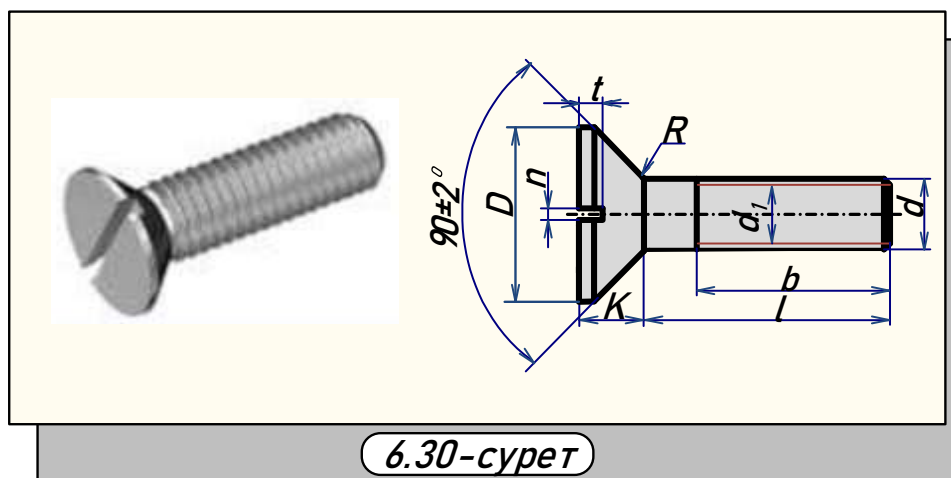
Бұрама *A* класының дәлдігі, бұранданың диаметрі $M=8мм$, ірі қадамы бұранда, дәлдік шегі b_g , ұзындығы $l=50 мм$, мықтылығы классы 4,8, цилиндр тәрізді бұрама басының шартты белгілеріне мысалы.

Бұрама *A* $M8-6_g \times 50.48$ МЕСТ 1491-80,

B класының дәлдігі, ұсақ қадамды бұранда дәлдік шегі 8_g , қаптауы 01, қалыңдығы 6мм; Бұрама *B* $M8 \times 1-8_g \times 50.48.0,16$ МЕСТ 1491-80.

3) *Конус тәрізді бұрама (нормалы дәлдікпен) МЕСТ 1491-80*

Конус тәрізді бұраманың өлшемдері мен сызбалары 6.30-суретте және 6.10-кестеде көрсетілген.



6.10-кесте

Бұранданың номиналды диаметрі d , мм		4	5	6	8	10	12	14	16
Бұранданың қадамы P	ірі	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2
	ұсақ				1	1,25	1,25	1,5	1,5
Бұрама басының диаметрі D		7,4	9,2	11,0	14,5	18,0	21,5	25,0	28,5
Бұрама басының қалыңдығы K		2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
Шлиц ені n	аз емес	1,06	1,26	1,66	2,06	2,56	3,06	3,06	4,07
	көп емес	1,2	1,51	1,91	2,31	2,81	3,31	3,31	4,37
Шлиц тереңдігі t	аз емес	0,8	1,00	1,8	2,3	2,7	3,2	3,6	4,0
	көп емес	1,1	1,35	2,3	2,8	3,2	3,8	4,2	4,6
Бұрама басы астының радиусы R		0,35	0,5	0,6	1,1	1,1	1,6	1,6	1,6

Ескерту: 1. Сырықтың диаметрі $d_1=d$

2. Ұзындықтары l және b кестеде көрсетілген.

Бұрама А классының дәлдігі, бұранданың диаметрі $M=8$ мм, ірі қадамы бұранда, дәлдік шегі 6_g , ұзындығы $l=50$ мм, мықтылығы классы 4,8, конус тәрізді бұрама басының шартты белгілеріне мысалы.

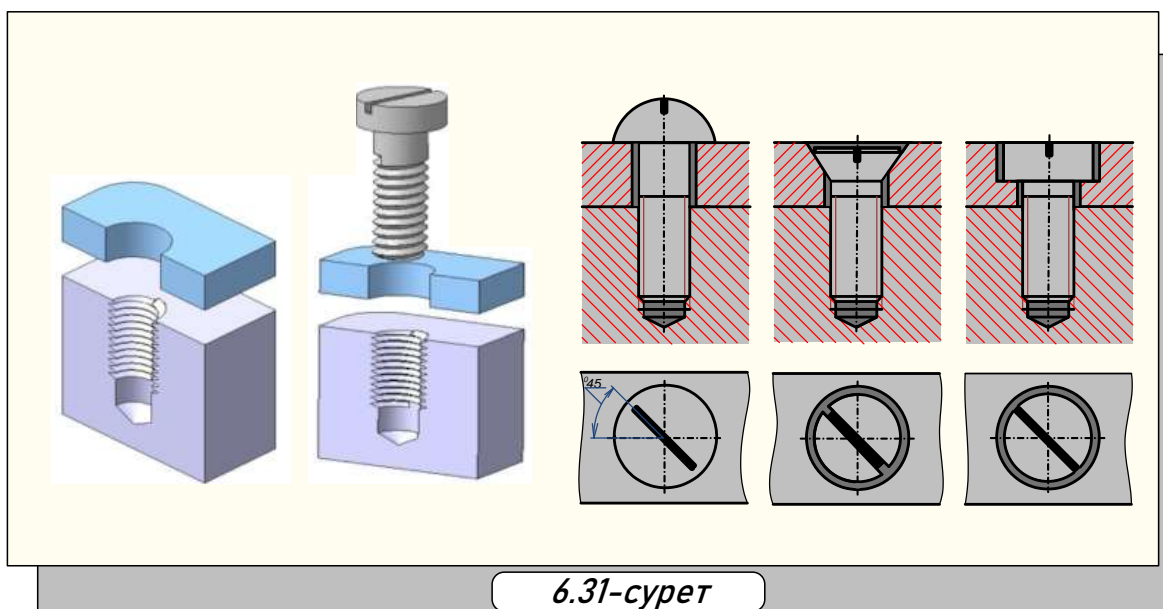
Бұрама А М8-6_gx50.48 МЕСТ 17475-80

В классының дәлдігі, ұсақ қадамды бұранда дәлдік шегі 8_g , қаптауы 01, қалыңдығы 6мм; Бұрама В М8x1-8_gx50.48.0,16 МЕСТ 17475-80.

6.11. Бұрамалық қосылыс

Бұрамалық қосылыс. Бұрамалық қосылыста сомын қолданылмайды. Бұрама қосылатын бөлшектердің бірінің бұрандалы тесігіне бұрап кигізіледі де, екінші бөлшекті өзінің басымен қысып тұрады. Бұрамалық қосылыстардың түрлері 6.31-суретте көрсетілген. Бұрамалық қосылыс бұрамасұқпалы қосылыс сияқты ұқсас қылып сызылады. Тек бұрамадағы бұранданың аяқталуы бөлшектердің ажырату сызығынан жоғары болады. Бұл жағдай бұраманы түбіне дейін бұрап енгізуге мүмкіндік береді. Сызбада бұрамалық қосылыстың үстінен қарағанда, бұрауышқа арналған тесігі (шлиц) шартты түрде қалыңырақ тұтас бір сызықпен кескінделіп 45° бұрыш жасап жүргізіледі.

Бұрама ұзындығы (МЕСТ 1491-80, 17473-80, 17475-80) 6.11-кесте.



6.31-сурет

6.11-кесте

Бұранданың диаметрі d , мм	4	5	6	8	10	12	14	16	18
Бұрама ұзындығы	Бұранданың ұзындығы								
10	10	10	10						
12	12	12	12	12					
14	14	14	14	14					
16	16	16	16	16					
20	14	16	20	20	20				
25	14	16	18	22	25	25	25	25	
30	14	16	18	22	26	30	30	30	30
35	14	16	18	22	26	30	35	35	35
40	14	16	18	22	26	30	34	40	40
45	14	16	18	22	26	30	34	38	45

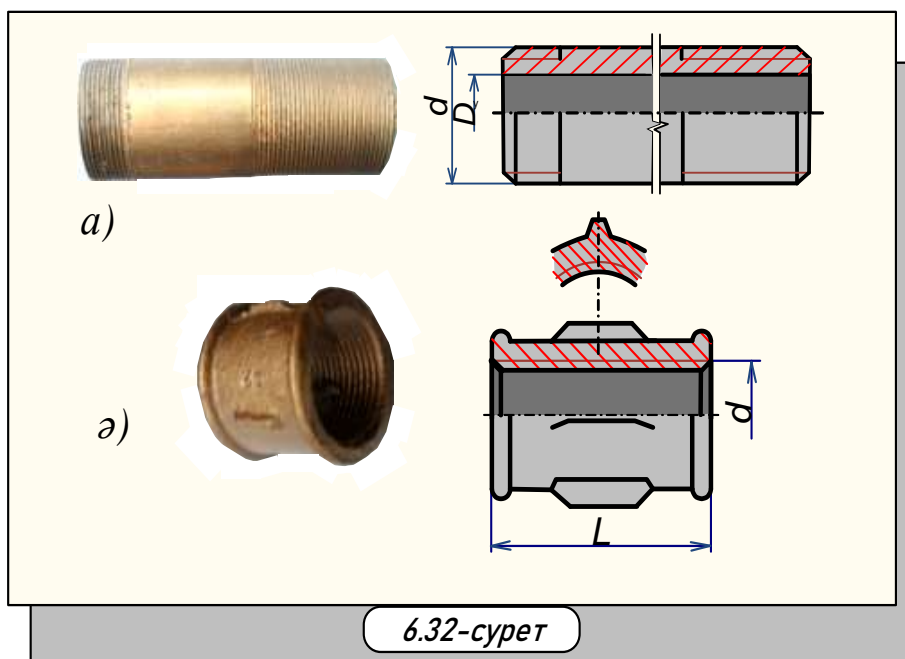
50	14	16	18	22	26	30	34	38	42																
55	14	16	18	22	26	30	34	38	42																
60	14	16	18	22	26	30	34	38	42																
65	14	16	18	22	26	30	34	38	42																
70	14	16	18	22	26 </tr <tr> <td>75</td> <td>14</td> <td>16</td> <td>18</td> <td>22</td> <td>26</td> <td>30</td> <td>34</td> <td>38</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>14</td> <td>16</td> <td>18</td> <td>22</td> <td>26</td> <td>30</td> <td>34</td> <td>38</td> <td>42</td> </tr>	75	14	16	18	22	26	30	34	38	42	80	14	16	18	22	26	30	34	38	42
75	14	16	18	22	26	30	34	38	42																
80	14	16	18	22	26	30	34	38	42																

6.12. Құбырлық қосылыс

Құбырлы қосылысты су құбырларында, газ құбырларында және жылумен жабдықтау жүйелерінде кең қолданады. Құбырларды бұранда арқылы арнайы жалғауда пайдаланылатын *ажыратқыны* (фитинг) қолданады. Ажыратқы құбырларды біріктіретін құрал. Олардың ішінде бұранда салынған төлке түрінде жасалады. Олардың стандартқа сәйкес мынадай түрлері бар: тік ажыратқы; бұрыштық ажыратқы; үштармақты ажыратқы; төрттармақты ажыратқы; бүрлеуленген сомын.

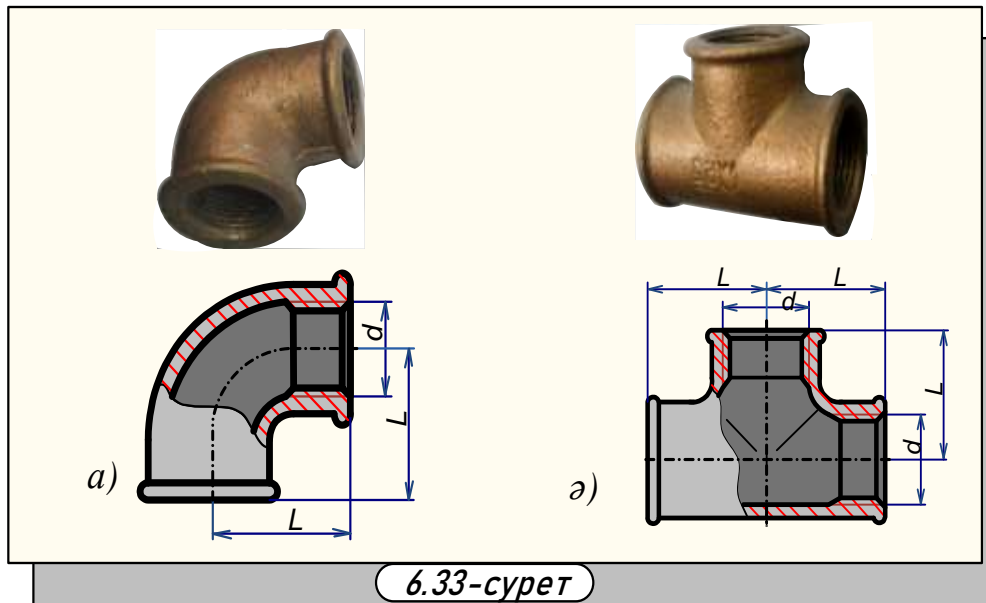
Жалғаулық бөлшектер (ажыратқы, құбыр) негізгі өлшемдері стандарттық кестеде шартты тесік D_y бойынша анықталады. Бұл өлшем жалғастырылатын құбырдың ішкі диаметріне тең, құбырдың көрінісі мен сызбасы 6.32а-суретте көрсетілген.

Тік ажыратқының көрінісі мен сызда сызылуы 6.32ә-суретте көрсетілген.

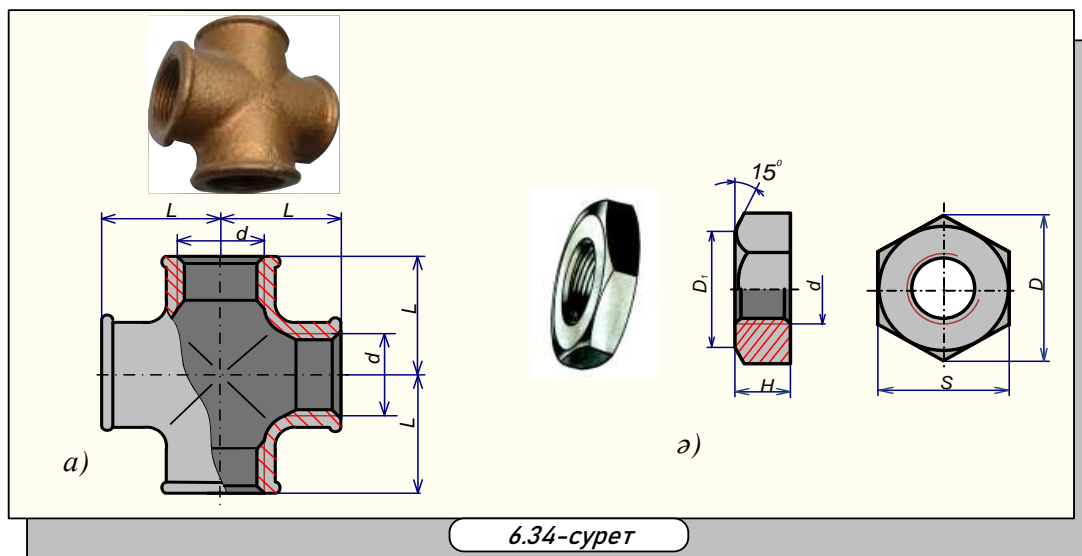


6.32-сурет

Бұрыштық ажыратқының көрінісі мен сызбада сызылуы 6.33а-суретте көрсетілген. Үштармақты ажыратқының көрінісі мен сызбада сызылуы 6.33ә-суретте көрсетілген.

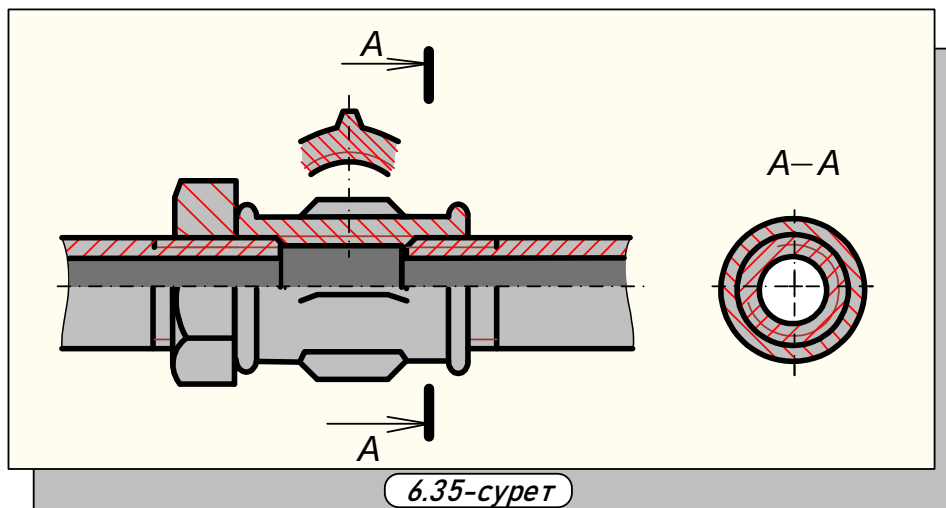


Төрт тармақты ажыратқының көрінісі мен сызбасы 6.34а-суретте. Қатырма сомын-бекіткіш көрінісі мен сызбасы 6.34ә-суретте көрсетілген.



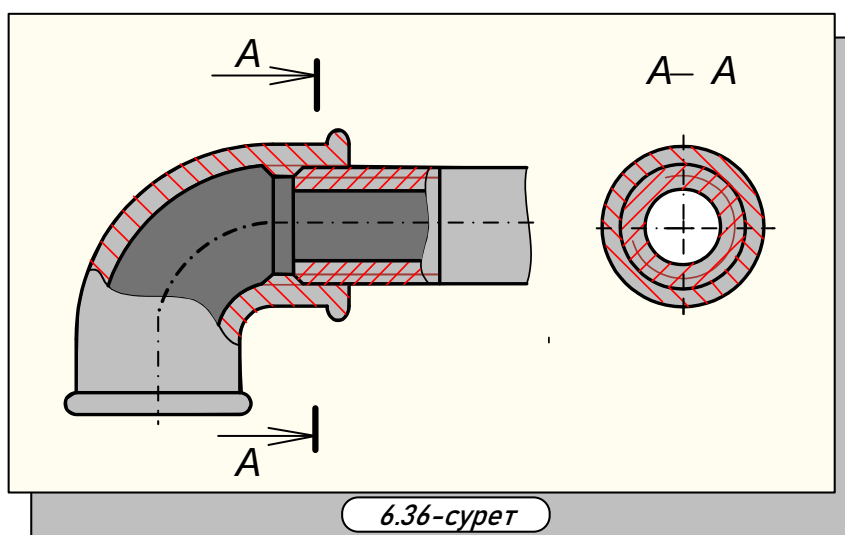
6.13. Құбырлы қосылыстар

Құбырлы қосылыстар. Құбырлы қосылыстың 6.35-суретте тік ажыратқының құбыр және қатырма сомын-бекіткіш біріктірілген көрінісі мен қимасы көрсетілген.



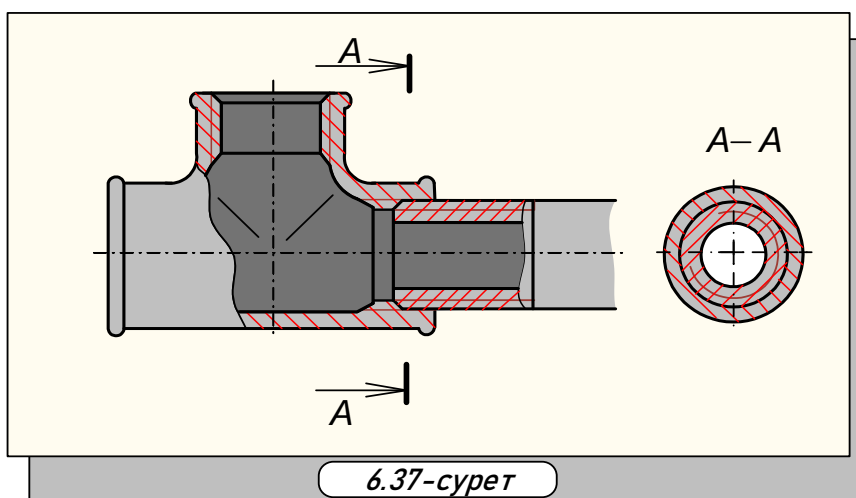
6.35-сурет

6.36-суретте бұрыштық ажыратқының құбырмен біріктірілген көрінісі мен қимасы көрсетілген.



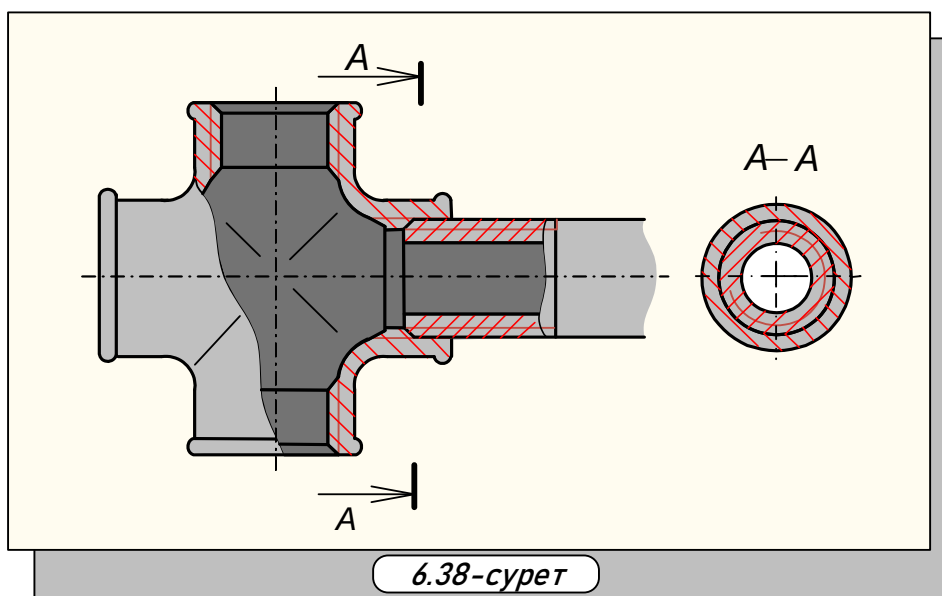
6.36-сурет

6.37-суретте үштармақты ажыратқының құбырмен біріктірілген көрінісі мен қимасы көрсетілген.



6.37-сурет

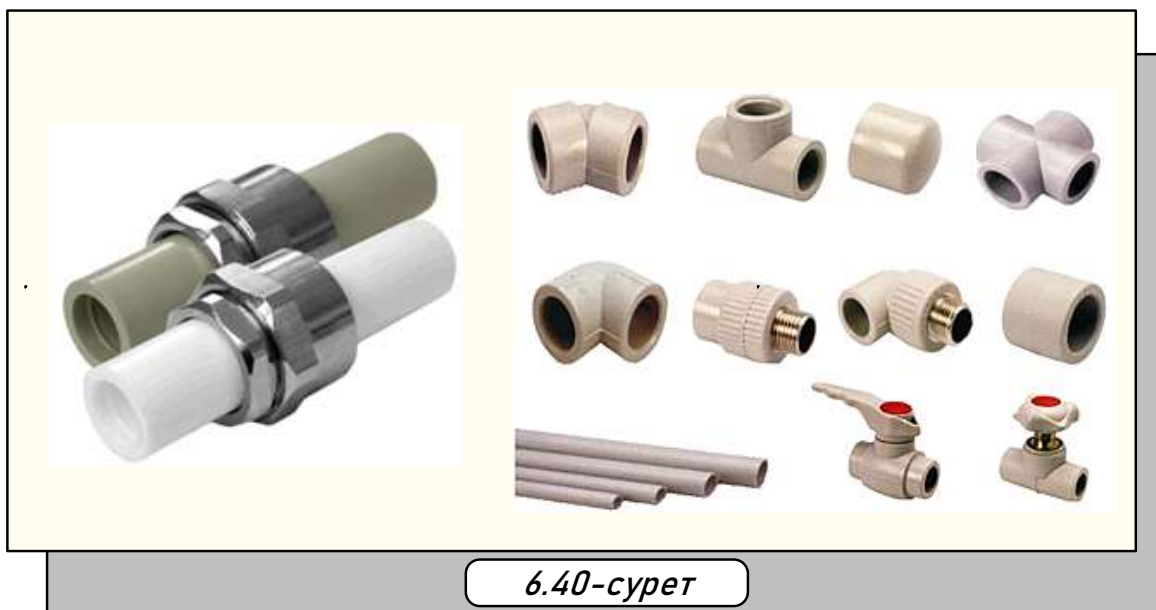
Төрттармақты ажыратқының құбырмен біріктірілген көрінісі мен қимасы 6.38-суретте көрсетілген.



6.14. Пластикалық құбырлар

Соңғы жылдары полиэтиленнен жасалған пластикалық құбырлар үлкен сұранысқа ие болып отыр. Бұл құбырлар бірқатар ерекше қасиеттерге ие: икемділігі, жеңілдігі, оңай қолданылуы және сенімділігі. Сонымен қатар пластикалық құбырлар жарамдылық мерзімі ұзақ болып келеді – 50 жыл бойы жақсы қызмет атқарады. Пластикалық құбырлардың ажыратқы мен құбырда да құбырлық бұрандалар көптен қолдануда 6.39, 6.40-суреттерде көрсетілген.

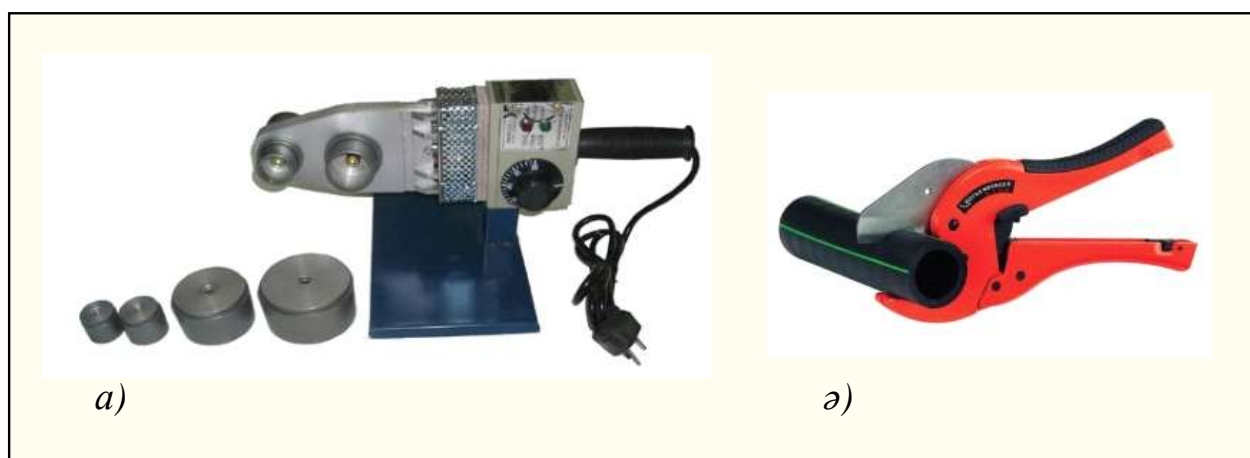




6.40-сурет

Пластик құбырлардың температураның әсеріне төзімділігі жоғары. Құбырларға суық та, ыстық та қауіпті емес. Механикалық әсерлерге төзімділігі құбырлардың қолдану аясын кеңейте түсуге мүмкіндік береді. Олар металдан жасалған түрлеріне қарағанда, тоттануға ұшырамайды. Мұның өзі қызмет көрсету мерзімін бірнеше есе ұлғайта түседі. Пластикалық құбырлар қызмет көрсетуде оңай қолданылады. Құбырлар көп жұмысшыны немесе техниканы керек етпейді. Полиэтиленнен жасалған пластикалық құбырлардың салмағы аз болып келеді (металдан жасалған осындай түрлеріне қарағанда 2-4 есе аз). Құрастыруға да көп уақыт кетпейді және қосымша күшті қажет етпейді. Полиэтиленді құбырларды бір-бірін арнайы дәнекерлеу аппаратымен жалғастырады. Сол аппаратта ажыратқылар мен құбырларды біріктіруге арналған әртүрлі диаметрлі аспаптары бар 6.41а-суретте бейнеленген.

Құбырларды керекті өлшемді кесіп алу үшін арнайы қайшысы болады 6.41ә-сурет.



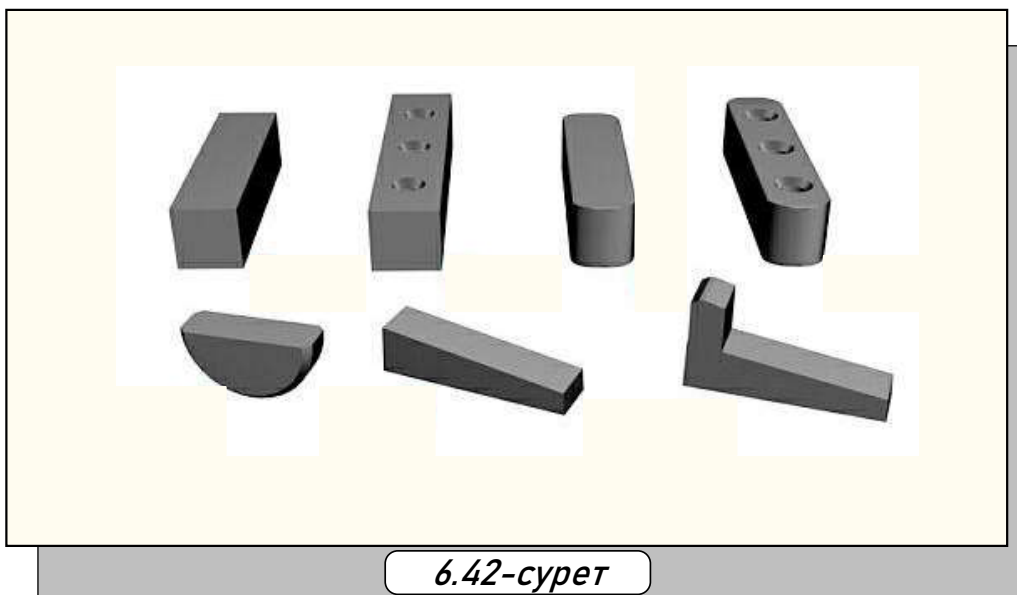
6.41-сурет

Полиэтиленнен жасалған құбырлардың түйіскен жері жеткілікті дәрежеде сенімді. Пластикалық құбырлардың бірнеше түрі бар: жеңіл және орташа жеңіл, орташа және ауыр. Олар қабырғаларының қалыңдығы, стандартты мөлшерлік таңбалануы жағынан бір-бірінен ерекшеленеді.

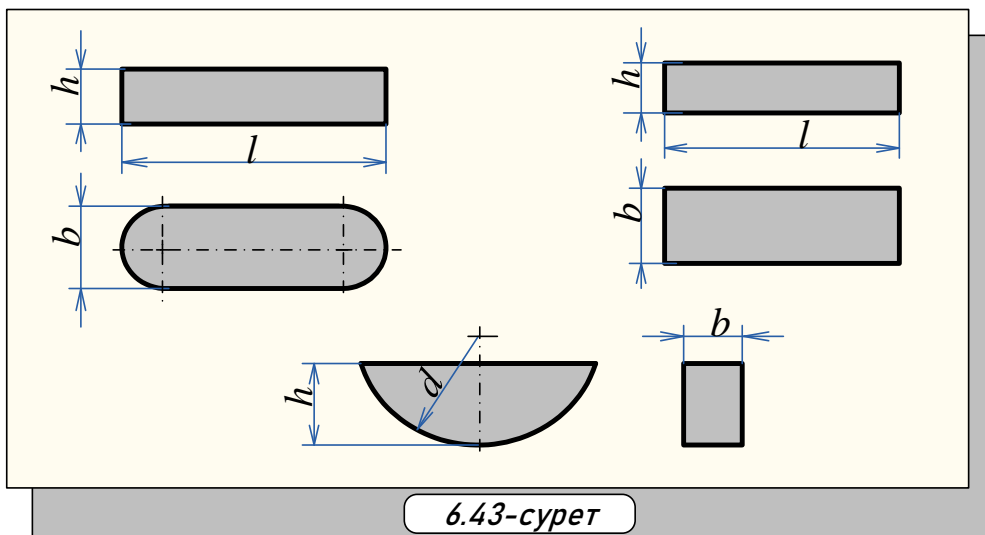
Пластикалық құбырлардың диаметрі де әртүрлі болуы мүмкін (20 миллиметр және одан көп). Олар номиналды қысымы бойынша, яғни құбырды 50 жыл бойы ұстап тұруға қабілетті 20⁰С-тағы судың тұрақты қысымы бойынша ерекшеленеді. Пластикалық құбырлар сенімді.

6.15. Кілтекті қосылыс

Бөлшектерден ең көп тараған ажырайтын қосылыстардың бірі – *кілтекті* қосылыс. *Кілтек* (шпонка) – білікке қондырылған бөлшектерді төлкемен, шкифпен, тісті дөңгелекпен, маховикпен т.б. қосып біріктіруге арналған. Білік пен шкифті кілтек арқылы айналдыру үшін, буатқа арналған бөлшектерге ойық салынады. 6.42-суретте кілтектің түрлері көрсетілген: дөңгелектелген призмалы кілтек; сегменттік кілтек; жазық призмалы кілтек және т.б..

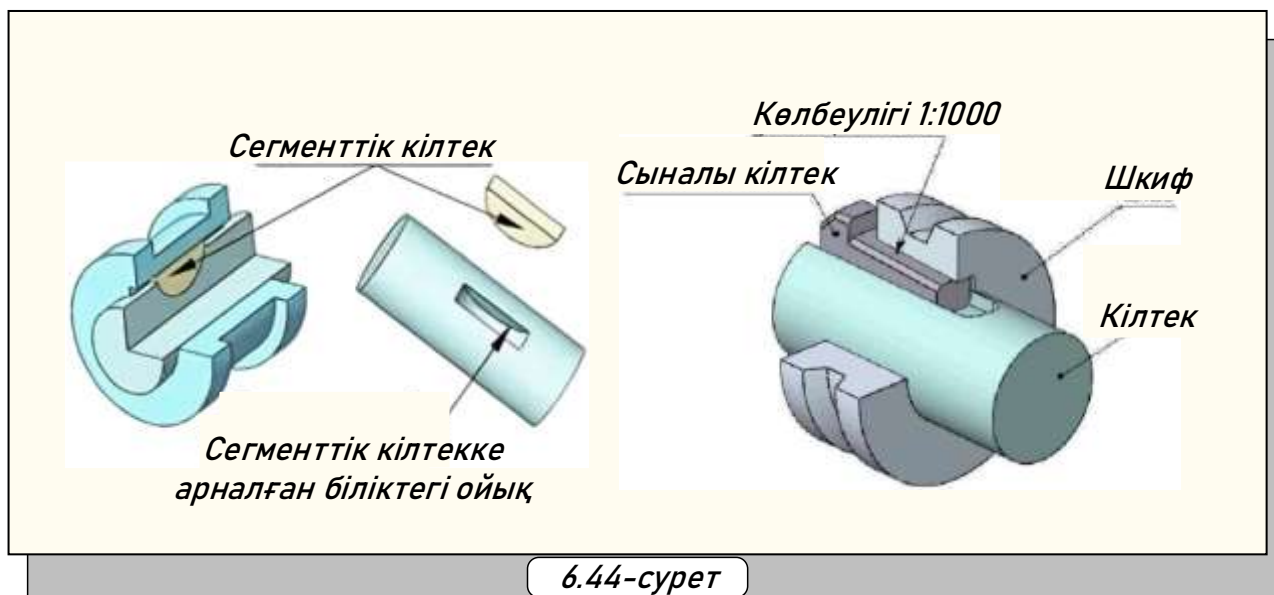


Барлық кілтектердің пішімі мен өлшемдері стандарт бойынша анықталады 6.43-сурет.



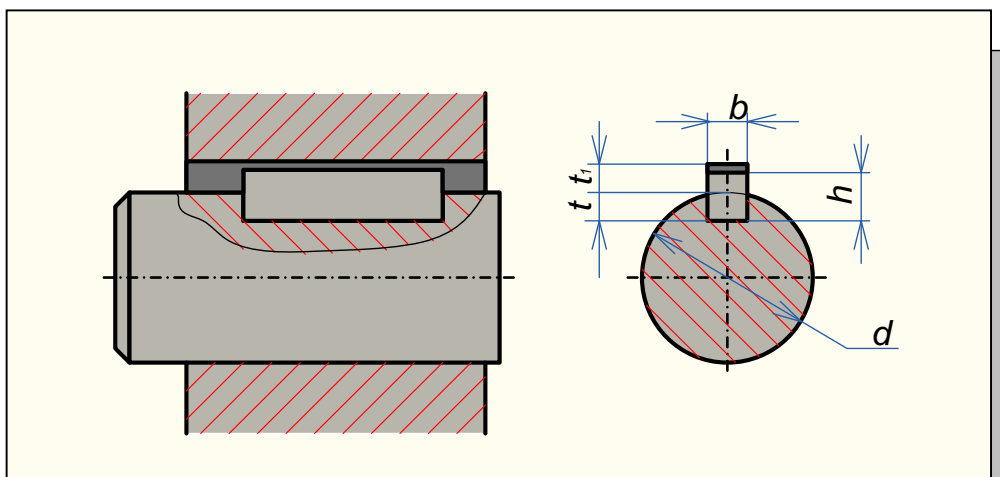
6.43-сурет

Кілтекті қосылыстар құрайтын бөлшектердің көрнекі кескіндері 6.44-суретте көрсетілген.



6.44-сурет

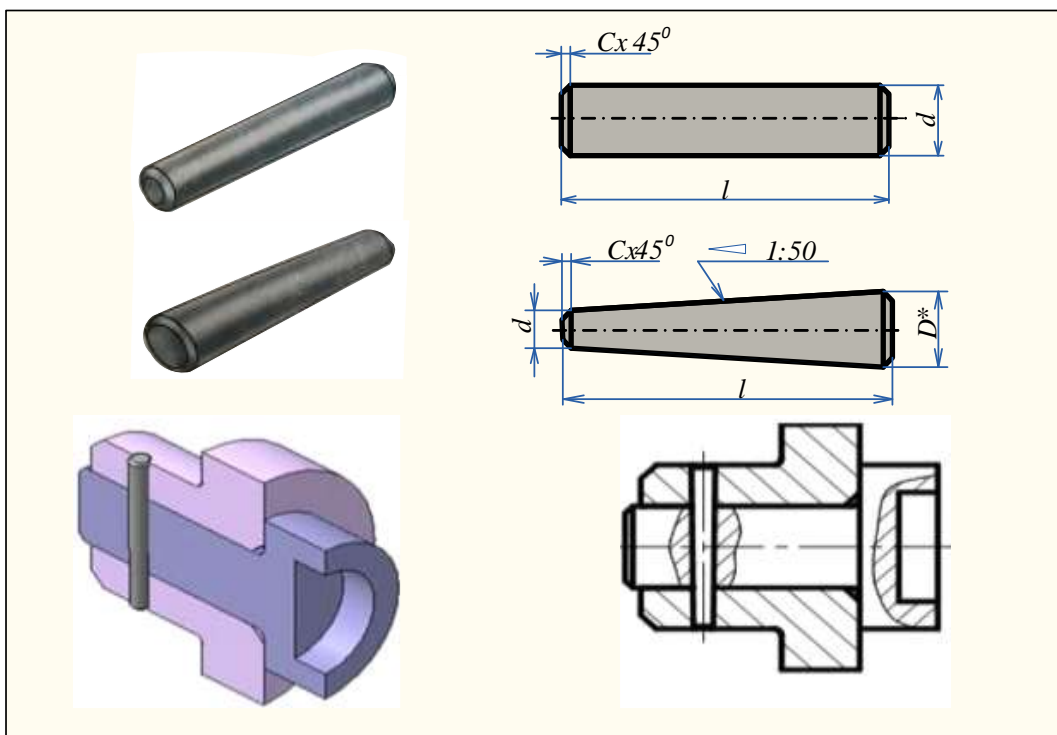
Құрастыру сызбасында бойлық тілікті орындаған кезде кілтек шартты түрде тілінбей көрсетіледі 6.45-сурет. Білік пен төлкенің ойықтары стандартталған, сондықтан кілтектің өлшемдері стандарт бойынша алынады. Бұл өлшемдер қосылыстың бөлшегі біліктің диаметріне байланысты алынады. Біліктің диаметрі – d , оған сәйкес келетін кілтектердің өлшемдері ені – b , биіктігі – h және кілтек ойықтарының тереңдіктері біліктегі ойық – t , төлкедегі ойық – t_1 . Сызбада кілтек шартты түрде белгіленеді. Мысалы, «Кілтек 12×8×60», бұл өлшемдер кілтектің қалыңдығы 12 мм, ені 8 мм, ұзындығы 60 мм екенін білдіреді.



6.45-сурет

6.16. Сұққыш қосылыс

Сұққыш (штифт) – бөлшектерді қосу үшін қолданылатын цилиндрлік немесе конустық сырық. Кейбір сұққыштар бөлшектерді біріктірумен қоса айналмалы қозғалысты жеткізуші міндетін де атқарады. Бөлшектерді өзара дұрыс қондыру үшін көбінесе *сұққыш* қосылысы қолданады. Тұрмыста ең көп тараған цилиндрлік және конустық сұққыштың екі түрінің бейнесі мен сызбасының өлшемдері 6.46-суретте көрсетілген.



6.46-сурет

Бөлшектердің сұққыш арқылы біріктіріліп қосылуы 6.46-суретте көрсетілген. Сұққыш бірінші бөлшек (білік) пен екінші бөлшек (тұрық) тесілген тесікке сұғылады. Құрастыру сызбаларында, сұққышта тілік орындалмайды.

Бақылау сұрақтары

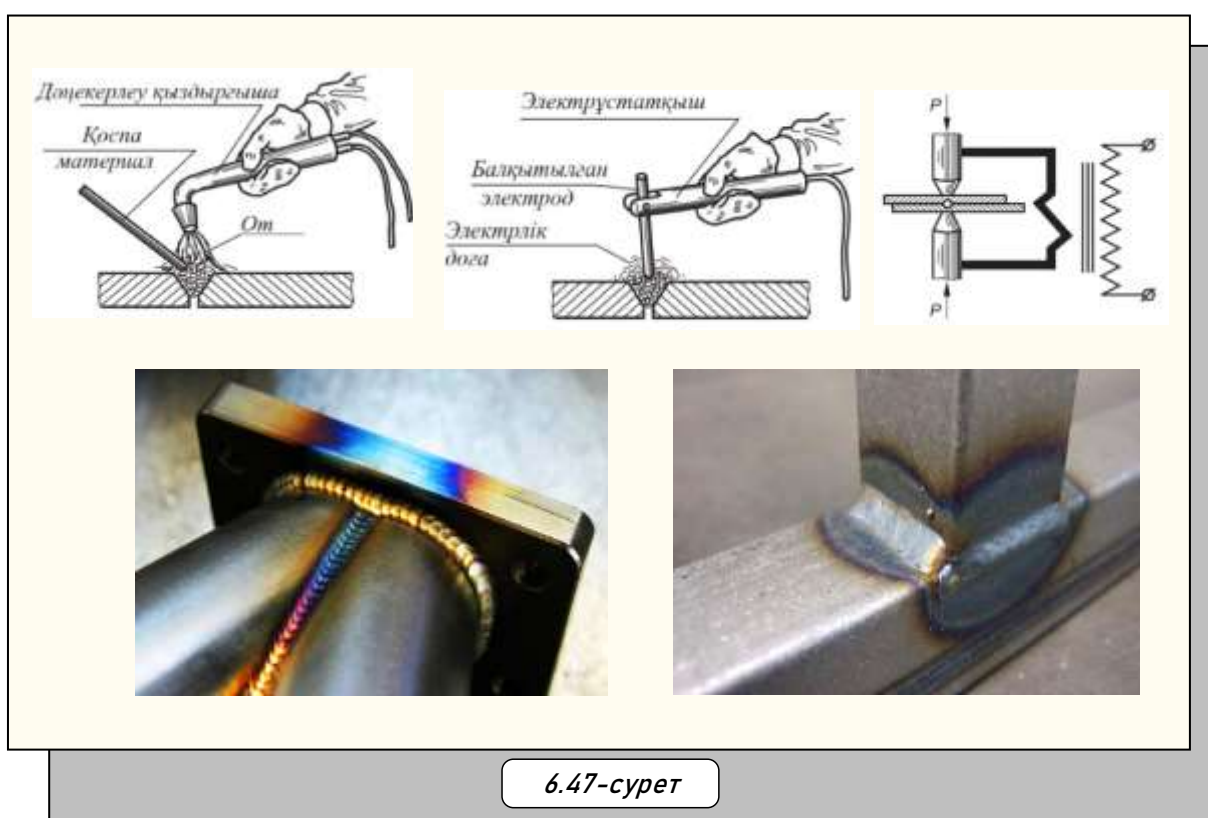
1. *Ажырайтын қосылыстар дегеніміз не, оған қандай қосылыстар жатады?*
2. *Сырық (стержень) пен тесіктегі бұранда қалай кескінделеді?*
3. *Жүрістік бұранда дегеніміз не?*
4. *Бұрандама дегеніміз не?*
5. *Бұрандаманың қандай түрлері бар?*
6. *Тұғыл деген не?*
7. *Сомын дегеніміз не?*
8. *Сомынның қандай түрлері болады?*
9. *Тығырық дегеніміз не?*
10. *Бұрандамалық қосылыс дегеніміз не?*
11. *Бұрамасұқпа дегеніміз не?*
12. *Бұрамасұқпалы қосылыс пен бұрандамалық қосылыстың айырмашылығы неде?*
13. *Бұрама дегеніміз не?*
14. *Бұрамалық қосылыс дегеніміз не?*
15. *Құбырлы қосылыс не үшін қажет?*
16. *Құбырлы ажыратқаның қандай түрлері бар?*
17. *Кілтекті қосылыс дегеніміз не?*
18. *Кілтекті қосылыстардың қандай түрлері болады?*
19. *Сұққыш қосылысы дегеніміз не?*
20. *Ажырайтын қосылыстар дегеніміз не, оған қандай қосылыстар жатады?*
21. *Сырық (стержень) пен тесіктегі бұранда қалай кескінделеді?*
22. *Жүрістік бұранда дегеніміз не?*
23. *Бұрандама дегеніміз не?*
24. *Бұрандаманың қандай түрлері бар?*
25. *Тұғыл деген не?*
26. *Сомын дегеніміз не?*
27. *Сомынның қандай түрлері болады?*
28. *Тығырық дегеніміз не?*
29. *Бұрандамалық қосылыс дегеніміз не?*
30. *Бұрамасұқпа дегеніміз не?*
31. *Бұрамасұқпалы қосылыс пен бұрандамалық қосылыстың айырмашылығы неде?*
32. *Құбырлы қосылыс не үшін қажет?*
33. *Құбырлы ажыратқаның қандай түрлері бар?*
34. *Кілтекті қосылыс дегеніміз не?*

6.17. АЖЫРАМАЙТЫН ҚОСЫЛЫСТАР

Ажырамайтын қосылыстар деп олардың құрамына кіретін бөлшектерді бұлдірмей ажыратуға болмайтын қосылыстарды айтады. Оған пісірмелеу, желімдеу және шегелеу жатады.

6.18. Пісірмелі қосылыс

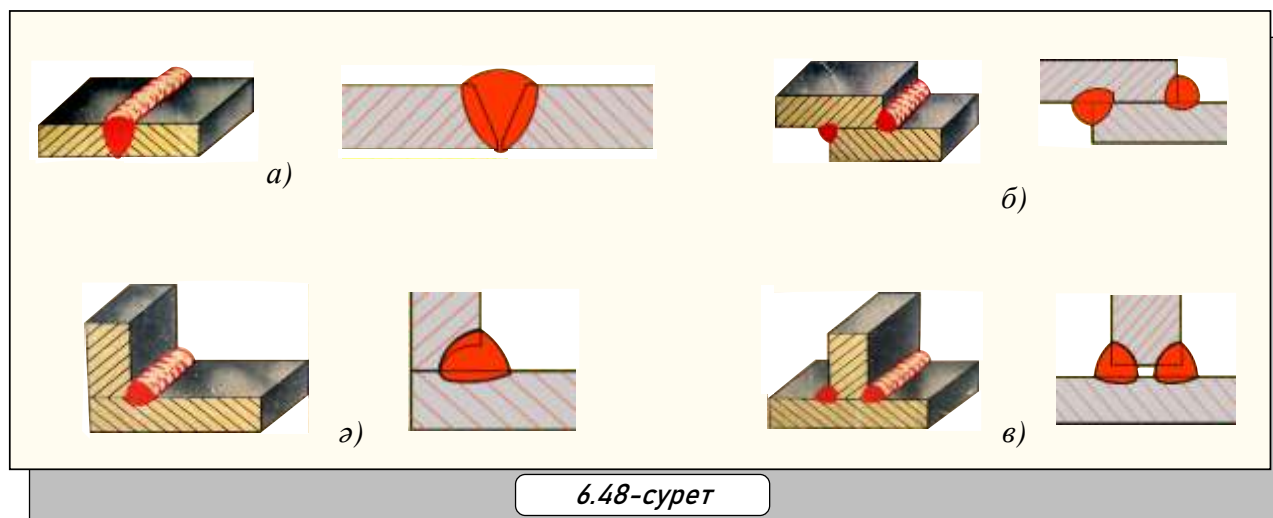
Бөлшектерді пісіру арқылы ажырамастай етіп қосуды *пісірмелі қосылыс* деп атайды 6.50-суретте үлгісі көрсетілген. Металдарды балқытып қатайтқаннан кейін, бөлшектердің түйіскен жерінде пісіру жапсары пайда болады. *Пісіру* – әртүрлі металдардан жасалған бөлшектерді бір-біріне жалғастыратын жерлерін балқытып пісіру 6.47-сурет. Пісірілетін бөлшектердің өзара орналасуына байланысты пісіру жапсарының мынадай түрлері болады: түйістіре пісіру *С* әрпімен, бұрыштап пісіру *У* әрпімен, қапсыра пісіру *Н* әрпімен, тәріздендіріп пісіру *Т* әрпімен белгіленеді.



6.47-сурет

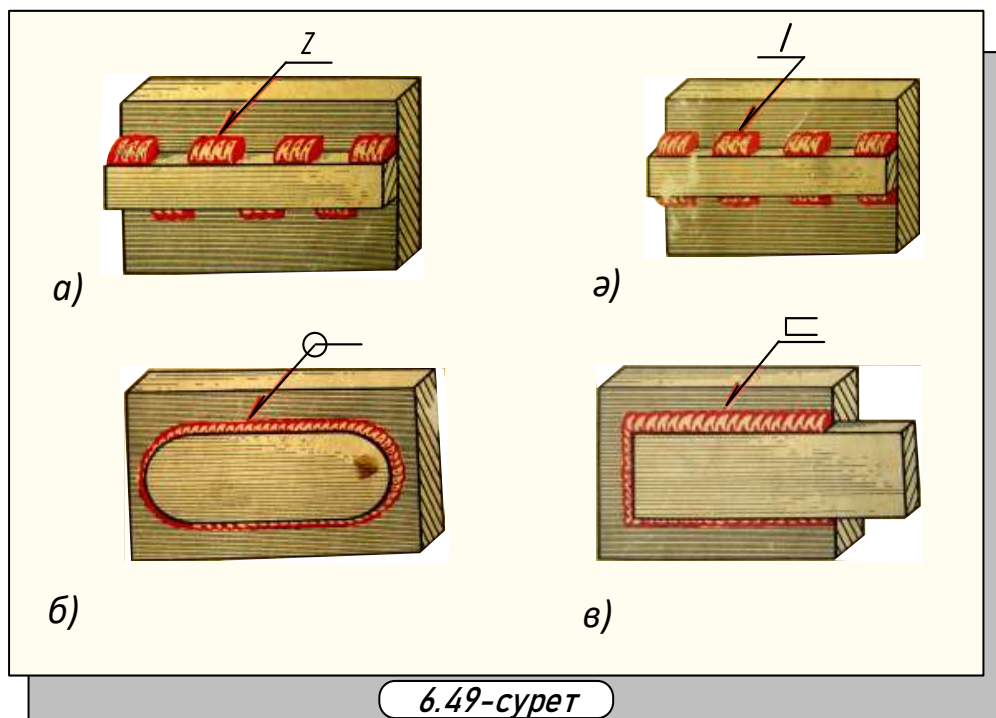
Түйістіре пісіру қосылысы 6.48а-суретте көрсетілген.
Бұрыштап пісіру қосылысы 6.48ә-суретте көрсетілген.

Қопсыра пісіру қосылысы 6.48б-суретте көрсетілген.
Тәріздендіріп пісіру қосылысы 6.48в-суреттерде көрсетілген.



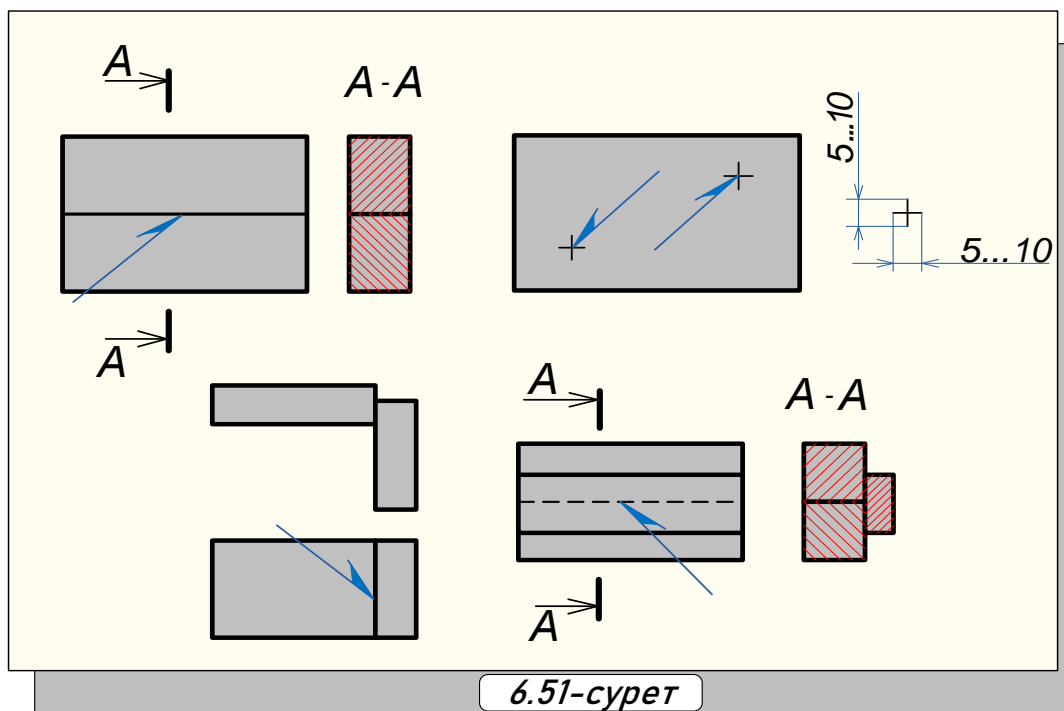
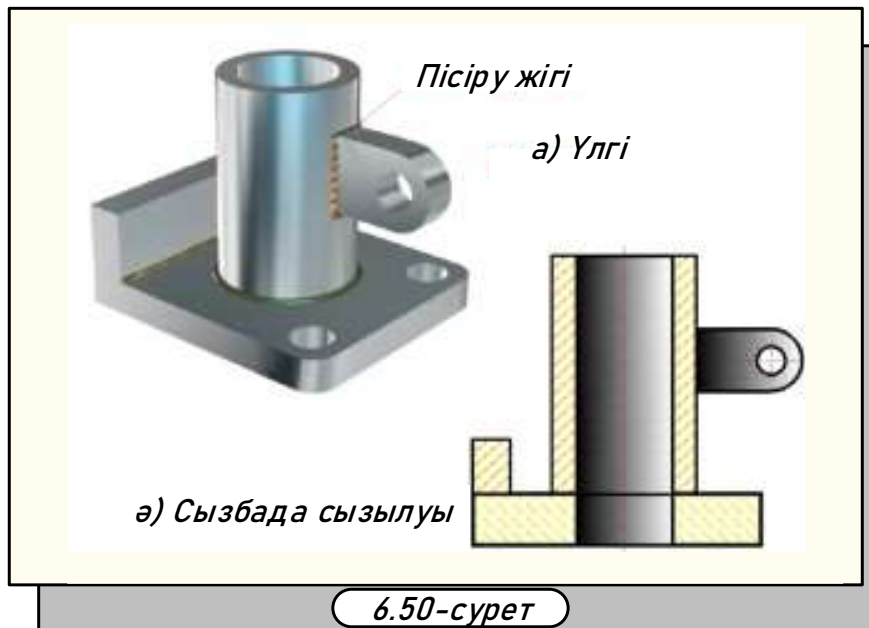
6.48-сурет

Пісіру жіктеріне байланысты мынадай түрлерге бөлінеді: шахмат тәріздес 6.49а-сурет, тізбекті пісіру 6.49ә-сурет, тұйықталған 6.49б-сурет, тұйықталмаған 6.49 в-сурет.



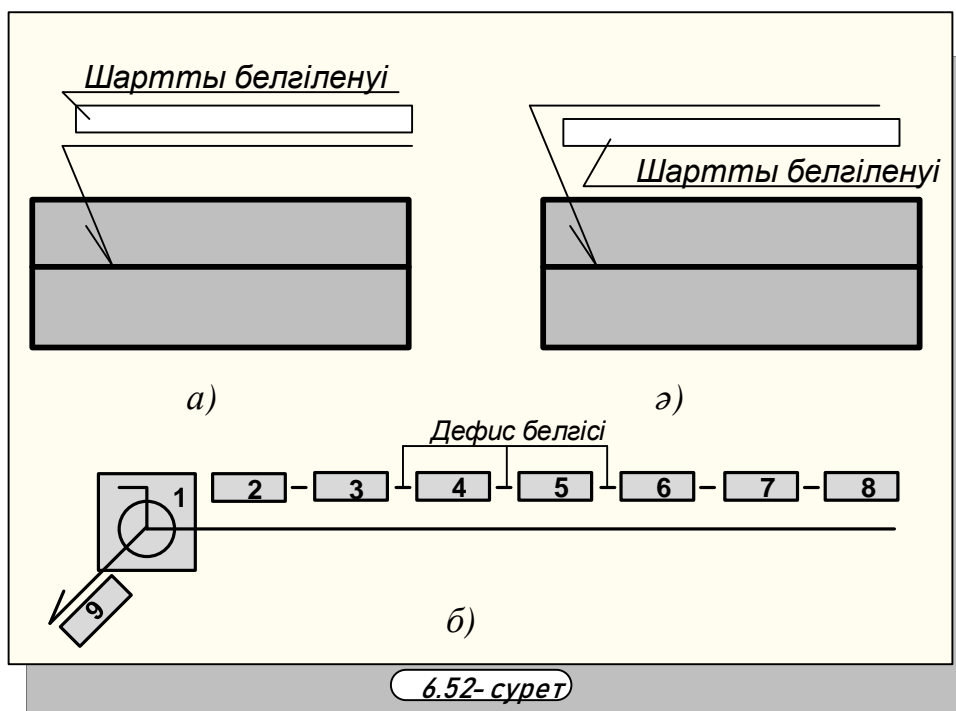
6.49-сурет

Пісірмелі қосылыстың жіктерінің шартты кескіндері мен белгіленулері стандарт бойынша орындалады. Сызбада пісірмелі қосылыстың жіктері шартты түрде кескінделеді. Пісірмелі қосылыстың жіктері көрінетін болса, тұтас негізгі сызықпен сызылады, ал көрінбейтін болса, үзілме сызықпен көрсетіледі. Нүктелі жіктер «+» таңбасымен кескінделеді 6.51-сурет.



Шығарма сызығының үстіңгі жағында орналасқан жіктің кескіндемесі 6.52a-суретте көрсетілген. Ал шығарма сызығының астыңғы жағында орналасқан жіктің көрінісі 6.52 ә-суретте көрсетілген.

Стандартты пісіру жіктерінің шартты белгілену құрылымы 6.52б-суретте, шартты белгілеудің анықтамалары төменгі 6.12-кестеде көрсетілген.



6.12-кесте

№	Белгіленуі	Анықтамалары
1	○ └	Тұйықталған сызық арқылы өтетін жік. (Көмекші белгі). Құрастыру жігінің белгісі. (Көмекші белгі).
2	-	Жіктің түрі мен құрылымын анықтайтын стандарт нөмірі.
3	-	Жіктің стандарт бойынша алынатын әріпті-сандық белгісі.
4	-	Жікті пісіру тәсілінің стандарт бойынша алынған шартты белгісі.
5	△	Үшбұрыш және жік катетінің өлшемі.
6	-	Үзілмелі жіктің өлшемдері мен белгілері.
		Тізбекті жік.
	Z	Шахмат тәртібімен орналасқан жік.
7	○	Тұйықталмаған сызық арқылы өтетін жік.
	○	Жіктің күшеюін алып тастау. (Көмекші белгі).
8	⌒	Жіктің түзу емес жерлерін балқыту арқылы негізгі металға біркелкі ауысуы (көмекші белгі).
9	-	Пісірмелі жіктің кедір-бұдырлығы.
10	-	Бақылау кешенінің белгіленуі.

6.19. Тойтармалы қосылыс

Бөлшектерді ажырамастай етіп қосудың бір түрі – *тойтармалы қосылыс*. Қосылыстың негізгі пайдаланатын элементі – тойтарма шеге. **Тойтарма шеге** дегеніміз – сырықта (стержень). Бір ұшындағы бастарына байланысты олар әр түрлі болып келеді. Тойтарма шегенің түрлері 6.53-суретте көрсетілген.



6.53-сурет

Тойтарма шегелеудің реті: қосылатын бөлшектерге бұрғымен тесік теседі, оған тойтарма шегені кигізіп, тойтарма шегенің басына тіреуіш қойылады да бос ұшы тойтарылады. Тойтармалы шегенің қолданылатын жерлерде мысал 6.54-суретте көрсетілген.

Сызбада тойтарып шегелеп қосудың екі түрі көрсетілген:

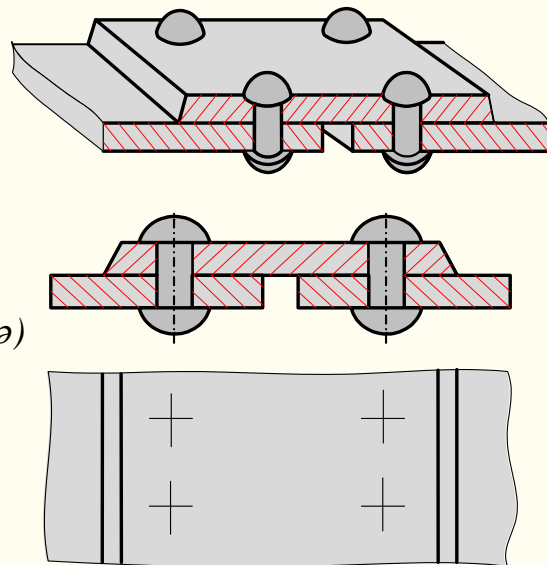
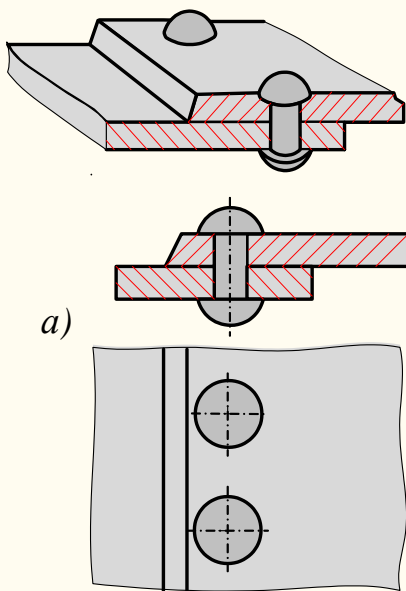
1) Айқастыра салынған кезде қапсыра қосу 6.55а-сурет.

2) Бастырма арқылы түйістіре қосу 6.55ә-сурет.

Қосылатын бөлшектердің үстіне бір немесе екі қосымша бастырма қойылады. Тойтарма шегелер бір, екі немесе одан да көп қатар болып орналастыруға болады. Қиюшы жазықтық тойтарма шегелердің осі арқылы өтетін болса, онда тілік тойтарма шегеде көрсетілмейді.



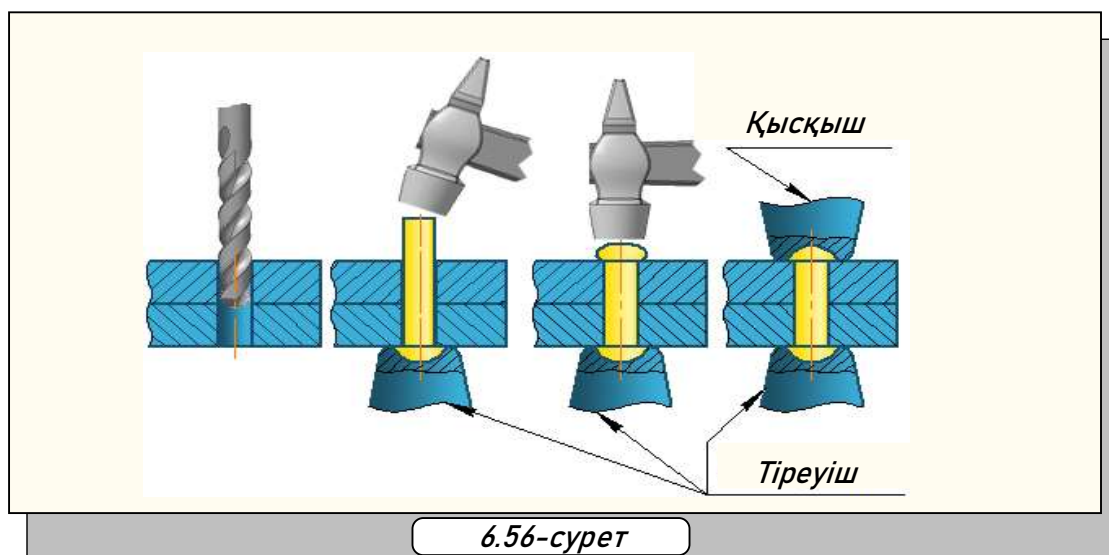
6.54-сурет



6.55-сурет

Тойтарма шегелеудің үстінен қарағанда орналасуын көрсету қажет болса, онда оның басының орнына центрлік сызықтар көрсетіледі. Тойтарма шегені белгілегенде өзектің диаметрі және ұзындығы көрсетіледі.

Мысалы, «Тойтарма шеге 8x20». Тойтармалы қосылыстың 6.56-суретте орындалу жолы көрсетілген.



6.20. Тісті дөңгелектер туралы түсінік

Қазіргі көліктер мен техникалар қозғағыш, беріліс және атқарушы бөлшектерден (механизм) тұрады. Қозғалысты бір бөлшектен екінші бөлшекке жеткізуге керекті бөлшектердің жиынын **беріліс** деп атайды.

Берілістің түрлері: электрлік, пневматикалық, гидравликалық және механикалық. Осылардың ішінен механикалық беріліске түсінік беріледі. Механикалық беріліс жұмыс істеу принципіне байланысты төмендегідей болып бөлінеді:

Сүйкелісті беріліс:

- а) Қозғалыс бөлшектердің бір-біріне тиюі арқылы беріледі (сүйкелісті);
- б) Таспалы беріліс;

Тісті беріліс:

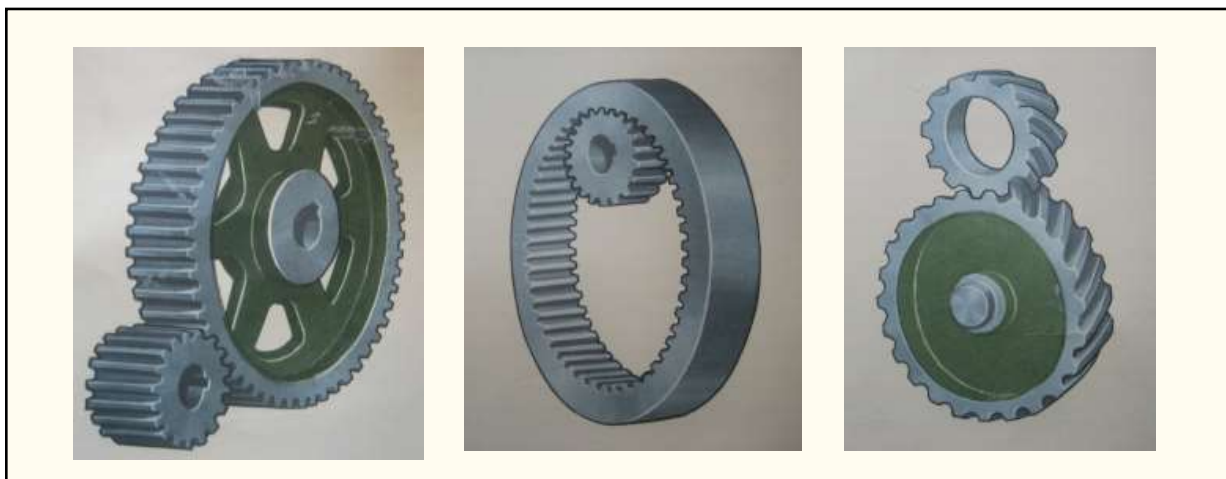
- а) Қозғалыс бөлшектердің бір-бірімен тістесуі арқылы беріледі;
- б) Шынжырлы беріліс.

Тісті берілістер қазіргі машиналар мен техникаларда көптеп кездеседі 6.57-сурет.

Айналмалы қозғалысты жетекші біліктен параллель орналасқан жетектегі білікке беру үшін *цилиндрліктісті берілістер* қолданылады, 6.58-сурет.

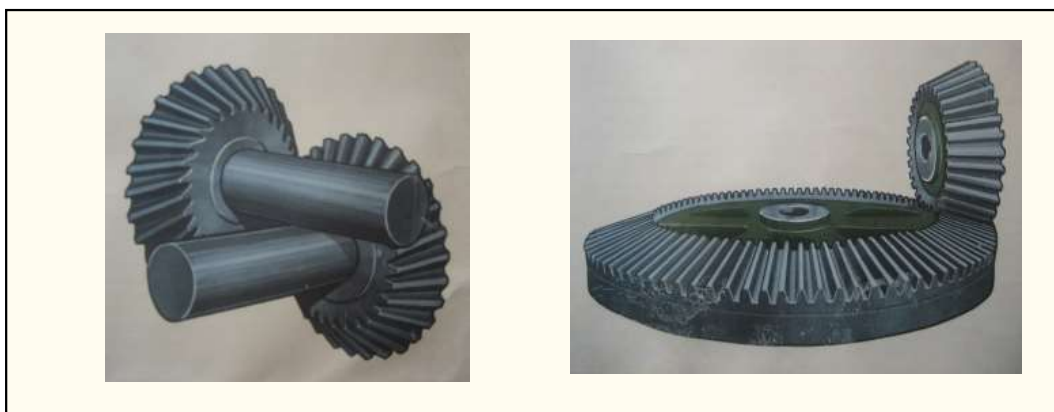


6.57-сурет



6.58-сурет

Жетекші және жетектегі біліктердің осьтері қиылысатын болса, айналмалы қозғалысты олардың біріншісінен жеткізу үшін *конустық тісті берілістер* қолданылады, 6.59-сурет.



6.59-сурет

Біліктердің осьтері параллель болмауы және қиылыспауы мүмкін. Бұлай орналасқан біліктерді *айқасқан* біліктер деп атайды. Айналмалы қозғалысты жетекші біліктен онымен айқасқан жетектегі білікке беру үшін *тоғынды берілістер* қолданылады 6.60-сурет.



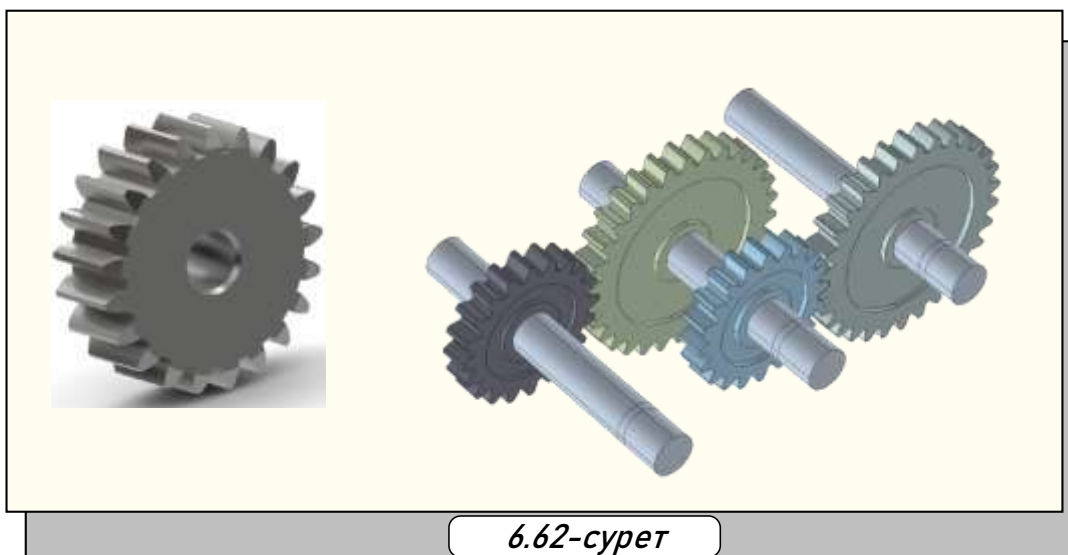
6.60-сурет

Айналмалы қозғалысты түзу сызықты қозғалысқа түрлендіру үшін *аранды беріліс* қолданылады. *Шынжырлы беріліс*, 6.61-сурет.



6.61-сурет

Тісті дөңгелектің жұмыс сызбасын орындау. Тісті берілістердің атауларын, анықтамаларын және элементтерін белгілеу *МЕСТ16530-70, МЕСТ 16531-70* бойынша, сызбада олардың шартты белгілеу *МЕСТ 2.402-68 (СТ СЭВ 286-76)* бойынша, ал тісті дөңгелектің жұмыстық сызбасын орындау *МЕСТ 2.403-75, МЕСТ 2.404-75* бойынша тағайындалған. Тісті дөңгелектердің негізгі жұмыстық элементі *тістері* болып табылады 6.62-сурет.



6.62-сурет

Тісті беріліс жетекші және жетектегі біліктерге қондырылған екі дөңгелектен тұрады. Диаметрі шағын, тістер саны аз дөңгелекті *тегершік* деп атайды.

Тістер цилиндрлік дөңгелек осіне параллель немесе белгілі бір бұрыш жасай орналасуы мүмкін. Осыған орай цилиндрлік дөңгелектер *түзу тісті*, *қиғаш тісті* және *шевронды* болып бөлінеді.

Ал конустық дөңгелектер *түзу тісті*, *танганциалды*, *дөңгелек* және *қиғаш тісті* болып келеді.

Тісті дөңгелекті сызбада кескіндеудің көптеген ерекшеліктері бар. Оның тістері әр түрлі қисықтармен (эвольвента, циклонда т.б.) шектеледі. Сондықтан тістерді пішіндерін сақтай отырып кескіндеу оңайға соқпайды. Тісті дөңгелектерді сызбада оңай салу үшін МЕСТ 2.402-68 бойынша шартты кескіндерді қолданады.

Түзу тісті цилиндрлік дөңгелектің негізгі элементтері мен параметрлері төменгі 6.13-кестеде көрсетілген.

6.13-кесте

№	Параметрлері	Белгіленуі	Есептеу формуласы
1	Модуль	m	$m = P_t / \pi$
2	Тістердің шеңберлік диаметрі	z	
3	Бөлгіш шеңбердің диаметрі	d	$d = mz$
4	Тістердің төбелері арқылы өтетін шеңбердің диаметрі	d_a	$d_a = m(z + 2)$
5	Тістердің ойықтары арқылы өтетін шеңбердің диаметрі	d_f	$d_f = m(z - 2,5)$
6	Тістің биіктігі	h	$h = 2,25m$
7	Тістің басының биіктігі	h_a	$h_a = m$
8	Тістің түбінің биіктігі	h_f	$h_f = 1,25m$
9	Тістердің бөлгіш қадамы	P_t	$P_t = \pi m$

10	Тістің ені	e	$e=(6-8)m$
11	Бөлгіш шеңберден алынған тістің қалыңдығы	S_t	$S_t=0,5 P_t=0,5\pi m$
12	Тісті дөңгелек тәжі сақинасының қалыңдығы	G	$G=(2,5-3)m$
13	Тәж сақинасының ішкі диаметрі	D_k	$D_k=d_f-2G$
14	Делегейдің қалыңдығы	K	$K=3m$
15	Делегейдегі тесіктердің центрлік шеңбері	D_l	$D_l=0,5(D_k+D_{CT})$
16	Делегейдегі тесіктердің диаметрі	D_o	$D_o=0,25(D_k-D_{CT})$
17	Білік цапфасының диаметрі	d_e	
18	Күпшектің диаметрі	D_{CT}	$D_{CT}\approx 1,8 d_e$
19	Күпшектің ұзындығы	L_{CT}	$L_{CT}\approx 1,5 d_e$
20	Кілтектік қобының ені	B_m	МЕСТ бойынша;
21	Кілтектік қобының тереңдігі	t	МЕСТ бойынша;

Түзу тісті цилиндрлік дөңгелектің сызбасын орындау. Тісті дөңгелектің негізгі параметрін модуль деп атайды. Модульді m әрпімен белгілейді. Модуль деп тіс қадамының π санына қатынасын айтады, $m=P_t/\pi$;

Модульдің мәндері мемлекеттік стандарт бойынша тағайындалған 6.14-кесте.

6.14-кесте

Қатар	Модульдің мм-мен есептелген мәндері													
I	1	1,25	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20
II	1,125	1,375	1,75	2,25	2,75	3,5	4,5	5,5	7	9	11	14	18	22

Тісті дөңгелектің сызбасын екі түрлі жолмен орындауға болады:

Бірінші – цилиндрлік тісті дөңгелектің m , z және d_B мәндері бойынша.

Екінші – цилиндрлік тісті дөңгелектің нақ өзіне қарап орындайды.

Цилиндрлік тісті дөңгелектің сызбасын берілген m , z және d_B мәндері бойынша орындаудың реті:

1. m және z мәндері бойынша бөлгіш шеңбер мен тістердің төбелері арқылы өтетін шеңбердің және тістердің ойықтары арқылы өтетін шеңбердің диаметрлерін анықтайды.

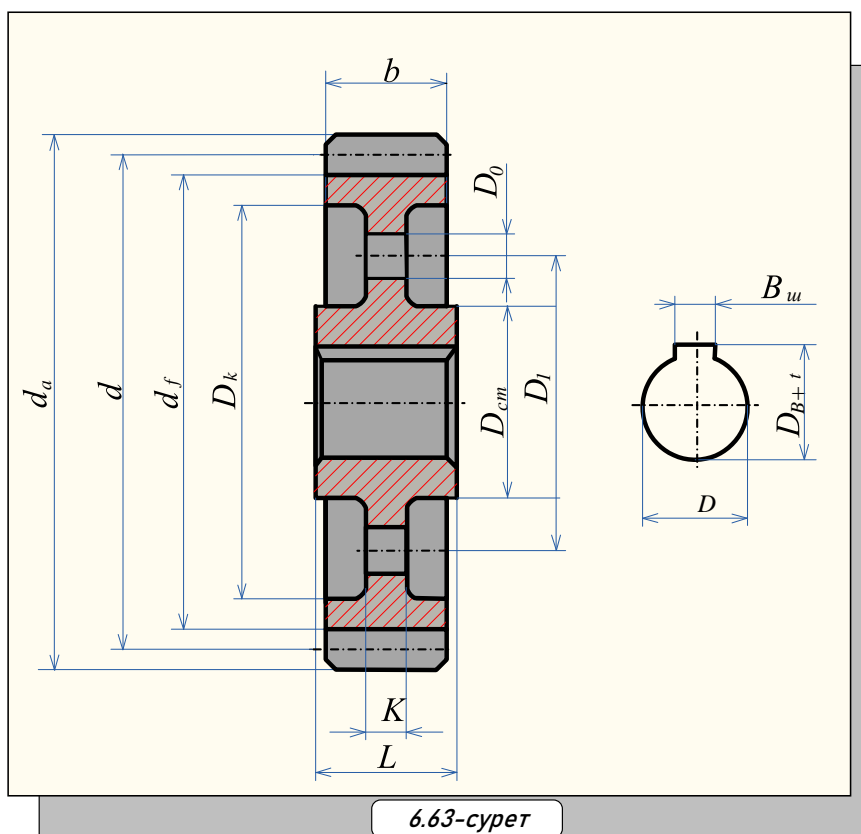
2. Тісті дөңгелектің сол жақ көрінісінде бір центрлі осы үш шеңберді жүргізеді. Тістердің төбелері арқылы өтетін шеңбер негізгі тұтас жуан сызықпен, бөлгіш шеңбер үзілме нүктелі жіңішке сызықпен, ал тістердің ойықтары арқылы өтетін шеңбер тұтас жіңішке сызықпен жүргізіледі.

3. Тісті дөңгелектің қалған параметрлері тістің енін, тәж сақинасы мен делегейдің қалыңдығын, делегейдегі тесіктердің центрлік шеңберінің диаметрін және күпшектің өлшемдерін анықтайды. Сол жақ көріністі сызуды аяқтайды.

4. Сол жақ көрініс бойынша байланыс сызығының көмегімен тісті дөңгелектің басты көрінісін сызады. Басты көрініске фронталь тілігін орындайды.

5. Артық көмекші және байланыс сызықтарын өшіреді, өлшемдерін қояды және алынған кескіндерді бастыра жүргізеді. Түзу тісті цилиндрлік дөңгелектің жұмыстық сызбасының орындалуы 6.63-суретте көрсетілген.

6. Пішімді қағаздың оң жақ жоғарғы бұрышына тісті дөңгелек параметрлерінің кестесі сызылады. Оқу сызбасындағы кестеде модуль (m) мен тістер саны (z) ғана көрсетіледі.



Ескерту: Жұмыстық сызда тісті дөңгелектің сол жақ көрінісін ықшамдап, шартты түрде тек қана білік цапфасы мен кілтектік қобыны ғана көрсетеді.

Түзу тісті конустық дөңгелектің жұмыстық сызбасын орындау.

Түзу тісті конустық дөңгелектің жұмыстық сызбасы МЕСТ 2.405-68 талаптарына сәйкес орындалады. Жұмыстық сызбаны екі түрлі жолмен орындауға болады:

Бірінші - конустық тісті дөңгелектің берілген m_e , z , δ және d_B мәндері бойынша.

Екінші - конустық тісті дөңгелектің нақ өзіне қарап орындайды.

Түзу тісті конустық дөңгелектің жұмыстық сызбасын берілген m_e , z , δ және d_B мәндері бойынша орындаудың реті:

1. Сызбаны конустық тісті дөңгелектің басты көрінісін (фронталь тілігін) орындаудан бастайды. Ең әуелі тісті дөңгелектің горизонталь осі үзілме нүктелі жіңішке сызықпен жүргізіледі.

2. Горизонталь осьтің бойынан конустың (S) төбесін белгілеп, берілген бұрыштық шамасы (δ) бойынша бөлгіш конустың жасаушысын үзілме нүктелі жіңішке сызықпен жүргізеді.

3. $m_e \quad z \approx d_e$ формуласы бойынша есептеп шеңбердің диаметрін өлшеп салады. Оның диаметрінің ұштарынан алып бөлгіш конустың жасаушысына перпендикуляр етіп толықтырушы конустың жасаушысын жүргізеді.

4. Толықтырушысы конустың жасаушысы бойына тістің биіктігін (h_e) өлшеп салады. Тістің басы мен түбін конустың төбесімен қосып төбелер конусы мен ойықтар конусын алады.

5. Толықтырушы конустың жасаушысы бойына ойықтар конусынан бастап тәж сақинасының қалыңдығын (e) өлшеп салады.

6. Бөлгіш конустың жасаушылары бойына тістің енін (B) өлшеп салады.

7. Делегейдің қалыңдығын (k) өлшеп салады.

8. Біліктің берілген диаметріне (d_B) байланысты күпшектің өлшемдерін: ұзындығын (L_{CT}) және диаметрін (D_{CT}) сызады.

9. Стандарт бойынша біліктің берілген диаметріне дәлдеп призмалы кілтектің өлшемдерін: енін (B_m) және қобының тереңдігін (t) анықтайды. Жұмыстық сыздадағы сол жақ көріністе тек қана кілтектің енін (B_m) және білік цапфасының диаметрі мен қобы тереңдігін қосып (d_e+t) көрсетеді.

10. Кенер сызықтарын негізгі тұтас жуан сызықпен бастырып жүргізеді. Конустық тісті дөңгелектердің параметрлерінің кестесі сызылады. Түзу тісті конустық дөңгелектің негізгі элементтері мен параметрлері төменгі 6.15-кестеде көрсетілген.

6.15-кесте

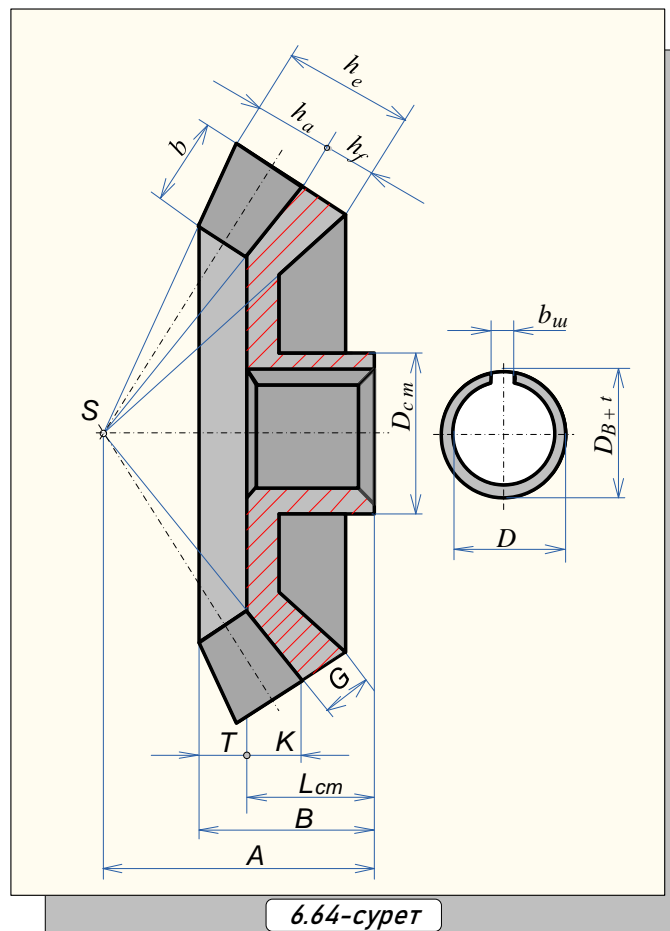
№	Параметрлері	Белгіленуі	Есептеу формуласы
1	Модуль	m_e	$m_e = P_e / \pi$
2	Тістердің саны	z	
3	Тістің қадамы	P_e	$P_e = \pi d_e / z$
4	Бөлгіш шеңбердің диаметрі	d_e	$d_e = m_e z$
5	Тістің биіктігі	h_e	$h_e = 2,2 m_e$
6	Тістің басының биіктігі	h_a	$h_a = m_e$
7	Тістің түбінің биіктігі	h_t	$h_t = 1,2 m_e$
8	Тістердің төбелерінен өтетін шеңбердің диаметрі	d_{ae}	$d_{ae} = m_e(z + 2 \cos \delta)$
9	Тістердің ойықтарынан өтетін шеңбердің диаметрі	d_{fe}	$d_{fe} = m_e(z + 2,4 \cos \delta)$
10	Бөлгіш конустың бұрышы	δ	
11	Тістің ұзындығы	v	$v = R/3; v = 6 m_e$
12	Тәж сақинасының қалыңдығы	e	$e = 2,5 m_e$

13	Делегейдің қалыңдығы	k	$k=3m_e$
14	Конустық қашықтық	R	$R = d/2\sin \delta$
15	Білік цапфасының диаметрі	d_e	
16	Күпшектің ұзындығы	D_{CT}	$D_{CT} \approx 1,8d_e$
17	Күпшектің ұзындығы	L_{CT}	$L_{CT} \approx 1,5d_e$
18	Конустық тісті доңғалақ остерінің арасындағы бұрыш	Σ	
19	Кілтектік қобының ені	B_m	МЕСТ бойынша;
20	Кілтектік қобының тереңдігі	t	МЕСТ бойынша;

Түзу тісті конустық дөңгелектің жұмыс сызбасын нақ өзіне қарап орындаудың реті:

1. Тістерді (z) санап, бөлгіш шеңбердің диаметрін (d_e) өлшейді.
2. Тісті дөңгелектің модулін (m_e) есептейді.
3. Төбелер конусының бұрыштық шамасын (δ_a) өлшейді.
4. Тістің енін (B) өлшейді.
5. Білік цапфасының диаметрі мен күпшектің өлшемдерін өлшейді.

Қалған өлшемдерін эмприкалық формулаға салып есептеуге болады. Немесе тісті дөңгелектің өзінен өлшеп алуға болады. Түзу тісті конустық дөңгелектің жұмыстық сызбасының орындалуы 6.64-суретте көрсетілген.



6.21. СЕРІПШЕ ТУРАЛЫ ТҮСІНІК

Қазіргі заманғы техникаларда серіппелердің көптеген түрлері қолданылады. Серіппелерді тежегіштерде, сүйкелісті берілістерде және тербелістерде соққы әсерлерін баяулату үшін т.б. жағдайларда қолданады. Бөлшектер жұмысы кезінде туындайтын тербелістерде, соққы әсерлерін баяулату үшін немесе деформация кезінде серпінді күш есебінен механикалық энергияларды беру үшін қолданатын бөлшектерді *серіппелер* деп атайды.

Сыртқы күштің әсерінен кейін серіппелер өзіндік серпінді күшінің арқасында бастапқы пішініне (форма) қайтып келеді. Бұл серіппелердің басты қасиеті болып табылады. Серіппе сызбаларын орындау және оларды шартты белгілеу ережелері стандарт бойынша тағайындалған. Серіппелер деформациялануының түріне қарай төртке бөлінеді: *сығылу, керілу, бұралу, иілу* және т.б., серіппелері 6.65-сурет. Сыртқы пішініне қарай серіппе *цилиндр, конус, шиыршық, қақтама* және *табақ тәрізді* болады. Көлденең қималарына қарай серіппелер тіктөртбұрыш және дөңгелек қималы болып келеді. Орамының бағытына қарай серіппе оң (оңқай) және теріс (солақай) болып бөлінеді.

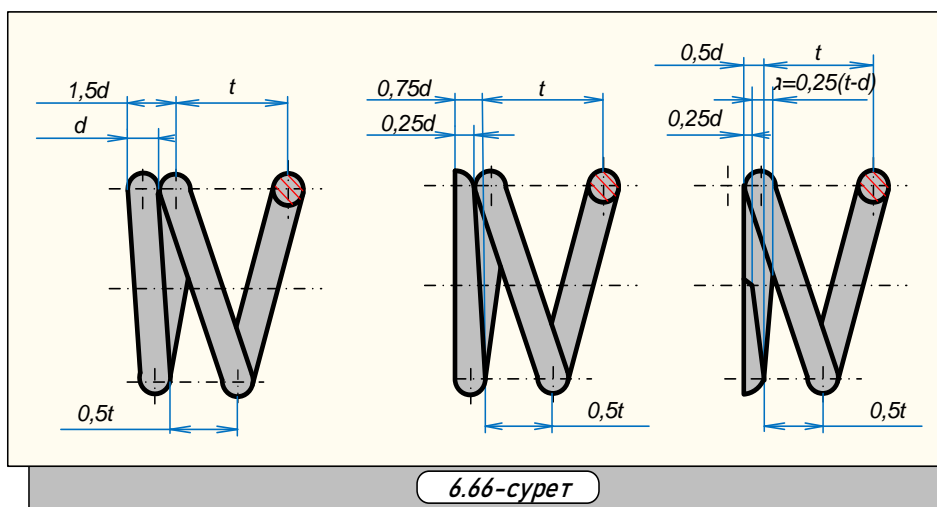


Серіппенің жұмыс сызбасын орындау. Сығылу және керілу серіппелерінің жұмыс сызбаларын орындау үлгілері 6.67, 6.68-суреттерде көрсетілген. Серіппелер бос күйінде, сыртқы әсерлер ескерілмей кескінделеді. Жұмыстық сызда серіппе тек оң бағытта орындалады. Ал серіппе орамының шын бағыты техникалық талаптарда көрсетіледі. Проекциялаудағы геометриялық заңдылықтарды сақтасақ, серіппелердің көріністері синусоидалар деп аталатын қисықтар болады. Сызбаны салуды оңайлату үшін қисықтарды түзу кесінділермен алмастырады. Жұмыс сызбасын орындағанда серіппені горизонталь орналастырады. Алдымен серіппенің ось сызығы

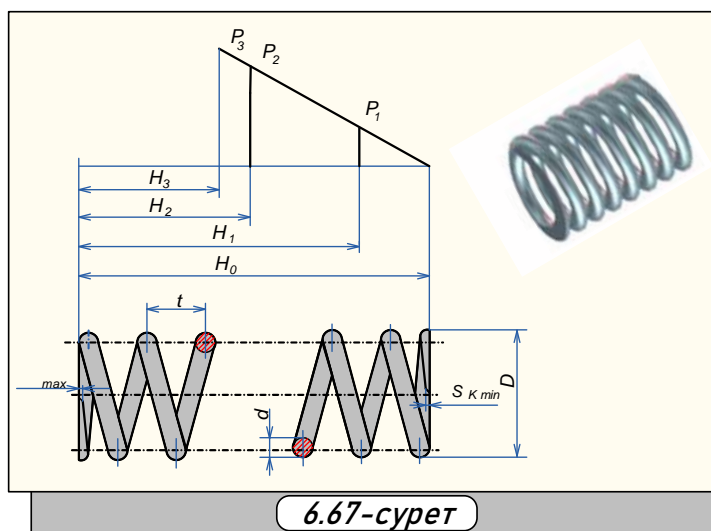
горизонталь сызылады. Одан кейін орам қималарының осьтерін – D_{opt} жүргізеді. Олардың арасы серіппе диаметріндегі (D) оны жасайтын сымның диаметрін (d) шегергенде шыққан өлшемге ($D_{opt}=D-d$) тең. Егер серіппенің орам саны төрттен артық болса, онда сызбада оның әрбір ұшының тек екі орамын ғана көрсетеді. Қалған орамдар көрсетілмейді. Сығылу серіппелерінің шекті орамдары сығылып жаншылады да шеңбер доғасының $\frac{3}{4}$ бөлігіне дейін егеліп тасталады. Сөйтіп серіппе осіне перпендикуляр орналасқан тіректік орам пайда болады. Сымның диаметрі 1 мм-ге дейінгі серіппелердің шекті орамдары сығылмауы және егелмеуі мүмкін. 6.66-суретте серіппенің шекті орамдары сығылған; бірақ егелмеген ($\lambda=0$).243 сызылған орам шеңбердің $\frac{3}{4}$ бөлігі егеліп тасталған ($\lambda=0$). сызылған орамның $\frac{3}{4}$ бөлігі егелген

$$(\lambda=0,25(t-d));$$

мұндағы, λ – тіректік орам мен жұмыстық орамның арасындағы саңылау.



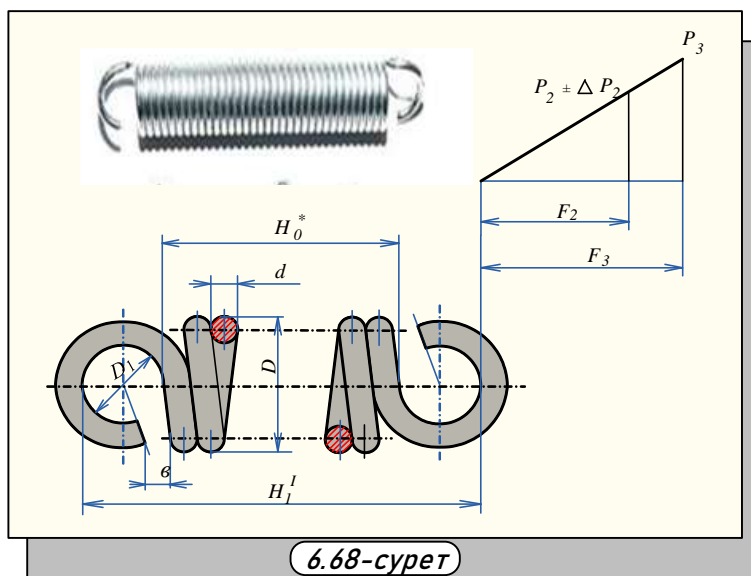
6.66-сурет



6.67-сурет

Керілу серіппелерінің ұштарында ілгектері болады. Көршілес орамдардың арақашықтығын *серіппенің қадамы* (t) деп атайды. Сығылу және керілу серіппелерінің бір-бірінен айырмашылығы: сығылу серіппелер орамдарының арасында саңылау қалдырылса, керілу серіппелерінің орамдары

бір-біріне тигізіліп жасалады. Керілу серіппесінің қадамы серіппені жасауда пайдаланылған сымның диаметріне тең.



6.68-сурет

Жұмыстық сызда серіппенің ұзындығы (H), серіппе жасауға пайдаланылған сымның диаметрі (d) және серіппенің қадамы (t) мен диаметрі (D) көрсетілуі керек.

Басқа өлшемдері, атап айтқанда, серіппенің толық орам саны (n_1), серіппе жасауға керек сымның ұзындығы (L) мен маркасы, орамдардың оралу бағыты, т.б. техникалық талаптарда көрсетіледі.

Өлшеу аспаптары мен құралдарында қолданылатын арнайы серіппелер мен жауапты қызмет атқаратын серіппе сызбасының үстіне механикалық сипаттамасының диаграммасы сызылады. Диаграмма серіппеге түсірілген күш пен серіппенің деформациялық шамасының тәуелділігін көрсетеді.

Мұндағы: H – серіппенің ұзындығы (биіктігі);

H_0 – серіппенің бос күйіндегі ұзындығы (биіктігі);

$$H_0 = t * n + 0,75 d;$$

P – түсірілген күш;

F – серіппенің сығылу (керілу) шамасы;

1 индексімен алғашқы деформация кезіндегі шаманы белгілейді;

2 индексімен жұмыс деформациясының шамасын көрсетеді;

3 индексімен максимум (max) деформация шамасын көрсетеді.

Серіппені орындаудағы ықшамдаулар мен шартты белгілер:

D – серіппенің диаметрі;

D_1 – серіппенің ішкі диаметрі;

D_{opt} – серіппе орамының қима диаметрі, $D_{opt} = D - d$;

d – серіппе сымның диаметрі;

t – серіппенің қадамы;

n – серіппенің жұмыстық орамының саны;

n_1 – серіппе орамының толық саны.

Серіппе қимасын орындағанда қима фигурасын және қиюшы жазықтықтың арғы жағындағы орамдарының әлпетін түзу сызықпен көрсетеді. Егер серіппе орамдарының саны төртеуден артық болса, онда екі ұшынан бірекі (тіректіктен басқа) орамын көрсетеді де, серіппенің ұзына бойына орам қималарының осьтерін жүргізеді.

Құрастыру сызбаларында және сызбалардың жалпы көрінісінде серіппелердің қима фигурасын ғана кескіндеуге рұқсат етіледі. Бұл жағдайда серіппе қимасының арғы жағында орналасқан бөлшектің көрінетін әлпеті орамның осіне дейін ғана көрсетіледі. Егер серіппе сымның диаметрі 2 мм-ден кем болса, онда сызда қима фигурасы боялады.

Сымның диаметрі 2 мм не одан кем болатын серіппелердің кескінін жуандығы *0,6-1,5 мм* сызықпен жүргізіп көрсетеді.

Сығылу және керілу серіппелердің шартты көріністері 6.69-сурет.

Серіппенің атауы	Шартты көріністе		Шартты белгі	Жалпақ серіппенің шартты белгісі
	Көріністе	Тілікте		
Сығылу серіппесі				
Керілу серіппесі				

6.69-сурет

Бақылау сұрақтары

1. Ажырамайтын қосылыстар дегеніміз не?
2. Пісірмелі қосылыс дегеніміз не?
3. Пісіру жапсары тілікте қалай көрсетіледі?
4. Пісіру жапсарының қандай түрлері болады?
5. Тойтарма шеге дегеніміз не?
6. Тісті дөңгелек дегеніміз не?
7. Тісті берілістің қандай түрлері болады?
8. Тогынды беріліс дегеніміз не?
9. Серіппе дегеніміз не?
10. Серіппенің қандай түрлері болады?
11. Серіппенің ортаңғы орамдары неліктен кескінделмейді?

Бұл тақырып бойынша ұсыныстар құрастыру сызбалары тәртібін баяндауға немесе иллюстрациялауға, бөлшектерді айнала өлшеу әдістерін көрсетуге, оларды іріктеу туралы кеңестерге келіп тіреледі. Графикалық жұмыстың жаңа түрін енді ғана игере бастаған кезде студенттердің өздігінен орындайтын жұмысына қойылатын талапты жеңілдету қажет. 1) студенттерді нәрсенің сызда оған қажетті барлық түрлерін өте жақсы орналастыру үшін симметрия осьтерін және габариттерінің түсіруді үйрету қажеттілігін көздейді; 2) студенттерде нәрсені геометриялық денелердің қосындысы немесе айырмасы түрінде қарастыру және көріністерді сызда салу әдістерін қалыптастыру мен байланысты. Нобайды орындау кезінде әрекет пен қабылдау процестерінің байланысына ерекше көңіл аударылады.

7.1. Нобай туралы түсінік

Нобай (эскиз) – бір рет қана қолданылатын, бөлшекті (бұйымды) жасауға және тексеруге қажетті барлық мәліметтер (пішіні, құрылымы, өлшемдері т.б.) қамтылған конструкторлық құжат. Масштаб бөлшектердің пропорционалдықты сақтай отырып, тік бұрыштап (ортоганальды) проекциялау әдісі бойынша көз мөлшерімен алынып, сызу құрал-жабдықтарын пайдаланбай, қолмен орындалады. Нобайлар жабдықтарды жөндегенде, яғни істен шыққан бөлшектердің орнына жаңа бөлшек қажет болғанда қолданады. Ондай нобайды бөлшектің нақты өзіне қарап жасайды. Өндіріс орындарында көбінесе бөлшекті тікелей нобай бойынша жасауға тура келеді, сондықтан оны маңызды техникалық құжат деп түсіну керек. Стандарттық бұйымдарға (бұрандама, бұрамасұқпа, сомын, тығырық және тойтармаға) нобай орындалмайды.

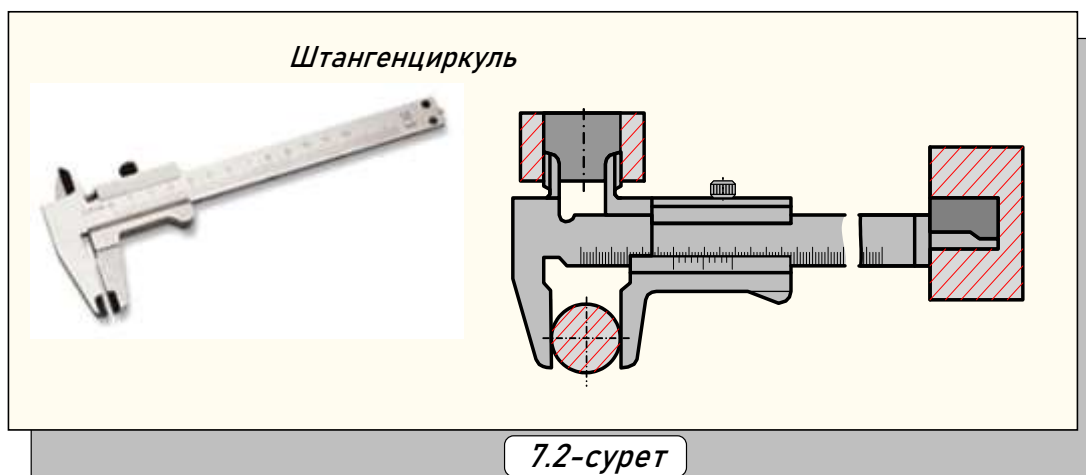
Нобайды сызба қағазына немесе торкөзді қағазға орындайды. Қағаздар орындайтын бөлшек пішіміне сәйкес таңдап алынады. Нобайда сызықтың түрлері, шрифт мемлекеттік стандарт бойынша орындалады. Нобайды торкөз қағазға орындау қолайлы әрі тез. Торкөз қағазы бойынша бөлшекті кескіндегенде, бөліктерінің пропорциональдығын сақтау, перпендикуляр және параллель сызықтарды жүргізу, сызықтар бойымен түзу сызықтарды сызу оңайлайды. Сызу сабақтарында шеңбер сызуға циркульді қолдануға болады және олар кейін қолмен бастыра жүргізіледі. Нобай жұмсақ қарындашпен (М немесе 2М) орындалады. Нобайды бөлшектің нақты өзіне қарап отырып сызғанда, оны әр түрлі өлшеу құралдарын пайдаланып, өлшеу үшін қолданады.

бөлшектерді өлшеу үшін әр түрлі құралдарды: металл сызғыштар, кронциркуль және нутромерді және 7.1-суретте көрсетілген әртүрлі аспаптарды қолданады. Бөлшектің ұзындығын металл сызғышпен өлшеуге болады. Тесіктің ішкі диаметрін өлшеу үшін *нутромер*, цилиндрлік өзектің диаметрлерін өлшеу үшін *кронциркуль* пайдаланады. Нутромер мен кронциркульмен алынған өлшемді сызғыш бойынша есептейді.



7.1-сурет

Бөлшекті дәлдікпен өлшеу үшін штангенциркуль құралын қолдану өте қолайлы 7.2-сурет. *Штангенциркульмен* өте дәл, миллиметрдің оннан бір және жүзден бір үлесіне дейін өлшенеді. Ол бірден сызғыштың да, нутромердің де және кронциркульдің де орнына қолданады. Штангенциркульмен бөлшек бойындағы шұңқырдың тереңдігін де өлшеуге болады.



Нобай сызбасын орындағанда, ең алдымен салынатын сызбаның берілген көріністер мен шартты белгілері бойынша, бөлшектің сыртқы және ішкі пішінін мұқият қарап алып, сызбадағы өлшемдер мен жазуларды анықтап біліп алу шарт. Берілген бөлшектің пішімін толық анықтап, масштабты сайлап алғаннан кейін пішімді тағайындайды. Нобай сызуын бастағанда бөлшекпен мұқият танысып алу қажет. Жан жағынан қарап алып, геометриялық пішінін анықтап, шұңқырлар мен тесіктерін тауып ұғып алу керек. бөлшектің пішіні туралы толық түсінік беру үшін көрініс, тілік және қималар таңдап алынады. Алдыңғы көріністі таңдауға ерекше көңіл аудару керек. Алдыңғы көрініс бөлшектің ішкі және сыртқы пішіні мен өлшемдері туралы толық мәлімет беруге тиіс. Нобайда \emptyset және \square таңбаларын қолдану пайдалы. Содан кейін сызбаны орындауды бастайды 7.3-сурет.

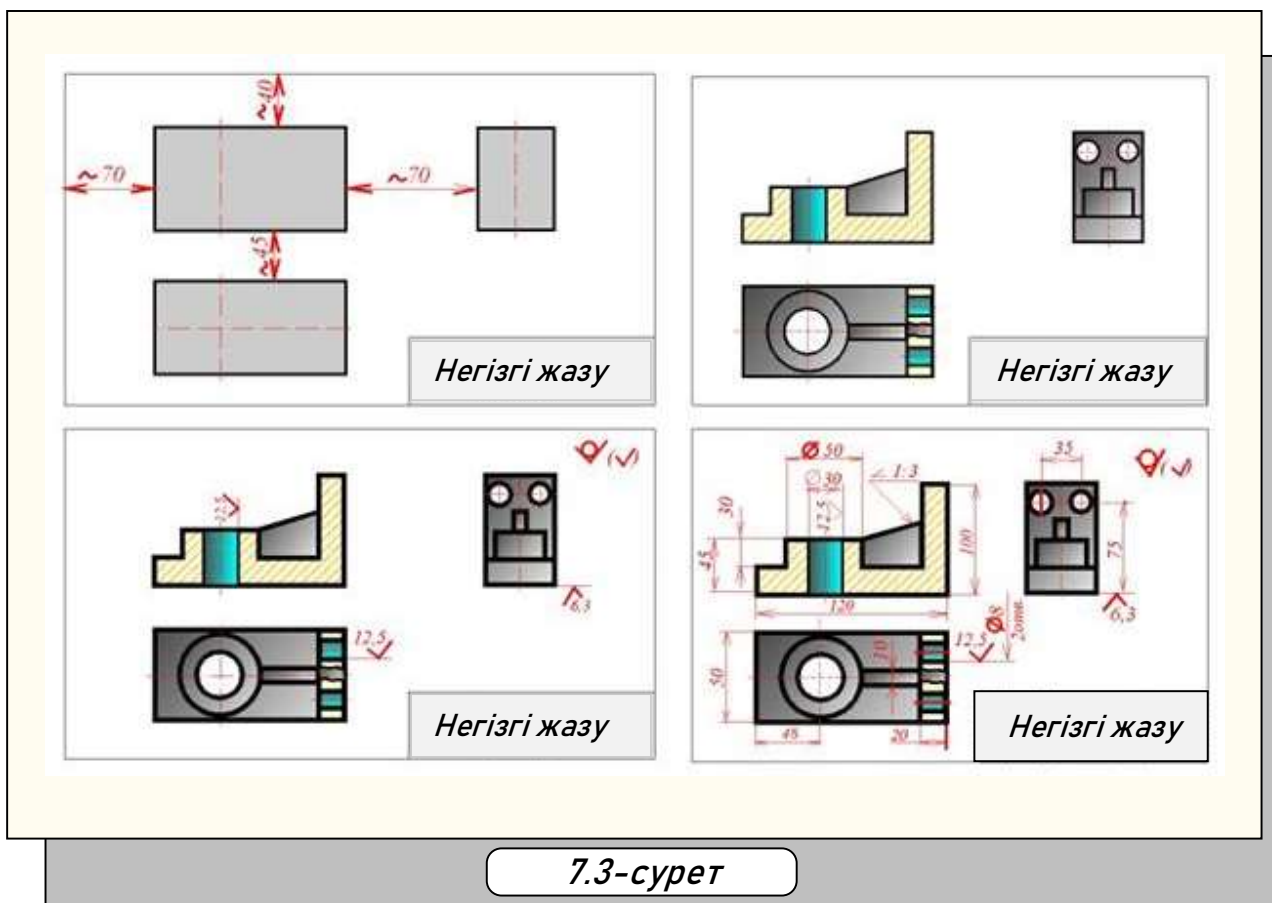
Нобай төмендегідей ретпен орындалады. Сызбаның рамкасы мен негізгі жазудың орны сызылады. Кескіндер сызба қағазына біркелкі орналастырылып бөлшектің айналу осьтері мен симметрия осьтері салынады. Көріністің тұрпатын шектейтін габариттік тік бұрышты сызықтар жүргізіледі.

Мүмкіндігінше толық мәлімет беретін алдыңғы (басты) көріністі, тілікті және қиманы таңдап алу керек.

1. Бөлшектің көрінетін сыртқы контурын жуан сызықпен көріністе бастыра жүргізеді.
 2. Бөлшектің көрінбейтін бөліктері үзік сызықтармен сызылады. Тілік пен қима орындалған жерді штрихтайды.
 3. Шығарма және өлшем сызықтары түсіріледі.
 4. Бөлшекті өлшеу құралдарымен өлшеп, өлшем сандары қойылады.
- Негізгі жазу толтырылады. Негізгі жазуда бөлшектің аты, оның жасалған заттан және кескіннің масштабы көрсетіледі.

Нобайды тексергенде мыналарға назар аударған жөн:

- Орындайтын тетіктің алдыңғы көрінісі дұрыс таңдап алынған ба?
- Бөлшектің пішінін толық түсіну үшін алынған көріністер жеткілікті ме?
- Өлшемдер дұрыс түсірілген бе, қайталанатын өлшемдер жоқ па?
- Түсіндірме жазудың барлығы да жазылған ба?
- Сызбаның негізгі жазуы дұрыс толтырылған ба?



7.3-сурет

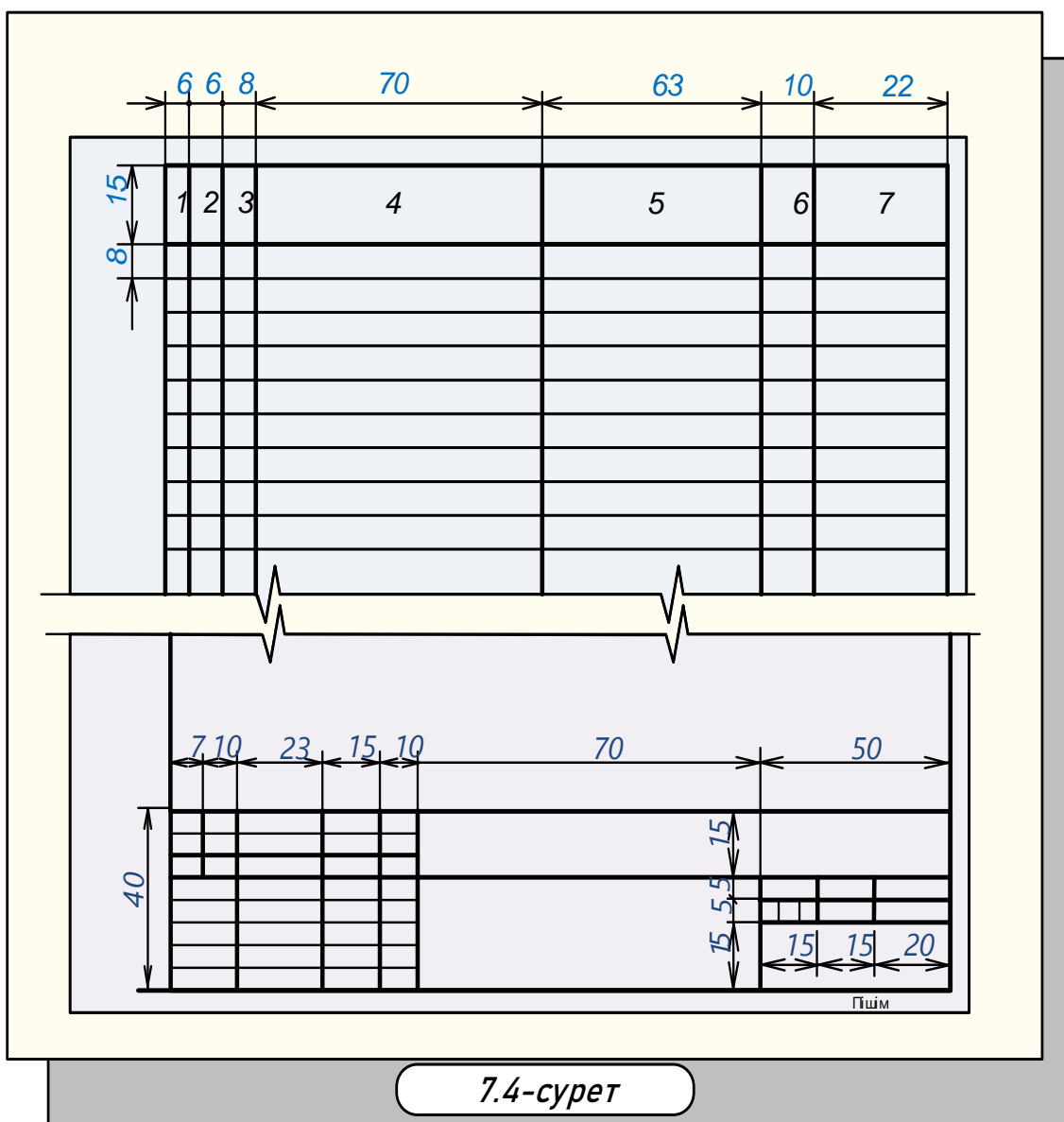
7.2. Сипаттізім

Бұйымның құрамына кіретін бөлшектер туралы негізгі мәліметтер көрсетілетін кестені **сипаттізім** (спецификация) деп атайды.

Құрастыру сызбасында сипаттізім қоса тіркеледі. Сипаттізім *A4* пішімдегі жеке сызба қағазы мен негізгі жазудың үстінде орындалады. Сипаттізім мен негізгі жазудың өлшемдері 7.4-суретте көрсетілген. Ол құрастыру сызбасы бірлігінің құрамын, бұйымға арналған құрылмалық құжаттарды жинақтау үшін қажет.

Сипаттізімінің бірінші жолында толтыратын тізімі.

1. Сызбалардың қандай пішімде орындағаны жазылады;
2. Құрама бөлік болатын аумақтар жазылады;
3. Бөлшектердің реттік нөмірі жазылады;
4. Сызбаның белгіленуі;
5. Бөлшектердің атаулары жазылады;
6. Бөлшектердің саны жазылады;
7. Қосымша мәліметтер (ескерту) жазылады.



7.4-сурет

Сипатгізімнің 5-жолында бөлшектердің атаулары графасының астынан бір жол тастап *құжаттар* деген сөз жазылады. Құжатқа кіретін құрастыру сызбасы жазылады. Содан соң бір жол тастап *бөлшектер* деген сөз жазылады, онда құрастыру сызбасына кіретін бөлшектердің атаулары беріледі. Тағы бір жол тастылып «*стандартты бұйымдар*» сөзі жазылады, онда стандартты бұйымдарға кіретін тетіктер түрі қамтылады. Мысалы: *Бұранда M12x55x25*. Келесі жолға материал сөзі жазылады, оған бұйымның қандай материалдан жасалғанын толтырады.

Сипатгізімде бөлшек атауларына қойылған реттік нөмірі сызбада бөлшектердің жанына жазылады. Оларды сөрелерге жазып, оның сөрелерден тартылған көлбеу шығарма сызықтардың бөлшек кескіндеріне барып тірелген ұшына нүкте қойылады. Сөрелер және шығарма сызықтар тұтас жіңішке сызықтармен сызылады 7.5-сурет.

Бөлшек кескінін табу үшін сипаттізімнен оның нөмірін анықтап, оны сызбадан шығарма сызықтың ұшынан қажетті кескінін анықтай алады.

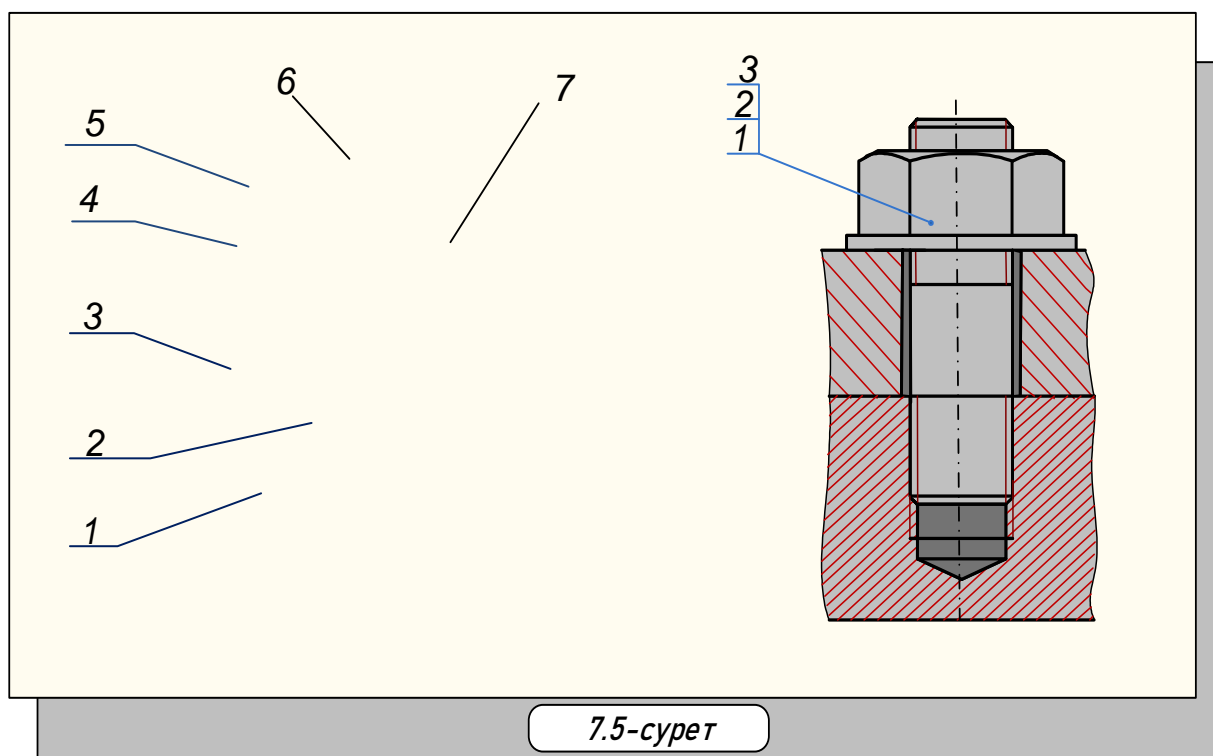
Құрастыру сызбасындағы реттік нөмірді оңай табу үшін сөрелерді тұрған жолына қарай көлденеңнен (горизонталь) немесе тігінен (вертикаль) топтайды.

Реттік нөмірлерінде көрсетілген сандар өсу ретімен сөреге сағат тілінің немесе оған қарама-қарсы бағыт бойынша жазылады.

Реттік сандар бөлшектің көрінетін көрінісінде немесе тілікте көрсетіледі. Бекітілетін бір ғана жерде қажетті бөлшектер тобы жазылатын ортақ шығарма сызық жүргізуге болады.

Сөрелер жіңішке сызықтармен қосылады. Мысалы: бұрамасұқпа, сомын және тығырық.

Реттік нөмірін белгілейтін сандар мемлекеттік стандарт бойынша алынып, сызба шрифтісінен ірілеу жазылады.



7.3. Құрастыру сызбасы

Бұйымдардың кескіндері және оларды құрастырып тексеруге арналған мәліметтер көрсетілген сызбалар *құрастыру сызбалары* деп аталады.

Құрастыру сызбасында бұйым өзінің құрамына енетін барлық бөлшектермен қоса құрастырылған күйінде кескінделеді. Ең алдымен әрбір жеке бөлшек өзінің сызбалары бойынша жасап шығарылады. Жасап шығарылған бөлшектерден құрастыру сызбасы бойынша тұтас бұйым

жиналады. Төмендегі суреттерде құрастыру бұйымы *шұраға* (вентиль) енетін бөлшектердің суреттері мен сызбалары көрсетілген.

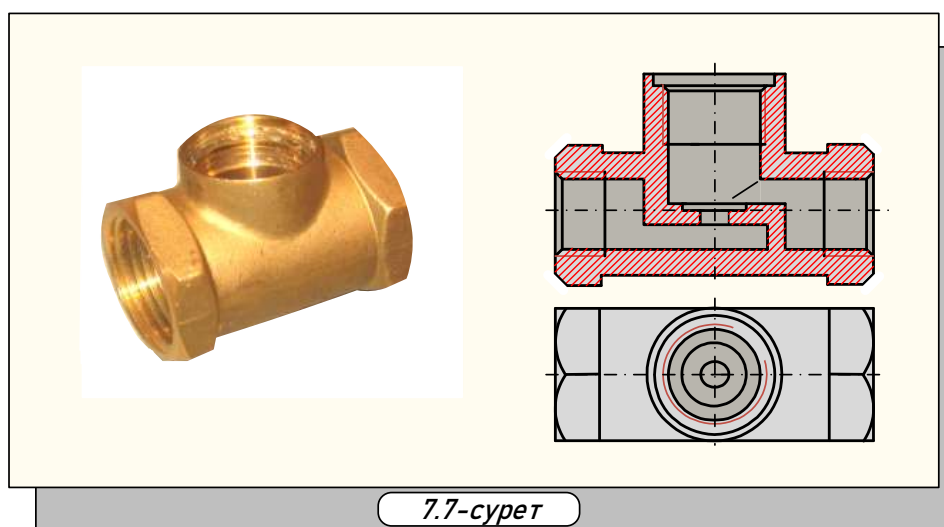
Шұра (винтель) дегеніміз – сұйық немесе газдың ағысын қажеттілігіне қарай тоқтатып, яғни ретпен (азайтып, көбейтіп) отыратын торап.

Құбырларға жалғанған құрамының ішінде тұтқа арқылы қозғалысқа келіп, ашылып, жабылатын желбезек болады 7.6-сурет.

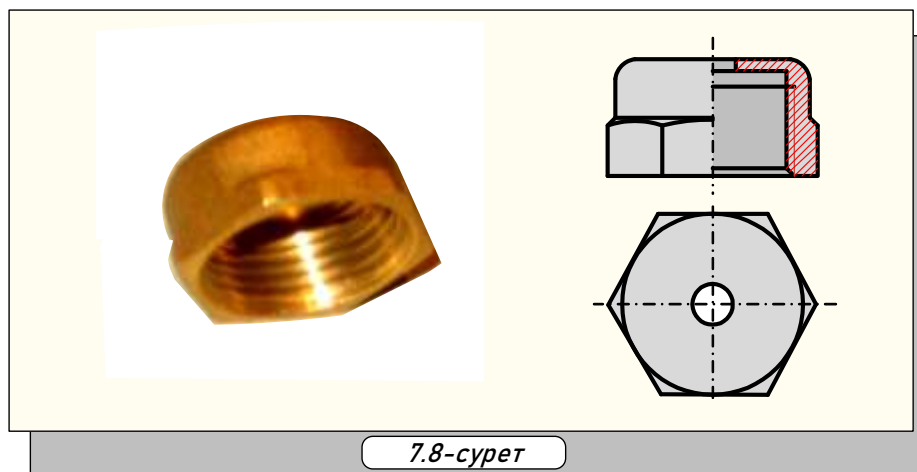
Төмендегі суреттерде шұраның бұйымға кіретін жекеленген бөлшектері мен сызбалары көрсетілген. Бөлшектердің сызбаларында қандай кескіндер болса, құрастыру сызбасына да кіретін бөлшектер, көріністер, тіліктер және қималар болады.



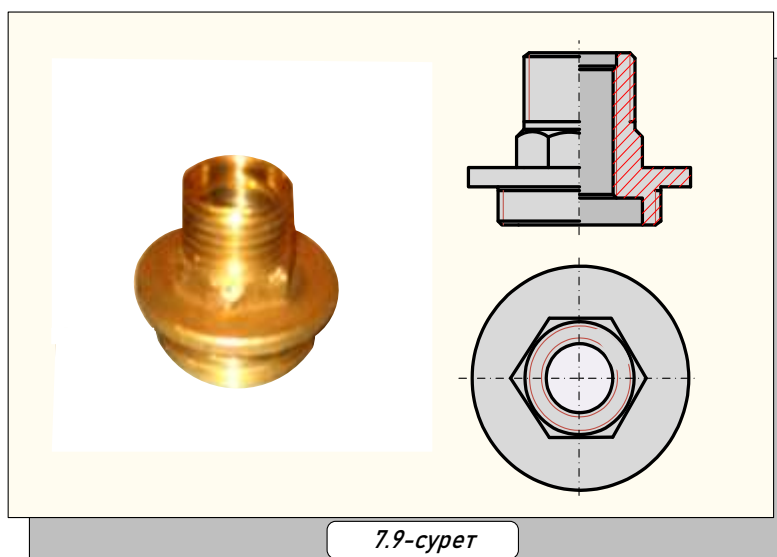
Көріністерді бөлшектер сызбасындағы сияқты проекциялық байланыста орналастырады. Осы сызбалар бойынша бөлшектер жасалады, ал бөлшектерден (*шұра*) бұйым құрастырылады. 7.7-суретте *тұрықтың* (корпус) көрнекі кескіні мен сызбасы көрсетілген.



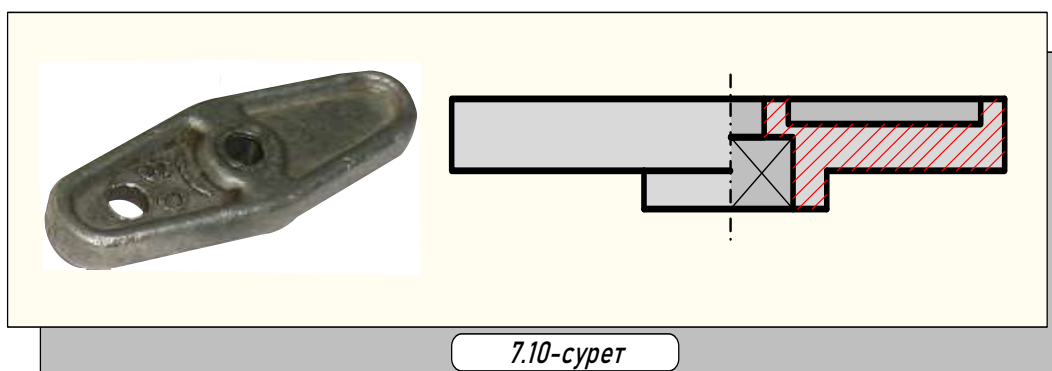
Бүрлеуленген сомын көрнекі кескіні мен сызбасы 7.8-суретте көрсетілген.



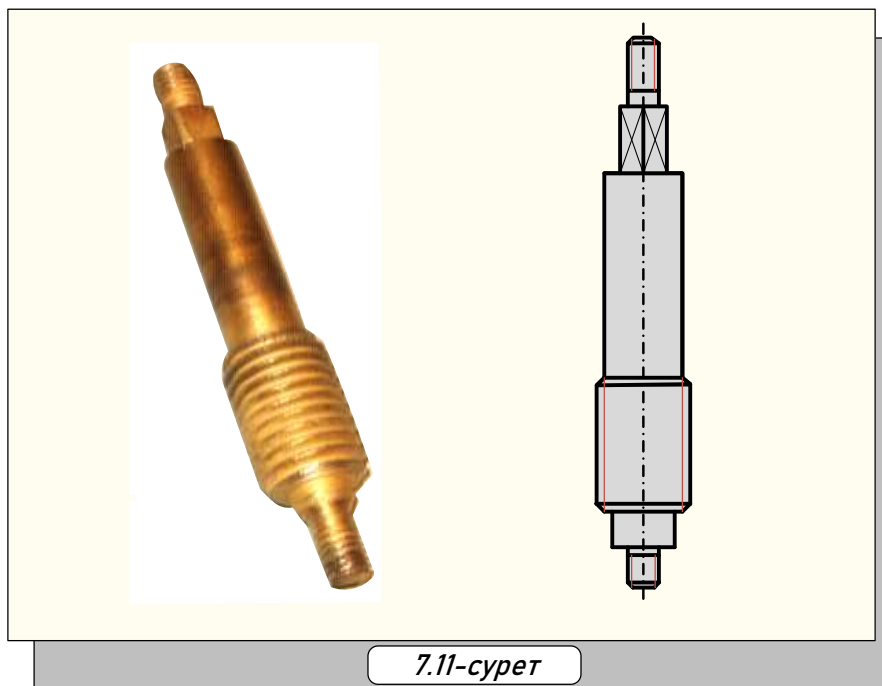
Төмендегі 7.9-суретте шұрананың бір бөлшегі қақпақтың көрнекі кескіні мен сызбасы берілген.



7.10-суретте сояуыштың басына кигізілетін тұтқаның көрнекі кескіні мен сызбасы көрсетілген.



7.11-суретте *союуыштың* көрнекі кескіні мен сызбасы. Союуыштың атқаратын қызметі жүрістік бұранда арқылы тұтқаның көмегімен ілгері-кері қозғалысқа келтіріп тұру.

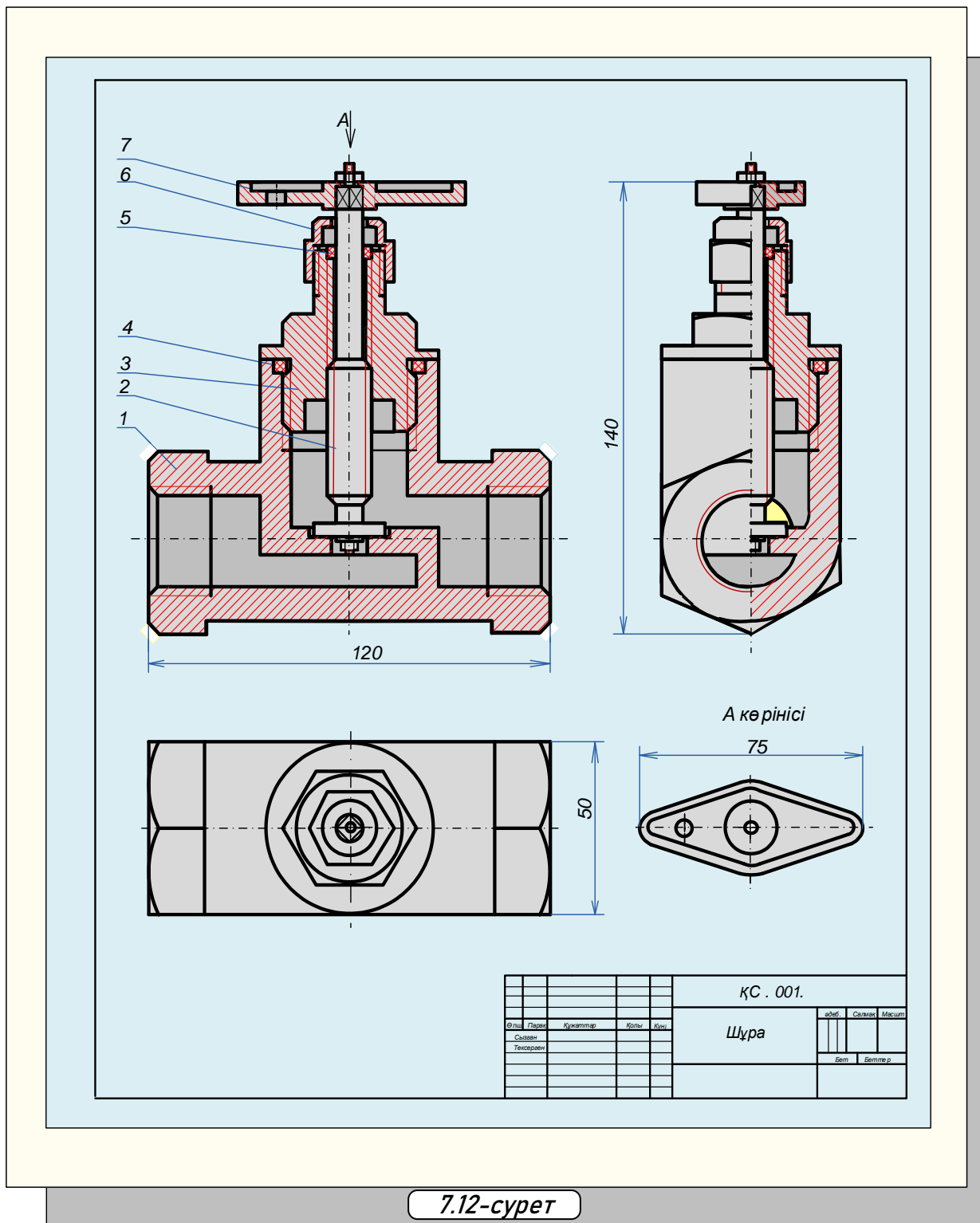


Құрастыру сызбасында, негізгі көріністерден басқа, бөлшектердің пішіні (формасы) мен олардың бұйымдағы орнын жақсы бейнелеу үшін қосымша көріністер қолданылады. Құрастыру сызбасындағы *A* ұштығы көрсетіліп тұрған көрініс жеке орындалған. Бұл тұтқаның үстінен қарағанда, толық пішінін көрсетеді. 7.12-суретте құрастыру сызбасының *A2* пішіміне орындалғаны көрсетілген.

Құрастыру сызбасындағы бұйымдарды біріктіріліп тұрған бөлшектерді анық көрсету үшін тіліктер мен қималар орындалады. Құрастыру сызбасында әр бағытта штрихтауды қолдану тіліктерді орындаған кезде сызбаларды оқуды оңайлатады, көршілес бөлшектерді бір-бірінен штрихтау бағытына қарап айырмашылығын білдіруге мүмкіндік туғызады. Көбінесе бізге металды қимада графикалық әдіспен белгілеу үшін шартты штрихтаудың қолданылуы жиі кездесетін болады. Мұндай штрихтауды жіңішке түзу параллель сызықтармен орындайды. Штрихтау сызықтарын сызба рамкасына 45° градус бұрыш жасай жүргізеді. Егер тілікке үш және одан да көп бөлшек енетін болса, онда штрихтау сызықтарының арасындағы қашықтықты өзгертуге болады, штрих сызықтардың арасын жиі немесе сирек сызықтармен сызуға болады. Металды белгілеуге арналған штрихтау сызықтарының ара қашықтығы *1-10* мм шегінде болады.

Құрастыру сызбасына сәйкес сипаттізімді жасау қажет.

Сипаттізімде құрастыру сызбасына кіретін құрама бөлшектер тізімі толтырылады. Құрастыру сызбасына реттік сандар дұрыс түсіру үшін барлық бөлшектер ретімен орналасуы керек.



7.12-сурет

Реттік саны орналасуы 7.5-суретте көрсетілген. Реттік сандар толтырылған сипаттізімге сәйкес қойылады. Сипаттізім белгілену графасын толтыру жолы мынадай: ҚС 000 Шартты белгі ҚС (құрастыру сызбасы), 001, 002... - бұйымға кіретін бөлшектердің белгілеу сандары жазылады.

7.4. Беттердің кедір-бұдырлығын сызбада белгілеу

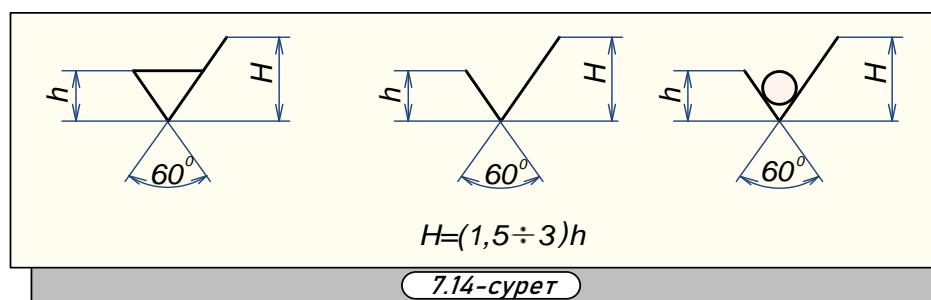
Жұмыс сызбасында бөлшек беттерінің кедір-бұдырлығы белгіленеді. Бөлшектің рельефін түзейтін барлық беттердің жиынтығы *кедір-бұдырлық* деп аталады. Бөлшек беттерінің тегіс болмайтындығы белгілі, оның бетін өте үлкейтіп қарағанда, металл кесетін аспаптардың өңдеу іздері айқын көрініп, бір-біріне жақын орналасқан бұдырлықтар түрінде байқалады. Бөлшек беті мұқият өңделсе, онда бұдырлықты тек арнайы аспаптар көмегімен көруге болады.

Микрометрмен өлшейтін бұдырлықтың шамаларына қарай мемлекеттік стандарт металдар үшін беттің кедір-бұдырлығының 14 тобын анықтау үшін тағайындалған 7.1-кесте

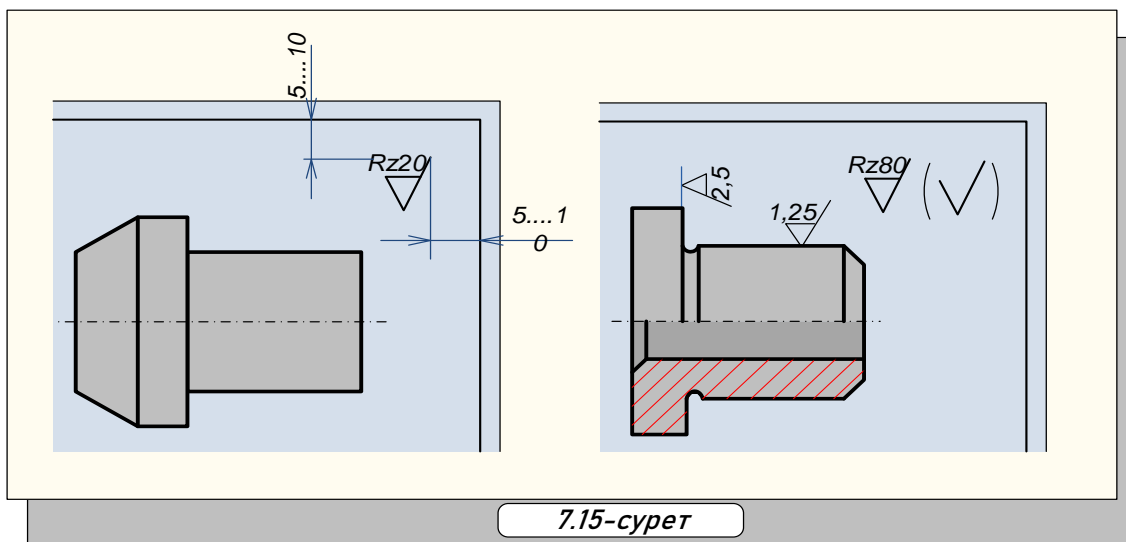
7.1-кесте.

Кедір-бұдыр классы	Кедір-бұдыр параметрі		
	Ra		Rz
1	50	80	320
2	25	40	160
3	12.5	20	80
4	6.3	10	40
5	3.2	5	20
6	1.6	2.5	10
7	0.8	1.25	6.3
8	0.4	0.63	3.2
9	0.2	0.32	1.6
10	0.1	0.16	0.8
11	0.05	0.08	0.4
12	0.025	0.04	0.2
13	0.012	0.02	0.1
14	-	0.01	0.05

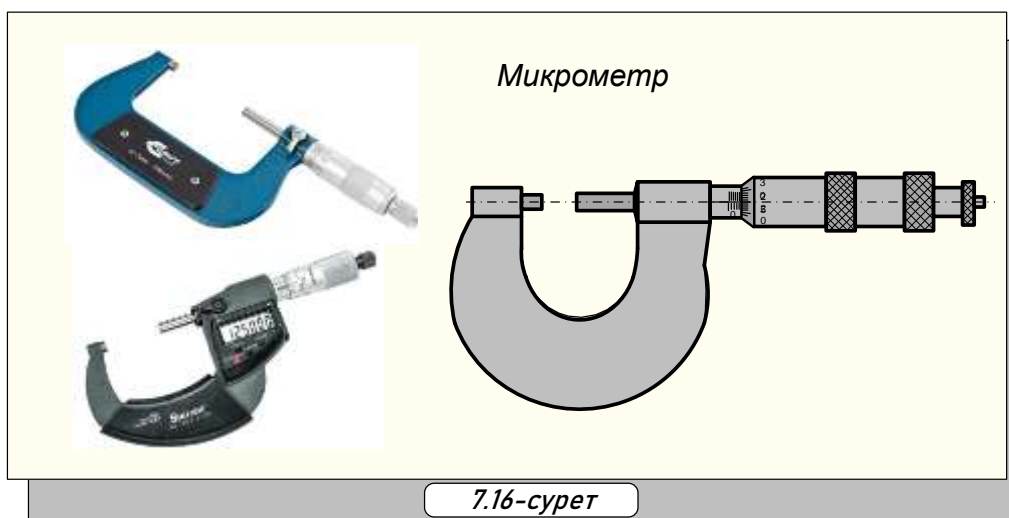
Беттің кедір-бұдырлығын сызбада белгілеу үшін 7.14-суретте көрсетілгендей таңба қойылады. Қойылған таңбаның бұрышы 60° құрайды. Белгілер биіктігі шамамен өлшем сандарының биіктігіне тең.



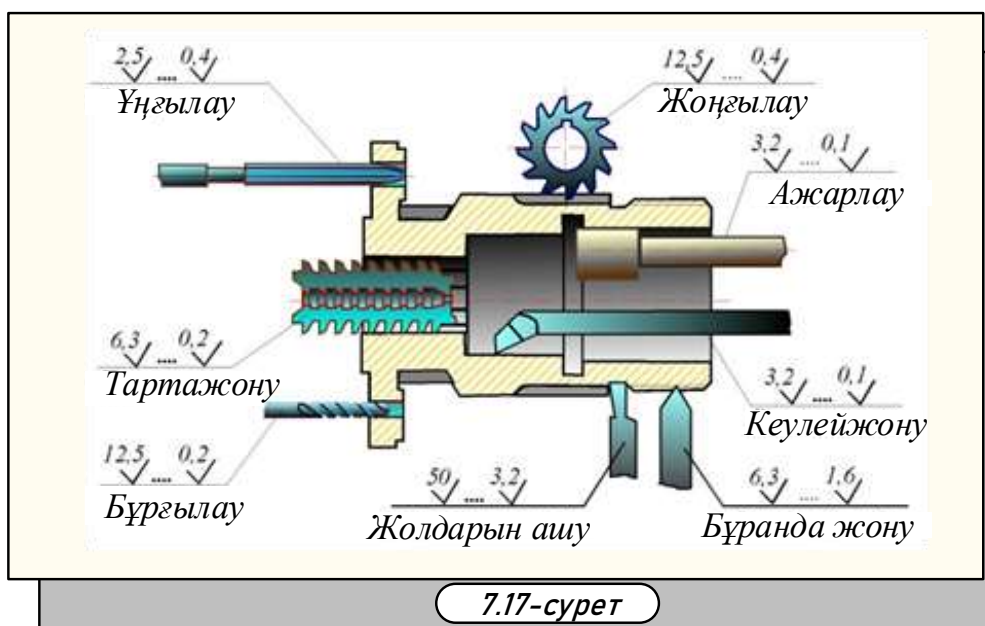
Бөлшектердің барлық беттерінің кедір-бұдырлығы бірдей болса, оның белгісі сызбада оң жақ жоғарғы бұрышында орналастырылады. 7.15-суреттің сол жағындағы сызба үлгісі бөлшектердің барлық беттеріне екінші сызбада жеке беттерге және қалған беттер бөлшектеріне ортақ болып келеді.



Бөлшек бетінің тегіс еместігі – номиналдан (R_a) орташа арифметикалық ауытқуы *микрометрмен* өлшенеді 7.16-сурет. 6...12 дейінгі топтар үшін сәйкес мәндер: 2,5; 1,25; 0,63; 0,32; 0,16; 0,08; 0,04. Жанабы тегіс емес биіктігінің (R_z) 1...5- ке 13...14 топтар үшін сәйкес мәндер: 320; 16; 80; 40; 20 және 0,1; 0,05.



7.17-суретте бөлшекке ұңғылау, жоңғылау, тартажону, ажарлау, кеулейжону, бұрғылау, бұранда жону арналған аспаптардың түрлері көрсетілген.

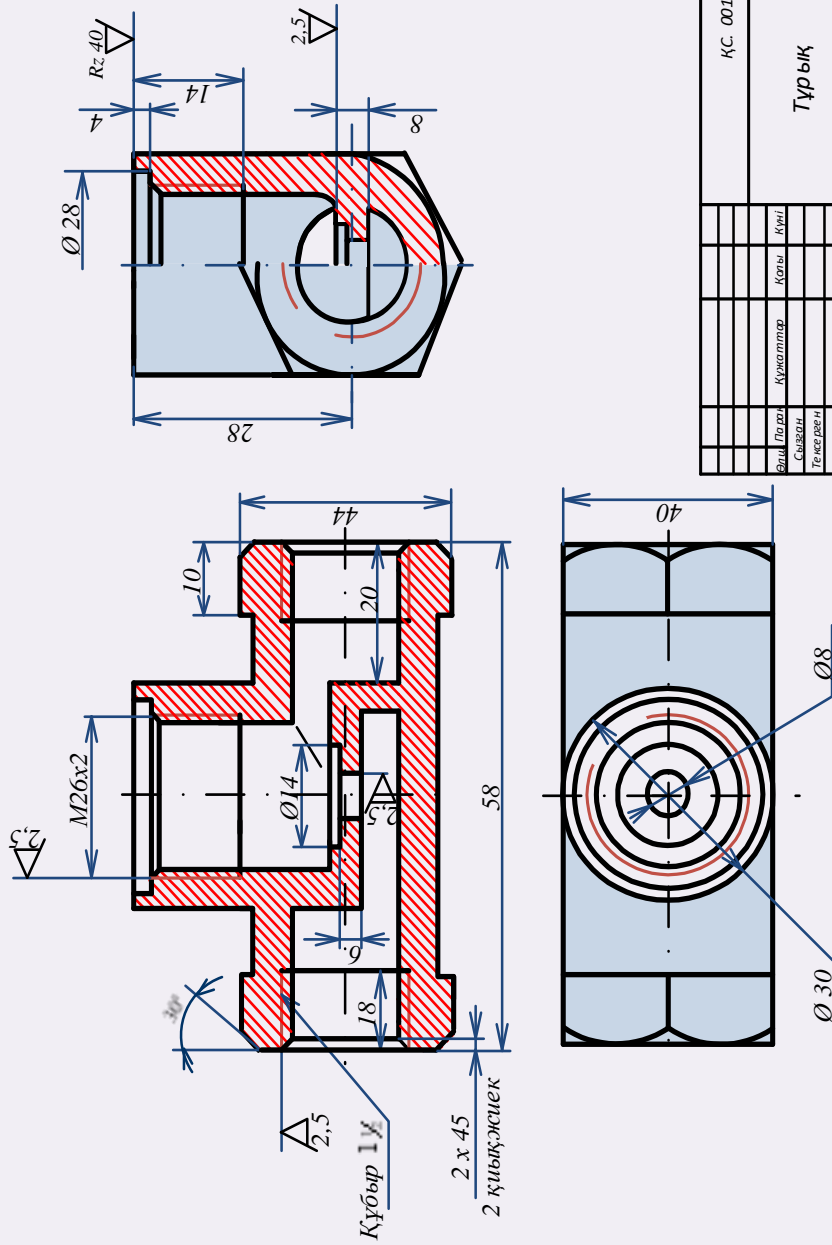


7.5. Бөлшектердің жұмыстық сызбалары

Өнеркәсіп орындарында әртүрлі аспаптар, станоктар, көліктер және тағы басқа күрделі агрегаттар жасалады, олар шығарған өнімдер **бұйым** деп аталады. Бұйымдар жеке бөлшектерден құралады. Ең алдымен әрбір жеке бөлшектер өзінің жұмыс сызбалары бойынша жасап шығарылады 7.18, 7.19-суреттер.

Дайын бөлшектерден құрастыру сызбасы бойынша тұтас бұйым құрастырылады. Бөлшектерді жасау үшін, жұмыс сызбалармен қамтамасыз ету керек. Бөлшектердің жұмыс сызбалары, құрастыру сызбалары бойынша сызуды *бөлшектеу* деп аталады. Бөлшектеудің мәнісі құрастыру сызбасы бойынша бөлшектердің сызбасын сызу. Құрастыру бұйымына кіретін бөлшектерді ойша бөлшектеу шарт. Бөлшектің жұмыс сызбасы бойынша, оның пішінін (формасын) атқаратын қызметіне басты назар аударылу керек. Жұмыс сызбасында оның пішінін түсінуге қажетті кескіндер (көріністер, тіліктер, қималар) өлшемі мен беттердің кедір-бұдырлығының белгіленулері болады. Кескіндер санын анықтап алып, көрініс саны барынша аз, бөлшектің пішіні мен өлшемдерін анықтау үшін жеткілікті болу керек. Жұмыс сызбасында кескіндер тікбұрыштап проекциялау әдісімен сызба құрал көмегімен орындалады. Сызбалатын бөлшектерді кескіндеу үшін масштабы таңдалуы қажет. Сызбада тетік жасалатын материалдар, олардың саны, тағы да басқа мәліметтер көрсетіледі.

А (V)



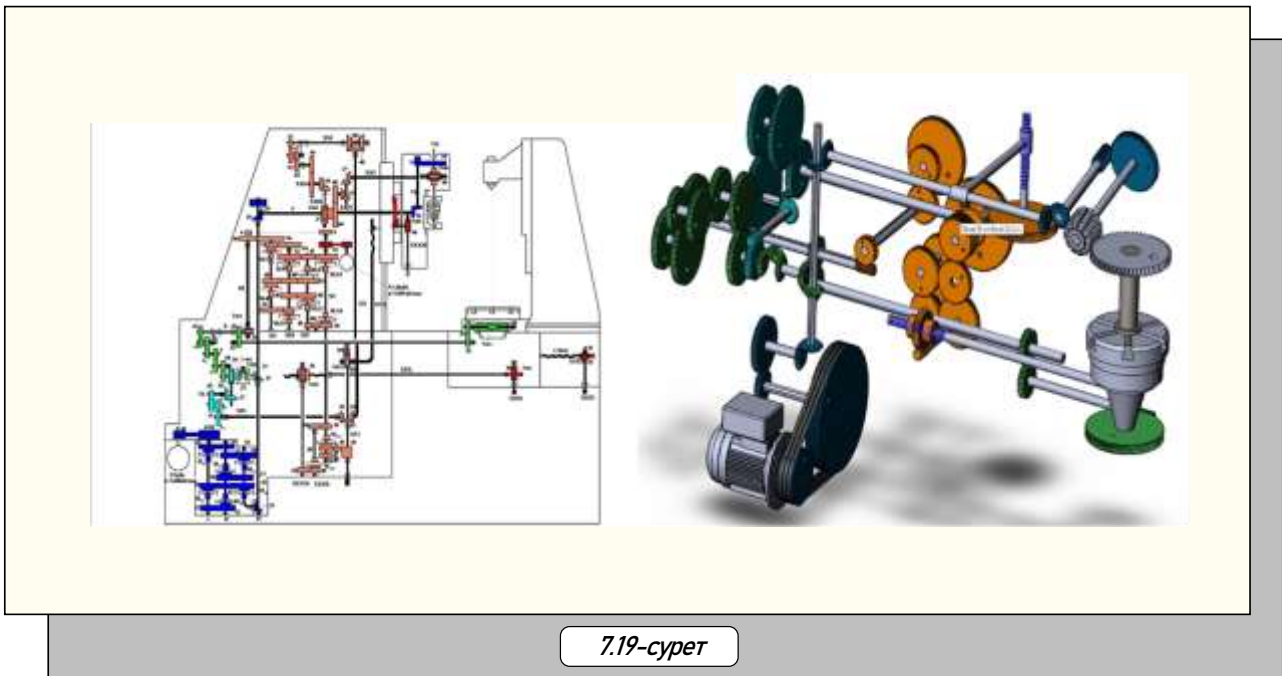
ҚС. 001		Түрлік	
Сұлба	Құрастыру	Қолы	Күні
Тексерген	Тексерген	Тексерген	Тексерген
Беті	Беті	Беті	Беті

7.18 - сурет

7.6. КИНЕМАТИКАЛЫҚ ТӘСІМ

Кинематикалық тәсім сызбаның бір түрі, онда шартты белгілеулердің және бөліктердің кенер әлпетінің көмегімен берілген бөлшектер мен бұйымдардың жекелеген бөліктерінің арасындағы кинематикалық байланыстың шартты кескіндері беріледі. Кинематикалық тәсім электр қозғалтқыштан беріліс тетіктері арқылы бұйымның атқарушы мүшелеріне жүрістің (қозғалыстың) жүйелі берілісін көрсетеді 7.19-сурет.

Кинематикалық тәсімде қозғалысты беруге қатысатын бұйым бөліктері (тісті дөңгелек, білік, елгезер, муфта) ғана кескінделеді. Ереже бойынша бұйымның өзі кескінделмейді, қажет болған жағдайда оның кенер әлпетін салады.



7.19-сурет

Тәсімнің мұндай түрінде көрсетуге болатындар: біліктің айналу саны, елгезердің диаметрі, тегершектің (тісті дөңгелектің) тістерінің саны, қозғағыштың қуаты және басқа да техникалық мәліметтер.

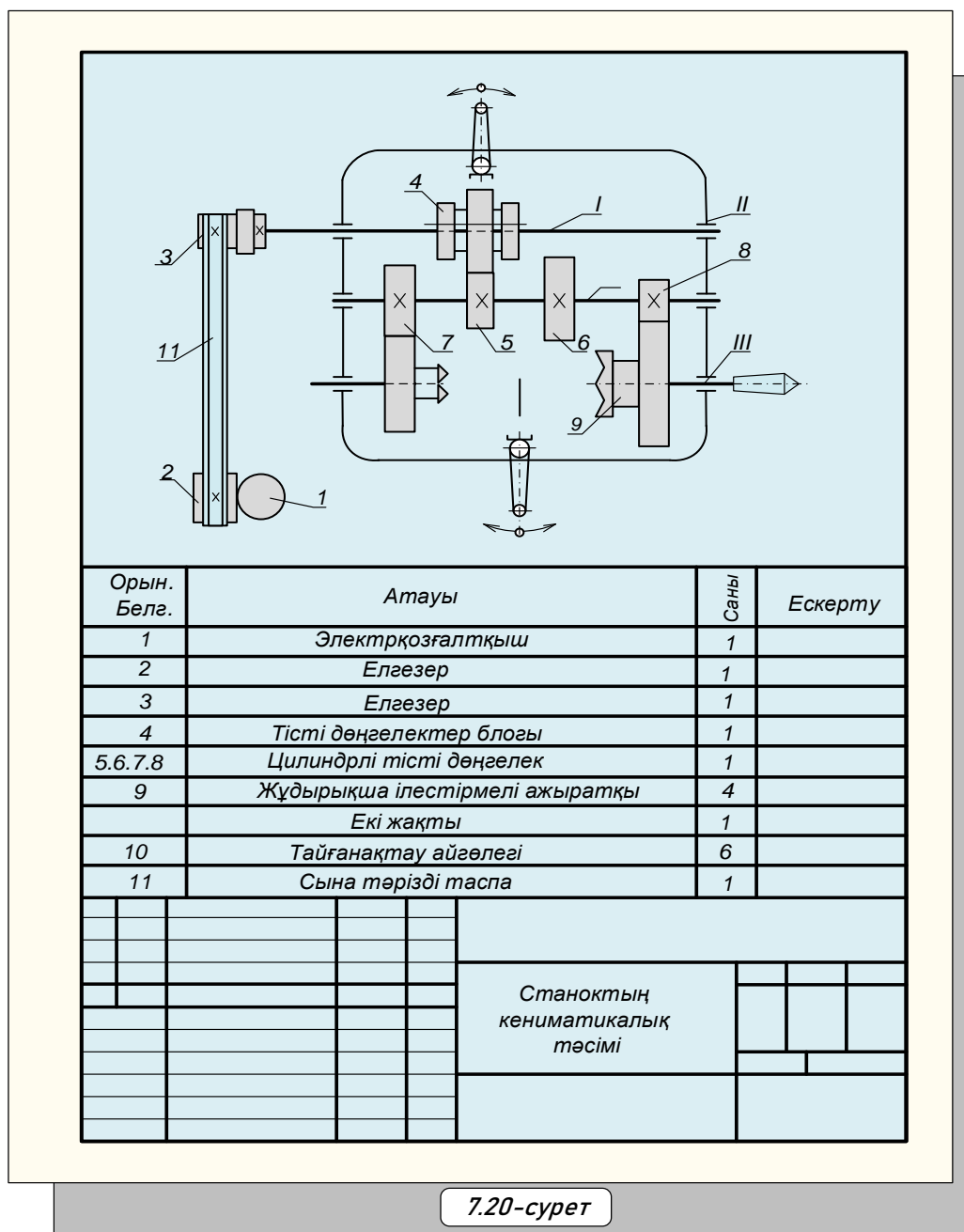
Тік бұрышты проекцияда сызылған тәсілімдегі бөліктердің графикалық шартты белгілеулері МЕСТ 2.770-74 бойынша тағайындалған төменгі 7.2-кестеде. Тапсырманы орындау үлгісі 7.20-суретте көрсетілген.

7.2-кесте

Білік, ось, сырық, әздек.	_____
Қозғалмайтын үзік кез келген қозғалмайтын үзікті көрсету үшін оның кенерінің бір бөлігін	

штрихтайды.	
Үзік бөліктерін біріктіру; қозғалмайтын.	
Қозғалмайтын бөлшектерді білікпен, сырықпен біріктіру.	
Бұрандалы.	
Серпінді.	
Қайтарымды.	
Сфералық.	
Цилиндрлік.	
Ажыратқы. Түрін анықтайтын жалпы белгілеу.	
Қармағыш ажыратқы.	
Қармаспайтын ажыратқы.	
Радиалды біліктерді домалау және сырғанау айгөлегі радиалды.	
Тіреу.	
Сырғанау айгөлегі радиалды.	
Тіреу; біржақты.	
Екі жақты.	
Домалау айгөлегі; радиалды.	
Радиалды-тіректі; біржақты.	
Екі жақты.	
Тіректі біржақты.	

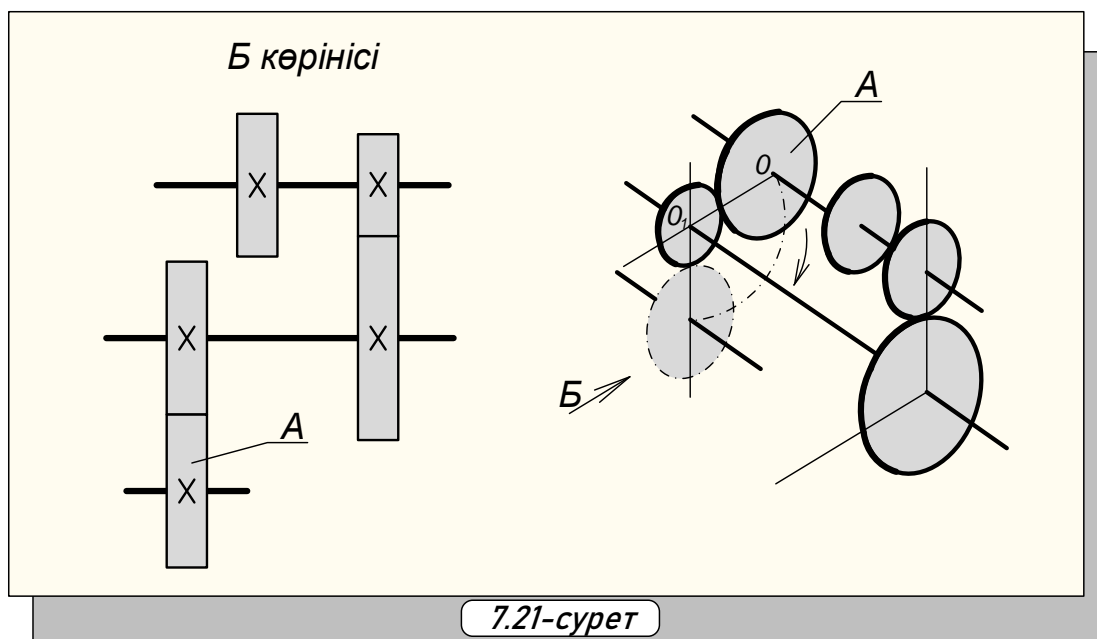
Екі жақты.	
Тежергіш; жалпы белгіленуі.	
Жалпақ жұдырықшалар; бойлап жылжитын ұзына бойы орын ауыстыратын.	
Айналмалы.	



7.20-сурет

Тәсімдегі бөліктердің өлшемдердің нақты өлшемдердің ара қатынасына жуықтап дәл келуі керек. Кинематикалық тәсімді әдетте жазба түрінде сызады. Олар бөлшектердің барлық осьтерін бір жазықтықтың бетінде беттестіру

(арқылы) жолымен және осы жазықтыққа проекциялау арқылы алынады. 7.21-сурет.



7.21-сурет

Кинематикалық тәсімдерді аксонометриялық проекцияда орындауға болады. Тәсімде бөліктердің әрбір кинематикалық топтарын атауларын, олардың функциялау қызметін ескере отырып көрсетеді.

Атауларды топтардан жүргізілген шығарма сызықтардың сөресіне жазады, мысалы: жылдамдық қорабы.

Тәсімде кескінделген әрбір кинематикалық бөлікке қозғалыс көзінен бастап реттік нөмірін қояды. Нөмір шығарма сызықтың сөресіне қойылады, ал сөренің астына кинематикалық бөліктердің параметрі мен сипатын көрсетеді, мысалы: тісті дөңгелектің тістерінің саны, ремндік беріліс елгезердің диаметрі.

Білікті рим санымен араб санымен қалған бөліктерді нөмірлейді. Бөлшектердің сатып алынатын немесе айырбасталатын бөліктері нөмірленбейді, мысалы редукторлар, ал реттік нөмірі тұтасымен тетікке қойылады. Кинематикалық тәсімде оның анықтылығына нұқсан келтірілмейтініндей етіп орындауға рұқсат етіледі:

- бөліктерді нақты орнымен жоғары не төмен ауыстыруға (жылжытуға);
- орнын ауыстырмай бұйым кенерінің сыртына шығаруға ;
- кескіндеу үшін ең (қолайлы) тиімді (орынға) жағдайға бөліктерді бұруға;

Бөлек сызылған түйіндескен қос звеноны үзік сызықпен жалғайды. Егер тәсімде кескінделген білік немесе осьтер қиылысса, онда қиылысқан жердегі оларды кескіндеген сызықтарды үзбейді. Бөліктердің тәсімде орналасуы бұйымдардың атқарушы мүшелерінің бастапқы, ортаңғы немесе жұмыс жағдайына үйлесуі қажет.

Кинематикалық тәсімді сызу үшін қолданылатын сызықтардың түрлері.

Кинематикалық тәсімде графикалық кескіндерді сызуда қолданылады. Негізгі тұтас жуан сызықты – жуандығы S – білік, ось, сырық, әздек, дегелең

үшін; тұтас жіңішке сызықты $S/2$ – тісті дөңгелек, тегергіш, жұлдызша, елгезер, жұдырықша және т.б. үшін;

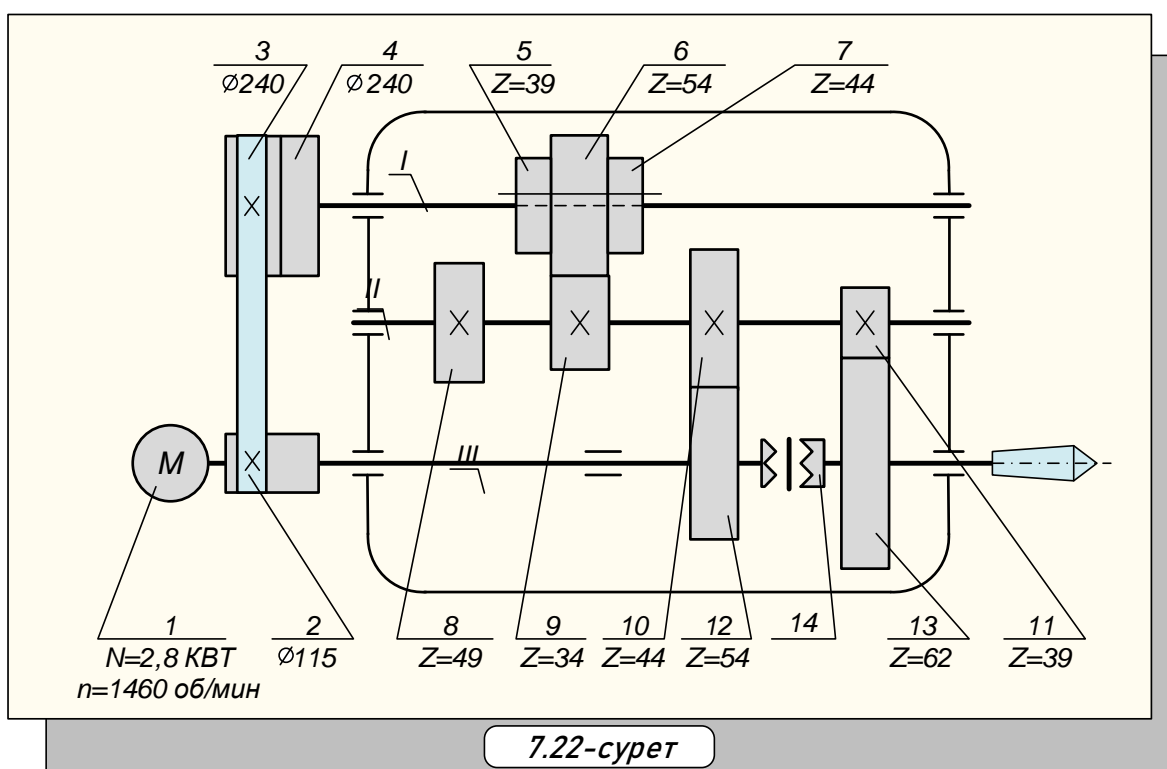
Тұтас жіңішке сызықты – жуандығы $S/3$ – тәсім сызылған бұйымның кенері үшін;

Үзік сызықты – жуандығы $S/2$ бөлек сызылған түйіндескен қос звенолардың арасындағы кинематикалық байланыстарды белгілеу үшін;

Кинематикалық тәсімді оқу:

Кинематикалық тәсімді оқуды тетіктің барлық бөлшектерінің қозғалыс көзі болып табылатын қозғағыштан бастайды.

Шартты белгілері бойынша кинематикалық тізбектің әрбір бөліктерін ретімен (анықтай отырып) қуалай отырып, олардың қолданылуын және қозғалыс берілісінің түрін анықтайды. Үлгі ретінде 7.22-суретте кескінделген токарь станогының жылдамдық қорабының кинематикалық тәсімін қараймыз.



Электроқозғағыштан I /қуаты $N=2,8$ квт және $n=1460$ айн/мин/айналыс жалпақ ременьді беріліс арқылы жылдамдық қорабының жетек білігіне I беріледі. Біліктің ұшына жұмыс елгезері мен бос елгезер 4 кигізілген (отырғылған), ал қозғағыштың артына елгезер 2 бекітілген. Білік осінің бойымен тегергіштің (тісті дөңгелектің) тобы 5, 6 және 7 орналасады. Оны I біліктің бойымен жылдамдық қорабының II – білігіне жылжыта отырып айналыстың үш мәнді санын немесе айнарудың үш жиілігін алады.

II білікке (тісті дөңгелектер) 8, 9, 10 және 11 бекітілген, оның үстіне (онымен қоса) 10 және 11 (тісті дөңгелектер) III – валдың 12 мен 13 (тісті дөңгелектермен) тұрақты тістесіп тұрады немесе станоктың шпинделімен. Станок өзегінің (шпинделінің) 12 және 13 дөңгелектерінің арасына жұдырықты екі жақты муфта 14 орналасқан. Ол өзінің дөңгелектерімен қозғалыс кезінде 12

және 13 – тісті дөңгелектердің күпшектерінің дөңгелектерімен қармасуы мүмкін.

Егер муфтаны 14 солға қосса өзек (шпиндель) 10 – тісті дөңгелек арқылы I – білік блогының үш тәсілінен үш жиілікті айналуы – айналыстың әртүрлі үш мәндес санын алады. Муфтаны 14 оңға (оң жаққа) қосқанда I – білік тобының үш тәсілінен өзек айналуының үш жиілігін (үш жиілікті айналысты) II-тісті дөңгелек арқылы алады. Токарь станогының өзегі айналуының алты жиілігіне тең. Жоғарыда қаралғандардан көрінгендей, кинематикалық тәсімдер кинематикалық есептеулерді оқу, бұйымдарды жөндеу және регулировка үшін қолданылады.

Ең көп тараған бөлік топтарының әріптік коды 7.3-кестеде.

7.3-кесте

Әріптік код	Тетіктер бөліктерінің тобы	Бөліктер үлгісі
<i>A</i>	Бөлшек /жалпы белгіленуі/	
<i>B</i>	Білік	
<i>C</i>	Жұдырықша бөліктері	Жұдырықша, итергіш
<i>E</i>	Әртүрлі бөліктер	
<i>H</i>	Бөлшектердің ... бөліктері	Ремень, шынжыр
<i>K</i>	Күйентелі тетіктердің бөлігі	Деңгене, дегелең, эздек
<i>M</i>	Қозғалыс көзі	Қозғағыш
<i>P</i>	Қырықаяқты – тиекті тетік	
<i>T</i>	Тісті және үйкелісті /фрикциялық/ берілісті тетіктердің бөлігі	Тегершік, аран, тісті сектор, тегеріш
<i>X</i>	Муфта, тежеуіш	

Бақылау сұрақтары:

1. *Нобай дегеніміз не?*
2. *Нобайдың сызбадан айырмашылығы неде?*
3. *Нобайды орындау үшін қандай заттар (материал) қажет?*
4. *Нобайда бөлшекті айналдыра өлшегенде қандай құралдар қолданады?*
5. *Нобайда қандай өлшемдер қойылады?*
6. *Бөлшектерді өлшеу үшін қандай өлшеу құралдары қолданылады?*
7. *Сипаттізім деген не?*
8. *Сипаттізім не үшін қажет?*

9. Құрастыру сызбасы деген не?
10. Құрастыру сызбасына қандай өлшемдер қойылады?
11. Стандарт бойынша кедір-бұдырлықтың неше класы тағайындалған?
12. Қандай сызбалар жұмыс сызбалары деп аталады?
13. Жұмыс сызбасына қандай талаптар қойылады?
14. Бөлшектеу дегеніміз не?
15. Бөлшектеу не үшін орындалады?
16. Өлшемдерді үйлестіру деген не?
17. Құрастыру сызбасын орындағанда тілік пен қималар қолданылады ма?
19. Бұйым құрастырылатын тетіктердің атаулары құрастыру сызбаларының қай жерінде көрсетіледі?
20. Бұйымның құрамына кіретін барлық өлшемдер құрастыру сызбасын түсіру қажет пе?
21. Беттердің кедір-бұдырлығының белгісі құрастыру сызбасында орындалады ма?
22. Шығарма сызыққа жазылған сандар нені білдіреді?
23. Кинематикалық тәсімдердің қолданылуын көрсетіңіздер?
24. Кинематикалық тәсімде нелер таныстырылуы /көрсетілуі/ керек?
25. Кинематикалық тәсімдерді неден бастап оқу керек?
26. Кинематикалық тәсімдерді сызу үшін сызықтың қандай түрлерін қолданады?
27. Кинематикалық тәсімдегі бөліктер қалай нөмірленеді?
28. Кинематикалық тәсімнің бөліктері өзара қалай орналасуы керек?

ГЛОССАРИЙ

АБСЦИССА (лат. *abscissus* – үзілген, бөлінген) – 1. Нүкте орнын анықтайтын үзік. 2. Декарт жүйесіндегі x (икс) координатасы.

АЙНАЛУ ОСІ – геометриялық айналу осі деп кеңістікте оның бойымен айналма немесе кейбір бұрышына бұрылатын қозғалмайтын түзу.

АКСИОМА (грек. *axioma* – тану, көпшілікке танылған ереже) деп геометрияның (немесе басқа теорияның) негізгі ұғымдары туралы алғашқы ұсыныстарды атайды. Олар берілген геометриялық жүйеде делелдеусіз қабылданып, солардың негізінде қарастырылатын геометриялық теорияның барлық теоремалары дәлелденеді. Бірақ аксиоманы өзінің айқындылығының арқасында дәлелдеуді қажетсінбейтін қарапайым шындық деп қабылдауға болмайды. Аксиома – дәлелдеусіз қабылданатын ұсыныс.

АКСОНОМЕТРИЯ (грек. *axon* – ось, *metreo* – өлшеймін) – бір проекция жазығында зат жататын тікбұрышты координаттардың осьтерімен бірге параллельді жобалау жолымен заттарды бейнелеу тәсілі.

АППЛИКАТА (лат. *applicata* – тығыз іргелескен) – декарттық жүйедегі z координатасы.

ӘДІС (грек. *methodos*) – адам қызметі саласын зерттеудегі амал мен тәсіл. Тар мағынада – қандай болмасын мақсатқа жету жолы немесе белгілі бір тапсырманы шешу тәсілі: сызба Монж әдісімен орындалған; тапсырма қиылған жазықтар әдісімен шешілген.

ӘДІСТЕМЕ (грек. *methodike*) – дидактиканың құрамдас бөлігі. Оқу пәндерін оқытудың принциптері мен амалдары туралы ілім. Әдістеме келесілерді зерттейді: а) пәннің мақсаты, б) пәннің мазмұны, в) оқыту мен үйрету процестерін, г) оқыту құралдарын. Жеке әдістемелер де бар, мәселен, оқу сызбаларын тексеру әдістемесі және т.б.

БАЙЛАНЫСТЫРУШЫ СЫЗЫҚТАР. Бір нүктенің екі проекциясы проекция осіне бір перпендикулярда жатады, бұл нүктенің кешенді сызбасындағы аталған екі проекцияның байланыстырушы сызығы деп аталады.

БАС КЕСКІНДЕМЕ – проекцияның фронтальды жазығындағы кескіндеме. Затты проекцияның фронтальды жазығына қатысты сызу жолдарын дұрысырақ пайдаланғанда сол заттың формасы мен мөлшерлері туралы толық көрініс беретіндей етіп орналастырған жөн. Бас кескіндеме түр, кесінді немесе түр жартысы мен кесінді жартысының қосылысы болуы мүмкін.

БАСТЫ КӨРІНІС – проекцияның фронталды жазығынан қарағандағы бейне – алдынан қарағандағы көрініс деп аталады.

БӨЛШЕК (фр. *detail*) – алынбалы немесе алынып салынбайтын құрылғысы жоқ бұйымның бөлшегі. Бөлшектер кейбір бөлшектерде кездесетін жалпыға арналған бөлшектерге (бұрандамалар, сомын, тісті дөңгелектер және т.б.) бөлінеді.

БӨЛШЕКТЕУ – бұйымның жинау сызбасы бойынша жұмыс сызбаларын немесе бөлшектер нобайларын әзірлеу және орындау процесі.

БӨЛШЕКТИҢ СЫЗБАСЫ – жұмыс сызбасы. Ол бөлшектердің кекіндемелерінен басқа оны жасау және бақылау үшін қажет барлық мәліметтерді құрамына алады. Жұмыс сызбасында детальды сол түрінде, сол мөлшерлерінде, бетінің кедір-бұдырлығы сақтай отырып және басқа бөлшектердің құрамында жиналу алдында және аралық қосымша өңдеудегі параметрлеріне сәкес келуін сақтай отырып жасайды.

БҰРАМДЫҚ БЕРІЛІС – біліктердің осьтері кеңістікте айқасатын жағдайларда қолданылатын беріліс. Ол қиғаш тістері бар тісті дөңгелектен және цилиндр немесе глобоид түріндегі шексіз винттан (бұрамдықтан) тұрады. Бұрамдық қозғалғанда оның бұрандалы бұрамасы ось бойымен дөңгелек тістеріне қысым түсіре отырып, жылжығандай болады, бұл шын мәнісінде бұрамдықтың жіптерін жартылай қамтитын гайка ретінде рөл атқарады, сол себептен винт жібінің ілгері қозғалысы дөңгелектің айналма қозғалысына (рейкалық берелістегідей) айналады. Бұрамдық үшін сол немесе оң бұрама таңдау дөңгелектің айналу бағыты мен оған әсер ететін күшке байланысты.

БҰРАНДА ОСІ. Бетінде сыртқы немесе ішкі бұрандасы бар айналма денеде орындалады (цилиндрдің, конустың және т.б.).

БҰРАНДАЛЫ БЕТ – бұрандалы бағыттаушысы бар бет. Техникада түзу сызықты құраушының қозғалысынан пайда болған сызықты бұрандалы беттер (түрлі бұрандалар, айналмалы сатылар және т.б.).

БҰРАНДАЛЫ ҚОЗҒАЛЫС – ось бойымен бағытталған, айналмалы және үдемелі айналулардан тұратын қозғалыс.

БҰРАНДАЛЫ СЫЗЫҚ (ГЕЛИСА) – қандай болмасын айналу бетін құраушының бойымен, оның өзі сол бет осін бір қалыпты айналып тұрған уақытта, бір қалыпты қозғалатын нүкте қозғалысынан пайда болған екіжақты қисықтықтың кеңістікті сызығы.

БҰРАНДАЛЫ ТОР – бұрандалы торлы бет пен екі бүйіржақ дөңгелектермен шектелген дене. Сыртқы түрі бойынша бұл дене дөңгелек тілік (бұрандалы цилиндр) тәрізді цилиндрлік серіппеге ұқсайды.

БҰРАНДАМА – бір ұшы алты қырлы басы бар, ал екінші ұшы гайка бұралатын бұрандамен жабдықталған цилиндр сырық. Бұрандама – барлық машиналар немесе механизмдер үшін қажет деталь, себебі ол бөлшектердің алып-салынбалы қосылысын қамтамасыз етеді.

БҰРАНДАМА ОРАМЫ – бұранданың бір айналымына тең келетін бұрандалы жіптің бөлшегі. Бұрандалы жіп деп бір бұрандалы сызық бойындағы шығыңқы жерін атаймыз. Сондықтан «бір дюмдегі жіптер саны» дегенді бір дюмдегі айналулар саны деп түсіну қажет.

БҰРАНДАНЫҢ БҰРАМА ҰЗЫНДЫҒЫ – осьтік бағыттағы (жинақталғандағы) сыртқы және ішкі бұрандаларының бұрама беттерінің жанасу ұзындығы.

БҰРАНДАНЫҢ СЫРТҚЫ ДИАМЕТРІ – төмендегілерді анықтайтын шама: а) цилиндрлік бұранда үшін – сыртқы бұранда ұшы айналасында немесе

ішкі бұранда құрамында бейнелеген елестетілген диаметрі; б) конустық бұранда үшін – негізгі жазық немесе берілген қимада. Сыртқы және ішкі бұранда айналасында бейнелеген елестетілген конустық диаметрі.

БҰРАНДАНЫҢ ҰЗЫНДЫҒЫ – қиықжиек ұзындығын қосқанда толық жанабы бар бұрандалы бөлігінің ұзындығы.

БІЛІК – негіздерде айналып тұратын қазық, ол бір бөлшектен бір бөлшекке айналма қозғалыс беріп тұрады. Бөлшектерді тек ұстап қана тұратын осьтерден оның айырмашылығы – валдар бір мезгілде айналуға да майысуға да жұмыс жасайды. Білік кейбір жағдайларда қысылу немесе созылу остік жүктемелерді де қосымша атқарады.

ГАБАРИТ (фр. *gabariti*) – ғимараттардың, түрлі машиналар мен олардың детальдарының сыртқы шекті кескіні. Сызудағы габаритті мөлшерлер қажеттілер қатарына жатады, себебі олар осы заттардың орны мен көлемін анықтайды.

ГЕЛИКОИД (фр. *helicoide* – бұранды) – бұрандалы бағыттауышпен жылжып келе жатқан түзу сызықпен жасалған сызықшалы бет. Егер өндіруші түзу бұрандалы сызықтың осімен қиылысатын болса – жабық геликоид делінеді, ал түзу сол оспен қиылыспаса – ашық геликоид дейміз. Егер өндіруші түзу сызық бұрандалы сызық осін түзу бұрыш жасап қиып өткен жағдайда түзу жабық геликоид (бұрандалы коноид) пайда болады.

ГЕОМЕТРИЯ (грек. *geo* – жер және *metreo* – өлшеймін) – белгілі бір қасиеттерге ие болатын кеңістіктегі өзара күйі мен шамасын, формасын анықтайтын денелердің қасиеттерін зерттейтін математикалық ғылым. Геометрия ерте дәуірде пайда болып, уақыт өткен сайын қайта құрылып және толықтырылып отырды. Қазіргі уақытта геометрия өте кең. Оның бөлек бөлшектері жеке мағынаға ие болып отыр.

ГЕОМЕТРИЯЛЫҚ БЕТ – 1. Кеңістікте белгілі бір кейіпте қозғалатын сызықтардың барлық бір ізді күйлерінің жиынтығы. 2. Берілген бұдыры және ауытқушылығы жоқ (шынайы физикалық беттің идеалы) геометриялық форманың беті.

ГЕОМЕТРИЯЛЫҚ ДЕНЕ – Кеңістіктің жазық және қисық беттермен шектелетін кейбір тұйық бөлшегі.

ГЕОМЕТРИЯЛЫҚ СЫЗУ – төмендегі негізгі геометриялық жазық есептер шығарылатын сызу курсының бөлімі: шеңберлерді бөлу, сызықтарды жіктеу, лекалды қисықтар құрастыру, графикалық құрылыстардың дәлдігі және т.б. мәселелер.

ГИПОТЕНУЗА – түзу бұрышқа қарама-қарсы жатқан тік бұрышты үшбұрыштың жағы.

ГЛОБОИДТЫ БҰРАНДАЛЫ СЫЗЫҚ – глобоидтың соның осінен бір қалыпты айналуындағы нүктеніңглобоид осі бойымен бір қалыпты қозғалысынан пайда болған глобоидтағы сызық. Глобоидты жұмыр берілісінде кездеседі.

ГРАФИКА – сурет салу және сызу өнері. Форманы сызықпен беру басым болып келетін бейнелеу өнерінің түрі. Графика станоктық (қолданбалыға

арналмаған өз бетімен салынған сурет, эстамп, лубок және т.б.), кітаптық (иллюстрация, кітап әшекейлері), қолданбалы (маркалар, этикеткалар және т.б.) және плакат болып бөлінеді.

ДЕНГЕЙДІҢ ПРОФИЛЬДІК СЫЗЫҒЫ немесе **ПРОФИЛЬДІ ТҮЗУ (ПРОФИЛЬ)** – проекцияның профильді түзуіне параллель болып келетін түзу.

ДИАМЕТР (грек. *diametros* – көлденең) – 1. Қисық сызықтардың барлық параллель хордаларын ортасынан бөлетін түзу. 2. Шеңбер ортасынан өтетін хорда. Шеңбердің барлық диаметрлері бір-біріне тең. Шеңбер ортасынан өтетін түзу диаметральды деп аталады. 3. Беттің ортасынан өтіп, сфераның қарама-қарсы нүктелерін, айналу эллипсоид және т.б. қосып тұратын түзу.

ДӨҢЕС ҚИСЫҚ. Егер әрбір үзік түзу болса, қисық сызық дөңес болады. Қисықтың кез келген екі нүктесі жалғастыратын болса, оған қатысты ешқандай басқа нүктелері болмайды.

ДҰРЫС ГЕКСАЭДР (греч. *hex* – алты және *hedra* – жақ, бет) – беті алты квадраттардан тұратын көпжақ (куб секілді). 6 қыры, 8 ұшы, 12 қабырғасы бар. Кең мағынада «гексаэдр» сөзі алтыжақ дегенді білдіреді.

ДҰРЫС КӨПЖАҚ – барлық қырлары тең дұрыс көпбұрыштар болып келетін және тең бұрышты көпжақ. Барлығы 10 дұрыс көпжақтар бар: бес дөңес, бес жұлдызшалы (дөңес емес).

ДҰРЫС ОКТАЭДР (грек. *octo* – сегіз, *hedra* – жақ) – беті сегіз, жақтары бірдей үшбұрыштардан тұратын сегізжақ. Оның сегіз қыры, алты ұшы, он екі қабырғасы бар. Октаэдрдың дұрыс емесі де болуы мүмкін.

ЕЛЕСТЕТУ – адам өмірінде еш уақытта кездеспеген түсініктер мен ойлау комбинацияларын жасайтын, тәжірибеге негізделген адамның психикалық әрекеті. Архитектор әлі жоқ ғимарат бейнесін көз алдына елестете алады. Бала өзін автокөлік жүргізушісі, ұшқыш ретінде және т.б. елестете алады.

ЖАЗЫҚ ФИГУРА – барлық нүктелері бір ғана жазықтықпен сәйкестенетін фигура. Егер оның екі ішкі нүктесін қосып тұрған бір де бір кесінді фигураның сұлбасын кесіп өтпесе, онда жазықтықты фигура дөңес деп аталады.

ЖАЗЫҚТЫҚТЫ СЫЗЫҚ – барлық нүктелері жазықтықта жататын қисық. Барлық нүктелерімен жазықтыққа жатпайтын қисық кеңістікті қисық деп аталады.

ЖАЛПЫ КӨРІНІС – бұйымның сыртқы көрінісін немес оның құрамдас бөліктерін бейнелейтін және оның негізгі сипаттарын бейнелейтін сызба.

ЖАНАСУ ТҮЗУІ – тұйық қисығында тек бір ғана ортақ нүктесі бар түзу.

ЖЕРГІЛІКТІ КӨРІНІС – зат бетіндегі бөлектенген, шектелген орынды бейнелеу. Жергілікті көрініс қандай болмасын бір учаскенің, оның толық көрінісін көрсету қолайсыз болған жағдайда түрі мен мөлшерін түсіндіру үшін қолданылады.

ЖОБАЛАУ – 1. Жобаны жасау процесі – сызбалар мен басқа да техникалық құжаттарды әзірлеу. 2. Сызба дайындау тәсілі: торапты, бөлек бір детальды, денені, жазықты, түзуді және нүктені жобалауға болады, яғни олардың сызбасын орындау (эпюр).

ИНЖЕНЕРЛІК ГРАФИКА – инженерлік тәжірибедегі графикалық жұмыстарды орындау үшін қажет білім көлемі бар пәндердің кешені (сызба геометриясы, техникалық және архитекторлық сызу мен сурет салу және т.б.).

КЕҢІСТІКТІ ЕЛЕСТЕТУ – кеңістікті форманы ойша елестету немесе жаңа кеңістікті образдарды ойша тудыру қабілеті.

КЕСТЕ (грек. *graphikos* – сызбалы) – зерттелетін процестер немесе құбылыстардың сандық тәуелділігін көрнекі көрсету үшін қолданылатын сызба. Кестелер иллюстрациялық, оперативтік (пойыздар қозғалысының темір жол кестесі), аналитикалық (атмосфералық қысымның өзгеру кестесі), есепетеу (номограммалар) деп бөлінеді.

КЕСІНДІ – екі жағы шектелген түзудің бөлшегі. Кесінді ұшы (нүкте) кесіндіге кіреді. Кесіндіні ұштарына қойылған екі әріппен немесе ортасына бір жай әріп қойып бейнелеу қажет.

КОМПОЗИЦИЯ (лат. *composition* – құрастыру, қосу, орналастыру) – өнердің заңдылықтарының негізінде және мағыналық есепке тәуелді фигуралар мен денелерді орналастыру.

КОНТУР (фр. *contour*) – 1. Қандай да болмасын бір заттың келбеті немесе оның келбетінің графикалық кескіндемесі. 2. Өткізгіштердің тұйық тізбегі (электричество, радио).

КОНУСТЫҚ БЕТ. Түзу қозғалысынан пайда болған бет, ол кеңістікте үнемі қозғалмайтын нүкте арқылы өтіп, аталған қисық сызықты қиып өтеді.

КОНУСТЫҚ БҰРАНДАЛЫ СЫЗЫҚ – шеңберлі конустықұраушы бойымен, оның өзі конус осінен бір қалыпты айналып тұрған уақытта, бір қалыпты қозғалатын нүкте жолы.

КООРДИНАТА (лат. *co* – бірге, *ordinatus* – ретке келтірілген) – 1. Берілген кесіндідегі сызықтық бірліктердің саны. 2. Қандай болмасын бір есептеу жүйесіндегі нүктенің күйін анықтайтын сан (тікбұрышты, қиғашбұрышты, полярлы және т.б.). Жазықтағы нүктенің күйін анықтау үшін екі координата қажет, ал кеңістікте анықтау үшін үш координата қажет.

КООРДИНАТАЛАР ЖҮЙЕСІ. Ғылым мен техникада түрлі координаталар жүйесі қолданылады: а) аффиндік (қиғашбұрышты). ә) тікбұрышты (декартовалар), б) полярлы. Бұлардың барлығында белгілі бір бағыттарындағы координаталар осінен шығатын белгіленген о нүктесі – координаталар бастауы жіне кесінділер – ось бойын өлшеу үшін масштабтары болуы тиіс. Жазықтағы нүкте орнын анықтау үшін екіості координаталар жүйесі болса жетіп жатыр, ал кеңістіктегіні анықтау үшін – үшості болу керек.

КӨЛБЕУЛЕР – 1. Проекцияның көлбеу жазығына параллель болып келетін жазық пен беттегі сызықтар. 2. Биіктігі бірдей нүктелерді қосатын картадағы сызықтар; көлбеулерді жүргізу жердің рельефін көрсетеді.

КӨЛДЕНЕҢ ПРОЕКЦИЯЛАНАТЫН ТҮЗУ – проекцияның көлбеу жазығына перпендикуляр болып келетін түзу.

КӨП ОРТАЛЫ ҚИСЫҚ – бір-біріне бояу түрде енетін түрлі радиусты шеңберлердің бірнеше доғаларынан құрастырылған жазық.

КӨРІНІС – зат бетінің бақылаушыға көрінетін бөлшегімен қарап тұрғандағы бейнесі. Бейнелер санын азайту мақсатында зат бетінің көрінбейтін бөлшектерін көріністерде штрих сызықтардың көмегімен көрсетуге болады. Негізгі көріністер: алдынан қарағандағы көрініс, жоғарыдан қарағандағы көрініс, артынан қарағандағы көрініс. Сонымен қатар алдынан қарағандағы көрініс басқы көрініс деп аталады. Негізгі көріністерден басқа сызуда қосымша және жергілікті көріністер болуы мүмкін.

ҚОСЫЛУ НҮКТЕСІ. 1. Сызба геометриясында жазық іздерінің қосылу нүктесі екі жазықтың түйіспелі іздері (жазық ізін қараңыз) қиылысатын берілген жазық пен проекция осінің қиылысу нүктесі ретінде көрініс береді.

2. Сызық перспективасында суретке параллельді болып келетін түзулерден басқа бір нүктеде қиылысатын параллель түзу проекциялары. Барлық көлбеу түзулердің кескіндемелері көкжиек сызықтарында қосылу нүктесіне ие болып келеді.

ҚОСЫМША КӨРІНІС – проекциялардың қосымша жазығында затты немесе оның басқа да бір бөлшегін бейнелеу.

ҚҰРАСТЫРУ СЫЗЫҒЫ – заттың кескінін орындау үшін қажет болатын геометриялық құрастырылулар. Оларды тұтас жіңішке сызықтармен жасайды, олар сызбаны үстінен бастырғанда резинкамен өшіріледі. Кейбір сызбаларда құрастыру сызықтары геометриялық құрастырулардың барысын көрсету үшін сақталады.

МАШИНАЖАСАУ СЫЗУЫ – машинажасау өнеркәсібі үшін өндірістік сызбаларды орындау мен рәсімдеудің шарттылығы зерттелетін сызу курсының бөлімі.

МЕТІРЛІК ЕСЕП – берілген өлшеммен фигура құрастыру немесе сызбада кесінділердің, бұрыштардың және жазық фигуралардың шынайы шамасын анықтау бойынша геометриялық есеп. Егер кескіндеме бойынша кескінделгенге ұқсайтын түпнұсқасы құрастырылған болса, онда стереометрияда өлшем есебі шешілген болып табылады. Егер фигуралардың барлық қажетті ортогональды проекциялары белгілі болса, онда Монж эпюрасындағы кескіндеме толық және өлшемдік анықталған болып саналады. Егер осьтер және аксонометриялық координаталардың осьтерімен құрастырылған бұрыштарбойынша бұрмалау коэффициенттері анықталған болса, сонымен қатар кескінделетін элементтердің екінші проекциялары берілген болса, онда аксонометриялық кескіндемелер толық, әрі анықталған болып саналады.

МӨЛШЕР – түзу кесіндісін немесе бұрыш шамасын сипаттайтын сан. Өлшем бірлігі – кесінді, түзу немесе бұрыш (сызықты немесе бұрышты өлшем) қосылғышпен неше рет алынатындығын өлшем санмен бейнелейді.

НАҚТЫ ШАМАНЫ ТАБУ – кешенді сызуда түзудің кесіндісі немесе жазық фигура бұрмаланып проекцияланса, қажетінде олардың нақты шамасы анықталады. Ол үшін түрлі амалдар қолданылады: а) проекциялар жазықтарын алмастыру тәсілі, б) айналу тәсілі, в) сәйкестендіру тәсілі, г) түзу бұрышты үшбұрыштың тәсілі, д) жазық параллель қозғалысы тәсілі.

НЕГІЗГІ ЖАЗЫҚ ӘДІСІ – Н. Ф. Четверухин әзірлеген проекциялық сызба құру әдісі, ол кескіндемелердің аксонометриялық әдісінің бір түрі болып табылады. Стереометрияда қолданылады.

ОРДИНАТА (лат. *ordinatus* – белгілі бір тәртіпте қойылған) – декарт жүйесіндегі u координатасы.

ОРТОГОНАЛЬДЫ ЖОБАЛАУ (грекше *ortos* – түзу, *gonia* – бұрыш) – екі өзара перпендикулярлы жазықтыққа параллельді тікбұрышты жобалау (Монж әдісі бойынша). Техникалық сызбаға кескіндеме құрастырудың негізгі әдісі. Мұндай жобалауда зат бақылаушы мен проекциялар жазығының аралығында орналасады (еуропалық әдіс).

ОРТОГОНАЛЬДЫ ПРОЕКЦИЯ (сөзбе-сөз – тікбұрышты) – затты жазықтыққа параллельді проекциялау, ол проекция жазығында перпендикуляр болып келетін проекциялайтын сәулелердің көмегімен алынады.

ОСЬ СЫЗЫҒЫ – берілген кесіндемені немесе дененің айналу осін сызбада бейнелейтін жіңішке штрихты-пунктирлі сызық.

ОСЬТІК СИММЕТРИЯ – жазықтықтағы нүктелік қайта құрылым. Мұнда жазықтыққа берілген түзу – симметрияның осі бар. Егер симметрия осіне қатысты бір перпендикулярда орналасса және одан бірдей қашықтықта болса, ондай жағдайда қалған нүктелер осы оске қатысты симметриялы болады.

ӨЛШЕММЕН АНЫҚТАЛҒАН КЕСКІНДЕМЕ – фигураның шынайы көлемін анықтауға болатын кескіндеме.

ПАРАБОЛА (грек. *palabole* – қосымша) – барлық нүктелері берілген нүктеден және берілген түзуден бірдей қашықтықта тұрған екінші қатардағы жазық қисық. Параболаның ұштары шексіздікке кетеді.

ПАРАБОЛОИД. Параболоидтар айналмалы, эллипсті және гиперболикалық болып бөлінеді. Эллипсті параболоидты оңай елестетуге болады: ол айналу параболоидына ұқсайды, яғни оның осіне перпендикуляр болып келетін жазықтардағы көлденең эллипстік кесінділері бар айналу параболоиды. Гипербола параболоиды – екі жақты қисықтықтың ер тәрізді беті.

ПАРАЛЛЕЛЬ ЖАЗЫҚТАР – ортақ нүктелері жоқ екі жазық. Кешенді сызбада олардың бір атаулы іздері сол түзуге параллель болады. Екі параллельді сызықтардың бір атаулы проекциялары бір біріне параллель.

ПАРАЛЛЕЛЬ ТҮЗУЛЕР – бір жазықта жатқан, ортақ нүктелері жоқ екі түзу. Түзуден тыс алынған берілген нүкте арқылы тек бір ғана осы түзуге параллель болатын түзу жүргізуге болады. Екі параллель сызықтың бір атаулы проекциялары өзара параллель.

ПЕРПЕНДИКУЛЯР (лат. *perpendicularis* – тікшіл) – басқа түзумен немесе жазықтықпен тік бұрыш құратын түзу сызық. Екі түрлі аралас бұрыштардың ортақ жағы басқа екі жақтары жатқан түзуге перпендикуляр болып табылады. Осы бұрыштардың ортақ ұшы перпендикулярдың негізі деп аталады, мысалы: а) нүктеден түзуге немесе жазықтыққа перпендикуляр түсіру; ә) берілген нүктеде түзуге немесе жазықтыққа түсірілген перпендикулярды қайта қалпына келтіру.

ПЕРСПЕКТИВА (лат. *perspicere* – арқылы қарау) – орталық жобалау тәсілі бойынша түрлі беттердегі кескіндемелерді зерттейтін сызба геометрияның бөлімі. Орталық жобалау әдісімен алынған зат кескіндемесінің өзін перспективалы деп атайды. Жазықтыққа жобалаған кезде сызықты перспектива пайда болады (жиі түрде – тік жазықтыққа жобалаған кезде, сирек – құламаға). Панорамалық перспектива цилиндрлік бетте орындалады (панорамалық киноэкран). Күмбезді перспектива сфералық бетте орындалады. Перспективалық кескіндемелер живописьте, архитектура сызбаларда, көркем құрастырылуларда қолданылады.

ПОЗИЦИЯЛЫҚ ЕСЕП – нүктелерді немесе геометриялық элементтердің қиылысу сызықтарын құрастырудың геометриялық есебі, яғни жаңа инцидентия (тиістілік) құрастыру есебі. Мысалы, түзу мен жазықтың қиысу нүктесін құрастыру, көлеңкелер салу және т.б. позициялық есептерді шешкенде фигуралардың өлшемдік қасиеттері есепке алынбайды, яғни тек өлшеу нәтижесінде ғана анықталуы мүмкін қасиеттер.

ПРОЕКЦИЯ – қандай болмасын бір бетке жоба түсіру жолымен алынған заттың кескіндемесі. Техникалық сызбада жазыққа жобаны параллель түсіру әдісі жиі қолданылады.

ПРОЕКЦИЯ ОСІ – тікбұрыш жүйесінде проекция жазықтарының қиылысу сызығы: а) фронтальды және көлденең жазықтар қиылыса отырып, *оx* осін құрайды; ә) фронтальды және профильді жазықтар *oz* осін құрайды; б) көлденең және профильді *ou* осін құрайды.

ПРОЕКЦИЯЛАНҒАН СЫЗБА – қандай болмасын бір бетке жоба түсіру жолымен алынған заттың кескіндемесі. Техникалық сызбада жазыққа жобаны параллель түсіру әдісі жиі қолданылады.

ПРОЕКЦИЯЛЫҚ СЫЗУ – 1. Сызудың курсының бөлімі. 2. Проекцияланған сызбаларды орындау процесі.

ПРОФИЛЬДІ-ПРОЕКЦИЯЛАНҒАН ТҮЗУ – Проекцияның профильді түзуіне перпендикуляр болып табылатын түзу.

ПУНКТИР СЫЗЫҒЫ (нем. *punktieren* – нүкте қою) – нүктелерден немесе өте қысқа сызықшалардан құрастырылған сызық.

РАДИУС (лат. *radius* – сәуле, дөңгелектердің сым шабақтары) – Шеңбер немесе сфера ортасын сол шеңбер мен сфераның қандай да болмасын нүктесімен қосып тұратын түзу кесіндісі.

САТЫЛЫ ТІЛІК – екі немесе одан да көп параллель қиылысатын жазықтардан пайда болған күрделі тілік.

СИММЕТРИЯ ОСІ – кеңістікті немесе жазық фигураға симметриялы болып келетін түзу. Фигуралар симметрияның бір, бірнеше, ал кейде көптеген осьтеріне ие болуы мүмкін, олар кей бұрылыс бойында айналғанда өздерінен өздері сәйкеседі.

СУРЕТ – қолмен, көзбен өлшеу масштабымен, көзбен қабылдау немесе басқа да міндеттер есепке алына отырып орындалған заттың жазықтағы бір түсті кескіндемесі. Көзбен өлшеу масштабы мен қолмен орындалған заттың

аксонометриялық кескіндемесін техникалық сурет деп атайды. Техникалық сурет – қосымша зерттеуді қажет ететін термин.

СФЕРА – барлық нүктелері бір нүктеден – сфера ортасынан бірдей қашықтықта орналасқан шеңберлі бет.

СХЕМА (грек. *schema* – образ, түр, кескіндемені жеңілдетілген) – жеңілдетілген символдар мен белгілердің көмегімен бұйымның құрамдас бөлшектері (құрылғылар) мен олардың арасындағы байланыстары көрсетілген графикалық кескіндемелер.

СЫЗБА – бірқатар шартты белгілерді, ерекше тәртіп пен белгілі бір масштабты (аталған сызба үшін) сақтай отырып заттарды, алдымен машиналарды, ғимараттарды, техникалық құрылғылар мен олардың бөлшектерден кескіндеу.

СЫЗБАНЫ ОҚУ – бұл оның кескіндемесі бойынша кескінделген заттың кеңістіктік формасын елестету, оның мөлшерлерін бекіту және кескінделген затты өндіру мен бақылау үшін қажетті барлық мәліметтерін анықтау деген сөз.

СЫЗУДЫҢ СЫЗЫҚТАРЫ – сызбаны орындау үшін келбеті мен қалыңдығы МЕСТ бекіткен бірнеше шартты сызықтарының түрлері арнайы қолданылады.

СЫЗЫҚ (лат. *lines*). Кез келген сызықты қозғалыстағы нүктенің траекториясы ретінде елестетуге болады. Сызықты нүктелер қатары ретінде қарастыруға болмайды; сонымен бірге сызық – бұл нүктелер жиынтығы. Барлық геометриялық сызықтар тұтас болып келеді. Сызбада сызықтарды шартты түрде бейнелейді.

СЫЗЫҚТЫ БЕТТЕР – түзу сызықтың кеңістікте қозғалысынан пайда болған беттер. Сызықты беттер жазылған және қиғаш қисықты беттер болып бөлінеді.

СЫЗЫҚТЫ ГИПЕРБОЛОИД – бір жазықтықта жатпайтын үш бағытталушыны үнемі кесіп өтетін түзудің қозғалысынан пайда болған бет (біржолды гиперболоид).

СЫЗЫҚТЫ ПЕРСПЕКТИВА – тік немесе құлама жазықтыққа түсірілген заттың орталық (конустық) проекциясы. Сызықтық перспективалардағы кескіндемелер көрнекі, бірақ ортогоналдық жобалау әдісімен орындалған сызбаларға қарағанда оларды өлшеу қиындау.

СЫНЫҚ ТІЛІК – біреуі көп жағдайда проекция жызығына параллель болып келетін екі қиылысатын жазықтар арқылы орындалған күрделі тілік.

ТІЛІК – бір немесе бірнеше жазықтармен ойша кесілген заттың шартты кескіндемесі. Тілікте қима жазықта не орналасқандығы мен оның артында не бар екендігі көрсетіледі.

ФАСКА (фр. *facette*) – қиықжиек. Өзектің, діңгектің, парақтың немесе саңылаудың кесілген шеттері. Мысалы, білік қиықжиегі – бұл оның шеткі, қабырға бетінің шабылған бөлшегі.

ЦИЛИНДРЛІ БЕТ – өз өзіне параллель болып келетін және өз қозғалыс жолында бағыттаушы деп аталатын бір қисықты қиып өтетін түзу сызық қозғалысынан пайда болған бет. Түзу сызық құраушы деп аталады. Цилиндрлі

беттердің сансыз көп түрі бар. Егер бағыттаушы тұйықталған қисық болса, онда сол цилиндрлі бет тұйықталған деп аталады. Бағыттаушы түзу болған жағдайларды цилиндрлі бет жазыққа бет түзеп тұрады.

ЦИЛИНДРЛІ БҰРАНДАЛЫ СЫЗЫҚ – нүктенің цилиндрді құраушы бойымен бір қалыпты, оның өзі сол кезде цилиндр осінен (сол жаққа немесе оң жаққа) бір қалыпты айналып тұрған уақытта, қозғалысынан пайда болған кеңістікті қисық.

ЭЛЛИПСКЕ ЖАНАСУ – берілген нүктенің радиус-векторлары арасында бұрыш биссектрисасы болып табылатын нормалиге оның барлық нүктелері перпендикуляр болып келеді. Эллипске жанасу диаметрдің соңында түйіспелі диаметрге параллель болады.

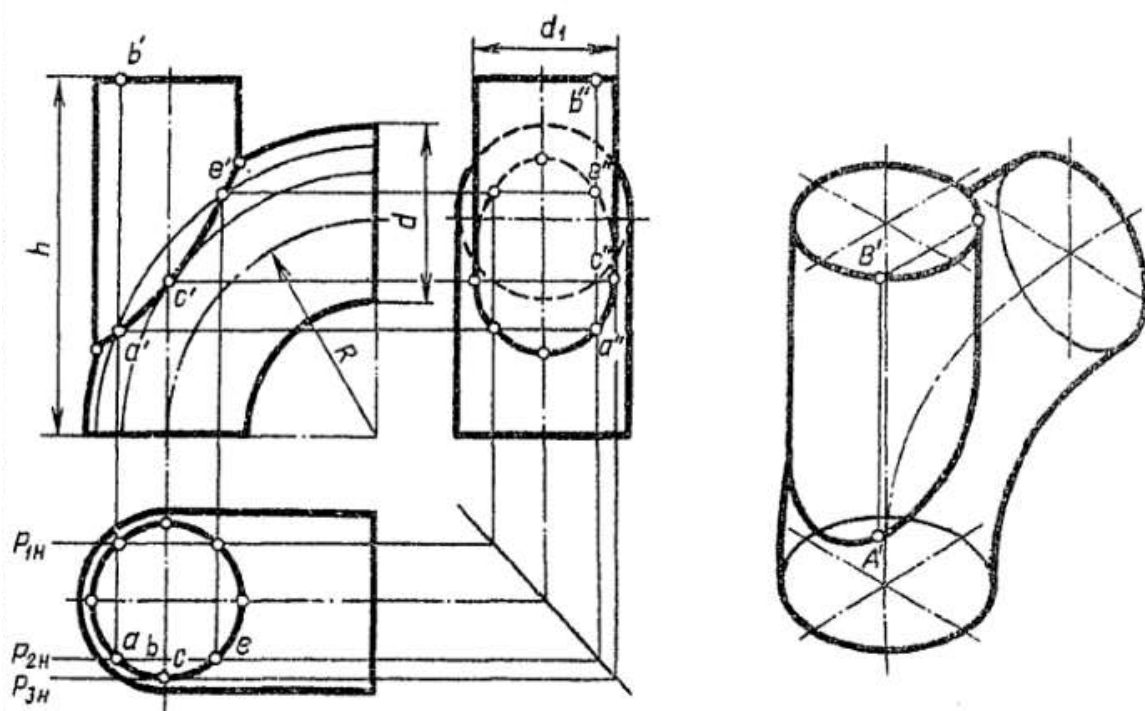
ЭПЮР (фр. *epure* – сызба) – сызба геометриясында бөлек кескіндемелер арасындағы проекциялық байланысты сақтай отырып, Монж әдісімен жасалған екі немесе одан да көп проекциялардағы заттың кескіндемесі осылай аталады. Басқаша кешенді сызба деп аталады.

ПАЙЛАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

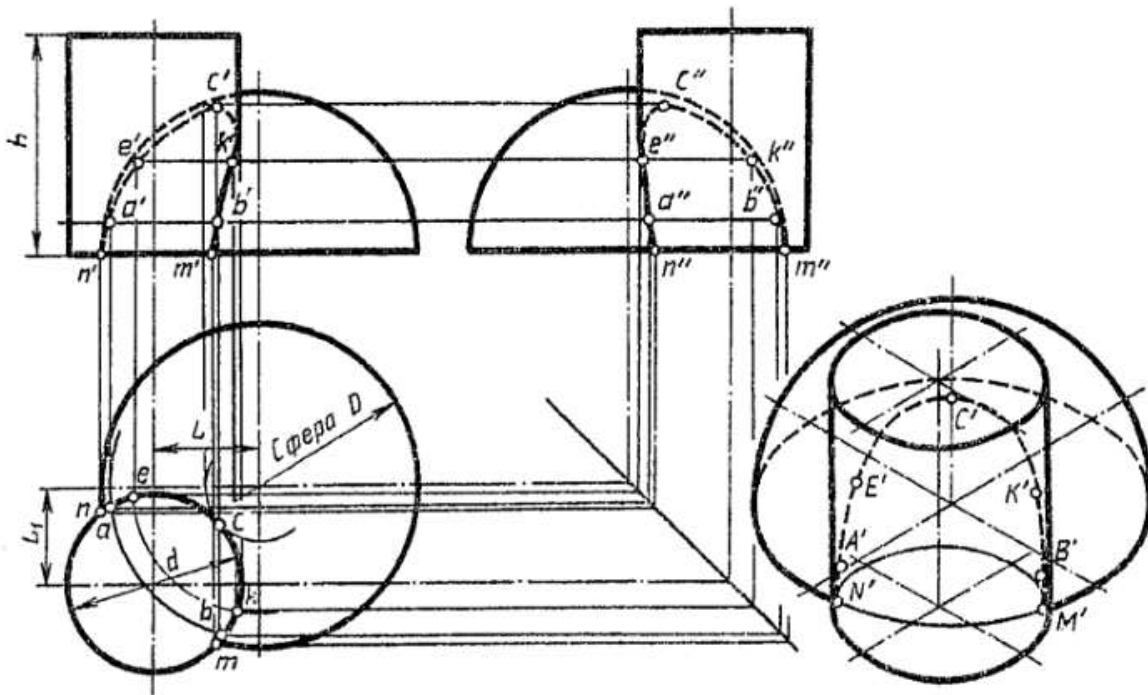
1. Қонақбаев К.Қ. Сызба геометрия. –Алматы, 1971.
2. Есмұханов Ж.М., Есмұханова Ж. Ж. Сызба геометрия есептер. – Алматы, 1998.
3. Жаңабаев Ж.Ж. Инженерлік және компьютерлік графика. –Алматы, 2005.
4. Нәби Ы. А. Сызба геометрия және инженерлік графика. –Алматы, 2010.
5. Ыбраев А. Инженерлік графика. – Алматы, 2010.
6. Ақпанбек Ғ.Ә. Сызба геометрия.–Алматы, 1998.
7. Ақпанбе Ғ.Ә., Қожықов Ж., Оспанов Ғ., Қолбатыр С., Әбдімұратова С.- Жезқазған, 2007.-279б.
8. Бәйдібеков Ә.К., Мусалимов Т.К., Садықова Ж.М., Қолбатыр С.Ә. Инженерлік графика. – Алматы: Білім, 2012. –260 б.
9. Чекмарев А.А. Инженерная графика: учебник / А.А. Чекмарев.–М., 1988.
10. Мусалимов Т.К. Сызба геометрия және инженерлік графика (инновациялық технология негізінде): оқу құралы / Т.К.Мусалимов, Ә.К.Бәйдібеков, С.Ә.Қолбатыр.- Астана: Фолиант, 2013. – 162 с.
11. Мусалимов Т. К. Сызба геометрия және инженерлік графика: оқулық / К.Мусалимов, С. Ә.Қолбатыр, Г.Алгартова. –Алматы: 2013.–305 бет.
12. Мусалимов Т.К. Сызу және сызба геометрия: оқулық/ Мусалимов Т.К., Шаштыгарин М.М., Ахметов Е.С., Қолбатыр С.Ә., Алгартова Г.М. -Алматы: ТОО Лантер Трейд, 2020-275 б. РОӘК оқу әдістемелік кеңесі. ҚРБЖҒМ
13. Мусалимов Т.К. Черчение и начертательная геометрия: учебник/ Мусалимов Т.К., Шаштыгарин М.М., Ахметов Е.С., Қолбатыр С.Ә., Алгартова Г.М -Астана: Фолиант, 2019.- 360 с. Рекомендовано РУМС МОН РК
14. Қолбатыр С.Ә. Нобай, құрастыру бөлшектерінің жұмыс сызбалары. Оқу құралы.-Астана: ЕНУ, 2014.
15. Сызба геометрия және инженерлік графика (дәрістік курс): оқу құралы / Т. Қ. Мусалимов, Е. С. Ахметов. - Астана: С.Сейфуллин атындағы ҚАТУ.2018. - 148 б.
16. Сызба геометрия және техникалық сызу: оқулық / Т. Мусалимов, С. Қолбатыр. - Астана: Фолиант, 2017. - 336 б.
17. Т. Қ. Мусалимов Сызба геометрия және инженерлік графика: оқулық / С.
18. Мусалимов Т.К. Начертательная геометрия и техническое черчение. учебник / Мусалимов Т.К., Колбатыр С.А. -Астана: Фолиант, 2018.
19. Мусалимов Т.К. Начертательная геометрия и инженерная графика: учебник/ Т.К.Мусалимов, Е.С.Ахметов. -Астана: КАТУ имени С.Сейфуллина, 2019.
20. Есхожин Д.З. Инженерлік графика: оқулығы. 1-бөлім/ Д.З.Есхожин, С.О.Нукешев, Е.С.Ахметов, К.Д.Есхожин. -Астана: КАТУ имени С.Сейфуллина, 2019.

Қосымша 1

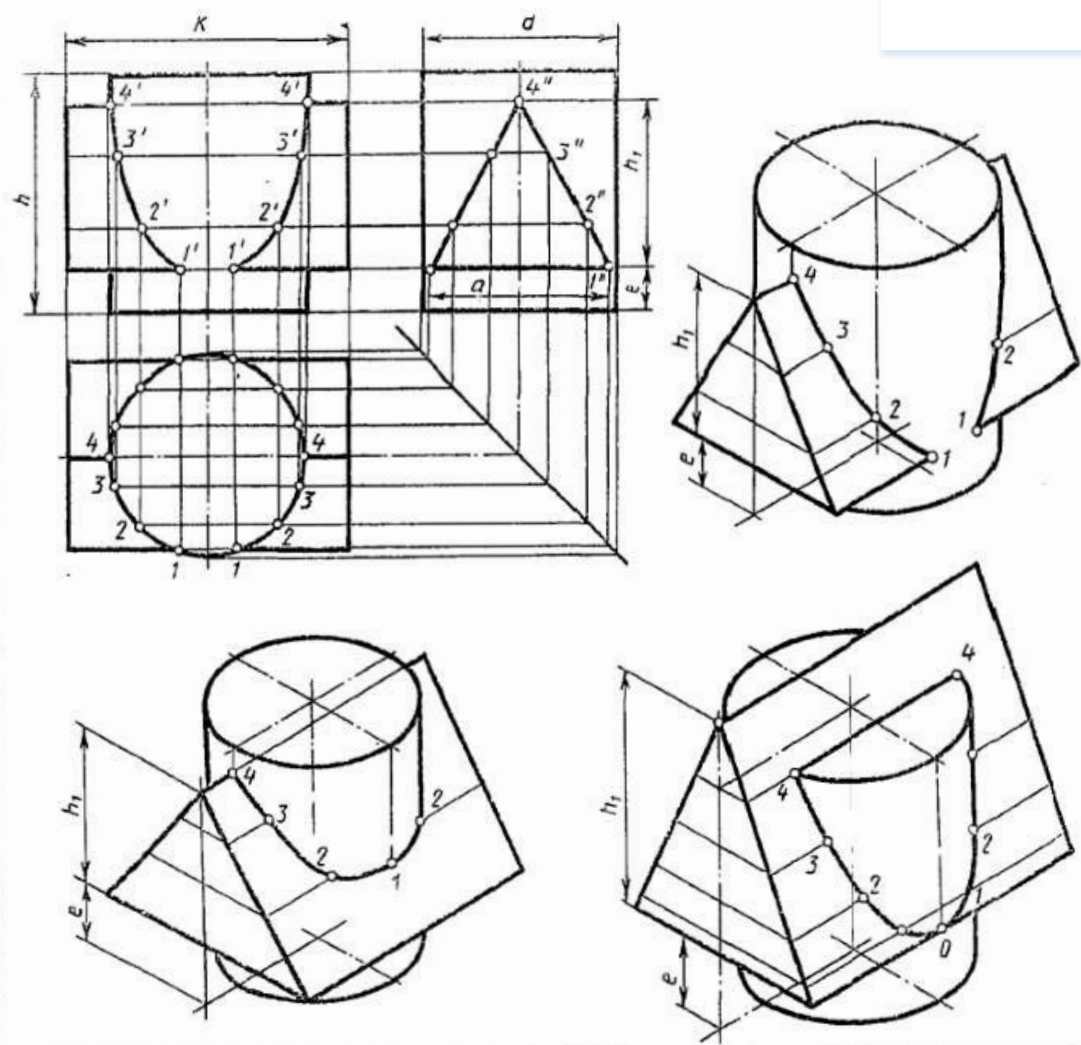
Сызба геометрияға арналған тапсырмалық нұсқалар



№ варианты	d	d_1	h	R	№ варианты	d	d_1	h	R
1	40	36	80	50	16	38	38	78	48
2	42	39	80	54	17	46	36	80	50
3	44	40	90	55	18	44	40	80	54
4	40	36	78	52	19	40	36	80	50
5	40	36	80	50	20	42	30	90	52
6	44	40	90	54	21	50	42	90	55
7	38	38	80	50	22	44	40	90	55
8	42	38	80	52	23	38	38	78	48
9	60	50	90	55	24	44	40	90	52
10	36	36	78	48	25	48	42	90	50
11	40	36	80	50	26	44	44	90	52
12	46	40	90	54	27	46	42	88	50
13	38	34	80	50	28	40	36	80	52
14	42	30	80	52	29	42	38	88	52
15	44	40	90	55	30	44	40	82	50

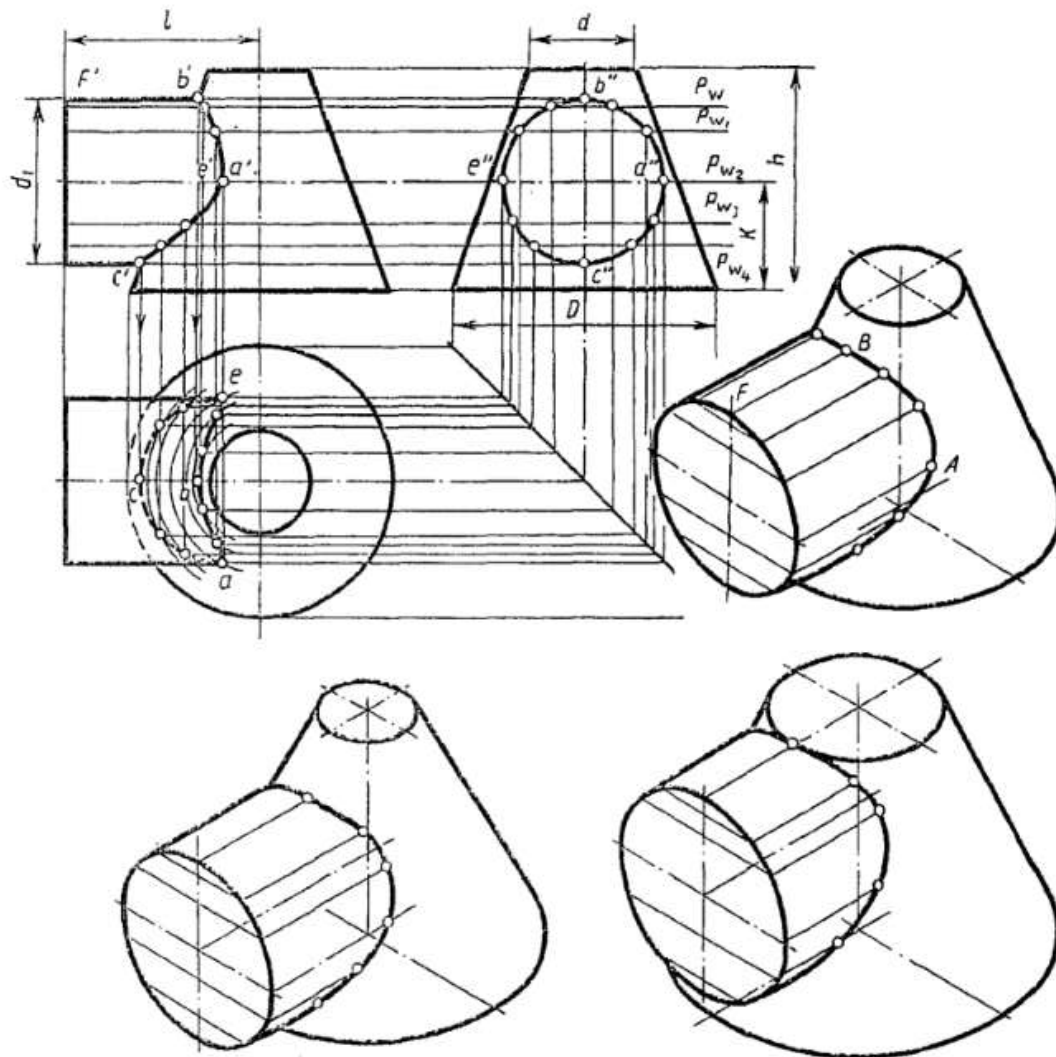


№ варианта	D	d	h	L	L ₁	№ варианта	D	d	h	L	L ₁
1	70	36	50	22	25	16	80	42	50	21	22
2	78	40	50	25	28	17	72	36	45	22	25
3	76	38	48	27	24	18	78	40	50	35	22
4	78	40	50	25	22	19	76	38	48	27	25
5	76	38	48	27	25	20	80	42	50	26	28
6	80	42	50	26	28	21	72	36	50	24	28
7	72	36	45	22	24	22	76	38	48	22	20
8	74	34	46	20	22	23	78	36	46	26	26
9	70	36	45	22	24	24	80	44	56	25	25
10	78	40	50	25	22	25	74	40	50	24	26
11	71	36	45	22	24	26	82	46	54	24	28
12	74	34	46	20	22	27	72	36	50	24	28
13	70	36	50	22	25	28	82	48	50	26	30
14	78	40	56	25	28	29	88	46	56	26	32
15	76	38	48	27	24	30	80	45	56	26	22



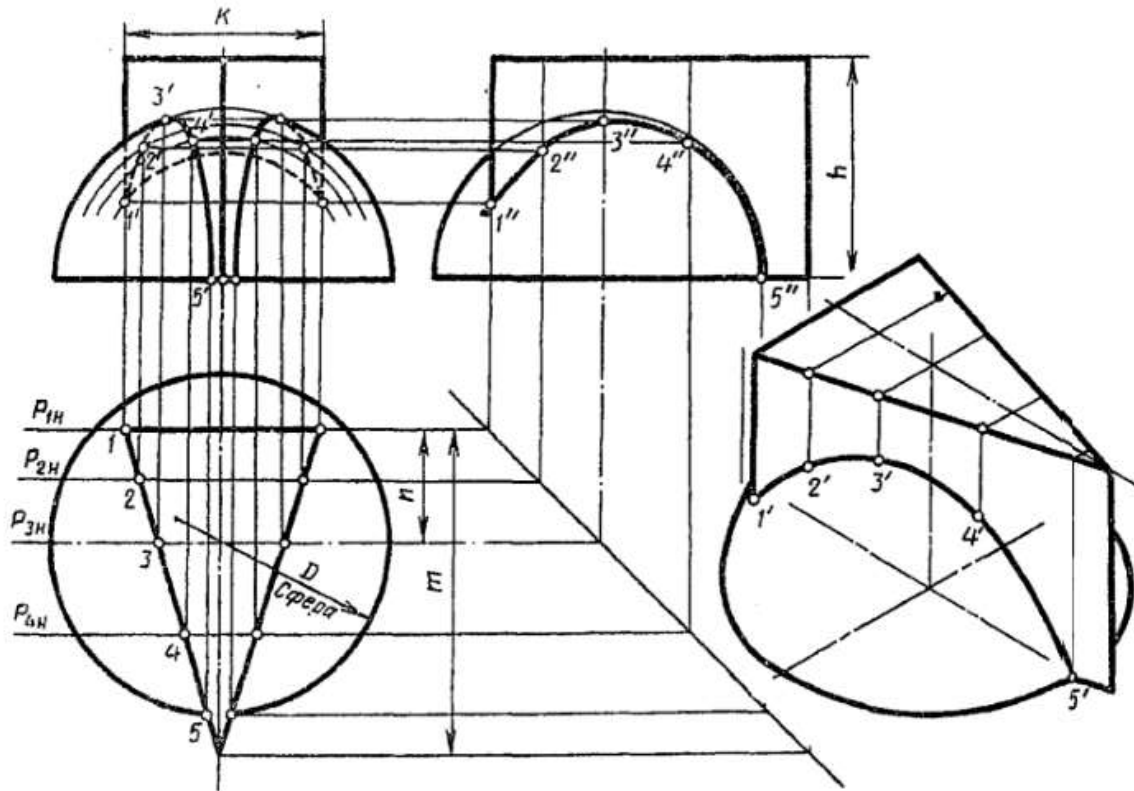
Обозначение	№ варианта													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>d</i>	50	55	54	52	55	54	56	50	55	54	52	55	54	56
<i>h</i>	60	65	70	70	60	60	62	60	65	70	70	60	60	62
<i>h₁</i>	45	53	50	56	50	50	52	45	53	50	56	50	50	52
<i>e</i>	12	12	15	14	20	18	20	12	12	15	14	20	18	20
<i>a</i>	46	52	64	60	55	64	52	46	52	64	60	55	64	52
<i>k</i>	75	74	76	70	70	72	72	75	74	76	70	70	72	72

Обозначение	№ варианта															
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<i>d</i>	50	55	54	52	55	54	56	50	55	54	52	55	54	56	50	55
<i>h</i>	60	65	70	70	60	60	62	60	65	70	70	60	60	62	60	65
<i>h₁</i>	45	53	50	56	50	50	52	45	53	50	56	50	50	52	45	53
<i>e</i>	12	12	15	14	20	18	20	12	12	15	14	20	18	20	12	12
<i>a</i>	46	52	64	60	55	64	52	46	52	64	60	55	64	52	46	52
<i>k</i>	75	74	76	70	70	72	72	75	74	76	70	70	72	72	75	74



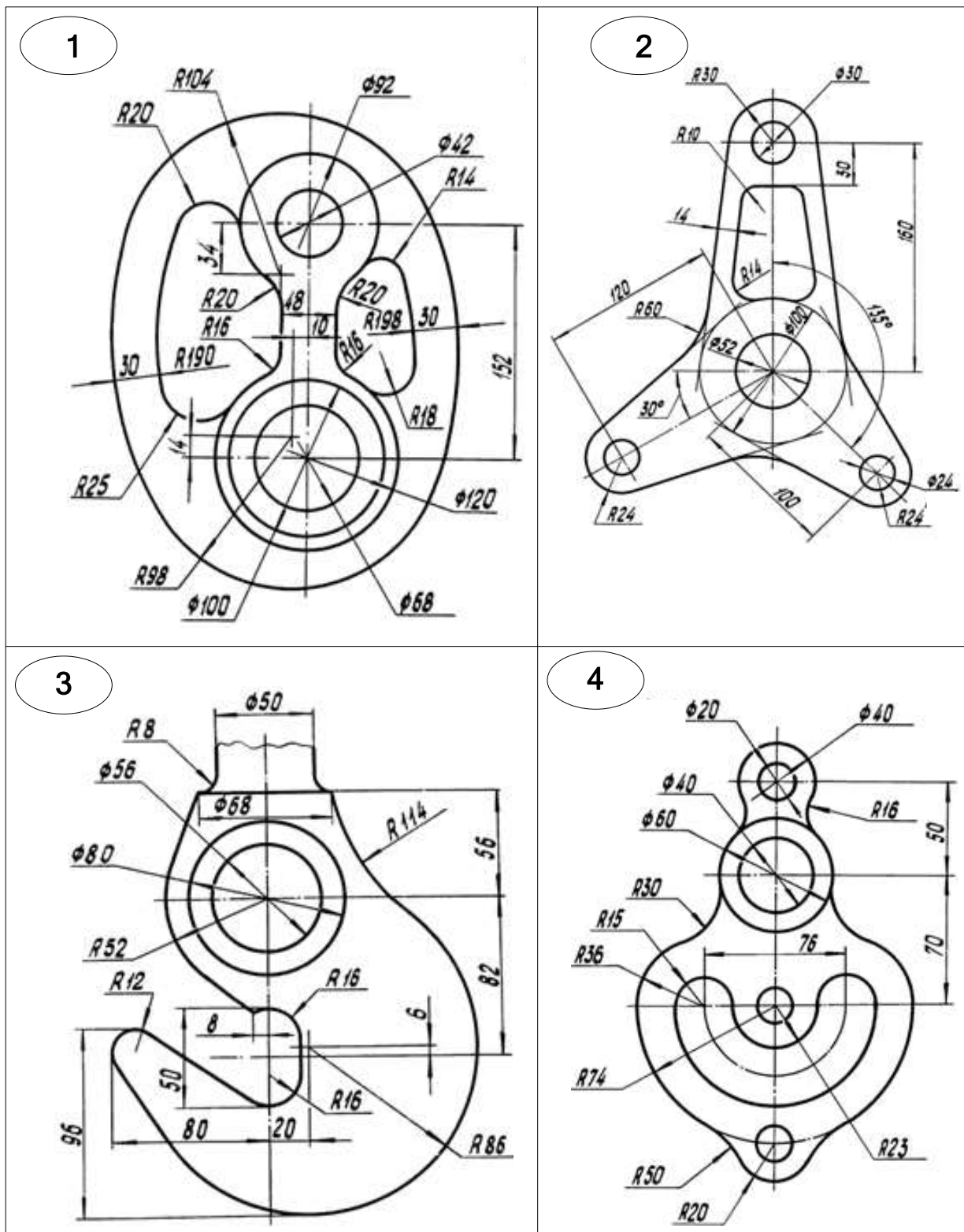
Обозначение	№ варианта													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>D</i>	60	70	70	62	70	70	60	70	72	62	70	70	60	70
<i>d</i>	24	20	22	24	20	22	24	20	22	24	20	22	24	20
<i>h</i>	50	45	46	50	45	46	52	45	46	50	45	46	52	45
<i>k</i>	25	23	22	24	23	21	25	23	22	24	23	21	25	23
<i>l</i>	42	40	45	40	40	44	40	40	45	40	40	44	40	40
<i>d</i>	36	32	38	35	32	38	36	32	38	35	32	38	36	32

Обозначение	№ варианта															
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<i>D</i>	72	62	70	60	70	72	62	70	60	70	72	62	70	60	70	62
<i>d</i>	22	24	20	24	22	22	24	20	24	22	23	24	20	24	22	24
<i>h</i>	46	50	45	52	46	45	50	45	52	46	45	50	45	52	46	50
<i>k</i>	22	24	23	25	21	22	24	23	25	21	22	24	23	25	20	24
<i>l</i>	45	40	40	40	44	45	40	40	44	45	40	40	40	44	44	40
<i>d</i>	38	35	32	36	38	38	35	32	36	38	36	35	32	36	38	35

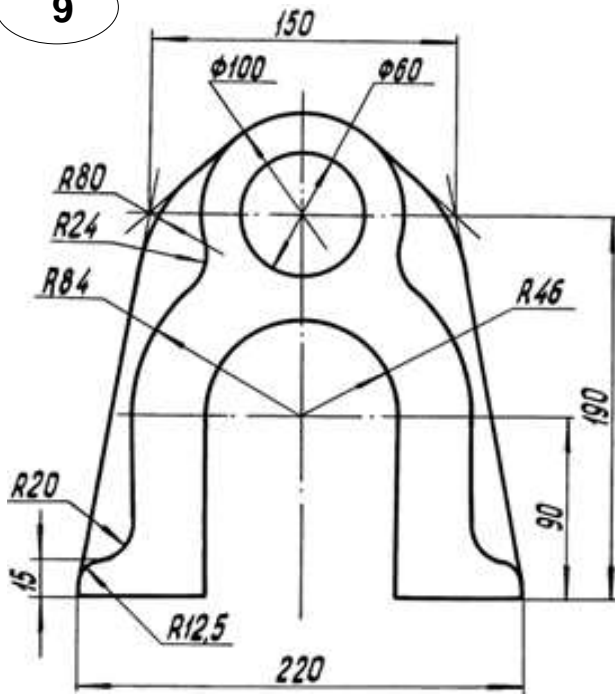


№ варианта	D	n	m	k	h	№ варианта	D	n	m	k	h
1	80	30	70	60	60	16	82	32	82	68	64
2	90	45	85	70	65	17	90	40	90	80	68
3	95	35	90	50	70	18	88	40	80	50	70
4	85	30	88	60	65	19	86	0	43	96	65
5	92	50	46	100	60	20	80	30	40	90	60
6	88	28	80	70	60	21	90	30	80	80	65
7	86	30	80	60	60	22	92	0	60	92	68
8	90	35	35	80	65	23	88	30	100	35	62
9	92	32	90	60	65	24	85	35	80	40	60
10	85	30	55	70	65	25	80	30	90	90	64
11	80	35	80	60	65	26	84	25	80	40	60
12	90	45	95	70	60	27	86	44	94	60	55
13	85	35	80	40	65	28	88	40	84	70	65
14	80	40	80	50	62	29	90	0	45	90	65
15	86	36	70	96	70	30	85	35	70	100	65

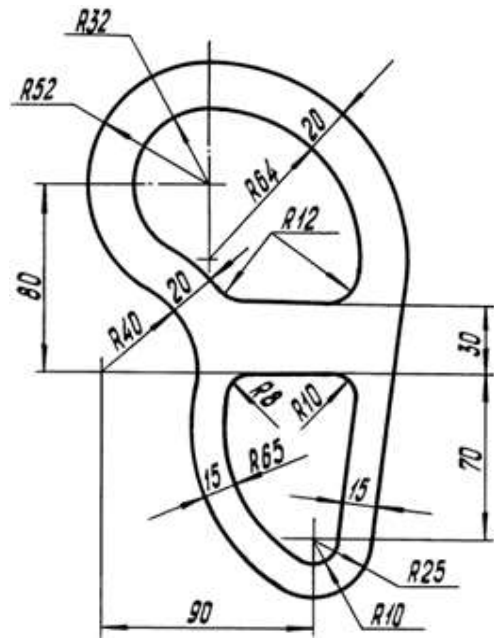
Қосымша 2
Түйіндесуге арналған тапсырмалық нұсқалар



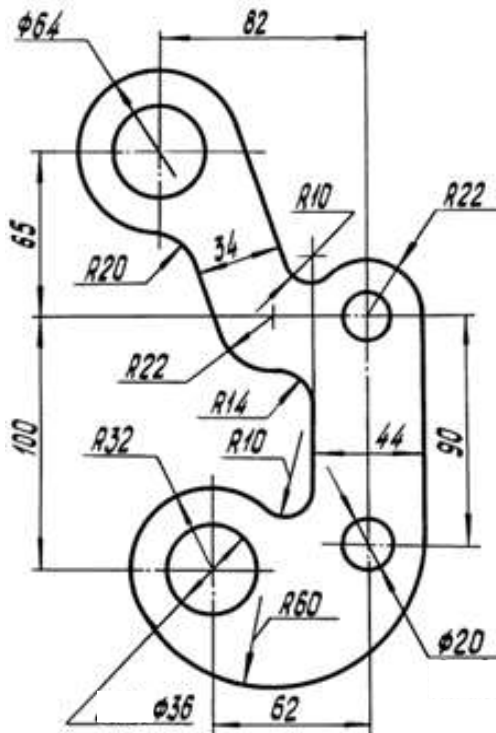
9



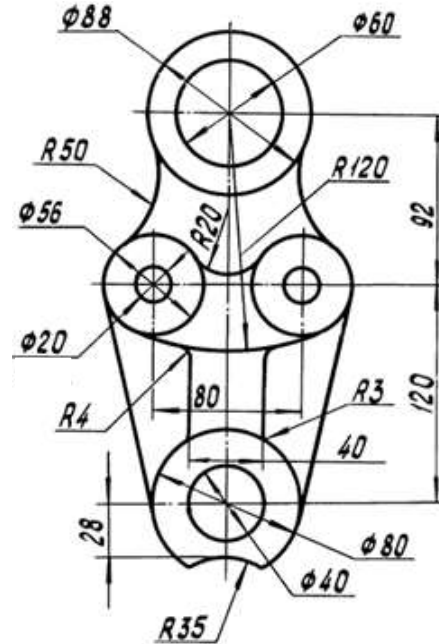
10

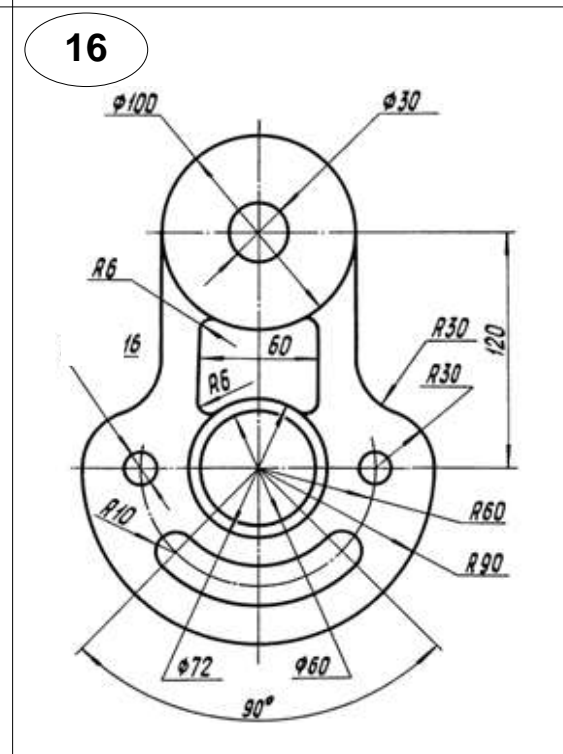
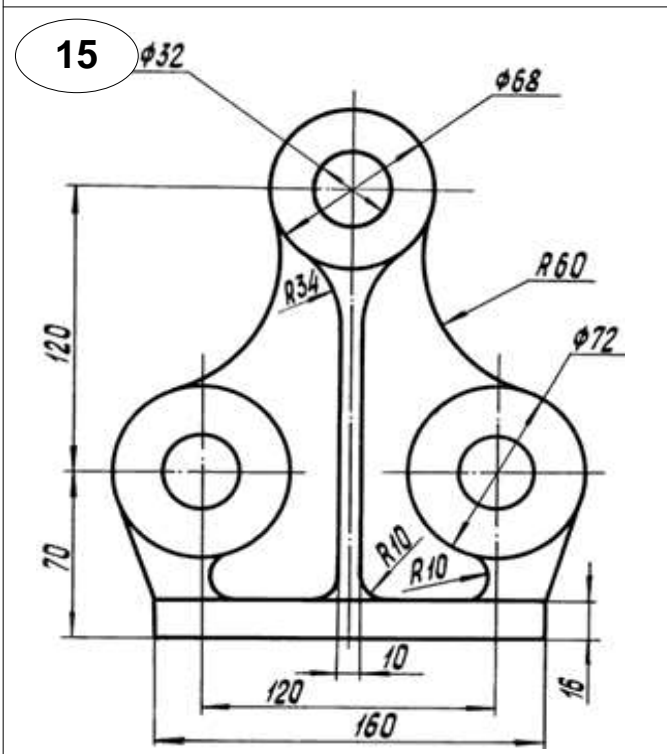
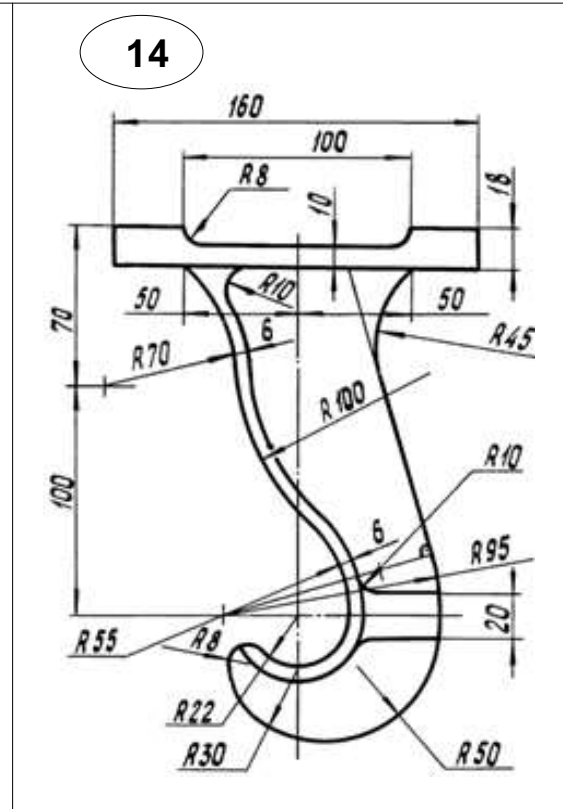
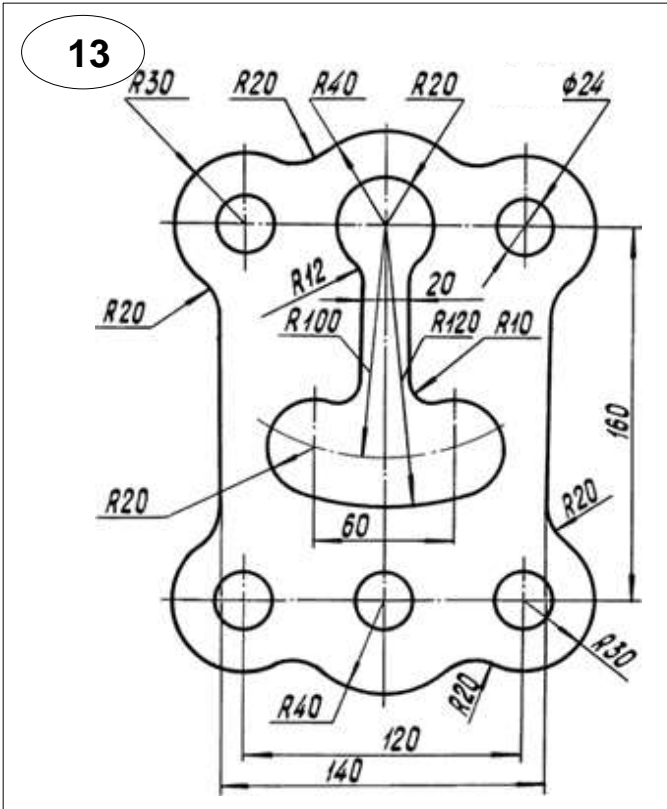


11

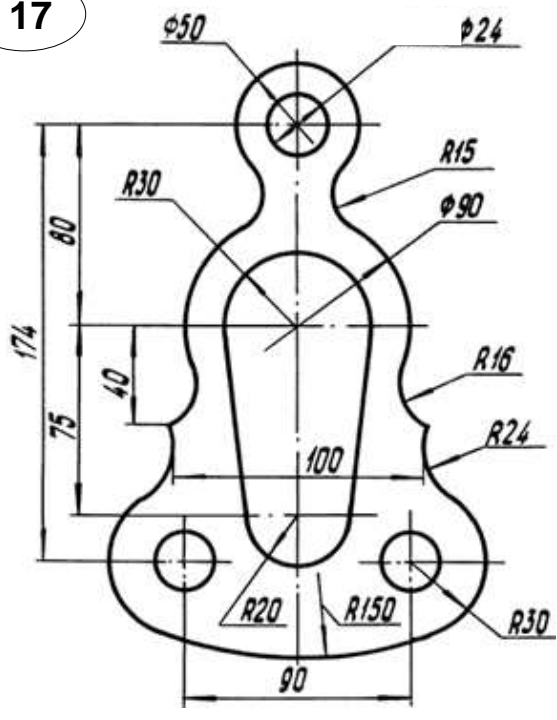


12

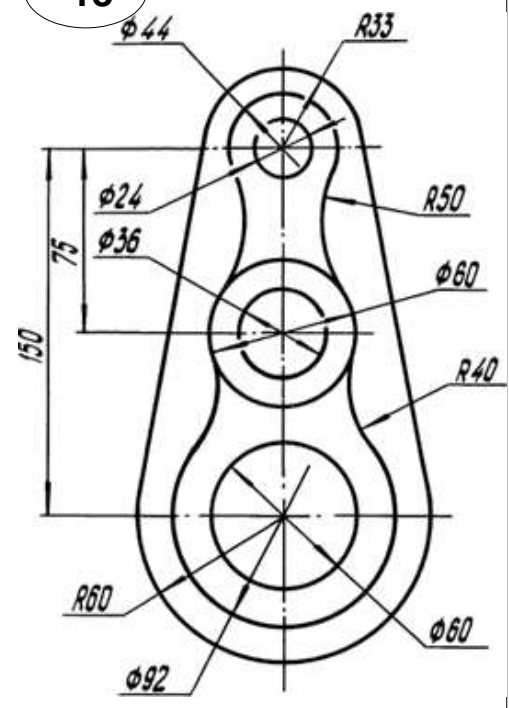




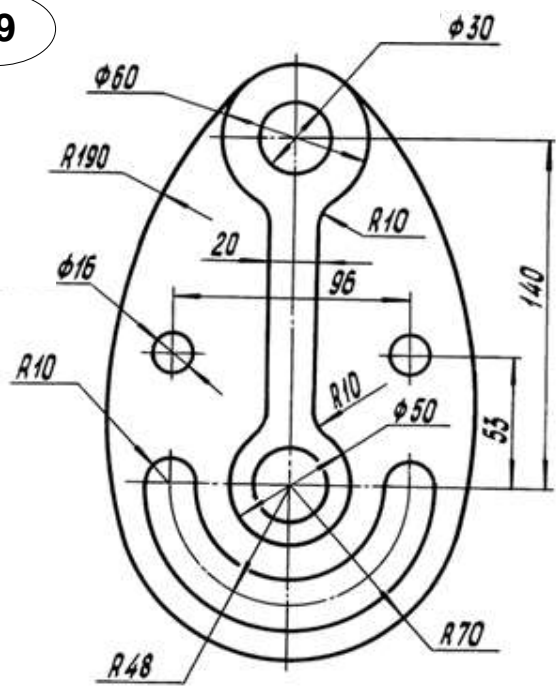
17



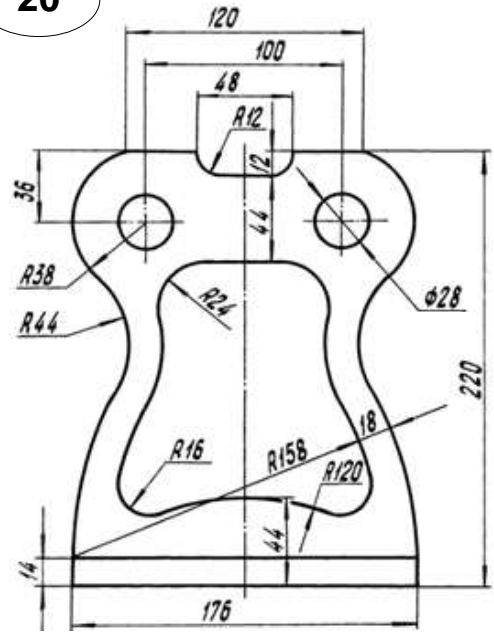
18



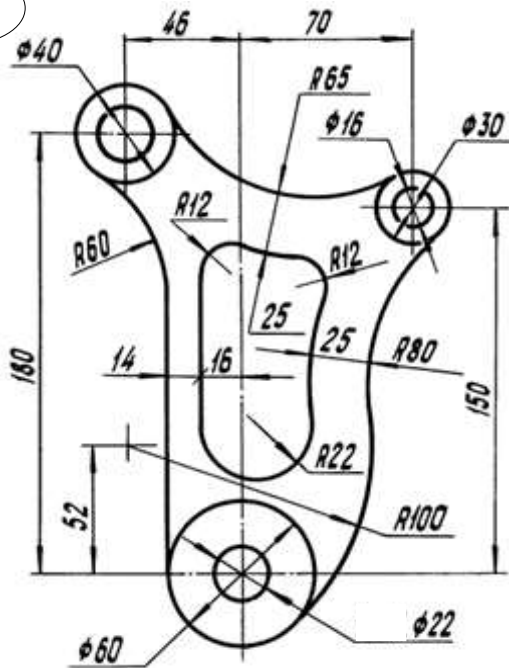
19



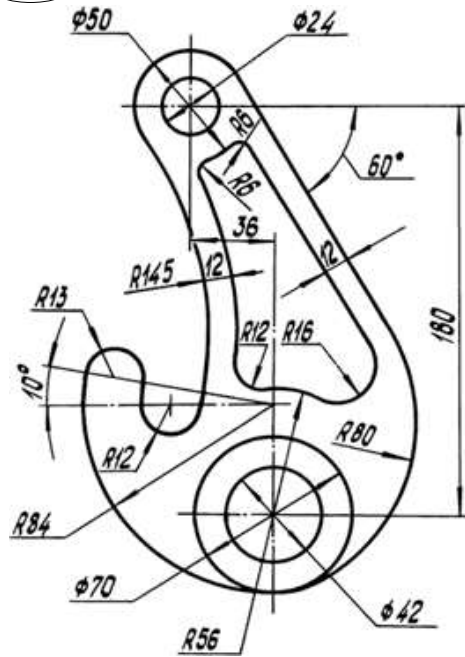
20



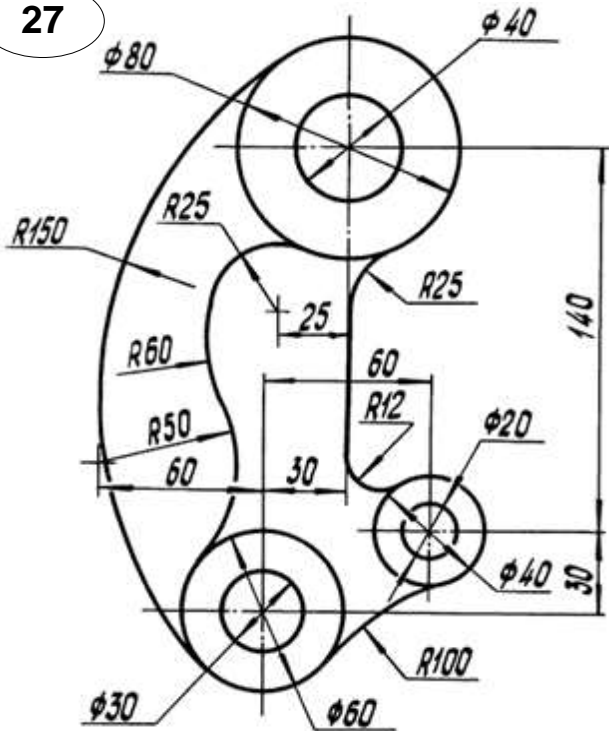
25



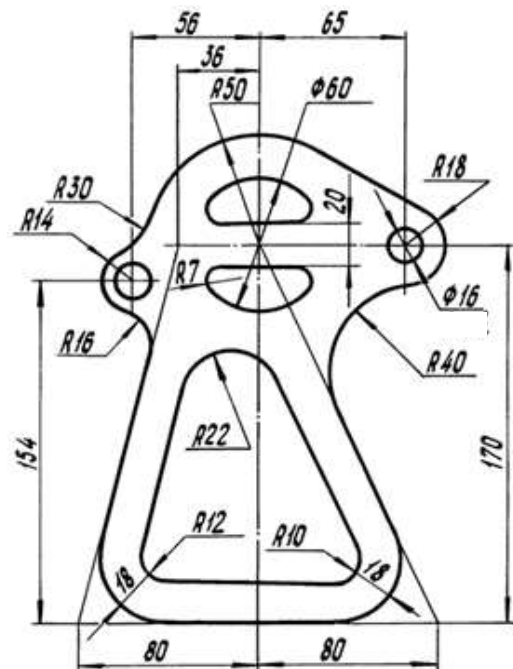
26



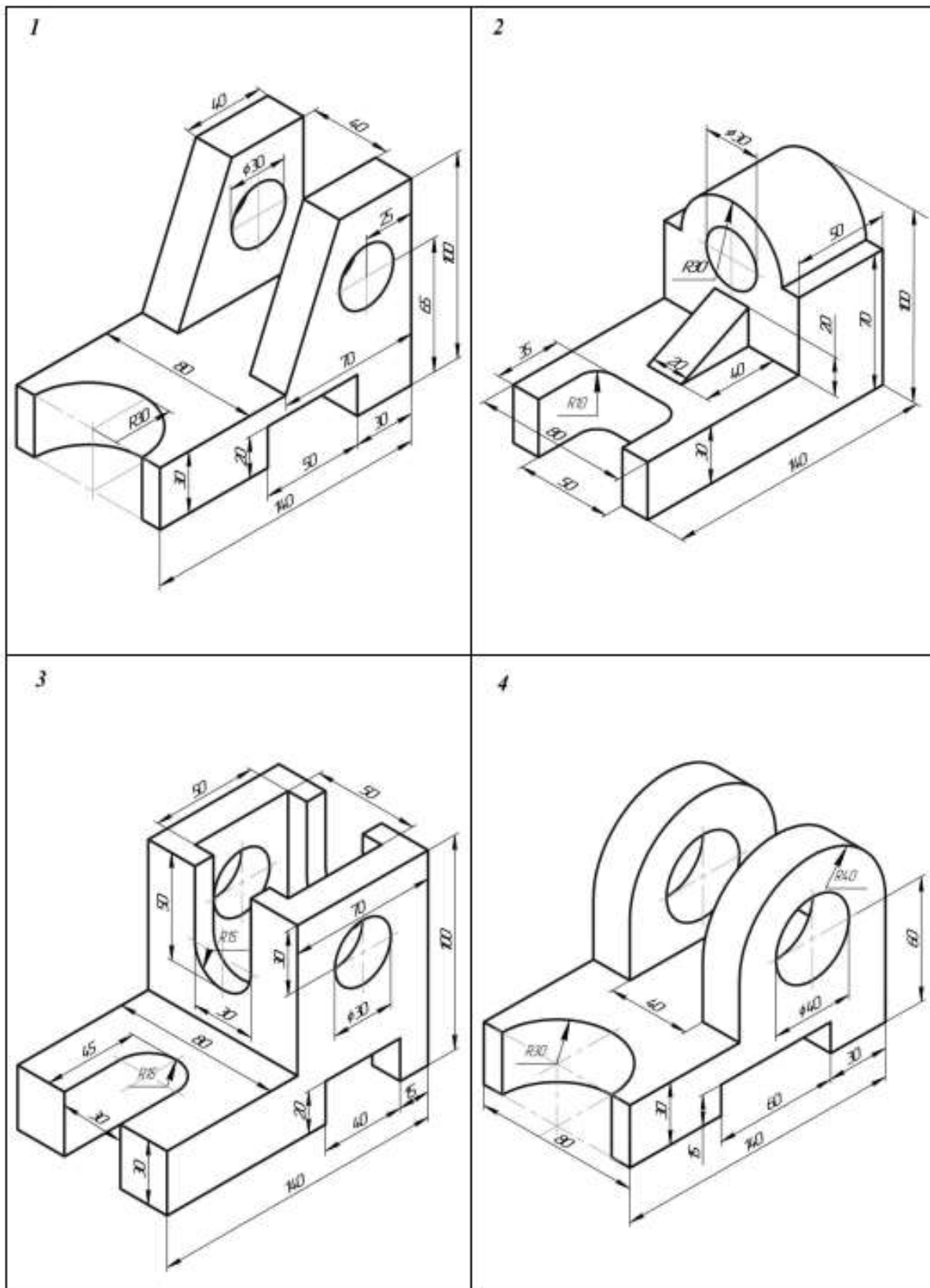
27



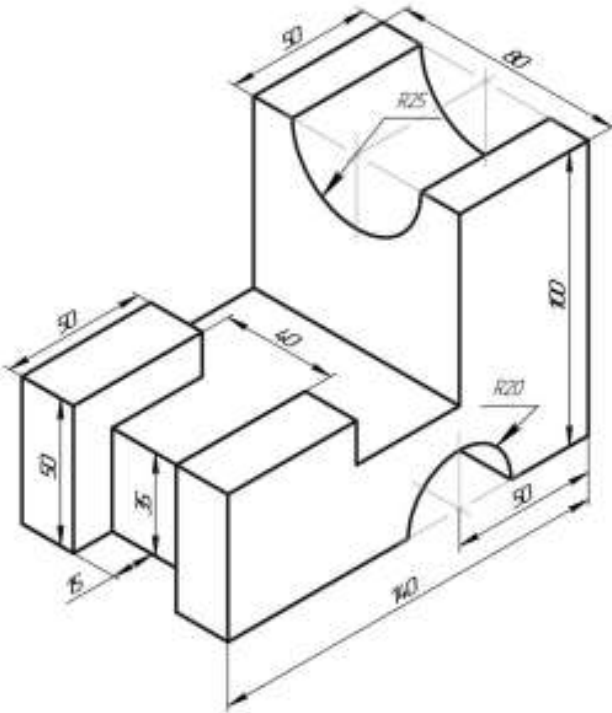
28



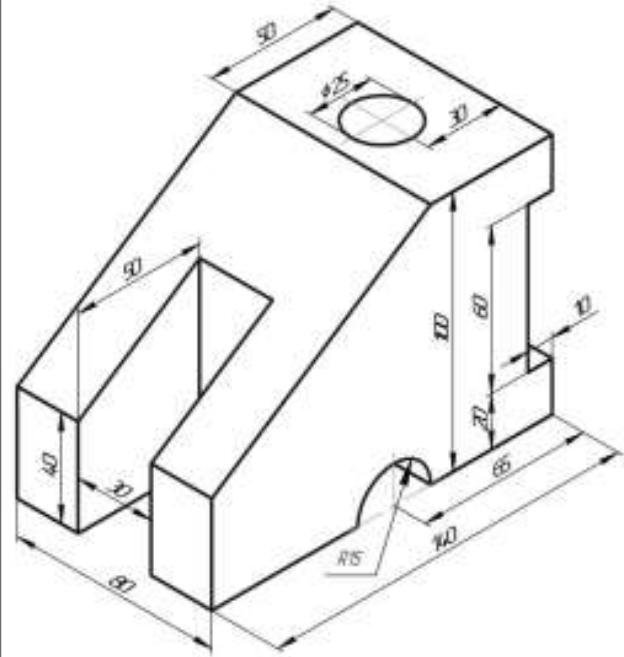
Қосымша 3 Көріністерге арналған тапсырмалық нұсқалар



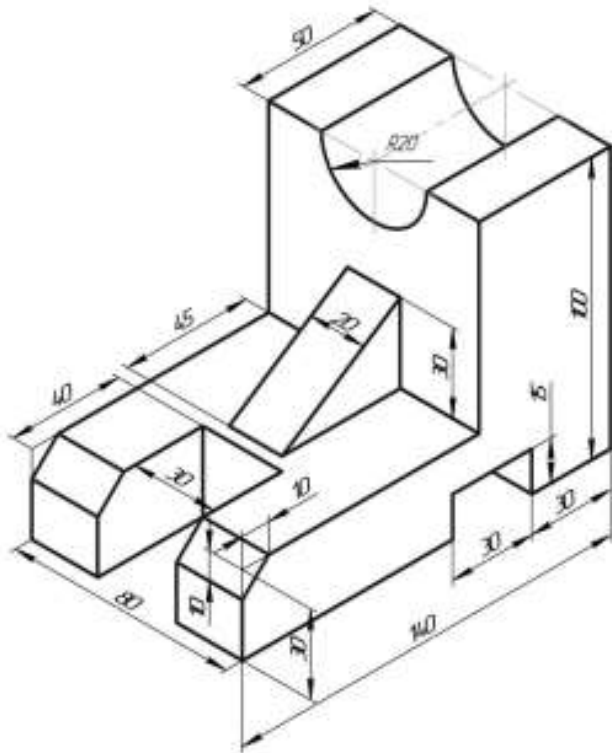
9



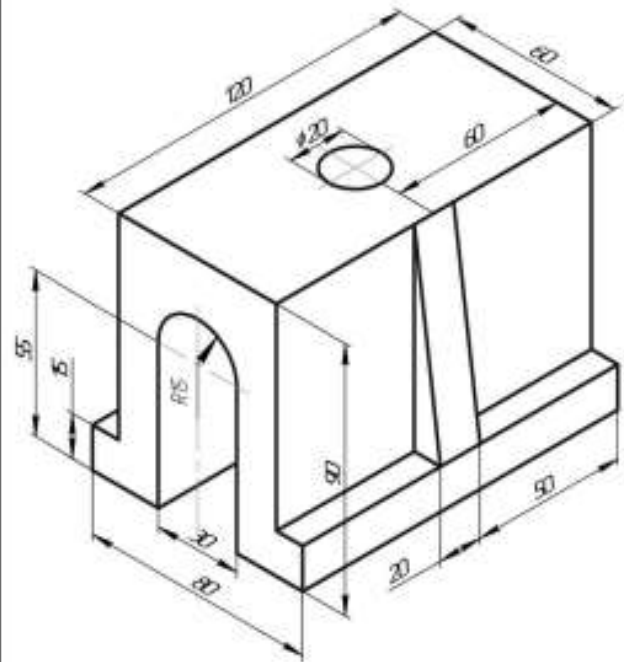
10



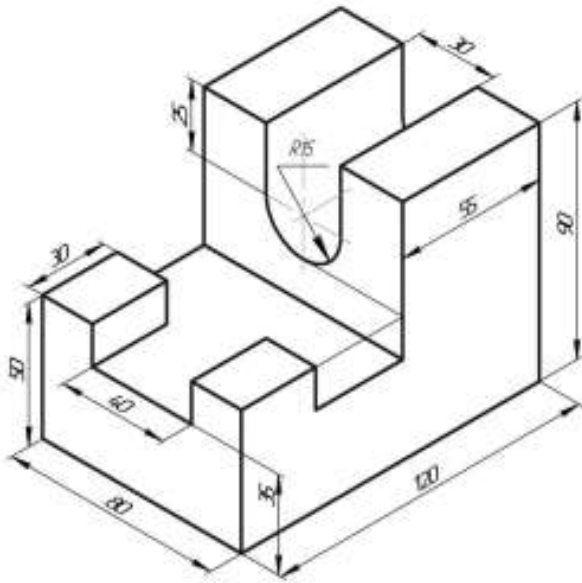
11



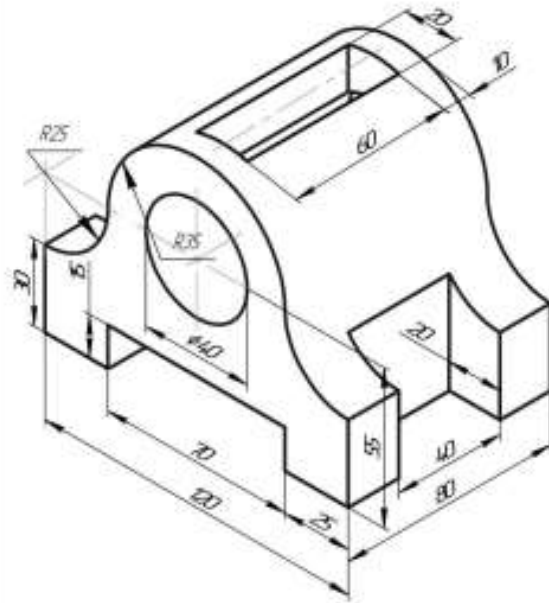
12



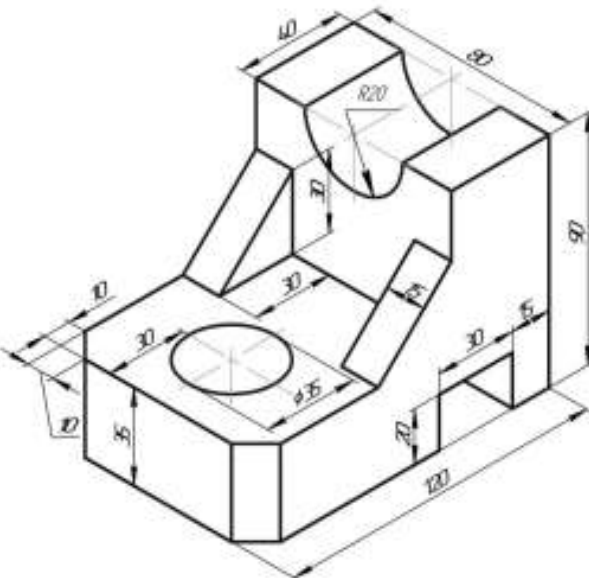
13



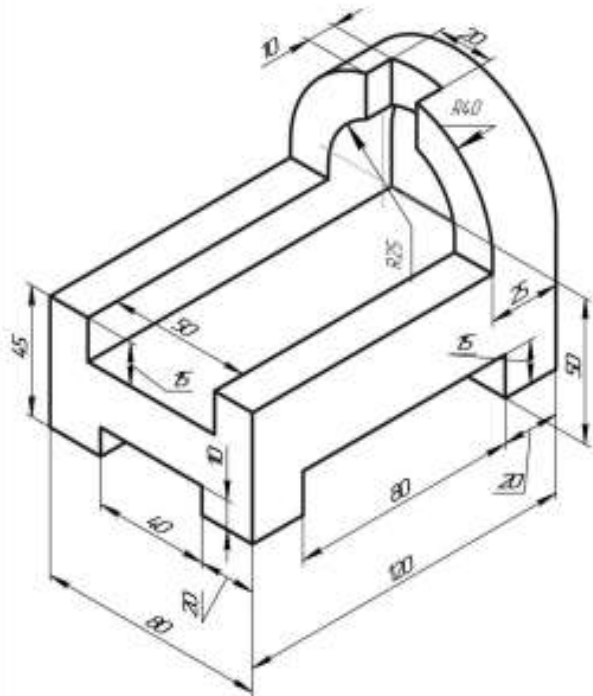
14



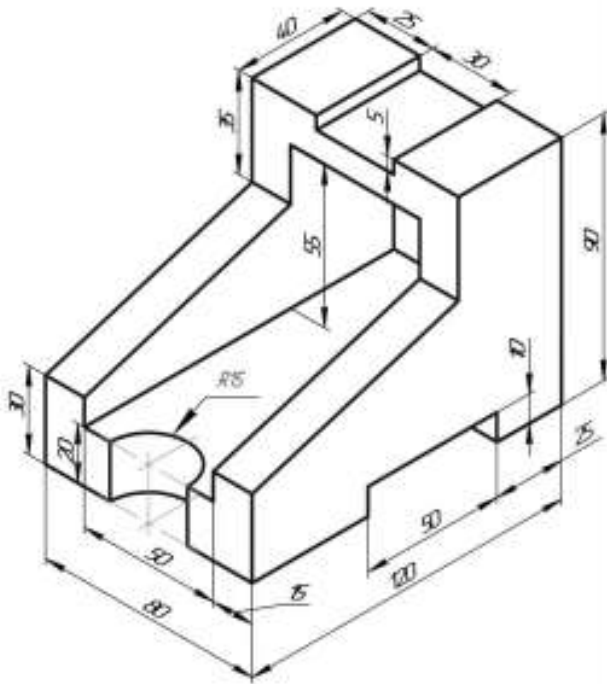
15



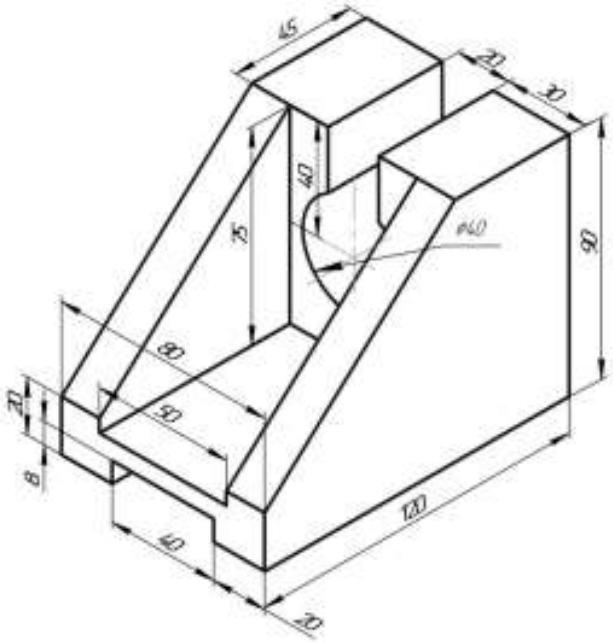
16



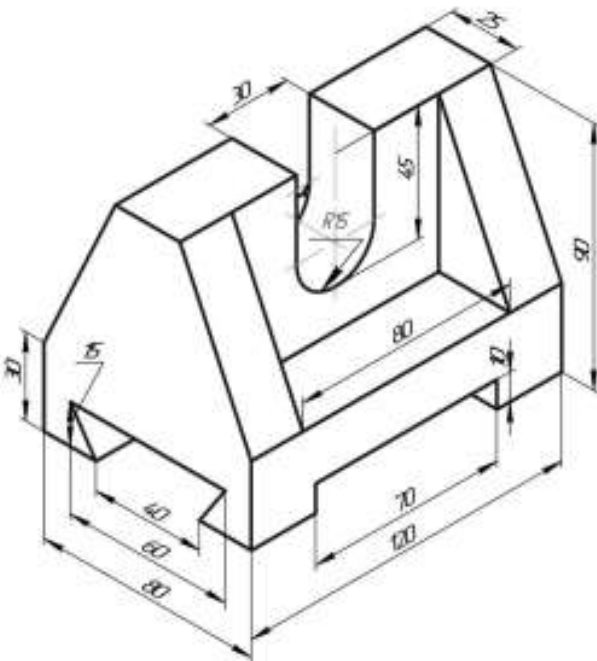
17



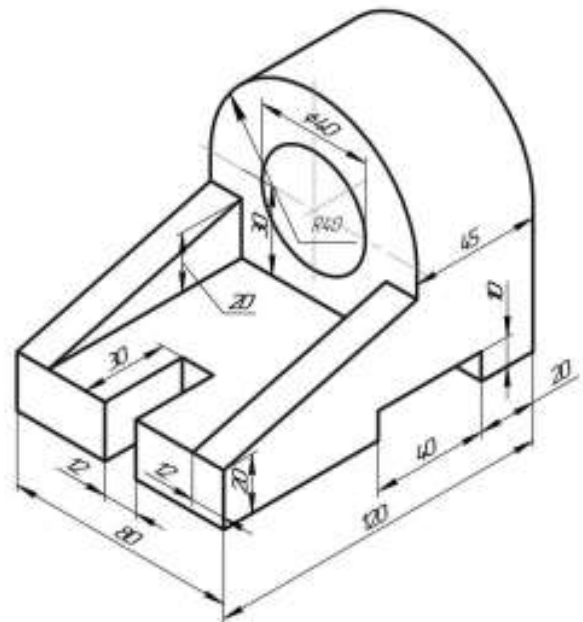
18



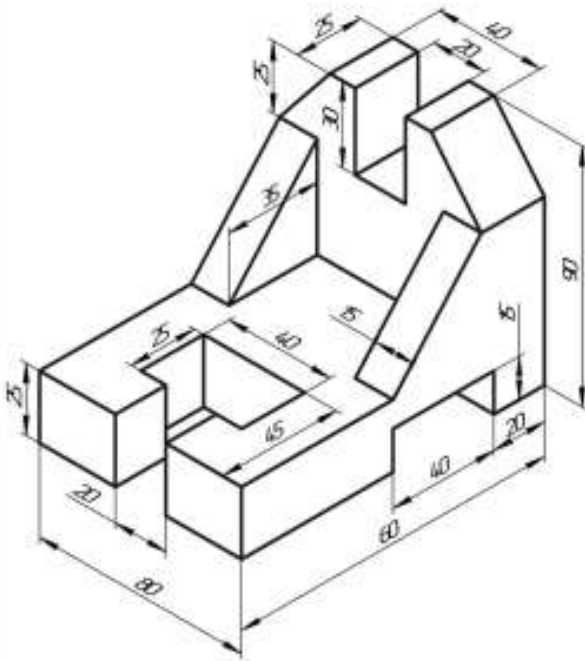
19



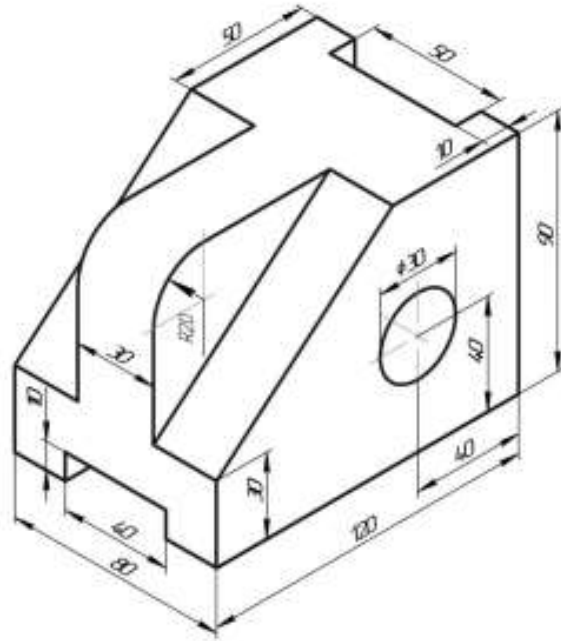
20



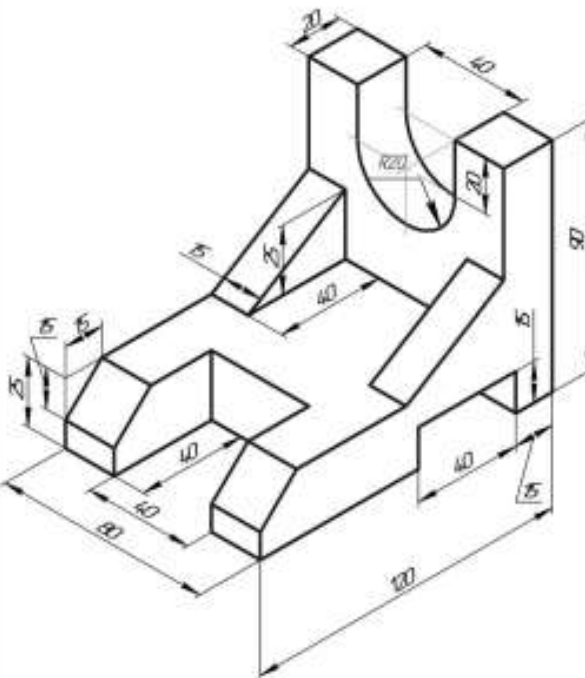
21



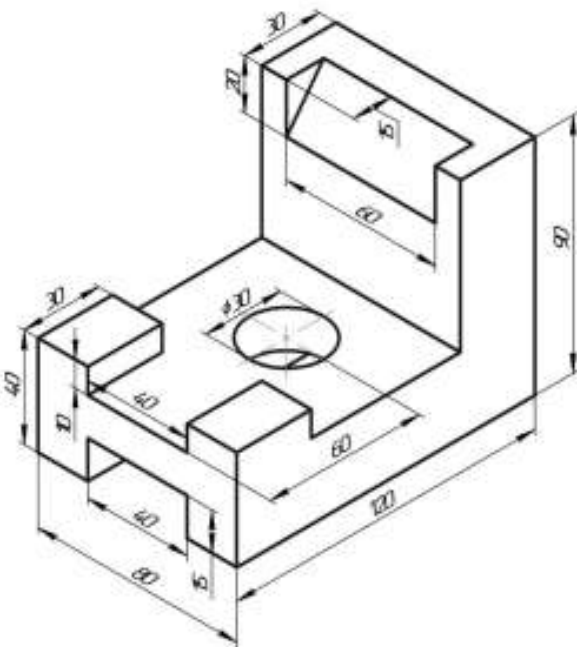
22



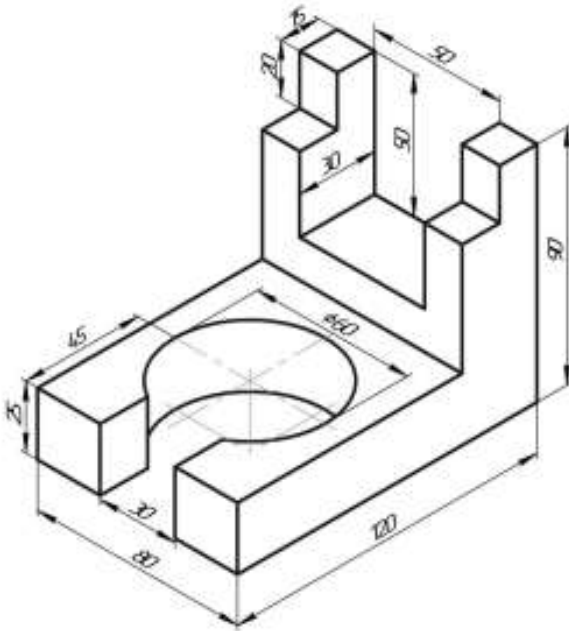
23



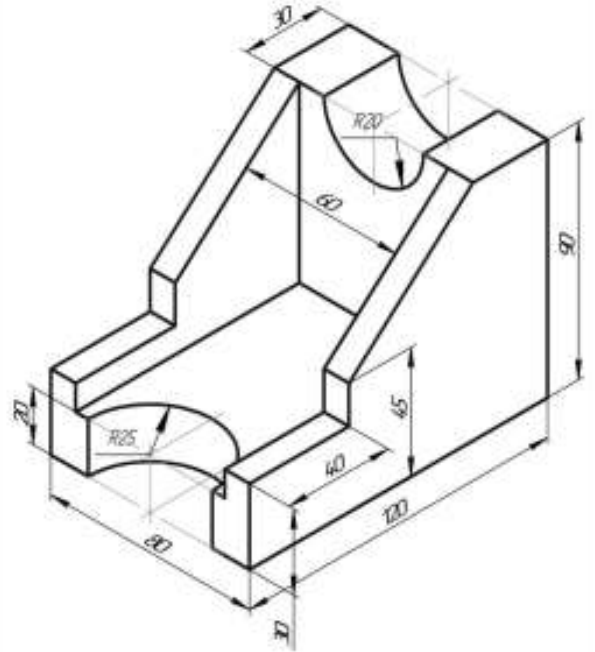
24



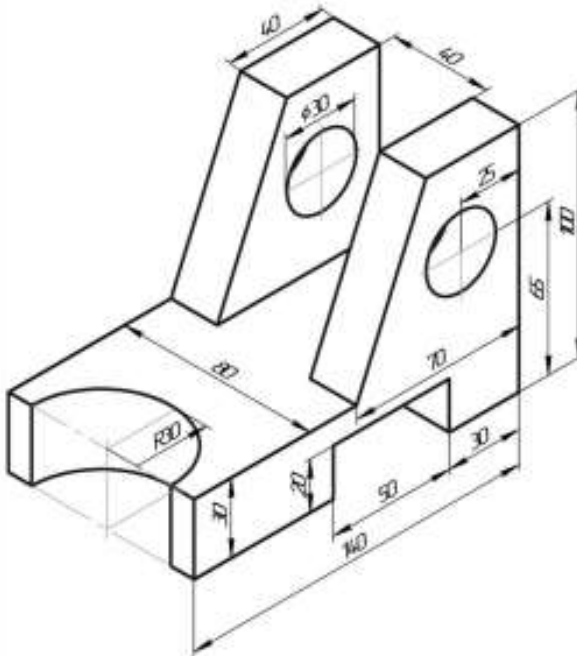
29



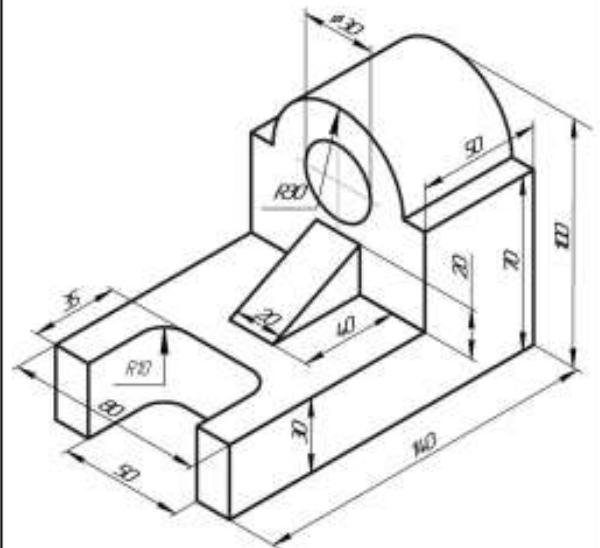
30



31



32



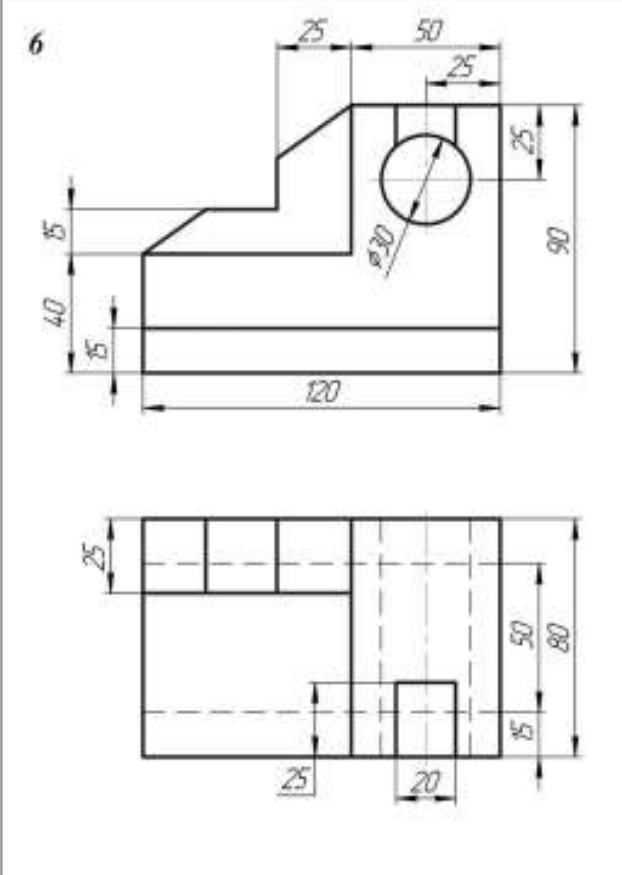
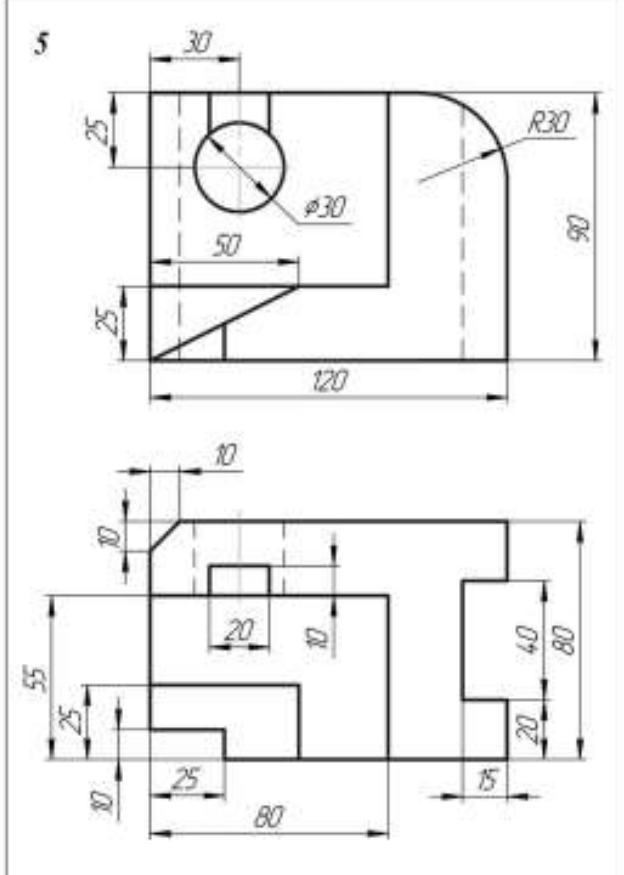
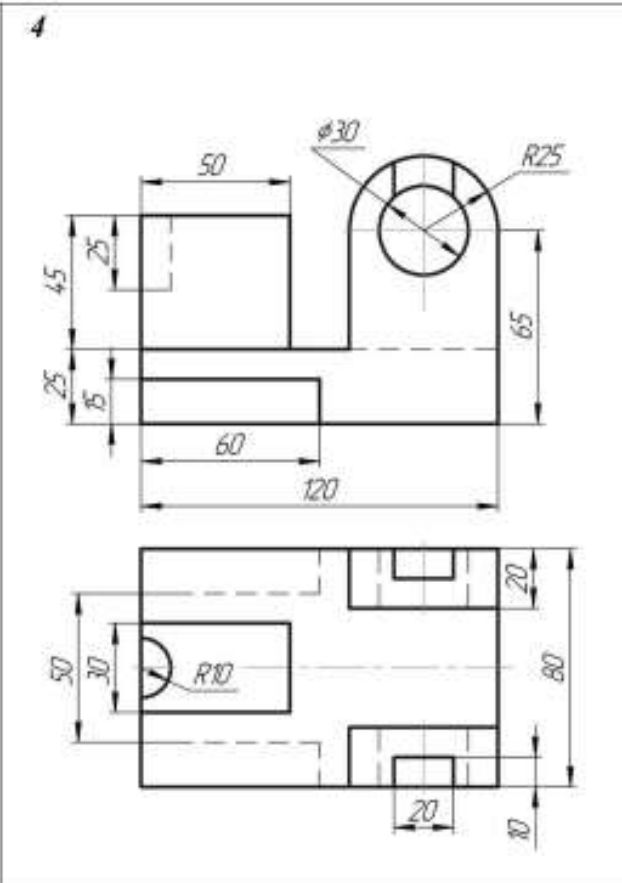
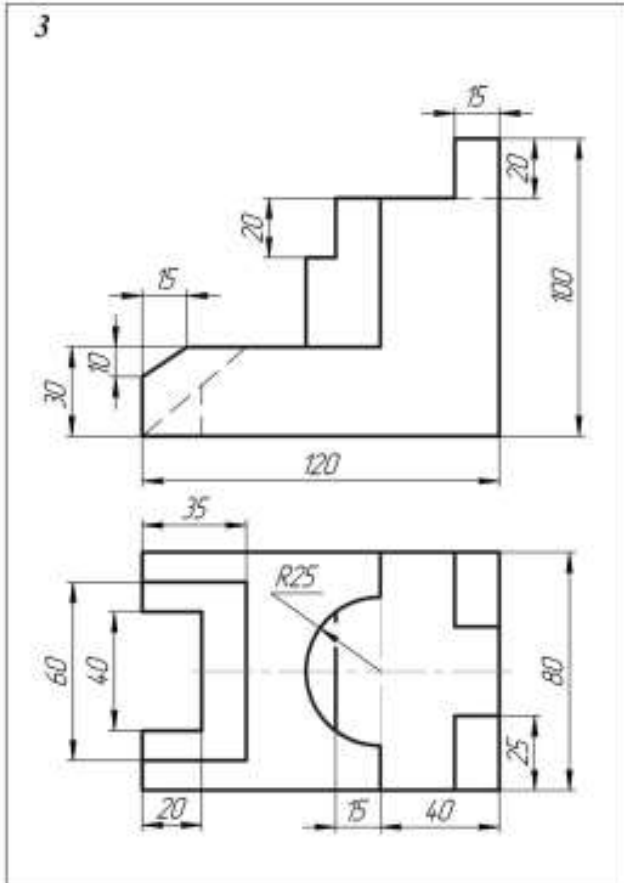
Қосымша 4

Аксонетриялық проекцияға арналған тапсырмалық нұсқалар Үлгі

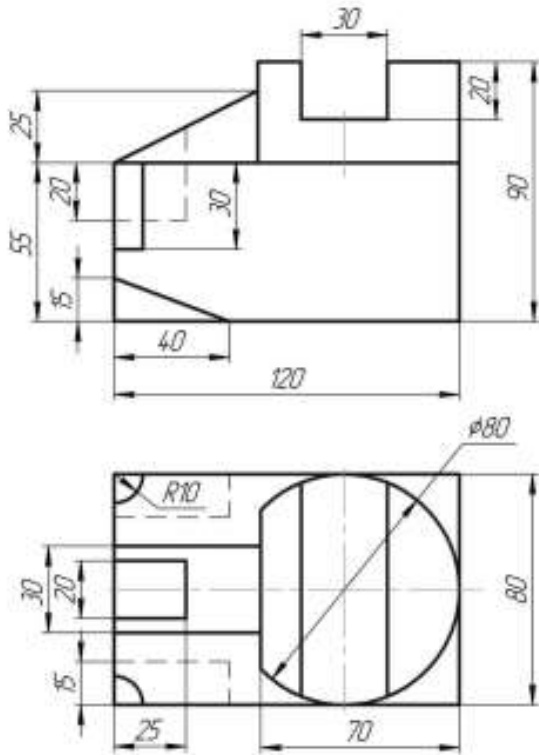
Взг.	Парақ	Құжат №	Күні	Қолы	Әдеб.	Салмақ	Масштаб		
Орын.									
Тексерген					Парақ	Парақтар			

1

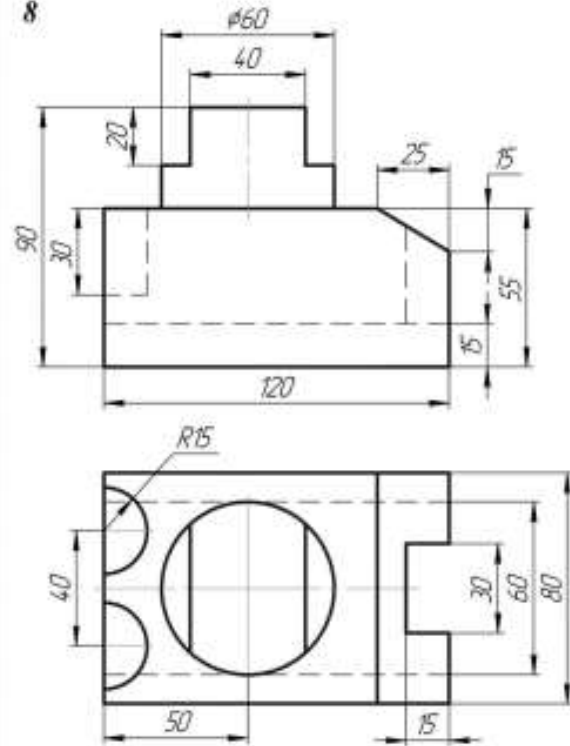
2



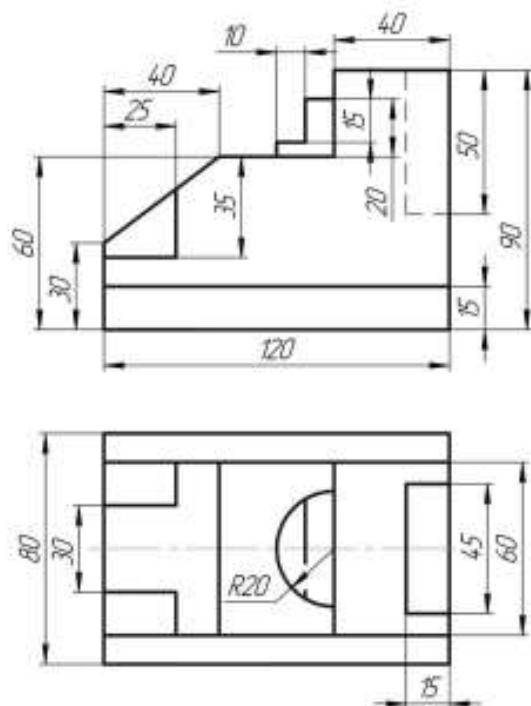
7



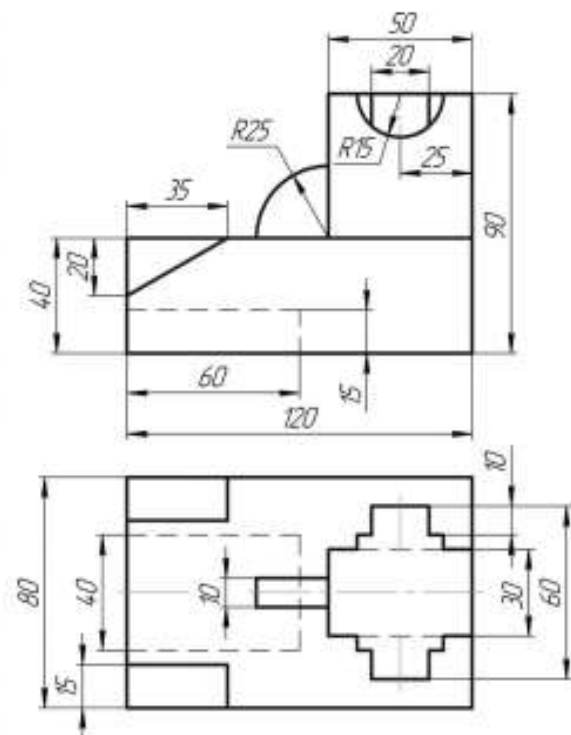
8



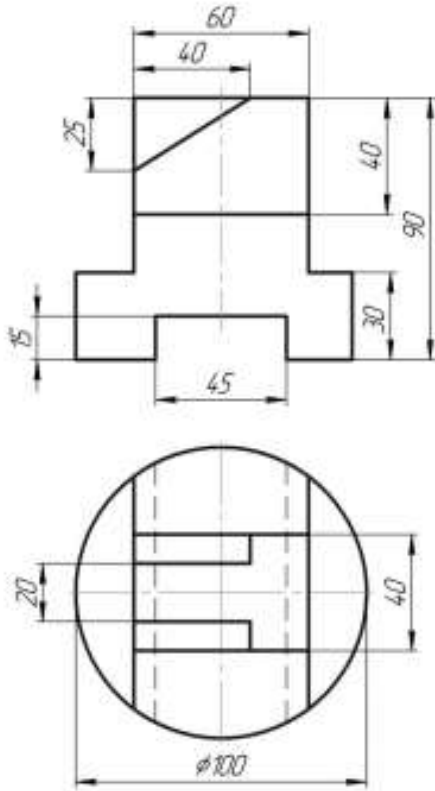
9



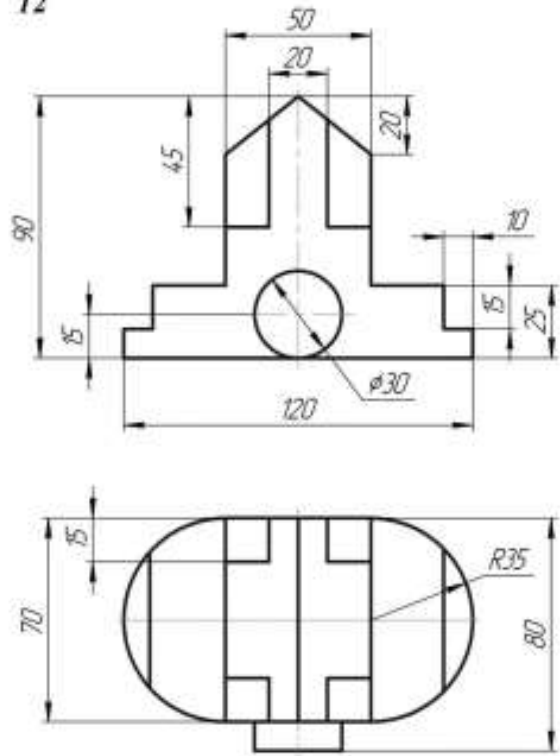
10



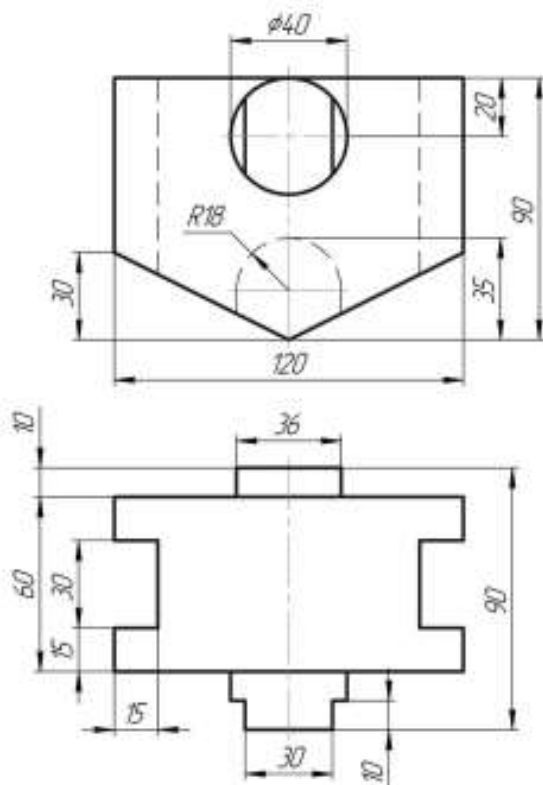
11



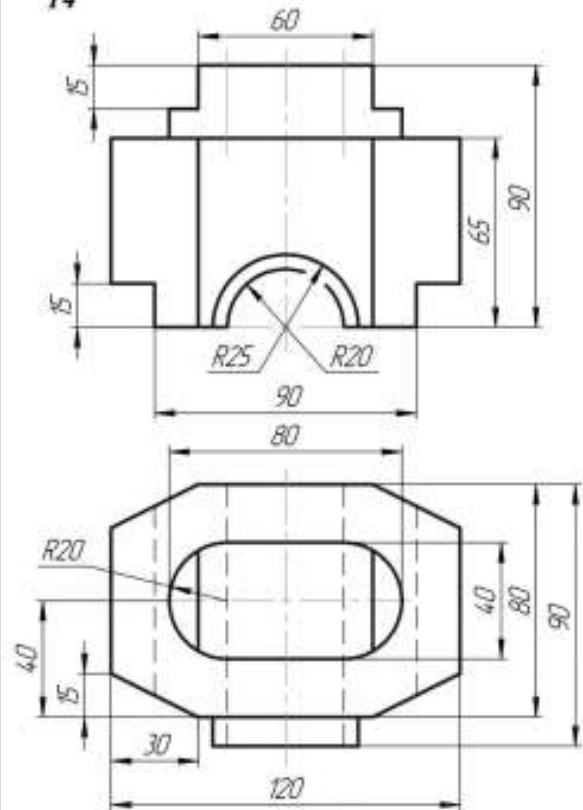
12



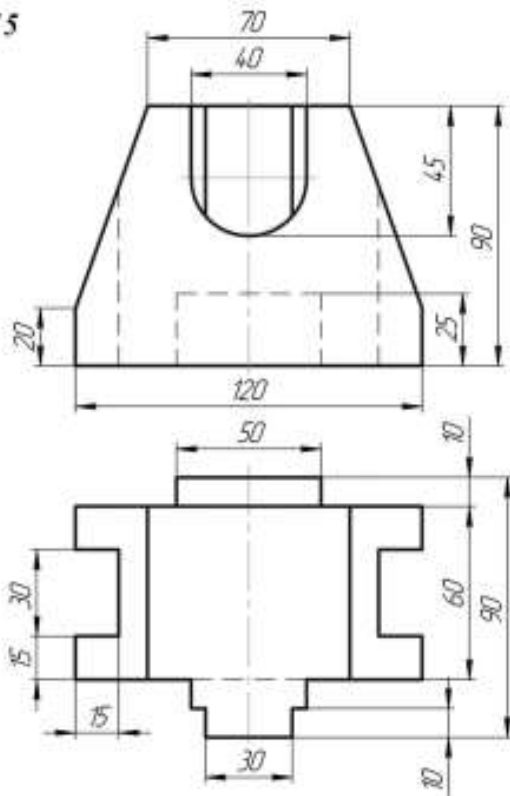
13



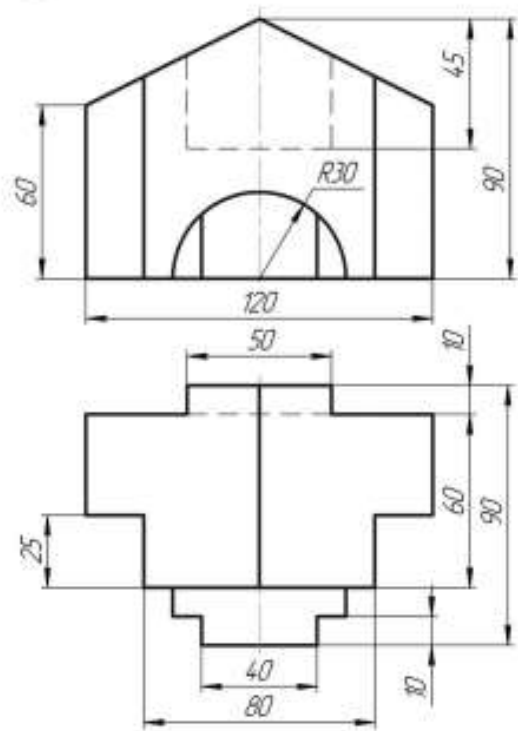
14



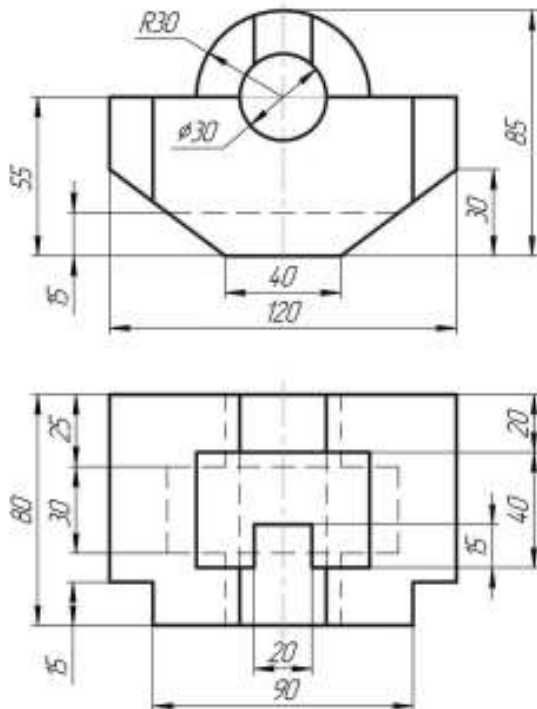
15



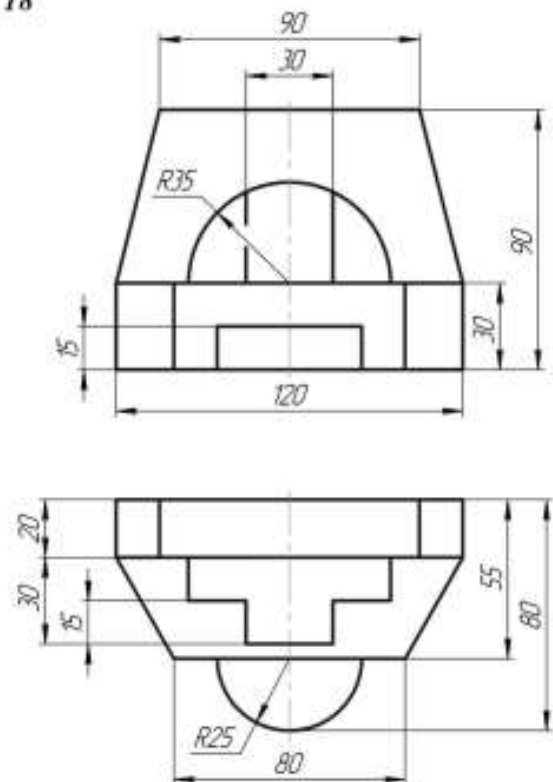
16

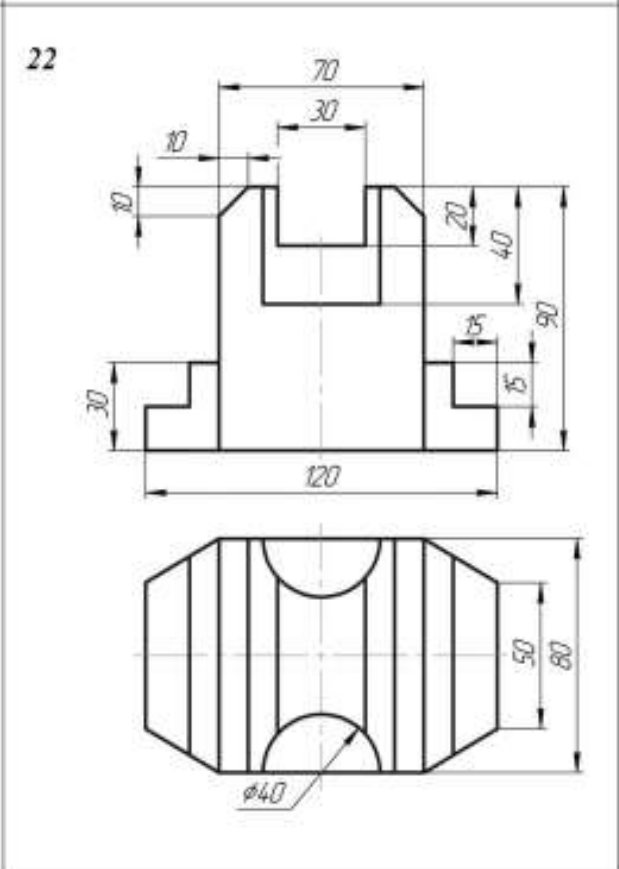
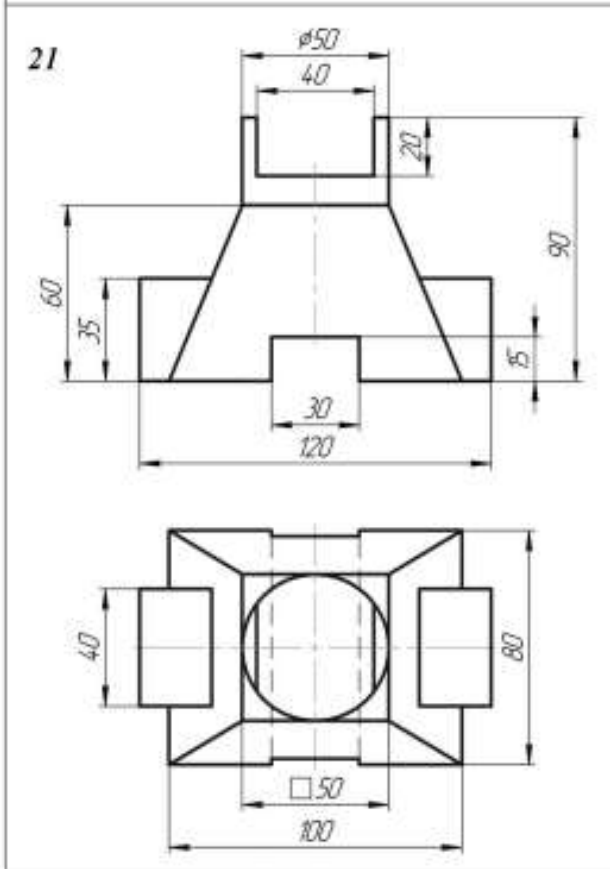
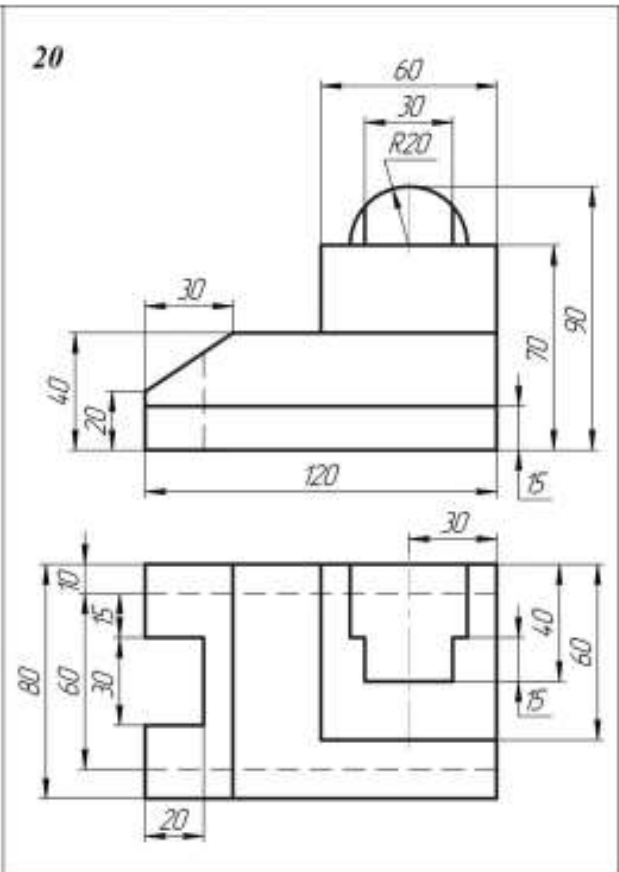
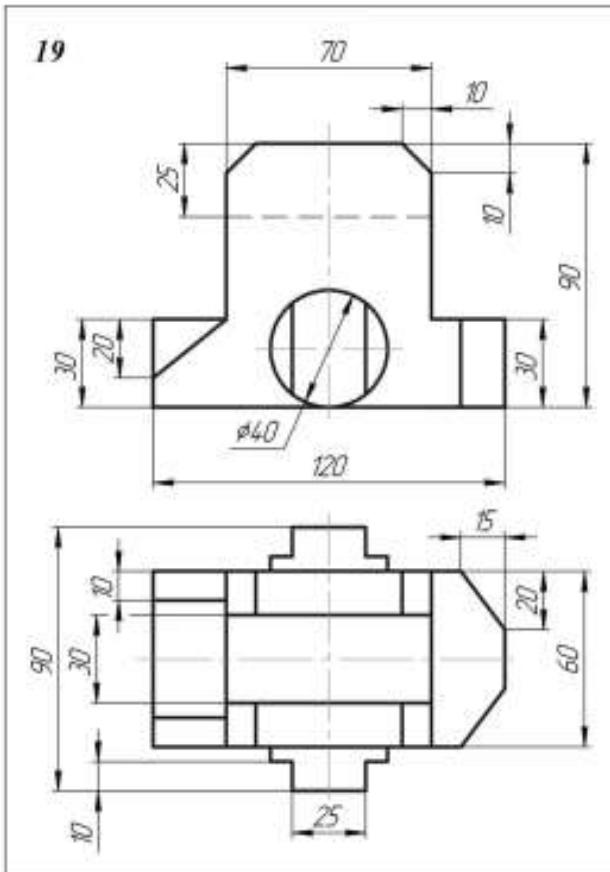


17

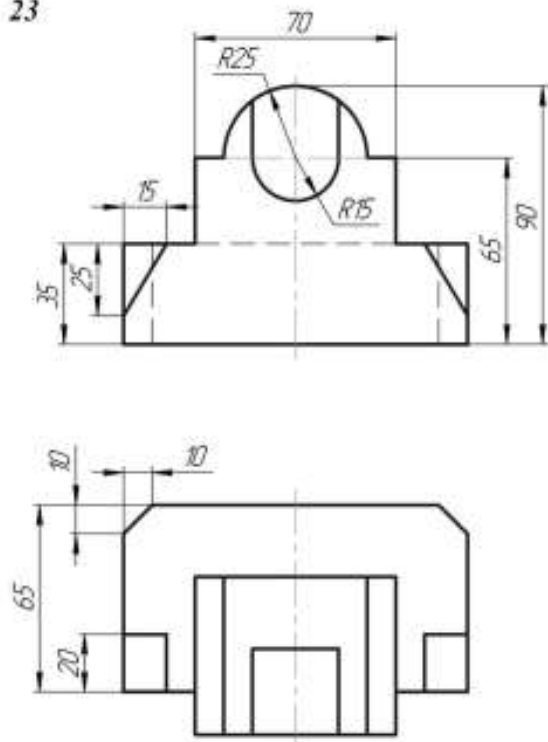


18

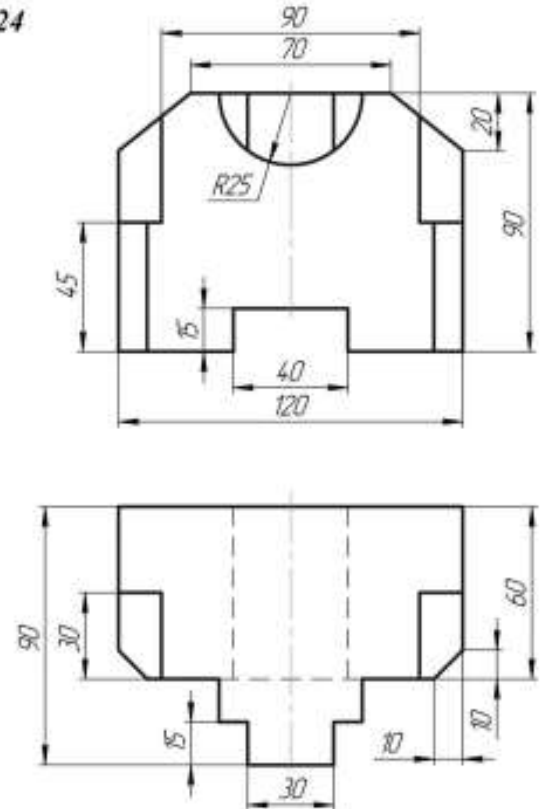




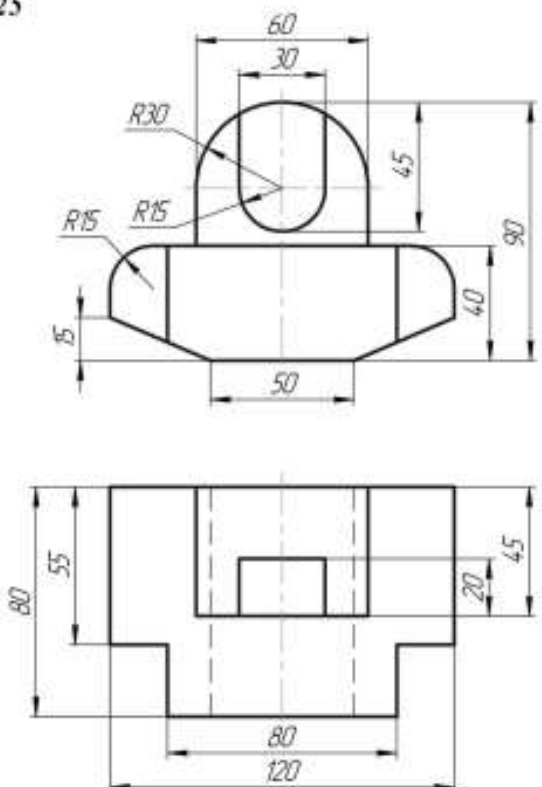
23



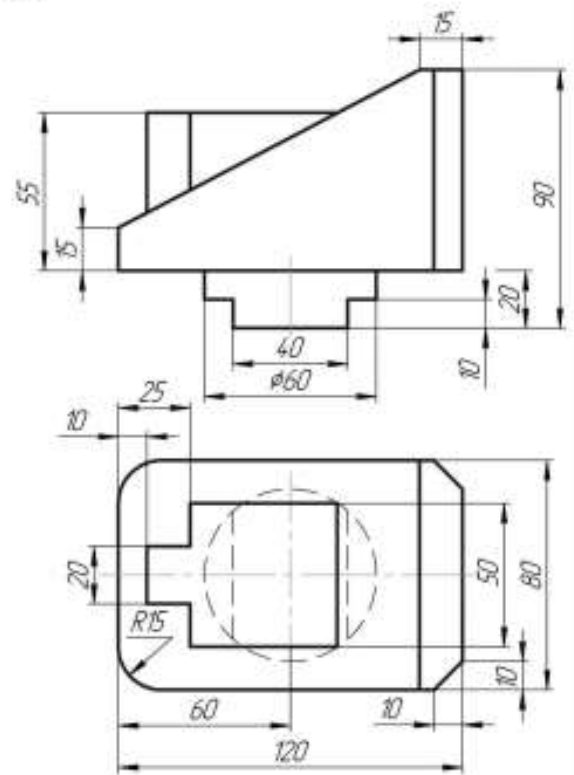
24



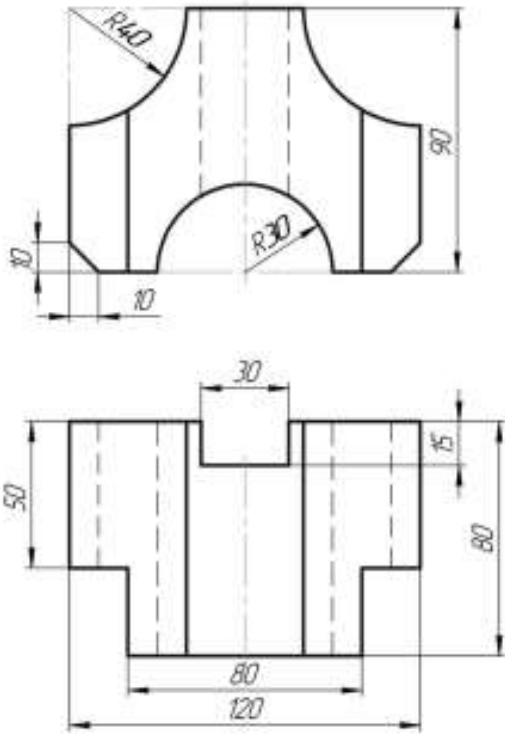
25



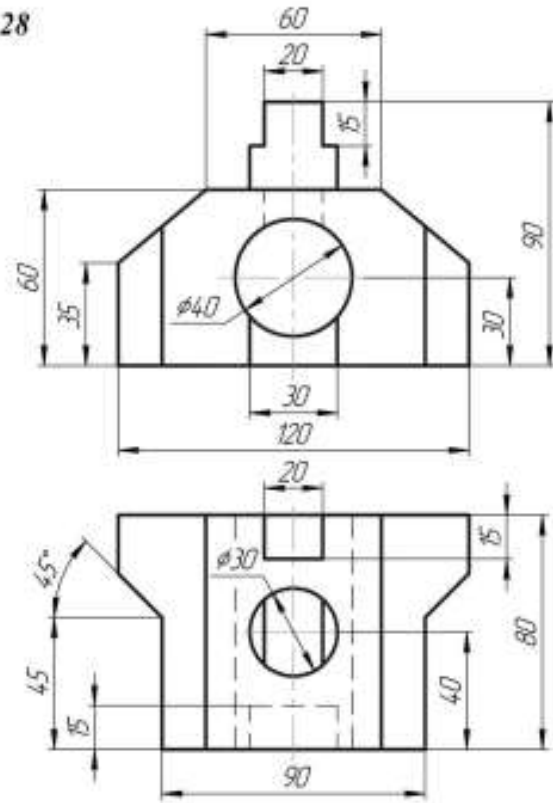
26



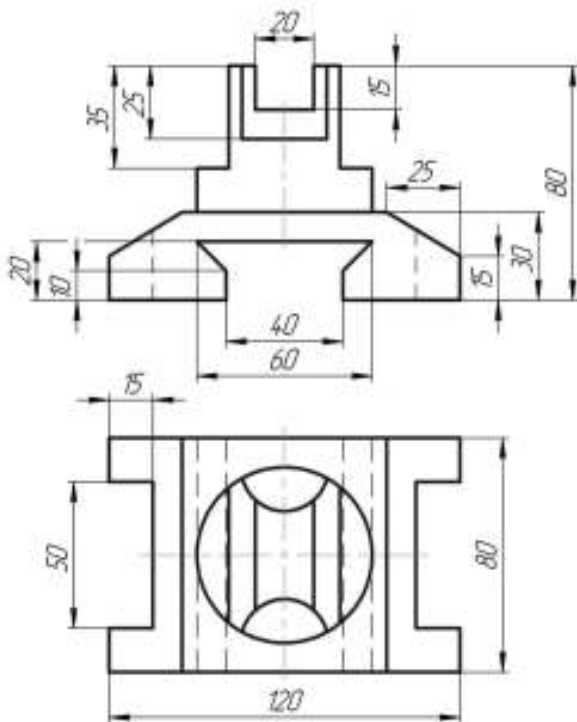
27



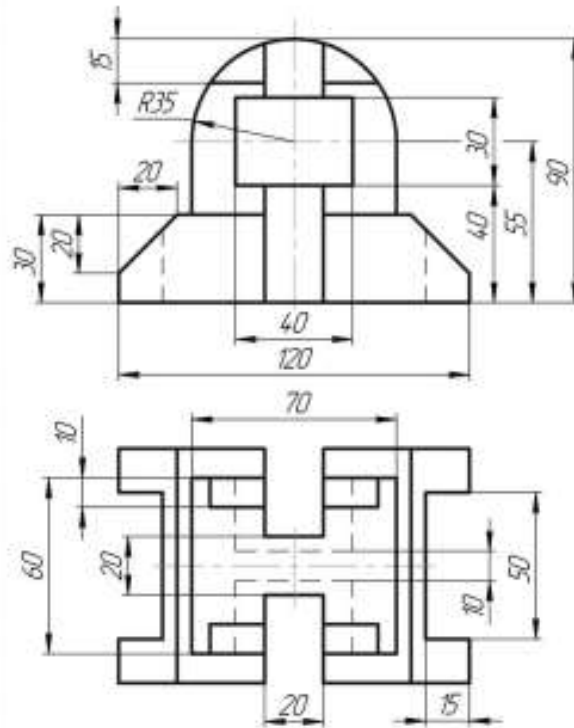
28



29



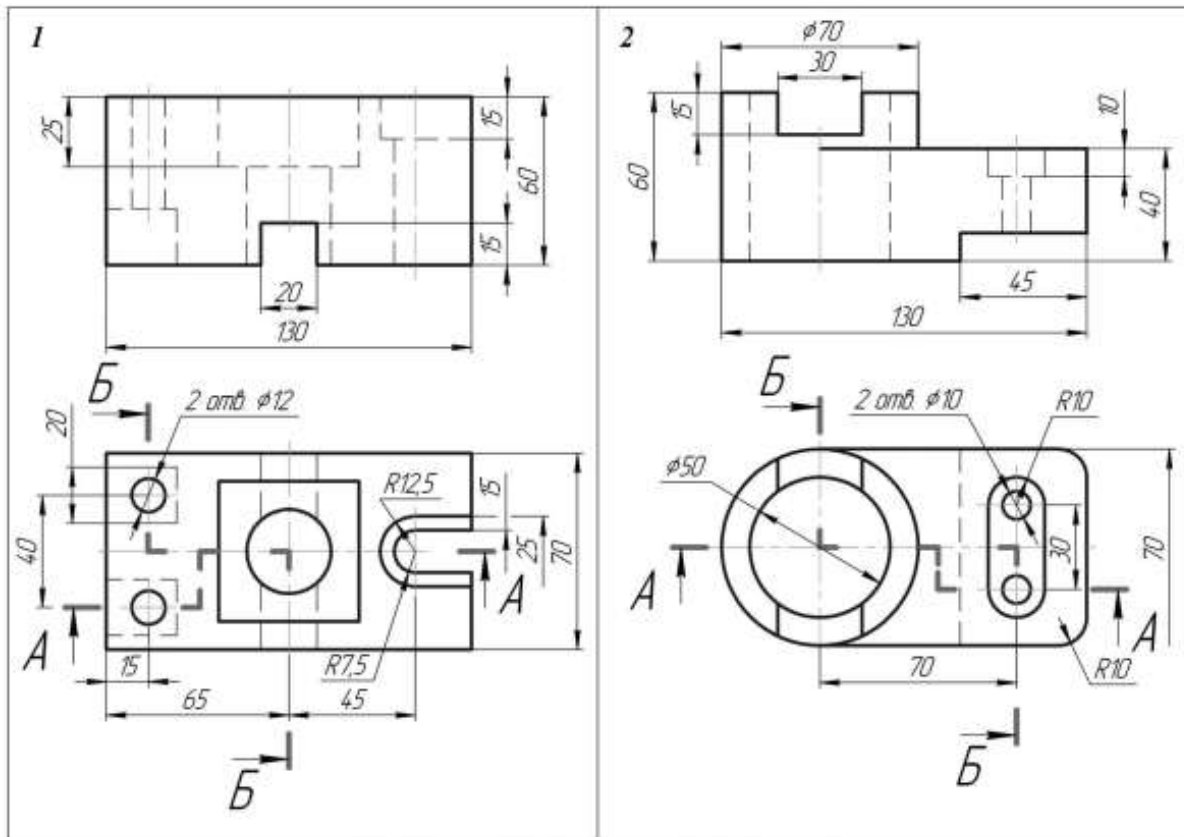
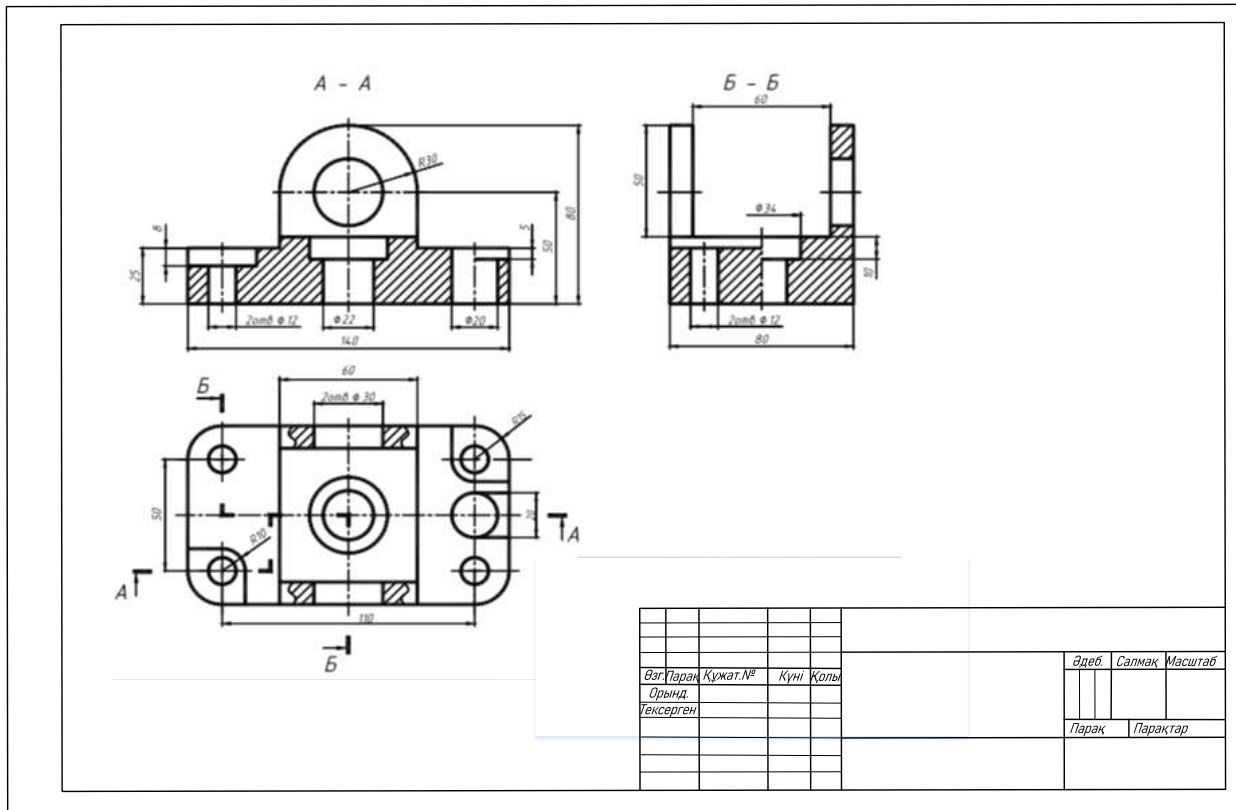
30

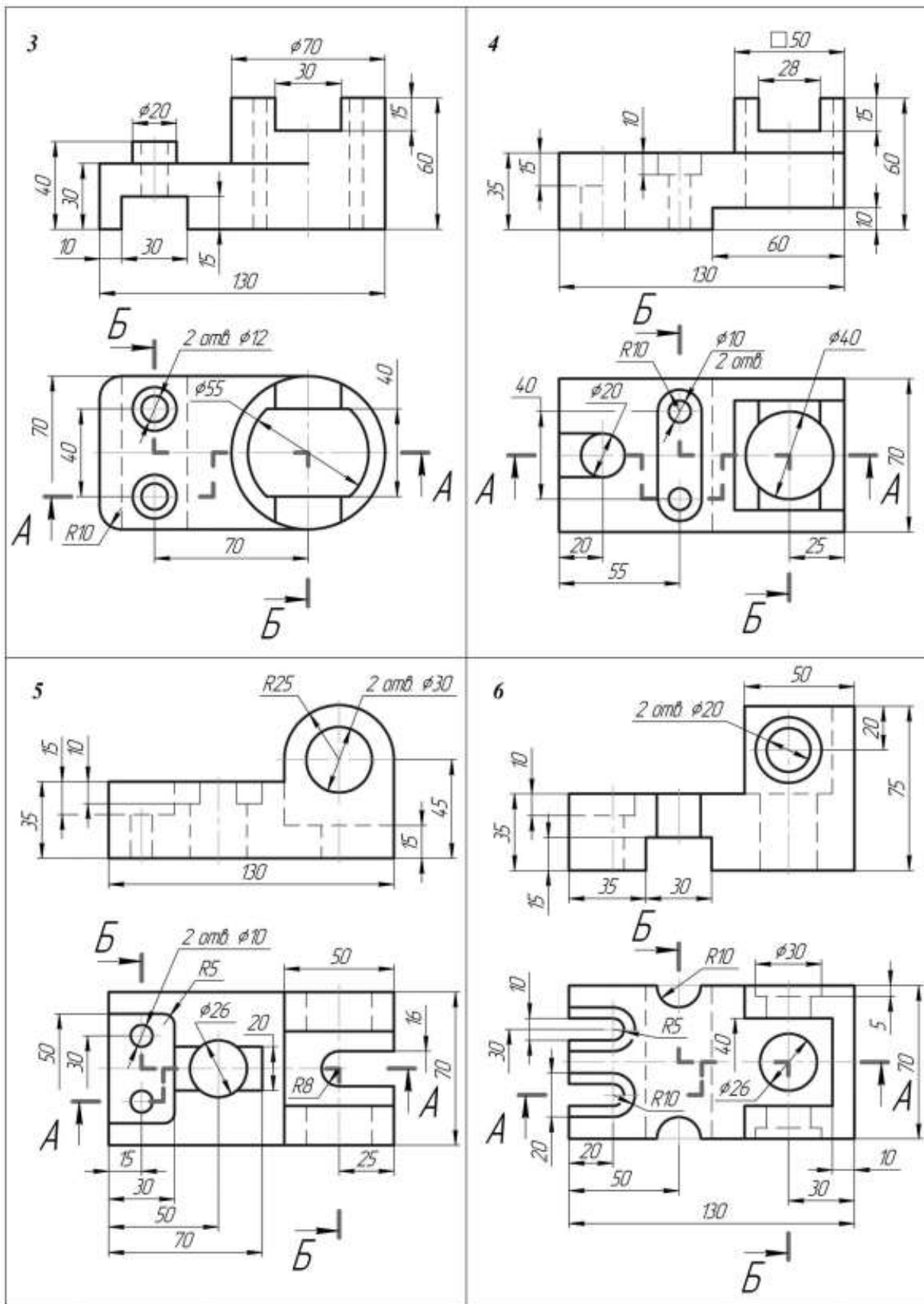


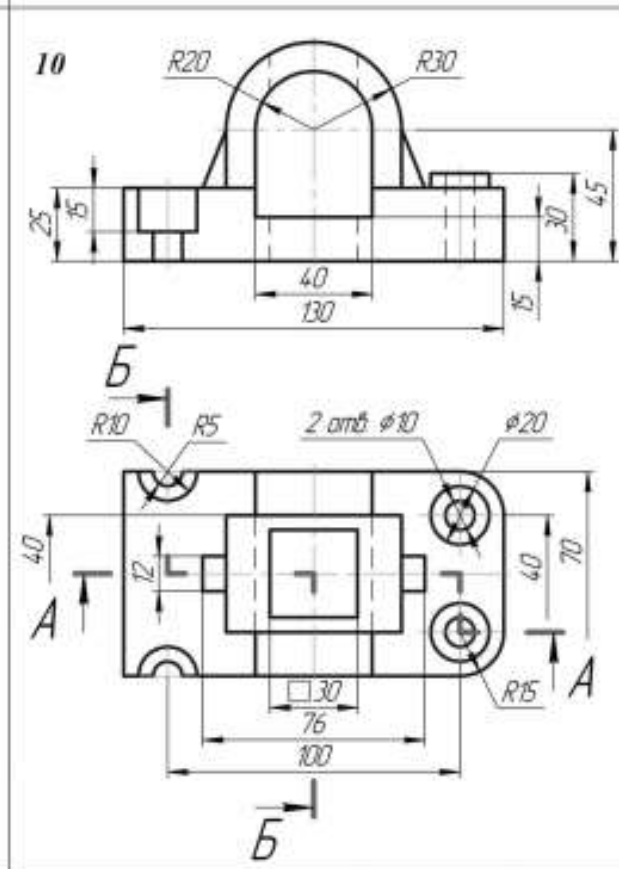
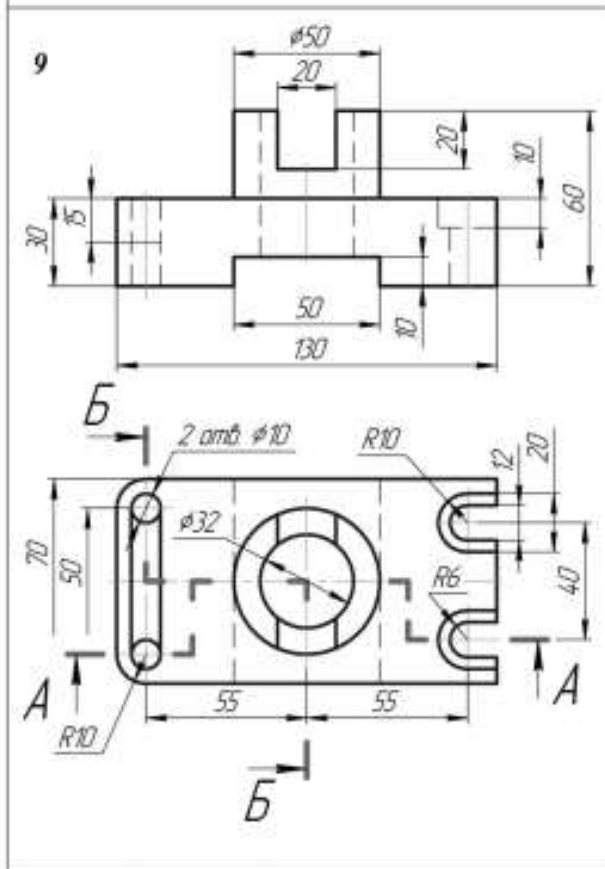
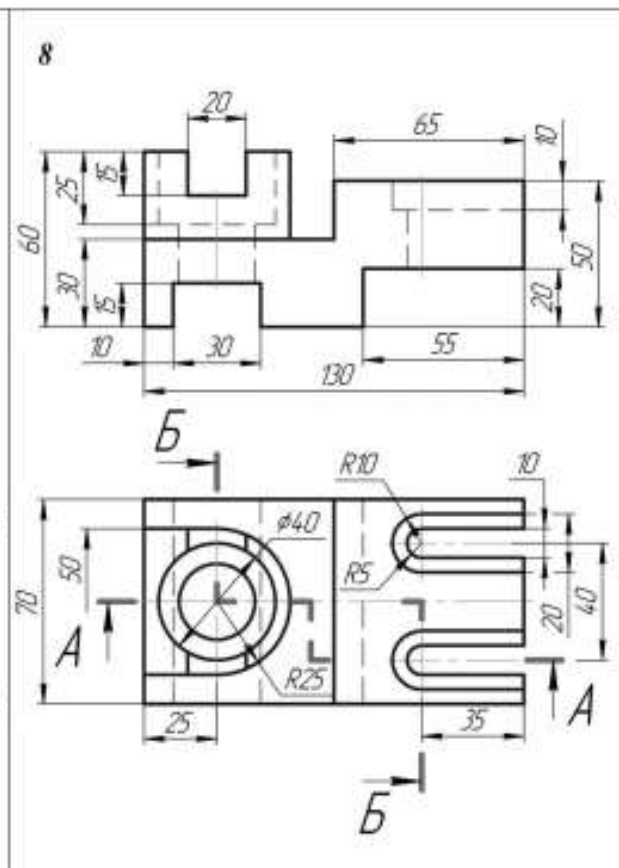
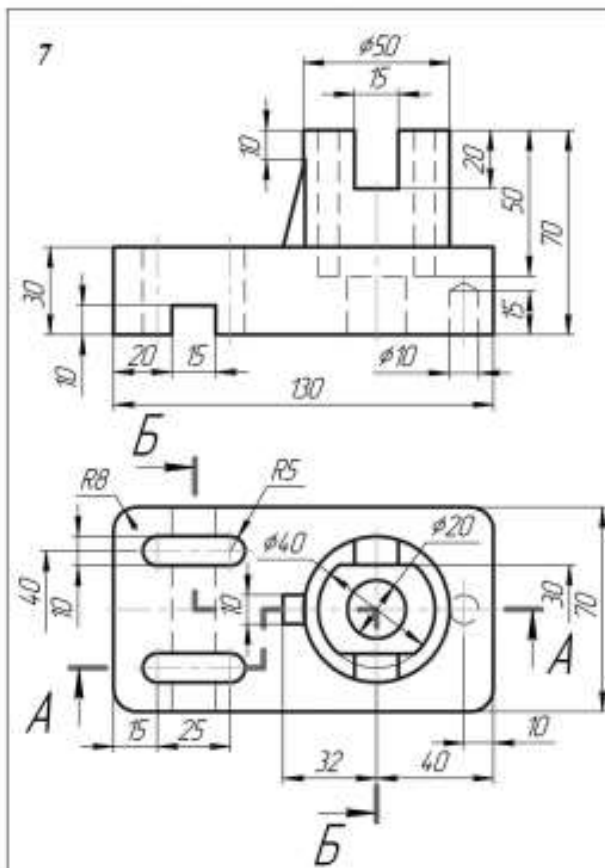
Қосымша 5

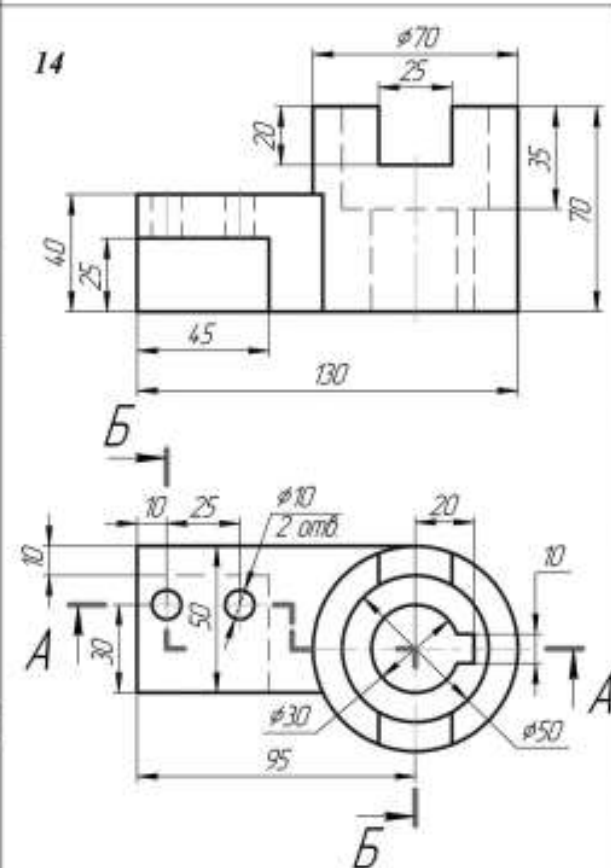
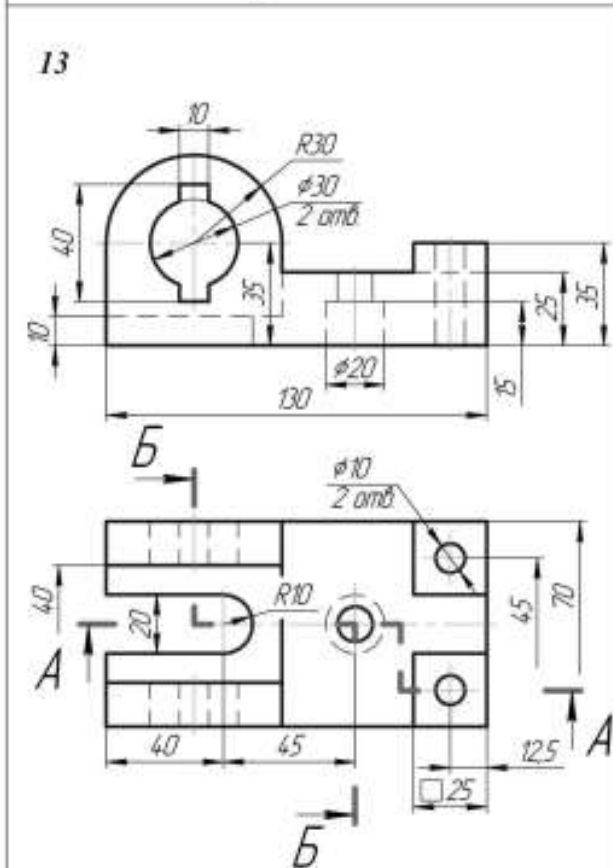
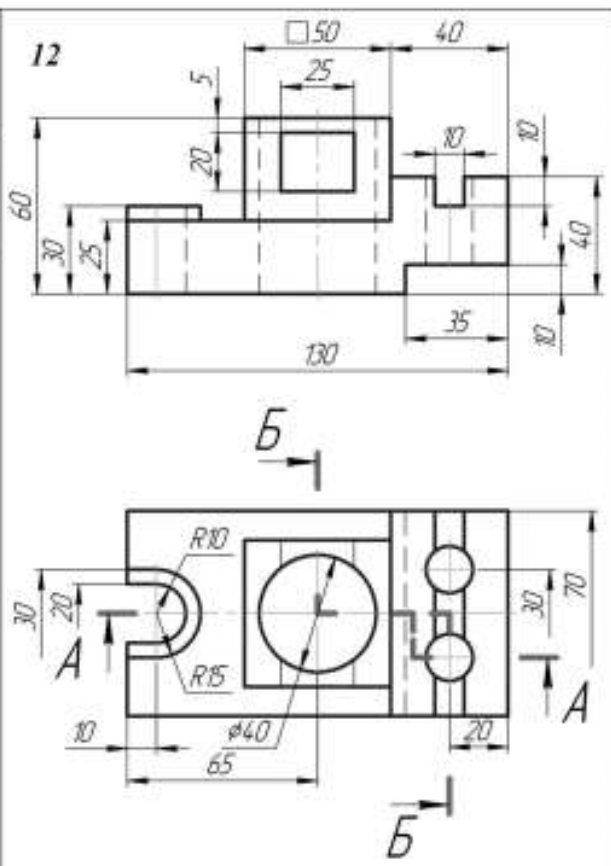
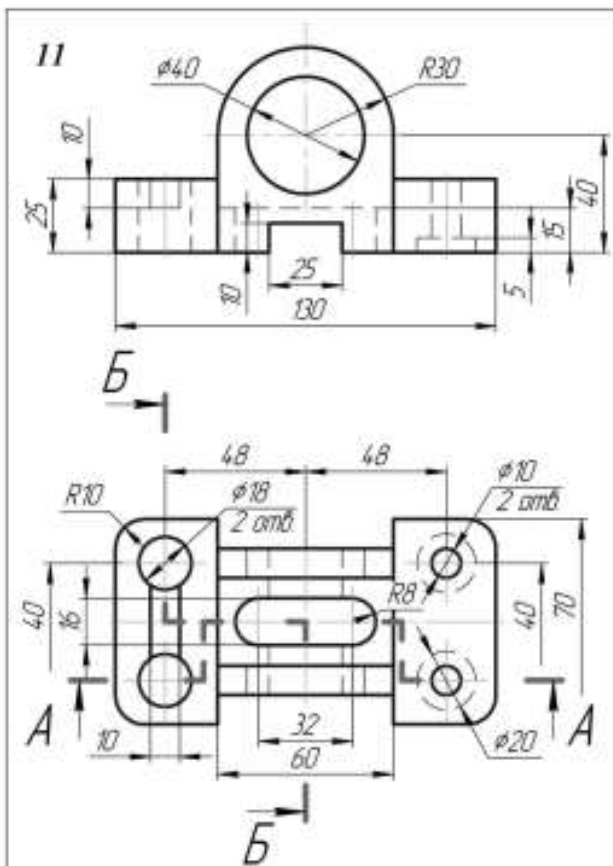
Күрделі тіліктерге арналған тапсырмалық нұсқалар

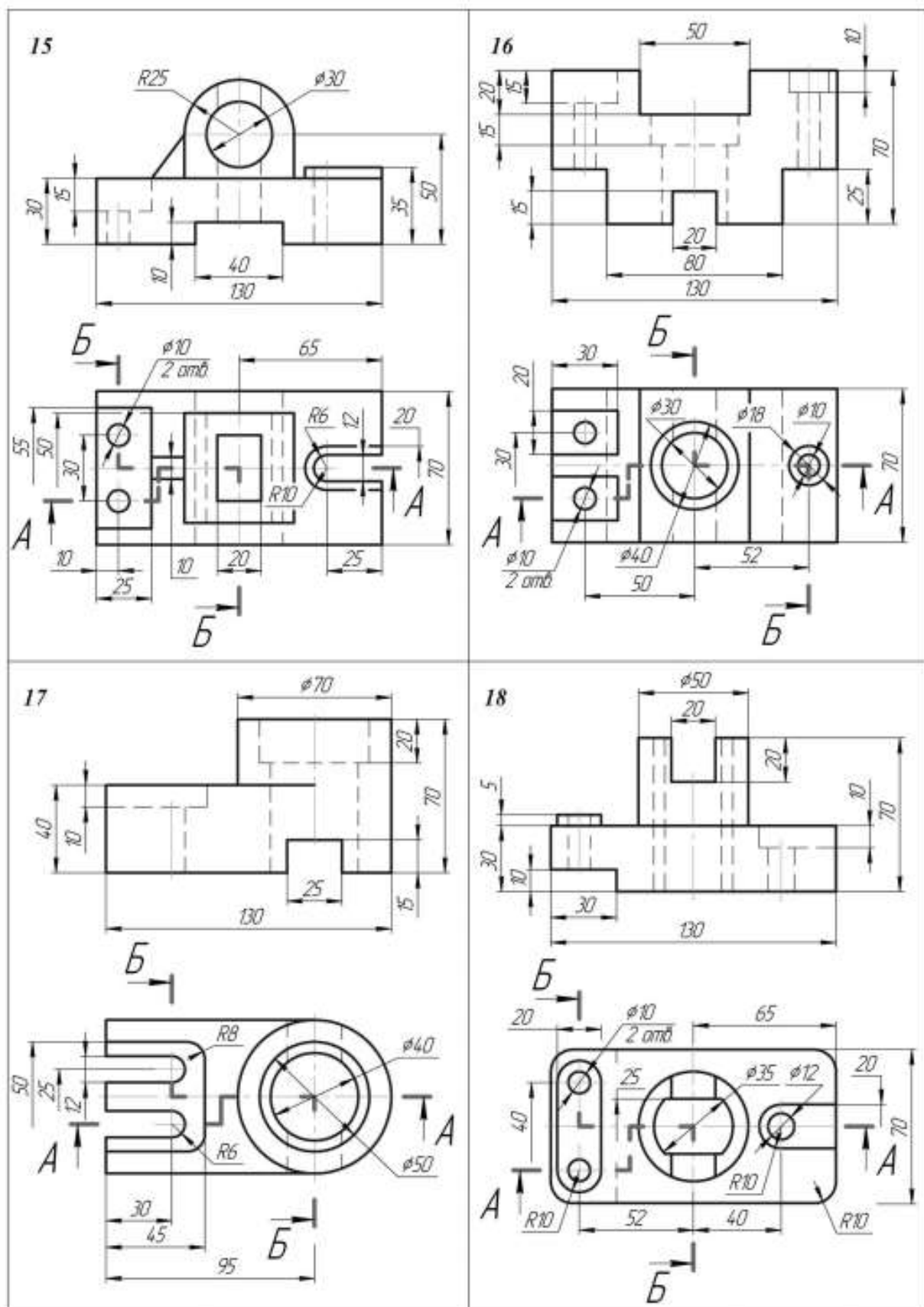
Үлгі

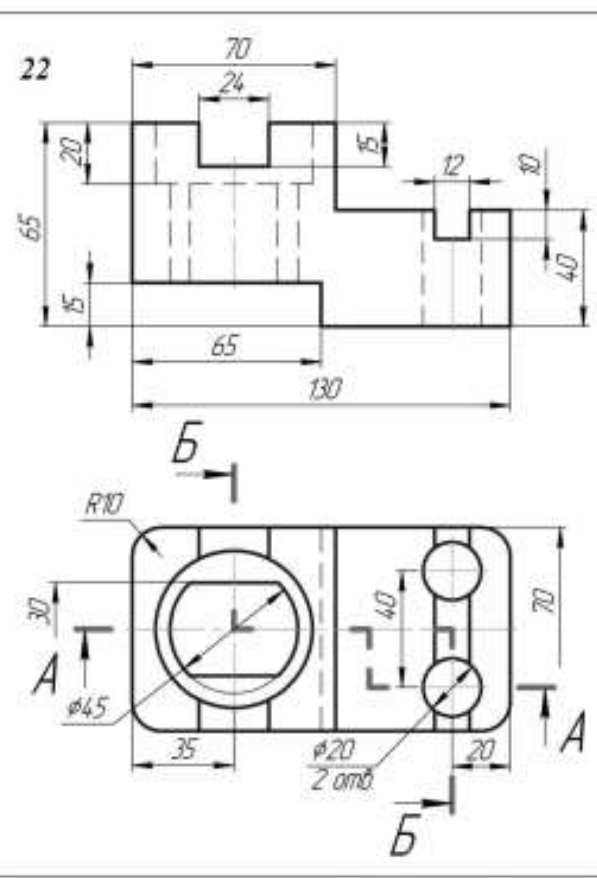
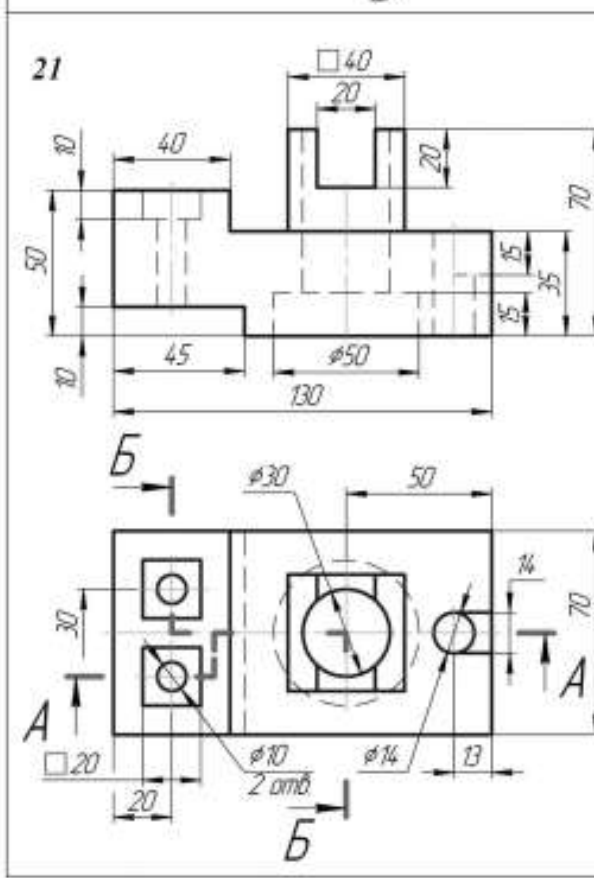
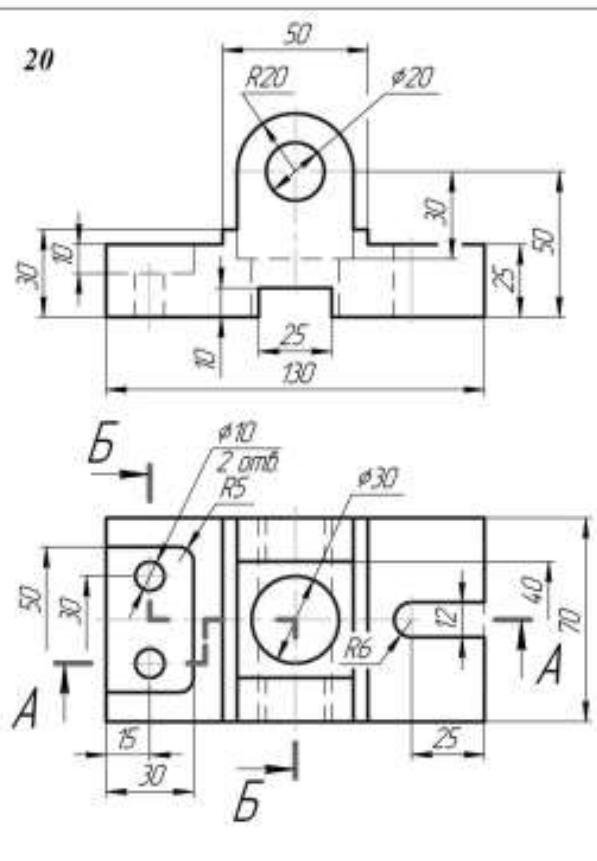
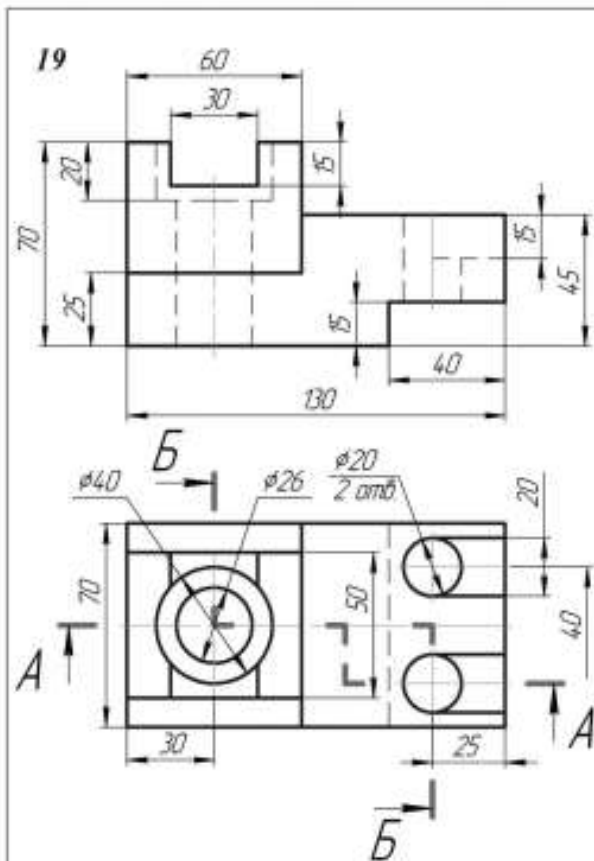


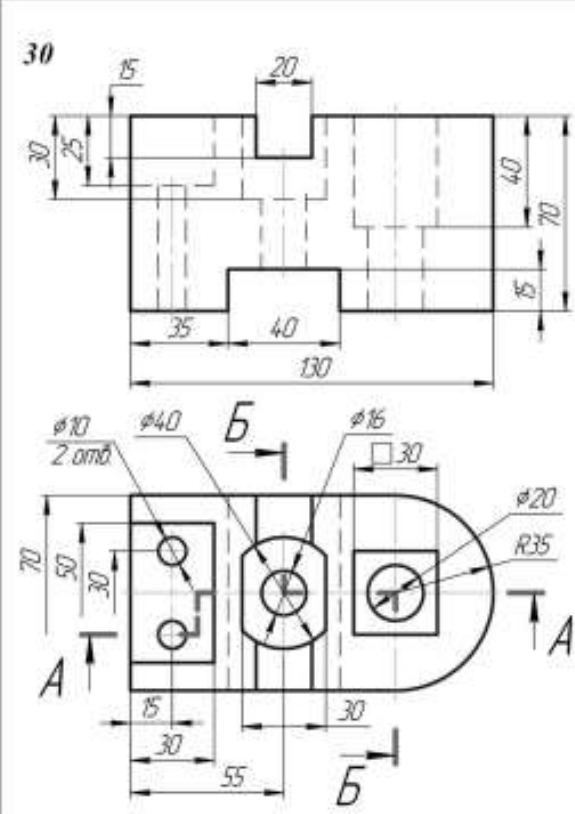
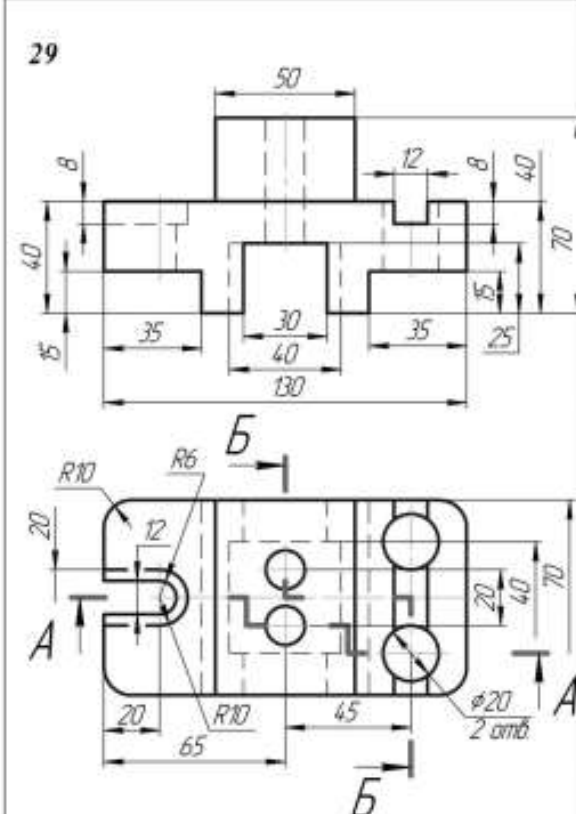
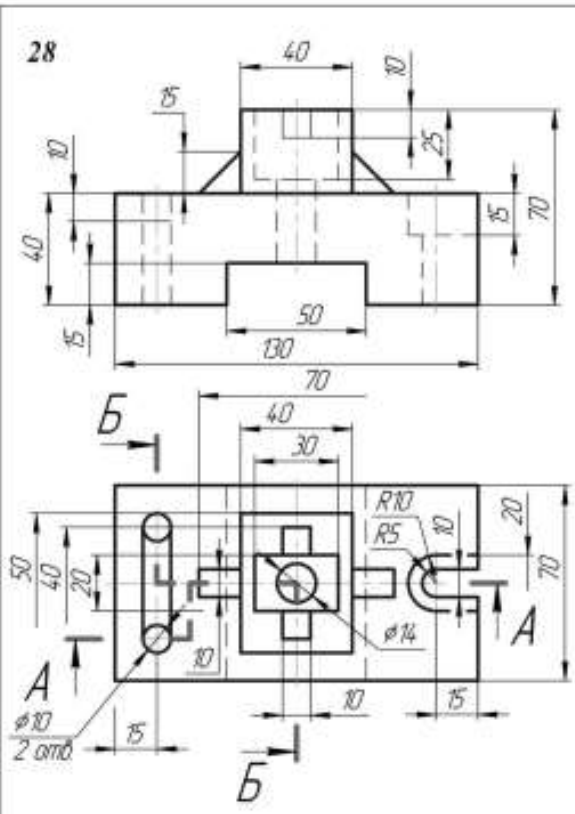
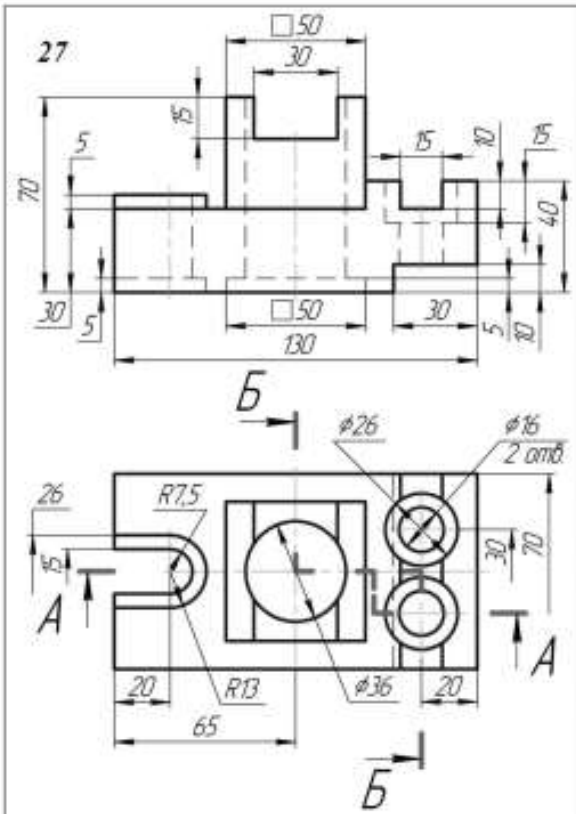


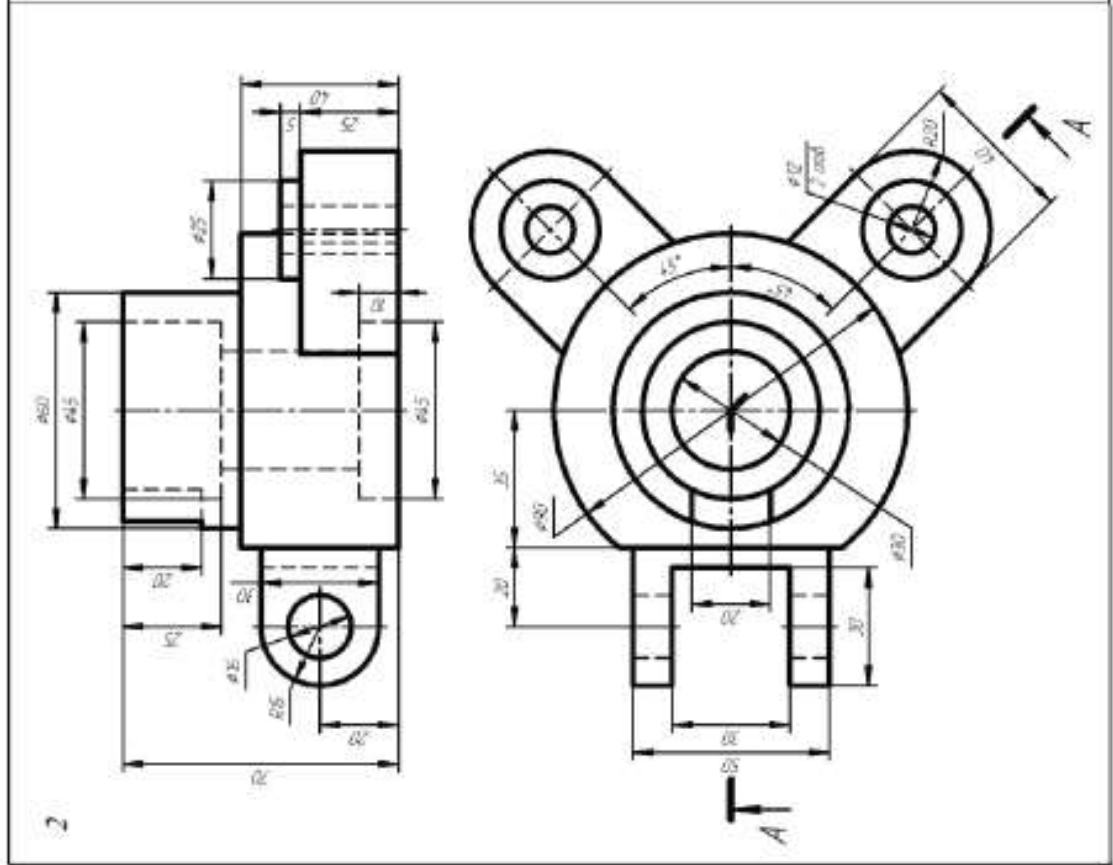
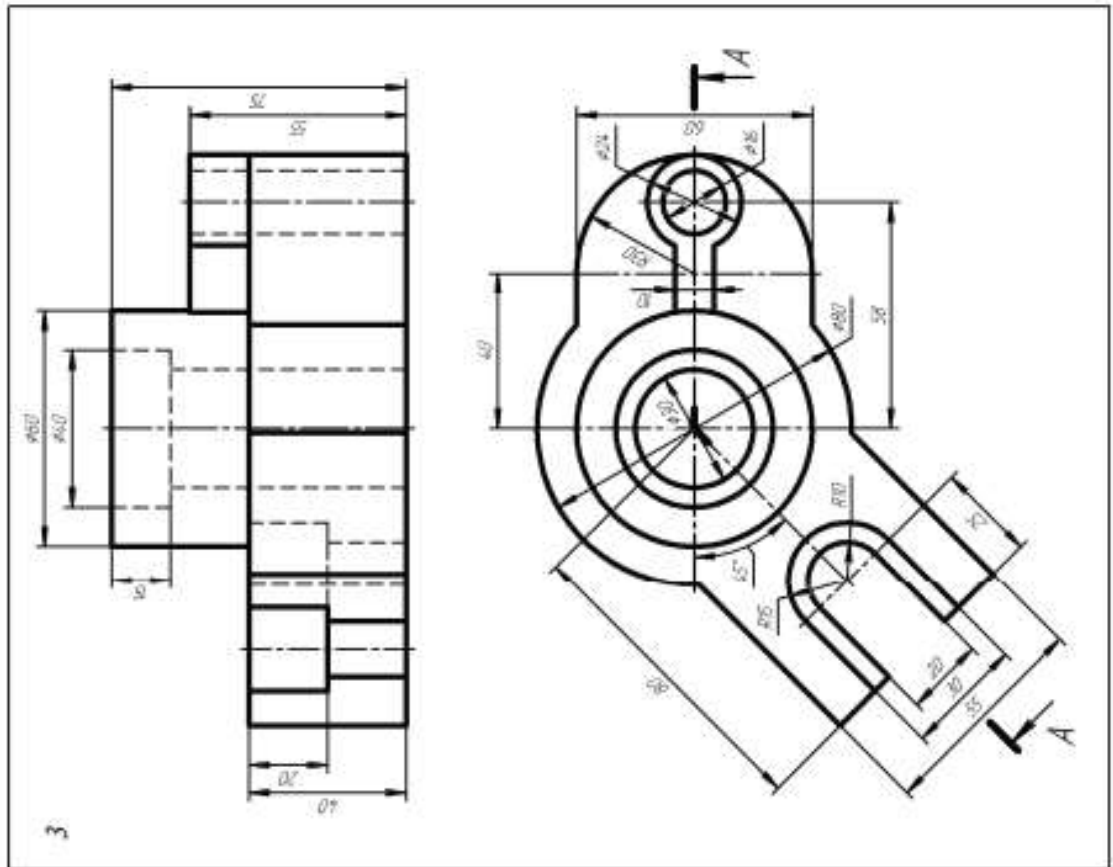


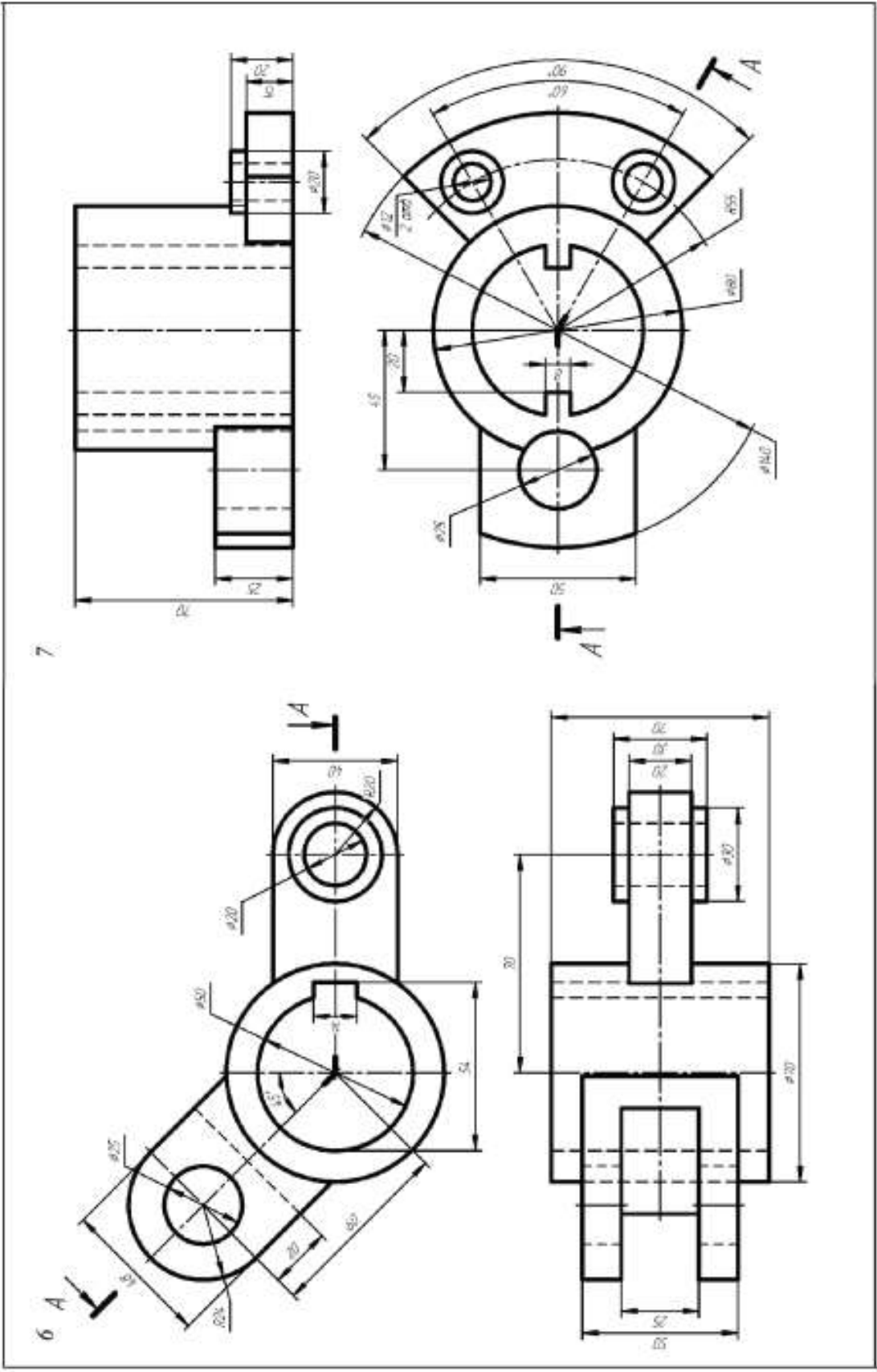


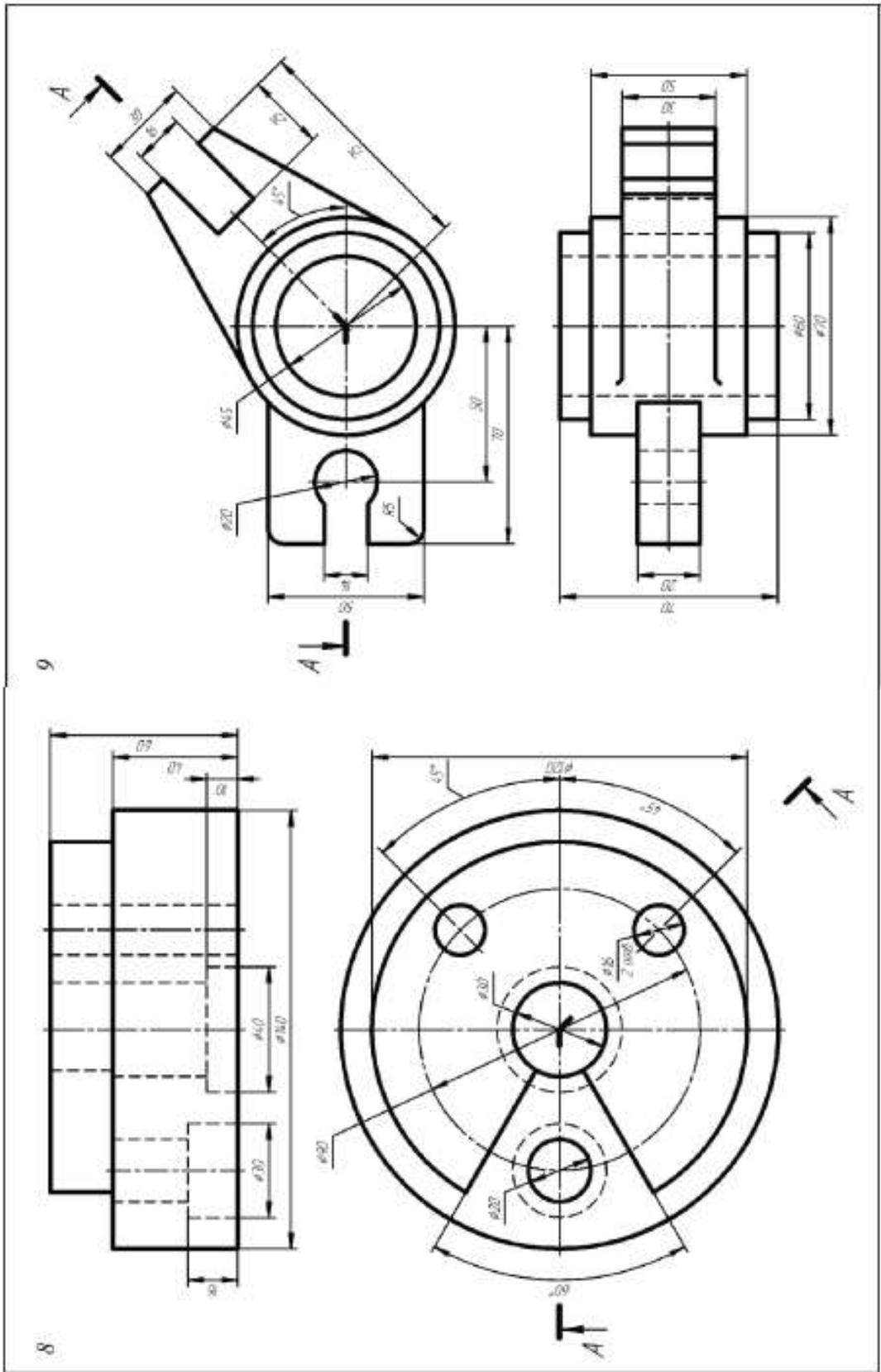


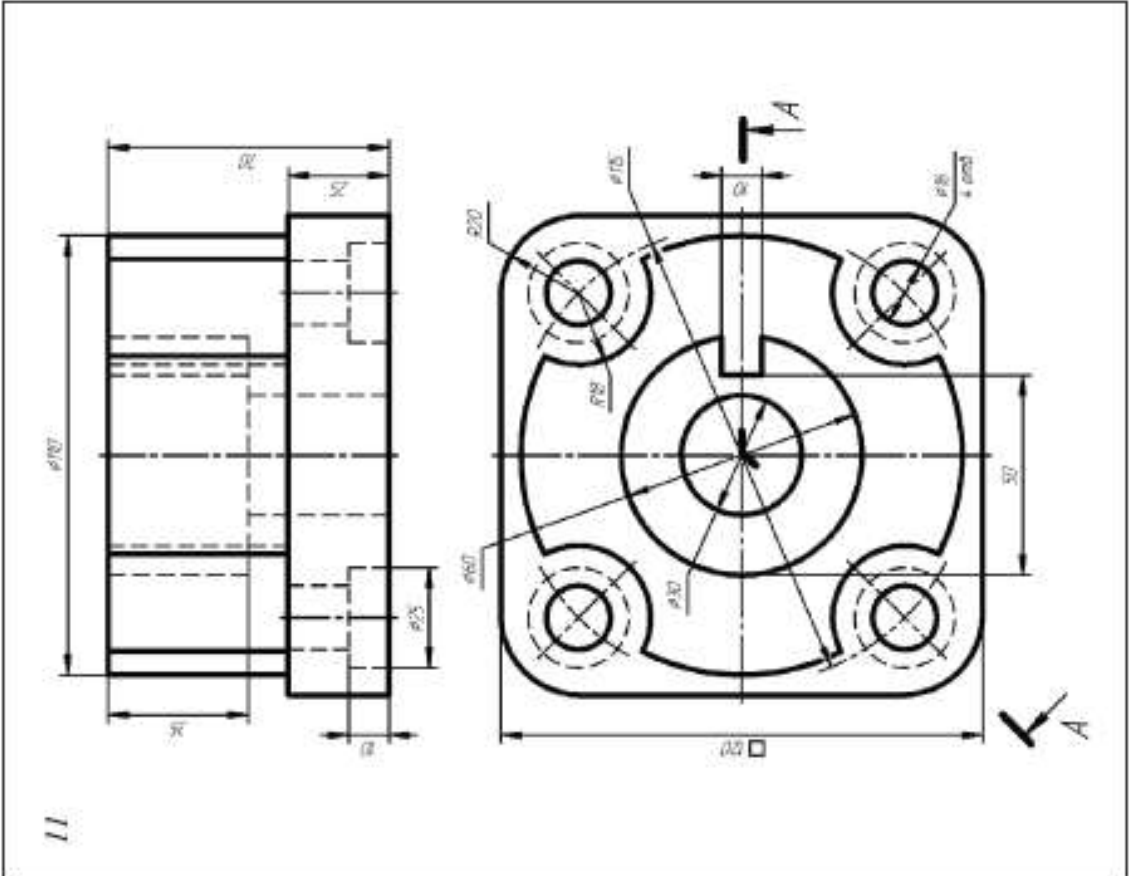
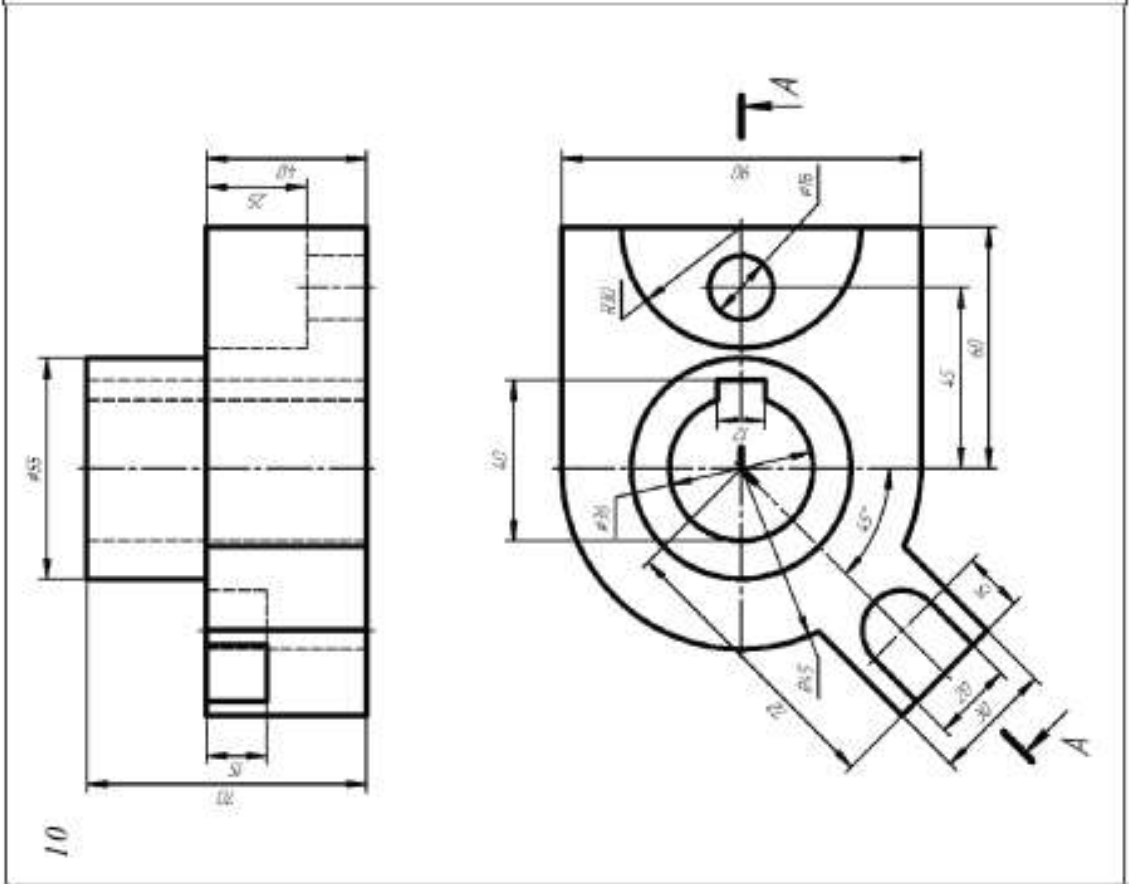


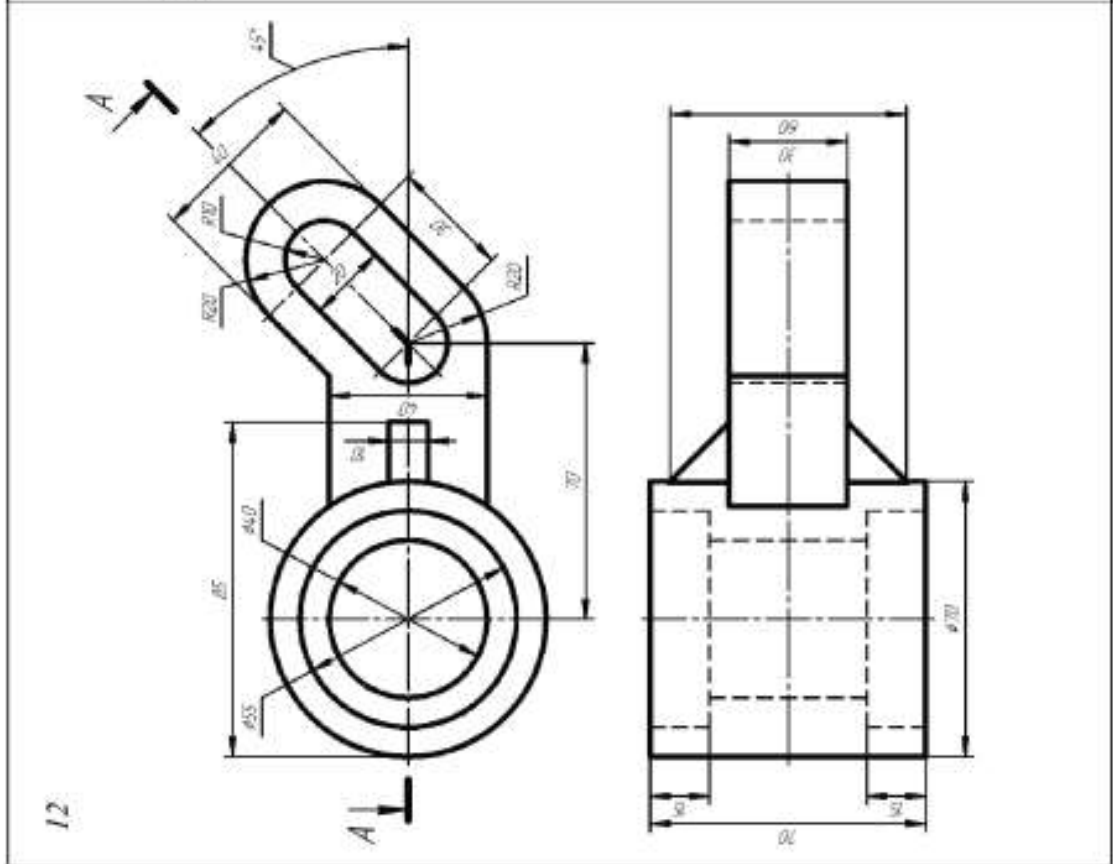
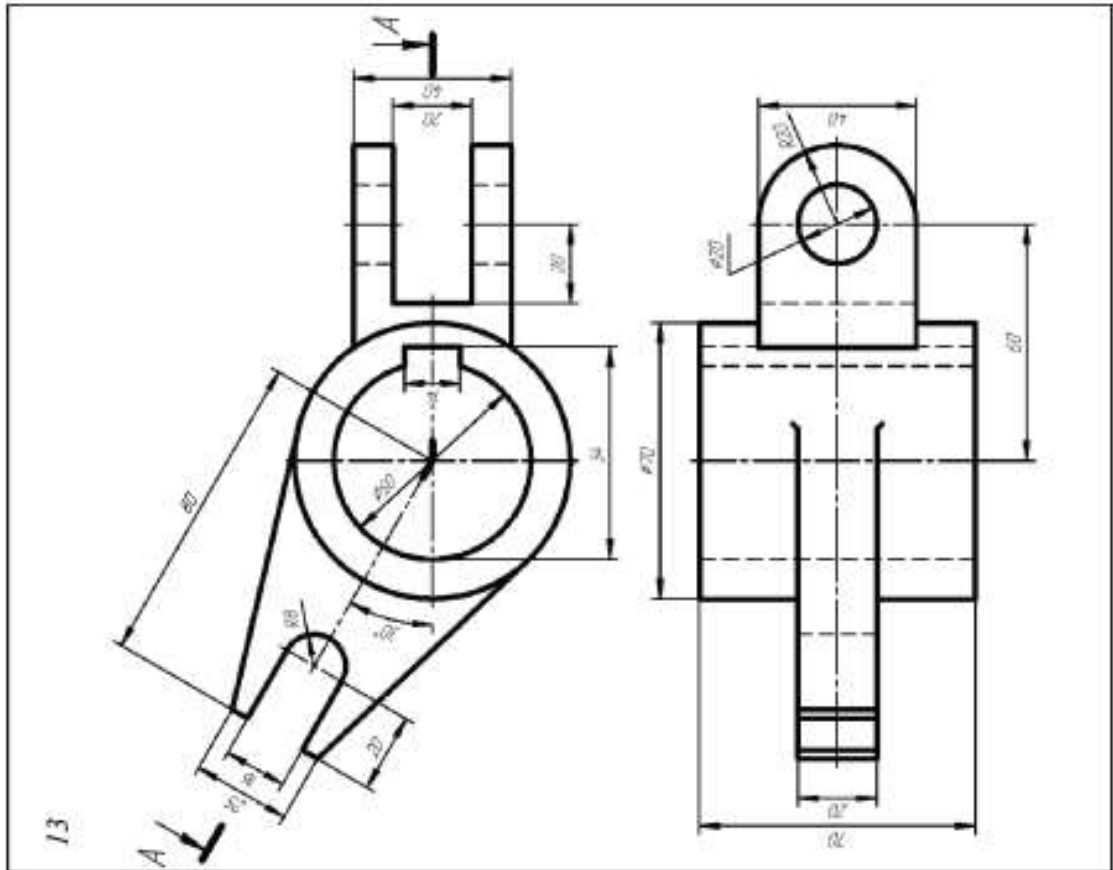


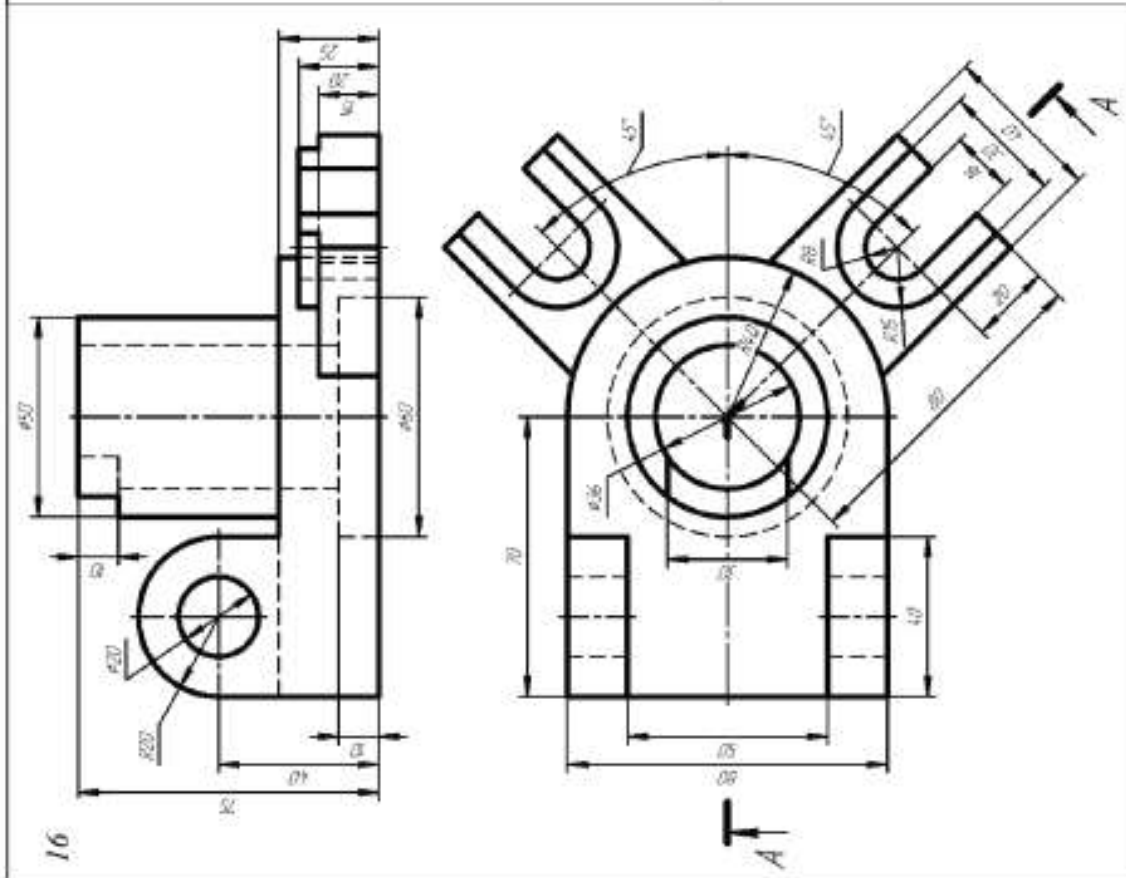
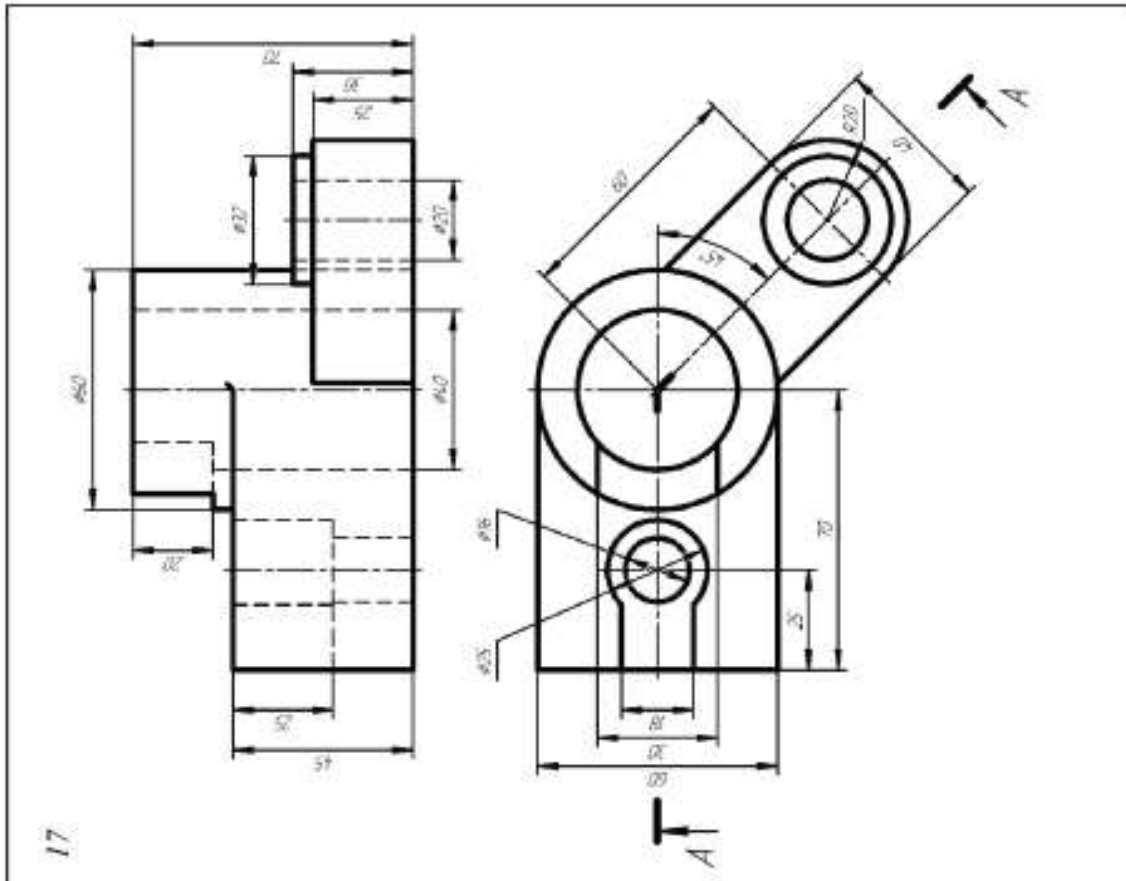


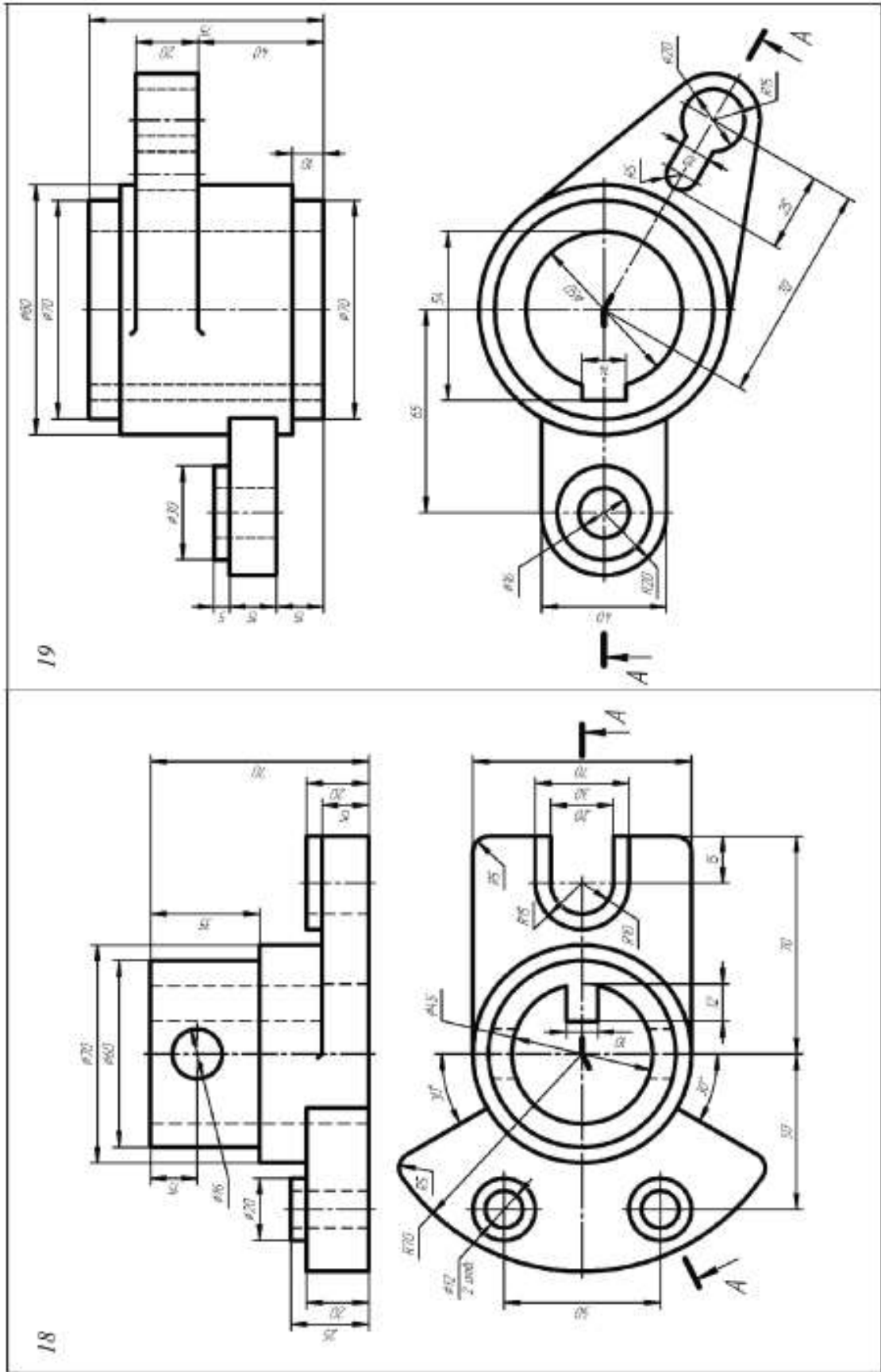




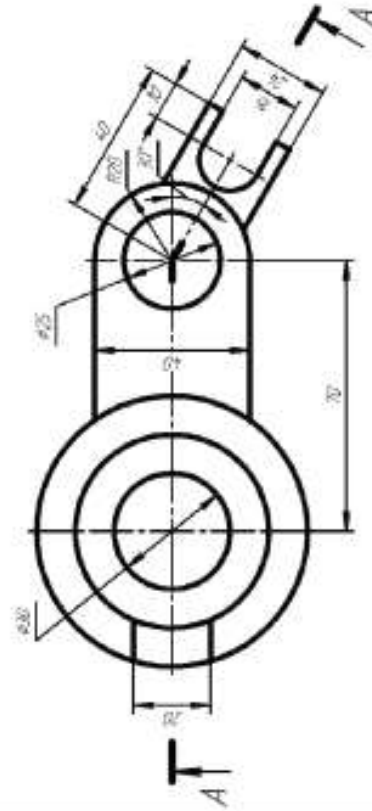
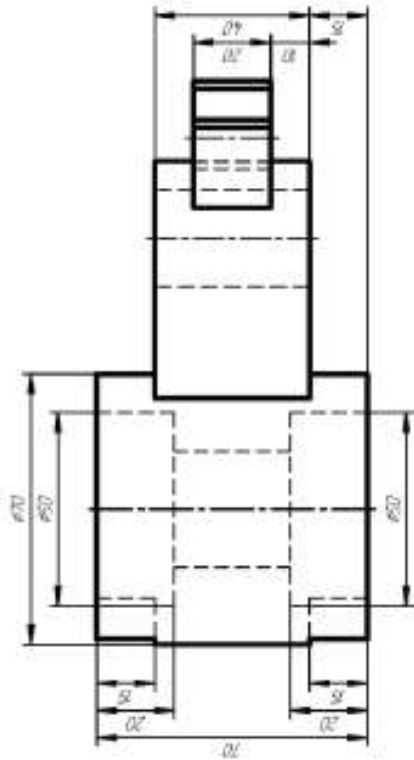




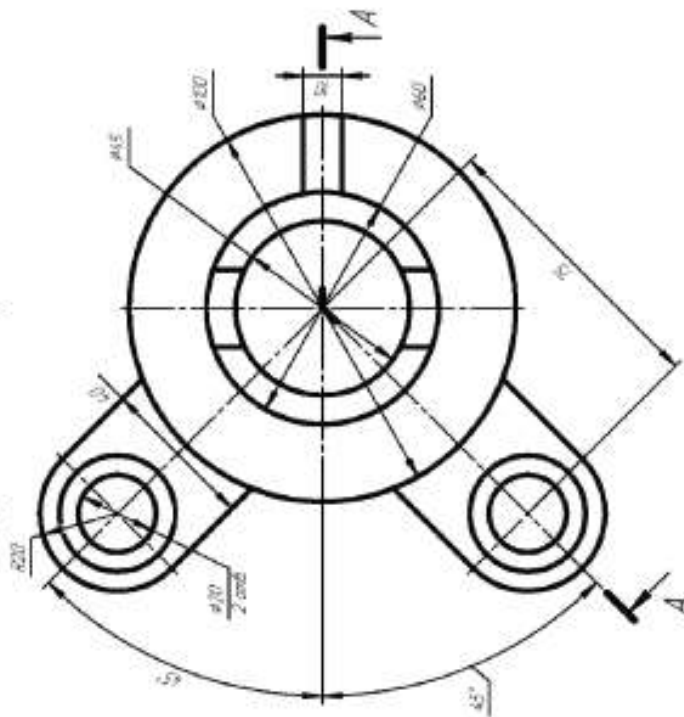
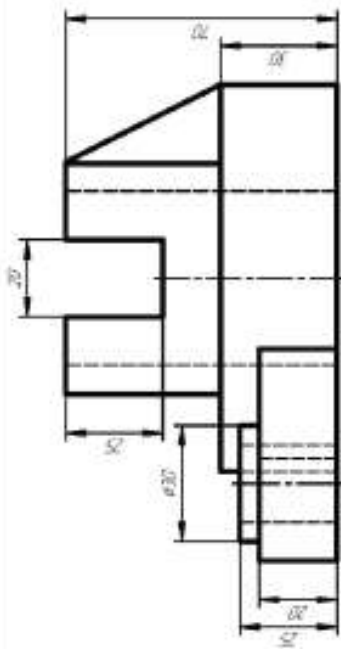


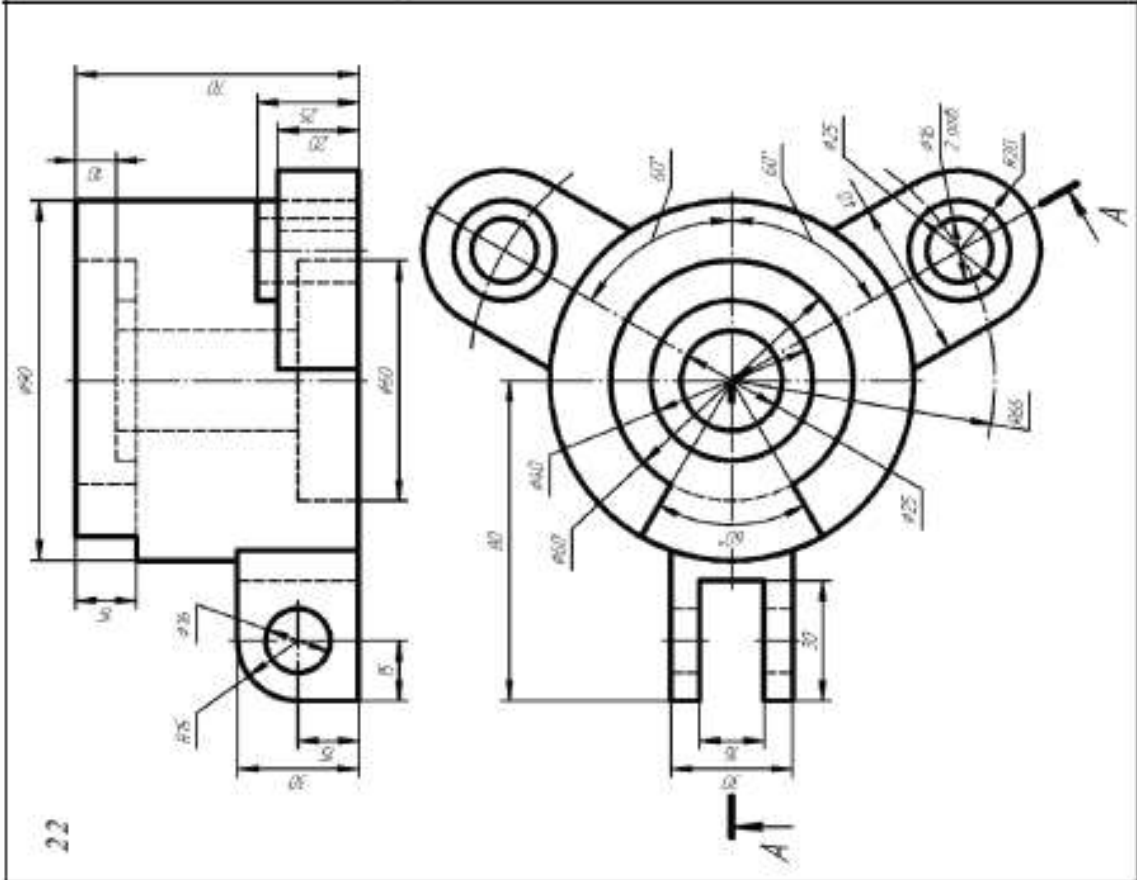
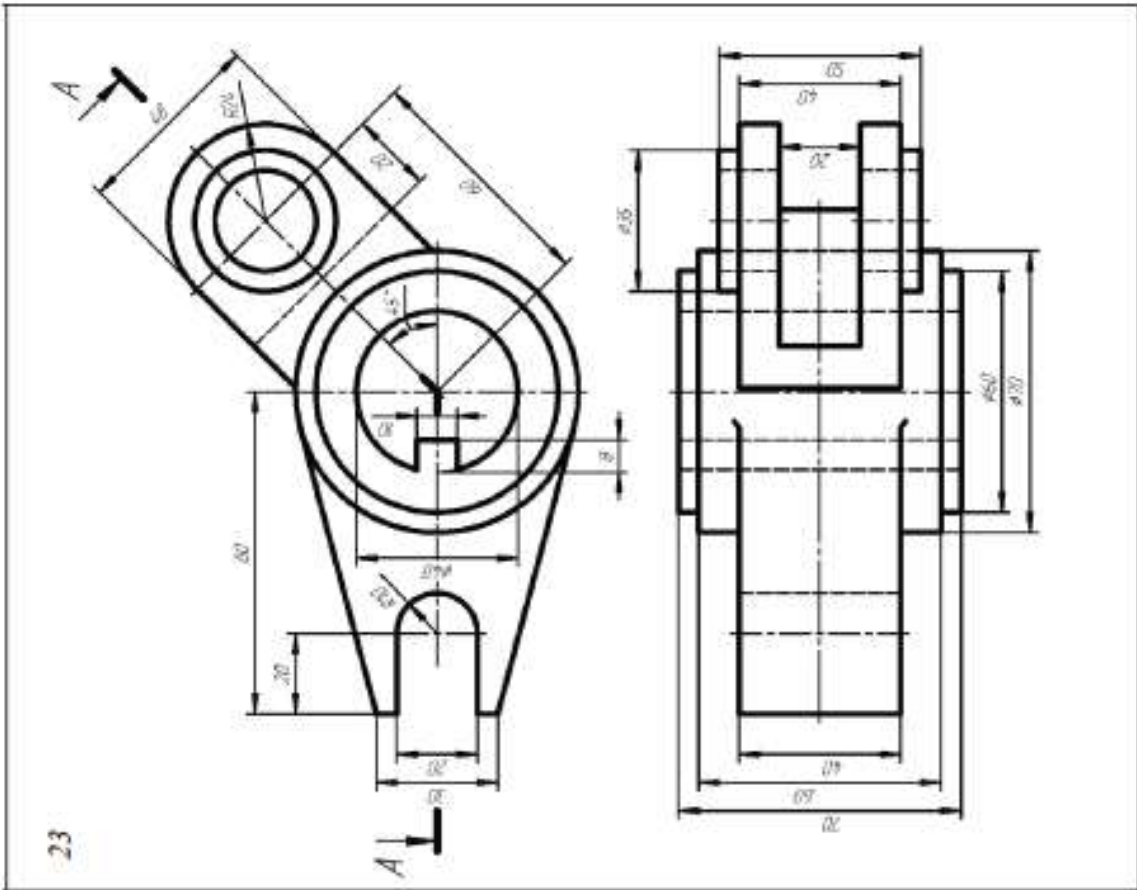


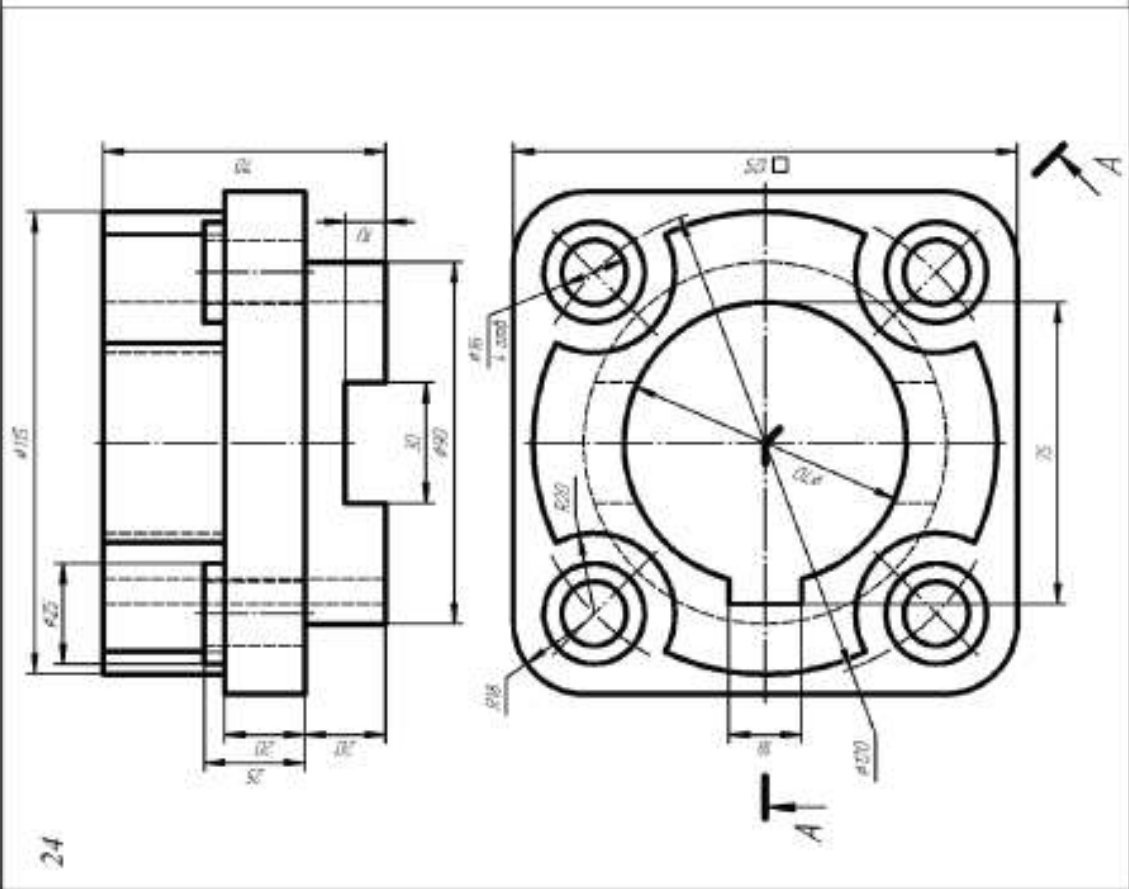
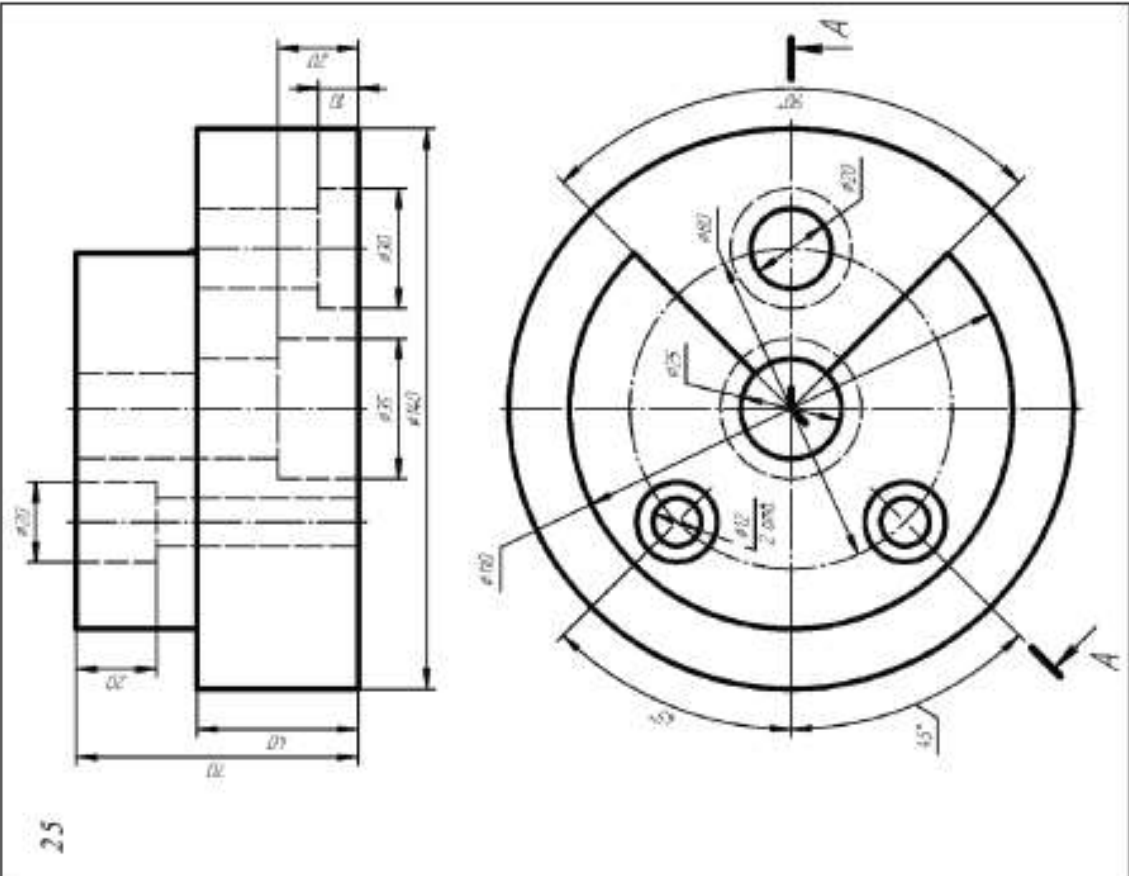
21

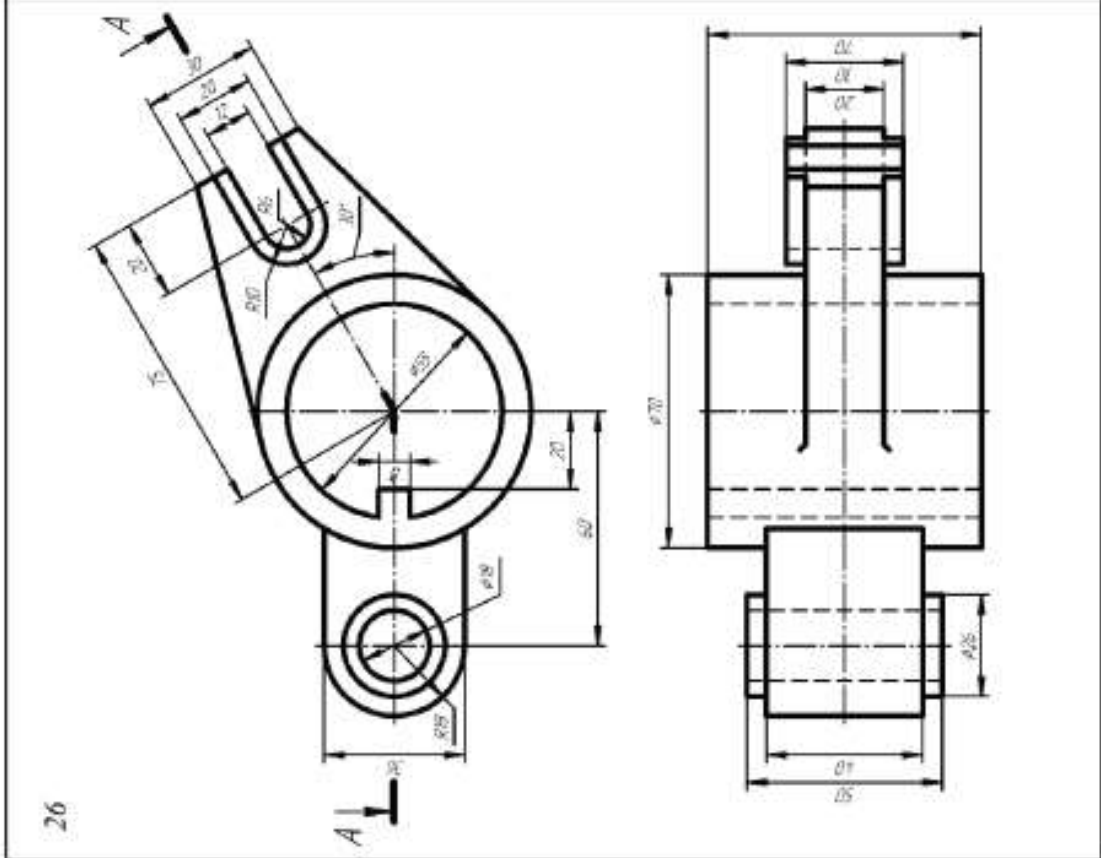
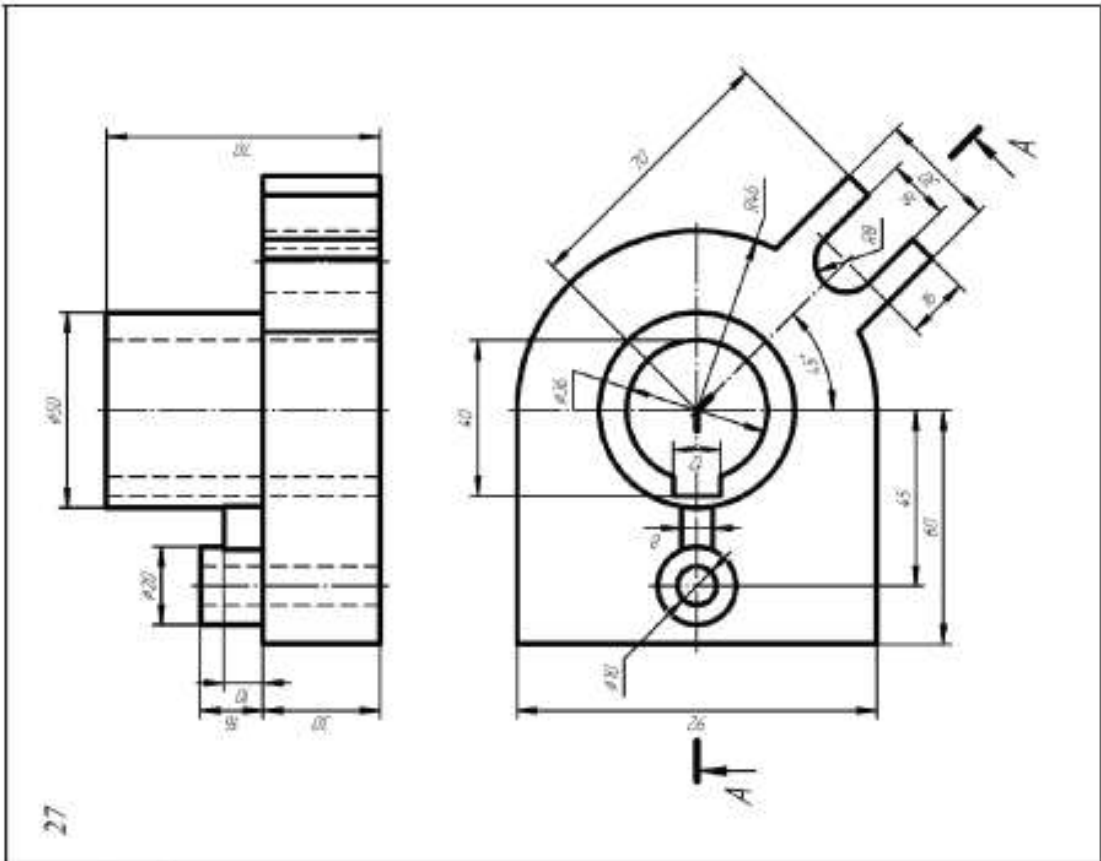


20

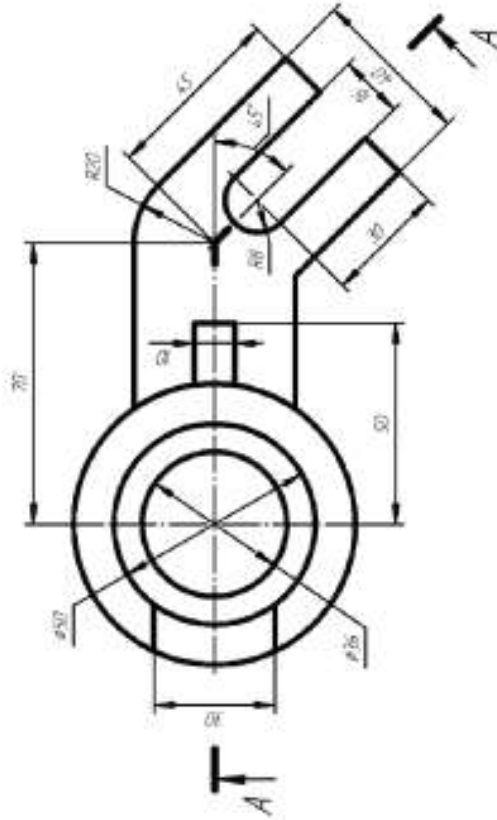
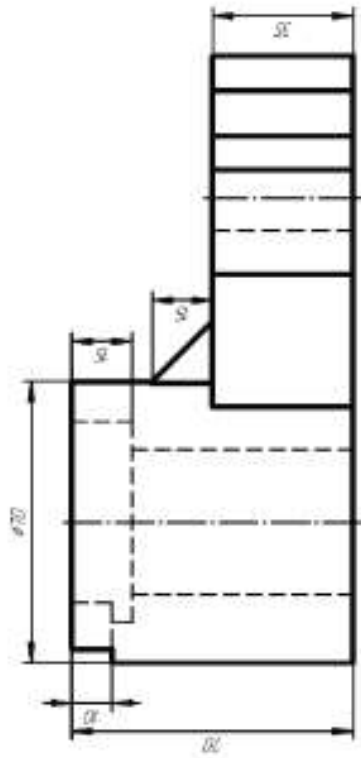




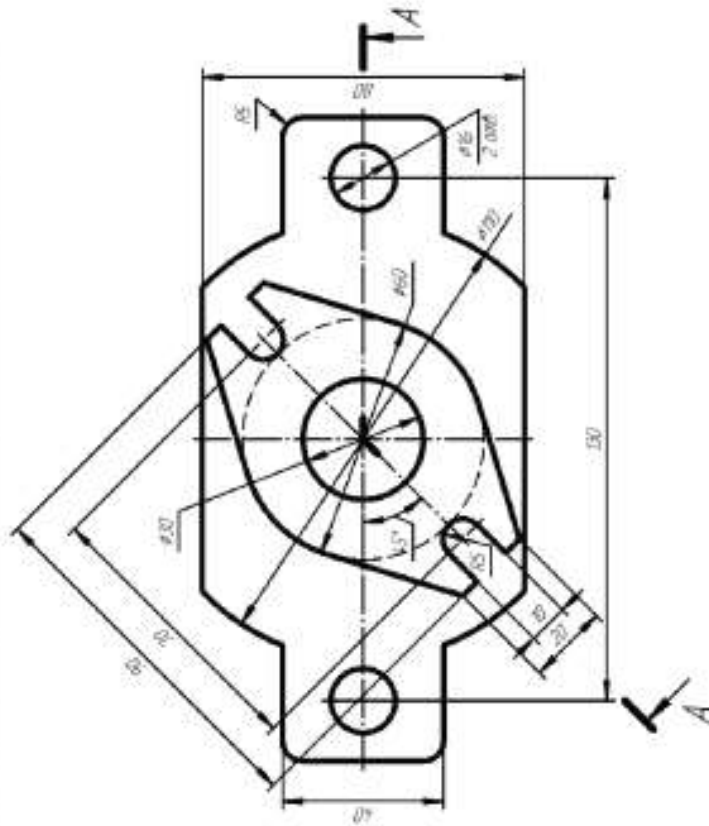
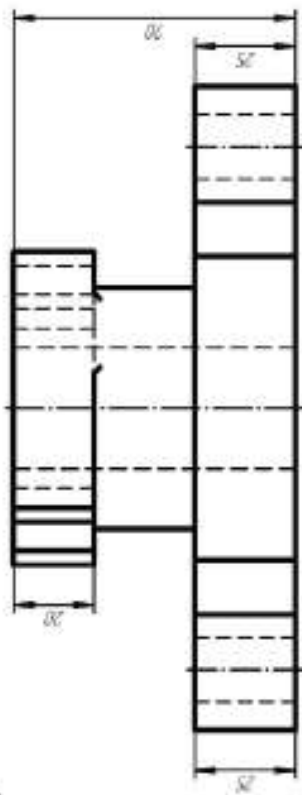


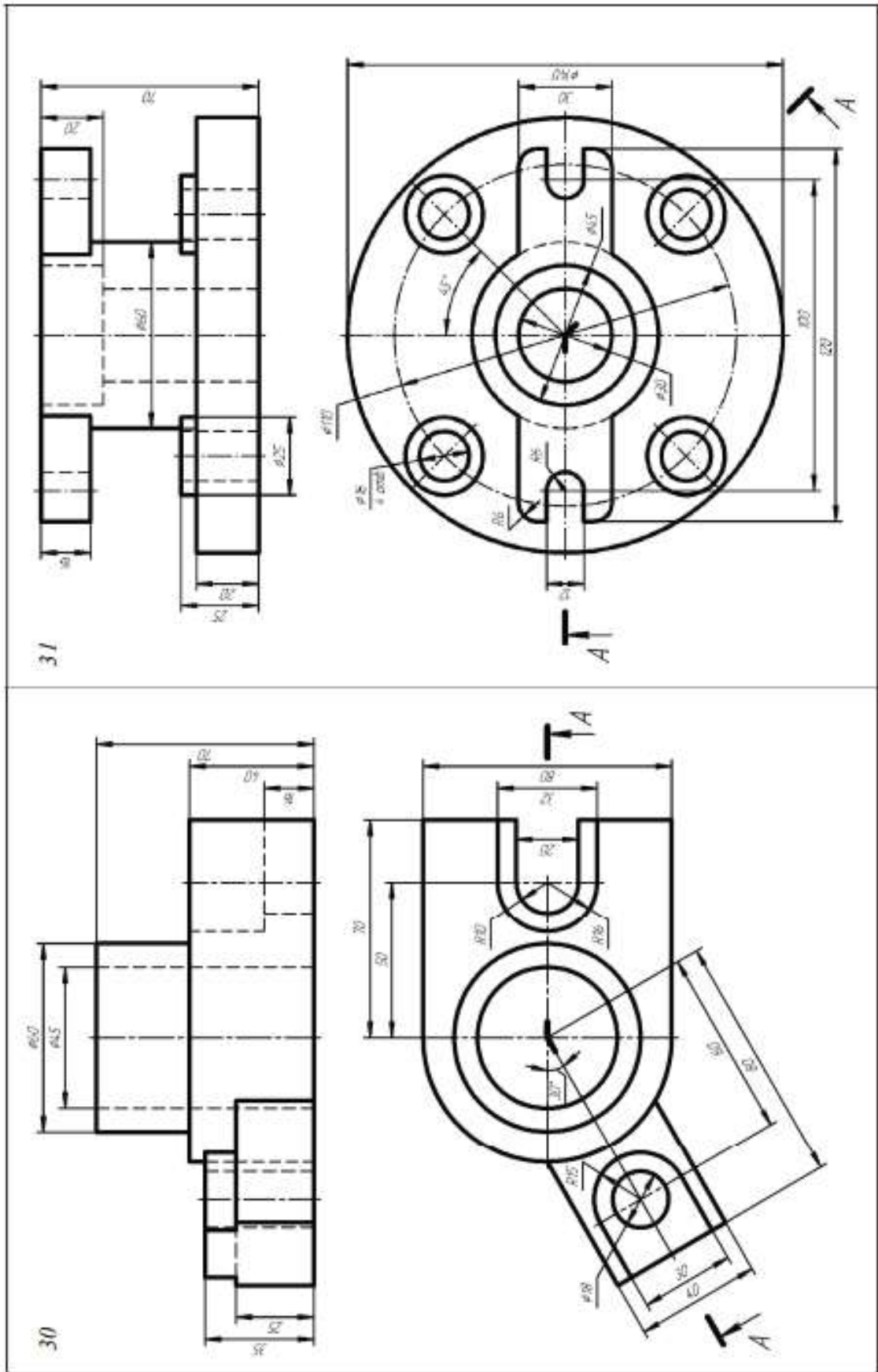


29

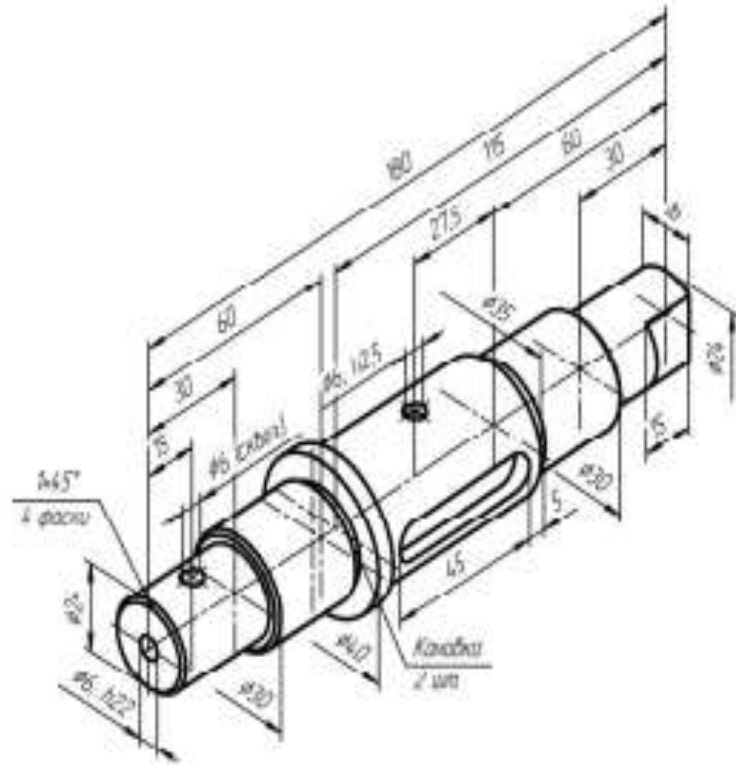


28



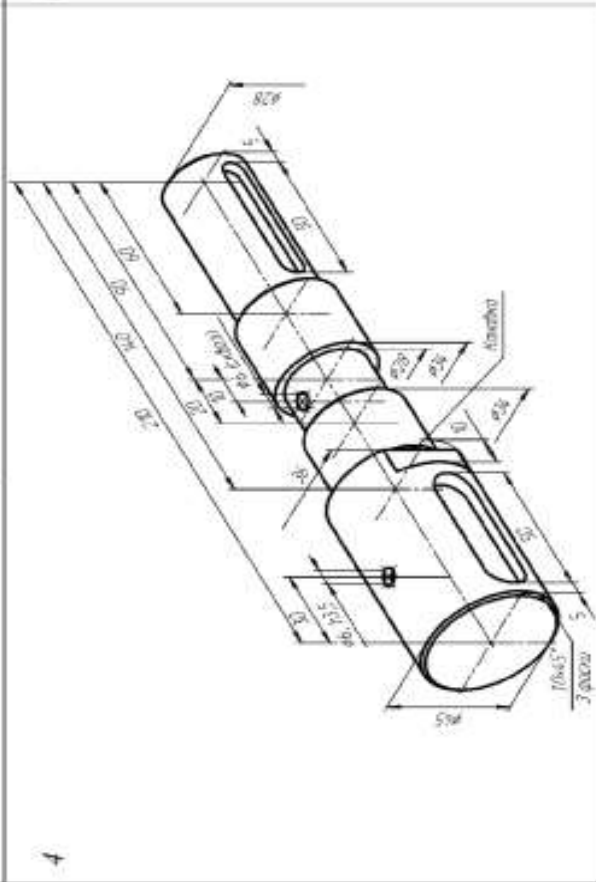
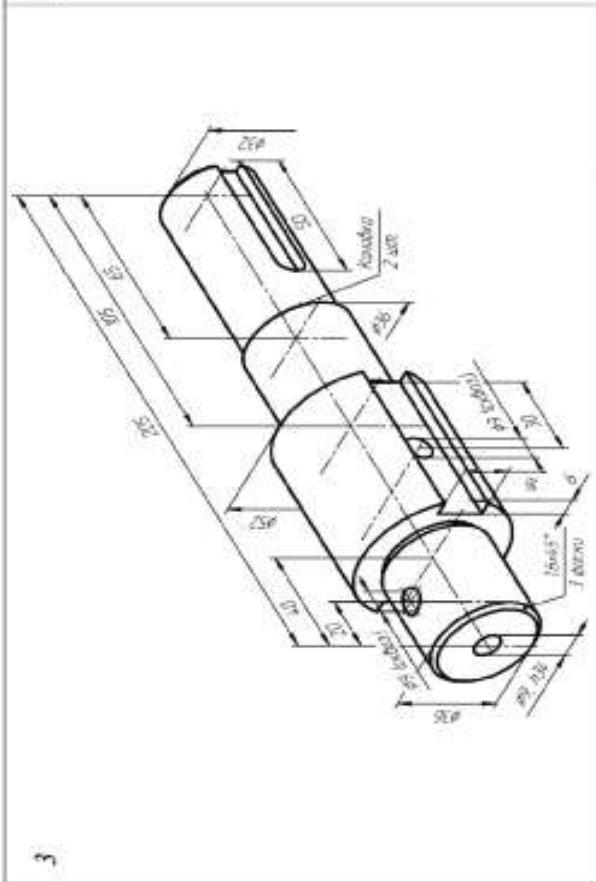
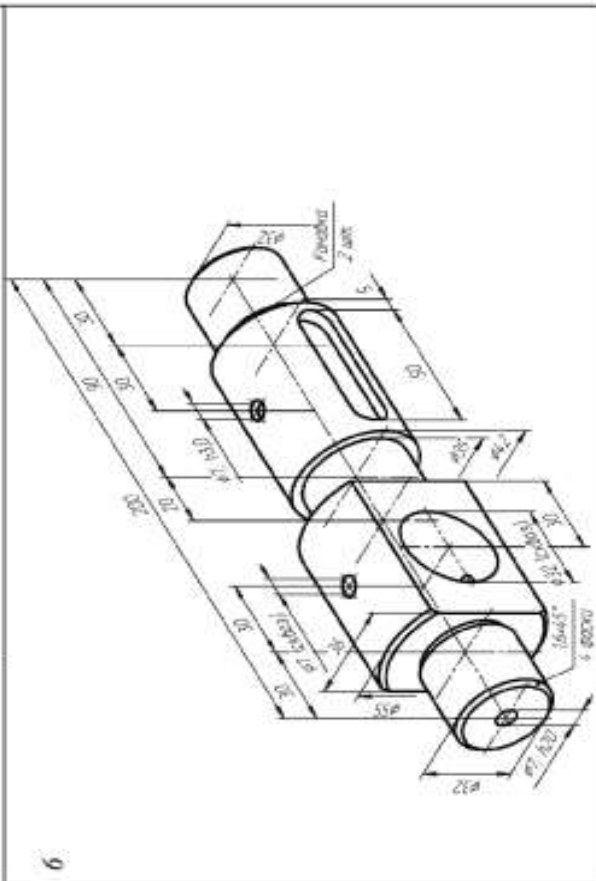
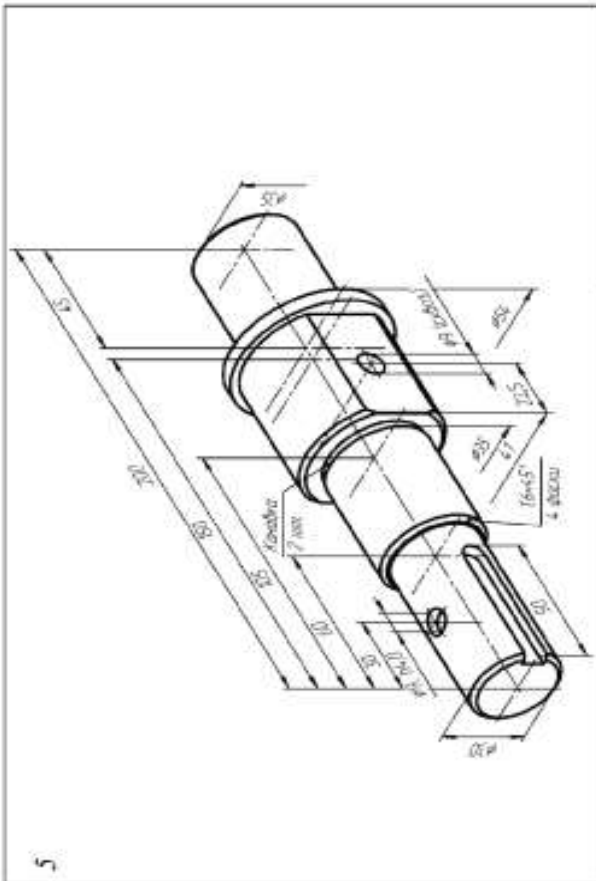


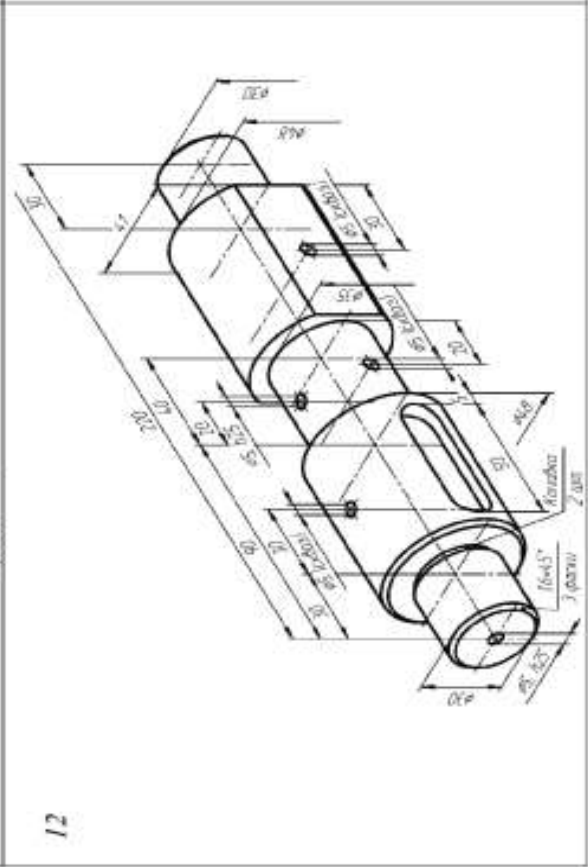
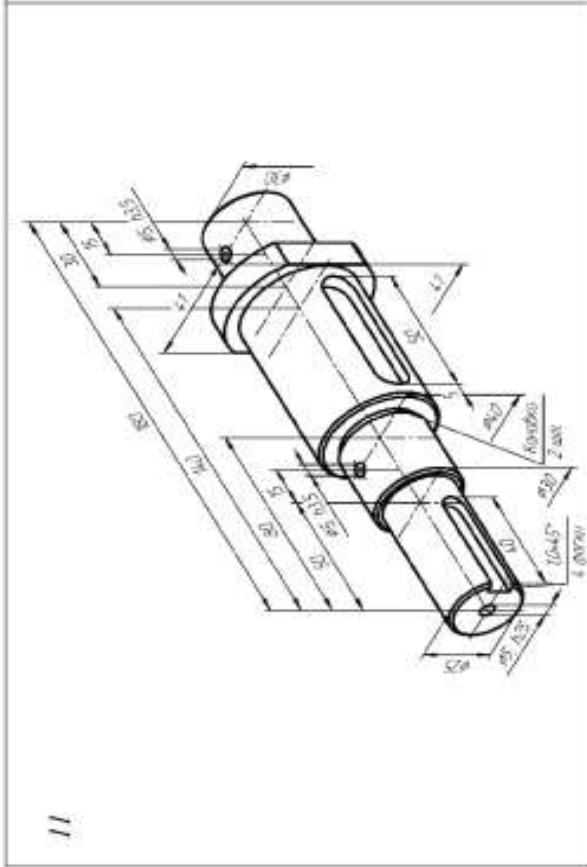
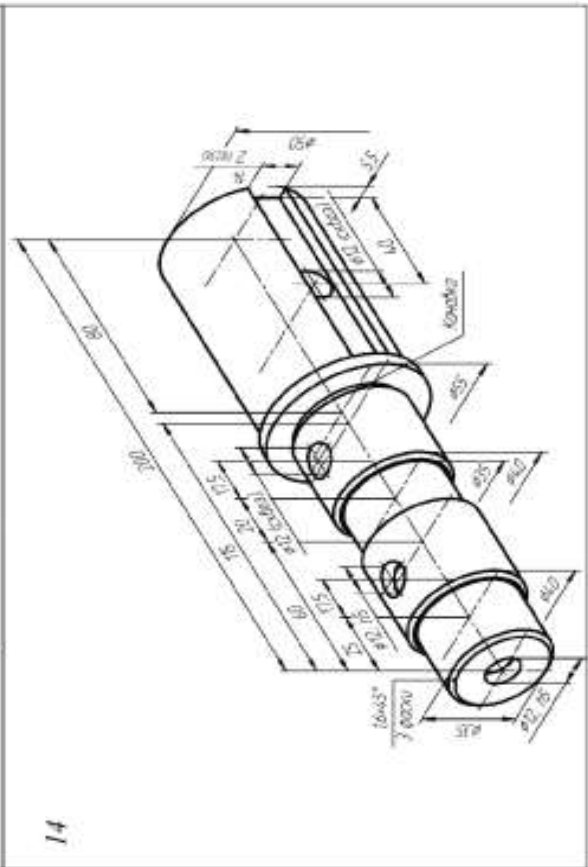
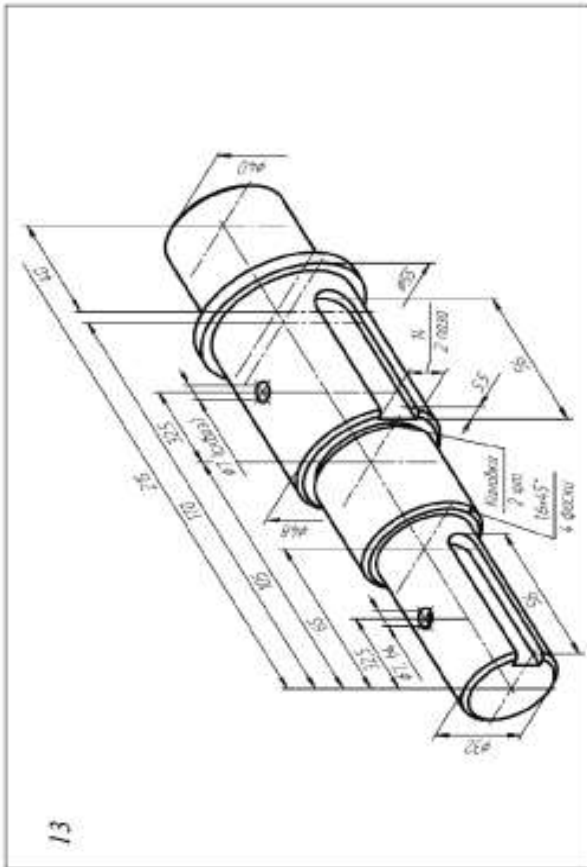
1

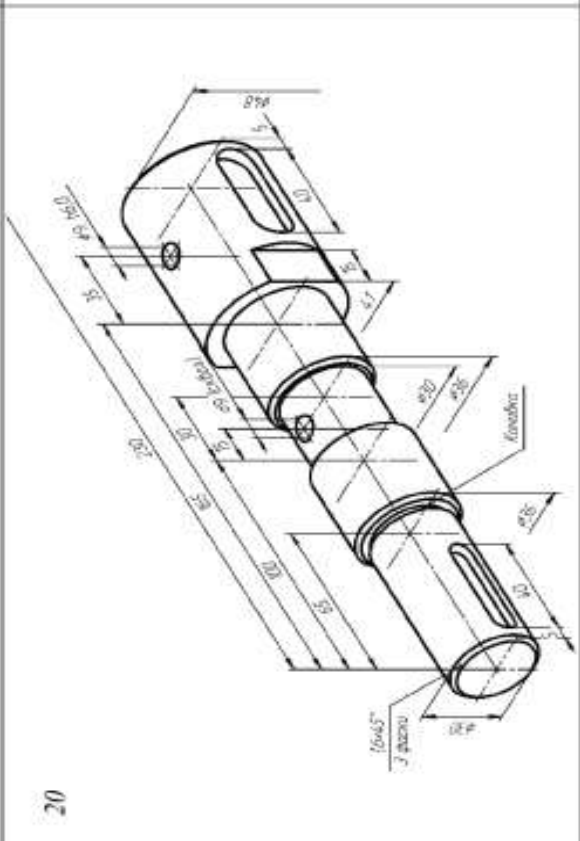
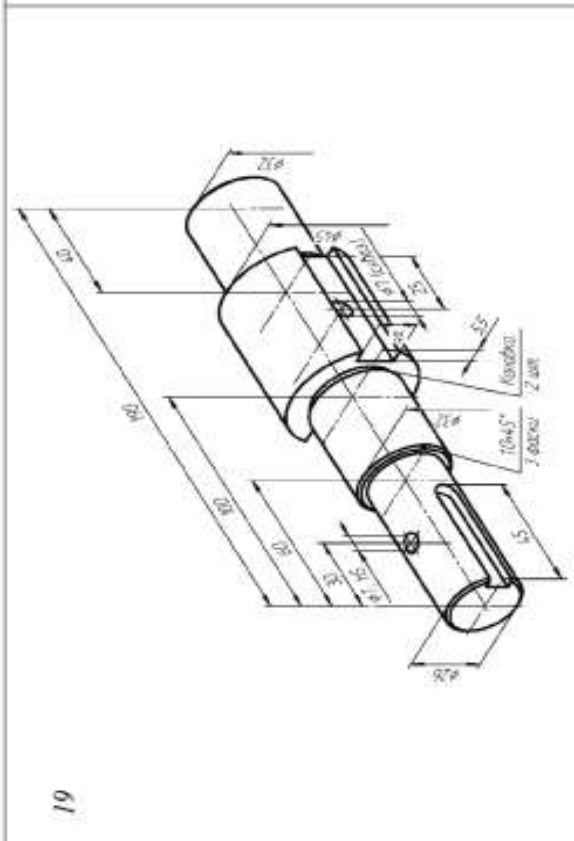
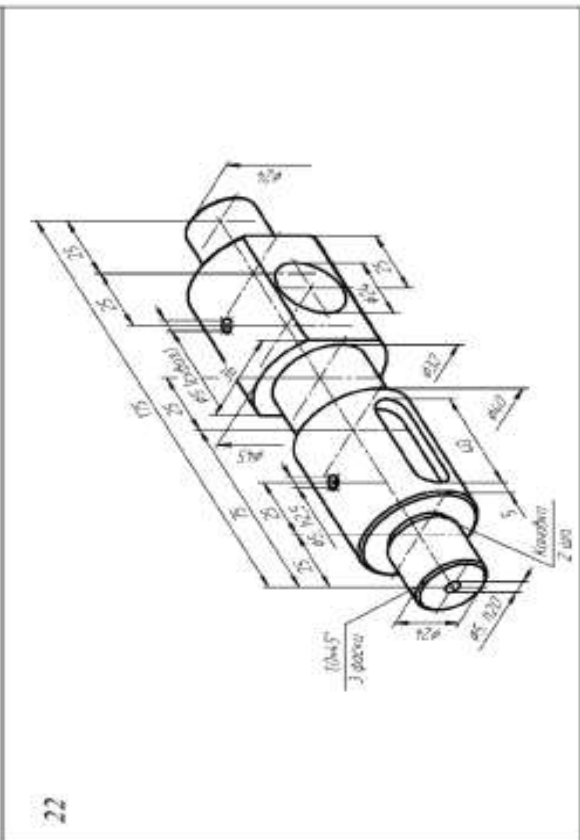
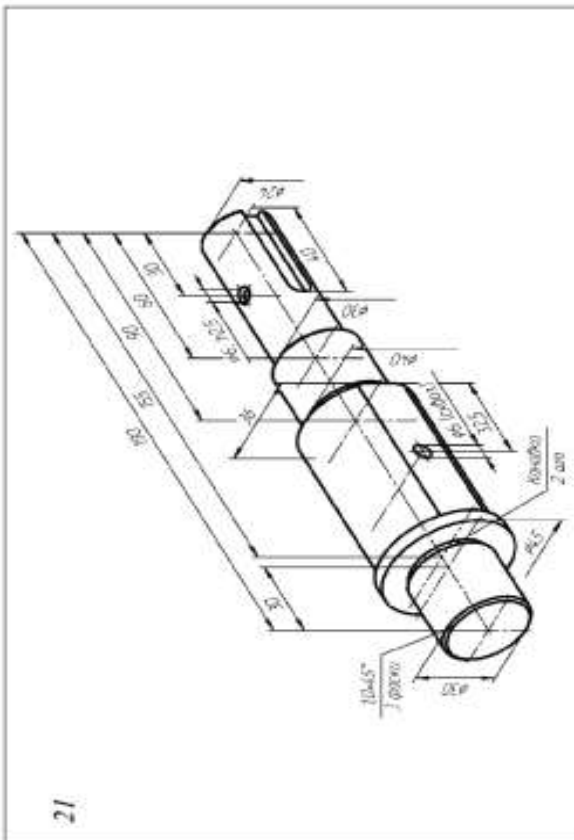


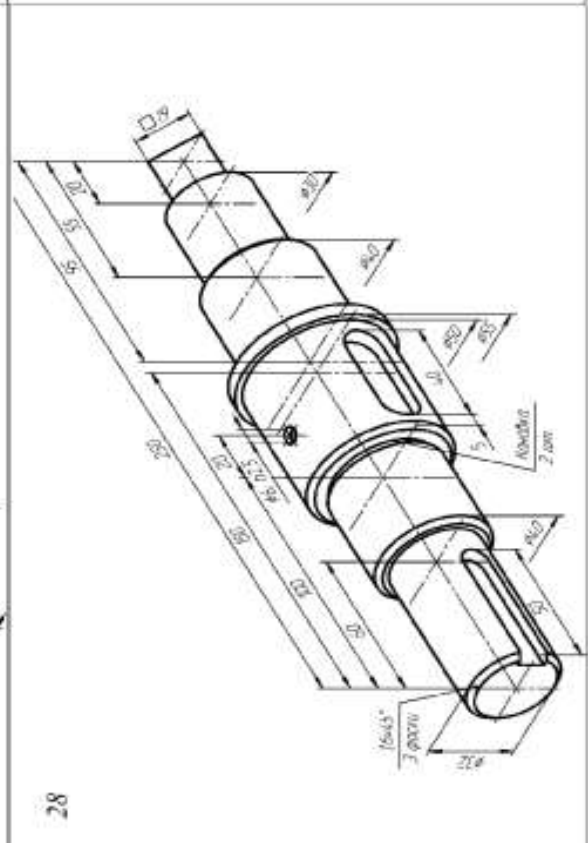
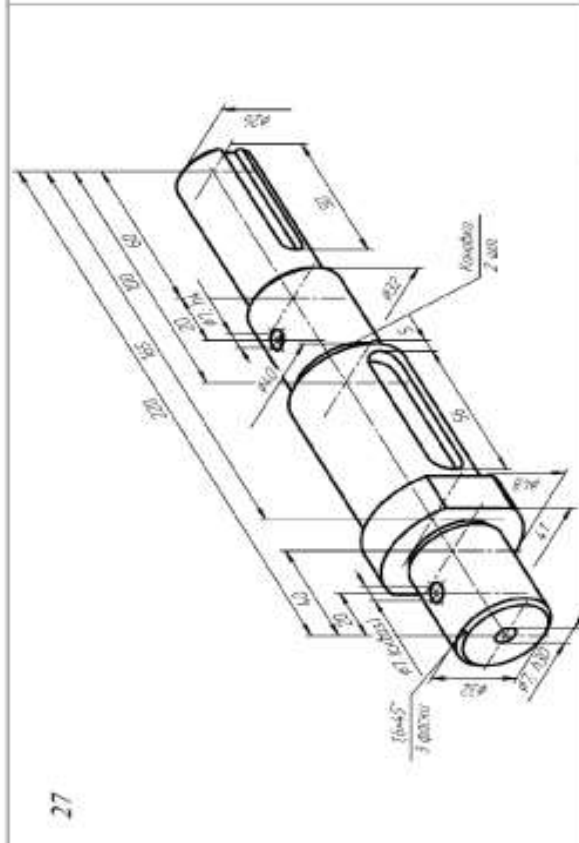
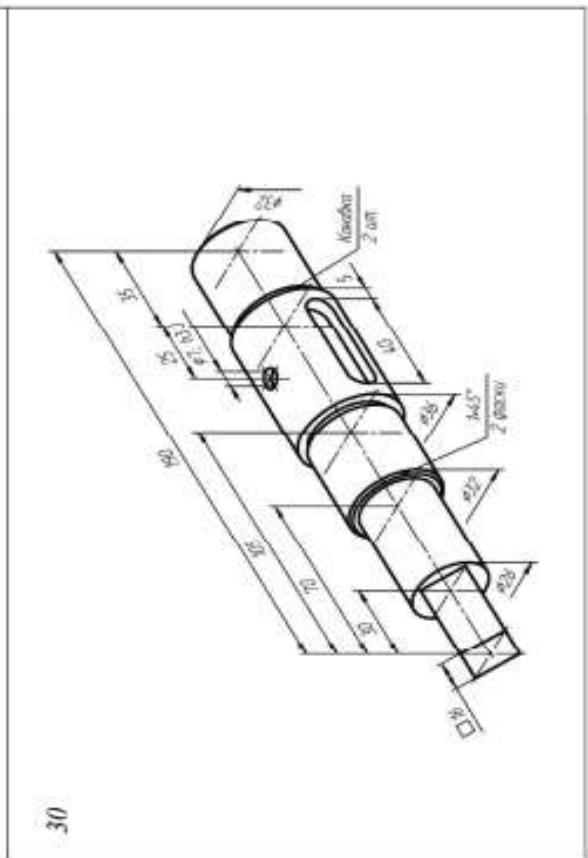
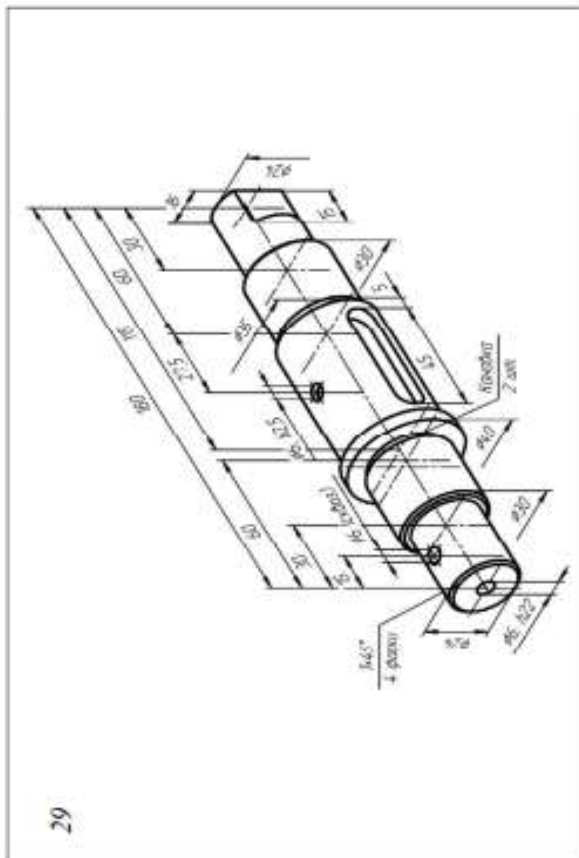
2





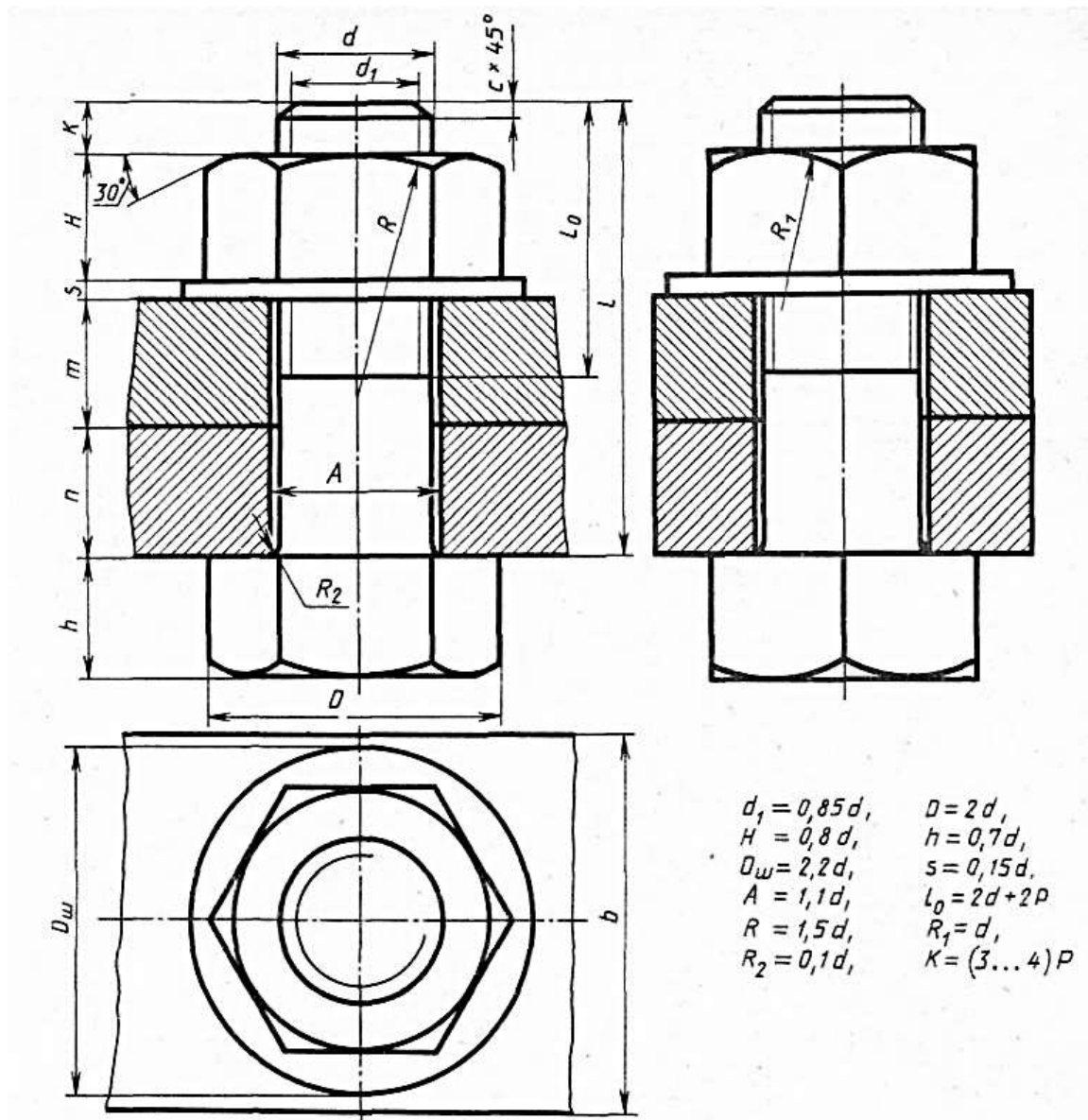






Қосымша 8

Бұрандамалық қосылысқа арналған тапсырмалық нұсқалар

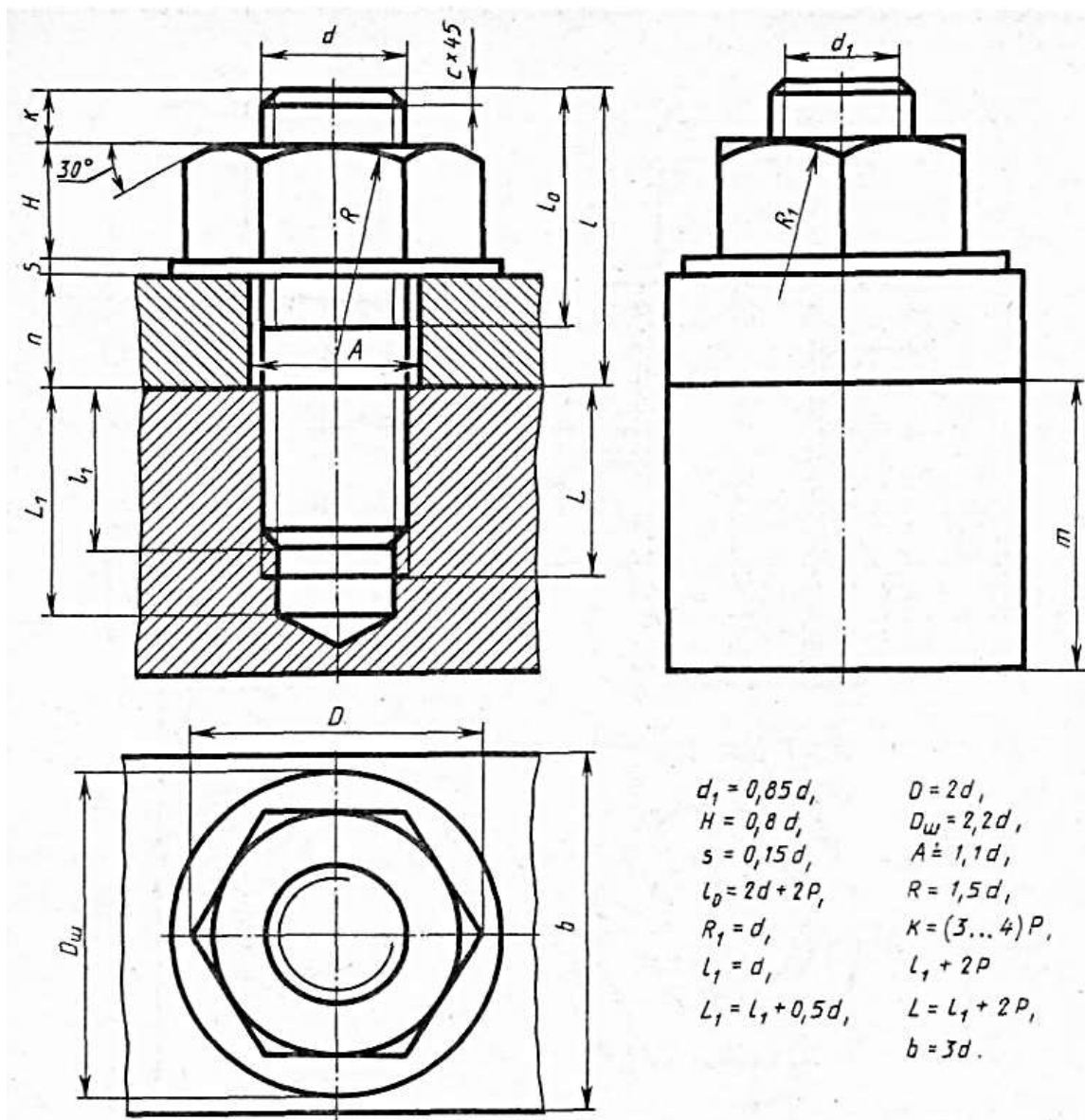


$$\begin{aligned}
 d_1 &= 0,85d, & D &= 2d, \\
 H &= 0,8d, & h &= 0,7d, \\
 D_w &= 2,2d, & s &= 0,15d, \\
 A &= 1,1d, & L_0 &= 2d + 2P \\
 R &= 1,5d, & R_1 &= d, \\
 R_2 &= 0,1d, & K &= (3 \dots 4)P
 \end{aligned}$$

№ варианты	d	n	m	c	№ варианты	d	n	m	c
1	16	25	50	2	16	20	15	25	2,5
2	20	18	30	2,5	17	30	20	30	2,5
3	16	25	50	2	18	20	30	20	2,5
4	24	16	40	2,5	19	24	20	30	2,5
5	30	20	30	2,5	20	16	20	45	2
6	24	20	40	2,5	21	20	25	25	2,5
7	20	15	35	2,5	22	24	15	40	2,5
8	16	25	50	2	23	30	18	35	2,5
9	24	24	30	2,5	24	24	10	40	2,5
10	20	30	25	2,5	25	30	20	35	2,5
11	24	30	20	2,5	26	20	15	25	2,5
12	30	30	30	2,5	27	24	15	30	2,5
13	20	15	40	2,5	28	16	15	25	2
14	24	30	20	2,5	29	24	20	25	2,5
15	30	10	40	2,5	30	20	10	30	2,5

Қосымша 9

Бұрамасұқпалы қосылысқа арналған нұсқалар



$$\begin{aligned}
 d_1 &= 0,85 d, & D &= 2d, \\
 H &= 0,8 d, & D_{ш} &= 2,2d, \\
 s &= 0,15 d, & A &\approx 1,1d, \\
 l_0 &= 2d + 2P, & R &= 1,5d, \\
 R_1 &= d, & K &= (3 \dots 4)P, \\
 l_1 &= d, & & l_1 + 2P, \\
 L_1 &= l_1 + 0,5d, & L &= L_1 + 2P, \\
 & & b &= 3d.
 \end{aligned}$$

№ вари- анта	d	n	m	c	№ вари- анта	d	n	m	c
1	16	45	55	2	16	30	35	70	2,5
2	20	28	50	2,5	17	24	24	55	2,5
3	30	30	70	2,5	18	20	20	40	2,0
4	20	20	56	2,5	19	20	25	45	2,5
5	24	24	70	2,5	20	30	26	50	2,5
6	30	35	80	2,5	21	24	22	50	2,5
7	20	25	50	2,5	22	16	22	40	2,5
8	16	22	48	2,0	23	20	24	40	2,5
9	20	38	50	2,5	24	30	30	50	2,5
10	20	25	50	2,5	25	20	25	45	2,5
11	30	25	70	2,5	26	24	22	50	2,5
12	24	28	75	2,5	27	30	26	60	2,5
13	24	25	45	2,0	28	16	20	40	2,5
14	20	26	50	2,5	29	20	20	40	2,5
15	30	30	70	2,5	30	30	25	60	2,5

Қолбатыр Серік Әбдікәрімұлы

Сызба геометрия және инженерлік графика

Оқу құралы

Баспаға 29.11.2022 ұсынылды.
Пішіні 60-901/16. Көлемі 13,7 б.т.
Таралымы 500 дана. Тапсырыс № 89

ТОО «ADAL КІТАП»
Алматы қ, Ключков 106 үй, 301 кеңсе
Телефон: +77471555680
e-mail: adalkitap@mail.ru