

У. АБДУЛЛАЕВ

ЧИЗМА ГЕОМЕТРИЯ ВА ЧИЗМАЧИЛИК АСОСЛАРИ

*Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги
олий техника билимгоҳларининг талабалари учун дарслик сифатида
тавсия этган*

ТОШКЕНТ
«ЎЗБЕКИСТОН»

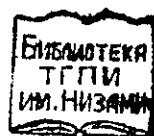
22.151.3

A 15

Махсус муҳаррир: доцент Э. СОБИТОВ

Тақризчи: техника фанлари номзоди, доцент П. ОДИЛОВ

Муҳаррир: А. ҲАКИМЖОНОВА



У-5528/5

ISBN 5-640-01517-9

А 2004020000-06
М351(04)95 99

© «ЎЗБЕКИСТОН» нашриёти, 1999 й.

КИРИШ

Маълумки, халқ хўжалиги ва саноатни ривожлантиришда илмий техникани, технологик жараёнларни автоматлаштириш, робот-техника ва электрон ҳисоблаш техникаси каби зарурий муаммоларга кенг ўрин берилмоқда. Техниканинг жадаллик билан ривожланиши эса етишиб чикаётган мутахассисларнинг замонавий билим тажрибасига боғлиқдир. Бу борада техника билимгоҳларида замон талабига жавоб берадиган, ҳар томонлама етук, қобилиятли муҳандислар тайёрланиши лозим. Бўлажак муҳандис-мутахассис ўз касби бўйича кенг билимга эга бўлиш билан бирга бошқа соҳадаги муҳандислик масалаларини ҳам чуқур мушоҳада қилиш қобилиятига эга бўлиши керак. Ҳар қандай фан бизни ўраб турган борлиқнинг қонуниятларини ўрганади ва ўз изланишлари билан табиат билимини бойитади. Олий техника билимгоҳларида ўқитиладиган техника фанларидан чизма геометрия ва чизмачилик фанлари ўқувчини шундай билимга эга қиладики, у муҳандисликка оид амалий масалаларни мустақил еча олади. Бу фан нарсаларнинг геометрик хусусиятларини тасвирлаш усуллари ёрдамида уларнинг шакллари, ўлчамлари ва ўзаро жойлашишлари ҳамда метрик ва позицион масалаларни ечиш алгоритмларини ўрганади. Бу билан ўқувчининг фазовий тасаввурини кенгайтиради, тасвирларни ясаш ва уларни ўқий билишга ўргатади. Чизма геометрия қонунлари ёрдамида фақат кўриниб турган буюмни эмас, балки ижодкор тасаввуридаги нарса ёки шаклларнинг текисликдаги тасвирларини ясаш усулларини ҳосил қилиш ҳамда шаклларнинг текисликдаги тасвирларига кўра уларнинг ўзаро жойлашишларига оид геометрик масалаларни ечиш усуллари ўрганилади. Юқоридаги усул ва билимлар ёрдамида проекциялаш усулларига асосланиб жисмларнинг текисликдаги чизмалари ҳосил қилинади. Бу чизмалар ёрдамида деталлар, машиналар ва уларнинг қисмлари ишлаб чиқилади.

Умуман олганда муҳандислик графикаси фани ўз олдига қуйидаги асосий вазифаларни қўяди:

1. Фазовий шаклларнинг текисликдаги тасвирларини, яъни чизмаларини ясаш усулларини ўргатиш.

2. Чизмада геометрик масалаларни график йўл билан ечиш усулларини ўргатиш.

3. Шаклларнинг берилган текис чизмалари бўйича уларнинг фазовий кўринишини, вазиятини тасаввур қилиш ҳамда уларнинг яққол тасвирини ясаш усулларини ўргатиш.

4. Шаклларнинг график ва аналитик моделлари ва уларнинг бирдан иккинчисига ўтиш усулларини ўргатиш.

Ҳар бир муҳандис-мутахассис чизма геометрия қоидалари ва чизмачилик стандартларининг талабларига асосан буюмнинг чизмасини мустақил тузиши ва уни тўғри ўқиши, чизмалардан моҳирона фойдаланиб, ўз фикрини баён эта олиши лозим.

Ушбу дарслик 16 бобдан иборат бўлиб, улар қуйидагилардир: чизма тузишнинг назарий асослари, аксонометрик проекциялар, график ишларни бажариш тўғрисида дастлабки маълумотлар, буюмларнинг тасвири, бирикмалар, эскизлар, машинасозлик чизмалари. Булардан ташқари дарсликдан резъбанинг ҳосил бўлиши, резъбали деталларнинг чизилиши ва уларнинг бирикмалари, резъбаларнинг белгиланиши, деталь юзаларининг гадир-будурлигини аниқлаш усуллари ва уларни белгилаш каби мавзулар ҳам ўрин олган. Дарсликнинг биринчи чизма геометрия қисмида курснинг назарий асосидан ташқари турли метрик ва позицион масалаларни ечиш усуллари ва уларнинг алгоритми символик белгилар билан берилган. Иккинчи чизмачилик қисмида эса ҳар бир бўлимдан кейин курс ишларига оид масалалар ечиб кўрсатилган. Бу эса талабаларнинг курс ишларини бажаришларида ва тест имтиҳонига тайёрланишларида муҳим аҳамиятга эга. Дарсликнинг қўлёзмасини ниҳоятда эътибор билан ўқиб чиқиб, унинг мазмуни ва сифатини яна ҳам яхшилашга қаратилган фойдали маслаҳатлари учун Тошкент давлат педагогика институти чизма геометрия ва чизмачилик кафедрасининг мудирини доцент П. Одилов ҳамда Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти муҳандислик графикаси кафедрасининг мудирини, доцент Э. Собитовга муаллиф ўз миннатдорчилигини изҳор этади.

ДАРСЛИКДА ҚАБУЛ ҚИЛИНГАН ШАРТЛИ БЕЛГИЛАР

Дарсликда бир катор шартли белгилар қабул қилинган бўлиб, улар қуйидагилар:

1. Фазодаги нукталар — лотин алфавитининг бош ҳарфлари $A, B, C, D, E, \dots$ ёки $1, 2, 3, \dots$ ракамлар билан берилган.

2. Фазодаги тўғри ёки эгри чизиклар — лотин алфавитининг ёзма ҳарфлари $a, b, c, \dots$ билан берилган.

3. Текислик — грек алфавитининг босма ҳарфлари $\Gamma, \Lambda, \Pi, \Sigma, \Phi, \dots$ билан берилган.

4. Проекциялар текислиги — грек алфавитининг босма ҳарфи билан изоҳланган, чунончи: Π_1 — горизонтал проекциялар текислиги, Π_2 — фронтал проекциялар текислиги, Π_3 — профил проекциялар текислиги.

5. Проекциялар текисликларини алмаштириш усулидаги янги проекциялар текисликлари — Π ҳарфининг ўнг томонини пастки қисмига текисликнинг тартиб раками ёзилади. Масалан, $\Pi_4, \Pi_5, \Pi_6, \dots$

6. Геометрик шаклларнинг берилиши — қавсда кўрсатилиб, ёнига шаклнинг белгиланган номи ёзилади.

Масалан, a (A, B) — a тўғри чизик A ва B нукталар билан берилган; Γ (A, B, C) — Γ текислик, A, B ва C нукталар билан берилган; Γ (a, A) — Γ текислик a тўғри чизик ва A нукта билан берилган; Γ ($a \cap b$) — Γ текислик кесишувчи a ва b тўғри чизиклар билан берилган.

7. Бурчаклар — грек алфавитининг ёзма ҳарфлари α, β ва γ билан берилган.

8. Махсус чизиклар: h — горизонтал чизик, f — фронтал чизик.

9. Умумий ва проекцияловчи вазиятдаги текисликларнинг излари: Γ_n — Γ текисликнинг горизонтал изи. Γ_n — Γ текисликнинг фронтал изи.

10. Айланиш ўқлари — i, j ҳарфлар билан берилган.

11. Геометрик шаклдаги нукта, тўғри чизик ва

текисликларнинг айлангандан кейинги вазиятлари қуйидагича белгиланади:

нукталар — $\bar{A}_1, \bar{A}_2, \bar{A}_3, \dots$;

тўғри чизиклар — $\bar{a}_1, \bar{a}_2, \bar{a}_3, \dots$;

текисликлар — $\bar{\Gamma}_1, \bar{\Gamma}_2, \bar{\Gamma}_3, \dots$.

12. Геометрик шаклларнинг устма-уст тушиши $\equiv$ белги (учта чизик) билан; масалан, $a \equiv b, A_1 \equiv B_1$.

13. Геометрик шаклларнинг ўзаро тегишлилиги $\in$ белги билан;

Масалан, $A \in a$ — A нукта « a » тўғри чизикка тегишли;
 $h \in \Gamma$ — h тўғри чизик Γ текисликка тегишли.

14. Геометрик шаклларнинг ўзаро кесишиши « $\cap$ » белги билан, масалан, $a \cap b, \Gamma \cap \Phi$.

15. $=$ — геометрик шаклларнинг кесишишидан ёки бир-бирларини муносабатларидан келиб чиқадиган натижа белгиси, масалан,

$$K = a \cap b; m = \Gamma \cap \Phi$$

16. $\parallel$ — параллеллик белгиси, масалан $a \parallel b; a \parallel \Gamma$.

17. $\perp$ — перпендикулярлик белгиси, масалан, $a \perp \Gamma$.

18. $\square$ — тўғри бурчак белгиси.

19. $\vee$ — «ёки» маъносида.

20. $\wedge$ — «ва» маъносида.

1-6 о б. КОНСТРУКТОРЛИК ҲУЖЖАТЛАРИ ВА УЛАРНИ ТАЙЁРЛАШ

1.1-§. Конструкторлик ҳужжатларининг ягона тизими

Буюмлар чизмаларининг кенг миқёсда ишлатилиши ва уларни ҳар хил кўринишда бажарилиши буюмни тайёрлашда бирмунча қийинчиликлар келиб чиқишига сабаб бўлди. Масалан, машинасозликнинг ривожланиши деталларнинг ягона нусхасини тайёрлаш ва бу нусха чизмаларини маълум бир қоидага амал қилиб бажарилиши зарурлигини тақозо қилади. Собик Иттифокда бу қоидалар давлат стандартлари билан белгиланган. Ҳозирги вақтда ҳамма стандартлар битта конструкторлик ҳужжатларининг ягона тизимига (ЕСКД)* бирлаштирилган. Кейинчалик халқаро стандартлаштириш ташкилотларининг таклифлари ҳисобга олиниб, ЕСКД таркибига қўшимча стандартлар киритилди.

ЕСКД таркибига кирувчи стандартлар қуйидаги таснифий гуруҳларга бўлинади ва ҳар бирига шифр белгиланади (1-жадвал).

Дарсликда 1, 2, 3, 4 ва 7 гурппадаги стандартларга кирувчи материаллар ва собик иттифокда тасдиқланган СЭВ стандартларига тушунча берилган. Стандарт СЭВнинг кўп қисми собик иттифокдаги стандартларга мос келади. Шунинг учун стандартлар белгиланганда, масалан, ГОСТ 2.301—68 (ст СЭВ 1181—78) «Форматлар» кўринишида ёзилади. ЕСКД таркибига кирувчи стандартларда буюмлар турлари, конструкторлик ҳужжатларининг турлари ва уларни тайёрлаш кабилар кўрсатилган. Буюм турлари. Буюм деб, саноат корхоналарида (ГОСТ 2.101. 68* (стСЭВ 364—76) га асосан) ишлаб чиқиладиган ҳар қандай предмет ва предметлар тўпламига айтилади.

Буюмлар стандартга мувофиқ деталлар, йиғма бирликлар, комплекслар ва комплектларга бўлинади.

* ЕСКД — Единая система конструкторской документации (конструкторлик ҳужжатларининг ягона тизими).

ЕСКДдаги стандартларнинг таснифий группалари

Группанинг шифри	Стандартларнинг группадаги номи	Стандарт рақамлари
0	Умумий қоидалар	ГОСТ 2.001—70 ГОСТ 2.034—83
1	Асосий қоидалар	ГОСТ 2.101—68 ГОСТ 2.124—85
2	Конструкторлик ҳужжатларида буюмлар таснифи ва белгилари	ГОСТ 2.201—80
3	Чизмаларни тайёрлаш бўйича умумий қоидалар	ГОСТ 2.301—68 ГОСТ 2.321—84
4	Машинасозлик ва асбобсозлик чизмаларини бажариш қоидалари	ГОСТ 2.401—68 ГОСТ 2.430—85
5	Конструкторлик ҳужжатларини ҳисобга олиш, сақлаш, дубликатларини олиш, ўзгартишлар киритиш қоидалари	ГОСТ 2.501—68... ГОСТ 2.505—82
6	Эксплуатация ва ремонт ҳужжатларини бажариш қоидалари	ГОСТ 2.601—68... ГОСТ 2.609—79
7	Чизма бажариш қоидалари ва уларда қўлланиладиган график белгилар	ГОСТ 2.701—76 ГОСТ 2.797—81
8	Қурилиш ва кemasозлик ҳужжатларини бажариш қоидалари	ГОСТ 2.801—74 ГОСТ 2.857—75
9	Конструкторлик ҳужжатларини тайёрлаш бўйича қолган ҳамма стандартлар	—

Деталь деб, номлари бўйича бир жинсли ва маркали материалдан йиғиш усулларининг иштирокисиз тайёрланган буюмга айтилади. Масалан, вал, поршень, шатун, куйма корпус кабилар.

Йиғма бирликлар деб, таркибий қисмлари ўзаро пайвандлаш, елимлаш, парчинлаш ва резьба ёрдамида маҳкамлаш каби усуллар билан бириктирилган буюмларга айтилади.

Стандартлар қуйдаги махсус тузилиш белгисига ва номларига эга

Масалан: ГОСТ 2. 303—68 «Чизиқлар»

Дав- лат стан- дарти	ЕСКДга кирувчи стандарт- нинг но- мери	Группа шиф- ри	Группадаги стандартнинг тартиб рақами	Рўйхатга олинган йил	Но- ми
-------------------------------	--	-------------------	--	----------------------------	-----------

Масалан, станок, автомобиль, телефон аппарати ва бошқалар.

Комплекс — бу икки ва ундан ортиқ махсуслаштирилган буюмлар тайёрловчи корхонада йиғиш усули билан бирлаштирилмаган, лекин ўзаро бир-бирига боғлиқ эксплуатацион вазифаларни бажариши кўзда тутилган буюм.

Комплексдаги ҳар бир буюм комплекс учун бир неча асосий вазифаларни бажаришга хизмат қилади. Масалан, цех-автомат, завод-автомат, телефон-автомат станцияси.

Бундан ташқари комплексдаги деталлар, йиғма бирликлар ва комплектлар ёрдамчи вазифаларни бажаради. Масалан, деталлар ва йиғма бирликлар ишлаш жойида комплексни ўрнатиш, эҳтиёт қисмлар комплекти ва бошқалар.

Комплект деганда, тайёрловчи корхонада йиғиш усули билан бириктирилмаган, умумий ёрдамчи характердаги вазифаларга эга бўлган икки ва ундан ортиқ буюмлар тушунилади. Масалан, эҳтиёт қисмлар комплекти, ўлчаш аппаратлари комплекти ва бошқалар.

Ўқув жараёнларида асосан деталлар ва уларнинг йиғма бирликлари қўлланади.

1.2- §. Конструкторлик хужжатларининг турлари

Конструкторлик хужжатлари турига асосан чизма ва ёзма баёнли хужжатлар киради. Бу хужжатлар алоҳида ёки биргаликда буюмнинг таркиби, тузилиши ва уни тайёрлаш, текшириш, қабул қилиш, ишлатиш ҳамда таъмирлаш ҳақидаги маълумотларни ўз ичига олади ва ГОСТ 2.102—68* (СТСЭВ 4768—84) бўйича деталь чизмаси, йиғиш чизмаси, умумий кўриниш чизмаси, назарий чизма, габарит чизма, ўрнатиш чизмаси, чизма,

тавсифлаш, тушунтириш хати, техникавий шартлар ва бошка ҳужжат турларига бўлинади.

Деталь чизмаси деб, деталнинг тасвири ва уни тайёрлаш, назорат қилиш учун етарли бўлган маълумотларни ўз ичига олган ҳужжатларга айтилади. Йиғиш чизмаси деб, йиғма бирлигининг тасвири ва уни йиғиш, текшириш ҳақидаги маълумотларни кўрсатувчи ҳужжатга айтилади. Бу чизмага, шунингдек электр, гидро ва пневмо ўрнатиш чизмалари ҳам киради. Умумий кўриниш чизмаси деб, буюмларнинг тузилишини ва уларнинг таркибий қисмларининг ўзаро ҳаракатини аниқловчи ҳужжатга айтилади. Ўрнатиш чизмаси деганда, буюмнинг содалашган тасвири ва уни ўрнатиш учун керакли бўлган маълумотларга эга бўлган ҳужжат тушунилади.

Схема деб, буюмнинг ёки унинг таркибий қисмларини ва улар ўртасидаги ўзаро боғланишнинг шартли тасвири ёки белгиланишини кўрсатувчи ҳужжатга айтилади. Спецификация деб, йиғма бирлик, комплекс ва комплектларнинг таркибий қисмларини аниқловчи ҳужжатга айтилади. Тушунтириш хати деб, буюмнинг тузилишини ва унинг ҳаракат услубини, шунингдек уни ишлаб чиқишдаги техникавий ва иктисодий кўрсаткичларни тасдиқловчи ҳужжатга айтилади.

Техникавий шартлар деб, буюмни тайёрлаш, кузатиш, қабул қилиш ёки тегишли жойларга юбориш каби бошка конструкторлик ҳужжатларида кўрсатиш максадга мувофиқ бўлмаган талабларни ўз ичига олувчи ҳужжатга айтилади. Конструкторлик ҳужжатлари ишлаб чиқиш даражасига қараб лойиҳалаш (техникавий таклифлар, эскиз ва лойиҳалар) ва иш ҳужжатларига бўлинади.

ГОСТ 2.102—68* га мувофиқ конструкторлик ҳужжатлари бажариш усулларига қараб қуйидагиларга бўлинади: а) Оригиналлар — хоҳланган материалда бажарилган бўлиб, асл нусхалар тайёрлаш учун ишлатилади. б) Асл нусхалар — ҳар қандай материалда бажарилган ва масъул шахсларнинг имзолари билан расмийлаштирилган, нусха кўчириш имкониятига эга бўлган ҳужжат. в) Дубликатлар — исталган материалда, асл нусхалардан олинган нусхалар бўлиб, асл нусханинг қийматини сақловчи ва уни (асл нусхаларини) қайта тиклаш, шунингдек нусхалар кўчириш имкониятига эга бўлган ҳужжат. г) Нусхалар — асл нусханинг қийматини сақлаб қолувчи ҳужжат бўлиб, буюмни ишлаб чиқишда ва таъмирлаш ишларида фойдаланиш учун керак бўлган ҳужжатдир.

д) Эскиз хужжатлари — бу ишлаб чиқаришда бир марта фойдаланиш учун мўлжалланган хужжатдир.

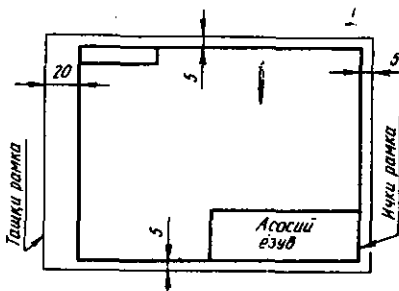
Ўқув жараёнида курс ва диплом ишларини бажариш учун асосан деталь чизмалари, умумий кўриниш, йиғиш чизмаси, схемалар, жадваллар таснифи, тушунтириш хати каби хужжатлар ишлаб чиқилади. Қуйида ўқув ишларини бажариш учун зарур бўлган деталлар чизмасини расмийлаштириш қоидалари (умумий кўриниш, йиғма чизмаси ва спецификациялар) кўрсатилган.

1.3-§. Чизмаларни тайёрлашдаги умумий қоидалар

Чизмалар конструкторлик хужжатларининг ягона тизимига кирувчи форматлар, масштаблар, чизик турлари, шрифтлар, асосий ёзувлар ва б. қ. қоидаларга асосан тахт қилинади.

1.3.1. Форматлар. Чизма қоғозидан тўғри ва чиқиндисиз фойдаланиш ҳамда чизмаларни сақлаш қулай бўлиши учун ГОСТ 2.301—68* (СТ СЭВ 1181—78) га мувофиқ чизмалар чизма қоғозига стандартда тавсия этилган аниқ формат ўлчамлари бўйича бажарилади (2- жадвал).

Листнинг формати унинг ташқи қирғоғининг ўлчамлари билан аниқланади ва туташ ингичка чизик билан чизилади (1- шакл). Ички рамка туташ йўғон чизик билан чизилади. Бунда унинг юқори, ўнг ва пастки томонлари ташқи рамкадан 5 мм, листни тикиш учун чап томонидан 20 мм масофа қолдириб чизилади. Томонларининг ўлчами 841×1189 мм, юзаси 1 м^2 га тенг бўлган формат, асосий формат деб қабул қилинади ва у АО билан



белгиланади. Хар бир кейинги асосий формат ундан олдинги форматнинг узун томонини тенг иккига бўлишдан келиб чиқади (2- шакл). 2- жадвалдаги А харфидан кейинги рақам асос қилиб олинган форматни неча марта бўлинганини билдиради. Зарур бўлган ҳолларда А5 форматдан фойдаланилади. Асосий форматлардан фойдаланиш ноқулай бўлганида қўшимча форматлардан ҳам фойдаланилади. Қўшимча форматлар, фор-

Асосий ва қўшимча форматлар

Асосий форматлар		Қўшимча форматлар	
Формат-нинг белгиси	Формат томонларининг ўлчамлари, мм	Форматлар белгиси	Формат томонларининг ўлчамлари, мм
A0	841X1189	A0X2	1189 X 1682
		A0X3	1189 X 2523
A1	594X841	A1X3	841 X 1783
		A1X4	841 X 2378
A2	420X594	A2X3	594 X 1261
		A2X4	594 X 1682
		A2X5	594 X 2102
A3	297X420	A3X3	420 X 891
		A3X4	420 X 1189
		A3X5	420 X 1486
		A3X6	420 X 1783
A4	210X297	A4X3	297 X 630
		A4X4	297 X 841
		A4X5	297 X 1051
		A4X6	297 X 1261

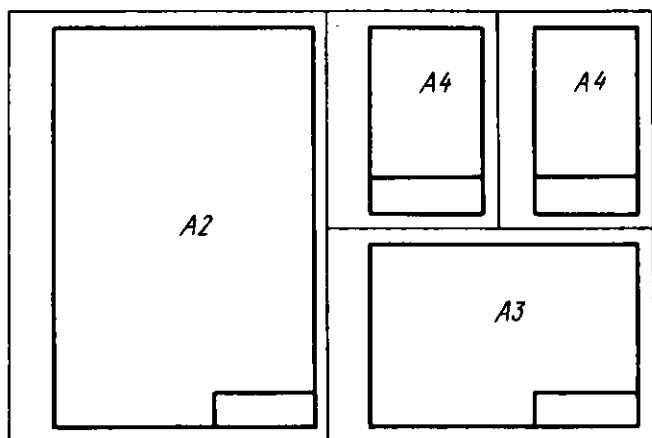
матларнинг қисқа томонларини қаррали кўпайтириш билан ҳосил қилинади.

1.3.2. Асосий ёзувлар. Ҳар бир конструкторлик ҳужжатидаги форматнинг пастки ўнг бурчагига асосий ёзув жойлаштирилади. А4 форматнинг қисқа томонининг пастига (ўнг бурчагига) чизманинг асосий ёзуви жойлаштирилади (3-шакл). Чизмалардаги асосий ёзувлар ГОСТ 2.104—68* (СТСЭВ 140—74, СТСЭВ 365—76) га биноан бажарилади.

Ўқув ишларида асосий ёзув катаклари қуйидагича тўлдирилади (4-шакл):

1-катак — деталь ёки йиғма бирлик номи.

2-катак — ҳужжатнинг олийгоҳда қабул қилинган тартиби бўйича белгиси.



2- шакл

3- каток — деталь материалнинг номи (белгиланиши) — бу каток деталь чизмаларида тўлдирилади.

4- каток — шу ҳужжатга берилган литери (тўлғизиш шарт эмас).

5- каток — буюмнинг массаси (ўқув чизмаларида тўлғазилмайди).

6- каток — буюмнинг масштаби.

7- каток — листнинг тартиб рақами (битта листдан иборат бўлган ҳужжатларда бу каток тўлғазилмайди).

8- каток — ушбу ҳужжатнинг умумий листлари сони (листлар сони, фақат ҳужжатнинг биринчи листида тўлғазилади).

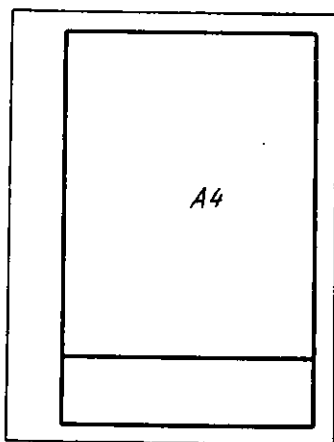
9- каток — олийгоҳ номи ёки группа белгиси.

10- каток — ҳужжатга имзо қўйган шахснинг вазифаси.

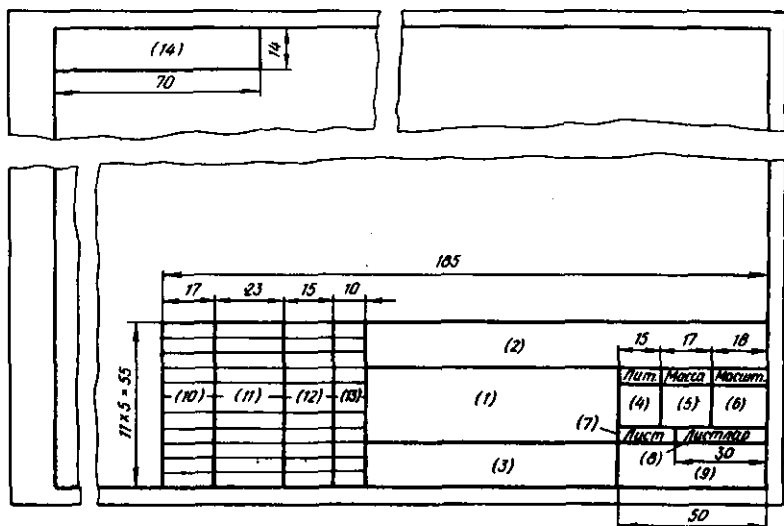
Масалан: Чизди (талаба)

Текширди (ўқитувчи)

11- каток — ҳужжатга имзо қўйган шахсларнинг исми шарифи.



3- шакл



4- шакл

12- каток — 11- катокда кўрсатилган шахсларнинг им-
золари.

13- каток -- ҳужжатга имзо қўйилган сана.

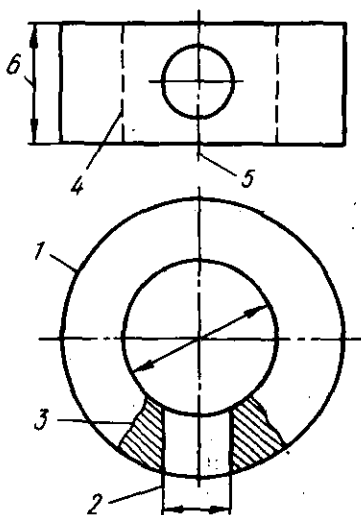
1.3.3. Масштаблар. Буюмнинг чизмасини унинг
хақиқий ўлчамида катталаштириб ёки кичиклаштириб
чизиш мумкин. Масштаб деб, чизмадаги кесма узунлиги
қийматининг унинг хақиқий узунлиги қиймати нисба-
тига айтилади. Масштаблар ГОСТ 2.303—68* (СТСЭВ
1180—78) га мувофиқ уч турга бўлинади (3- жадвал).

3 - жадвал

Хақиқий масштаб	1:1						
Кичрайтириш масш- таблари	1:2	1:2,5	1:4	1:5	1:10	1:15	1:20...
Катталаштириш мас- штаблари	2:1	2,5:1	4:1	5:1	10:1	20:1	40:1...

Масштаб асосий ёзув катигада 1:1; 1:2; 2:1... кўрини-
шида, қолган ҳолларда эса М 1:1; М 1:2; М 2:1 тарзда
ёзилади, яъни масштаб белгисининг олдида «М» ҳарфи
қўйилади. Чизма қандай масштабда чизилишидан қатъи
назар, ҳар доим унинг хақиқий ўлчамлари қўйилади.

1.3.4. Чизик турлари. Буюм чизмаларини аниқ ва яққол кўрсатиш учун ГОСТ 2.303—68* (СТСЭВ 1178—78) га мувофиқ ҳар хил турдаги чизиклар ишлатилади (4-жадвал). Чизманинг кўринадиган асосий контур чизигини, сиртларнинг кесишиш чизикларини, қирқим ва кесим таркибига кирувчи контур чизикларини чизишда йўғон асосий туташ чизик ишлатилади. Бу чизикнинг йўғонлиги $s=0,5...1,4$ мм оралиқда бўлади. Ўқув чизмаларида чизик йўғонлигини $s=0,8...1$ мм қилиб чизиш тавсия этилади. Чизмада ишлатиладиган бошқа чизикларнинг йўғонлиги шу асосий туташ чизик йўғонлигига қараб танлаб олинади. Бундай чизикларнинг турлари ва ишлатиш жойлари 4-жадвалда келтирилган. 5-шаклдаги чизмада чизиклар қуйидагича номланади: рақамлар билан белгиланган: 1 — асосий туташ чизик; 2 — ингичка туташ чизик; 3 — туташ тўлқин чизик; 4 — штрих чизик; 5 — ингичка штрих-пунктир чизик; 6 — ўлчам чизиги.



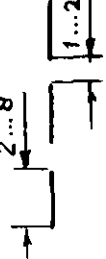
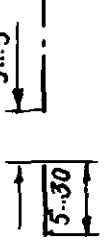
5-шакл

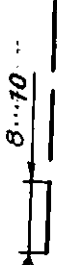
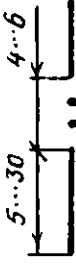
1.3.5. Чизмаларни бажаришга оид талаблар. Буюмларнинг чизмаларини чизиш асосан икки босқичга бўлинади: биринчи босқич — чизмани қаламда ингичка чи-

зиклар билан чизиш, иккинчи босқич — бу чизманинг чизикларини устидан қалам билан юргизиб чиқиш. Бунда аввал айлана, айлана ёйлари ва эгри чизикларни устидан юргизиб чиқиш, сўнгра қолган оғма ва тўғри чизикларни чизиш тавсия этилади. Чизмадаги штриховка чизиклари ўқ ёки асосий чизикларга нисбатан 45° да чизилиб, уларнинг оғиши ўнг ва чап томонларга нисбатан бир хилдир.

Чизикларнинг устидан юргизишда қуйидаги кетма-кетликка риоя қилиш тавсия этилади: а) тасвирдаги ҳамма асосий чизиклар (айлана ва ёйлар), сўнгра ҳамма вертикал чизиклар устидан бир хил йўналишдаги оғма чизиклар лекалалли эгри чизиклар юргизилади; б) ингич-

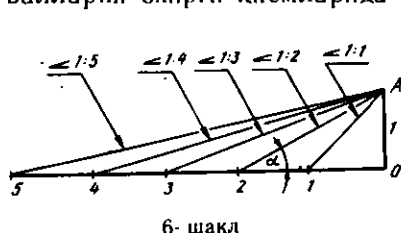
Чизиқларнинг номи, турлари, шакли, йўнлиги, қўлланиш жойлари

Чизиқнинг номи	Чизиқнинг шакли	Чизиқларнинг йўнлиги	Чизиқларнинг қўлланиши
1. Асосий туташ чизиқ		S	Чизманинг кўринар чизиқлари, сиртларнинг кесишish чизиқлари, кесим чизиқлари
2. Ингичка туташ чизиқ		$S/3 \text{ dan } S/2 \text{ гача}$	Чизманинг устига чизилган кесим чизиқлари. Ҳўлам, чиқариш чизиқлари. Штриховка чизими. Чегта чиқариш чизиқлари ва уларнинг тоқчалари.....
3. Туташ гўлқин чизиқ		$S/3 \text{ dan } S/2 \text{ гача}$	Ҳўнқ чизиқлар. Қўрқим ва кўриношларни чегаралаш
4. Штрих чизиқ		$S/3 \dots S/2$	Кўринмас контур чизиқ, кўринмас ўтиш чизиқлари
5. Ингичка штрих-пунктир чизиқ		$S/3 \dots S/2$	Ҳў ва марказий чизиқлар. Чегта чиқарилган ёки чизма устига чизилган кесимнинг симметрик ўқлари

Чизиқнинг номи	Чизиқнинг шакли	Чизиқларнинг ёғтонлиги	Чизиқларнинг қўлланиши
6. Йўгон штрих-пунктир чизиқ		$S/2...2/3 \cdot S$	Буюмнинг юзасига қоплама, иссиқлик ишлов бериладиган жойларни белгилашда ишлатилади
7. Узук чизиқ		$S...1,5S$	Кесим чизиқлари
8. Ингичка туташ синиқ чизиқ		$S/3...S/2$	Узун чизиқларни синдириб кўрсатиш
9. Икки нуқтали ингичка штрих пунктир чизиқ		$S/3...S/2$	Сиртларни ёйилмасида этилиш чизиқлари ва бошқалар

ка туташ ва штрих чизикларнинг устидан юргизилади; в) ўқ ва марказий чизиклар ўлчам чизиклари; стрелкалар, ўлчам рақамлари ва штриховкалаш чизиклари устидан юргизилади. Ишнинг якунида чизмалар сатолардан холи бўлиши учун чизикларнинг йўғонлиги синчиклаб текшириб чиқилади.

1.3.6. Қиялик ва конусликлар. Техникада ишлатиладиган жуда кўп машина деталларида қиялик ва конусликлардан фойдаланилади. Қиялик темир йўллар ва пўлатдан ясалган прокатларнинг кўндаланг кесимларида ишлатилади. Конусликларни токарлик станоклар ва валларни охириги кесимларида учратиш мумкин.



Қиялик. Тўғри бурчакли 50А учбурчакнинг (6-шакл) 5А гипотенузаси билан 05 катети орасида ҳосил бўлган тангенс бурчаги ($\text{tg} \alpha$) қиялик дейилади. Бу ерда α қиялик бурчагидир. Қиялик, яъни $\text{tg} \alpha$ ҳарфи билан белгиланади.

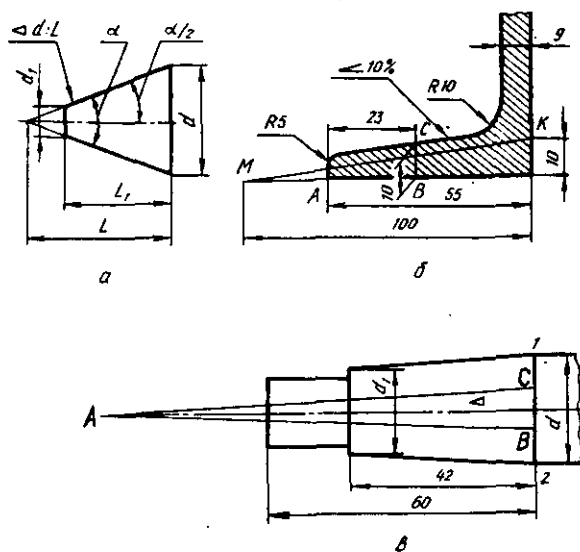
У ОА ва 05 катетларнинг нисбатига тенг, яъни $i = \frac{OA}{05}$. Қияликлар нисбатда ва процентда (фоиз ҳисобида) ифодаланади.

1:1 бўлган қияликни ясаш учун (тўғри бурчакнинг «О» нуктасидан масалан, чапга АО кесмага тенг бўлган кесма ўлчаб қўйилади. Гипотенуза қиялиги 1:1 га тўғри келади. Бу қиялик 45° ли бурчакка мос келади. 1:2 қияликни ясаш учун горизонтал чизикка икки бирлик (02 кесма), 1:3 қиялик учун уч бирлик (03 кесма) ва ҳ. к. ўлчаб қўйилади (6-шакл). А02 учбурчак учун $i = \frac{AO}{02} = \text{tg} \alpha$ формула билан аниқланади.

ГОСТ 2.307—68 (СТСЭВ 1976—79, СТСЭВ 2180—89) га мувофиқ чизмаларда қияликни аниқловчи ўлчам сони олдида $\angle$ белгиси қўйилади, лекин унинг ўтқир бурчаги қиялик томонга йўналган бўлади. Қиялик белгиси икки ўзаро кесишувчи чизикдан иборат бўлиб, улардан бири горизонтал чизик бўлиб, иккинчиси эса тахминан горизонтал чизикка нисбатан 30° га оғган бўлади. Мисол тариқасида швеллер кесимининг профилини ясашида қияликдан фойдаланиш йўллари кўриб чиқамиз. Стандарт бўйича швеллер тоқчасининг қиялиги 10 % қилиб ишланади. Швеллер кўндаланг кесимини (ёки профилини)

ясаш учун қўйидагилар маълум бўлсин: токчаларнинг кенглиги $b=55$ мм, деворининг қалинлиги $s=9$ мм, токчаларнинг ўртача қалинлиги $t=10,0$ мм ва юмалоқлаш радиуслари $R=10,0$, $R_1=5,0$ мм. Қўндаланг кесимни ясаш учун ўзаро перпендикуляр бўлган чизиклар чизиб, b нинг катталиги ва s нинг қиймати ўлчаб қўйилади. Токчаларнинг қиялигини ҳосил қилиш учун четки, масалан «А» нуктадан $\frac{b-s}{2}$ га тенг бўлган узунлик ўлчаб қўйила-

ди ва «В» нуктадан горизонтал чизикка перпендикуляр чиқарилади ҳамда t нинг миқдори ўлчаб қўйилади. «С» нуктадан қиялиги 10 % га тенг бўлган МК чизикка параллел чизик ўтказилади. Натижада токчанинг қиялиги 1:10 бўлади. R ва R_1 радиуслар билан швеллернинг қўндаланг кесими юмалоқлаштирилади (7- шакл, б).



7- шакл

Конуслик деб, конус асосининг диаметрини унинг баландлигига бўлган нисбатига айтилади. Конуслик ҳам қиялик каби нисбатда ёки процентда (фонз ҳисобида) ифодаланади. Конуслик $c = \frac{d}{L}$ формула бўйича аниқланади (7- шакл, а). Агар конус кесик бўлса, конуслик

формуласи куйидагича ёзилади: $c = \frac{d-d_1}{L_1}$ (7- шакл, а).

Бу ерда: d — конус асосининг катта диаметри; d_1 — кичик диаметр; L_1 — кесик конус баландлиги.

Масалан, валнинг диаметри $d=25$ мм, умумий узунлиги $l=60$ мм, конус қисмининг узунлиги $l_1=42$ мм ва конуслик (С) 1:10 бўлса, валнинг конус қисми куйидагича ясалади: аввало ўқ чизикдан фойдаланиб, валнинг цилиндр қисми (конус асоси) $d=25$ мм ўлчам бўйича ясалади. Сўнгра 1:10 ли конуслик ясалади. Бунинг учун конуснинг катта асосидан ўтган ўқнинг юкори ва пастки қисмига 10 мм ва ўқ бўйича узунлиги 100 мм бўлган кесмалар ўлчаб қўйилади. Натижада 1:10 конуслик ҳосил бўлади. Сўнгра 1 ва 2 нукталардан АВ ва АС конуслик чизикларига параллел килиб валнинг конус қисмидаги ясовчилари ўтказилади ва у 42 мм узунликда чегараланади ҳамда конуснинг кичик диаметри d_1 аниқланади (7- шакл, в). Конуслик белгиси тенг томонли учбурчак бўлиб, унинг учи конус учига каратилган бўлади. Чизмаларда конуслик белгиси 7- шакллардагидек кўрсатилади.

1.3.7. Шрифтлар. Ўрта мактабдаёқ чизма шрифтларни ёзишга тўғри келган. Лекин шрифтларнинг ёзилишида кўпинча куйидаги умумий камчиликларга йўл қўйилиши кўзга ташланади:

- 1) Босма ва ёзма шрифтлар аралаштириб ёзилади;
- 2) шрифт ва рақамларнинг ёзилиш шакли аниқ бўлмайди;
- 3) қияликда ёзиладиган айрим шрифтларнинг қиялиги сақланмайди;
- 4) ҳарф ва рақамлар устидан нотекис юргизилади.

Бу камчиликлардан холи бўлиш учун ҳар бир ўқувчи шрифтларга онд материални қайта-қайта ўрганиши, аниқ ва тўғри ёзишга ҳаракат қилиши керак.

Чизмалардаги ва бошқа техникавий ҳужжатлардаги ҳамма ёзувлар, рақамлар ГОСТ 2.304—81 (СТ СЭВ 851—78 ... СТ СЭВ 855—78) га мувофиқ ёзилади. ГОСТ бўйича куйидаги чизма шрифтларининг ўлчамлари белгиланган:

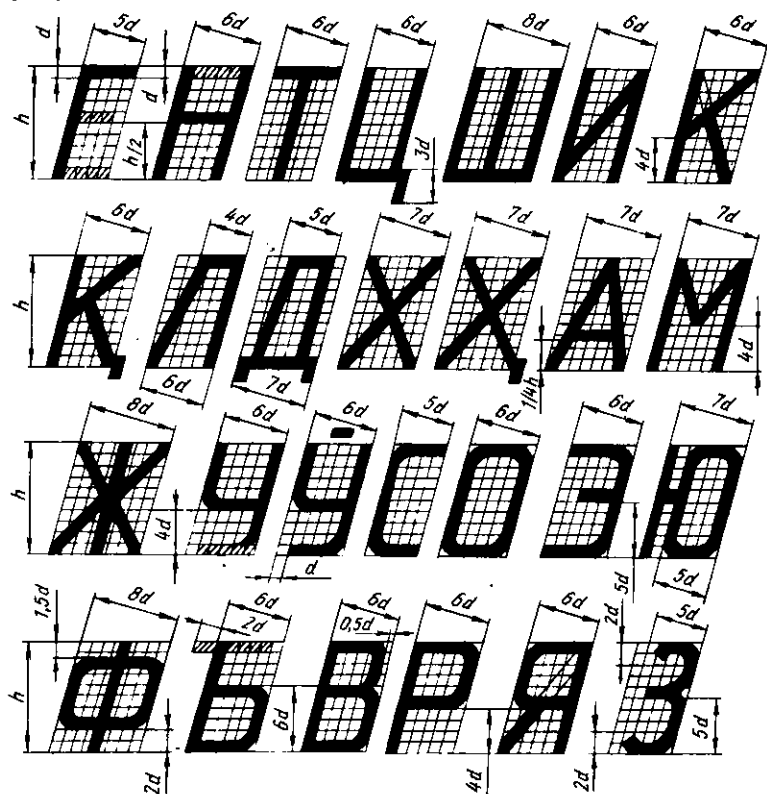
(1,8); 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

Ўқув жараёнида 2,5; 3,5; 5; 7; 10-ўлчамли шрифтлардан кўпроқ фойдаланилади.

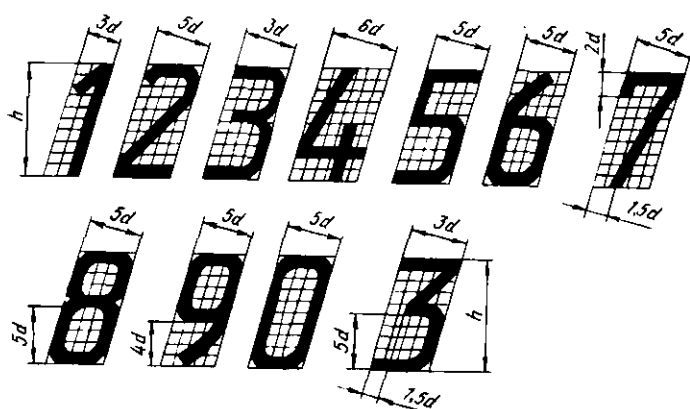
Б турдаги шрифтлар (d-h/10)

Аниқланадиган катталиқ	Белгиси	Ўлчамлар нисбати		Ўлчамлар, мм ҳисобида							
Шрифтнинг ўлчами: босма ҳарфнинг баландлиги ёзма ҳарфнинг баландлиги ҳарфлар орасидаги масофа қаторлар остидаги чизиқлар орасидаги масофа сўзлар орасидаги масофа ҳарф ва рақам чизиқларининг йўғонлиги	h	/10/10/h	10d	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10	14	20
	c	/7/10/h	7d	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10	14
	a	/2/10/h	2d	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0
	b	/17/10/h	17d	3,1	4,3	6,0	8,5	12	17	24	34
	e	/6/10/h	6d	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	12,0
	d	/1/10/h	d	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0

Шрифтнинг ўлчами бош ҳарфларнинг баландлиги h нинг мм даги ўлчамлари билан белгиланади. h баландлик асос чизикка нисбатан перпендикуляр вазиятда ўлчанади. Ҳарфларнинг эни (q) шрифтнинг ўлчами h га нисбатан $q = 6/10 \cdot h$ ёки шрифт чизигининг йўғонлиги d га нисбатан $A \ q = 6d$ бўлади. Стандартга асосан шрифтлар А ва Б турларга бўлинади. Бу шрифтлар асос чизикларига нисбатан 75° қияликда ёки қиялатмасдан (тўғри шрифт бўйича) ёзилади. А турдаги ҳарф ва рақамлар чизикларининг йўғонлиги $h/14$, В турдагиси эса $h/10$ га тенг. Агар ёзувлар фақат босма ҳарфларда ёзилса, сўзнинг биринчи ҳарфи ҳам бошқа ҳарфлар сингари бир хил баландликда ёзилади (5-жадвал). Ёзувлар кичик шрифтларда ёзилса, уларни ёзма ҳарфларда ёзиш тавсия этилади. Бу ҳолда



8-шакл, а



8- шакл, б



8- шакл, в

сўзнинг биринчи ҳарфи босма ҳарфда ёзилиб, йўғонлаштирилмайди. Езувларда учрайдиган ракамларнинг баландлиги босма ҳарфларнинг баландлигига тенг бўлади. Машинасозлик чизмачилигида асосан Б турдаги қиялиги 75° га тенг бўлган шрифтлар (8- шакл, а, б, в) қўлланади. 5- жадвалда Б турдаги ҳарфларнинг ўлчамлари кўрсатилган.

6- жадвалда Б турдаги 10 ўлчамли босма ва ёзма ҳарфларининг кенглиги (q) тўғрисида маълумот келтирилган.

6- жадвалдан кўриниб турибдики, энг кенг ҳарф Ш, чунки 10 ўлчамли босма ҳарфининг эни 9 мм; энг тор ҳарфлар Г, Е, З, С, уларнинг эни 5 мм.

6- жадвал

Б турдаги 10 ўлчамли шрифтнинг кенглиги

Босма ҳарфлар	Ҳарф- нинг эни, мм	Ҳарф- лар сони	Ёзма ҳарфлар	Ҳарф- нинг эни, мм	Ҳарф- лар сони
Ш	9	1	Ш	8	1
Ж, Ф, Ш, Ъ	8	4	Ж, Ф, Ш	7	3
А, Д, М, Ҳ, Ц, Ы, Ю	7	7	а, м, ц, ъ, ы, ю, т	6	7
К, Б, В, И, Й, Л, Н, О	6	16	б, в, г, д, е, з, и	5	20
Ь, П, Р, Т, У, Ч, Э, Я, Г, Е, З, С	5	4	й, к, л, н, с, п, р, у х, ч, ь, э, я		
			с	4	1

6- жадвалда келтирилган ҳарфларнинг кенглигини $7/10$ га кўпайтириш йўли билан 7 ўлчамли ҳарфларнинг кенглиги аниқланади. Масалан, $9 \times 7/10 = 6,3$; $8 \times 7/10 = 5,6$ ва ҳоказолар.

5 ўлчамли ҳарфнинг кенглиги 6- жадвалда берилган ҳарфлар кенглигининг ярмига тенг. Стандарт шрифтларни тўғри ва сифатли ёзиш учун, аввало, ҳарфларни тузилишини синчиклаб ўрганиб, томонлари тўғри чизик бўлган ҳарфлардан бошлаб ёзиш мақсадга мувофиқдир. Бу чизиклар, яъни Г, П, Ц ва бошқа ҳарфларнинг томонлари параллелограмм томонлари билан устма-уст тушади, шунингдек, Н, Ш, Ш ҳарфларининг томонлари эса параллел ҳамда И, М, Х ҳарфларни томонлари параллелограммнинг диагоналларига тўғри келади. А, К, Ж ҳарфларининг ёзилиши бирмунча мураккаброкдир. А ҳарфининг горизонтал чизиғи пастдан тўртинчи катак бўйича ўтказилади. К ҳарфининг юқори қисмидаги қия чизик пастдан тўртинчи катак горизонтал чизик билан

бирлаштирилади. Пастки кияликдаги тўғри чизик параллелограмнинг диагонали бўйича йўналган бўлади.

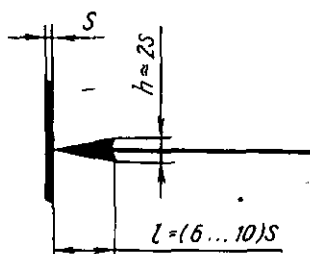
Ж ҳарфининг кия чизиғи ҳарф баландлигининг ўртасидан ўтган горизонтал чизик билан бирлаштирилади. Л ва Д ҳарфларининг юқори чап қисми букилмасдан чизилади. Бундан ташқари Д ҳарфи пастки қисмининг икки томонидан *d* йўғонликда чизик чиқарилади. Р, Б, *b* ва бошқа ҳарфларнинг букилган қисмининг баландлиги (6/10) · *h* га тенг бўлади. Я ҳарфининг кия чизиғи параллелограмнинг диагонали бўйича йўналган бўлади. Бундай ҳарфлар турига юқори қисми очик бўлган У ва Ч ҳарфлари ҳам киради. Ҳарфларни ёзишда форматли чизма қоғозини юза майдонидан унумли фойдаланиш учун ҳарфларни тўғри ва текис жойлаштириш катта аҳамиятга эга. Масалан, 10 ўлчамли босма ҳарфларни ёзиш учун ҳарфлар сони, ҳарфлар кенглиги (6 мм), ҳарфлар орасидаги масофа (2 мм) ва сўзлар орасидаги масофа (8 мм) аниқланади. Сўнгра ҳарфлар сони, улар орасидаги масофа ва сўзлар орасидаги масофалар сонининг йиғиндис сўзлар орасидаги масофа кийматига кўпайтирилиб умумий ёзув катор узунлиги аниқланади.

1.3.8. Ўлчамлар қўйиш қоидалари. Маълумки, буюмнинг ташқи киёфасини тасвирлаш билан бирга унинг чизикли ўлчамларини бериш ҳам лозим. Буюмлар уларнинг ўлчамлари асосида ясалади. Шунинг учун ҳам чизмаларнинг ўлчамлари тўғри ва аниқ қўйилиши катта аҳамиятга эга. Қўпинча деталларнинг чизмалари бу чизмаларни тузган (чизган) кишиларнинг иштирокисиз ўқилади. Шунинг учун детални тайёрлаш учун керакли бўлган ҳамма ўлчамлар берилган бўлиши керак. ГОСТ 2.307—68* (СТ СЭВ 1976—79, СТ СЭВ 2180—80) га мувофиқ чизма ўлчамлари хатосиз, бир марта қўйилади. Қуйида ана шу стандартлардаги асосий ўлчам қўйиш қоидаларини кўрсатамиз.

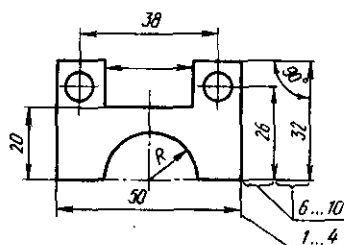
Чизмаларда ўлчамлар ўлчам сони билан кўрсатилади. Ўлчам сони ўлчам чизиғи устки қисмининг тахминан ўртасига қўйилади. Ўлчамлар икки хил бўлади: а) чизикли ўлчамлар; б) бурчакли ўлчамлар.

Чизикли ўлчамлар чизмада мм да кўрсатилади. Агар чизма ўлчамлари бошқа бирликда кўрсатилиши лозим бўлса, ўлчам сони кетига бирлик қўшиб ёзилади, масалан, 28 см. Чизмаларда бурчакли ўлчамлар градус, минут ва секундларда кўрсатилади, масалан, 30°; 80°; 35°20'45".

Ўлчам чизиклари туташ ингичка чизик билан чизилиб икки учи стрелкалар билан чегараланади. Стрелка ўлчанаётган икки нуктанинг чегарасини кўрсатади. Стрелка бурчаги тахминан 20° , узунлиги контур чизикнинг йўғонлигига нисбатан танланади (9-шакл). Ўлчам чизиклари тўғри чизик ёки айлана ёйи кўринишида чизилади. Ўлчам чизиклари контур чизикларига, ўк чизикларига, чиқариш чизикларига нисбатан перпендикуляр қилиб ўтказилади. Ўлчам чизиги билан контур чизиги орасидаги ёки ўзаро параллел ўлчам чизиклари орасидаги масофа 6...10 мм бўлиши керак (10-шакл). Ўлчам чизиклари

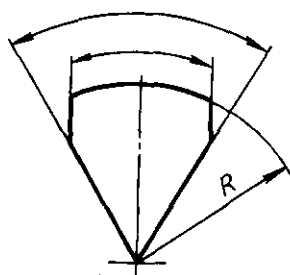


9- шакл

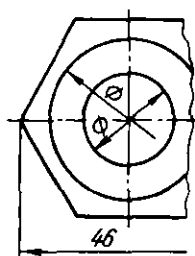


10- шакл

ўзаро кесишмайди. Ўлчам чизиги сифатида контур чизикдан, ўк чизиклардан ва чиқариш чизикларидан фойдаланиш мумкин эмас. Бурчакларнинг ўлчамлари 11-шаклдагидек кўрсатилади. Айлана ёйини кўрсатишда ўлчам сони тепасига ёй белгиси () қўйилади. Чиқариш чизиги контур чизикдан чиқарилади ва стрелкадан 1...5 мм чикиб туради. Ейларнинг радиус ўлчамларини кўрсатишда стрелкани ёйга нисбатан йўналтириб, битта стрелка билан

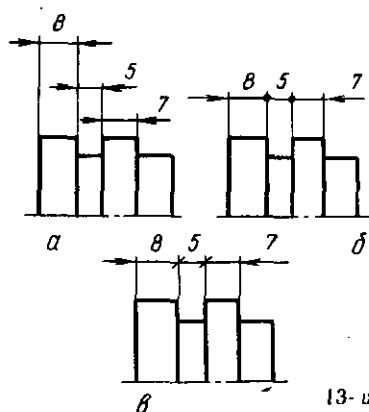


11- шакл

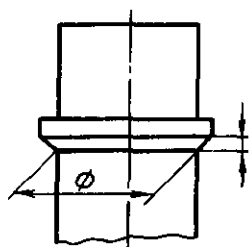


12- шакл

чегараланади. Симметрик деталнинг чизмаси ўқгача кўрсатилса ёки ўқдан ўтказиб узиб қўйилса, ўлчам чизиғи ўқдан ўтказиб узилади (12- шакл). Айлана диаметрини кўрсатишда, ўлчам чизиғи айлана марказидан ўтказиб узилади. Агар чизмада стрелка қўйиш учун ўлчам чизиғининг узунлиги етарли бўлмаса, ўлчам чизиғи давом эттирилиб стрелканинг чиқариш чизиғининг орқа томонига қўйилади (13- шакл, а). 13- шакл, б, в лардагидек ўлчам чизикларида стрелка учун жой кам бўлса, стрелка ўрнида 45° ли кесма чизик ва аниқ нукталар чизилади. Чизмаларда 14- шаклдагидек ўлчам қўйиш лозим бўлса, чиқариш чизиғи ўлчам чизиғига нисбатан қия бўлиб, ўлчанаётган контур чизик билан параллелограм ташкил қилиши керак. Ўлчам сонлари стандарт шрифтлар билан ёзилиб, ўлчам чизиғининг юқори қисмига ва ўлчам чизиғининг ўртасига мўлжаллаб қўйилади. Ракамнинг баландлиги тегишли форматдаги ҳамма чизмалар учун бир хил бўлиши керак. Ўлчам чизик вертикал жойлашган бўлса, ракам чизикка нисбатан чапдан қўйилади.

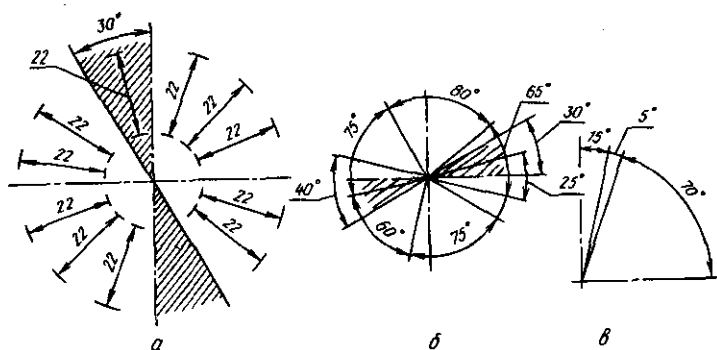


13- шакл

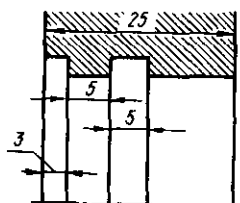


14- шакл

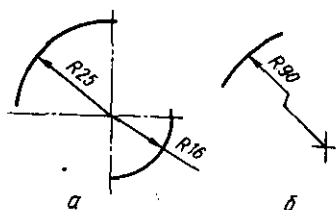
Агар ўлчам чизиклари ўқ чизикларига нисбатан ҳар хил бурчак ташкил қилса, ўлчам сонлари 15- шакл, а, б, в да кўрсатилганидек қўйилади. Ўлчам рақамлари чизмадаги чизиклар билан кесишмаслиги керак. Ўқ ва марказ чизикларини кесишган жойига ўлчам сонини ёзиш мумкин эмас. Чизмада ўлчам сонларини қўйиш учун жой етарли бўлмаса чиқариш чизиғининг давомига ёки четга чиқариб токча устига ёзилади. Штриховка қисмдаги ўлчам сони 16- шаклдагидек кўрсатилади.



15- шакл



16- шакл

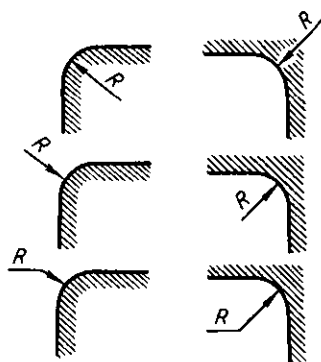


17- шакл

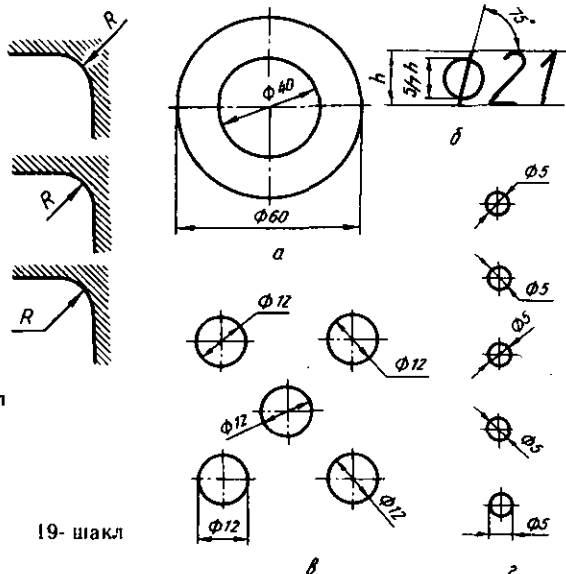
1.3.9. Шартли белгилар ва уларнинг ёзилиши. Радиус ўлчами сони олдига босма R харфи қўшиб ёзилади. Унинг баландлиги ракам баландлигига тенг бўлади. Бир марказдан бир неча радиус ўлчам чизиклари ўтказилса, ҳар қандай икки радиус бир тўғри чизикда ётмаслиги керак (17- шакл, а).

Радиус ўлчами катта бўлса марказни айлана ёйига яқинлаштириб, радиус ўлчам чизигини 90° га тенг бўлган синик чизик билан кўрсатилади (17- шакл, б). Ташқи ва ички юмалоқлаш радиуслар ўлчамлари 18- шаклда кўрсатилгандек қўйилади. Айлана диаметри $\varnothing$ белги билан ифодаланиб у барча ҳолларда диаметр ўлчами сонининг олдида ёнма-ён қилиб ёзилади. Белгининг баландлиги ўлчам сони ракамининг баландлигига тенг бўлиб, юмалоқ қисмининг ўлчами умумий баландликнинг $5/7$ қисмига тенг бўлади. Унинг ўртасидаги тўғри чизиги 75° да чизилади (19- шакл, б). Агар диаметр ўлчами айлана ичида кўрсатилса, ўлчам сони айлана марказидан бир оз силжитиб ёзилади (19- шакл, а). Кичик диаметрдаги айланаларнинг ўлчам чизиклари, стрелкалар, диаметр

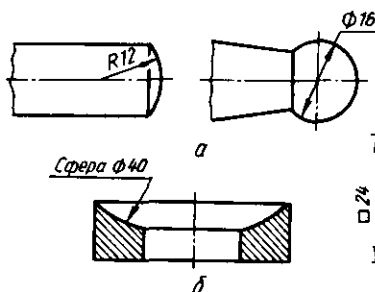
белгилари ва ўлчам сонлари 19- шаклнинг в, г ларидек кўрсатилади. Сферани белгилаш учун диаметр ёки радиус



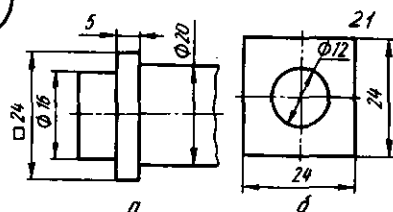
18- шакл



19- шакл



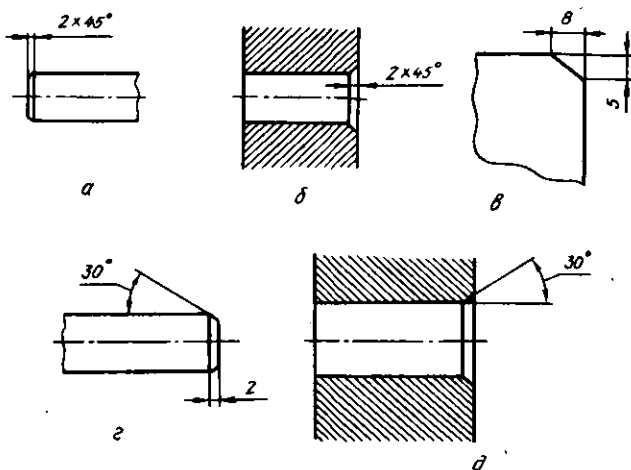
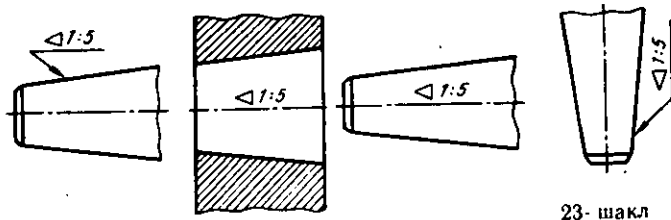
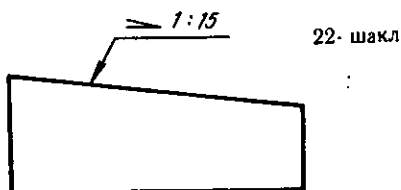
20- шакл



21- шакл

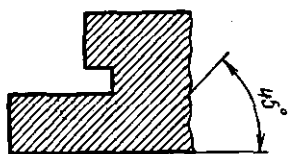
ўлчами сонлари олдида $\emptyset$ ёки R белгиси қўйилади, масалан $R12$ ёки $\emptyset 16$ (20- шакл, а). Чизмада сферани бошқа сиртлардан ажратиш мумкин бўлмай қолса ўлчам сони олдида сфера сўзи қўшиб ёзилади: масалан, сфера $R40$ (20- шакл, б). Квадрат ва квадрат шаклидаги тешикларнинг ўлчамлари 21-шакл, а, б лардагидек кўрсатилади, квадрат белгисининг ўлчами рақам баландлигининг $5/7$ қисмига тенг.

Чизмалардаги қияликлар қиммати чиқариш чизғининг тоқчасида кўрсатилади. Қияликнинг ўлчам сонидан олдин ўткир бурчак $\angle$ белгиси қўйилади. Унинг учи қиялик томон йўналган бўлади. Қиялик нисбатда ва процентда (фонзда) кўрсатилади (22-шакл). Конусликни аниқловчи ўлчам сони олдида учи конус учи томон йўналган Δ белги қўйилади (23-шакл). Конуслик чизмада процентда ёки нисбатда кўрсатилади. Чизмалардаги фаскаларнинг ўлчамлари 24-шакл, а, б, в, г,

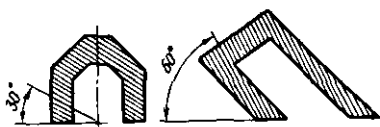


д лардагидек кўрсатилади. Ундаги биринчи ракам фаскани баландлигини, иккинчиси эса бурчакни билдиради.

1.3.10. Материалларнинг қирқим ва кесимларда график белгиланиши. Материалларнинг хилларга ажратилиши ва уларни график тасвирланиши чизмани осонлик билан ўрганиш имконини беради. Материалларнинг кесим ва қирқимларда график тасвирланиши ГОСТ 2.306—68 (СТ СЭВ 860—78) га мувофиқ бажарилади (7-жадвал). Материалларнинг туридан қатъи назар, кесим юзаси туташ чизикка нисбатан 45° қияликдаги ўзаро параллел чизиклар билан штрихланади (25-шакл). Агар штрих чизик асосий туташ чизикка параллел бўлса, кесим штрих чизиги 30 ёки 60° да чизилади (26-шакл). Штрих чизикларининг йўғонлиги асосий чизикка нисбатан $s/3$ дан $s/2$ гача бўлади. Штрих чизиклар ўнг ва чап томонга йўналган бўлиб, улар орасидаги масофани 1..... 10 мм гача олиш мумкин. Ўқув чизмаларида бу масофа 3—4 мм қилиб олинади. Штрих чизиклар орасидаги



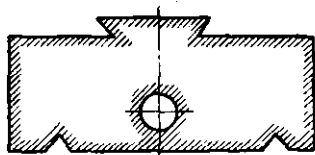
25- шакл



26- шакл



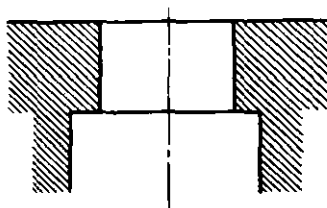
27- шакл



28- шакл



29- шакл



масофа ва уларнинг йўғонлиги тегишли чизманинг барча кесим майдони учун бир хил бўлиши керак. Чизмада эни 2 мм дан кам бўлган кесим юзалари қорайтириб кўрсатилади, лекин бунда ёндош юзалар орасида 0,8 мм дан кам бўлган ингичка очик жой қолдирилади (27- шакл). Чизмаларда 2—4 мм гача бўлган деталларнинг энсиз ва узун кесимларининг юзалари учлари ва тешикларининг асосий туташ чизиғи атрофи зичроқ қилиб, қолган ораликлари эса қисман-қисман штрихланади (28- шакл). Кесим юзаси катта бўлган ҳолларда ва грунт профилини кўрсатишда асосий туташ чизикка яқин бўлган жойларгина энсиз қилиб штрихланади (29- шакл).

7-жадвал

график белгилар	материаллар	график белгилар	материаллар
	металллар		шпунг ва шпунгдор материаллар
	металлмас материаллар		суяқлик
	ёғоч		дринг
	табиий тош		тўқилган грунт
	керамика ва силликланган материаллар		сетка
	бетон		

2-боб. ЧИЗМА ТУЗИШНИНГ НАЗАРИЙ АСОСЛАРИ

2.1-§. Чизма геометрия фани ва чизма тузиш усуллари

Чизма геометрия фани умумий геометриянинг бир қисми бўлиб, унда фазодаги геометрик шакллarnи текисликда тасвирлаш конун ва қондаларининг назарияси ўрганилади. Маълумки, геометрик фазо нукталар тўпламидан иборат бўлиб, у текисликда проекциялаш йўли билан тасвирланади. Агар фазода бирор s нукта танлаб, фазодаги бошқа бир неча нукталар билан бирлаштирилса, маркази s нукта бўлган тўғри чизиклар боғлами ҳосил бўлади. Бу боғлам чизиклар билан бирор Π текислик

кесишса нукталар тўпламини ҳосил қилади. Бу нукталар фазодаги нукталарнинг текисликдаги тасвири деб юритилади. Агар фазодаги бирорта геометрик шакл берилса, унинг текисликдаги тасвирини проекциялаш усули билан яшаш мумкин. Демак, тасвирлаш конун ва коидалари проекциялаш усулларига асосланади. Чизма геометрияда проекциялаш усуллари асосан икки хил бўлиб, уларни марказий ва параллел проекциялаш дейилади. Бу усулларнинг амалий моҳияти шундан иборатки, улар ўқувчининг фазовий тасаввурини ривожлантириш билан бирга, фазовий геометрик шакллари текисликдаги тасвирига кўра унинг шакли ва ўлчамларининг аниқлиги ҳисобига ўқувчини ўз тушунчаларини фикран намоен қилишга ўргатади. Шундай қилиб, чизма геометрия фани ўз ўқувчиси олдида қуйидаги масалаларни мукамал ўрганишни тавсия қилади:

1. Фазовий геометрик шакллари текисликда тасвирлаш усуллариини ўрганиш.

2. Фазовий геометрик жисмларнинг текисликдаги тасвирига қараб тасаввур қила билишни ўрганиш.

3. Жисмларнинг текисликдаги чизмалари бўйича уларнинг геометрик хусусиятларини илмий равишда текшириш ва амалий масалаларга қўллаш.

4. Фазодаги геометрик шаклларнинг ўзаро жойлашиш вазиятларига нисбатан ҳосил бўладиган ҳар қандай масалаларни графика усули билан ечиш.

Бундай масалалар проекциялаш усулидан фойдаланиб ечилади. Шунинг учун марказий ва параллел проекциялаш усуллари билан танишиб чиқамиз.

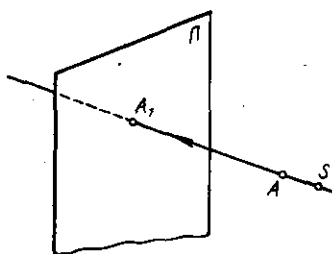
2.2- §. Марказий проекциялаш усули

Бу усулда проекциялаш маркази деб аталувчи бирор нукта берилган бўлиб, барча проекциялаш нурлари шу нукта орқали ўтади. Фазодаги A нуктанинг марказий проекциясини ҳосил қилиш учун, фазода бирор Π текислик, текисликдан ташқарида A нукта ва проекциялаш s маркази танлаб олинади. A ва S нукталарни тўғри чизик орқали бирлаштириб Π текислик билан кесишгунча давом эттирилади. Уларнинг кесишган нуктаси A_1 изланаётган нукта бўлади, яъни $(s) \cap \Pi = A_1$ (30- шакл).

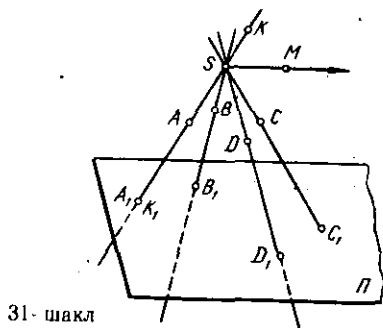
Бу ерда sA_1 — проекцияловчи нур, s — проекциялар маркази, Π — проекциялар текислиги, A — фазодаги нукта, A_1 — A нуктанинг Π текисликдаги марказий проекцияси.

SA нурда ётувчи ҳар қандай нукталарнинг марказий проекциялари A_1 билан устма-уст тушади. Агар бирор M нукта орқали ўтувчи SM проекциялаш нур Π текисликка параллел бўлса, бу нур текислик билан чексизликда кесишади. Шунинг учун M нуктанинг Π текисликдаги проекцияси M_1 ҳам чексизликда бўлади (31- шакл).

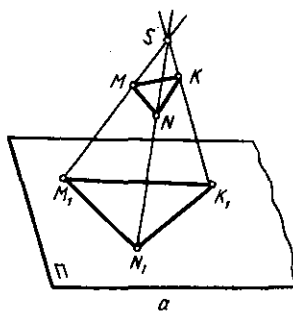
Агар фазодаги нукталар битта проекцияловчи нурда ётса, у ҳолда бу нукталар битта проекцияловчи марказга ва берилган текисликда эса битта марказий проекцияга эга бўлади (31- шакл). Шунинг учун марказий проекцияларда проекциялар текислиги ва маркази берилган бўлса ҳар бир нукта ўзининг шу текисликдаги проекциясини аниқлай олади, лекин нуктанинг проекцияси эса унинг фазодаги вазиятини аниқлай олмайди. Чунки ҳар қандай проекцияловчи тўғри чизикда чексиз кўп нукталар ётиши мумкин. s марказдан ўтувчи проекцияловчи нурлар тўплами ҳар хил геометрик шаклларни (сиртларни) ҳосил қилади. 32- шакл, а, б да пирамида ва конус сиртларининг ҳосил



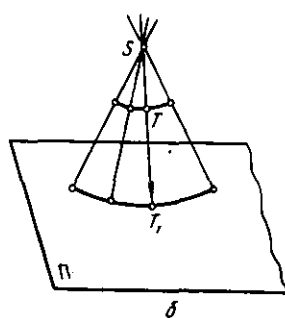
30- шакл



31- шакл



а



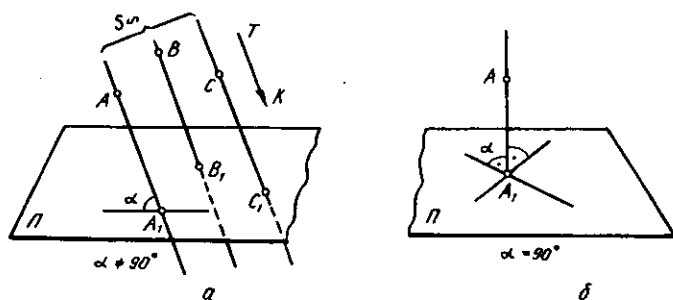
б

32- шакл

бўлиши келтирилган. Фазодаги геометрик шаклларнинг (сиртларнинг) текисликдаги проекцияларини ҳосил қилиш учун шаклнинг асосий, масалан: MKN нукталарини s нукта билан бирлаштириб, нур чизикларни Π текислик билан кесишгунча давом эттирилади, натижада барча чизиклар s нукта орқали ўтиб, чизиклар дастасини ҳосил қилади. Бу чизиклар дастаси Π текислик билан кесишиб M_1, N_1 ва K_1 марказий проекцияларини ҳосил қилади. Ҳосил бўлган нукталарни ўзаро бирлаштириб, сиртларнинг Π текисликдаги геометрик марказий проекцияларига эга бўлинади.

2.3- §. Параллел проекциялар

Параллел проекциялаш марказий проекциялашнинг хусусий ҳолидир. Бунда проекциялаш маркази s бирон КТ тўғри чизик йўналиши бўйича ҳаракатланиб, проекциялар текислигидан чексиз узоклашганда ундан ўтувчи нурлар ўзаро параллел бўлиб қоладилар. Бу ерда ТК чизик проекциялаш йўналиши дейилади (33- шакл, а). Фазода олинган A, B, C нукталарни Π текисликка проекциялаш учун, нукталар орқали КТ йўналишига параллел равишда проекцияловчи нурлар ўтказилади. Бу нурларнинг Π текислик билан кесишган A_1, B_1, C_1 нукталари, шу нукталарнинг параллел проекциялари бўлади (33- шакл, а). Бундай проекциялаш йўли билан олинган проекциялар



33- шакл

параллел проекциялар дейилади. Параллел проекциялар ўлчамларининг ва кўринишларининг ўзгариши проекциялар текислигининг проекциялаш йўналишига нисбатан қандай жойлашишига боғлиқ. Проекцияловчи нурларнинг проекциялар текислигига нисбатан қандай йўналишда

бўлишига караб, параллел проекциялаш кийшиқ бурчакли ва тўғри бурчакли бўлади. Агар проекциялаш йўналиши проекциялар текислиги билан ўткир бурчак ташкил қилса, бундай параллел проекциялаш кийшиқ бурчакли деб аталади (33- шакл, а). Бундай проекциялаш кўпинча аксонометрик тасвирларни ясашда ишлатилади. Бунда проекциялаш йўналиши КТ деб кўрсатилиши керак. Агар проекциялаш йўналиши проекциялар текислиги билан тўғри бурчак ташкил қилса, бундай параллел проекциялаш тўғри бурчакли ёки ортогонал проекциялаш дейилади. Бундай проекциялашда проекциялар йўналиши кўрсатилмайди, чунки бир нуктадан текисликка битта перпендикуляр ўтказиш мумкин (33- шакл, б). Геометрик шаклнинг битта текисликдаги параллел проекциясини шу шаклнинг тузилиши ва унинг фазодаги вазиятини тўла акс эттира олмайди. Шунинг учун қўшимча равишда турли усуллардан фойдаланилади. Параллел проекциялашдаги қўшимча усуллар билан танишиб чиқишдан аввал параллел проекциялашнинг асосий хусусиятлари билан танишиб чиқамиз.

2.3.1. Параллел проекцияларнинг хусусиятлари. Умумий ҳолда геометрик жисмлар проекциялар текисликларига киритиб тасвирланади. Бундай вазиятда жисмнинг текисликдаги тасвири ва фазовий кўриниши ўртасида ўзаро геометрик боғлиқлик ёки тафовутлар пайдо бўлади. Шу билан бирга геометрик шаклларга тегишли куйидаги ўзгармас хусусиятлар келиб чиқади:

1. Фазодаги нукта берилган текисликка нукта бўлиб проекцияланади (34- шакл).

Проекцияловчи нурда ётувчи ҳар бир нукта текисликка устма-уст тушиб проекцияланади. Шунинг учун нуктанинг текисликдаги битта проекцияси унинг фазодаги ҳолатини аниқлай олмайди.

2. Фазодаги тўғри чизикнинг текисликдаги параллел проекцияси умумий ҳолда тўғри чизик бўлади (34- шакл). Фазода олинган АВ тўғри чизикда ётувчи ҳамма нукталарнинг КТ проекциялаш йўналишига параллел бўлган проекцияловчи нурлари битта проекцияловчи (AA_1BB_1) текисликда ётади. Бу текислик проекциялар текислиги Π ни A_1B_1 тўғри чизик бўйича кесиб ўтади. Демак, АВ тўғри чизикнинг проекцияси ҳам тўғри чизик (A_1B_1) бўлади.

Агар, масалан, MN тўғри чизик проекция йўналиши КТ га параллел бўлса, унинг Π текисликдаги проекцияси

нукта кўринишида бўлади (34- шаклдаги $M_1 \equiv N_1$ нукта).

3. Агар нукта тўғри чизикда ётган бўлса, унинг текисликдаги проекцияси тўғри чизикнинг текисликдаги проекциясида ётади, масалан, 34- шаклда C нукта AB да ётади, шунинг учун C_1 нукта A_1B_1 да ётади.

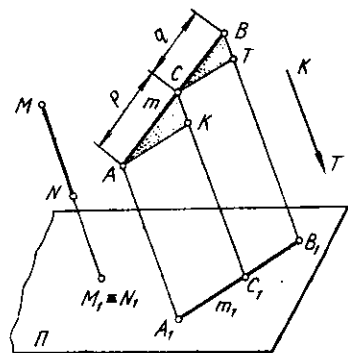
4. Нукта тўғри чизик кесмасини қандай нисбатда бўлса, унинг текисликдаги проекцияси ҳам кесманинг проекциясини шу нисбатда бўлади (34- шакл). Буни исботлаймиз: AB кесмани q/p нисбатда бўладиган C нуктани танлаймиз ва унинг A_1B_1 даги проекцияси C_1 ни аниқлаймиз.

A ва C нукталардан A_1C_1 ва B_1C_1 ларга параллел тўғри чизиклар ўтказиб иккита ўхшаш учбурчаклар ҳосил қилинади, яъни $\triangle BCT \sim \triangle CAK$. Бу учбурчакларда $AK = A_1C_1$ ва $CT = C_1B_1$. Шунга кўра

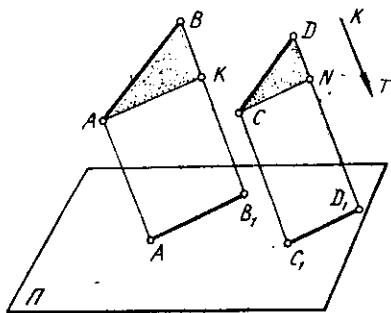
$$\frac{BC}{CA} = \frac{B_1C_1}{A_1C_1} = \frac{q}{p}$$

бўлади.

5. Параллел тўғри чизикларнинг бир номли проекциялари ҳам ўзаро параллел бўлади (35- шакл), яъни: $AB \parallel CD$ ва $A_1B_1 \parallel C_1D_1$. Бу ерда: AA_1B_1B текислик CC_1D_1D текисликка параллел текисликларнинг Π текислик билан кесишган чизиклари ҳам ўзаро параллел бўлади, яъни $A_1B_1 \parallel C_1D_1$.



34- шакл



35- шакл

6. Ўзаро параллел бўлган кесмалар проекциялари узунликларининг нисбати, шу параллел кесмалар узунликлари нисбатига тенг (35- шакл). A ва C нукталар орқали A_1B_1 ва C_1D_1 ларга параллел чизиклар чизилади,

натижада AKB ва CND ўхшаш учбурчаклар ҳосил қилинади. Шунинг учун қуйидаги ўхшаш учбурчаклар хоссасига асосан:

$$\frac{AK}{CN} = \frac{AB}{CD},$$

бу ерда $AK = A_1B_1$ ва $CN = C_1D_1$ бўлганидан:

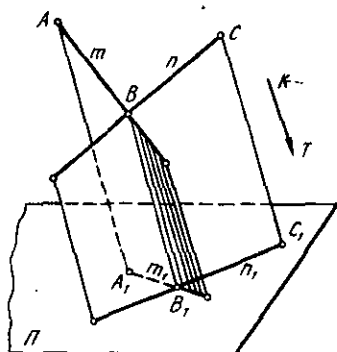
$$\frac{A_1B_1}{C_1D_1} = \frac{AB}{CD}$$

бўлади.

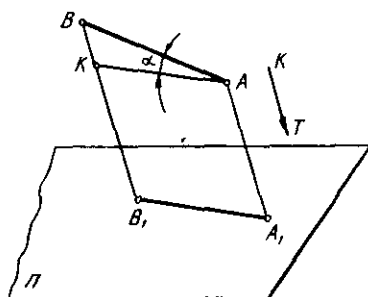
7. Кесишувчи тўғри чизиклар проекцияларининг кесишган нуктаси, шу тўғри чизиклар кесишган нуктанинг проекцияси бўлади (36-шакл). Фазода m ва n тўғри чизиклар ўзаро B нуктада кесишади. Бу тўғри чизикларнинг проекцияловчи текисликлари B нукта орқали ўтувчи ва проекциялаш йўналиши KT га параллел бўлган тўғри чизик бўйича кесишади. m ва n тўғри чизикларнинг проекцияловчи текисликлари Π текисликини m_1 ва n_1 бўйича кесади, бу чизиклар эса ўзаро B_1 нуктада кесишади. Демак, BB_1 тўғри чизик B нуктанинг проекцияловчи нуридир. Шунга кўра B_1 нукта m ва n тўғри чизиклар ўзаро кесишган B нуктанинг проекциясидир.

Энди фақат ортогонал проекциялашга оид параллел проекциялаш хусусиятларини кўриб чиқамиз.

Юқорида айтиб ўтилганидек, ортогонал проекциялар барча проекцияловчи нурлар проекциялар текислигига перпендикуляр бўлади. Бу усул параллел проекцияларнинг хусусиятларига эга бўлиб, фақатгина кесманинг те-

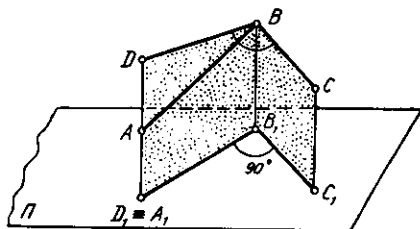


36-шакл



37-шакл

кисликдаги проекцияси унинг хакикий узунлигидан кичик бўлади, чунки кесманинг фазодаги натурал узунлиги учбурчакнинг гипотенузасини, унинг проекцияси катетини ҳосил қилади. Буни 37-шаклдан тушуниш кийин эмас. Агар AB кесма Π проекциялар текислиги билан α бурчак ташкил қилса, $AK \parallel A_1B_1$ ни ўтказиб, ҳосил бўлган тўғри бурчакли учбурчакдан $KB: AK = AB \cos \alpha$ ёки $A_1B_1 = AB \cos \alpha$ бўлади. Агар тўғри бурчакнинг бирор томони проекциялар текислигига параллел бўлса, у ҳолда тўғри бурчакли проекцияларда бу тўғри бурчак шу текисликка ўзгармасдан, яъни тўғри бурчаклигича проекцияланади (38-шакл). Фазода AB ва BC икки кесишувчи тўғри чизикларнинг B учидagi бурчаги 90° ва бу бурчакнинг BC томони Π текисликка параллел жойлашган. Бу тўғри чизикларнинг проекцияловчи текисликлари Π текисликка перпендикуляр ҳамда ўзаро перпендикулярдир. Маълумки, ўзаро перпендикуляр текисликларнинг кесишган чизиклари ҳам перпендикуляр бўлади. Бу ерда $A_1B_1 \perp B_1C_1$ чунки $BC \parallel \Pi$ бўлган шартда BDB_1A_1 текисликда олинган ҳар қандай тўғри чизик (масалан, DB) BC га перпендикуляр бўлади. A_1B_1 кесма эса бир текисликда ётувчи шундай тўғри чизикларнинг проекциясини ифодалайди. Шунинг учун ABC тўғри бурчакнинг ортогонал проекцияси $A_1B_1C_1$ ҳам тўғри бурчак бўлади. Юқорида кўриб чиқилган проекциялаш усуллари, масаланинг бир томонлама ечилишига имкон беради, масалан, 30 ва 33-шаклларда нукталарнинг текисликдаги проекциялари тасвирланган, лекин нукталарнинг текисликдаги проекциялари уларнинг фазодаги вазиятларини аниқлай олмайди. Бу ҳолат тасвирланган жисмнинг шакли ва ўлчамларини аниқлашга имкон бермайди. Бундай ноаниқликни аниқ ҳолатга келтириш учун қўшимча проекциялаш усулларида фойдаланилади. Ортогонал проекциялаш усули билан жисмни ўзаро перпендикуляр бўлган икки текисликка проекциялаб, жисмнинг икки проекцияси ҳосил қилинади ва унинг геометрик хусусиятларини текшириш имкони туғилади. Чизма геометрия ва чизмачиликда асосан



38-шакл

ортогонал проекциялаш усулидан фойдаланилади. Шу усулдан фойдаланиб, аввал нуктани, тўғри чизикни ва шаклларнинг проекцияларини ҳосил қилиш ва уларга оид мисолларнинг ечилиши билан танишиб чиқамиз.

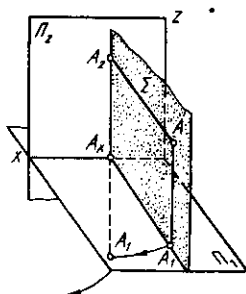
3-боб. НУКТАНИНГ ОРТОГОНАЛ ПРОЕКЦИЯЛАРИ

3.1-§. Нуктанинг комплекс чизмаси

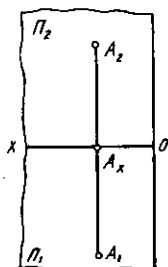
Фазодаги ҳар қандай нуктанинг вазиятини унинг икки ортогонал проекцияси аниқлайди деган эдик. Шунга кўра фазода ўзаро перпендикуляр бўлган икки текислик олиб, уларнинг бирини горизонтал (Π_1), иккинчисини эса фронтал (Π_2) проекциялар текисликлари деб қабул қиламиз. Бу икки текисликларнинг ўзаро кесишиш чизиги проекциялар ўқи дейилади ва OX билан белгиланади. O — координаталар боши дейилади. Фазода A нукта олиб шу нуктадан Π_1 ва Π_2 текисликларга перпендикулярлар туширамиз ва уларнинг текисликлар билан кесишган A_1 ва A_2 нукталарини белгилаймиз (39-шакл). Бу ерда: A_1 — фазодаги A нуктанинг горизонтал проекцияси; A_2 — фазодаги A нуктанинг фронтал проекцияси бўлади. AA_1 ва AA_2 кесмалар A нуктадан Π_1 ва Π_2 текисликларгача бўлган масофаларни кўрсатади. A нуктанинг фазодаги вазиятини аниқлашда юқоридаги кесмаларнинг (AA_1 ва AA_2) ҳақиқий катталигига эга бўлиши кифоядир, чунки бу кесмаларнинг ҳақиқий катталиги фақат битта A нуктанинг ҳолатини белгилай олади.

Ҳақиқатан ҳам A нукта Π_1 ва Π_2 текисликларга перпендикуляр жойлашган ва улар билан A_1A_1 ва A_2A_2 чизиклар бўйича кесишадиган A_1A_2 текисликнинг устида ётади. AA_1 ва A_2A нукталар орқали ўтган текислик проекциялар текисликлари Π_1 ва Π_2 ларга перпендикуляр бўлиб, OX ўқини A_x нуктада кесди ва $AA_1 = A_2A_x$; $AA_2 = A_1A_x$, агар A_1A_2 нукталардан OX ўқка перпендикуляр туширилса, бу чизиклар A_x нуктада кесишади ҳамда A_1 , A_2 нукталардан Π_1 ва Π_2 текисликларга ўтказилган перпендикулярларни кесишган нуктаси A нуктанинг фазодаги вазиятини белгилайди, чунки бу чизиклар битта $A_1A_xA_2$ текисликда ётади. A нуктанинг ёки A нукта ўрнида бирор жисмнинг проекциялар текисликларидаги проекцияларидан фойдаланиб, уларнинг шакли ва ўлчамлари ҳақидаги маълумотлар аниқланади. Бунда фазодаги нукта ёки жисмни фикран олиб ташлаб, Π_1 , Π_2 ва Π_3 даги проекциялари қолдирилиб, улар битта текисликка жой-

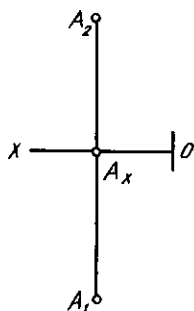
лаштирилиб, текис чизма ҳосил қилинади. Текис чизма (эпюр ёки комплекс чизма) ҳосил қилиш учун горизонтал проекциялар текислиги Π_1 ни OX ўқ атрофида соат стрелкаси бўйича фронтал проекциялар текислиги (Π_2) билан қўшилгунча пастга айлантирилади. Бунда нуктанинг икки проекцияси OX ўққа перпендикуляр бўлган бир тўғри чизикда бўлиб қолади. Натижада нуктанинг комплекс чизмаси ҳосил бўлади (40-шакл).



39- шакл



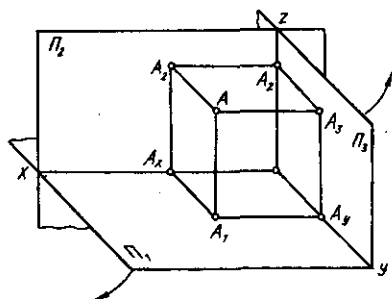
40- шакл



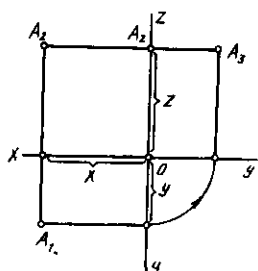
41- шакл

A_1A_2 тўғри чизик — нуктанинг икки проекциясини бирлаштирувчи боғловчи чизик дейилади. Нуктанинг эпюрига кўра, унинг фазодаги вазиятини аниқлаш мумкин. Масалан, нуктанинг фронтал проекцияси A_2 дан Π_2 текисликка перпендикуляр чиқариб, бу перпендикулярга $y_A = A_2A$ нинг қийматини ўлчаб қўйиш билан фазодаги A нуктанинг вазиятини аниқлаш мумкин. Масалаларни мураккаблаштирмаслик учун, комплекс чизмада проекциялар текисликларининг чегара чизиклари кўрсатилмайди (41-шакл).

Геометрик жисмларнинг шаклини тўлиқ ўрганиш ва уларнинг фазодаги вазиятларини аниқлашда уларнинг икки проекцияси етарли бўлмайди. Шунинг учун учинчи проекцияларини олишга тўғри келади. Бундай вазиятда Π_1 , Π_2 проекциялар текисликларига перпендикуляр бўлган учинчи текислик олинади. Бу текислик профил проекциялар текислиги деб аталади ва у Π_3 ҳарфи билан белгиланади. Π_3 текислик Π_1 ва Π_2 текисликларни OY ва OZ чизиклар бўйича кесиб ўтади. 42-шаклда A нуктанинг Π_1 , Π_2 , Π_3 проекциялар текисликларидаги проекциялари ва 43-шаклда унинг эпюри берилган. Агар горизонтал ва профил проекциялар текисликлари OX ва OZ ўқлар атрофида соат стрелкаси йўналиши бўйича Π_2 текислик



42- шакл



43- шакл

билан жипслашгунча айлантирилса, нуктанинг горизонтал проекцияси A_1 ва профил проекцияси A_3 , унинг фронтал проекцияси A_2 дан Ox ва Oz ўқларга туширилган перпендикулярлар устида ётади ва нуктанинг эпюри ҳосил бўлади. Ҳар қандай нуктадан Π_1 , Π_2 ва Π_3 текисликларга ча бўлган масофа x , y , z ўқлар бўйича ўлчанади, яъни Π_1 гача бўлган масофа z бўйича, Π_2 гача бўлган масофа y бўйича ва Π_3 гача бўлган масофа x бўйича ўлчанади.

Бу ерда $O—x, y, z$ координата ўқларининг кесишган нуктаси (лотин «Ориго» сўзининг бош ҳарфи), яъни координаталар боши дейилади; Ox — абсцисса ўқи; Oy — ордината ўқи; Oz — аппликата ўқи.

Координата ўқлари x, y, z — лар ўзаро кесишиб, координата текисликларини ҳосил қилади, яъни:

$хоу$ — горизонтал проекциялар текислиги;

$хоз$ — фронтал проекциялар текислиги;

$уоз$ — профил проекциялар текислиги.

Проекциялар текисликлари Π_1, Π_2 ўзаро кесишиб фазони тўртта қисмга (бурчакка) бўлади ва бу қисмларнинг ҳар бири чораклар деб аталади. Бу тўрт қисм қуйидагича белгиланади:

биринчи қисм (бурчак) Π_1 — текисликнинг олди қисми ва Π_2 текисликнинг юқори қисми;

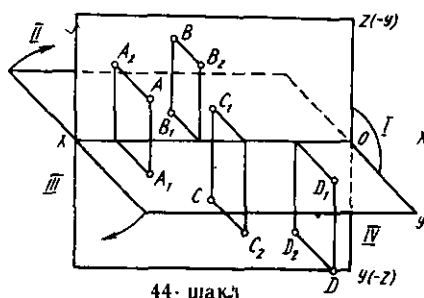
иккинчи қисм — Π_1 текисликнинг орқа қисми ва Π_2 текисликнинг юқори қисми;

учинчи қисм — Π_1 текисликнинг орқа қисми ва Π_2 текисликнинг пастки қисми;

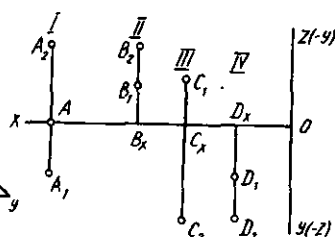
тўртинчи қисм — Π_1 текисликнинг олди томонидан пастки қисми ва Π_2 текисликнинг пастки қисми билан чегараланади.

44- шаклда Π_1 ва Π_2 проекциялар текисликлари тизими жойлашган A, B, C, D нукталарнинг ҳар хил бурчакларда

жойлашиши кўрсатилган, яъни A нукта биринчи, B нукта иккинчи, C нукта учинчи ва D нукта тўртинчи фазовий бурчакларда жойлашган. 45- шаклда эса шу нукталарнинг эпюрлари берилган. A нукта Π_1 проекциялар текислигидан $A_z A_x = Z_A$, яъни нуктанинг фронтал проекцияси A_2 дан проекциялар ўқи OX гача бўлган масофага, Π_2 текислигидан эса $A_1 A_x = Y_A$, яъни A нуктанинг горизонтал проекцияси A_1 дан проекциялар ўқи гача бўлган масофага тенг. B нукта иккинчи бурчакда бўлиб, эпюрда $B_1 B_2$ проекциялари OX ўқдан юқорида жойлашган бўлади.



44- шакл



45- шакл

C — нукта учинчи бурчакда бўлиб (проекцияларда), унинг горизонтал C_1 проекцияси OX ўқдан юқорида, фронтал проекцияси C_2 эса OX ўқдан пастда бўлади.

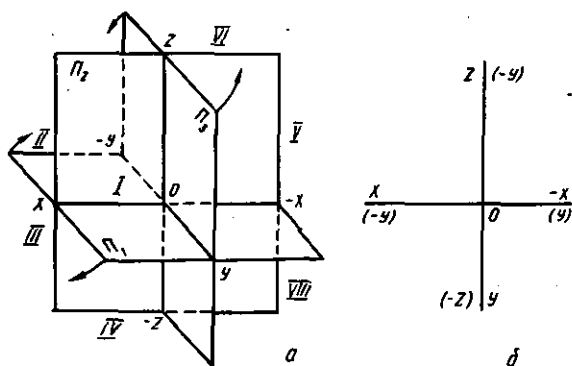
D — нукта эса тўртинчи бурчакда бўлиб, унинг ҳар икки D_1 ва D_2 проекциялари OX ўқдан пастда жойлашган бўлади. Агар нукталарнинг координаталари x, y, z лар сон микдориди берилса, қуйидагича ёзилади: $A(15, 10, 12)$. Π_1, Π_2, Π_3 проекциялар текисликлари карама-карши йўналишдаги координата ўқлари бўйича ўзаро кесишиб, фазони саккиз қисмга бўлади. Қисмларнинг ҳар бири октант (octo — лотинча бўлиб, саккиз демакдир) дейилади (46- шакл). Бу ерда координаталарнинг «Ўнг системаси» қабул қилинган, яъни координаталар боши O дан чапга йўналган қисми мусбат, ўнгга йўналган қисми эса манфий ҳисобланади.

46- шакл, б да октантлар координаталарининг мусбат (+) ва манфий (−) ифодаланиши кўрсатилган.

1- масала. Қуйида берилган нукталарнинг XYZ координаталарига кўра уларнинг фазовий тасвири ва горизонтал, фронтал, профил проекциялари чизилсин.

$A(x=12, y=17, +z=28)$ $B(x=23, y=27, z=15)$.

$C(x=35, y=15, +z=0)$, $D(x=42, y=0, z=34)$,



46- шакл

$$E(x=35, y=(-15), z=20).$$

$$F(x=+40, y=-24, z=-13).$$

$$K(x=+46, y=+34, z=-25).$$

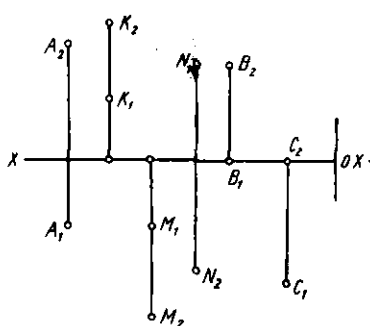
$$M(-x=-36, y=+26, z=-31).$$

$$N(x=-48, y=-30, z=+28).$$

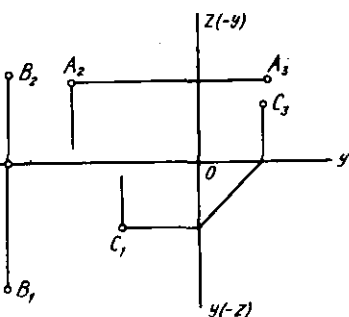
2- масала. 47- шаклда берилган нукталарнинг комплекс чизмаларига асосан, уларнинг x, y, z координаталари қийматларини мм да аниқлаб, жадвалга ёзинг.

Нукталар	X	Y	Z
А			
В			
С			
К			
М			

3- масала. Қуйида берилган нукталарнинг икки проекцияларига кўра уларнинг учинчи проекцияларини топинг (48- шакл).



47- шакл



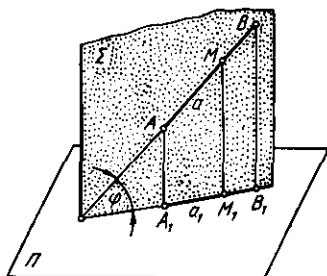
48- шакл

3.2- §. Тўғри чизик. Тўғри чизикнинг берилиши ва уларни чизмада тасвирлаш

Тўғри чизикнинг текисликдаги проекциясини ҳосил қилиш учун унинг икки нуктасини проекциялаш кифоядир, чунки умумий ҳолда тўғри чизикнинг текисликдаги проекцияси ҳам тўғри чизикдир.

Буни исботлаш учун фазода бирор «а» тўғри чизик олиб, унинг икки А ва В нукталарини бирор (Π) текисликка проекциялаймиз. Ҳосил бўлган А₁ ва В₁ нукталарни бирлаштирсак, тўғри чизикнинг Π текисликдаги проекциясига эга бўламиз, буни Π текислик билан «а» тўғри чизик ва АА₁ нур чизиклардан ташкил топган Σ текисликларнинг кесишиш чизиги деб қараш мумкин.

Ёки бошқа ҳар қандай проекцияловчи, масалан, ММ₁ тўғри чизик шу текисликда ётиб, Π текисликдаги а₁ тўғри чизик устида кесишади. Шундай қилиб, а₁ тўғри чизик «а» тўғри чизикнинг Π текисликдаги проекциясидир (49- шакл).

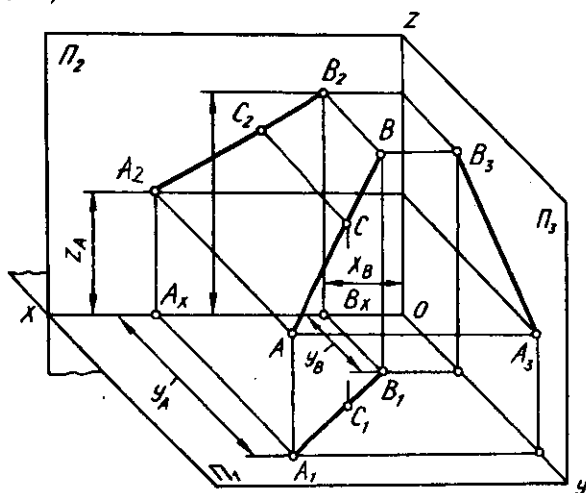


49- шакл

37- шаклдан маълумки, тўғри чизик кесмасининг Π текисликдаги проекцияси ўзидан кичик бўлиб, хусусий ҳолда $A_1B_1 = AB \cos \varphi$ га тенгдир. Агар тўғри чизик текисликка параллел бўлса, $\cos = 1$ га тенг бўлиб, текисликка ўзининг ҳақиқий катталигида проекцияланади

ва ниҳоят, агар перпендикуляр бўлса, унинг текисликдаги проекцияси нукта бўлади. Энди фазодаги тўғри чизикни ўзаро перпендикуляр бўлган уч текисликка проекциялашни кўриб чиқамиз. Фазодаги тўғри чизикнинг икки нуктаси A ва B берилган бўлса, улардан проекциялар текисликлари Π_1 , Π_2 ва Π_3 ларга перпендикуляр нур чизиклар туширилса, нукталарнинг горизонтал проекциялари A_1 , B_1 , фронтал проекциялари A_2 , B_2 ва профил проекциялари A_3 , B_3 ҳосил бўлади.

Нукталарнинг бир номли проекцияларини бирлаштирилса тўғри чизикнинг горизонтал — A_1B_1 , фронтал — A_2B_2 ва профил — A_3B_3 проекциялари ҳосил бўлади (50-шакл).



50-шакл

50-шаклда AB кесма учларини проекциялар текисликлари (Π_1 , Π_2) дан узоклиги, яъни:

Z_A — AB кесманинг A учидан Π_1 текисликкача;

Z_B — AB кесманинг B учидан Π_1 текисликкача;

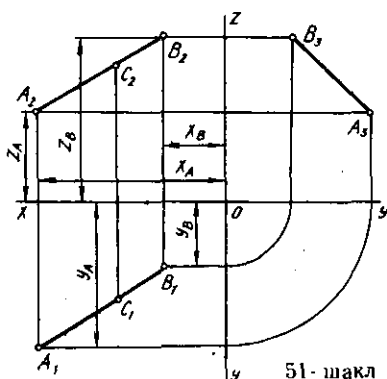
Y_A — AB кесманинг A учидан Π_2 текисликкача;

Y_B — AB кесманинг B учидан Π_2 текисликкача бўлган масофалари кўрсатилган. Шунинг учун умумий вазиятдаги AB кесма (50-шакл) учларининг координаталарига нисбатан қуйидаги тенгликни ёзиш мумкин:

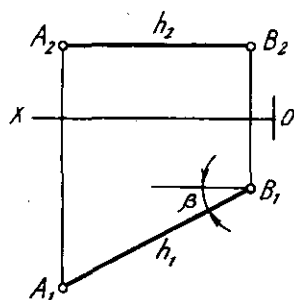
$$Z_B - Z_A \neq 0; Y_A - Y_B \neq 0; X_A - X_B \neq 0.$$

Агар, AB кесмада (50- шакл) яна қўшимча C нукта олиб ундан Π_1 га перпендикуляр чизик туширсак, C нуктадан ўтувчи нур чизик AA_1 ва BB_1 чизикларга параллел бўлиб, AB кесма орқали ўтади, яъни иккиси ҳам бир текисликда ётади. Шунинг учун A_1B_1 ва C_1 нукталарнинг геометрик ўрни AB кесмани Π_1 текисликка махсус жойлашган A_1A BB_1 текислик билан горизонтал проекциялар текисликларини кесишган чизигида бўлади. Шунингдек, бу нукталарнинг фронтал ва профил проекцияларининг геометрик ўрни ҳам шунга ўхшаш бўлади.

51- шаклда 50- шаклдаги кесманинг фазодаги вазиятига кўра, унинг эпюри берилган.



51- шакл



52- шакл

3.3- §. Тўғри чизикнинг проекциялар текисликларига нисбатан ҳар хил вазиятда бўлиши

Тўғри чизик проекциялар текисликларига нисбатан икки хил вазиятда, яъни умумий ва хусусий вазиятларда бўлиши мумкин. Агар тўғри чизик проекциялар текисликларидан биронтасига ҳам параллел бўлмаса, бундай тўғри чизик умумий вазиятдаги ёки ихтиёрий вазиятдаги тўғри чизик дейилади (50—51- шакллар). Бу ҳолда тўғри чизик проекциялар текисликларига ўз ҳақиқий катталигидан ўзгариб (қисқариб) проекцияланади. Агар тўғри чизик проекциялар текисликларидан биронтасига ёки бир вақтнинг ўзида иккитасига параллел бўлса, тўғри чизик хусусий вазиятдаги ёки махсус чизик дейилади.

Махсус вазиятдаги тўғри чизиклар Π_1 , Π_2 , Π_3 — текисликларга нисбатан қуйидаги олти хил вазиятда бўлади:

1. Тўғри чизик горизонтал проекциялар текислигига параллел (52- шакл). Бунда тўғри чизикнинг фронтал проекцияси (h_2) проекциялаш ўқи OX га параллел бўлади. Бу ерда, β бурчак — h тўғри чизик билан фронтал проекциялар текислиги орасидаги бурчак. Бундай тўғри чизикнинг горизонтал проекцияси $h(A_1B_1)$ горизонтал проекциялар текислиги Π га нисбатан ҳақиқий катталигида ($A_1B_1=AB$) проекцияланади. Бундай чизик горизонтал чизик деб аталади. Бунда

$$Z_A - Z_B = 0; Y_A - Y_B \neq 0; X_A - X_B \neq 0.$$

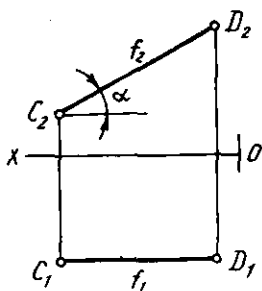
2. Тўғри чизик фронтал проекциялар текислигига параллел жойлашган. Бундай тўғри чизик фронтал тўғри чизик дейилади ва у $f(f_1f_2)$ билан белгиланади. Фронтал чизикнинг ҳамма нукталари фронтал проекциялар текислиги (Π_2) дан бир хил масофада бўлади. Шунинг учун унинг горизонтал проекцияси (f_1) OX ўқка параллел бўлади. Фронтал чизикнинг фронтал проекцияси (f_2) ўзининг ҳақиқий катталиги ($f_2=CD$) бўйича проекцияланади, яъни $C_2D_2=CD$ бўлади (53- шакл).

α бурчак — f тўғри чизик билан горизонтал проекциялар текислиги орасидаги бурчак.

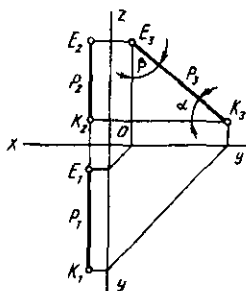
Бунда:

$$Z_D - Z_C \neq 0; Y_D - Y_C = 0; X_C - X_D \neq 0$$

бўлади.



53- шакл



54- шакл

3. Тўғри чизик (p) профил проекциялар текислигига параллел жойлашган. Бу тўғри чизик профил проекциялар текислигига ўзининг ҳақиқий катталигида проекцияланади, яъни $P_3 = K_3E_3$. Бундай чизик профил чизик дейилади. Горизонтал ва фронтал проекциялари OX ўкига перпендикуляр бўлиб, бир боғловчи чизикда бўлади. Бунда, $X_K - X_E = 0$ бўлади. α ва β бурчаклар — P тўғри чизик билан горизонтал ва фронтал проекциялар текисликлари орасидаги бурчакка тенгдир (54-шакл).

4. Тўғри чизик горизонтал проекциялар текислигига перпендикуляр жойлашган. Бу тўғри чизикнинг горизонтал проекцияси (a_1) нукта кўринишида бўлади, фронтал (a_2) проекцияси OX ўкига, профил проекцияси (a_3) эса OY ўкига перпендикуляр вазиятда бўлади. Бу вазиятда кесма Π_2 ва Π_3 га параллел бўлади. Шунинг учун $M_2N_2 = M_3N_3 = MN$ бўлади (55-шакл, бу ерда тўғри чизикнинг профил проекцияси кўрсатилмаган).

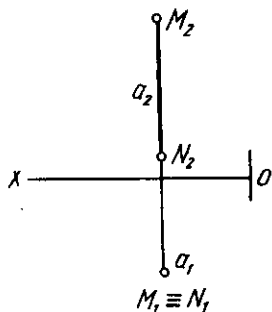
$$\text{Бунда: } Z_M - Z_N \neq 0$$

$$Y_M - Y_N = 0$$

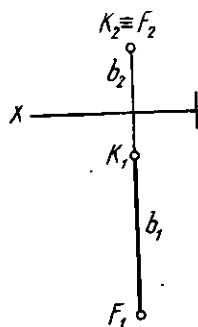
$$X_M - X_N = 0$$

бўлади.

5. Тўғри чизик фронтал проекциялар текислиги Π_2 га перпендикуляр жойлашган ($b \perp \Pi_2$). Бу чизикни горизонтал проекцияси ўз ҳақиқий катталигига тенг бўлиб ($b_1 = KE$), у OX ўкига перпендикуляр жойлашади. Тўғри чизикнинг фронтал проекцияси (b_2) нукта кўринишида бўлади, профил проекцияси (b_3) эса, OZ га перпендикуляр бўлади (56-шакл, чизмада кўрсатилмаган).



55- шакл.



56- шакл.

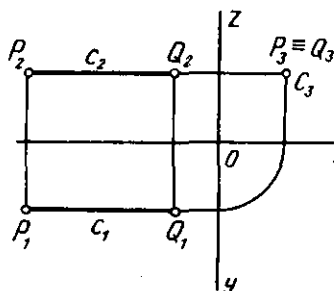
$$\begin{aligned} \text{Бунда: } Z_K - Z_F &= 0; \\ Y_F - Y_K &\neq 0; \\ X_K - X_F &= 0. \end{aligned}$$

6. Тўғри чизик профил проекциялар текислигига перпендикуляр жойлашган ($C \perp \Pi_3$) (57-шакл). Бу чизикнинг горизонтал $C_1(P_1Q_1)$ ва фронтал $C_2(P_2Q_2)$ проекциялари OX га параллел бўлади. Профил проекцияси $C_1C_2C_3(P_3O_3)$ нукта кўринишида бўлади.

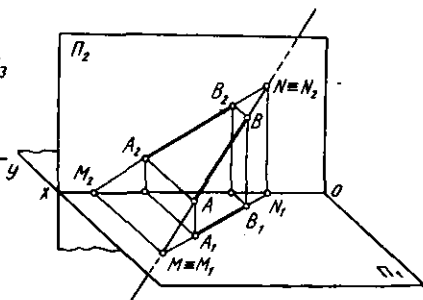
Бунда: $P_1Q_1 = P_2Q_2 = PQ$ бўлиб,

$$\begin{aligned} Z_P - Z_Q &= 0 \\ Y_P - Y_Q &= 0 \\ X_P - X_Q &\neq 0 \end{aligned}$$

Проекциялар текисликларига перпендикуляр жойлашган тўғри чизиклар проекцияловчи тўғри чизиклар дейилади. Бундай тўғри чизикларда ётувчи ($M, N; K, F; P, Q$) икки ва ундан ортиқ нукталар конкурент нукталардир. Конкурент нукталар буюмларнинг баъзи бир элементларини берилган проекциялар текислигига нисбатан яқин ёки узок жойлашганлигини аниқлашга ёрдам беради. Масалан, a тўғри чизикдаги N ва M икки нуктасини Π_1 текисликка нисбатан юқоридан қаралганда, бизга яқин M нукта кўринар ва ундан пастда жойлашган N нукта кўринмас деб ҳисобланади (55-шакл). 56-шаклдаги b тўғри чизикни Π_2 текисликка нисбатан тик қаралганда, унда ётувчи F нукта кўринар, K нукта эса кўринмасдир ва ҳоказо.



57-шакл.



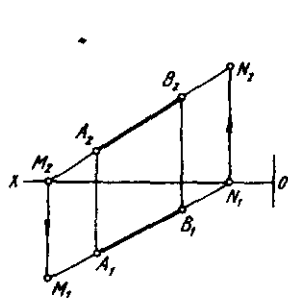
58-шакл.

3.4- §. Тўғри чизик излари

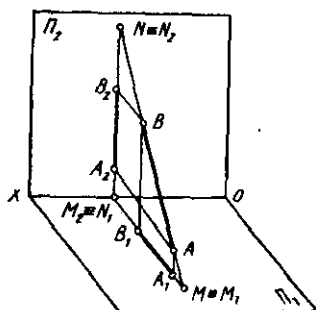
Тўғри чизикнинг проекциялар текисликлари ($\Pi_1, \Pi_2 \dots$) билан кесишган нукталари тўғри чизикнинг излари дейилади. Тўғри чизикнинг горизонтал проекциялар текислиги Π_1 билан кесишган нуктаси унинг горизонтал изи, фронтал проекциялар текислиги билан кесишган нуктаси эса унинг фронтал изи дейилади (58- шакл). 58- шаклда АВ тўғри чизикнинг Π_1, Π_2 проекциялар текисликлари билан кесишган нукталари кўрсатилган. Бу ерда, $M(M_1M_2)$ — горизонтал, $N(N_1N_2)$ эса — фронтал изи деб аталади.

59- шаклда АВ тўғри чизик изларини эпюрда топилиши кўрсатилган. Тўғри чизикнинг горизонтал изини топиш учун, унинг фронтал проекцияси A_2B_2 ни OX ўқи билан кесишгунча давом эттирилади, кейин уларнинг кесишган M_2 нуктасидан Π_1 текислик бўйлаб OX ўқига перпендикуляр чизик ўтказилади ва шу чизик билан тўғри чизикнинг горизонтал проекцияси кесишган нукта АВ тўғри чизикнинг горизонтал изини ифодалайди, горизонтал изининг горизонтал проекцияси шу ерда бўлади.

Тўғри чизикнинг фронтал изини топиш учун унинг горизонтал проекцияси A_1B_1 ни OX ўқи билан кесишгунча давом эттирилади ва шу нуктадан (N_1), Π_2 текислик бўйлаб OX ўқига перпендикуляр чиқарилади, шу перпендикуляр билан тўғри чизикнинг фронтал проекциясини кесишган (N_2) нуктаси аниқланади. Агар тўғри чизик бирор проекция текисликларига параллел бўлса, унинг ўша текисликдаги изи бўлмайди. Энди тўғри чизикнинг изларини топишга оид бир неча мисолларни кўриб чиқамиз.

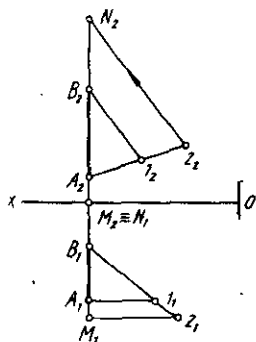


59- шакл.



60- шакл.

1- мисол. Профил AB тўғри чизик берилган бўлиб, унинг горизонтал ва фронтал изларини топиш лозим (60- шакл). Яққол тасвирдан кўриниб турибдики, AB нинг горизонтал изини топиш учун уни Π_1 билан кесишгунча, фронтализини топиш учун эса Π_2 билан кесишгунча давом эттирилган.

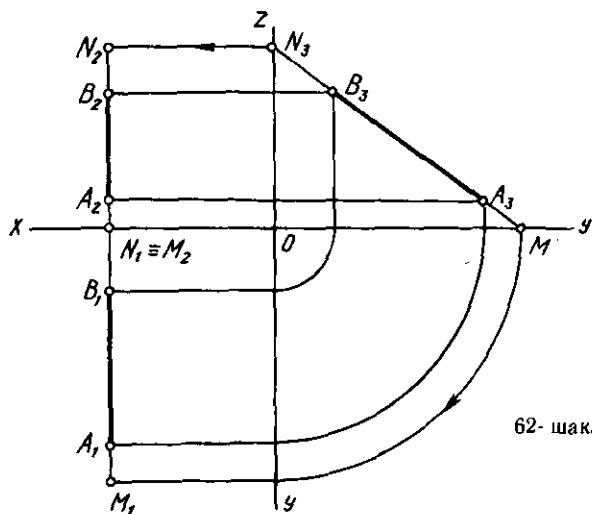


60- шакл

Эпюрда бу мисолни ечиш учун AB кесмани берилган нисбатда бўлиш коидасидан фойдаланилади. Чунки кесманинг горизонтал изини фронтал проекцияси (M_2) OX ўқда ётиб, AB тўғри чизикни фронтал проекцияси A_2B_2 нинг $M_2A_2:M_2B_2$ нисбатида бўлади (61- шакл). Худди шунингдек, M_1 ҳам, кесманинг горизонтал проекцияси ҳам шу нисбатда бўлади, яъни

$$\frac{M_1A_1}{M_1B_1} = \frac{M_2A_2}{M_2B_2}$$

B_1 нуктадан ихтиёрий бурчак остида тўғри чизик ўтказилади, сўнгра шу B_1 нуктадан бошлаб, $B_1I_1 = A_2B_2$ ва $I_1Z_1 = A_2M_2$ га тенг бўлган кесмалар ўлчаб қўйилади. I_1 ва A_1 нукталар бирлаштирилади. 2 нуктадан I_1A_1 чизикка параллел Z_1M_1 чизик ўтказилади. Ҳосил бўлган M_1 нукта берилган кесманинг горизонтал изининг гори-



61- шакл

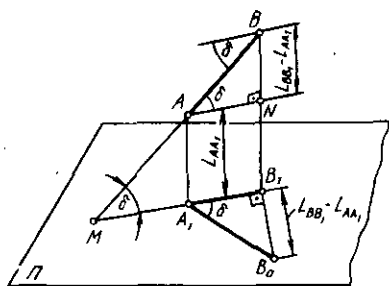
зонтал проекцияси бўлади. Кесманинг фронтал изининг фронтал проекциясини топиш учун $N_1A_1:B_1N$ нисбатдан фойдаланамиз.

A_2 нуктадан ихтиёрий тўғри чизик ўтказилади ва шу нуктадан бошлаб $A_2I_2=A_1B_1$ ва $I_2Z_2=B_1N_1$ кесмалар ўлчаб қўйилади. I_2B_2 нукталар бирлаштирилади ва Z_1 нуктадан шу чизикка параллел тўғри чизик ўтказилади. Бу чизик A_1B_1 чизик билан кесишиб, кесманинг фронтал изининг фронтал проекцияси-- N_2 ни ҳосил қилади (61- шакл). Шу мисолнинг ўзини тўғри чизикнинг профил проекциясидан фойдаланиб ҳам ечиш мумкин. Бунинг учун аввал AB тўғри чизикнинг профил проекцияси A_3B_3 топилади (62- шакл) ва унинг z ҳамда y ўқлари билан кесишган M_3 ва N_3 нукталари топилади. Бу ерда N_3 нукта AB нинг фронтал изининг профил проекцияси, M_3 эса горизонтал изининг профил проекциясидир. Изларнинг горизонтал ва фронтал проекцияларини топилишини чизмадан тушуниш қийин эмас.

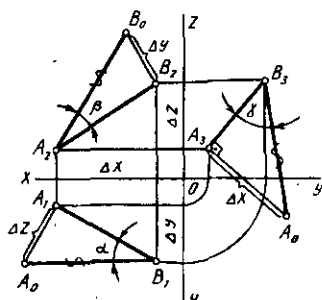
3.5- §. Тўғри чизикнинг ҳақиқий катталигини ва унинг проекциялар текисликларига нисбатан оғиш бурчакларини аниқлаш

Биз юқорида тўғри чизик кесмасини проекциялар текисликларига нисбатан ихтиёрий вазиятда, яъни тўғри чизик проекциялар текисликларига нисбатан ўткир бурчак остида жойлашган бўлиши мумкин деган эдик. Бундай вазиятда кесма проекциялар текисликларига, ўзининг фазовий вазиятига нисбатан ўзгариб (кискариб) проекцияланади. Геометрик масалаларни ечишда тўғри чизик кесмасининг ҳақиқий катталиги ва унинг проекциялар текисликларига нисбатан оғиш бурчакларини аниқлашга тўғри келади.

Бирор AB тўғри чизик билан текислик орасидаги бурчак, унинг шу текисликдаги проекцияси, яъни A_1B_1 орасидаги δ бурчак билан ўлчанади. Бу бурчак тўғри чизик ва текислик орасидаги ўткир бурчакни 90° га тўлдирувчи бурчак билан ҳам аниқланади. Тўғри чизик кесмасининг бирор текисликдаги проекцияси ва бу кесма охириги нукталарининг шу текисликдан узоқликлари маълум бўлса, бу тўғри чизик кесмасининг ҳақиқий узунлиги ва ўша проекцияси ётган текислик билан ташкил қилган бурчагини аниқлаш мумкин. Буни 63- шаклдан тушуниб олиш қийин эмас. Бу ерда AB тўғри чизик



63- шакл.



64- шакл

кесмаси ва унинг Π текисликдаги проекцияси берилган. AB кесманинг ҳақиқий узунлигини топиш учун AB кесманинг A учидан A_1B_1 га параллел тўғри чизик ўтказилади, натижада ABN тўғри бурчакли учбурчак ҳосил бўлади. Бу учбурчакнинг AN катети A_1B_1 га тенг, BN катети эса BB_1 кесмадан AA_1 кесманинг айирмасига тенг (яъни $BB_1 - AA_1 = BN$), гипотенуза эса, тўғри чизик кесмасининг ҳақиқий узунлигидир. ABN тўғри бурчакли учбурчакнинг A учигаги бурчаги, AB тўғри чизик билан Π текислик орасидаги бурчакни ифодалайди. Бу бурчак AB билан унинг Π текисликдаги A_1B_1 проекцияси орасидаги бурчак билан ўлчанади ($\angle B_1MB = \angle BAN$).

Энди тўғри чизикни ўзаро перпендикуляр бўлган $\Pi_1\Pi_2$, Π_3 проекциялар текисликлари билан ҳосил қилган α , β , γ бурчакларни аниқлашга ўтамиз. Буни тўғри чизикни анализ қилиш ҳам дейилади (64- шакл).

Агар юқоридаги Π текислик ўрнида горизонтал проекциялар текислиги Π_1 олинса, тўғри бурчакли учбурчакнинг битта катети учун кесмани Π_1 текисликдаги проекцияси A_1B_1 , иккинчи катети учун эса, кесма учларидан горизонтал проекциялар текисликларигача бўлган масофалар айирмасига, яъни $Z_B - Z_A = \Delta Z$ га тенг бўлган масофа олинади.

Эпюрда кесманинг горизонтал проекцияси A_1B_1 бирор, масалан, A_1 нуктасидан перпендикуляр чизик чиқариб, ΔZ масофа ўлчаб қўйилади ва A_0 нукта белгиланади, сўнгра A_0 ни B_1 нукта билан ўзаро бирлаштириб $A_1B_1A_0$ тўғри бурчакли уч бурчак ҳосил қилинади. Унинг A_0B_1 гипотенузаси AB кесманинг ҳақиқий катталигига тенг бўлади, яъни $A_0B_1 = AB$. A_0B_1 ва A_1B_1 чизиклар орасидаги α бурчак

кесма билан горизонтал проекциялар текислиги (Π_1) орасидаги бурчакка тенг бўлади. Агар учбурчакнинг битта катети қилиб, кесманинг фронтал проекцияси A_2B_2 олинса, иккинчи катети, кесма учларидан фронтал проекциялар текислиги (Π_2) гача бўлган масофалар айирмаси ($Y_B - Y_A = \Delta Y$) олинади. Кесманинг фронтал проекцияси A_2B_2 чизикнинг B_2 учидан перпендикуляр чизик чиқариб, ΔY масофани ўлчаб қўйилади, ҳосил бўлган B_0A_2 чизик AB кесманинг ҳақиқий катталиги бўлади. $A_2B_2B_0$ учбурчакнинг A_2B_0 гипотенузаси ва A_2B_2 катети орасидаги β бурчак, тўғри чизик билан Π_2 текислик орасидаги бурчакдир.

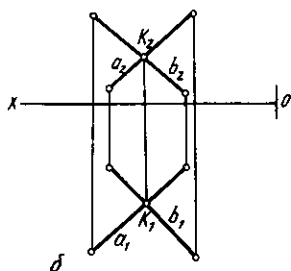
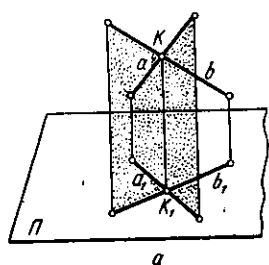
Агар учбурчакнинг битта катети қилиб, кесманинг профил проекцияси A_3B_3 олинса, иккинчи катети қилиб, AB чизикнинг A ва B нукталаридан Π_3 текисликкача бўлган масофалар айирмаси олинади, яъни ΔX масофа бўлади.

Тўғри чизикнинг профил проекцияси A_3B_3 нинг A_3 учидан перпендикуляр чизик чиқариб, ΔX масофа ўлчаб қўйилади ва A_0 нукта аникланади. A_0B_3 ва A_3B_3 чизиклар орасидаги γ бурчак AB кесма билан Π_3 текислик орасидаги бурчак бўлади.

3.6- §. Икки тўғри чизикнинг ўзаро жойлашиши

Фазода икки тўғри чизик ўзаро кесишган, параллел ва учрашмас (айқаш) ҳолатларда бўлиши мумкин.

Кесишувчи тўғри чизиклар. Агар фазода икки тўғри чизик ўзаро кесишган бўлса, уларнинг горизонтал, фронтал ва профил проекциялар текисликларидаги бир номли проекциялари ҳам ўзаро кесишган бўлади ва кесишиш нукталари бир боғловчи чизикда ётади. 65- шакл, а ва б ларда фазода ва эпюрда ўзаро кесишувчи a ва

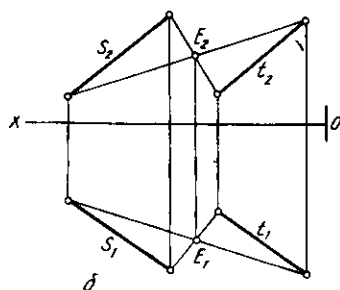
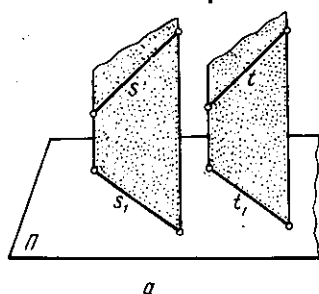


65- шакл

b тўғри чизикларнинг K (K_1K_2) нуктада ўзаро кесишиши ва эпюрга кесишиш нукталарини бир боғловчи чизикда ётиши кўрсатилган.

Параллел тўғри чизиклар. Икки тўғри чизик фазода ўзаро параллел бўлса, уларнинг проекциялар текисликларидagi бир номли проекциялари ҳам ўзаро параллел бўлади.

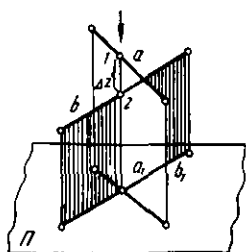
66- шакл, а ва б ларда икки s ва t тўғри чизикларнинг ўзаро параллеллиги кўрсатилган. Чизикларнинг параллеллигини билиш учун берилган кесманинг горизонтал проекциялари узунликлари нисбатини фронтал проекциялари узунликлари нисбатига солиштириб кўриш керак. Бу ҳолда нисбатлар тенг бўлса чизиклар параллел бўлади.



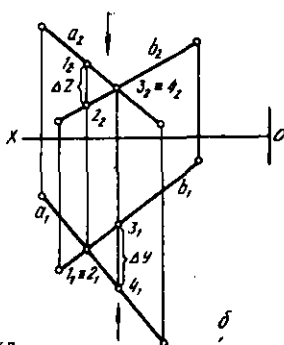
66- шакл.

Еки параллел чизикларнинг учлари бирлаштирилганда, уларнинг бир номли проекцияларининг кесишган нуктаси (E_1E_2) бир боғловчи чизикда бўлади.

Учрашмас тўғри чизиклар. Учрашмас тўғри чизиклар айкаш чизиклар ҳам деб аталади. Бундай чизиклар ўзаро кесишмайдилар ва параллел ҳам бўлмайдилар. Бу чизикларнинг умумий нуктаси бўлмайди. Бундай чизикларнинг бир номли проекциялари кесишган нукталари бир боғланиш чизигида ётмайди. Учрашмас тўғри чизиклар проекцияларининг кесишган нуктаси фазодаги бу тўғри чизикларнинг икки нуктасининг проекциялари бўлади. Бундай нукталар конкурент нукталар деб аталади. 67- шакл, а ва б лардаги 1_11_2 ва 2_12_2 ҳамда 3_13_2 ва 4_14_2 нукталар конкурент нукталарга киради. Бу ерда a_1 , a_2 да ётувчи 1_11_2 нукта, b_1b_2 да ётувчи 2_12_2 нуктага қараганда юқорида жойлашган. Буни нукталарнинг фронтал проекциялари 1_2 ва 2_2 лардан яққол кўриш мумкин. Шунинг учун 1_11_2 нукта кўринар, 2_12_2 нукта эса кўринмасдир.



a



б

67- шакл.

Шунингдек $4_1 4_2$ нукта $3_1 3_2$ нуктага қараганда кузатувчига якин жойлашган. Демак, $4_1 4_2$ нукта кўринар, $3_1 3_2$ нукта эса кўринмас бўлади. Конкурент нукталар геометрик шакллarning эпюрга кўринар ва кўринмас қисмларини аниқлашга имкон беради.

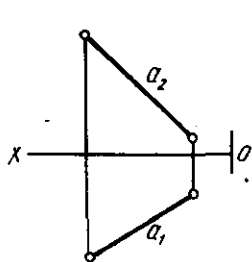
МАШҚ ҚИЛИШ УЧУН МАСАЛАЛАР

1. AB кесма, $A (50, 15, 10)$, $B (5, 30, 30)$ координатлари билан берилган бўлиб, унинг хақиқий катталигини топинг.

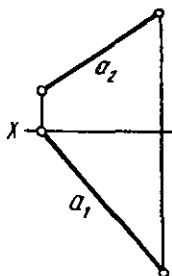
2. Координатлари $A (50, 30, 35)$, $B (15, 0, 0)$ билан берилган кесманинг A учидан 30 мм узоқликда бўлган «С» нуктани топинг.

3. «a» кесманинг координатлари $M (47, 10, 12)$, $N (10, 40, 30)$ дан фойдаланиб, унинг Π_1 , Π_2 проекциялар текисликларига нисбатан оғиш бурчаклари — α , β ларни аниқланг.

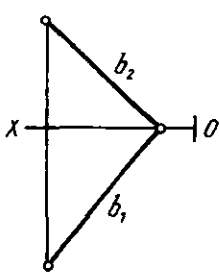
4. Тўғри чизик кесмаси a нинг горизонтал ва фронтал проекциялари берилган. Унинг Π_1 , Π_2 , Π_3 проекциялар текисликлари билан ташкил қилган α , β , γ бурчакларини аниқланг (68- шакл).



68- шакл.

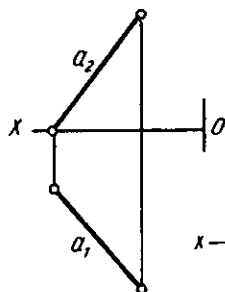


69- шакл.

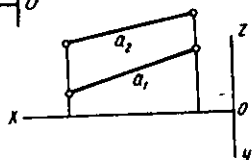


70- шакл.

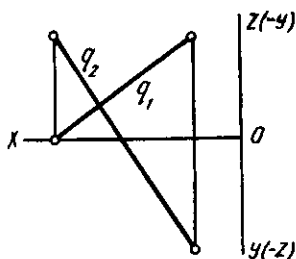
5. Қуйида берилган кесмаларнинг эпюрларига асосан уларнинг фазовий вазиятлари ва X , Y , Z координатлари мм да аниқлансин (69—74- шакллар).



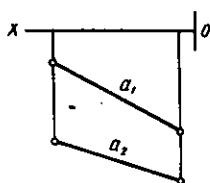
71- шакл.



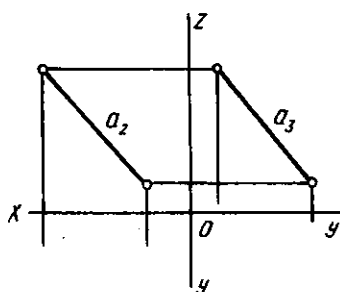
72- шакл.



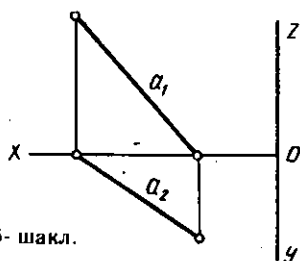
73- шакл



74- шакл.



75- шакл.



76- шакл.

6. «а» кесманинг профил проекция-
сидан фойдаланиб, унинг хакикий
катталигини топинг (75- шакл).

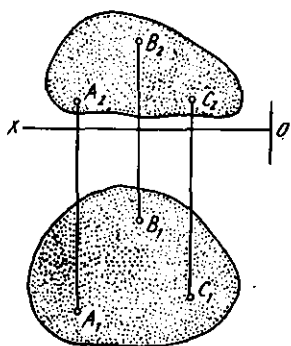
7. «а» кесманинг a_1 ва a_2 про-
екцияларига кўра унинг фазовий
таъбирини ясанг (76- шакл).

4- бoб. ТЕКИСЛИК

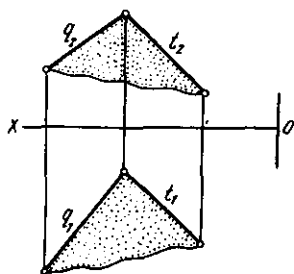
4.1- §. Текислик ва унинг чизмада бeрилиши

Текисликнинг фазодаги вазиятини аниқловчи гео-
метрик элементлар нуқта ва тўғри чизиклардир. Тўғри
бурчакли проекцияларда текисликнинг вазияти унинг

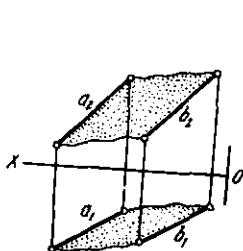
элементларининг проекциялари оркали берилади. Текислик умумий ҳолда бир тўғри чизикда ётмаган уч нукта (A, B, C) (77-шакл), кесишувчи икки тўғри чизик (q, l_1) (78-шакл), икки параллел тўғри чизик ($a \parallel b$) (79-шакл), тўғри чизик ва шу чизикда ётмайдиган нукта (d, C) (80-шакл) оркали берилади. Бундан ташқари текислик учбурчак, тўртбурчак ва шунга ўхшаш текис шакллар билан ҳам берилиши мумкин. Текисликнинг проекциялар текисликлари билан кесишган чизиклари унинг излари дейилади. Π_1 ва Π_2 текисликлар тизимида текислик икки изи (81-шакл) билан берилиши мумкин. Текисликлар фазода битта ҳарф билан (Σ, Q, R каби ҳарфлар билан) белгиланади. 81-шаклда Σ текислик горизонтал изи Σ_{Π_1} ва фронтал изи Σ_{Π_2} лар билан берилган. Бу текисликни $\Sigma(\Sigma_{\Pi_1}, \Sigma_{\Pi_2})$ кўринишида ёзиш мумкин. Текислик изининг бир проекцияси шу из билан бир жойда, иккинчи проекцияси эса проекциялар ўқи OX да бўлади, шунинг учун текисликнинг бирор изида олинган



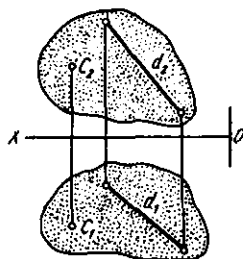
77-шакл.



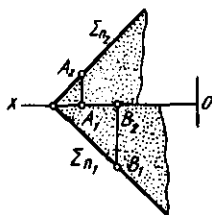
78-шакл.



79-шакл.

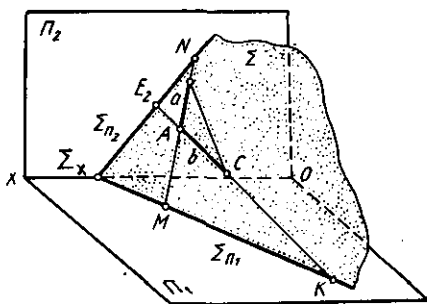


80-шакл.

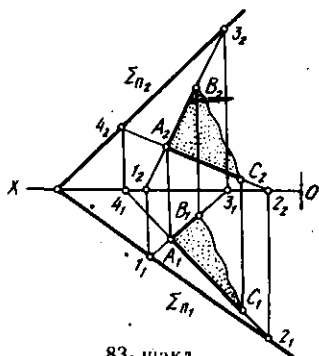


81-шакл.

нуктанинг битта проекцияси ўзи билан бир жойда, иккинчи проекцияси эса OX ўқида бўлади (81- шаклдаги $A (A_1A_2)$ ва $B (B_1B_2)$ нукталар). Текисликнинг Σ_{Π_1} ва Σ_{Π_2} излари OX ўқида учрашади ва учрашиш нуктаси Σ_x билан белгиланади. 82- шаклда текислик кесишувчи a ва b тўғри чизиклар билан берилган. Текисликнинг горизонтал изи Σ_{Π_1} ни то-



82- шакл.



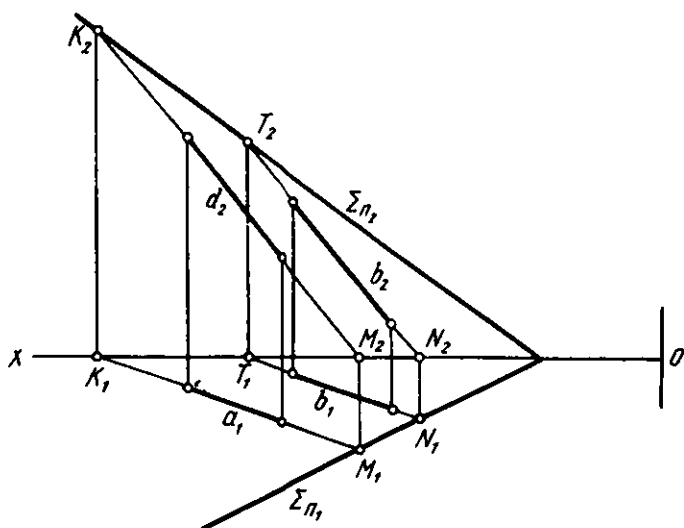
83- шакл.

пиш учун a ва b тўғри чизикларнинг излари — M ва K нукталар аникланади, сўнгра ўзаро туташтирилади. Хосил бўлган MK тўғри чизик, Σ текисликини Π_1 проекциялар текислиги билан кесишган чизиги ёки текисликнинг горизонтал изи дейилади. Фронтал изи эса, Σ текисликини фронтал проекциялар текислиги Π_2 билан кесишган чизиги NE бўлади. Энди текислик (Σ_{Π_1} ва Σ_{Π_2}) изларининг эпюрга ҳосил бўлишини кўриб чиқамиз (83- шакл).

Текисликнинг горизонтал (Σ_{Π_1}) изини ҳосил қилиш учун AB ва AC кесишувчи чизикларнинг фронтал проекциялари: A_2B_2 ни OX ўқи билан кесишгунча давом эттирилади ва 1_11_2 нукталар ҳосил бўлади, A_2C_2 ни давом эттириб 2_12_2 нукталарга эга бўлинади.

Аникланган 1_1 ва 2_1 нукталар бирлаштирилса, текисликнинг горизонтал изи ҳосил бўлади. Худди шунингдек, 3_13_2 ва 4_14_2 нукталарни топиб, текисликнинг фронтал изи (Σ_{Π_2}) топилади.

84- шаклда ўзаро параллел $a (a_1a_2)$ ва $b (b_1b_2)$ тўғри чизиклар билан берилган ихтиёрий вазиятдаги текисликнинг горизонтал (Σ_{Π_1}) ва фронтал (Σ_{Π_2}) изларини топиш йўллари кўрсатилган.



84- шакл.

Текисликнинг горизонтал изини топиш учун a ва b чизикларнинг горизонтал излари — M (M_1M_2) ва N (N_1N_2) нукталар аникланади, сўнгра бу нукталар туташтирилади. Ҳосил бўлган M_1N_1 тўғри чизик текисликнинг (Σ_{π_1}) горизонтал изи бўлади.

Текисликнинг фронтал изини топиш учун шу чизикларнинг фронтал излари — K (K_1K_2) ва T (T_1T_2) нукталарни топиб, ўзаро бирлаштирилса, (Σ_{π_2}) фронтал изига эга бўлинади.

4.2- §. Текисликнинг проекциялар текисликларига нисбатан турли вазиятларда жойлашиши

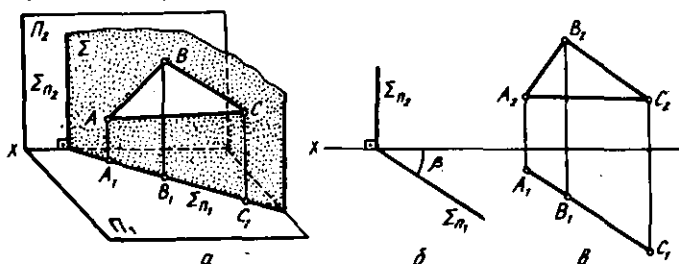
Текислик фазода проекциялар текисликларига нисбатан умумий ёки ихтиёрий ва махсус вазиятларда бўлиши мумкин. Агар текислик проекциялар текисликларидан бирортасига ҳам перпендикуляр бўлмаса, бундай текислик умумий ёки ихтиёрий вазиятдаги текислик дейилади (77—81- шакллар). Агар текислик проекциялар текисликларидан бирортасига перпендикуляр ёки параллел бўлса, бундай текислик проекцияловчи ёки махсус текислик дейилади.

Проекцияловчи текисликлар Π_1, Π_2, Π_3 текисликларга нисбатан олти хил вазиятда жойлашган бўладилар.

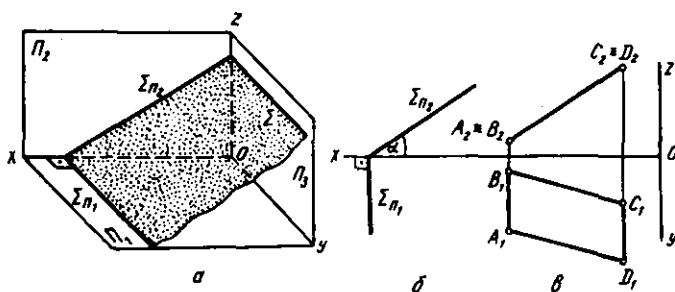
1. Текислик горизонтал проекциялар текислигига перпендикуляр. Бундай текислик горизонтал проекцияловчи текислик дейилади (85- шакл, а, б, в). Бунда текисликнинг фронтал изи OX ўқига перпендикуляр бўлади, горизонтал изи эса ихтиёрий (90° га тенг бўлмаган) бурчакда жойлашади. Текисликнинг горизонтал Σ_{Π_1} изининг OX ўқи билан ҳосил қилган β бурчаги $\Sigma(\Sigma_{\Pi_1}, \Sigma_{\Pi_2})$ текислик-

нинг Π_2 текислик билан ҳосил қилган бурчагининг ҳақиқий кийматига тенг бўлади (85- шакл, б). Текис геометрик шакллар билан берилган горизонтал проекцияловчи текисликнинг горизонтал проекцияси тўғри чизик бўлиб проекцияланади (85- шакл, в).

2. Σ текислик фронтал проекциялар текислигига перпендикуляр. Бу текислик фронтал проекцияловчи текислик дейилади. Бунда текисликнинг горизонтал изи OX ўқига перпендикуляр бўлиб, текислик билан горизонтал проекциялар текислиги орасидаги α бурчак Π_2 га ўзгармасдан проекцияланади (86- шакл, а, б, в лар).



85- шакл.

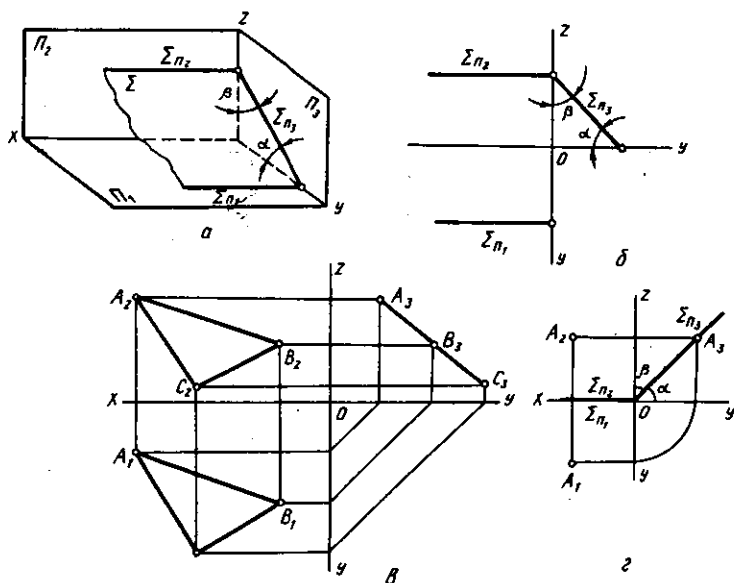


86- шакл.

Агар текислик бирор текис шакл оркали берилса, унинг фронтал проекцияси тўғри чизик бўлиб Σ_{Π_1} из билан қўшилиб қолади (86-шакл, в).

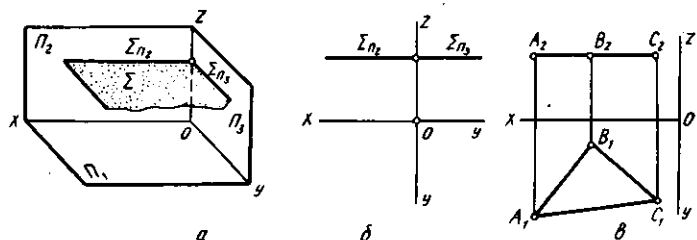
3. Текислик профил проекциялар текислигига перпендикуляр жойлашган, бундай текислик профил проекцияловчи текислик дейилади. Σ текислик Π_3 текисликка перпендикуляр бўлганлиги учун унинг Σ_{Π_1} ва Σ_{Π_2} излари OX ўкига параллел бўлади ва текислик билан Π_1 ва Π_2 текисликлар орасидаги α ва β бурчаклар Π_3 текисликка ҳақиқий катталиги бўйича проекцияланади. (87-шакл, а ва б лар). Профил проекцияловчи учбурчакнинг профил проекцияси тўғри чизик кўринишида бўлади (87-шакл, в). 87-шакл, г да тасвирланган профил проекцияловчи Σ текислик OX ўки оркали ўтган. Буни Π_1 ва Π_2 текисликлар тизимида Σ_{Π_1} ва Σ_{Π_2} излари ҳамда шу текисликда ётган бирор нуктанинг проекциялари билан берилади (87-шакл, г).

4. Текислик горизонтал проекциялар текислигига параллел. Унинг фронтал ва профил излари ($\Sigma_{\Pi_2}\Sigma_{\Pi_3}$) OX



87-шакл.

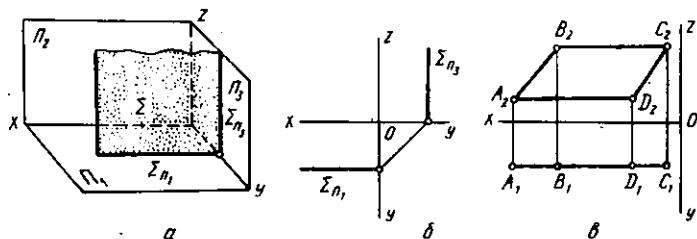
ва OY ўқларига параллел бўлади. Агар текислик эпюрга изи билан эмас, балки шакл кўринишида, масалан, ABC учбурчак шаклида берилса, унинг горизонтал проекцияси ҳақиқий катталиги бўйича проекцияланади, колган икки проекцияси тўғри чизик кўринишида бўлади (88- шакл, а, б ва в лар).



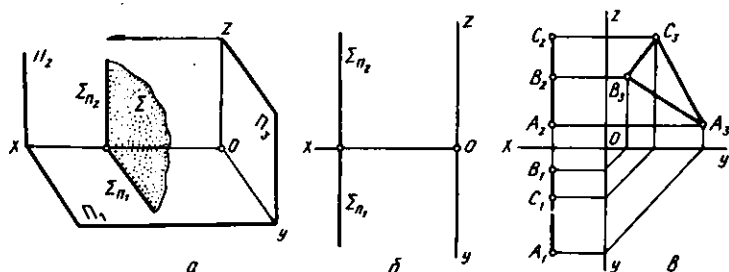
88- шакл.

5. Текислик фронтал проекциялар текислигига параллел. Бунда текисликнинг Σ_{π_1} ва Σ_{π_2} излари OX ва OZ ўқларига параллел бўлади. Текислик изи билан эмас, текис шакл, масалан, параллелограм шаклида берилса, унинг фронтал проекцияси ўзининг ҳақиқий киймати билан проекцияланади (89- шакл, а, б ва в лар).

6. Текислик профил проекциялар текислигига параллел. Унинг фронтал ва горизонтал излари OY ва OZ ўқларига параллел бўлади. Бунда, текислик ABC шакл кўринишида берилса, унинг профил проекцияси ҳақиқий катталигига эга бўлиб, горизонтал, фронтал проекциялари эса тўғри чизик кўринишида бўлади (90- шакл, а, б ва в лар).



89- шакл.



90- шакл.

4.3- §. Текисликда тўғри чизик ва нукта танлаш

Текислик устида тўғри чизик ва нукта қуйидаги шартларга мувофиқ танланади:

1. Тўғри чизик текисликда ётувчи икки нукта орқали ўтиши керак. Шундагина ўтказилган чизик текисликка тегишли бўлади.

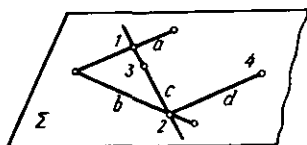
2. Текисликда ётувчи бирор нукта орқали шу текисликда ётувчи бирор тўғри чизикка параллел ўтказилган тўғри чизик ҳам шу текисликка дахлдор бўлади.

Масалан: Σ текислик, икки кесишувчи a ва b тўғри чизиклар орқали берилган.

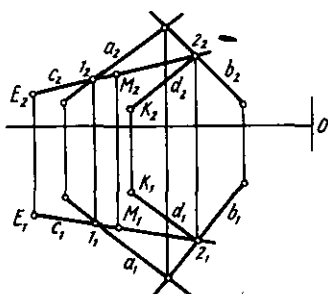
Текисликда тўғри чизик танлаш учун шартга кўра a тўғри чизикда 1-нуктани, b тўғри чизикда эса 2-нукталарни белгилаймиз ва уларни ўзаро бирлаштирамиз. Натижада $\Sigma(a \cap b)$ текисликка тегишли c тўғри чизик ҳосил бўлади.

c — тўғри чизикда ётувчи ҳар қандай нукта (масалан, 3-нукта) Σ текисликка тегишли бўлади (91-шакл). Шунингдек, d тўғри чизик ҳам текисликка дахлдордир, чунки шартга кўра бу тўғри чизик 2 нукта орқали ўтиб, текисликдаги a тўғри чизикка параллелдир. 92-шаклдаги комплекс чизмада икки кесишувчи a ва b тўғри чизиклар орқали берилган $\Sigma(a \cap b)$ текисликда тўғри чизик ва нукта танлаш кўрсатилган.

Шартга кўра $\Sigma(a \cap b)$ текисликдаги a_1a_2 ва b_1b_2 тўғри чизикларда 1_11_2 ва 2_12_2 нукталарни белгилаймиз. Бу нукталар орқали ўтган $c = (C_1C_2)$ тўғри чизик берилган Σ текисликда ётади. M ва E нукталар c тўғри чизикда ётганлиги учун Σ текисликка дахлдордир. Бунинг алгоритми ечими символик белгилар билан қуйидагича ёзилади:



91- шакл.



92- шакл.

$$\begin{aligned} 1 \in a \in \Sigma &\Rightarrow 1 \in \Sigma \\ 2 \in b \in \Sigma &\Rightarrow 2 \in \Sigma \\ C \ni 1 \in \Sigma \wedge C \ni 2 \in \Sigma &\Rightarrow C \in \Sigma \end{aligned}$$

2 ($2_1 2_2$) нуктадан a тўғри чизикка параллел ўтказилган d тўғри чизик ҳам шартга кўра $\Sigma(a \parallel b)$ текисликка тегишлидир. Худди шунингдек, $d(d_1 d_2)$ тўғри чизикдаги $K(K_1 K_2)$ нукта текисликда ётади. Бунинг алгоритмли ечими символик белгилар билан куйидагича ёзилади:

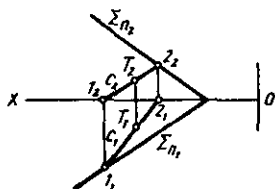
$$\begin{aligned} d \ni 2 \in \Sigma \wedge d \parallel a \in \Sigma &\Rightarrow d \in \Sigma \\ k \in d \in \Sigma &\Rightarrow k \in \Sigma \end{aligned}$$

93- шаклда текислик излари билан берилганда $\Sigma(\Sigma_{II}, \Sigma_{II_2})$; унда тўғри чизик ва нукта танлаш кўрсатилган. Шартга кўра, текисликнинг горизонтал изи, Σ_{II} тўғри чизик устида 1 нуктанинг горизонтал проекцияси 1_1 белгиланади. Унинг фронтал 1_2 проекцияси OX ўқда бўлади. Фронтал изи Σ_{II_2} да ихтиёрий 2_2 нукта сайлаб, унинг горизонтал проекцияси 2_1 аниқланади. Белгиланган нукталарнинг бир номли проекциялари ($1_1 2_1$ ва $1_2 2_2$) бирлаштирилади. Натижада Σ текисликда ётувчи 1 ва 2 нукталар орқали ўтувчи c тўғри чизикка эга бўлинади. T нукта c — тўғри чизикда ётганлиги учун берилган текисликка тегишлидир. Шу мавзуга оид бир нечта мисолларни ечамиз.

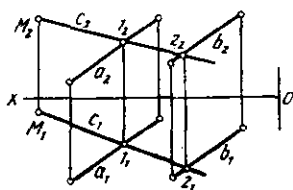
1- м и с о л. Текислик ўзаро параллел тўғри чизиклар билан берилган:

$\Sigma(a \parallel b)$ текисликда ётувчи M нуктанинг фронтал проекцияси M_2 маълум, горизонтал проекцияси M_1 ни топиш керак.

Ечиш. Нуктанинг фронтал проекцияси M_2 орқали a_2 ва b_2 тўғри чизикларнинг 1_2 ва 2_2 нукталарида кесиб ўтувчи C_2 чизик ўтказилади ва унинг горизонтал проекцияси C_1 топилади ($1_1 \in a_1$, $2_1 \in b_1$). M нуктанинг горизонтал M_1 проекцияси M_2 дан OX га туширилган боғловчи чизикнинг C_1 чизик билан кесишган нуктасида бўлади (94- шакл).



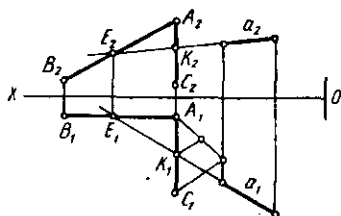
93- шакл.



94- шакл.

2- м и с о л. $\Sigma(ABC)$ текисликда ётувчи a тўғри чизик MN кесмасининг етишмайдиган проекцияси a_1 топилиши керак (95- шакл).

Ечиш. Берилган a кесманинг фронтал проекцияси a_2 чизик Σ текисликдаги AB ва AC кесмалар фронтал проекциялари A_2B_2 ва A_2C_2 ларни E_2 ва K_2 нукталарда кесиб ўтади. Бу нукталарнинг етишмайдиган E_1 ва K_1 проекциялари топилади. Текисликдаги AC тўғри чизик профил чизик бўлганлиги учун K_1 нуктани топишда кесмани берилган нисбатда бўлиш қоидадан фойдаланилади. Бунинг учун A_1 нуктадан ихтиёрий йўналишда чизик чиқарилади ва шу A_1 нуктадан A_2K_2 ва K_2C_2 кесмалар ўлчаб қўйилади. Иккинчи кесманинг охири учини C_1 нукта билан туташтирилади, сўнгра биринчи кесмани охири учидан шу чизикка параллел қилиб, A_1C_1 чизикларни K_1 нуктада кесишгунча ўтказилади.



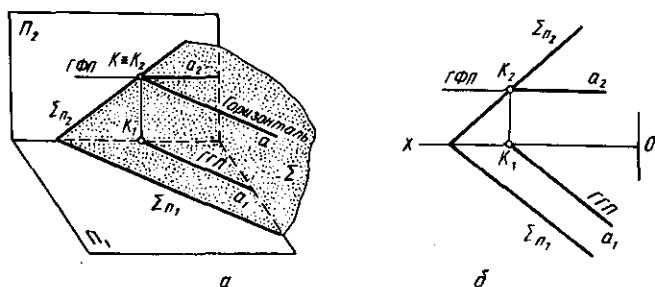
95- шакл.

K_2 нукта A_2C_2 чизикни қандай нисбатда бўлса, K_1 нукта AC кесманинг горизонтал проекцияси A_1C_1 кесмани ҳам шундай нисбатда бўлади. Натижада, аниқланган E_1 ва K_1 нукталардан ўтувчи a кесманинг етишмаган горизонтал проекцияси a_1 чизик ҳосил бўлади.

4.4- §. Текисликнинг махсус чизиклари

Турли геометрик масалаларни ечишда, текисликда ётувчи ва проекциялар текисликларига нисбатан параллел жойлашган чизиклар катта аҳамиятга эга. Текисликнинг бундай чизиклари унинг бош чизиклари дейилади. Бундай чизикларга текисликнинг горизонтали, фронтали ва энг катта оғма чизиклари киради.

Текисликнинг горизонтал чизиги берилган текисликда ётиб, горизонтал проекциялар текислигига параллел жойлашган бўлади. Эпюрда текислик горизонталининг фронтал проекцияси OX ўқиға параллел бўлади. Горизонтал проекцияси яшаш йўли билан топилади ва у горизонтал чизикнинг ҳақиқий катталигига тенг бўлади.

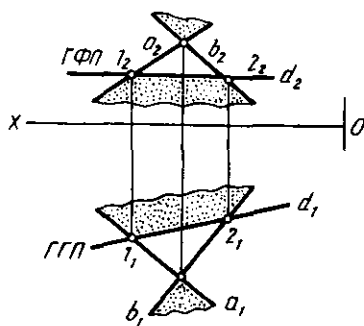


96- шакл.

96- шакл а, б ларда Σ ($\Sigma_{\Pi_1}, \Sigma_{\Pi_2}$) текисликнинг горизонтал чизигини ўтказиш кўрсатилган.

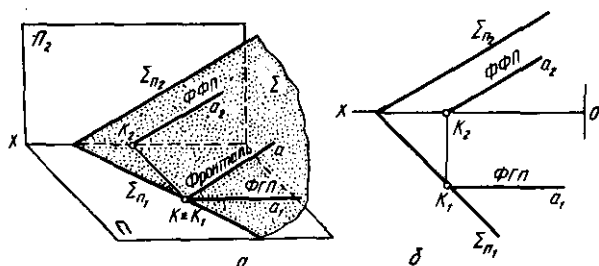
Σ текисликнинг горизонтал чизигини ўтказиш учун, аввало K_2 нуктадан OX ўқиға параллел қилиб, унинг

фронтал проекцияси a_2 чизик ўтказилади, горизонтал проекцияси a_1 эса, K_1 нуктадан ўтиб, текисликнинг горизонтал изи Σ_{Π_1} га нисбатан параллел бўлади. Ҳосил бўлган $a(a_1, a_2)$ чизик текисликнинг горизонтал чизиги бўлади. 97- шаклда икки кесишувчи a ва b тўғри чизиклар орқали берилган текисликнинг горизонтал чизиги ($d(d_1, d_2)$) ни ўтказиш кўрсатилган. Эпюр-



97- шакл.

да унинг горизонтал чизигини ўтказиш учун, аввало горизонтал чизикнинг фронтал проекцияси d_2 (боғловчи чизикларга перпендикуляр қилиб) ўтказилади. Бу чизик a_2 ва b_2 чизикларни 1_2 ва 2_2 нукталарда кеседи, сўнгра унинг горизонтал проекцияси 1_1 ва 2_2 нукталар топилади. Аниқланган нукталар бирлаштирилса, Σ текислигининг горизонтал чизиги d_1 , d_2 ҳосил бўлади (97-шакл). Текислиқнинг фронтал чизиги шу текисликда ётиб, фронтал проекциялар текислигига параллел жойлашган бўлади (98-шакл, а ва б лар). 98-шаклда Σ текислиқнинг фронтал чизиги a чизик Σ_{Π_1} да жойлашган K нукта

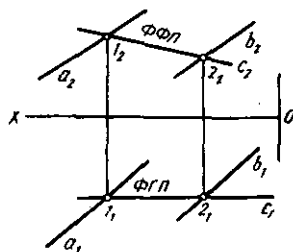


98- шакл.

оркали Σ_{Π_2} га параллел қилиб ўтказилган Σ_{Π_2} нинг ўзи ҳам Σ текислиқнинг фронталидир. Эпюрда (98-шакл, б) фронталнинг горизонтал проекцияси a_1 проекциялар ўқи OX га параллел ($a_1 \parallel OX$) фронтал проекцияси a_2 эса текислиқнинг фронтал изига параллел ($a_2 \parallel \Sigma_{\Pi_2}$) бўлади.

Σ текислиқ параллел a ва b тўғри чизиклар оркали берилган (99-шакл). Текислиқнинг фронтал чизигини ўтказиш керак. Бунинг учун текисликда ихтиёрий 1 ва 2 нукталар танлаб текислиқнинг фронтал чизиги C_1C_2 ўтказилади. Бу фронтал чизикнинг горизонтал проекцияси C_1OX ўқига параллел, фронтал проекцияси C_2 эса, 1_2 ва 2_2 нукталар оркали ясаш йўли билан топилади.

Текислиқнинг энг катта оғма чизиги берилган текисликда

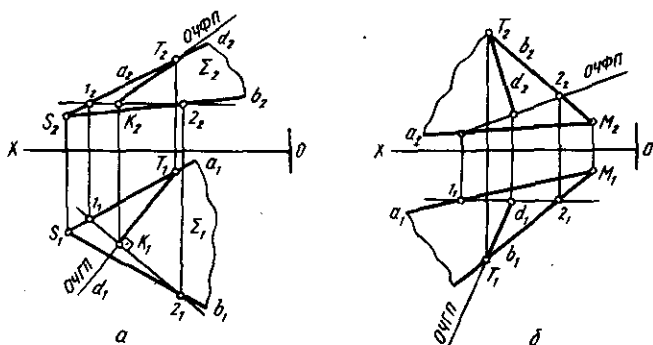


99- шакл.

ётиб, текисликнинг горизонтал ёки фронтал чизигига перпендикуляр жойлашган бўлади.

Бу чизик ўзи ётган текисликнинг тегишли проекциялар текисликлари билан ҳосил қилган бурчакларига тенг бўлган бурчакни ташкил қилади. Шунинг учун текисликнинг энг катта оғма чизиги текисликларни Π_1 ва Π_2 проекциялар текисликларига нисбатан оғиш бурчакларини аниқлашда фойдаланилади.

100-шакл, а ва б ларда ўзаро кесишувчи a ва b тўғри чизиклар орқали берилган Σ текислигининг энг катта оғма чизиги, унинг горизонтал ва фронтал чизикларидан фойдаланиб ўтказилиши кўрсатилган. 100-шакл, а да T_1K_1 , T_2K_2 чизик $\Sigma(a \cap b)$ текислигининг горизонтали l_1l_2 , l_2l_2 га перпендикуляр бўлган энг катта оғма

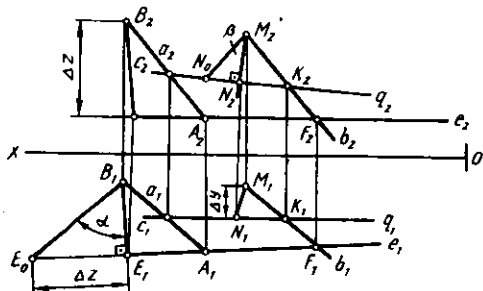


100-шакл.

чизигидир. Бу тўғри чизикнинг горизонтал проекцияси $K_1T_1(d_1)$ текислик горизонталининг горизонтал проекцияси l_1l_2 га перпендикуляр ўтказилади (параллел проекцияларнинг тўғри бурчаги тўғрисидаги хоссага асосан), фронтал проекцияси эса яшаш йўли билан аниқланади. 100-шакл, б да d_1d_2 чизик $\Sigma(a \cap b)$ текислигининг фронтали l_1l_2 , l_2l_2 га перпендикуляр бўлган энг катта оғма чизигидир. Бу чизикнинг фронтал проекцияси $T_2K_2(a_2)$ текислик фронталининг фронтал проекцияси l_2l_2 га перпендикуляр ўтказилади, горизонтал проекцияси эса яшаш йўли билан топилади.

Энди текисликнинг махсус чизикларига оид бўлган бир неча мисолларни кўриб чиқамиз.

1-мисол. $\Phi(a\parallel b)$ текислик ўзаро параллел a ва b чизиклар орқали берилган. Π_1 ва Π_2 га нисбатан оғиш бурчаклари α ва β ларни топиш керак (101-шакл). Бурчак α ни топиш учун $\Phi(a\parallel b)$ текисликнинг $l(l_1, l_2)$ горизонтал чизиги ўтказила-



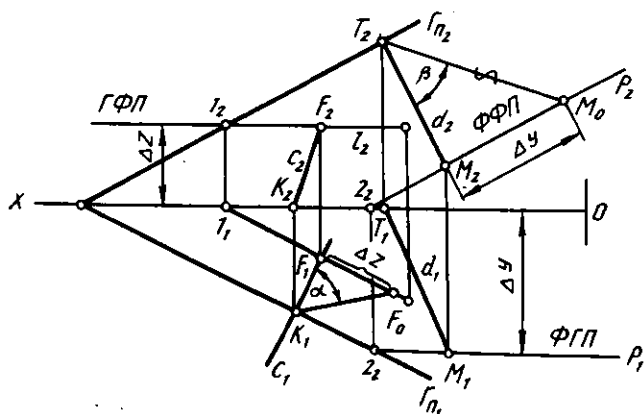
101-шакл.

ди ва текисликнинг бирор нуктаси орқали, масалан B_1B_2 нуктаси орқали горизонталга перпендикуляр бўлган энг катта оғма чизикни ўтказамиз. Унинг горизонтал проекцияси B_1 нукта орқали l_1 га перпендикуляр қилиб чизик ўтказилади ($B_1E_1 \perp l_1$) ва E_1 нукта белгиланади. Сўнгра E_1 нукта орқали E_2 топилади ва E_2 нукта билан E_2 нукта бирлаштирилади. B_1E_1 , B_2E_2 энг катта оғма чизикнинг проекцияларидир. Бу чизикнинг ҳақиқий катталиги топилади. Бунинг учун тўғри бурчакли учбурчак ясаш усулидан фойдаланилади. Бунда бир катет сифатида B_1E_1 кесма, иккинчи катет сифатида эса B_2 ва E_2 нукталарнинг аппликаталари айирмаси (яъни ΔZ) олинади. Ҳосил бўлган $B_1E_1E_0$ учбурчакнинг B_1E_0 гипотенузаси текислик горизонталига перпендикуляр бўлган энг катта оғма чизикнинг ҳақиқий катталигини ифодалайди. Бу ерда $\angle E_0B_1E_1 = \angle \alpha$, яъни $\Phi(a\parallel b)$ текислигининг Π_1 га нисбатан оғиш бурчагидир. Бу текисликнинг Π_2 га нисбатан оғиш бурчагини топиш учун текислик фронтали q_1, q_2 га перпендикуляр бўлган энг катта оғма чизик M_1N_1 , M_2N_2 дан фойдаланилади (бу ерда $M_2N_2 \perp q_2$). Бу энг катта оғма чизикнинг ҳақиқий катталиги тўғри бурчакли учбурчак ясаш усулидан фойдаланиб топилади. Бу ерда $N_2N_0 = \Delta Y$ ва $\angle N_0M_2N_2 = \angle \beta$.

2-мисол. Излари билан берилган $\Gamma(\Gamma_{\Pi_1}, \Gamma_{\Pi_2})$ текисликнинг Π_1 ва Π_2 ларга нисбатан қиялик бурчаклари α ва β ларни топиш мисоли 102-шаклда кўрсатилган.

Бурчак α ни топиш учун $\Gamma_{\Pi_1}, \Gamma_{\Pi_2}$ текисликнинг горизонтали l_1, l_2 ни ўтказилади (бунда $l_2 \parallel OX$, $l_1 \parallel \Gamma_{\Pi_1}$ бўлади)

ва текисликнинг бирор нуктаси оркали, масалан, K_1K_2 нуктаси оркали горизонталга перпендикуляр бўлган энг катта оғма чизик ўтказилади. Унинг горизонтал проекцияси K_1 нукта оркали l_1 га перпендикуляр қилиб ўтказилади ва l_1 да F_1 нукта белгиланади. Кейин F_1 нукта оркали F_2

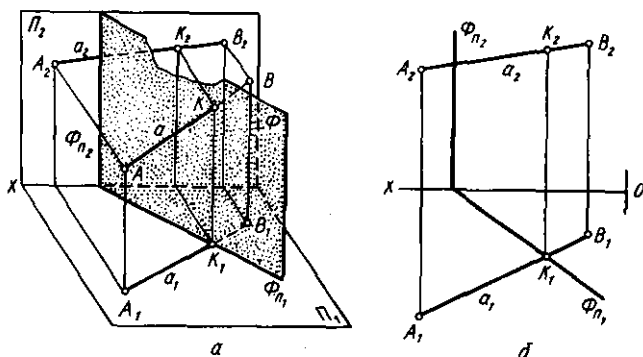


102- шакл.

топилади ва F_2 нукта K_2 нукта билан бирлаштирилади. K_1F_1, K_2F_2 энг катта оғма чизикнинг проекцияларидир. Сўнгра бу чизикнинг ҳақиқий катталиги тўғри бурчакли учбурчак ясаш усулидан фойдаланиб аниқланади. Бунда бир катет сифатида K_1F_1 , кесма, иккинчи катет сифатида эса K_2 ва F_2 нукталарнинг аппликаталари айирмаси (яъни Δz) олинади. Хосил бўлган $K_1F_1F_0$ уч бурчакнинг K_1F_0 гипотенузаси энг катта оғма чизикнинг ҳақиқий катталигини ифодалайди. Бу ерда $\angle F_0K_1F_1 = \angle \alpha$, яъни $\Gamma_{\Pi_1}, \Gamma_{\Pi_2}$ излари билан берилган текисликнинг Π_1 га нисбатан қиялик бурчаги бўлади. Бу текисликни Π_2 га нисбатан қиялик бурчагини топиш учун текислик фронтали P_1, P_2 (бунда $P_1 \parallel OX$ ва $P_2 \parallel \Gamma_{\Pi_2}$) га перпендикуляр бўлган энг катта оғма чизик M_1T_1, M_2T_2 дан фойдаланилади (бу ерда $T_2M_2 \perp P_2$). Бу энг катта оғма чизикнинг ҳақиқий узунлиги тўғри бурчакли учбурчак ясаш усулидан фойдаланиб топилади. Бу ерда $M_2M_0 = \Delta y$ ва $\angle M_0T_2M_2 = \angle \beta$.

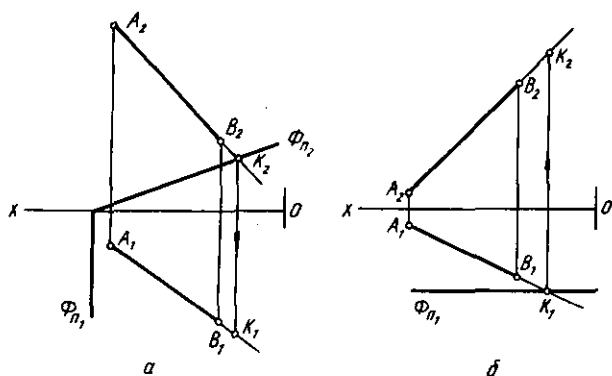
4.5- §. Тўғри чизикнинг проекцияловчи текислик билан кесишиши

Тўғри чизик билан проекцияловчи текисликнинг кесишиш нуктаси тўғри чизик ва текислик учун умумий нукта бўлиб, у тўғри чизикда ҳам, текисликда ҳам ётган нуктадир. Маълумки, проекцияловчи текисликда ётувчи нуктанинг бирор проекцияси, шу текисликнинг тегишли изида ётади. Шунинг учун, 103- шакл, а да AB тўғри чизик



103- шакл.

билан горизонтал проекцияловчи Φ_{Π_1} , Φ_{Π_2} текисликнинг ўзаро кесишиш нуктаси K нинг горизонтал проекцияси K_1 шу текисликнинг Φ_{Π_1} изида ва шу билан бирга A_1B_1 нинг Φ_{Π_1} билан кесишиш жойида бўлади. 103- шакл, б да бу масаланинг ечилиши эпюрда кўрсатилган. Бу ерда A_1B_1 ва Φ_{Π_1} нинг ўзаро кесишиш K_1 нуктаси A_1B_1 , A_2B_2 тўғри чизик билан Π_1 га проекцияловчи Φ_{Π_1} , Φ_{Π_2} текисликнинг ўзаро кесишиш нуктасининг горизонтал проекцияси бўлади. Кесишиш нуктасининг фронтал K_2 проекцияси K_1 нуктадан OX га перпендикуляр ўтказилган боғланиш чизиги билан A_2B_2 нинг кесишган нуктасида бўлади. 104- шакл, а да AB тўғри чизикнинг Π_2 га проекцияловчи Φ текислик билан, 104- шакл, б да эса AB чизикнинг Π_2 га параллел Φ текислик билан кесишган нуктасини топиш кўрсатилган. Бу ерда K_1K_2 изланган нуктанинг проекцияларини ифодалайди. Бу ҳар-икки мисолда ҳам тўғри

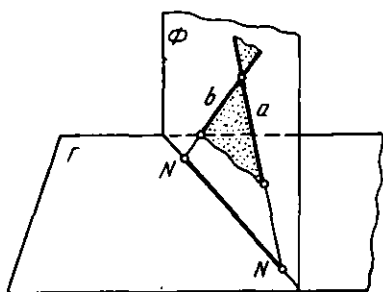


104- шакл.

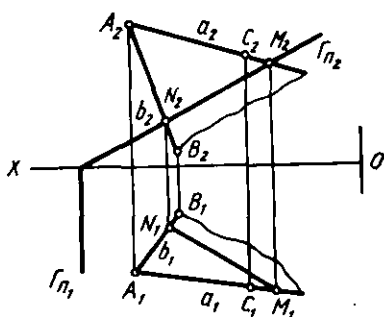
чизикни проекцияловчи текислик билан кесишиш нуктасини топиш учун A_1B_1 , A_2B_2 тўғри чизик текислик билан кесишгунча давом эттирилган ва K_1K_2 нукта аниқланган.

4.6- §. Проекцияловчи текислик билан ихтиёрий вазиятдаги текисликнинг кесишиши

Икки текислик ўзаро бир тўғри чизик бўйича кесишади. Тўғри чизикнинг вазиятини унинг икки нуктаси аниқланишини олдиндан биламиз. Шунга кўра икки текисликнинг кесишган чизигини топиш учун шу чизикнинг икки нуктасини топиш kifоядир. Проекцияловчи текислик билан ихтиёрий вазиятдаги текисликнинг ўзаро кесишиш чизигини топиш учун проекцияловчи текислик билан ихтиёрий вазиятдаги текисликнинг ҳар қандай икки тўғри чизигининг кесишган нукталарини топиб, улар ўзаро бирлаштирилади. 105- шаклда a ва b кесишувчи икки тўғри чизик билан берилган Φ текисликнинг проекцияловчи Γ текислик билан ўзаро кесишиш чизигининг топилиши фазовий тасвирда кўрсатилган. Аввало a ва b тўғри чизикларнинг Γ текислик билан кесишган M ва N нукталарини аниқлаб олинади. Сўнг бу нукталар ўзаро бирлаштирилади. MN чизик $\Phi(a \cap b)$ ва Γ текисликларнинг кесишиш чизигидир. Шу масаланинг эпюрга ечилиши 106- шаклда кўрсатилган. Бунда Γ_{n_1} , Γ_{n_2} текислик фронтал проекцияловчи текисликдир. Шунга кўра $A_1B_1C_1$, $A_2B_2C_2$ ихтиёрий вазиятдаги текислик билан бу текислик кесишиш чизигининг фронтал проекцияси Γ_{n_2} да бўлади

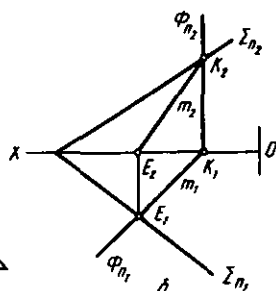
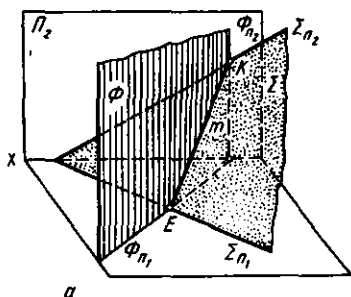


105- шакл.



106- шакл.

(проекцияловчи текисликларнинг хусусиятига асосан). Шунинг учун, A_2B_2 ва A_2C_2 ларнинг Γ_{n_2} билан кесишган M_2 ва N_2 нукталарини топамиз, сўнгра M_1 ва N_1 нукталарни аниқлаб, уларни ўзаро бирлаштирамиз. Ҳосил бўлган M_1N_1 , M_2N_2 тўғри чизик берилган текисликларнинг ўзаро кесишган чизиғидир. 107-шакл, а да ихтиёрий вазиятдаги Σ ($\Sigma_{n_1}, \Sigma_{n_2}$) текислик билан горизонтал проекци-

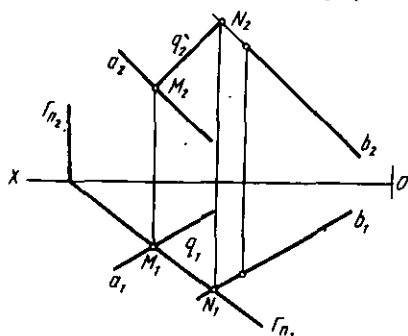


107- шакл.

яловчи Φ текисликнинг ўзаро кесишиш чизиғи кўрсатилган. Бу ерда EK текисликларнинг кесишиш чизиғидир. K нукта Φ_{n_2} ва Σ_{n_2} ларнинг кесишиш нуктаси, E нукта эса Φ_{n_1} ва Σ_{n_1} ларнинг ўзаро кесишишидан ҳосил бўлган нуктасидир. 107-шакл, б да Φ ва Σ текисликларнинг кесишиш чизиғининг топилиши эпюрда кўрсатилган. E_1K_1 , E_2K_2 чизик изланаётган чизикнинг проекцияларидир. Проекцияловчи текисликларнинг хусусиятига асосан

кесишган чизикнинг горизонтал E_1K_1 проекцияси Φ_{II} билан бир жойда бўлади.

108-шаклда ихтиёрий вазиятдаги $\Sigma(a \parallel b)$, текислик билан проекцияловчи Γ текисликларнинг кесишган чизигини топилиши кўрсатилган. Бу текисликларнинг кесишган чизигини топиш учун текисликдаги a ва b тўғри



108-шакл.

чизикларни проекцияловчи Γ текислик билан кесишган M_1 ва N_1 нукталари топилади, сўнггра боғловчи чизик ёрдамида уларнинг M_2 , N_2 фронтал проекциялари аникланади. Бир номли M_1N_1 ва M_2N_2 нукталар ўзаро туташтирилади. Натижада изланаётган q_1 , q_2 тўғри чизик ҳосил бўлади.

4.7- §. Тўғри чизик билан ихтиёрий вазиятдаги текисликнинг кесишиши

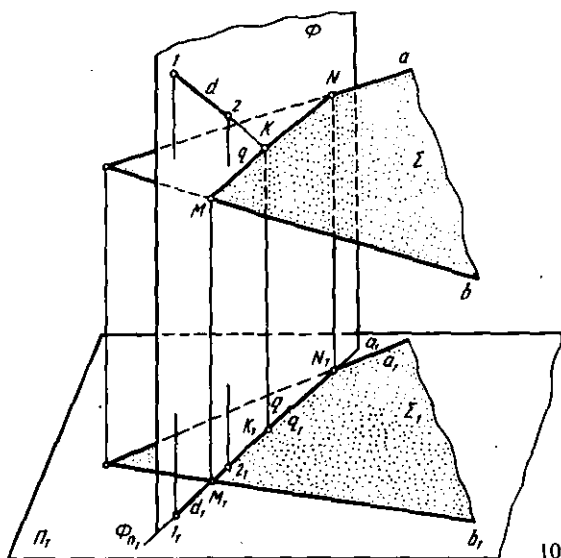
Агар тўғри чизик текисликка тегишли ёки параллел бўлмаса, улар ўзаро кесишадилар. Уларнинг кесишган нукталарини топиш масаласи чизма геометрия курсида асосий масалалардан бири ҳисобланади. Чунки бундай масалаларни ечиш тизими бўйича турли масалаларни, яъни тўғри чизик билан текисликларни кесишган нуктасини, тўғри чизик билан сиртларни кесишган нукталарини ва сиртларни ўзаро кесишган чизигини ва шунга ўхшаш масалаларни ечишда фойдаланилади.

Ихтиёрий вазиятдаги текислик билан тўғри чизикни кесишган нуктасини топиш учун ёрдамчи кесувчи текисликлардан фойдаланилади. Агар ёрдамчи текислик проекцияловчи бўлса масала осонлик билан ечилади.

109-шаклда d тўғри чизик билан $\Sigma(a \cap b)$, ихтиёрий вазиятдаги текисликнинг кесишиш нуктасини топиш тизими кўрсатилган.

Бу масала қуйидаги ечиш тизими бўйича бажарилади:

1. Берилган d тўғри чизик оркали ёрдамчи проекцияловчи Φ текислик ўтказилади, яъни $(\Phi \supset d \wedge \Phi \perp \Pi_1)$; $(d_1 \in \Phi_{II})$.



109- шакл.

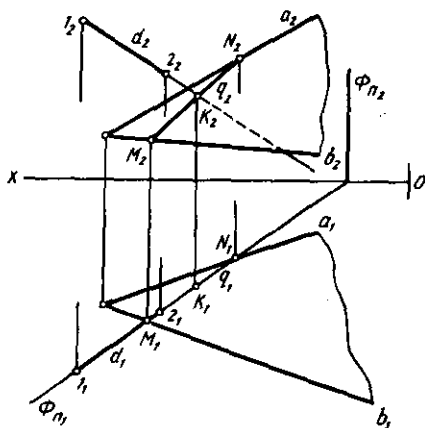
2. Берилган Σ текислик билан ёрдамчи ўтказилган Φ текисликларнинг кесишган чизиги q топилади.

Бу чизик, Σ текисликни ифодаловчи a ва b кесишувчи тўғри чизикларнинг Φ текислик билан кесишган M ва N нукталари орқали ўтади, яъни: $M = b \cap \Phi$; $N = a \cap \Phi < \cap$ демак, $q = \Sigma \cap \Phi$.

3. Берилган d тўғри чизик билан Σ ва Φ текисликларнинг кесишган чизиги q нинг кесишган нуктаси K аниқланади, яъни: $K = q \cap d$

K нукта d тўғри чизик ва Σ текислик учун умумий бўлиб, изланаётган нуктадир.

110- шаклда юқоридаги масаланинг эпюрыда ечилиши берилган. Бунинг учун: 1. $d_1 d_2$ тўғри чизик орқали Φ_{n1} , Φ_{n2} текислик ўтказилади.



110- шакл.

2. Ўтказилган текислик билан берилган Σ текисликларни кесишган (M_1, M_2 ва N_1, N_2 нукталар оркали ўтувчи) $q(q_1, q_2)$ чизиги топилади. Бу ерда $q = \Sigma \cap \Phi$, яъни:

$$a_1 \cap \Phi_{n_1} = N_1; N_2 \in a_2$$

$$b_1 \cap \Phi_{n_1} = M_1; M_2 \in b_2.$$

3. Топилган $q(q_1, q_2)$ чизик билан $d(d_1, d_2)$ чизикларнинг кесишган $K(K_1, K_2)$ нуктаси белгиланади. Шу нукта изланаётган нукта бўлади, яъни:

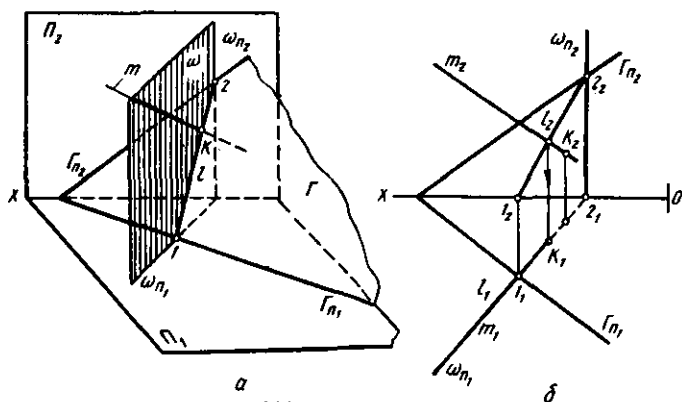
$$q_2 \parallel d_2 = K_2; K_1 \in q_1;$$

$$K(K_1 K_2) = d(d_1 d_2) \parallel$$

$$\Pi \Sigma(a \cap b); K = d \cap q.$$

III- шакл, а да m тўғри чизикнинг ихтиёрий вазиятдаги Γ текислик билан кесишиш нуктасини топиш фазовий тасвирда кўрсатилган. Бунинг учун:

1. m тўғри чизик оркали горизонтал проекцияловчи ω текислик ўтказилади.



III- шакл.

2. Ердамчи ω текислик билан Γ текисликларнинг кесишган чизиги $l(l_1, l_2)$ топилади. Бунинг учун текислик изларини кесишган 1 ва 2 нукталарини аниқлаб, уларни ўзаро туташтирилади. Бунда

$$1 = \omega_{n_1} \cap \Gamma_{n_1},$$

$$2 = \omega_{n_2} \cap \Gamma_{n_2}.$$

3. Берилган m тўғри чизик билан аниқланган l чизикнинг кесишган нуктаси M белгиланади (яъни: $K = m \cap l$), бу нукта изланаётган нукта бўлади (111- шакл, а).

111- шакл, б да масалани эпюрда ечилиши кўрсатилган. Бунинг учун юкорида кўриб ўтилган ечиш тизимидан фойдаланилади:

1. Берилган $m(m_1, m_2)$ тўғри чизик орқали горизонтал проекцияловчи ω_{11}, ω_{12} ёрдамчи текислик ўтказилади.

Бунда $\omega_{11} - K_1$ дир.

2. ω ва Γ текисликларнинг бир номли ω_{11} билан Γ_{11} ва ω_{12} билан Γ_{12} изларини кесишган $1(l_1, l_2)$ ва $2(2_1, 2_2)$ нукталари топилади, сўнгра ўзаро туташтирилади ($1_1, 1_2 = \omega_{11} \cap \Gamma_{11}$), ($2_1, 2_2 = \omega_{12} \cap \Gamma_{12}$), сўнгра улар туташтирилади ва кесишиш чизигининг проекциялари топилади.

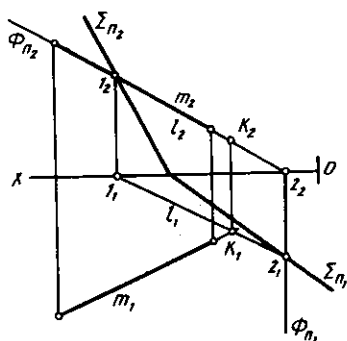
3. Берилган $m(m_1, m_2)$ тўғри чизик билан аниқланган $l(l_1, l_2)$ чизикнинг кесишган нуктаси $K_1 K_2$ топилади, бунда аввал $k_2(k_2 = m_2 \cap l_2)$, сўнгра боғланиш чизиги воситасида $k_1(k_1 \in l_1)$ топилади.

Энди бир неча мисолларнинг ечилиши билан танишиб чиқамиз. 1- мисол. m тўғри чизик ва излари билан Σ текислик берилган. Уларнинг кесишган нуктасини топиш лозим (112- шакл). Бунинг учун: $m(m_1, m_2)$ тўғри чизик орқали фронтал проекцияловчи $\Phi(\Phi_{11}, \Phi_{12})$ текислик ўтказилади. Ўтказилган текислик билан берилган текисликларнинг кесишган l чизиги топилади. Бунда $l_2(1_1, 1_2) = \Phi_{11} \cap \Sigma_{11}$ фронтал изларнинг кесишишидан, $l_1(2_1, 2_2) = \Phi_{12} \cap \Sigma_{12}$ горизонтал изларнинг кесишишидан ҳосил бўлади. Сўнгра 1_1 ва 2_1 ҳамда 1_2 ва 2_2 бир номли проекциялар бирлаштирилади.

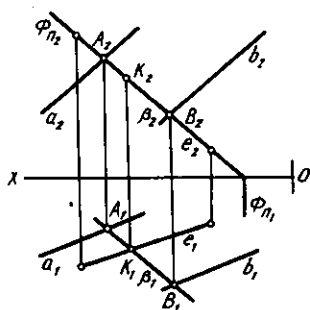
Аниқланган l_1, l_2 ва m_1, m_2 чизикларнинг кесишган нуктаси $K_1 K_2$ топилади. Бунда аввал K_1 нукта ($k_1 = m_1 \cap l_1$), сўнгра боғланиш чизиги воситасида $k_2(k_2 \in l_2)$ аниқланади.

2- мисол. $l(l_1, l_2)$ тўғри чизикни ихтиёрий вазиятдаги $\Sigma(a \cap b)$ текислик билан кесишган нуктаси топилсин (113- шакл). Бунинг учун:

1. Берилган $l(l_1, l_2)$ тўғри чизик орқали ёрдамчи $\Phi(\Phi_{11}, \Phi_{12})$ текислик ўтказилади.



112- шакл.



113- шакл.

2. Ўтказилган Φ текислик билан Σ текислиكنинг кесишган чизиғи ($\beta = \Sigma \cap \Phi$) топилади.

Бунда:

$$a_2 \cap \Phi_{n_2} = A_2; A_1 \in a_1; b_2 \cap \Phi_{n_2} = B_2; B_1 \in b_1.$$

Демак, $AB(A_2B_2, A_1B_1) = \Sigma \cap \Phi = \beta$.

3. Берилган l_1, l_2 тўғри чизик билан β_1, β_2 тўғри чизикларни кесишган K_1K_2 нуктаси аёнкланади:

$$l_1 \cap \beta_1 = k_1; k_2 \in \beta_2.$$

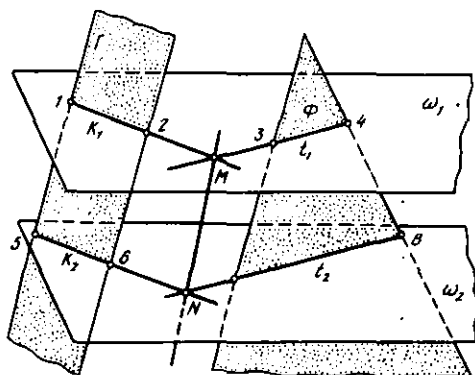
Демак, $k(k_1, k_2) = l(l_1, l_2) \cap \Sigma(a \parallel b)$.

4.8- §. Ихтиёрий вазиятдаги текисликларнинг ўзаро кесишиши

Икки текислиكنинг ўзаро кесишган чизиғи тўғри чизикдан иборат бўлиб, бу тўғри чизикни топиш учун унинг икки нуктасини ёки битта нуктаси билан унинг йўналишини топиш етарлидир. Ихтиёрий вазиятдаги текисликларнинг ўзаро кесишиш чизиғини топиш учун шу текисликларни кесиб ўтувчи ёрдамчи текисликлардан фойдаланилади. Ёрдамчи текисликни проекцияловчи қилиб олинса масала осонлик билан ечилади.

Бу масалани ечилиш тартиби қуйидагича бўлади (114- шакл):

1. Берилган ҳар икки текисликни кесувчи ω_1 текислик ўтказилади.



114- шакл.

2. Ўтказилган ёрдамчи текислик билан берилган (Γ ва Φ) текисликларнинг кесишган чизиклари (12,34) аниқланади, яъни, $\omega_1 \Pi \Gamma = K_1$

$$\omega_1 \Pi \Gamma = l_1 \vee K_1;$$

$$\omega_1 \Pi \Phi = t_1 \vee 3,4.$$

3. Аниқланган K_1 ва t_1 чизикларнинг кесишган M нуктаси топилади, яъни: $k_1 \Pi t_1 = M$.

4. Иккинчи ёрдамчи кесувчи ω_2 текислик ўтказилади.

5. ω_2 текислик билан Γ ва Φ текисликларнинг кесишган k_2 ва t_2 чизиклари топилади, яъни:

$$\omega_2 \Pi \Gamma = K_2 \vee 5,6; \omega_2 \Pi \Phi = t_2 \vee 7,8.$$

6. K_2 ва t_2 чизикларнинг кесишган N нуктаси белгиланади, яъни

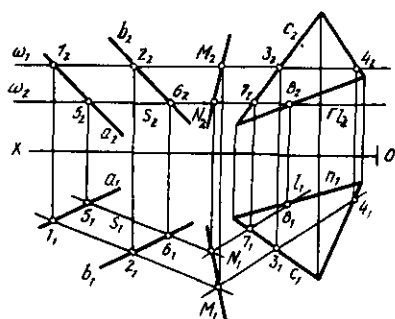
$$k_2 \Pi t_2 = N.$$

7. Топилган M ва N нукталарни ўзаро туташтирилса, изланаётган чизик l га эга бўлинади, $L = (MN)$.

115- шаклдаги элюрда Γ текислик — ўзаро параллел a ва b тўғри чизиклар билан, Φ текислик — кесишувчи m ва s тўғри чизиклар билан берилган. Текисликларнинг кесишган чизигини топиш талаб қилинади.

Ечиш. 1. Ёрдамчи ω_1 текислик ўтказилади. (Бу ерда $\omega_1 \parallel \Pi_1$).

2. Ёрдамчи ω_1 текислик билан Γ ва Φ текисликларнинг кесишган чизиклари топилади. $F(a \parallel b)$ ва ω_1 текисликлар кесишганда 1 ($1_1, l_2$) ва 2 ($2_1, 2_2$) нукталар орқали ўтувчи



115- шакл.

$K(K_1, K_2)$ чизик бўйича, $\Phi(m\Pi c)$ текислик ω_1 текислик билан 34 ($3_1 3_2, 4_1, 4_2$) нукталар орқали ўтувчи t чизик бўйича кесишади.

3. K_1 ва t_1 чизиклар ўзаро кесишиб $M(M_1 M_2)$ нуктани ҳосил қилади.

4. Иккинчи ёрдамчи ω_2 текислик ўтказилади.

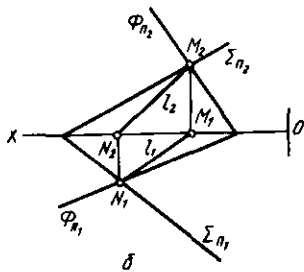
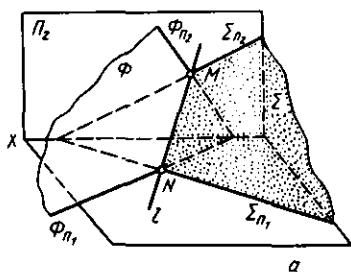
5. ω_2 текислик билан Φ ва Γ текисликлар кеси-

шиб, $5_1, 5_2; 6_1, 6_2$ нукталар орқали ўтувчи $s_1 s_2$ чизикни, Φ текислик билан кесишиб, $7_1, 7_2, 8_1, 8_2$ нукталар орқали ўтувчи (l_1, l_2) чизикни ҳосил қилади.

6. Топилган $s(s_1, s_2)$ ва $l(l_1, l_2)$ чизиклар ўзаро кесишиб N_1, N_2 нукталарни ҳосил қилади.

7. Аниқланган $M(M_1 M_2)$ ва $N(N_1 N_2)$ нукталарнинг бир номли проекциялари ўзаро туташтирилиб, изланаётган $d(d_1, d_2)$ чизик ҳосил қилинади. Умумий вазиятдаги текисликлар излари билан берилган ҳолларда ёрдамчи текисликлар ўтказиш шарт эмас, чунки бунда Π_1 ва Π_2 текисликлар ёрдамчи текисликлар вазифасини ўтайди. Шунга қўра излари билан берилган текисликларнинг кесишиш чизигини топиш учун шу текисликларнинг бир номли изларининг кесишиш нукталарини топиб, уларни ўзаро туташтириш лозим.

116- шаклда Σ текислик $\Sigma_{\Pi_1}, \Sigma_{\Pi_2}$ ва Φ текислик Φ_{Π_1} горизонтал, Φ_{Π_2} фронтал излари билан берилган. Те-



116- шакл.

кисликларнинг кесишган чизигини топиш керак. Бунинг учун текисликларнинг бир номли Σ_{Π_1} ва Φ_{Π_1} изларининг кесишган N_1N_2 — нуктаси, Σ_{Π_2} ва Φ_{Π_2} изларининг кесишган M_1M_2 — нукталари аниқланади. Аниқланган M_1N_1 ва M_2N_2 нукталар бирлаштирилади ва изланаётган $l(l_1, l_2)$ чизик ҳосил бўлади. 116-шакл, а да фазовий чизмаси ва 116-шакл, б да эса унинг эпюрда бажарилиши кўрсатилган.

4.9-§. Тўғри чизик ва текисликнинг ҳамда икки текисликнинг ўзаро параллеллиги

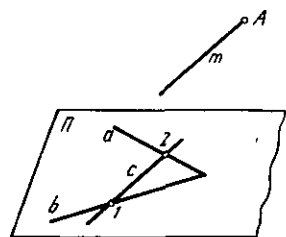
4.9.1. Тўғри чизик билан текисликнинг ўзаро параллел бўлиши. Агар текисликдан ташқаридаги бирор тўғри чизик текисликда ётувчи бирор тўғри чизикка параллел бўлса, текисликнинг ўзига ҳам параллел бўлади.

Бирор нукта орқали бирор текисликка параллел тўғри чизик ўтказиш учун текисликда тўғри чизик танлаб, сўнгра берилган нуктадан шу тўғри чизикка параллел тўғри чизик ўтказиш керак. $\Pi(a \cap b)$ текислик кесишувчи a ва b тўғри чизиклар орқали ва текисликдан ташқарида A нукта берилган (117-шакл).

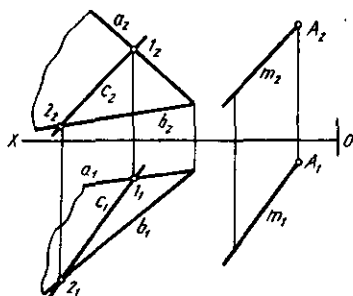
A нуктадан текисликка параллел чизик ўтказиш учун текисликда бирор ихтиёрий c (12) тўғри чизик сайлаб, сўнгра A нуктадан шу тўғри чизикка параллел қилиб m тўғри чизик ўтказилади, яъни:

$$m \parallel c, l \Pi(a \cap b), \text{ чунки } C(1, 2) \in \Pi(a \cap b).$$

Юқоридаги масаланинг эпюрда ечилиши 118-шаклда кўрсатилган. Бунинг учун Π текисликда ётувчи l_1l_2 ва l_2z_2



117-шакл.



118-шакл.

тўғри чизикнинг проекциялари ўтказилади. Сўнгра A_1 нуктадан l_1z_1 чизикка, A_2 нуктадан l_2z_2 чизикка параллел m_1m_2 чизиклар ўтказилади.

Бу ерда, $m_1 \parallel c_1$, $m_2 \parallel c_2$, чунки $c \in \Pi(a \cap b) \Delta m \parallel c$.

119- шаклда $K(K_1K_2)$ нуктадан излари билан берилган $\Sigma(\Sigma_{\Pi_1}, \Sigma_{\Pi_2})$ текисликка параллел бўлган $m(m_1, m_2)$ тўғри чизикни ўтказиш кўрсатилган.

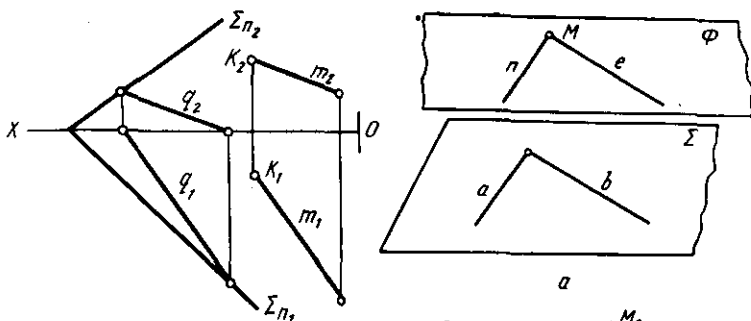
Бунинг учун Σ текисликда q_1, q_2 тўғри чизик ўтказилади. Сўнгра K_1 нуктадан q_1 чизикка параллел қилиб m_1 чизикни, K_2 нуктадан эса q_2 чизикка параллел қилиб, m_2 чизик ўтказилади, яъни:

$$q(q_1, q_2) \in \Sigma(\Sigma_{\Pi_1}, \Sigma_{\Pi_2}) .$$

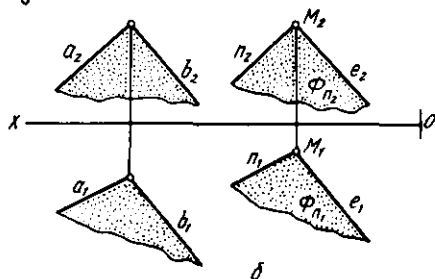
Шунинг учун $m \parallel \Sigma$.

4.9.2. Икки текисликнинг ўзаро параллел бўлиши. Агар бир текисликда ётувчи ва ўзаро қасишувчи икки тўғри чизик, иккинчи текисликда ётувчи ва ўзаро қасишувчи икки тўғри чизикка мос равишда параллел бўлса текисликлар ҳам ўзаро параллел бўлади.

Фазода бирор нукта орқали берилган текисликка параллел қилиб чексиз тўғри чизиклар ўтказиш мумкин.



119- шакл.



120- шакл.

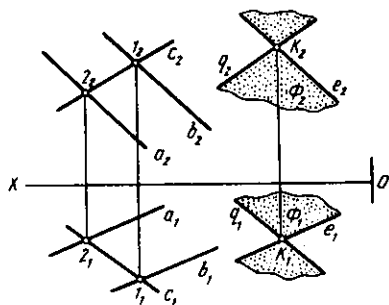
Текислик сифатида шу чизикларнинг хоҳлаган иккитасини олиш мумкин.

Масалан, $\Sigma(a \cap b)$ текислик кесишувчи a ва b тўғри чизиклар орқали берилган. Текисликдан ташқаридаги M нуктадан a ва b чизикларга параллел қилиб, Π ва l чизиклар ўтказилади. Бу кесишувчи икки $\Phi(\Pi \cap l)$ тўғри чизик текисликни ифодалайди ва бир вақтда Σ текисликка параллел бўлади (120- шакл, а) яъни: $n \parallel a, l \parallel b$. Шунинг учун: $\Phi(n \cap l) \parallel \Sigma(a \cap b)$. Шу масаланинг эпюри, 120- шакл, б да кўрсатилган. Бунда: $\Pi_2 \parallel a_2; l_2 \parallel b_2; n_1 \parallel a_1; l_1 \parallel b_1$ бўлади. Энди шу мавзуга тегишли бир неча мисолларни кўриб чиқамиз.

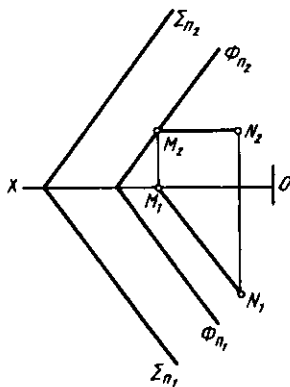
1- мисол. $\Sigma(a \parallel b)$ текислик ўзаро параллел a ва b тўғри чизиклар орқали берилган. Текисликдан ташқарида $K(K_1K_2)$ нукта ҳам берилган (121- шакл).

K нуктадан Σ текисликка параллел текислик ўтказиш керак.

Ечиш. Берилган икки a ва b тўғри чизикларга тегишли $C(C_1, C_2)$ чизик танлаб олинади. Сўнгра K_1 нуктадан C_1 га параллел қилиб q_1 ни, C_2 га параллел қилиб q_2 ни, b_1 га параллел қилиб l_1 ни, b_2 га параллел қилиб l_2 чизиклар ўтказилади, уларнинг алгоритмли ёзуви қуйидагича бўлади: $\Phi(q \cap l) \parallel \Sigma(a \parallel b)$ ёки $K \in \Phi \cap \Phi \parallel \Sigma$ бўлади.



121- шакл.



122- шакл.

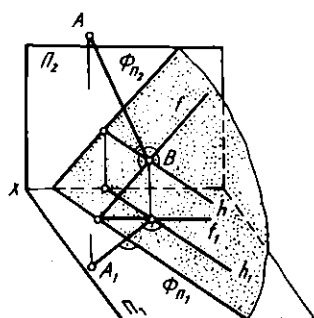
Демак, K нукта орқали ўтган Φ текислик Σ текисликка параллел бўлиб, изланаётган текисликни ифодалайди.

2-мисол. Σ текислик Σ_{11} ва Σ_{12} излари билан ва текисликдан ташқарида M нукта берилган. M нукта орқали Σ текисликка параллел текислик ўтказиш лозим (122-шакл).

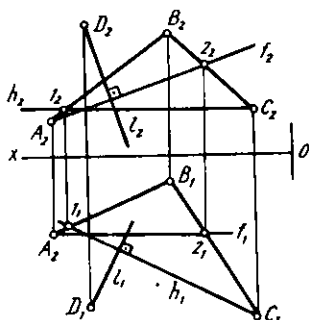
Ечиш. $M(M_1, M_2)$ нукта орқали текисликнинг бош чизикларидан бири M_2N_2, M_1N_1 горизонтал ўтказилади. Бу чизикнинг M_2 нуктасидан берилган текисликнинг фронтал изи Σ_{12} га параллел қилиб Φ_{12} чизик ўтказилади. Φ_{11} чизикни OX ўқи билан кесишган Φ_x нуктасидан Σ_{11} га параллел чизик ўтказилади. Натижада изланаётган текисликнинг горизонтал изи Φ_{11} ва фронтал изи Φ_{12} ҳосил бўлади (122-шакл).

4.10-§. Тўғри чизик ва текисликнинг ҳамда икки текисликнинг ўзаро перпендикулярлиги

4.10.1. Тўғри чизик билан текисликнинг перпендикулярлиги. Элементар геометриядан маълумки, агар бир тўғри чизик текисликда ётувчи ва ўзаро кесишувчи икки тўғри чизикка бир йўла перпендикуляр бўлса, текисликнинг ўзига ҳам перпендикуляр бўлади. Юқоридаги икки кесишувчи тўғри чизик ўрнида текисликнинг горизонтал ва фронтал чизиклари олиниши мумкин. Бунда текислик горизонтали билан тўғри чизик перпендикуляр чизик орасидаги тўғри бурчак Π_1 га ўзгармасдан, фронтал билан тўғри чизик орасидаги тўғри бурчак эса Π_2 ўзгармасдан проекцияланади (параллел проекцияларнинг тўғри бурчакка оид хусусиятига асосан). 123-шаклда AB тўғри чизик Φ текисликнинг h горизонтали ва f фронталига перпендикуляр жойлашган. Шунга кўра AB тўғри чизик Φ текисликка перпендикулярдир. Эпюрга тўғри чизик текисликка перпендикуляр бўлса, унинг горизонтал проекцияси текислик горизонталининг горизонтал проекциясига перпендикуляр, фронтал проекцияси эса текислик фронталининг фронтал проекциясига перпендикуляр бўлади. 124-шаклда D_1D_2 нуктадан $A_1B_1C_1, A_2B_2C_2$ текисликка перпендикуляр тушириш кўрсатилган. Бунда D_1 нуктадан берилган текислик горизонталининг горизонтал проекцияси C_1I_1 га l_1 перпендикуляр, D_2 дан эса фронталининг фронтал проекцияси A_2I_2 га l_2 перпендикуляр туширилган. Бунда $h \subset ABC, f \subset ABC \Rightarrow l_1 \perp h_1, l_2 \perp f_2$ бўлади. Энди тўғри



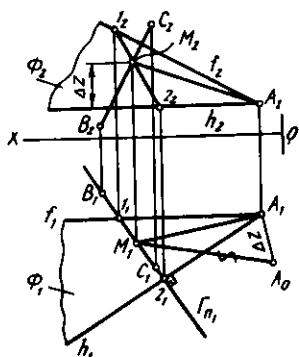
123- шакл.



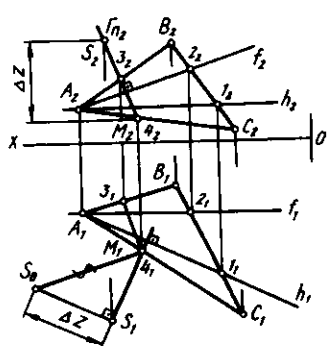
124- шакл.

чизикнинг текисликка перпендикулярлик шартидан фойдаланиб бир неча масалалар ечилади.

1- мисол. $A(A_1A_2)$ нуктадан $BC(B_1C_1, B_2C_2)$ тўғри чизиккача бўлган энг қисқа масофани топиш керак (125- шакл). Бунинг учун аввал берилган нуктадан тўғри чизикка перпендикуляр текислик ўтказилади ва бу текислик билан берилган тўғри чизикнинг ўзаро кесишиш нуктаси топилади. Топилган нукта билан берилган нуктани бирлаштириб, изланаётган энг қисқа масофага эга бўлинади. Бу масала эпюрда қуйидагича ечилади: A_1A_2 нукта орқали B_1C_1, B_2C_2 тўғри чизикка перпендикуляр қилиб $\Phi_1\Phi_2$ текислиқни ўтказилади. Бунда A_1A_2 нукта орқали $\Phi_1\Phi_2$ текислиқнинг фронталини B_1C_1, B_2C_2 га перпендикуляр қилиб ўтказамиз ($f_2 \perp B_2C_2$ ва $f_1 \parallel OX$).



125- шакл.



126- шакл.

текисликнинг горизонтали эса $h_1 \perp B_1C_1$ ва $h_2 \parallel OX$ қилиб ўтказилади. Энди B_1C_1 , B_2C_2 тўғри чизикнинг $\Phi_1\Phi_2$ текислик билан кесишган M_1M_2 нуктасини аниқлаймиз. Бунинг учун Γ_{II} , Γ_{II_2} текисликдан фойдаланамиз. Γ_{II} , Γ_{II} ва $\Phi_1\Phi_2$ текисликларнинг кесишиш чизиги 1_12_1 , 1_22_2 билан B_1C_1 , B_2C_2 чизикнинг кесишган M_1M_2 нуктаси B_1C_1 , B_2C_2 тўғри чизик билан $\Phi_1\Phi_2$ текисликнинг кесишган нуктасидир. M_1M_2 нукта билан A_1A_2 нукталарни бирлаштириб энг қисқа масофанинг проекциялари A_1M_1 , A_2M_2 га эга бўламиз, унинг ҳақиқий узунлиги тўғри бурчакли уч бурчак яшаш усулидан фойдаланиб топиладиган. Ҳосил бўлган A_0M_1 изланган энг қисқа масофа бўлади.

2-мисол. $S(S_1, S_2)$ нуктадан $\Phi(A_1B_1C_1, A_2B_2C_2)$ уч бурчак текислигига қадар бўлган энг қисқа масофани топиш лозим (126- шакл). Бунинг учун берилган нуктадан текисликка перпендикуляр туширилади ва унинг текислик билан кесишган нуктаси аниқланади. Кесишиш нуктасидан берилган нуктага қадар бўлган масофа изланаётган масофа бўлади. Шунга кўра берилган S_1S_2 нуктадан $A_1B_1C_1$, $A_2B_2C_2$ текисликка перпендикуляр туширилади. Бунинг учун $A_1B_1C_1$, $A_2B_2C_2$ текисликнинг горизонтал ва фронтал чизикларини ўтказамиз ва S_1 дан A_1I_1 га перпендикуляр, S_2 дан эса A_22_2 га перпендикуляр туширамиз. Бу перпендикулярнинг $A_1B_1C_1$, $A_2B_2C_2$ текислик билан кесишиш нуктасини аниқлаш учун бу перпендикуляр орқали фронтал проекцияловчи Γ_{II} , Γ_{II} текисликни ўтказамиз ва бу текисликнинг $A_1B_1C_1$, $A_2B_2C_2$ текислик билан кесишиш чизиги 3_14_1 , 3_24_2 ни топамиз. Энди S_1 дан туширилган перпендикулярнинг 3_14_1 билан кесишиш нуктаси M_1 ни топамиз ва боғловчи чизик ёрдамида M_2 топилади. M_1M_2 нукта S_1S_2 дан $A_1B_1C_1$, $A_2B_2C_2$ га туширилган перпендикулярнинг шу текисликдаги асоси бўлади. Ҳосил бўлган S_1M_1 , S_2M_2 кесма берилган нуктадан берилган текисликкача бўлган масофанинг проекциясидир. Шу масофанинг ҳақиқий катталиги тўғри бурчакли уч бурчак яшаш усулидан фойдаланиб топилади. Бу ерда S_0M_1 гипотенуза изланган энг қисқа масофани ифодалайди.

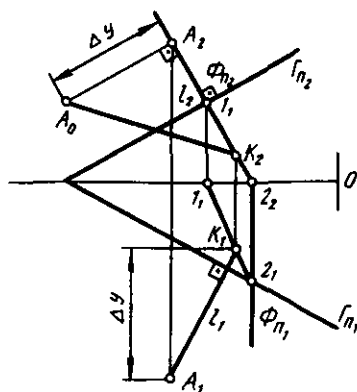
3-мисол. $A(A_1A_2)$ нуктадан Γ_{II} , Γ_{II_2} текисликка қадар бўлган энг қисқа масофа аниқлансин (127- шакл). Бунинг учун, A_1 дан Γ_{II} га, A_2 дан Γ_{II_2} га перпендикуляр туширилади (тўғри чизикнинг текисликка перпендикулярлик шартига асосан). Сўнгра бу перпендикулярни

$\Gamma_{II}, \Gamma_{II_2}$ текислик билан кесишган нуктаси топилади. Бунинг учун перпендикуляр оркали фронтал проекцияловчи Φ_{II}, Φ_{II_2} ёрдамчи текислик ўтказилади. Φ_{II}, Φ_{II_2} текисликни $\Gamma_{II}, \Gamma_{II_2}$ текислик билан кесишган $l_1 2_1, l_2 2_2$ чизиги топилиб, бу чизикнинг $A_1 A_2$ дан туширилган перпендикуляр билан кесишган нуктаси $K_1 K_2$ аникланади, яъни $K_2 = l_2 \cap l_1 2_2$; $K_1 \in l_1$ бўлади. $A_1 K_1, A_2 K_2$ кесма изланаётган масофанинг проекцияларидир.

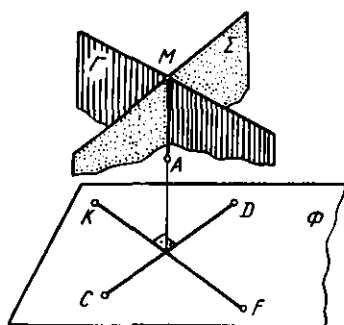
Шу қисқа масофанинг ҳақиқий узунлиги ($A_0 K_2$) эса тўғри бурчакли учбурчак яшаш усулидан фойдаланиб топилади. Шу мисолнинг алгоритмли ечимини қуйдагича ёзиш мумкин:

$$\begin{aligned} l &\ni A \perp l \perp \Gamma; \\ \Phi &\supset l \wedge \Phi \perp \Pi_2; (1, 2) = \Phi \cap \Gamma; \\ K &= l \cap (1, 2); (AK) = (A_0 K_2). \end{aligned}$$

4.10.2. Икки текисликнинг ўзаро перпендикулярлиги. Агар бир текисликдаги тўғри чизик иккинчи текисликка перпендикуляр бўлса, текисликлар ўзаро перпендикуляр бўлади.



127- шакл.



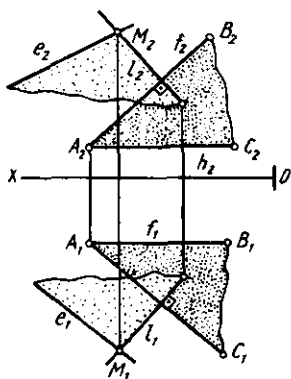
128- шакл.

128- шаклдаги яққол тасвирда Σ текисликда ётувчи MA тўғри чизик Φ текисликда ётувчи ва ўзаро кесишувчи KF ва CD икки тўғри чизикка перпендикулярлиги кўрсатилган. Бунда: $MA \perp KF$; $MA \perp CD$. Шундай қилиб, чизмадан кўриниб турибдики, MA тўғри чизик оркали ётувчи ҳар қандай текисликлар ($\Sigma, \Gamma, \dots$) Φ текисликка

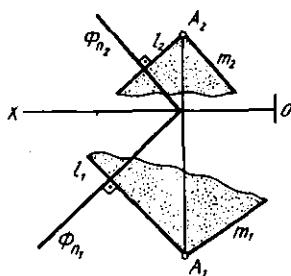
перпендикулярдир. Энди бир нечта мисоллар билан танишиб чикамиз.

1-мисол. $M(M_1M_2)$ нукта оркали $\Sigma(A, B, C)$ текисликка перпендикуляр текислик ўтказиш керак (129-шакл).

Ечиш. $M(M_1M_2)$ нуктадан $\Sigma(A, B, C)$ текислигининг $h(h_1, h_2)$ горизонтал ва $f(f_1, f_2)$ фронтал чизикларига перпендикулярлар туширилади, яъни: $l_1 \perp h_1$, $l_2 \perp f_2$; MN чизик оркали текисликка перпендикуляр бўлган чексиз



129-шакл.



130-шакл.

текисликлар ўтказиш мумкин. Шунинг учун ўзаро кесишувчи $(l \cap l)$ чизиклардан ҳосил бўлган $\Gamma(l \cap l)$ текислик $\Sigma(A, B, C)$ текисликка перпендикуляр бўлади.

2-мисол. $m(m_1, m_2)$ тўғри чизик оркали $\Phi(\Phi_{11}, \Phi_{12})$ текисликка перпендикуляр текислик ўтказиш керак (130-шакл).

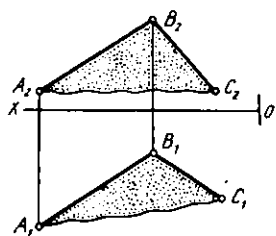
Ечиш. m тўғри чизикнинг бирор, масалан, $A(A_1, A_2)$ учидан берилган текисликка перпендикуляр туширилади. Бунда: $l_1 \perp \Phi_{11}$; $l_2 \perp \Phi_{12}$. Берилган m тўғри чизик ва ўтказилган l чизиклардан $(m \cap l)$ ташкил топган Σ текислик Φ текисликка перпендикулярдир.

МАШҚ УЧУН МАСАЛАЛАР

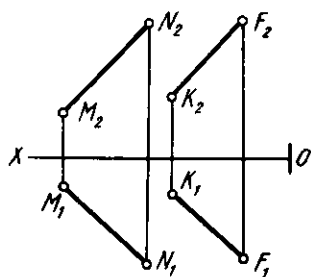
1-масала. 131—134-шаклларда берилган текисликларнинг горизонтал ва фронтал чизикларини ўтказинг.

2-масала. 135—138-шаклларда берилган тўғри чизик ва текисликларнинг кесишган нуқтасини топинг.

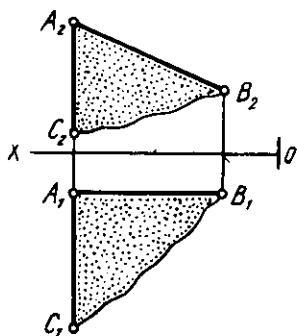
3-масала. m тўғри чизик оркали берилган текисликларга перпендикуляр бўлган текислик ўтказинг (139—142-шакллар).



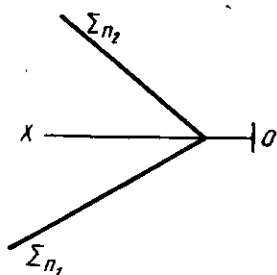
131- шакл.



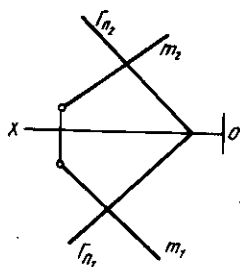
132- шакл.



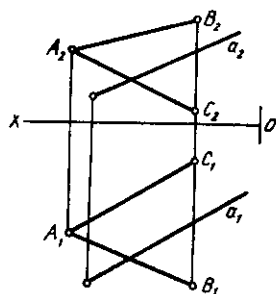
133- шакл.



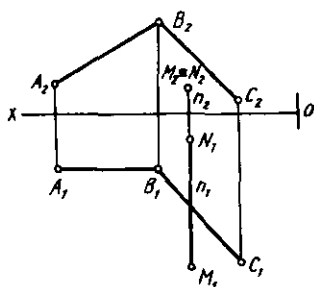
134- шакл.



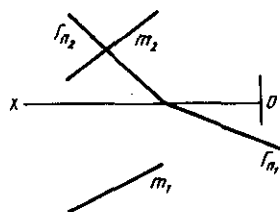
135- шакл.



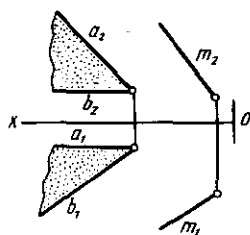
136- шакл.



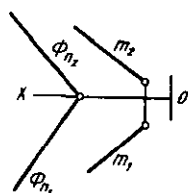
137- шакл.



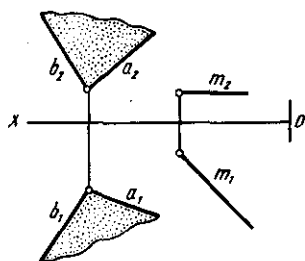
138- шакл.



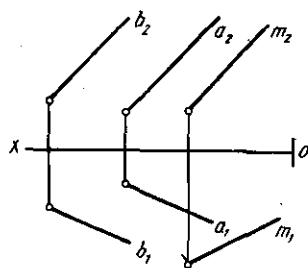
139- шакл.



140- шакл.



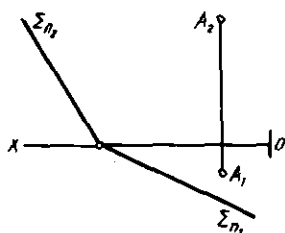
141- шакл.



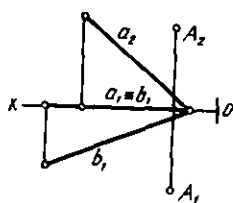
142- шакл.

4-масала. $A(A_1A_2)$ нукта орқали берилган текисликларга параллел қилиб тўғри чизик ўтказинг (143—144-шакллар).

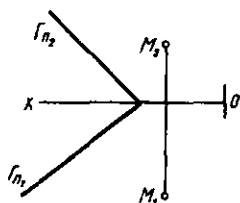
5-масала. $M(M_1M_2)$ нукта орқали берилган текисликларга параллел бўлган текислик ўтказинг (145—146-шакллар).



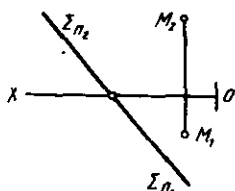
143- шакл.



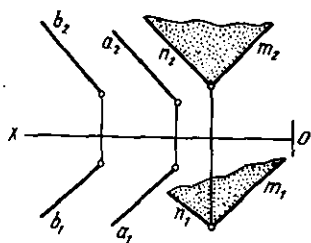
144- шакл.



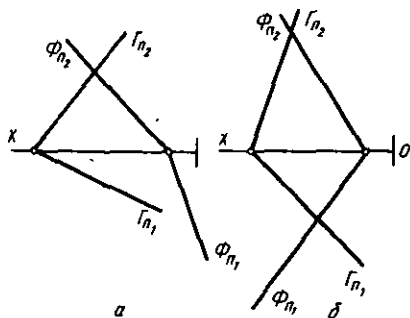
145- шакл.



146- шакл.



147- шакл.



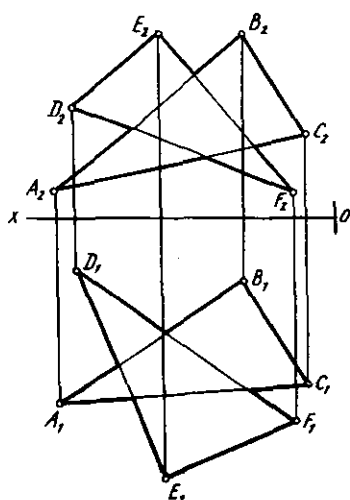
148- шакл.

6-м а с а л а. Ихтиёрий вазиятдаги $(a \parallel b)$ ва $(m \cap n)$ текисликларнинг кесишган чизиғини топинг (147- шакл).

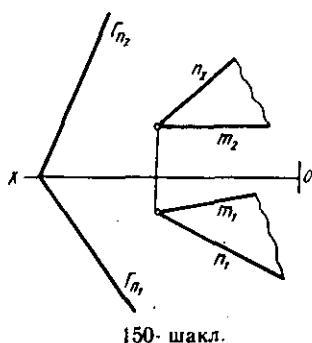
7-м а с а л а. $\Phi(\Phi_{n1}; \Phi_{n2})$ ва Γ текисликларнинг кесишган чизиғини аниқланг (148- шакл, а, б лар).

8-м а с а л а. 149- шаклда берилган $\Gamma(A, B, C) \cap \Phi(EFD)$ учбурчакларнинг кесишган чизиғи ясалсин.

9-м а с а л а. $\Gamma(\Gamma_{n1}; \Gamma_{n2}) \cap \Sigma(m \cap n)$ икки текисликларнинг кесишган чизиғини аниқланг (150- шакл).



149- шакл.



150- шакл.

5- боб. ЧИЗМАНИ ҚАЙТА ТУЗИШ УСУЛЛАРИ

Геометрик образ ёки уларнинг элементлари проекциялар текисликларига нисбатан умумий вазиятда жойлашган бўлса, бу проекциялар текислигига ўз ҳақиқий кўринишидан ўзгариб проекцияланади. Бу эса турли масалаларни ечишда бирмунча ноқулайлик келтириб чиқаради. Бундай ҳолларда қўшимча проекциялардан фойдаланиб, геометрик объект элементларининг ҳақиқий кўринишларини топишга тўғри келади. Бундай ҳолларда чизмани қайта тузишлар куйидаги асосий усуллардан фойдаланиб бажарилиши мумкин:

- 1) проекциялар текисликларини алмаштириш усули;
- 2) айлантриш усули.

Бериладиган масалаларнинг кўринишлари ва шартларига қараб юқоридаги усуллардан бири қўлланилади. Аксарият масалалар ҳар икки усул билан осонгина ечилади.

5.1- §. Проекциялар текисликларини алмаштириш усули

Бу усулда фазодаги геометрик жисм ўз вазиятини сақлаб қолади. Лекин проекциялар текисликлари ўзаро перпендикулярлик вазиятларини сақлаган ҳолда йўна-

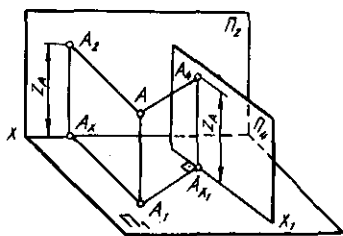
лишларини ўзгартириб Π_1 ва Π_2 системаси янги система билан алмаштирилиб, масаланинг шартига кўра қулай вазиятга келтирилади. Масаланинг осон ёки мураккаблигига қараб проекциялар текисликларидан биттаси ёки иккитаси алмаштирилади. Барча ҳолатларда ҳам иккита проекциялар текисликлари ўзаро перпендикуляр бўлиши керак. Агар Π_1 ни янги Π_4 текислик билан алмаштириш лозим бўлса, у ҳолда Π_4 текисликини худди Π_2 текислик сингари Π_1 га перпендикуляр қилиб ўтказилади. Бунда Π_4 текислик горизонтал проекцияловчи текислик бўлиб, Π_1 даги янги проекциялар ўқи O_1X_1 билан берилади. 151- шаклда Π_2 текисликини Π_4 билан алмаштириш, яъни $\frac{\Pi_2}{\Pi_1}$ системадан $\frac{\Pi_4}{\Pi_1}$ системага ўтиши кўрсатилган. А нукта

ва унинг Π_1 ва Π_2 текисликлардаги A_1 ва A_2 проекциялари берилган бўлиб, унинг Π_4 даги янги проекциясини топиш учун А нуктанинг Π_1 даги проекцияси A_1 дан янги проекциялар ўқи O_1X_1 га перпендикуляр ўтказилади ва унинг O_1X_1 билан кесишган A_{x_1} нуктасидан Π_4 текисликда O_1X_1 га перпендикуляр ўтказамиз. Бу перпендикулярнинг А нуктадан Π_4 га туширилган перпендикуляр билан учрашган нуктаси А нуктасининг Π_4 текисликдаги янги фронтал проекцияси A_4 ни ифодалайди.

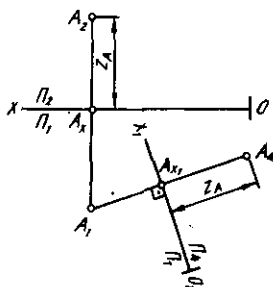
Бу ерда

$$(A_4A_{x_1}=A_2A_{x_1} \text{ ва } A_1A_{x_1}=AA_{x_1}).$$

Шуни айтиш керакки, эпюрга нуктанинг Π_1 даги проекцияси ва нуктанинг Π_1 дан узоклиги ўзгармайди. Янги проекциялар ўқи O_1X_1 ва унга перпендикуляр бўлган янги проекциялаш йўналиши ҳосил бўлади. Эпюрга ўтиш



151- шакл.



152- шакл.

учун Π_4 текисликни O_1X_1 ўқ атрофида Π_1 билан жипслашгунча хоҳлаган томонга айлантирилади. Натижада нуктанинг горизонтал ва янги фронтал проекцияси O_1X_1 га перпендикуляр бўлган битта тўғри чизикда, яъни битта янги боғланиш чизигида бўлиб қолади. 152-шаклдаги комплекс чизмада A нуктанинг A_1A_2 проекциялари бўйича унинг янги A_4 проекциясини ясаш кўрсатилган. $\frac{\Pi_2}{\Pi_1}$ сис-

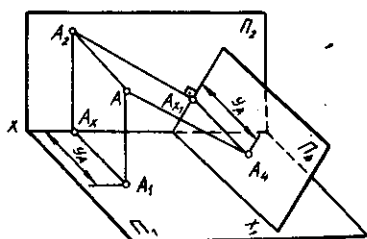
темадан $\frac{\Pi_4}{\Pi_1}$ системага ўтиш учун янги проекциялар

ўқи O_1X_1 ни A_1 нуктадан ихтиёрий узокликда ўтказамиз ва унга A_1 нуктадан перпендикуляр тушириб, унинг O_1X_1 билан кесишган A_{x_1} нуктасини белгилаймиз. Сўнгра бу

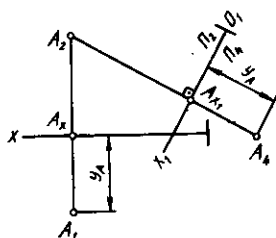
перпендикуляр давомига A_{x_1} дан бошлаб A_xA_2 га тенг бўлган масофани ўлчаб қўямиз ва нуктанинг Π_4 даги янги проекцияси A_4 га эга бўламиз.

153-шаклда Π_1 текисликни Π_4 билан алмаштириб $\frac{\Pi_2}{\Pi_1}$ системадан $\frac{\Pi_2}{\Pi_4}$ системага ўтиш кўрсатилган. Бунда Π_4

текислик Π_2 га перпендикуляр қилиб ўтказилган. A нуктанинг Π_2 дан узоклиги Π_4 га параллел бўлганлиги учун, унга ўзгармасдан проекцияланади, яъни $A_4A_{x_1} = A_1A_x$. Эпюрга



153-шакл.



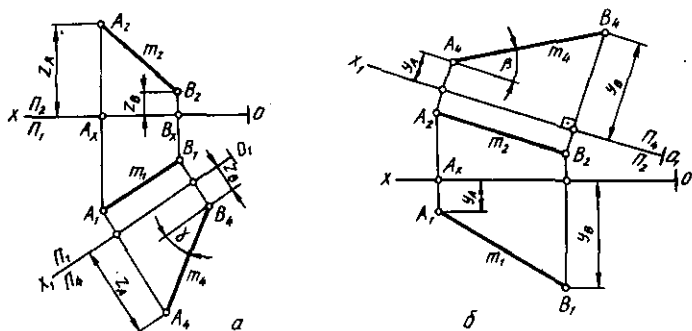
154-шакл.

ўтиш учун Π_4 текисликни O_1X_1 ўқ атрофида Π_2 билан жипслашгунча айлантирилади. 154-шаклда нуктанинг A_1A_2 проекцияси бўйича унинг янги Π_4 даги проекцияси A_4 ни топиш кўрсатилган. Бу ерда O_1X_1 ўқи A_2 дан ихтиёрий узокликда ўтказилган ва унга A_2 дан перпендикуляр туширилган. Бу перпендикулярнинг O_1X_1 билан кесишган A_{x_1} нуктасидан бошлаб A_1A_x га тенг бўлган кесма ўлчаб

кўйилади ва нуктанинг янги Π_4 даги проекцияси A_4 га эга бўлинади. Натижада A нуктанинг $\frac{\Pi_2}{\Pi_4}$ тизимдаги A_2A_4

проекциялари ҳосил бўлади. Битта проекциялар текисликларини алмаштириш йўли билан ечиладиган бир нечта масалаларни кўриб чиқамиз.

Тўғри чизик кесмасининг ҳақиқий узунлигини аниқлаш. Тўғри чизикнинг ҳақиқий узунлигини аниқлаш учун янги текисликни берилган тўғри чизикқа параллел қилиб ўтказиш керак. Бунда янги текисликни тўғри чизикнинг олдидан ёки унинг орқасидан, хусусий ҳолда эса тўғри чизикнинг ўзидан ўтказиш мумкин. 155-шакл, а да AB тўғри чизикнинг A_1B_1 , A_2B_2 проекциялари берилган, унинг

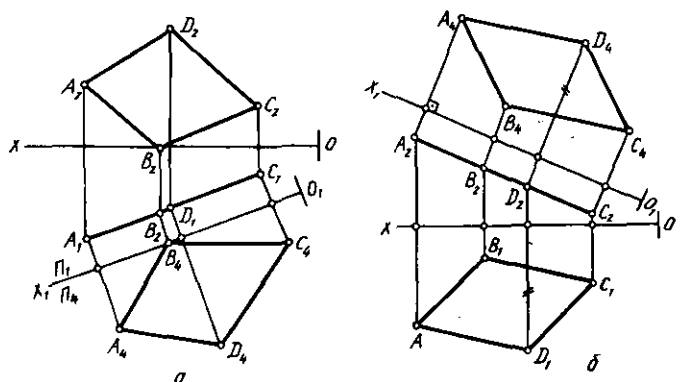


155-шакл

ҳақиқий узунлигини аниқлаш талаб қилинсин. Бунинг учун Π_2 текислики AB тўғри чизикқа параллел бўлган Π_4 текислик билан алмаштирамиз. Масаланинг шартига кўра янги проекциялар ўқи O_1X_1 ни A_1B_1 га параллел қилиб ўтказилади ва A_1 ҳамда B_1 нукталардан бу ўққа перпендикуляр бўлган янги боғланиш чизиклари ўтказилади. Бу чизикларнинг O_1X_1 билан кесишган нуктасидан бошлаб OZ га параллел бўлган кесмаларни ўлчаб қўямиз (яъни $A_{x_1}A_4=A_xA_2$ ва $B_{x_1}B_4=B_xB_2$). Ҳосил бўлган A_4 ва B_4 нукталар туташтирилади. Бунда $A_4B_4=AB$ бўлади. Чизмада A_4B_4 билан O_1X_1 ўқи орасидаги α бурчак берилган AB тўғри чизик билан Π_1 орасидаги бурчакни ифодалайди. Π_1 текислики AB га параллел Π_4 текислик билан алмаштирилса, янги текисликда $A_4B_4=AB$ ни ва AB тўғри чизикни Π_2 га нисбатан оғиш бурчаги β ни олаемиз (155-шакл, б). Проекцияловчи шаклларнинг

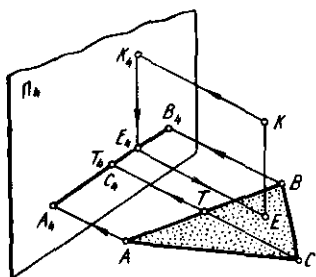
хакикий кўринишини аниқлаш учун янги проекциялар текислигини шакл текислигига параллел қилиб ўтказиш лозим. Π_1 га проекцияловчи текисликда ётувчи $A_1B_1C_1D_1$, $A_2B_2C_2D_2$ тўрт бурчакнинг хакикий кўринишини аниқлаш керак (156- шакл, а). Бу ерда тўрт бурчак Π_1 га проекцияловчи бўлганлиги туфайли, унга параллел бўлган янги текислик ҳам Π_1 га проекцияловчи бўлади. Шунинг учун Π_2 текисликини тўрт бурчакка параллел бўлган Π_4 текислик билан алмаштириш мумкин. Шунда текислиكنинг Π_1 даги изи $A_1B_1C_1D_1$ га параллел бўлади. Шунга кўра эпюрда O_1X_1 ни $A_1B_1C_1D_1$ га параллел қилиб ўтказилади ва бу нукталардан O_1X_1 га перпендикуляр қилиб боғланиш чизикларини ўтказамиз. Сўнгга бу чизикларга O_1X_1 ўқидан бошлаб ҳар бир нуктанинг Π_1 дан узокликларини (яъни Z координатларини) ўлчаб қўйилади. Натижада тўрт бурчак учларининг янги $A_4B_4C_4D_4$ ва D_4 проекциялари ҳосил бўлади. Уларни ўзаро туташтирсак, шаклнинг хакикий кўриниши $A_4B_4C_4D_4 = ABCD$ га эга бўламиз. 156- шакл, б да Π_2 га проекцияловчи $A_1B_1C_1D_1$, $A_2B_2C_2D_2$ тўрт бурчакнинг хакикий кўринишини топиш кўрсатилган. Бунда O_1X_1 ўқини $A_2B_2C_2D_2$ га параллел қилиб ўтказилади ва бу нукталардан O_1X_1 га перпендикуляр қилиб боғланиш чизиклари ўтказилади. Кейин бу чизикларга O_1X_1 ўқидан бошлаб ҳам ҳар бир нуктанинг Π_2 дан узоклиги ўлчаб қўйилади. Ҳосил бўлган $A_4B_4C_4D_4 = ABCD$ тўрт бурчакнинг хакикий кўринишига эга бўлинади.

Нуктадан ихтиёрий текисликка қадар бўлган масофа-ни топиш лозим. Маълумки, нуктадан текисликка қадар

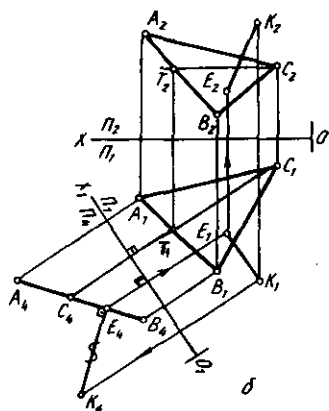


156- шакл.

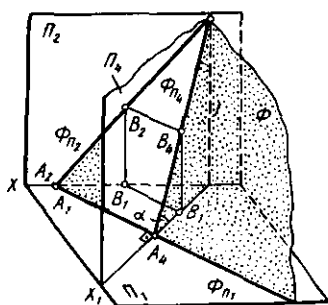
бўлган масофа, шу нуктадан текисликка туширилган перпендикуляр билан ўлчанади. Ихтиёрий вазиятдаги текисликни проекциялар текисликларидан бири билан алмаштирилиб проекцияловчи вазиятга келтирилса, масала осонлик билан ечилади (157- шакл, а).



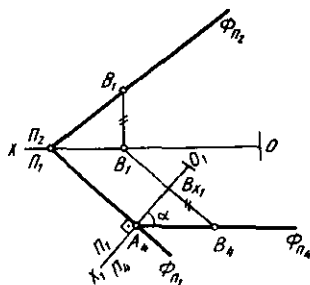
а



б



в



г

157- шакл.

157- шакл, б да K_1K_2 нуктадан ихтиёрий вазиятдаги $A_1B_1C_1, A_2B_2C_2$ текисликка қадар бўлган қиска масофани аниқлаш кўрсатилган. Проекциялар текисликларидан бирортасини алмаштириб, янги текисликни $A_1B_1C_1, A_2B_2C_2$ текислигига перпендикуляр қилиб жойлаштирилса, у ҳолда уч бурчак бу текисликка тўғри чизик кўринишида проекцияланади. Берилган нуктадан $A_1B_1C_1, A_2B_2C_2$ текисликка туширилган перпендикуляр эса бу янги текисликка параллел бўлиб қолади ва қиска масофа

ўз хакикий катталигида проекцияланади. ABC текислиги, бирор янги проекциялар текислигига перпендикуляр бўлиши учун ундаги бирор тўғри чизик ўша текисликка перпендикуляр бўлиши керак. Бу тўғри чизик сифатида ABC текислигининг горизонтал чизиги олинса, янги текислик Π_1 га ҳам, ABC га ҳам перпендикуляр бўлади. Бунда Π_2 текислик Π_4 билан алмаштирилади. Эпюрда C_1T_1 , C_2T_2 чизик $A_1B_1C_1$, $A_2B_2C_2$ учбурчакнинг горизонталдир. Янги Π_4 текисликини бу горизонталга перпендикуляр қилиб ўтказиш учун янги O_1X_1 ўқни C_1T_1 га перпендикуляр қилиб ўтказиш kifоядир. Энди A_1 , B_1 , C_1 ва T_1 нукталардан O_1X_1 га перпендикуляр тушириб, уларга O_1X_1 дан бошлаб ҳар бир нуктанинг Z координатларини ўлчаб қўйилади. ABC учбурчак янги текисликка A_4B_4 тўғри чизик кўринишида проекцияланади. Энди K_4 нуктадан A_4B_4 га перпендикуляр туширамиз. K_4E_4 кесма йзланган қиска масофанинг хакикий узунлигидир. Қиска масофанинг горизонтал проекцияси O_1X_1 га параллел жойлашади, фронтал проекцияси эса Z координатани ўлчаб қўйиш йўли билан аниқланади (157- шакл, б). Излари билан берилган ихтиёрий вазиятдаги текисликини проекцияловчи вазиятга келтириш учун янги Π_4 текисликини Φ_{Π_1} га перпендикуляр қилиб ўтказиш керак

(чунки Φ_{Π_1} ҳам Φ текислигининг горизонталларидан биридир). Янги текисликка Φ_{Π_1} чизик нукта кўринишида проекцияланади ва у O_1X_1 да бўлади. Φ текислигининг Π_4 текисликдаги изи B_4 нукта оркали ўтади, бу нукта Π_2 да олинган B нуктанинг Π_4 даги проекциясидир. α бурчак Φ ва Π_1 орасидаги бурчакдир (157- шакл, в). Бу масаланинг эпюрда ечилиши 157- шакл, г да кўрсатилган.

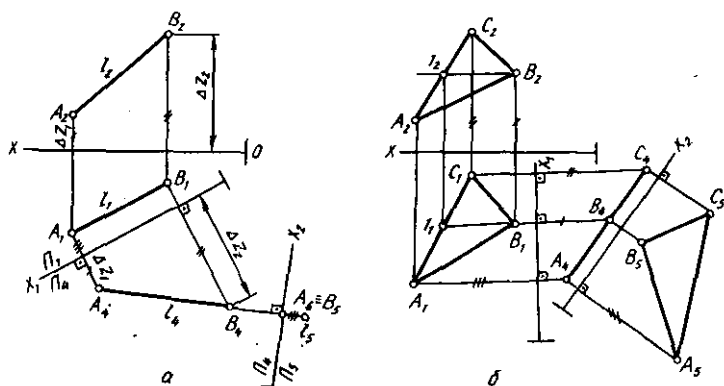
Бу ерда $O_1X_1 \perp \Phi_{\Pi_1}$ қилиб ўтказилган ва уларнинг кесишиш нуктасида A_1A_2 нуктанинг Π_4 даги проекцияси A_4 нукта белгиланади. Сўнгра Φ_{Π_2} да B_1B_2 нукта танлаб олинади ва унинг горизонтал проекцияси B_1 дан O_1X_1 га перпендикуляр туширилади. Бу перпендикулярни O_1X_1 билан кесишган нуктасидан бошлаб B_1B_2 га тенг масофани ўлчаб қўйиб B_4 нуктани оламиз ($B_{x_1}B_4 = B_1B_2$). A_4 ва B_4 нукталарни ўзаро бирлаштириб, Φ_{Π_1} ва Φ_{Π_2} текислигининг Π_4 даги янги изи Φ_{Π_4} ҳосил бўлади. Φ_{Π_4} ва O_1X_1

ўқи орасидаги α бурчак $\Phi_{II_1}\Phi_{II_2}$ ва Π_1 орасидаги бурчакни ифодалайди.

Иккита проекциялар текисликларини алмаштиришга оид масалалар. Айрим мураккаб масалаларни ечишда проекциялар текисликларидан кетма-кет иккитасини биринчи Π_1 ни, сўнггра Π_2 ни ёки биринчи Π_2 ни, кейин Π_1 ни алмаштиришга тўғри келади. Бунда ҳар сафар алмаштириладиган янги проекциялар текислиги аввалги ўз вазиятини ўзгартирмайдиган текисликка перпендикуляр қилиб ўтказилади.

Масалан, ихтиёрий вазиятдаги A_1B_1, A_2B_2 тўғри чизик янги проекциялар текисликлари тизимида Π_5 текисликка перпендикуляр вазиятга келтирилиши керак (158- шакл, а).

Бунда ихтиёрий вазиятдаги тўғри чизикни проекцияловчи вазиятга келтириш учун биринчи янги текисликни



158- шакл.

берилган тўғри чизикка параллел қилиб ўтказилади, иккинчи янги текисликни эса тўғри чизикнинг янги вазиятига перпендикуляр қилиб ўтказилади, шунда тўғри чизик бу текисликка нукта кўринишида проекцияланади. Шунинг учун эпюрда O_1X_1 ўқни A_1A_2 га параллел ўтказиб,

$\frac{\Pi_4}{\Pi_1}$ тизимида тўғри чизикнинг A_4B_4 проекцияси ҳосил қилинади.

Кейин O_2X_2 ўқни A_4B_4 га перпендикуляр ўтказиб, янги $\frac{\Pi_5}{\Pi_4}$ тизимда тўғри чизик Π_5 текисликка

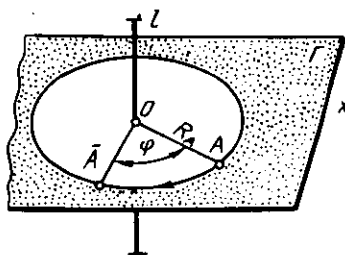
перпендикуляр вазиятга келтирилади, бунда тўғри чизикнинг проекцияси бир нуктада ($A_5 \equiv B_5$) бўлиб қолади. 158-шакл, б да ихтиёрий вазиятдаги $A_1B_1C_1$, $A_2B_2C_2$ шаклнинг ҳақиқий катталигини аниқлаш кўрсатилган.

Бу масалани ечиш учун проекциялар текисликларидан икkitасини алмаштириш керак. Биринчи янги текислик шакл текислигига перпендикуляр қилиб ўтказилади ва шакл текислиги проекцияловчи вазиятга келтирилади. Иккинчи янги текисликни эса шакл текислигига параллел қилиб ўтказамиз, бу текисликда шаклнинг ҳақиқий кўринишига эга бўламиз. Шу мақсадда аввал Π_2 текислик учбурчак текислигига перпендикуляр бўлган Π_4 текислик билан алмаштирилади. Икки текисликнинг ўзаро перпендикуляр шартига асосан $A_1B_1C_1$, $A_2B_2C_2$ текислигида горизонтал B_{11} , B_{21} ўтказамиз ва янги проекциялар ўқи O_1X_1 ни B_1I_1 га перпендикуляр қилиб ўтказилади. Учбурчак бу текисликка $B_4C_4A_4$ тўғри чизик кўринишида проекцияланади. Энди Π_1 текисликни Π_5 текислик билан $A_1B_1C_1$, $A_2B_2C_2$ учбурчак текислигига параллел қилиб алмаштирамиз, бунда O_2X_2 ўқи $A_4B_4C_4$ тўғри чизикка параллел қилиб ўтказилади. Натижада ABC уч бурчакка тенг $A_5B_5C_5$ уч бурчакка эга бўлинади.

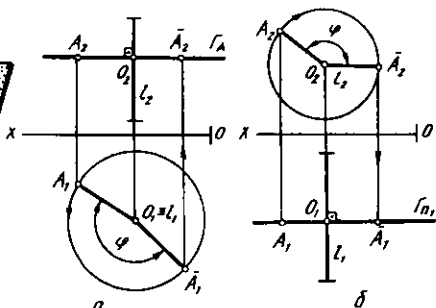
5.2- §. Айлантириш усули

Айлантириш усулида айланувчи геометрик образ элементлари (нукта, тўғри чизик ва х. к.) бирор қўзғалмас тўғри чизик атрофида айлантирилиб, масаланинг шартига кўра ечим вазиятига келтирилади. Бунда проекциялар текисликлари ўз вазиятларини ўзгартирмайди. Айланувчи шаклнинг ҳамма нукталари шаклнинг айланиш даврида фазода айланалар чизади, бу айланалар ётган текисликлар (ҳаракат текисликлари) айланиш ўқи га перпендикуляр жойлашади ва у билан кесишиб айланиш марказларини ҳосил қилади. Айланиш марказидан айланувчи нуктагача бўлган масофа айланиш радиусини ифодалайди. Масалаларнинг осон, қулай ва тез ечилиши айлантириш элементлари, яъни айланиш ўқи, ҳаракат текислиги маркази, радиуси ҳамда айланиш бурчагининг тўғри танлаб тартибли олинishiга боғлиқ. Агар айланиш ўқи ихтиёрий вазиятдаги тўғри чизик бўлса, масаланинг ечилиши бирмунча мураккаблашади. Шунинг учун айланиш ўқи Π_1 ёки Π_2 перпендикуляр қилиб олинади.

1) Нуктани айлантириш. 159-шаклда A нукта ва l айлантириш ўқи берилган. Агар A нуктани Π_1 га перпендикуляр бўлган айлантириш ўқи атрофида айлантиса, бу нукта Π_1 текисликка параллел бўлган Γ текисликда радиуси $OA = R_A$ га тенг айлана бўйича ҳаракатланади. Бунда Γ текислик Π_1 текисликка параллел бўлгани учун A нукта ҳаракатланиш траекториясининг горизонтал проекцияси айлана бўйича, фронтал проекцияси Γ текислигининг Γ_{Π_1} изи бўйича ҳаракатланади. Айланмиш ўқи l билан ҳаракат текислиги Γ нинг кесишган нуктаси айланиш маркази O ни ифодалайди, унинг горизонтал проекцияси O_1 айланиш ўқининг горизонтал проекцияси l_1 нукта билан бир жойда, фронтал проекцияси O_2 эса Γ билан l_2 нинг кесишган нуктасида бўлади. Агар A нуктани φ бурчакка буриш талаб қилинса, унда φ бурчакни горизонтал проекциясида ўлчаб қўямиз (160-шакл, а) ва A (A_1A_2) нуктанинг айлангандан



159-шакл.



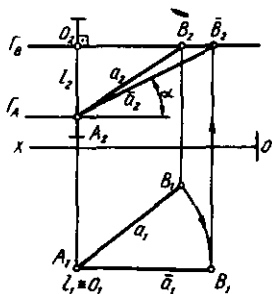
160-шакл.

кейинги вазияти $\bar{A}$ ($\bar{A}_1\bar{A}_2$) га эга бўламиз. Агар A нукта Π_2 га перпендикуляр бўлган ўқ (l_1l_2) атрофида айланса, унинг фронтал проекцияси айлана бўйича ҳаракатланади, горизонтал проекцияси эса ҳаракат текислигининг горизонтал изи Γ_{Π_1} билан бирга қўшилиб қолган тўғри чизик бўйича ҳаракатланади (160-шакл, б).

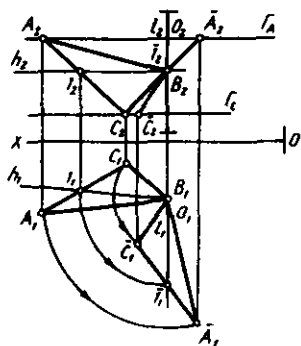
2) Тўғри чизикни айлантириш. Ихтиёрий вазиятдаги тўғри чизикни айлантириш усули билан проекцияловчи вазиятга келтиришга тўғри келади. Маълумки, тўғри чизик кесмасини унинг икки нуктаси аниқлайди, шунинг учун тўғри чизикнинг, иккита ёки битта нуктасини айлантириш kifойадир. Масалани осонлик билан ечиш учун айланиш ўқи кесманинг бирор нуктаси орқали

ўтказилади. Масалан, ихтиёрий вазиятдаги AB (A_1B_1 , A_2B_2) тўғри чизик берилган. Унинг хақиқий узунлигини топиш керак (161-шакл). Тўғри чизик проекциялар текисликларидан бирортасига параллел вазиятда жойлашса, у ҳолда тўғри чизик шу текисликка ўз узунлигида проекцияланади. Шунга кўра айланиш ўқи l_1 , l_2 ни A_1B_1 , A_2B_2 тўғри чизикнинг A_1A_2 учи орқали Π_1 текисликка перпендикуляр қилиб ўтказилади ва шу ўқ атрофида берилган тўғри чизик Π_2 текисликка параллел жойлашгунча айлантрилади. Бу ерда айланиш ўқида жойлашган A_1A_2 нукта ҳаракат қилмайди. Шу сабабли B нуктанинг горизонтал проекцияси B_1 ни тўғри чизикнинг горизонтал проекцияси OX ўқига параллел бўлгунча айлантрилади. Бунда A_1B_1 , A_2B_2 тўғри чизик Π_2 текисликка параллел бўлади, унинг горизонтал проекцияси $A_1\bar{B}_1 \parallel OX$, фронтал проекцияси $\bar{B}_2A_2$ эса берилган AB тўғри чизикнинг узунлигига тенг бўлади. Шу билан AB ва Π_1 орасидаги бурчак ҳам топилади.

Бу ерда $A_2\bar{B}_2$ ва OX орасидаги бурчак AB ва Π_1 орасидаги бурчакни ифодалайди. Шунини айтиш керакки, тўғри чизикни Π_2 текисликка перпендикуляр бўлган ўқ атрофида айлантриб ҳам тўғри чизикнинг хақиқий узунлигини аниқлаш ва бир йўла унинг Π_2 текислик билан ташкил қилган бурчаги (β) ҳам топилади.



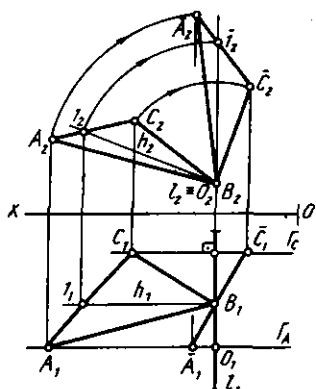
161-шакл.



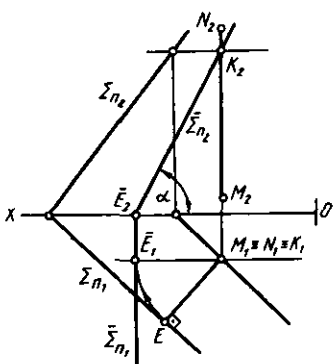
162-шакл.

3) Текисликни айлантриш. Текисликнинг элементлари нукталардан ва тўғри чизиклардан иборат бўлганлиги учун унинг нукталарини ёки тўғри чизикларини бирор ўқ атрофида айлантриш қифоядир. 162-шаклда ихтиёрий вазиятдаги $A_1B_1C_1$, $A_2B_2C_2$ учбурчак текислигини Π_2 га

нисбатан проекцияловчи вазиятга келтирилиши айлантириш усули билан кўрсатилган. Бунда айланиш ўқи сифатида $A_1B_1C_1$, $A_2B_2C_2$ учбурчакнинг B_1B_2 учи оркали ўтувчи Π_1 га перпендикуляр бўлган l_1, l_2 тўғри чизик олинган. ABC учбурчакнинг Π_2 га проекцияловчи вазиятга келиши учун унинг горизонтал чизигини шакл билан бирга Π_2 га перпендикуляр бўлгунча айлантириш керак. Шунинг учун $A_1B_1C_1$, $A_2B_2C_2$ текислиқнинг h_1h_2 горизонталини ўтказамиз. A_1A_2 ва C_1C_2 нукталарнинг ҳаракат текислиқларини l_1, l_2 га перпендикуляр қилиб ўтказамиз. Бу текислиқларнинг фронтал излари Γ_A ва Γ_C лар, A_2 ва C_2 лар оркали ўтиб l_2 га перпендикуляр бўлади. B_1l_1 , B_2l_2 горизонтали эса Φ_B текислиқда ҳаракатланади. Энди l_1, l_2 ўқ атрофида B_1l_1 , B_2l_2 ни Π_2 га перпендикуляр вазиятга келгунча айлантирилади. Бу ерда горизонтал чизикнинг горизонтал B_1l_1 проекцияси ϕ бурчакка бурилиб, проекциялар ўқи OX га перпендикуляр бўлган B_1l_1 вазиятга эга бўлинади. Бунда горизонтал чизик Π_2 га $\bar{B}_2 \equiv \bar{l}_2$ нукта бўлиб проекцияланади. Учбурчакнинг A_1A_2 ва C_1C_2 нукталарини ҳам шу ϕ бурчакка бурилади. Ҳосил бўлган A_1 ва $\bar{C}_1$ нукталари оркали боғланиш чизиклари ўтказиб, Γ_A ва Γ_C текислиқларидаги нукталарнинг янги фронтал $\bar{A}_2$ ва $\bar{C}_2$ проекцияларига эга бўлинади. Аниқланган $\bar{A}_1\bar{B}_1\bar{C}_1$ ва $\bar{A}_2\bar{B}_2\bar{C}_2$ нукталар ўзаро бирлаштирилади, натижада учбурчак текислигининг янги фронтал проекцияси $\bar{A}_2\bar{C}_2$ тўғри чизикка эга бўлади. Демак, ABC текислиқ Π_2 га перпендикуляр вазиятда жойлашади. 163-шаклда ABC учбурчак текислигининг Π_2 га перпендикуляр бўлган айланиш

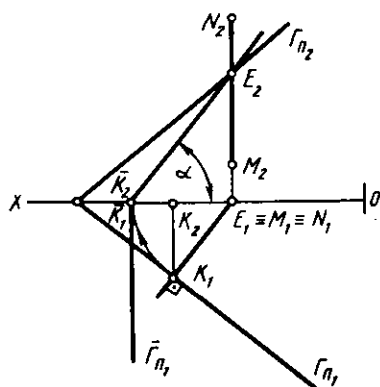


163-шакл.



164-шакл.

ўки L атрофида айлантеририб, Π_1 текисликка перпендикуляр вазиятга келтирилиши кўрсатилган. Бу ерда $L(l_1, l_2) \perp \Pi_2$ текисликнинг фронтал чизиғи $l_2 B_2 \perp \Pi_1$ бўлади. Энди излари билан берилган текисликларни айлантиришни кўриб чикамиз. Масалан, ихтиёрий вазиятдаги $\Sigma_{\Pi_1} \Sigma_{\Pi_2}$ текисликни айлантириб Π_2 га перпендикуляр вазиятга келтириш керак (164-шакл). Π_2 га проекцияловчи текисликнинг горизонтал изи OX ўкига перпендикуляр бўлиши бизга маълум. Шунинг учун $\Sigma_{\Pi_1} \Sigma_{\Pi_2}$ текисликнинг горизонтал изини OX ўкига перпендикуляр вазиятга келгунча айлантираамиз. Бунинг учун айланиш ўқини Π_1 га перпендикуляр қилиб ўтказиш керак. Бундай айланиш ўқи $M, N_1, M_2, N_2 \perp \Pi_1$ бўлади. Σ_{Π_1} изини OX га перпендикуляр вазиятга келтириш учун текисликнинг горизонтал махсус чизиғини ўтказиб $K_1 K_2$ нукта топилади. Сўнгра шу нуктадан Σ_{Π_1} га перпендикуляр тушириб, у билан кесишган нуктаси E_1 ни белгилаймиз ва бу перпендикулярни OX ўқка параллел бўлгунча айлантираамиз. Натижада E_1 нукта $\bar{E}_1$ вазиятни ишғол қилади. Шу нуктадан OX га перпендикуляр қилиб текисликнинг янги горизонтал $\bar{\Sigma}_{\Pi_1}$ из ўтказилади. $\bar{\Sigma}_{\Pi_2}$ эса $\bar{E}_2$ ва K_2 ни бирлаштириб аниқланади, чунки $K_1 K_2$ нукта қўзғалмас нуктадир. Бу ерда $\Sigma_{\Pi_1} \Sigma_{\Pi_2}$ текисликнинг Π_1 билан ташкил қилган



165- шакл.

бурчаги ҳам аниқланади. Бу бурчак, $\bar{\Sigma}_{II}$, билан OX

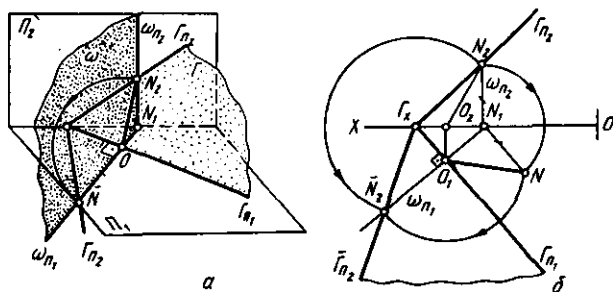
Ўқ орасидаги α бурчак-
ка тенгдир. 165-шаклда
ихтиёрий вазиятдаги Γ п.

Γ_{Π_2} текисликни фронтал проекцияловчи вазиятга келтириш кўрсатилган. Бу ерда айланиш ўқи Π_2 текисликда олинган, яъни $MN \in \Pi_2 \perp \Pi_1$. Шунинг учун бу ўқнинг Γ_{Π_2} билан кесишган нуктаси E_1E_2 ҳаракат қилмайди. Айланиш ўқи MN нинг горизонтал проекцияси OX ўқда бўлади. Айланиш ўқини

горизонтал проекцияси M_1N_1 дан текисликнинг Γ_{Π_1} изига перпендикуляр туширилади ва ҳосил бўлган M_1K_1 чизикни OX билан қўшилгунча айлантирамиз ва $\bar{K}_1\bar{K}_2$ нуктани белгилаймиз. $\bar{K}_1\bar{K}_2$ нуктадан OX ўққа перпендикуляр ўтказиб, текисликнинг янги горизонтал $\bar{\Gamma}_{\Pi_1}$ изи ҳосил қилинади, фронтал $\bar{\Gamma}_{\Pi_2}$ изи эса $\bar{K}_2$ ва E_2 нукталар орқали ўтади. Бунда бурчак α , Γ_{Π_1} Γ_{Π_2} текислик билан Π_1 орасидаги бурчакни ифодалайди.

5.3- §. Устма-уст қўйиш усули

Устма-уст қўйиш усули айлантириш усулининг хусусий ҳоли бўлиб, бу усулда айланиш ўқи сифатида текисликнинг бирор изи қабул қилинади. Агар текислик ўзининг горизонтал изи атрофида айлантирилса, у ҳолда бу текислик Π_1 текислик билан жипслашгунча, агар фронтал изи атрофида айлантирилса Π_2 текислик билан жипслашгунча айлантирилади. Бунда бу текисликдаги геометрик элементлар ҳам проекциялар текисликлари билан жипслашади. Бу усул билан текисликлар устида ётувчи геометрик элементларни ҳақиқий ёки аксинча ҳақиқий шакли берилганда уларнинг проекциялари аниқланади. 166-шакл, а да ихтиёрий вазиятдаги Γ текисликнинг Π_1 текисликка устма-уст қўйилиши кўрсатилган. Бунда айланиш ўқи сифатида текисликнинг горизонтал изи олинган. Текисликнинг фронтал изи Γ_{Π_2} да бирор $N(N_1N_2)$ нукта танлаб, шу нуктанинг ҳаракат текислиги $\omega(\omega_{\Pi_1}\omega_{\Pi_2})$ Γ_{Π_1} га перпендикуляр қилиб ўтказилади ва унинг Γ_{Π_1} билан кесишган жойида N_1N_2 нукта-

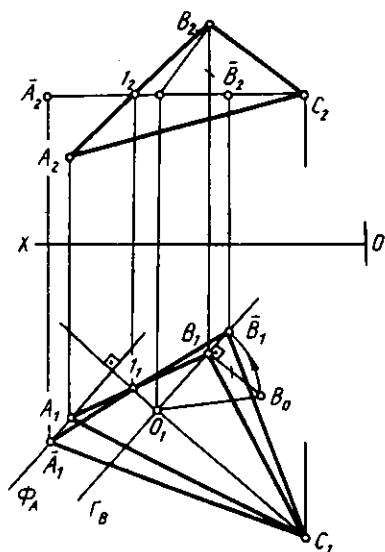


166- шакл.

нинг айланиш маркази $O(O_1O_2)$ белгиланади. Кейин O_1 билан N_1 ни туташтирилади ва айланиш радиуси $ON(O_1N_1, O_2N_2)$ ҳосил бўлади. $N(N_1N_2)$ нукта $O(O_1O_2)$ марказ атрофида айлангандан сўнг айланиш радиуси $ON(O_1N_1, O_2N_2)$ нинг ҳақиқий катталигига тенг бўлган масофада жойлашиб қолади. Шунга кўра айланиш радиусининг ҳақиқий катталиги топилади. Бунинг учун тўғри бурчакли учбурчак ясаш усулидан фойдаланамиз (166- шакл, б). Эпюрда учбурчакнинг бир катети O_1N_1 бўлади, иккинчи катети эса N_1N_2 кесмага тенг бўлган N_1N_0 кесма олинади. O_1N_0 гипотенуза айланиш радиусининг ҳақиқий узунлигини ифодалайди. Энди O_1N_0 кесмани O_1 нуктадан бошлаб ω_{II} бўйича ўлчаб қўямиз ва $\bar{N}_2$ нуктани белгилаймиз. $\bar{N}_2$ нуктани Γ_x нукта билан туташтирилса берилган текислик фронтал изининг айлантирилгандан кейинги янги $\bar{\Gamma}_{II}$ вазияти ҳосил бўлади. $\bar{\Gamma}_{II}$ нинг вазиятини N_1N_2 нуктанинг айланиш радиусининг ҳақиқий узунлигини топмасдан ҳам аниқлаш мумкин. Бунинг учун Γ_x ни марказ қилиб, Γ_xN_2 радиусли ёй чизилади, бу ёйнинг ω_{II}

билан кесишган $\bar{N}_2$ нуктаси Γ_x билан туташтирилади.

167- шаклда ABC шаклнинг ҳақиқий кўриниши унинг горизонтали атрофида айлантириб топилиши кўрсатилган. Бунда айланиш ўқи сифатида учбурчакнинг C_1I_1, C_2I_2 горизонтал чизиғи олинди. Бу чизикда ётган C_1C_2 ва I_1I_2 нукталар айлантириш вақтида ўз вазиятларини ўзгартирмайди. Шунинг учун учбурчакнинг A_1A_2 ва B_1B_2 нукталарини айлангандан кейинги вазиятларини аниқлаш кифоядир. A_1A_2 нукта Φ_A текисликда, B_1B_2 нукта эса Γ_B текисликда ҳаракатла-



167- шакл.

нади. B_1B_2 нуктанинг ҳаракат жараёни билан танишиб чикамиз. B_1B_2 нуктанинг айланиш маркази Γ_B текисликнинг C_1I_1 , C_2I_2 билан кесишган O_1O_2 нуктасида бўлади, бу нуктани B_1B_2 нукта билан бирлаштириб айланиш радиуси O_1B_1 , O_2B_2 ни аниқлаймиз. ABC текислик Π_1 га параллел вазиятга келганда A ва B нукталарнинг айланиш радиуслари Π_1 текисликка ҳақиқий узунлигида проекцияланади.

Энди айланиш радиусининг ҳақиқий катталигини аниқлаймиз. Бунинг учун B_1B_2 нукта айланиш радиусининг O_1B_1 , O_2B_2 проекциялари асосида тўғри бурчакли учбурчак ясаймиз, унинг O_1B_0 гипотенузаси айланиш радиусининг ҳақиқий катталигига тенг. Сўнгра O_1 нуктадан Γ_B бўйича O_1B_0 кесмани ўлчаб қўйиб, нуктанинг айлангандан кейинги вазияти B_1 ни ва у бўйича унинг фронтал проекцияси B_2 ни учбурчакнинг ҳаракатидан кейинги вазиятининг фронтал проекциясида белгиланади. A_1A_2 нуктани ҳам худди шундай айлантириб, унинг A_1A_2 проекциялари аниқланади. Буни бошқача йўл билан ҳам аниқлаш мумкин. A_1A_2 нукта C_1I_1 , C_2I_2 тўғри чизикда ётади ва Φ_A текисликда ҳаракатланади. Демак, A_1 нукта B_1I_1 тўғри чизикнинг Φ_A билан кесишган нуктасида бўлади. Учбурчакнинг айлангандан кейинги $A_1C_1B_1 = ABC$ вазияти унинг ҳақиқий шаклига тенг бўлади.

6-боб. ПОЗИЦИОН ВА МЕТРИК МАСАЛАЛАР

6.1-§. Позицион масалалар

Геометрик образлардаги элементларнинг ўзаро жойлашган вазиятларини аниқлашга оид бўлган масалаларни чизма йўли билан ечишга позициян масалалар дейилади. Позицион масалаларга қуйидагилар киради: текисликда тўғри чизик танлаш, берилган тўғри чизик, нукталар орқали тўғри чизик ва текисликлар ўтказиш, геометрик шаклларнинг ўзаро кесишишларига оид бўлган масалалар, яъни тўғри чизик билан текисликнинг кесишиши, текисликларнинг кесишган чизигини топиш ва сиртларни ўзаро кесишиш чизикларини аниқлаш кабилар.

1-масала. Ихтиёрий вазиятдаги $\Phi(\alpha \cap b)$ текислик билан $m(m_1, m_2)$ тўғри чизикнинг кесишган нуктасини аниқлаш керак (168-шакл).

Ечиш. 1. m тўғри чизик орқали ёрдамчи Γ текислик ўтказилади, яъни $\Gamma \supset m, \Gamma \perp \Pi_1$. Бунинг учун m_1 орқали

текисликнинг горизонтал изи Γ_{II} ўтказилади ёки $m_1 \in \Gamma_{II}$.

2. Ердамчи Γ текислик, берилган Φ текисликларнинг кесишган чизиғи C топилади. Бунда.

$$a_1 \cap \Gamma_{II} = A_1; A_2 \in a_2$$

$$b_1 \cap \Gamma_{II} = B_1; B_2 \in b_2$$

$$AB(A_1B_1, A_2B_2) = \Phi \cap \Gamma = C$$

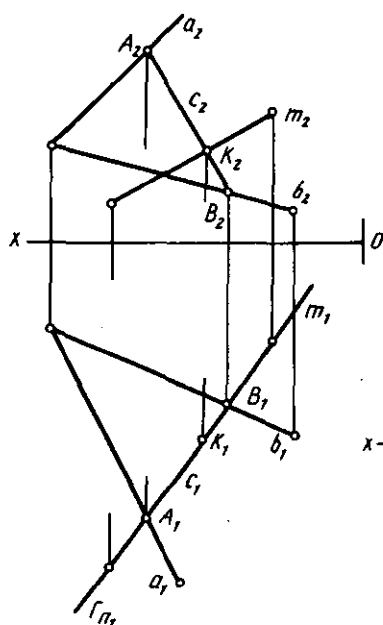
3. m тўғри чизик билан $C = AB$ чизикнинг кесишган нуктаси K аниқланади:

$$c_2 \cap m_2 = K_2; K_1 \in c_1;$$

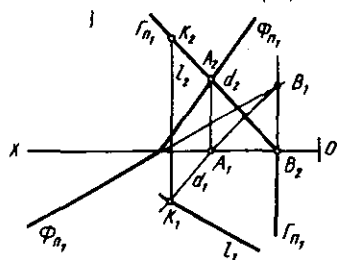
$$K(K_1, K_2) = m(m_1, m_2) \cap \Phi(a \cap b); K = m \cap c$$

бўлади.

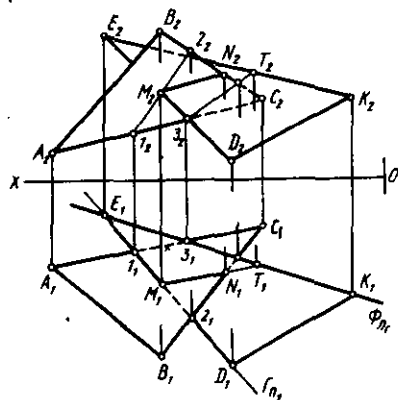
2-масала. $\Phi(\Phi_{II}, \Phi_{II_2})$ текислик билан $l(l_1, l_2)$



168- шакл.



169- шакл



170- шакл

тўғри чизикнинг кесишган нуктасини топиш керак (169- шакл).

Ечиш. 1. $l(l_1, l_2)$ тўғри чизик оркали ёрдамчи Γ текислик ўтказилади. $\Gamma \supset l, \Gamma \perp \Pi_2$. Бунинг учун, l_2 оркали текисликнинг фронтал изи Γ_{Π_2} ўтказилади ёки $l_2 \in \Gamma_{\Pi_2}$.

2. Ёрдамчи Γ текислик билан берилган Φ текисликларнинг кесишган d чизиги топилади. Бунда:

$$\Gamma_{\Pi_2} \cap \Phi_{\Pi_2} = A_2; A_1 \in OX.$$

$$\Gamma_{\Pi_1} \cap \Phi_{\Pi_1} = B_1; B_2 \in OX. AB(A_1B_1, A_2B_2) = \Phi \cap \Gamma = d.$$

3. $l(l_1, l_2)$ тўғри чизик билан $d(d_1, d_2)$ чизикнинг кесишган нуктаси $K(K_1, K_2)$ топилади:

$$d_1 \cap l_1 = K_1; K_2 \in d_2; \\ K = l \cap d; K(K_1K_2) = l(l_1, l_2) \cap \Phi(\Phi_{\Pi_1}, \Phi_{\Pi_2}).$$

3-м а с а л а. Ихтиёрий вазиятда жойлашган $ABC(A_1B_1C_1, A_2B_2C_2)$ ва $EKD(E_1K_1D_1, E_2K_2D_2)$ текисликларнинг ўзаро кесишиш чизигини топиш керак (170- шакл).

Ечиш. Учбурчаклар билан берилган текисликларнинг кесишиш чизигининг проекциялари бир учбурчакнинг икки томонининг иккинчи учбурчак текислиги билан кесишиш нукталарининг M_1, M_2 ва N_1, N_2 проекцияларини аниқлаш оркали топилади. Бунинг учун EKD учбурчакнинг E_1D_1, E_2D_2 томонидан ёрдамчи Γ_{Π_1} горизонтал проекцияловчи текислик ўтказилади ҳамда $\triangle ABC$ ва Γ_{Π_1} текисликларнинг кесишиш чизигининг l_12_1 ва l_22_2 проекциялари аниқланади. Шунда E_1D_1, E_2D_2 билан $\triangle ABC$ текисликнинг кесишган нуктаси M_1M_2 бўлади. Худди шунингдек EKD текисликнинг E_1K_1, E_2K_2 томони оркали Φ_{Π_1} текислик ўтказилади ва бу текислик воситасида $\triangle ABC$ ва E_1K_1, E_2K_2 ларнинг кесишган нуктаси T_1T_2 аниқланади. Аниқланган M_1 билан T_1 ва M_2 билан T_2 нукталар ўзаро туташтирилади. Натижада M_1N_1, M_2N_2 изланаётган чизик ҳосил бўлади. Лекин учбурчаклар чегараланган шакллар бўлгани учун уларнинг кесишиш чизигининг проекциялари M_1M_2 ва N_1N_2 чегарасида бўлишини тушуниш қийин эмас. Учбурчакларнинг ўзаро кесишишида уларнинг томонларини кўринар ёки кўринмаслигини аниқлашда конкурент нукталардан фойдаланилади. Бу

масаланинг ечилиш алгоритмини символик белгилар билан ёзиш мумкин:

$$1. \Gamma_{II} \supset [DE] \wedge \Gamma_{II} \Pi_1; (12) = \Gamma_{II} \cap (ABC); \quad M = (12) \cap \Pi[DE].$$

$$2. \Phi \supset [EK] \wedge \Phi \perp \Pi_1; \quad (34) = \Phi \cap (ABC); \quad N = (34) \cap [EK].$$

$$3. (MN) \supset M, N, T.$$

6.2- §. Метрик масалалар

Юқорида айтилганидек, тўғри бурчакли проекцияларда геометрик шакллар проекциялар текисликларига нисбатан ихтиёрий вазиятда жойлашишлари мумкин. Шунинг учун масофаларни, бурчакларни ва шаклларнинг ҳақиқий қийматларини, комплекс чизмаларда аниқлаш усуллари билан зарурдир. Метрик масалалар асосан икки турга бўлинади:

1. Икки нукталар орасидаги масофа, нуктадан текисликкача ва текисликлар орасидаги масофаларни аниқлаш каби масалалар;

2. Ўзаро кесишувчи икки тўғри чизиклар орасидаги бурчаклар, тўғри чизик ва текислик, икки текислик орасидаги ҳосил бўлган бурчакларни аниқлаш ҳамда текис шаклларнинг ҳақиқий катталикларини топиш каби масалалар кирази. Метрик масалаларга оид айрим масалаларнинг ечилиши билан танишиб чиқамиз.

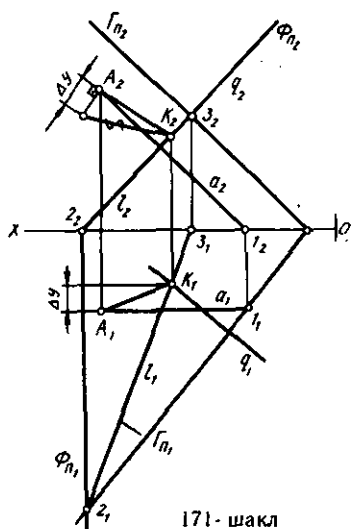
1- масала. $A(A_1A_2)$ нуктадан ихтиёрий вазиятдаги $q(q_1q_2)$ тўғри чизиккача бўлган энг қисқа масофа топилиши керак (171-шакл).

1) A нуктадан q тўғри чизикка перпендикуляр $\Phi(\Phi_{II}, \Phi_{II_2})$ текислик ўтказилади. Бунинг учун аввал бу текисликнинг фронтали $a_1 a_2 A(A_1A_2)$ нуктадан $q(q_1q_2)$ тўғри чизикка перпендикуляр қилиб ўтказилади.

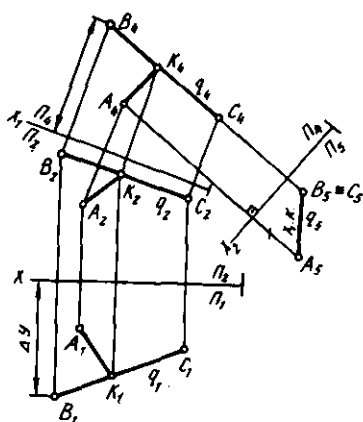
$$a_2 \ni A_2 \wedge a_2 \perp q_2 \text{ ва } a_1 \ni A_1 \wedge a_1 \parallel OX.$$

Фронталнинг горизонтал изининг l_2 ва l_1 проекцияларини белгилаймиз. Сўнгра Γ текисликнинг горизонтал изини l_1 дан $\Gamma_{II} \perp q_1$ қилиб, фронтал изини эса Γ , дан $\Gamma_{II} \perp q_2$ қилиб ўтказамиз.

2) Берилган q тўғри чизикнинг Γ текислик билан кесишиш нуктаси K нинг K_1K_2 проекцияларини аниқлаймиз. Бунинг учун q тўғри чизикдан ёрдамчи фронтал проекцияловчи $\Phi(\Phi_{II}, \Phi_{II_2}) \ni q(q_1q_2)$ текислик ўтказамиз



171- шакл



172- шакл

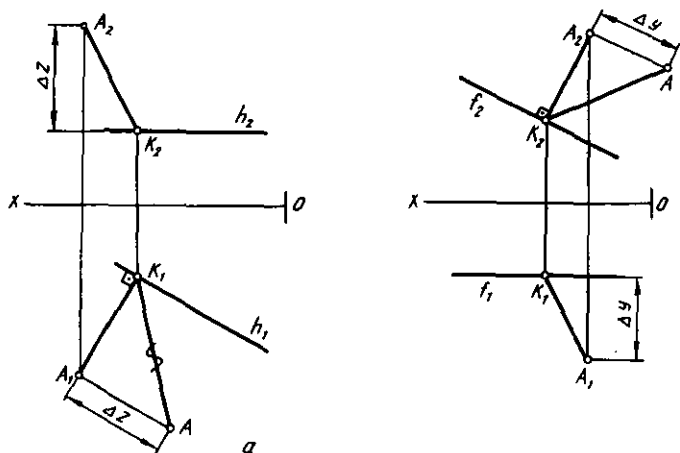
ва икки текисликнинг $l = \Gamma \cap \Phi$ кесишиш чизигининг l_1, l_2 проекцияларини ясаймиз. q тўғри чизикнинг l кесишиш чизиги билан кесишган нуқтаси шу q тўғри чизикнинг Γ текислик билан кесишган нуқтаси бўлади:

$$K_1 = q_1 \cap l_1 \text{ ва } K_2 \in q_2.$$

3) A нуктанинг A_1 ва A_2 проекцияларини K нуктанинг K_1 ва K_2 проекциялари билан бирлаштирамиз. Ҳосил бўлган A_1K_1 ва A_2K_2 кесмалар A нуктадан q тўғри чизиккача бўлган масофанинг проекциялари бўлади. Тўғри бурчакли $\Delta A_0K_2A_2$ яшаш йўли билан изланган масофанинг A_0K_2 хақикий ўлчами топилади. 172- шаклда юқоридаги масаланинг проекциялар текисликларини алмаштириш усули билан ечилиши кўрсатилган. Бунинг учун q га параллел қилиб Π_1 текислики Π_4 текислик билан шундай алмаштирамизки, $\Pi_4 \parallel q_2$ бўлсин. Π_4 текисликда q ва A ларни ортогонал проекциялаймиз ҳамда q_4 тўғри чизик ва A_4 нуктанинг янги горизонтал проекцияларини ҳосил қиламиз. Сўнгра Π_2 текислики Π_5 текислик билан шундай алмаштирамизки, $\Pi_5 \perp q_4$ бўлсин. Π_5 текисликда q ва A ларнинг янги фронтал проекцияларини ясаймиз. Ҳосил бўлган A_5 ва $B_5 \equiv C_5$ нукталар орасидаги масофа A нуктадан q чизиккача бўлган масофа бўлади. Қиска масофанинг Π_4 даги проекцияси O_2X_2 га параллел

жойлашган бўлади, фронтал ва горизонтал проекциялари эса Z ва y координаталарини ўлчаб қўйиш йўли билан топилади.

2-масала. A нуктадан горизонтал $h(h_1h_2)$ гача (173-шакл, а) ва A нуктадан фронтал $f(f_1f_2)$ гача (173-шакл, б) бўлган масофа аниқланиши керак. Бундай масаланинг ечилиши ихтиёрий вазиятдаги тўғри чизикларга нисбатан бирмунча осондир.

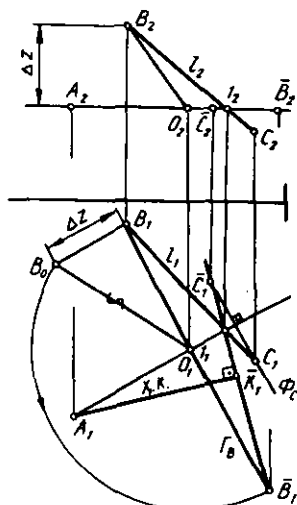


173-шакл.

Ечиш. Тўғрибурчакни проекциялаш шартига биноан тўғридан-тўғри A нуктадан h_1 чизикқа перпендикуляр туширилади (173-шакл, а). Уларнинг кесишган K_1 нуктасини белгилаб, сўнгра унинг фронтал проекцияси K_2 топилади. Хосил бўлган A_1K_1 , A_2K_2 чизик изланаётган кесманинг проекциялари бўлади. Тўғри бурчакли учбурчак қуриш йўли билан кесманинг A_0K_1 ҳақиқий катталиги аниқланади. 173-шакл, б да нуктадан фронтал проекциялар текислигига параллел бўлган $f(f_1f_2)$ тўғри чизиккача бўлган масофанинг ҳақиқий катталиги A_0K_2 ни аниқланиши кўрсатилган. Нуктадан тўғри чизиккача бўлган масофани текислиkning горизонтал ёки фронтал чизиги атрофида айлантириб, проекциялар текисликларидан бирортасига параллел вазиятга келтириб ҳам топиш мумкин, чунки нукта ва тўғри чизик текисликни ифодалайди. 174-шаклда A нуктадан $l(l_1l_2)$ тўғри чизиккача бўлган масофа ABC текислиkning A нуктасидан ўтказилган Al

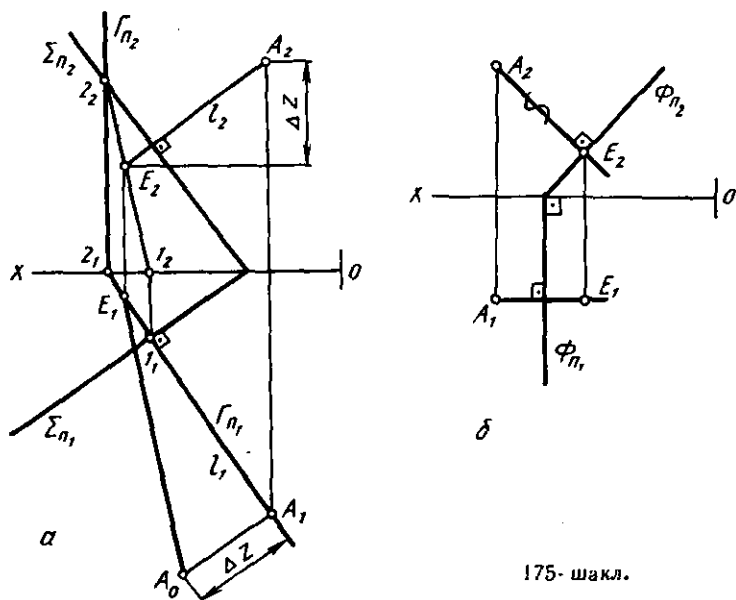
горизонтал чизик атрофида айлан-тириб топилиши кўрсатилган. Бун-да айланиш ўқи A_1I_1 , A_2I_2 да ётган A_1A_2 ва I_1I_2 нукталар айлантириш вақтида вазиятларини ўзгартир-майдилар. Шунинг учун кесма-нинг B_1B_2 , C_1C_2 нукталарини айлангандан кейинги вазиятини аниклаш етарлидир. Бу нукталар айланиш ўқиға перпендикуляр бўлган F_B текисликда B_1B_2 нукта, C_1C_2 нукта эса Φ_C текисликда ҳаракатланади. Энди B_1B_2 нукта-нинг ҳаракати билан танишиб чиқамиз. B_1B_2 нуктанинг айланиш маркази F_B текислигининг A_1I_1 , A_2I_2 билан кесишган O_1O_2 нукта-сида бўлади, бу нуктани B_1B_2 нукта билан бирлаштириб айла-ниш радиусини O_1B_1 , O_2B_2 аниқ-лаймиз. ABC текислик Π_1 га параллел вазиятга келганда B ва C нукталарнинг айланиш радиуслари Π_1 текисликка ҳақиқий катталигида проекцияланади. Шунга кўра, айланиш радиусининг ҳақиқий катталигини топиш лозим. Бунинг учун B_1B_2 нукта айланиш радиусининг O_1B_1 , O_2B_2 проекцияларидан фойдаланиб тўғри бурчакли учбурчак ясаймиз, унинг O_1B_0 гипотенузаси айланиш радиусининг ҳақиқий катталигига эга. O_1 нуктадан F_B бўйича O_1B_0 кесмани ўлчаб қўйиб ва нуктанинг айлангандан кейинги вазияти $\bar{B}_1$ ни ва у бўйича унинг фронтал проекцияси $\bar{B}_2$ ни аниқланади. C_1C_2 нуктани ҳам худди шундай айлантириб, унинг $\bar{C}_1\bar{C}_2$ проекциялари топилади. Лекин C_1C_2 нукта C_1I_1 , C_2I_2 тўғри чизикда ётади ва Φ_C текисликда ҳаракатланади. Шу сабабли $\bar{C}_1$ нукта $\bar{B}_1I_1$ тўғри чизикнинг Φ_C билан кесишган нуктасида бўлади. A_1 нукта-дан $\bar{B}_1\bar{C}_1$ тўғри чизикка перпендикуляр туширилади. Ҳосил бўлган $A_1\bar{K}_1$ кесма A нуктадан BC тўғри чизиккача бўлган масофани ифодалайди. (яъни $A_1\bar{K}_1 = AK$).

3-м а с а л а. $A(A_1A_2)$ нуктадан ихтиёрий вазиятдаги $\Sigma(\Sigma_{\Pi}, \Sigma_{\Pi_2})$ текисликка қадар бўлган энг қисқа масофани аниклаш керак (175-шакл, а). Нуктадан текисликка қадар бўлган энг қисқа масофани аниклаш учун нуктадан берилган текисликка перпендикуляр туширилади ва унинг текислик билан кесишган нуктаси аниқланади. Шу



174-шакл.

нуктадан берилган нуктага қадар бўлган масофа изланаётган масофа бўлади. Бунинг учун A_1 дан Σ_{II_1} га, A_2 дан Σ_{II_2} га перпендикуляр туширилади (тўғри чизикнинг текисликка перпендикулярлик шартига асосан). Сўнгра бу перпендикулярни $\Sigma_{II_1}\Sigma_{II_2}$ текислик билан кесишган нуктаси топилади. Шу мақсадда l_1l_2 перпендикуляр орқали горизонтал проекцияловчи $\Gamma_{II_1}\Gamma_{II_2}$ ёрдамчи текислик ўтказилади. $\Gamma_{II_1}\Gamma_{II_2}$ ва $\Sigma_{II_1}\Sigma_{II_2}$ текисликларнинг $1_12_1, 1_22_2$ кесишган чизиги аниқланиб, бу чизикнинг A_1A_2 дан туширилган перпендикуляр билан кесишган нуктаси E_1E_2 , шу перпендикулярнинг $\Sigma_{II_1}\Sigma_{II_2}$ текисликдаги асоси бўлади.



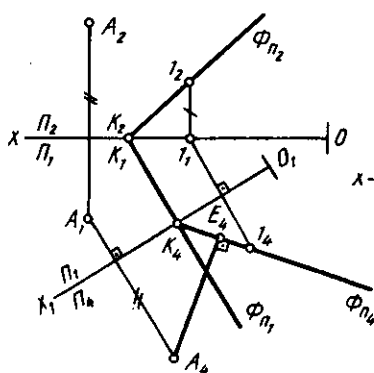
175- шакл.

Чизмадаги $A_0E_1 = AK$ кесма изланаётган масофани ифода-
лайди. Нуктадан текисликка қадар бўлган масофани
аниқлашда текислик проекцияловчи вазиятда берилса
(175- шакл, б), масала осонлик билан ечилади, яъни
перпендикулярнинг асоси E нинг битта проекцияси
текисликнинг изи билан қўшилиб қолади. Бундан ташқари
изланаётган кесма проекциялар текисликларидан (бизни
мисолда Π_2 га) бирортасига параллел жойлашган бўлиб,

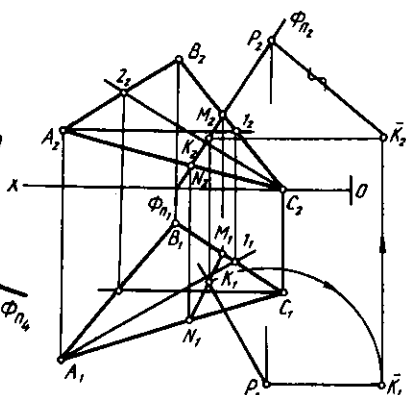
текисликка ўзгармасдан ҳақиқий катталиги билан проекцияланади, яъни $A_2E_2=AE$.

4-м а с а л а. $A(A_1A_2)$ нуктадан $\Phi(\Phi_{\Pi_1}\Phi_{\Pi_2})$ текисликкача бўлган масофа проекциялар текисликларини алмаштириш усули билан топилиши керак (176-шакл). Бу масалани ечишда 175-шакл, 6 даги масаланинг ечими асос бўлади. Бу ерда $O_1X_1 \perp \Phi_{\Pi_1}$ қилиб ўтказилади ва уларнинг кесишиш нуктаси K_4 ни белгилаймиз. Сўнгра Φ_{Π_2} да l_1l_2 нукта танлаб оламиз ва унинг горизонтал проекцияси l_1 дан O_1X_1 га перпендикуляр ўтказилади. Бу перпендикулярни O_1X_1 билан кесишган нуктасидан бошлаб l_1l_2 га тенг бўлган кесмани ўлчаб қўйиб l_4 нуктани белгилаймиз ($l_1l_4=l_1l_2$). K_4 ва l_4 нукталарни ўзаро туташтирсак, $\Phi_{\Pi_1}\Phi_{\Pi_2}$ текисликларнинг Π_4 даги янги Φ_{Π_4} изи ҳосил бўлади. A_1 дан O_1X_1 га перпендикуляр туширамиз ва перпендикулярни O_1X_1 билан кесишган нуктасидан бошлаб A_1A_2 га тенг бўлган кесмани ўлчаб қўйилади ва A_4 нукта аниқланади. Сўнгра A_4 дан Φ_{Π_4} га перпендикуляр ўтказилади, ўтказилган перпендикулярни Φ_{Π_4} билан кесишган E_4 нуктадан A_4 нуктагача бўлган масофа изланаётган масофа бўлади ($E_4A_4=EA$).

5-м а с а л а. $P(P_1P_2)$ нуктадан ABC текисликка қадар бўлган масофани аниқлаш керак (177-шакл).



176-шакл.



177-шакл.

Аввало ABC текислигининг горизонтал A_1 ва фронтал C_2 чизиклари ўтказилади.

Кейин P_1 нуктадан A_1I_1 чизикка ва P_2 нуктадан C_2I_2 чизикка перпендикуляр туширилади. Ўтказилган перпендикуляр билан ABC текислигининг кесишган нуктаси топилади. Бунинг учун: P_2K_2 перпендикуляр оркали ёрдамчи проекцияловчи $\Phi(\Phi_{II}, \Phi_{II_2})$ текислик ўтказилади.

$\Phi(\Phi_{II}, \Phi_{II_2})$ текислик билан ABC ($A_1B_1C_1$, $A_2B_2C_2$) текислигининг кесишган чизиги $MN(M_1N_1, M_2N_2)$ аниқланади.

Топилган кесишиш чизиги билан перпендикулярнинг кесишган $K(K_1K_2)$ нуктаси аниқланади. P_1K_1 , P_2K_2 кесманинг ҳақиқий катталиги — $P_2\bar{K}_2 = PK$ ни айлантириш усулидан фойдаланиб аниқлаш мумкин.

6-масала. Ўзаро параллел a ва b тўғри чизиклар орасидаги масофани топиш керак (178-шакл). Бу масала умумий усул билан қуйидагича ечилади:

Берилган $a \parallel b$ тўғри чизикларга перпендикуляр бўлган бирор Γ текислик

ўтказилади (бунда $\Gamma_{II} \perp a_1(b_1)$; $\Gamma_{II_2} \perp a_2(b_2)$). Γ текислик билан a ва b тўғри чизикларнинг кесишган нукталари топилади (M_1M_2 ва N_1N_2 нукталар). Топилган нукталарнинг бир номли проекциялари бирлаштирилади. Ҳосил бўлган M_1N_1 ва M_2N_2 кесманинг ҳақиқий катталиги учбурчак усулидан фойдаланиб аниқланади. Бу масалани алгоритмли ёзилиши қуйидагича бўлади:

$$\begin{aligned} \Gamma &\supset a, b \wedge \Gamma \perp a \wedge b; \Phi \supset b \wedge \Phi \perp \Pi_2; \\ (12) &= \Phi \cap \Gamma; \Sigma \supset a \wedge \Sigma \perp \Pi_2; (34) = \Sigma \cap \Gamma. \\ M &= b \cap (12); N = a \cap (34); MN = (N_1M_0). \end{aligned}$$

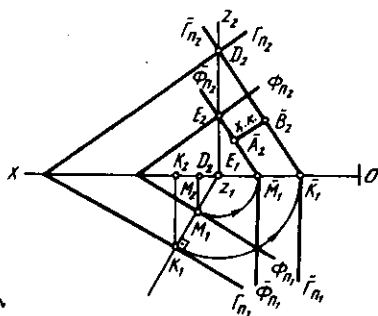
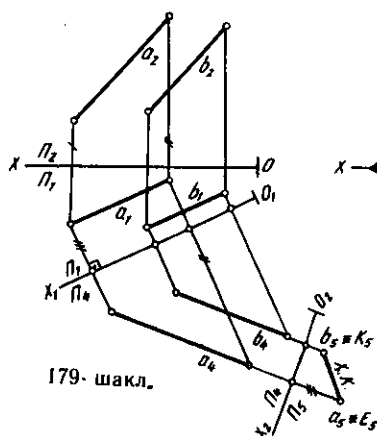
178-шакл.

7-м а с а л а. Ўзаро параллел a ва b тўғри чизиклар орасидаги масофа проекциялар текисликларини алмаштириш усулидан фойдаланиб аникланиши керак (179- шакл). Маълумки, ўзаро икки перпендикуляр текисликлар тизимида тўғри чизик бирор текисликка перпендикуляр бўлса, иккинчисига параллел бўлади. Шунинг учун ихтиёрий вазиятдаги тўғри чизикни проекцияловчи (перпендикулярлар) вазиятга келтириш учун биринчи янги текисликни берилган тўғри чизикка параллел қилиб ўтказилади, иккинчи янги текисликни эса тўғри чизикнинг янги вазиятига перпендикуляр қилиб ўтказамиз; тўғри чизик бу текисликка нукта кўринишида проекцияланади. Шунга кўра эпюрда O_1X_1 ўқни a_1 ва b_1 га параллел ўтказиб, Π_1/Π_4 тизимида тўғри чизикларнинг a_4 ва b_4 проекцияларини

оламиз. Сўнгра O_2X_2 ўқни a_4 ва b_4 ларга перпендикуляр ўтказиб, янги Π_4/Π_5 тизимида тўғри чизикларни Π_5 те-

кисликка перпендикуляр вазиятга келтирилади, бунда тўғри чизикларнинг проекциялари (алоҳида-алоҳида) бир нуктада (a_5, b_5) бўлиб қолади. Бу ерда a_5 ва b_5 кесмалар Π_5 текисликка перпендикуляр бўлганлиги учун, биридан иккинчисига туширилган перпендикуляр изланаётган E_5K_5 кесма бўлади.

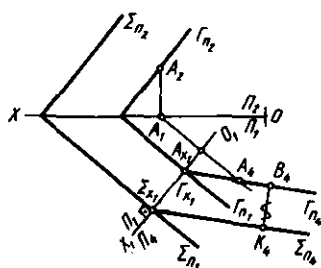
8-м а с а л а. Умумий вазиятда берилган Γ ва Φ параллел текисликлар орасидаги масофа айлантириш усули билан топилиши керак (180- шакл). Маълумки, Π_2 га



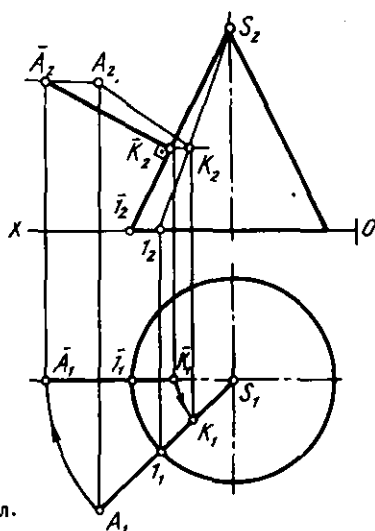
180- шакл.

проекцияловчи текисликнинг горизонтал изи OX ўкига перпендикуляр жойлашган бўлади. Шунинг учун Γ ва Φ текисликларнинг горизонтал изларини OX ўкига перпендикуляр вазиятга келгунча айлантирамиз. Бунда айланиш Z_1Z_2 ўкини Π_1 га перпендикуляр қилиб ўтказилади. Γ_{II} ва Φ_{II} изларни OX ўкига перпендикуляр вазиятга келтириш учун Z_1 нуктадан Γ_{II} ва Φ_{II} ларга перпендикуляр тушириб, улар билан кесишган K_1K_2 ва M_1M_2 нукталарни белгилаймиз ва бу перпендикуляр OX билан жипслашгунча айлантирилади. Сўнггра M_1 ва K_1 нукталарнинг янги вазияти $\bar{M}_1$ ва $\bar{K}_1$ OX га перпендикуляр ўтказиб, $\bar{\Phi}_{II}$ ва $\bar{\Gamma}_{II}$ ларни оламиз, $\bar{\Phi}_{II}$ ва $\bar{\Gamma}_{II}$ лар эса $\bar{M}_1$, $\bar{K}_1$ ва Z_1Z_2 билан Γ_{II} ва Φ_{II} ларнинг кесишган нукталари E_2 ва D_2 орқали ўтказилади, чунки E_2 ва D_2 нукталар қўзғалмас нукталардир. Φ_{II} изда бирор масалан, A_2 нукта танлаб Γ_{II} изга перпендикуляр тушириб, изланаётган $A_2B_2=AB$ кесма ҳосил бўлади.

9-масала. Излари билан берилган ихтиёрий вазиятдаги $\Sigma(\Sigma_{II}, \Sigma_{III})$ ва $\Gamma(\Gamma_{II}, \Gamma_{III})$ параллел текисликлар орасидаги масофа проекциялар текисликларини алмаштириш усули билан аниқланиши керак (181-шакл). Бунинг учун O_1X_1 янги ўқ Σ_{II} ва Γ_{II} ларга перпендикуляр қилиб ўтказилади. Γ текисликда бирорта масалан, A_1A_2 нукта олиб, A_1 дан O_1X_1 га перпендикуляр ўтказилади ва бу перпендикулярнинг O_1X_1 билан кесишган Ax_1 нуктасидан



181-шакл.



182-шакл.

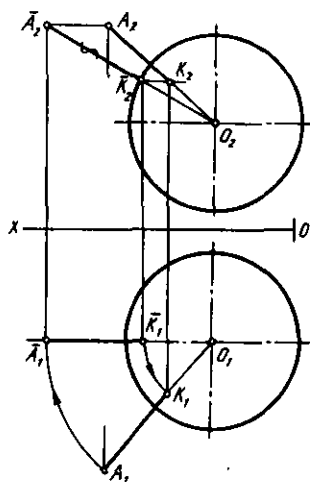
бошлаб $A_1A_2=Z_A$ кесма ўлчаб қўйилади ва A_4 нукта белгиланади. Белгиланган A_4 билан Γ_{x_1} лар ўзаро бирлаштирилиб Γ текисликнинг янги Π_4 текисликдаги Γ_{Π_4} изи ҳосил бўлади. Σ_{x_1} дан Γ_{Π_4} га параллел чизик ўтказилади. Натижада Σ текисликнинг Π_4 текисликдаги янги Σ_{Π_4} изига эга бўлинади. Γ_{Π_4} изда бирор, масалан, B_4 нукта олиб Σ_{Π_4} га перпендикуляр тушириб K_4 нуктага эга бўламиз. Ҳосил бўлган B_4K_4 кесма изланаётган кесма бўлади.

10-м а с а л а. A нуктадан доиравий конусгача бўлган масофа аниқланиши керак (182-шакл).

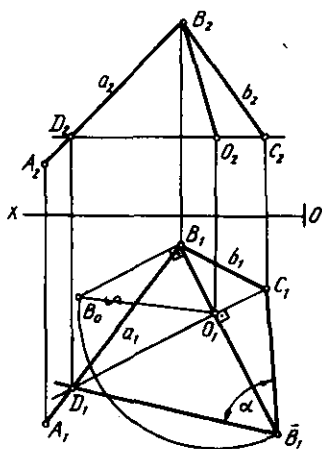
Ечиш: Нуктадан конус сиртигача бўлган масофа, шу нуктадан конус ясовчисининг ҳақиқий катталигига туширилган перпендикуляр билан ўлчанади. Шунинг учун $A(A_1A_2)$ нукта оркали ўтувчи S_1I_1 , S_2I_2 конус ясовчисининг ҳақиқий катталиги конус ўқи (z_1z_2) атрофида, Π_2 текисликка параллел бўлгунча айлантриб топилади. A_2 нуктадан $I_2S_2=S_1$ ясовчига перпендикуляр чизик туширилади.

Ҳосил бўлган $\bar{A}_2\bar{K}_2=AK$ изланаётган масофа бўлади. A_1K_1 ва A_2K_2 ҳақиқий катталикнинг тегишли проекцияларидир.

11-м а с а л а. $A(A_1A_2)$ нуктадан шар сиртигача бўлган энг қиска масофа топилиши керак (183-шакл).



183-шакл.



184-шакл.

Ечиш: Бунинг учун A нукта шар маркази билан бирлаштирилади. Аниқланган O_1A_1 , O_2A_2 кесманинг ҳақиқий OK катталиги топилади (бу мисолда айлантириш усули билан топилган). Топилган ҳақиқий $OK = O_2\bar{A}_2$ шар билан K_2 нуктада кесишади. Ҳосил бўлган $\bar{A}_2K_2 = AK$ изланаётган масофани ифодалайди. A_1K_1 ва A_2K_2 кесмалар эса, унинг горизонтал ва фронтал проекцияларидир.

12-масала. Ўзаро $B(B_1B_2)$ нуктада кесишувчи $a(a_1a_2)$ ва $b(b_1b_2)$ тўғри чизиклар орасидаги бурчак аниқланиши керак (184-шакл). Бу масалани ечиш учун берилган бурчакнинг горизонтал ёки фронталидан фойдаланамиз. Бу ерда бурчакнинг ҳақиқий катталигини аниқлаш учун унинг $h(h_1, h_2)$ горизонталини ўтказамиз. Чизмада ҳосил бўлган $\angle C_1B_1D_1$ ва $\angle C_2B_2D_2$ нинг ҳақиқий ўлчамини аниқлаш учун B_1B_2 нуктанинг айлантириш радиусининг ҳақиқий ўлчамини аниқлаш етарлидир. Бунинг учун B_1 нуктадан h_1 га перпендикуляр ўтказамиз ва айлантириш радиуси марказининг O_1 ва O_2 проекцияларини, сўнгра айлантириш радиусининг B_1O_1 ва B_2O_2 проекциялари орқали тўғри бурчакли $O_1B_1B_0$ учбурчак ясаш билан унинг ҳақиқий ўлчами $O_1B_0 = R$ ни аниқлаймиз. B нуктанинг янги вазиятини ясаш учун O_1 дан R радиус билан O_1B_1 перпендикулярнинг давоми билан кесишгунча ёй чизамиз ва ҳосил бўлган $\bar{B}_1$ билан D_1 ва C_1 нукталарни бирлаштирамиз. Ҳосил бўлган бурчак $\alpha = \angle D_1\bar{B}_1C_1$ изланаётган бурчак бўлади.

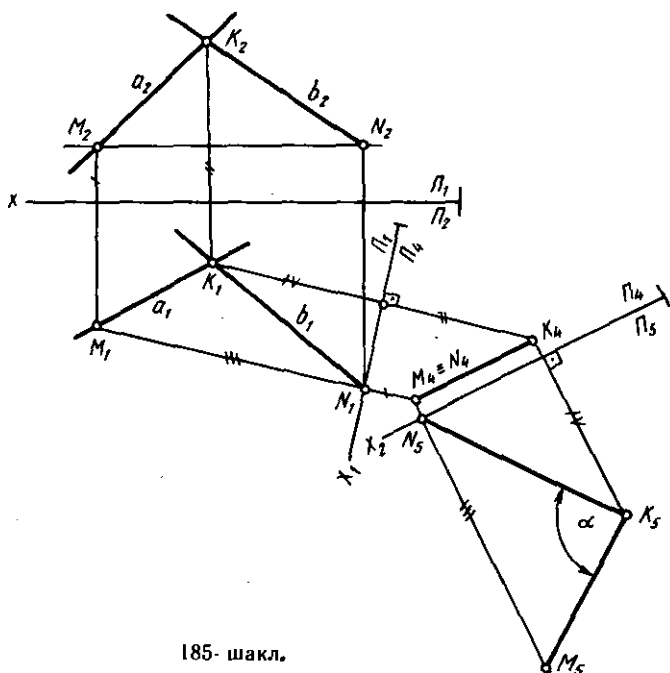
13-масала. $K(K_1K_2)$ нуктада кесишувчи $a(a_1a_2)$ ва $b(b_1b_2)$ тўғри чизиклар орасидаги бурчак проекциялар текисликларини алмаштириш усулидан фойдаланиб топилиши керак (185-шакл).

Ечиш. Бунинг учун $\Gamma(a \cap b)$ текисликини MN горизонтал чизиги ўтказилади. Π_2 текислик янги Π_4 текислик билан алмаштирилади, бу текислик MN тўғри чизикка перпендикуляр бўлганлиги учун бурчак текислигига ҳам перпендикулярдир. Π_1 текислик Π_5 текислик билан алмаштирилиб, бурчак текислигига параллел вазиятга келтирилади. Ҳосил бўлган бурчак $\alpha = \angle N_5K_5M_5$ изланаётган бурчакнинг ҳақиқий катталигига тенг бўлади.

14-масала. $\Gamma(\Gamma_{II}, \Gamma_{II_2})$ текислик билан a тўғри чизик орасидаги бурчакни топиш керак.

Тўғри чизик билан текислик орасидаги бурчак, шу тўғри чизик ва унинг текисликдаги проекцияси орасидаги ўткир бурчак билан ўлчанади (186-шакл). Масаланинг ечилиши:

Тўғри чизик билан текисликнинг кесишган «К» нуктаси топилади (186- шакл, а). Тўғри чизикнинг бирор нуктасидан текисликка (ВС) перпендикуляр туширилади. Туширилган тўғри чизик билан текисликнинг кесишган С нуктаси аникланади. Аникланган C_1K нукталар ўзаро туташтирилади. BKC бурчакнинг ҳақиқий катталиги топилади.

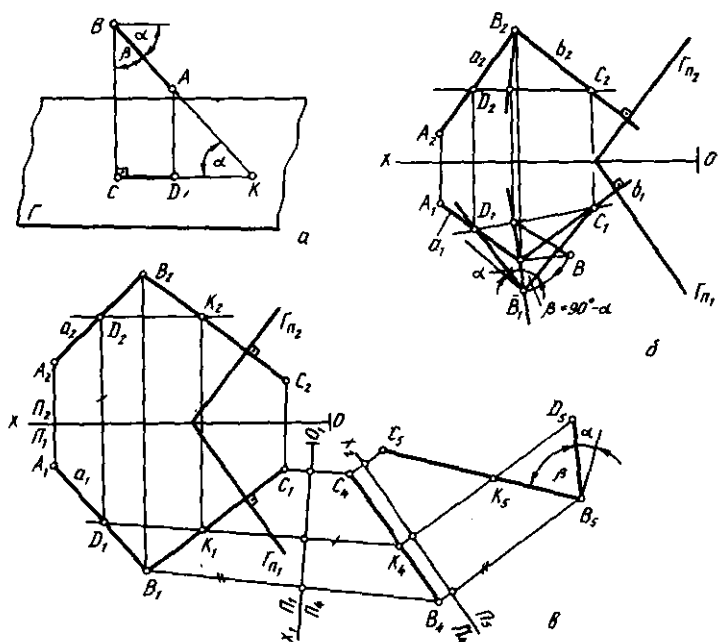


185- шакл.

Бундай ечиш усули анча мураккаб бўлганлиги учун тўғри чизик билан текислик орасидаги бурчакни ўзини эмас, балки уни 90° га тўлдирувчи қўшимча β бурчакни топиш йўли билан аникланади ва у қуйидаги тартибда ечилади:

Берилган тўғри чизикнинг бирор нуктасидан текисликка перпендикуляр чизик туширилади. Ҳосил бўлган ABC бурчак текислигининг ҳақиқий катталигини хоҳлаган усулда топиш мумкин. Энди юқоридаги мисолни эпюрга ечамиз (186- шакл, б).

1. a тўғри чизикнинг бирор $B(B_1B_2)$ нуктасидан Γ_{II_1} , Γ_{II_2} текисликка перпендикуляр туширилади, яъни: $B_1C_1 \perp \Gamma_{II_1}$, $B_2C_2 \perp \Gamma_{II_2}$.



186- шакл.

2. Ҳосил бўлган ABC ($A_1B_1C_1$, $A_2B_2C_2$) учбурчакнинг ҳақиқий катталиги унинг C_1D_1 , C_2D_2 горизонталери атрофида айлантириб 167- шаклдагидек аниқланади ва $a(a_1a_2)$ тўғри чизик билан Γ_{n1}, Γ_{n2} текислик орасидаги бурчак $\alpha = \angle 90 - \beta$ изланаётган бурчак бўлади. Худди шу масалани 186- шакл, в да проекциялар текисликларини алмаштириш усулидан фойдаланиб, 158- шаклдагидек қилиб ечиб изланаётган бурчак $\alpha = \angle 90 - \beta$ га эга бўлиш мумкин.

15- масала. Ихтиёрий вазиятдаги икки $A_1B_1C_1$, $A_2B_2C_2$ ва $B_1C_1D_1$, $B_2C_2D_2$ учбурчаклар билан берилган текисликлар орасида ҳосил бўлган бурчакнинг ҳақиқий катталиги топилиши керак (187- шакл). Бу икки текислик орасидаги икки ёкли бурчак ўлчами бу текисликларнинг кесишган чизигига перпендикуляр ўтказилган текислик билан шу текисликларнинг кесишган чизиги орасидаги чизикли бурчак билан ўлчанади. Шунинг учун янги проекциялар текислигини икки текисликнинг умумий BC кесишиш чизигига перпендикуляр қилиб

олинади. Аммо BC кирра умумий вазиятда бўлгани учун

OX , Π_2 проекциялар

текисликлари тизими аввал O_1X_1 ,

$\Pi_4 \parallel BC$ килиб (эпюра

да $O_1X_1 \parallel B_1C_1$),

сўнгра O_2X_2 , $\Pi_5 \perp$

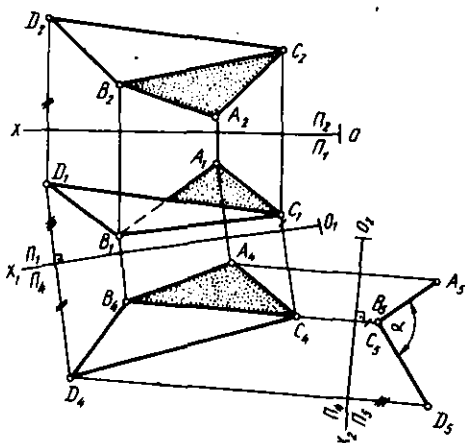
$\perp BC$ килиб ($O_2X_2 \perp$

$\perp B_4C_4$) кетма-

кет алмаштирамиз.

Шунда B_1C_1 , B_2C_2

кирра бу текисликка $B_5 \equiv C_5$ нукта кўринишида, $A_1B_1C_1$, $A_2B_2C_2$ ва $B_1C_1D_2$ учбурчаклар эса проекцияловчи вазиятда жойлашиб иккита алоҳида тўғри чизик A_5C_5 ва B_5D_5 кўринишида проекцияланади. Ҳосил бўлган $A_5B_5D_5$ бурчак изланаётган бурчакни ифодалайди, яъни $A_5B_5D_5 = \angle \alpha$.



187- шакл

7-боб. ТЕКИС ВА ФАЗОВИЙ ЭГРИ ЧИЗИҚЛАР

7.1- §. Эгри чизиклар тўғрисида маълумотлар

Эгри чизиклар техникада фазовий геометрик шакллари тасвирлашда, шунингдек жисмларнинг сиртларини ҳосил қилиш учун кенг микёсда ишлатилади.

Чизма геометрия нуктаи назардан эгри чизиклар фазода маълум йўналишда нукталарнинг узлуксиз харақатидан ҳосил бўлган геометрик ўрни деб қаралади. Бундан ташқари эгри чизиклар сиртларнинг ўзаро кесишишидан ҳам ҳосил бўлади. Эгри чизиклар нукталарнинг текисликларда жойланиш ҳолатларига нисбатан текис ва фазовий бўладилар.

Агар эгри чизикнинг ҳамма нукталари битта текисликда ётса текис эгри чизик, агар ҳар хил текисликларда ётса фазовий эгри чизик дейилади. Текис эгри чизикларга айлана, эллипс, парабола, гиперболо ва х. к. лар қиради. Фазовий эгри чизикларга винт чизиклари қиради. Бу чизиклар табиатан маълум қонунга мувофиқ ҳосил бўладиган алгебраик тенгламалар билан аниқлана-

ди. Тенгламаларнинг даражасига қараб эгри чизикларнинг тартиби аниқланади.

Текис эгри чизикларнинг тартиби уларнинг тўғри чизик билан кесишган нукталар сони билан аниқланади. Фазовий эгри чизикларнинг тартиби эса уларнинг текислик билан кесишган нукталар сони билан белгиланади.

Эгри чизиклар қуйидаги хусусияларга эга:

1. Умумий ҳолда эгри чизикнинг текисликдаги проекцияси ҳам эгри чизик бўлади.

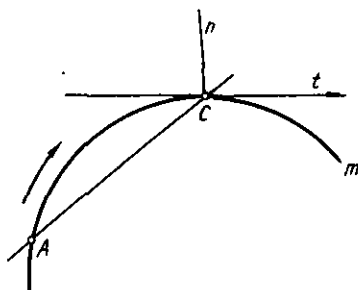
2. Агар нукта бирор эгри чизикка тегишли бўлса, унинг бирор текисликдаги проекцияси эгри чизикнинг бир номли проекцияларига тегишли бўлади.

3. Эгри чизикка ўтказилган уринма, эгри чизик проекциясига ҳам уринма бўлади.

Эгри чизикларнинг турлари билан танишиб чиқамиз.

7.2- §. Текис эгри чизиклар

Техникада кенг миқёсда тарқалган эгри чизиклардан бири текис эгри чизиклардир. Бу чизикларнинг хусусиятларини, яъни эгри чизикдаги ҳар бир нуктанинг ҳаракат йўналишини ўрганиш учун уларга уринма ва нормаллар



188- шакл.

ўтказилади. Масалан, m эгри чизикдаги икки A ва C нукталардан тўғри чизик ўтказиб AC ватар кесмаси ҳосил қилинади. Сўнгра A нукта C нукта билан устма-уст тушгунча C нукта атрофида айлантирилади. Натижада AC ватарнинг узунлиги лимит ҳолига келиб, Ct ҳолатни ишғол қилади. Бу чизикни ярим уринма чизик дейилади (188- шакл).

C нукта орқали ўтиб, ярим уринма чизикка перпендикуляр ўтказилган тўғри чизик шу эгри чизикнинг нормал чизиги дейилади.

Чизма геометрияда айрим масалаларни ечишда эгри чизикка уринма чизик ўтказишга тўғри келади. Қўйида бир неча масалаларнинг ечимлари келтирилган:

1- масала. m эгри чизикдан ташқаридаги A нукта орқали, шу эгри чизикка уринма ўтказиш керак (189- шакл).

Ечиш. 1) A нукта оркали эгри чизикни кесиб ўтувчи a_1, a_2, a_3 тўғри чизиклар ўтказилади.

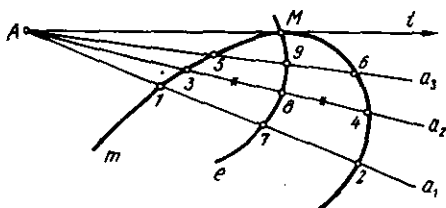
2) a_1, a_2 ва a_3 чизиклар эгри чизик билан кесишиб 12, 34 ва 56 ватарларни ҳосил қилади.

3) Ватарларни тенг иккига бўлиб 7, 8, 9 нукталарга эга бўлинади.

Бу нукталарни эса равон қилиб бирлаштирилади. Натижада l эгри чизик ҳосил қилади.

3) m ва l эгри чизикларнинг кесишган M уриниш нуктаси аниқланади.

4) M ва A нукталарни бирлаштириб, изланаётган t уринма чизикка эга бўлинади.



189- шакл.

2- масала. Берилган s тўғри чизик йўналишига параллел вазиятда m эгри чизикка уринма чизик ўтказилиши керак (190- шакл).

Ечиш. 1) m эгри чизикни кесувчи ва s тўғри чизикка параллел a_1, a_2 ва $a_3 \dots$ чизиклар ўтказилади.

2) $a_1, a_2 \dots a_3$ ва m эгри чизиклар ўзаро кесишиб 12, 34, 56 ватарларни ҳосил қилади.

3) Бу ватарлар тенг иккига бўлиниб, ҳосил бўлган ўрта нукталар равон қилиб бирлаштирилади.

4) Аниқланган l эгри чизик билан m эгри чизикнинг кесишган M нуктаси топилади.

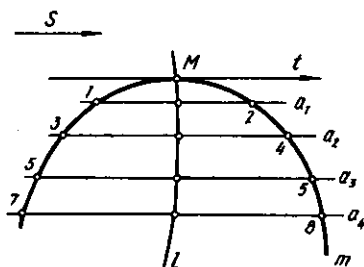
5) M нуктадан s тўғри чизикка параллел қилиб изланаётган t уриниш чизиги ўтказилади.

3- масала. Текисликда l эгри чизик ва ундан ташқарида A нукта берилган. Шу нуктадан эгри чизикка нормал чизик ўтказилиши керак (191- шакл).

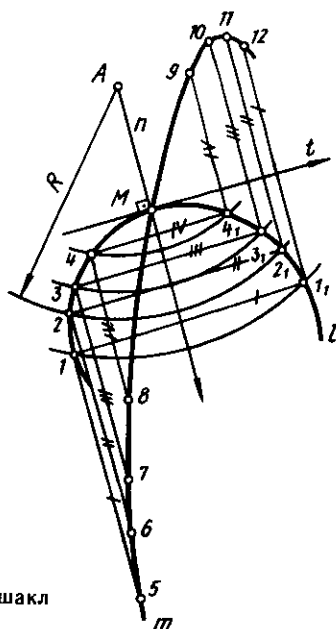
Ечиш. 1) A нуктани айлана маркази деб қабул қилиб, берилган эгри чизикни кесиб ўтувчи ҳар хил радиусларда бир неча айланалар чизилади.

2) Бу айланалар эгри чизик билан кесишиб 1 1_1 , 2 2_1 , 3 3_1 , 4 4_1 ватарлар ҳосил бўлади.

3) 1, 2, 3, 4 ва $1_1, 2_1, 3_1, 4_1$ нукталардан ватарларга перпендикуляр қилиб бир-бирларига қарама-қарши бўлган чизик ўтказилади ва шу перпендикуляр чизикларга ватарларнинг узунликлари тегишлича ўлчаб қўйилади, яъни 1 ва 1_1 нукталардан 1 l_1 ватарни, 2 ва 2_1 нукталардан эса 2 l_2 ватарлар узунлиги ўлчаб қўйилади ва ҳ. к.



190- шакл



191- шакл

4) 5, 6, 7...12 нукталарни ўзаро бирлаштириб m эгри чизик ҳосил қилинади.

5) m эгри чизик l эгри чизик билан кесишиб M нуктани ҳосил қилади.

6) M ва A нукталар ўзаро бирлаштирилади.

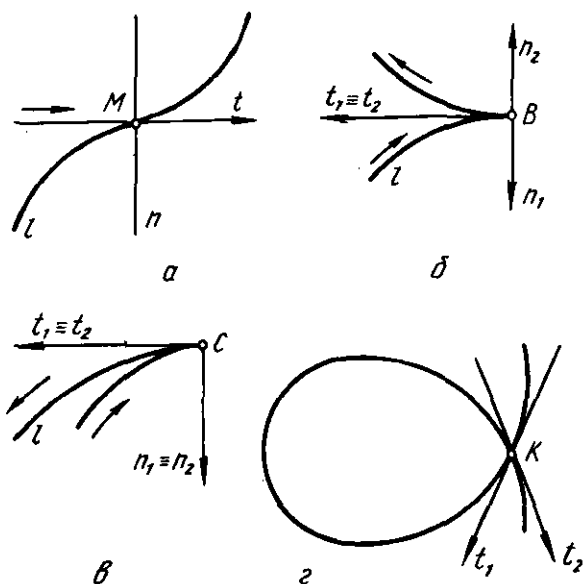
Натижада изланаётган нормал чизик ҳосил бўлади.

Текис эгри чизикнинг махсус нукталари. Агар эгри чизикнинг хоҳлаган бирор нуктасидан ўтказилган икки ярим уринма қўшилиб бир тўғри чизикда ётса эгри чизик бу нуктада текис бўлади, аксинча қўшилмаса текис бўлмайди. Шу нуктаи назардан каралганда эгри чизикларда қуйидаги махсус нукталарни учратиш мумкин:

1) Қайрилиш M нуктаси — бунда уриниш чизиги l эгри чизикни кесиб ўтади (192- шакл, а).

2) Қайтиш B нуктаси — бунда l эгри чизик ўз йўналишини B нуктадан ўзгартириб, уринма эгри чизикнинг икки томони бўйича уриниб ўтади (192- шакл, б).

3) Қайтиш нуктасининг иккинчи ҳоли (кљов) (C) — бунда эгри чизикнинг икки тармоғи умумий уринма ва нормал чизикларга нисбатан бир томонда жойлашган бўлади (192- шакл, в).



192- шакл

4) Қўшалок нукта ёки тугун нукта (K) — бунда эгри чизик ўз-ўзини кесиб ўтади. Қўшалок нукта орқали иккита t_1 ва t_2 уринма чизикларни ўтказиш мумкин (192- шакл, г).

Текис эгри чизикнинг эгрилиги. Эгри чизикларнинг хусусиятларини ўрганиш жараёнларида, унинг баъзи нукталарининг эгрилигини аниқлашга тўғри келади. Маълумки, эгри чизикнинг йўналиши бир нуктадан иккинчи нуктага қараб ўзгариб боради. Шунинг учун унда ётувчи нукталарнинг эгрилиги ҳар хил бўлади. Текис a эгри чизикда ётувчи A_1 нуктанинг эгрилиги (193- шакл), шу A_1 нуктадан ва унинг қўшни A_2 нуктасидан ўтказилган

уринмалар t_1 , t_2 орасидаги φ_1 бурчакни $\widehat{A_1 A_2}$ ёйга бўлган нисбати, шу эгри чизикнинг эгрилик даражасини билдиради, яъни, $K = \lim_{\widehat{A_1 A_2}} \frac{\varphi_1}{\widehat{A_1 A_2}}$; бунда A_1 нукта A_2 нуктага нисба-

тан ҳаракатланиб бориши керак.

Тўғри чизикнинг ҳар қандай нуктасининг эгрилиги нолга тенг. Айлананинг ҳамма нукталарини эгрилиги бир

хил бўлади. A_1 ва A_2 нукталардан ўтказилган нормалларнинг кесишишидан ҳам φ_1 бурчак ҳосил бўлади.

Айлананинг ҳамма нукталарининг эгрилиги шу айлана радиусига тескари миқдорда бўлади. Яъни:

$$K_{\text{айл.}} = \frac{1}{R},$$

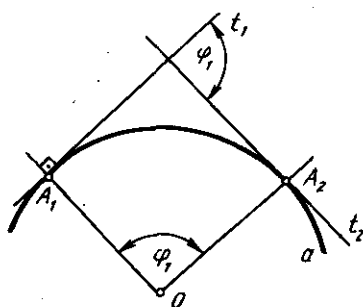
R — айлана радиуси қанчалик катта бўлса, K — шунча кичик бўлади ҳамда эгрилик радиусга тенг бўлади:

$$r_{\text{эр.}} = R$$

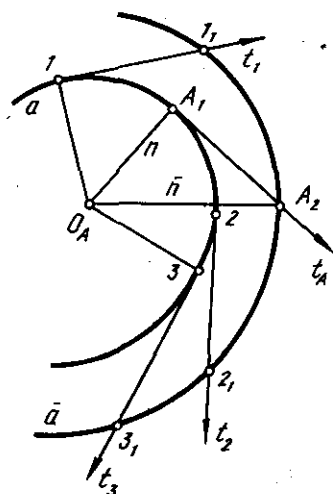
Бошқа ҳар қандай эгри чизикнинг эгрилиги ҳар бир нукта учун ҳар хил бўлиб, унинг эгрилик даражаси шу нуктага тегиб ўтган айлана ёрдамида аникланади.

Бу ерда эгрилик маркази (O) ва эгрилик радиуси (r) деган термин ишлатилади.

194-шаклда a — эгри чизикнинг A_1 нуктаси учун эгрилик радиуси (r_A) ва эгрилик маркази (O_A) ни аникланиши кўрсатилган.



193-шакл



194-шакл

Эгри чизикдаги A_1 нуктанинг ҳар икки томонидан бир нечта нукталарни (1, 2, 3) белгилаб, бу нукталар орқали уринмалар ўтказилади. Бу t_1 , t_2 ва t_3 уринма чизикларга 1, 2, 3 ва A нукталардан ихтиёрий, лекин бир хил (l) узунликдаги кесмалар ўлчаб қўйилади.

Ҳосил бўлган $1_1, A_2, 2_1$ ва 3_1 нукталар кетма-кет ўзаро бирлаштирилади ва a эгри чизикка эга бўлинади.

Берилган a эгри чизикдаги A_1 нукта, $\bar{a}$ эгри чизикдаги A_2 нуктага мос келади.

Шунинг учун A_1 ва A_2 нукталардан n ва $\bar{n}$ нормал чизиклар ўтказиб, уларнинг кесишган O_A нуктаси аниқланади. Бу ерда O_A — эгрилик маркази; r_A — эгрилик радиусидир.

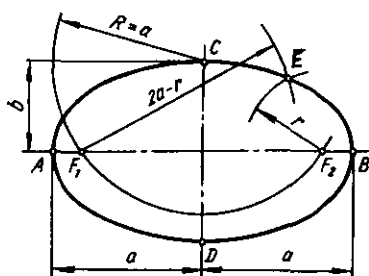
7.3-§. Иккинчи тартибли текис эгри чизикларнинг ҳосил бўлиши

Техникада иккинчи тартибли эгри чизиклардан эллипс, парабола ва гипербола кенг қўламда қўлланади.

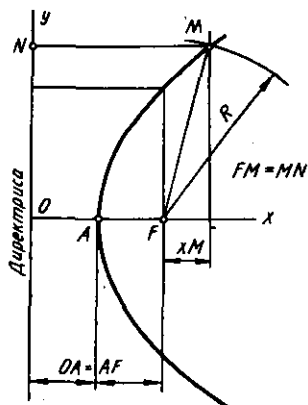
Эллипс ёпик эгри чизик бўлиб, у шундай геометрик нукталарнинг ўрнидан иборатки, унинг ҳар бир нуктасидан фокуслар деб аталувчи икки доимий нуктага қадар бўлган масофаларнинг йиғиндиси ўзгармайди.

Эллипснинг $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ тенгламаси бўйича унинг

нукталарини аниқлаш ва ясашни кўриб чиқамиз. Агар эллипснинг $2a = AB$ катта ўқи ҳамда кичик ўқи $2b = CD$ берилган бўлса, (195-шакл), фокусларни аниқлаш учун C нуктадан $R = a$ радиусда ёй чизилади. Бу ёй эллипснинг катта ўқи (AB) билан кесишиб, F_1 ва F_2 фокус нукталарни ҳосил қилади. Бу ерда $c^2 = a^2 - b^2$ тенглик сақланиб қолади. Сўнгра F_1 ва F_2 нукталарни марказ қилиб r ва $2a - r$ радиусларда ёйлар чизилади. Бунда $r < a$ бўлиб



195- шакл



196- шакл

ихтиёрий узунликларга тенг. Натижада ёйлар ўзаро кесишиб эллипснинг E нуктасини ифодалайди (195- шакл). Шундай қилиб, r радиуснинг қийматларини ўзгартириб ясаш давом эттирилса эллипснинг бир неча нукталарига эга бўлинади. Парабола — очик эгри чизик бўлиб, унинг ҳар бир нуктаси F фокуси ва ON директрисасидан бир хил узокликда жойлашган бўлади. Агар параболанинг фокуси ва директрисаси берилса, унинг нукталарини аниқлаш мумкин, лекин $MF=MN$ шарт сакланиши лозим (196- шакл). Чизмадан кўриниб турибдики, парабола учи $A=\frac{FO}{2}$; $MN=X_M+AF=R$ га тенг. $FO=F$ — парабола параметри, OX — параболанинг симметрия ўқи дейилади.

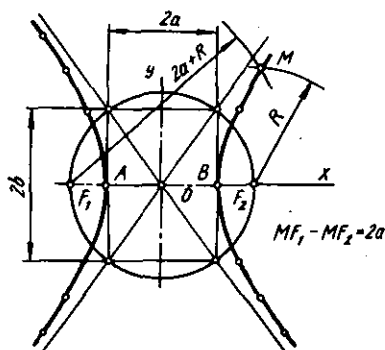
Параболанинг тенгламаси қуйидагича ифодаланади:

$$y^2=2Px$$

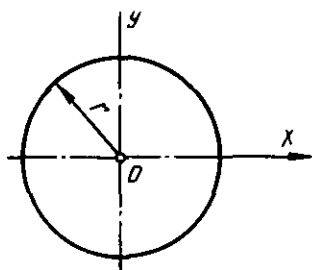
Бу тенгламадан фойдаланиб эгри чизикнинг кўринишини ва унинг хусусиятларини аниқлаш мумкин.

Гипербола — очик эгри чизик бўлиб, унинг ҳар бир нуктасидан ҳақиқий ўқида жойлашган икки (фокуслар деб аталувчи F_1 ва F_2) нуктасигача бўлган масофаларнинг айирмаси ўзгармас миқдор бўлиб, $F_1F_2=2C$ га тенг бўлади.

Текисликда ётувчи ҳар қандай (M) нукта гиперболага тегишли бўлиши учун $MF_1 - MF_2=2a$ тенглик сакланиши керак (197- шакл). Гиперболанинг умумий формуласи, эллипснинг формуласидан факат чап томондаги ҳадлари-



197- шакл



198- шакл

нинг манфийлиги билан фарқ қилиб, қуйидаги кўринишда бўлади:

$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$$

Бу ерда x — ҳақиқий ўқ, y эса мавҳум ўқ дейилади.

a ва b лар гиперболанинг ҳақиқий ва мавҳум ўқларининг ярмисига тенг.

$2a$ ва $2b$ лардан ташкил топган тўртбурчакнинг диагоналлари бўйича йўналган чизикларга гиперболанинг асимптоталари дейилади.

Айлана — энг кўп ишлатиладиган эгри чизик бўлиб, (0) марказдан тенг масофаларда жойлашган нукталарнинг йигиндисидан иборат (198- шакл).

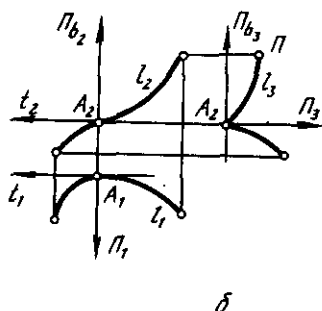
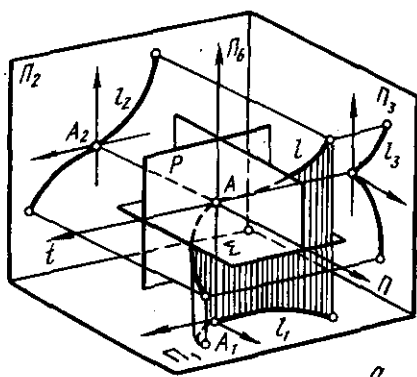
Айлананинг умумий формуласи қуйидагича ифодаланади:

$$r^2 = x^2 + y^2.$$

7.4- §. Фазовий эгри чизиклар

Агар эгри чизикларнинг ҳамма нукталари битта текисликда ётмаса ундай чизик фазовий эгри чизик дейилади, деган эдик. Фазовий эгри чизиклар аналитик, яъни алгебраик тенгламалар билан ва график усулларда берилиши мумкин. Агар эгри чизик ҳосил бўлишида ҳеч қандай қонуниятга мос келмаса, у вақтда эгри чизик график усулда берилади. Фазовий эгри чизикни тартиби унинг умумий ҳолдаги текислик билан кесишган нукталар сони билан аниқланади.

Фазовий эгри чизикларнинг умумий хусусиятлари унинг текисликдаги проекцияларидан фойдаланиб ўрганилади. Фазовий эгри чизик ва унда ётувчи нукта чизмада горизонтал ва фронтал проекциялари билан берилади. Эгри чизикнинг умумий хусусиятларини ўрганишда эгри чизикқа ўтказилган уринма оркали ўтувчи текисликлар дастасидан ёпишма, тўғриловчи ва унга перпендикуляр бўлган нормал деб аталувчи текисликлар катта аҳамиятга эга. 199- шаклда «е» фазовий эгри чизикдаги уч қирранинг ҳар бир қирраси Π_1 , Π_2 ва Π_3 проекциялар текисликларига нисбатан параллел жойлашган. Бу эгри чизикнинг тасвири янада яққол кўрсатади. Айтайлик l фазовий эгри чизикнинг A нуктасидан t уринма ўтказилган бўлсин. Бу



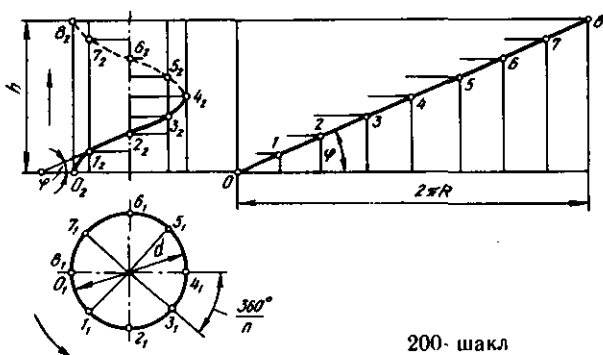
199- шакл

уринма оркали (A нуктадан ўтувчи) эгри чизикка уринувчи чексиз текисликлар ўтказиш мумкин. Лекин шу уринма текисликлар ичида A нуктадан ўтувчи ва бошқа текисликларга нисбатан эгри чизикка яқин бўлган текисликларни аниқлаш қийин эмас. Бу y текисликларга юқорида айтилгандек ёпишма, нормал ва тўғриловчи текисликлар киради (199- шакл, 'а'). l эгри чизикнинг A нуктаси ва t уринма оркали ўтувчи Σ текислик ёпишма текислигини ифодалайди. Бу текисликни фазовий эгри чизикнинг чексиз яқин учта нуктасидан ўтган текисликнинг лимити деб ҳам тушуниш мумкин. l эгри чизикдаги A нукта оркали чексиз кўп нормал чизиклар ўтказиш мумкин. Шу нормал чизиклар тўпламидан ҳосил бўлган эгри чизикнинг A нуктасидан ўтувчи ва t уринмага перпендикуляр бўлган N текислик нормал текислик дейилади. Юқоридаги Σ ва N текисликлар ўзаро p тўғри чизик бўйича кесишади ва бу чизикни нормал чизик дейилади. Бу чизик Σ ёпишма текислиги устида ётади ва шу чизикка перпендикуляр жойлашган p_6 чизик бинормал чизик дейилади. Бинормал p_6 ва уринма t чизиклар ўзаро кесишиб P тўғриловчи текислигини ҳосил қилади.

Ўзаро перпендикуляр бўлган Σ , N , P учта текисликлар кесишиб, уч қирра ҳосил қилади. Бу уч ёқликни 1947 йили биринчи бўлиб француз олими Френе таклиф қилганлиги учун Френе уёқлиги дейилади. Бундан ташқари ўзаро кесишувчи t уринма, p нормал ва p_6 бинормал тўғри чизиклар тўғри бурчакли координата тизимини ҳосил

килади. Юқоридаги чизикларни ҳар бир жуфти учта текисликни аниқлайди. Фазовий эгри чизикларнинг хусусиятларини ўрганиш жараёнида унинг ҳар бир нуктаси уч қирра текислигига тўғри бурчак остида проекцияланади. Уч қирра текислигида координата боши қилиб A нукта олинади. Бу эса Π_1, Π_2, Π_3 — проекциялар текисликларига проекциялаш билан бир хилдир, яъни, Σ — горизонтал, P — фронтал ва N — профил проекциялар текисликлари сифатида олинади. 199-шакл, а да A нукта Π_1 проекциялар текислигига A_1 нукта бўлиб, Π_2 га эса қайрилиш A_2 нуктаси бўлиб ва ниҳоят Π_3 га эса қайтиш қиррали A_3 нукта бўлиб проекцияланиши кўрсатилган. 199-шакл, б да фазовий l эгри чизикнинг эпюрга тасвирланиши кўрсатилган.

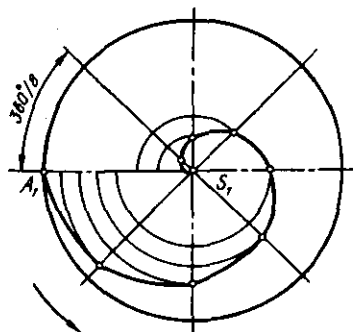
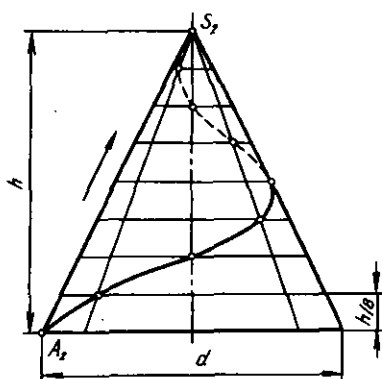
Фазовий эгри чизикларнинг проекциялари. Техникада қўлингча конуний фазовий эгри чизиклар қўлланилади. Бундай чизиклардан бири винт чизикларидир. Винт чизиклари гелиса ҳам деб аталади, улар бирор нуктани айланма ва илгариланма ҳаракат қилиши натижасида ҳосил бўлади. Винт чизиклар қандай сиртда ҳаракатланишига қараб, цилиндрик ва конус чизикларга бўлинади. 200-шаклда цилиндрик винт чизигининг ҳосил бўлиши



200-шакл

кўрсатилган. Бунда нуктанинг бирор тўғри чизик (ўқ) атрофида текис айланма ва шу ўқ йўналиши бўйича текис илгариланма ҳаракат қилиб, тўла бир марта айланиб чиқиши натижасида ҳосил бўлиши кўрсатилган. Нукта тўла бир марта айланиб чиқишида винт чизигининг қадами бўлган h масофага силжийди.

Винт чизигининг фронтал проекцияси синусоида эгри чизигидан, горизонтал проекцияси эса айланадан иборат.



201- шакл

Эпюрга винт чизиғини чизиш учун цилиндрнинг диаметри d ва унинг қадами h берилган бўлиши керак. Цилиндрик сиртлар текислик устига ёйилганда, винт чизиғи тўғри чизик бўлиб тасвирланади. Винт чизиғига ўтказилган уринма билан ўқга перпендикуляр бўлган текислик орасидаги ϕ бурчак, винт чизиғини кўтарилиш бурчаги дейилади.

Нуктани доирaviй конуснинг ясовчиси бўйлаб ва бир вақтда ўз ўқи атрофида текис илгариланма ҳаракат қилиши натижасида конус винт чизиғи ҳосил бўлади. Конус винт чизиғининг горизонтал проекцияси Архимед спиралидан иборат (201-шакл). Унинг ҳар бир нуктасининг проекцияси тегишли ясовчи ва параллелнинг кесишишидан ҳосил

бўлиб, фронтал проекциялар текислиги бўйича нукта ётган текислик маълум масофага кўтарилиб боради, масалан, 201-шаклда A нуктани $h/8$ масофага кўтарилиши ва конус винт чизиғининг ҳосил бўлиши кўрсатилган.

8- бoб. СИРТЛАР

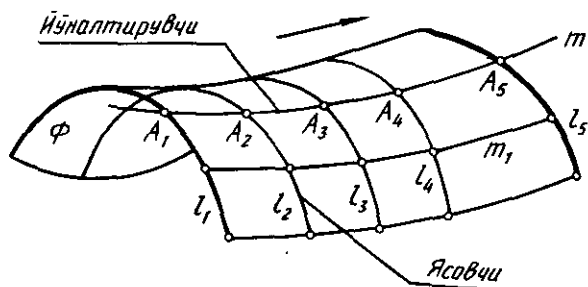
8.1- §. Сиртларнинг ҳосил бўлиши ва уларнинг ортогонал проекциялари

Агар бизни ўраб турган ташки муҳитга геометрик нуктаи назардан қарасак жуда кўп шаклларни оддий ва мураккаб чизик ва сиртлардан ташкил топганлигининг гувоҳи бўламиз. Бундан ташқари табиатда сиртлар ҳар хил геометрик кўринишларда учраши ва ниҳоят ана шу

шаклларнинг ҳар хил мустаҳкамликда бўлиши кишини хайратда қолдиради. Масалан, товук тухумининг устки қобиғига эътибор берсак, у юпка бўлишига қарамасдан, у геометрик шакл тузилиши жиҳатидан мустаҳкамдир. Ёки қушларнинг қанотини олайлик, табиат унга қандайдир қонуният асосида ишлов бериб, маълум шаклдаги сиртлар кўринишини ҳосил қилган. Яна бир мисол, самолётлар, пароходлар, автомашиналар, ер остки ва устки иншоотларнинг беркитиш қобиғлари ҳар хил сиртлардан иборат бўлиб, уларнинг ҳосил бўлиш қонуниятлари мураккабдир.

Шунинг учун маълум қонуниятлар асосида ҳосил бўлган сиртларнинг баъзи бир турлари устида фикр юритиш, уларнинг ҳосил бўлиш қонуниятларини ўрганиш ва уларни амалий жараёнларда ишлата билиш ҳар бир олий маълумотли мутахассис учун катта аҳамият қашф этади.

Чизма геометрияда сиртлар бирор эгри чизик ёки сиртнинг фазода маълум қонунга мувофиқ узлуксиз ҳаракати натижасида ҳосил бўлади деб қаралади. Сиртларни бундай ҳосил бўлишини кинематик ҳосил бўлиш дейилади (202-шакл). 202-шаклда ясовчи деб аталувчи эгри чизикнинг ҳаракати натижасида ҳосил бўлган сирт кўрсатилган. Ясовчи кўзғалмас бошқа бир m тўғри чизик йўналиши бўйича ҳаракат қилиши мумкин. Бу ерда m сиртнинг йўналтирувчи чизиги дейилади. Ясовчи ва йўналтирувчи чизиклар эгри ва тўғри чизиклар бўлиши мумкин. Шунинг учун сиртларни шакли ҳар хил бўлади. Сиртдаги ясовчиларнинг ҳаракати айланма ва илгариланма бўлиши мумкин. Шу билан бирга сиртнинг ҳолатини, ясовчининг ҳолати ва унинг ҳаракат қонуни белгилайди. Ҳар бир ясовчи чизик ўзининг ҳаракати даврида унинг ҳар бир нуктаси $m, m_1, \dots$ чизикларни ҳосил



202- шакл

килади. Шундай қилиб ҳар қандай сирт масалан, юқоридаги Φ сирти l ва m чизикларнинг икки тўпламидан ҳосил бўлар экан. Бу ўринда бир тўпламдаги чизиклар иккинчи тўпламдаги ҳамма чизикларни кесиб ўтади.

Сиртларнинг ортогонал проекцияларини чизмада тас-
вирлаш учун уларнинг ҳар бир нуктасининг элементлари маълум бўлиши керак. Шунинг учун сиртлар йўналтирувчи эгри чизигининг проекциялари ва ясовчининг ҳаракат усули билан берилади. Сиртларни ҳосил қилиш усуллари бир неча хилдир (203- шакл). Масалан, доиравий ци-
линдр сирти (203- шакл) қуйидаги қонуниятлар асосида ҳосил бўлиши мумкин:

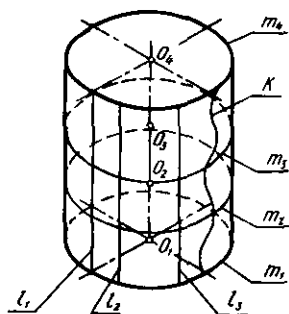
1. l — ясовчи цилиндрнинг i ўқи атрофида унга параллел вазиятда айланиб ҳаракат қилиши.

2. m айлана ясовчининг цилиндр ўқи бўйлаб ҳаракат қилиши; бунда O марказ цилиндр ўқи бўйлаб кўтарилиб боради ва O_1, O_2, O_3 ҳолатларни эгаллайди. Бу ерда айлана текислиги ўқга перпендикуляр бўлади.

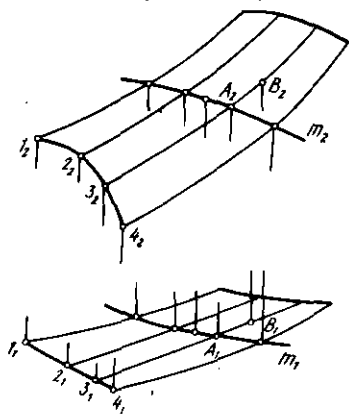
3. Бирор K ясовчи эгри чизикнинг i ўқ бўйлаб айлани-
ши натижасида ҳосил бўлади.

Сиртларда нукта танлаш. Нукта сиртга оид бўлиши учун у сиртда ётувчи ясовчилардан бирининг устида ётиши керак, 204- шаклда сиртда ётувчи A ва B нукталарнинг етишмайдиган проекцияларини аниқлаш кўрсатилган.

A нуктанинг етишмайдиган A_1 — горизонтал проекциясини аниқлаш учун сиртнинг каркаси — $1-2-3-4$ ларни қуриб, сўнгга берилган A_2 — нукта оркали ёрдамчи m_2 чизик ўтказилади, кейин унинг горизонтал



203- шакл

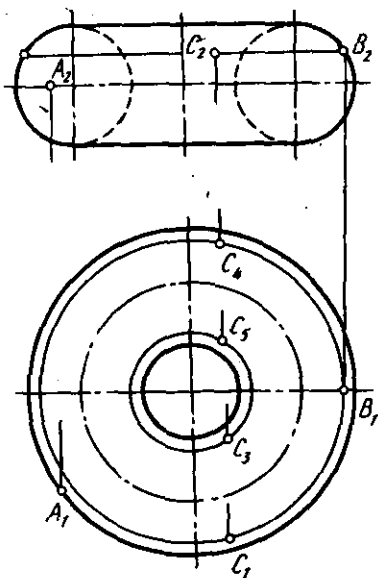


204- шакл

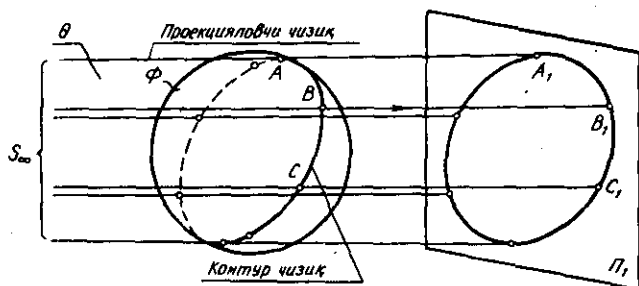
m_1 проекцияси қурилади ва A_1 нукта топилади. Агар каркасининг ясовчиси берилган нукта B_1 билан бирга тушиб колса, унинг иккинчи проекцияси B_2 ни топиш осондир.

205- шаклда айланиш сиртида ётувчи C нуктасининг C_1 горизонтал проекциясини топиш кўрсатилган. Бунинг учун C_2 орқали сиртда ёрдамчи параллел ўтказилади, сўнгра C_2 нуктани проекциялаб C_1 ва C_4 ва C_3 , C_5 нукталар аниқланади. A нукта сиртнинг экваторида, B — нукта эса бош меридиан чизикларида ётади (205- шакл).

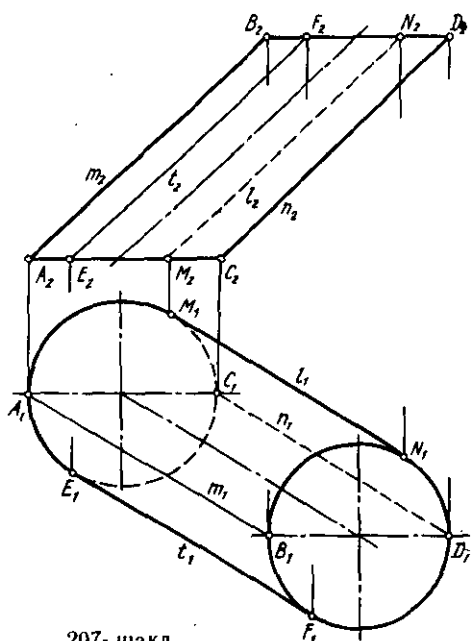
Сиртнинг очерклари. Сиртларнинг чизмасини яққол кўрсатиш учун уларнинг очерклари, яъни $\Pi_1 \Pi_2 \Pi_3$ — текисликлардаги кўринар контур чизиклари ясалади (206- шакл). Агар бирор, масалан Φ сирт проекциялар текисликларига проекцияланса, проекцияловчи параллел чизиклар сирт билан урилиб Q цилиндр сиртини ҳосил қилади. Буни сиртнинг контур чизиғи дейилади. Сиртнинг текисликдаги проекциясини чегараловчи кўринар чизикка шу сиртнинг тегишли текисликдаги очерки дейилади. Сиртлар-



205- шакл



206- шакл



207- шакл

нинг текисликлардаги проекцияларини тасвирлашда унинг ҳар хил контур чизиклари ҳосил бўлади (207- шакл). Масалан, цилиндрнинг Π_1 ва Π_2 проекциялар текисликларидаги проекцияларини олсак, унинг фронтал проекциясида m (AB) ва n (CD) чизиклар контур чизикни ташкил қилса, горизонтал проекциясида эса l (MN) ва t (EF) ни ташкил қилади. Бундан ташқари цилиндрнинг асосини ташкил қилувчи, $AECM$ ёпик чизик ҳам чегараловчи контур чизикни ҳосил қилади. Шундай қилиб, кузатувчига нисбатан сиртнинг

аниқ шаклини белгиловчи ташки чегарасига сиртнинг очерки дейилади.

8.2- §. Сирт турлари

Сиртлар ҳосил бўлиш усуллари ва уларнинг таъриф белгилари асосида қуйидаги турларга бўлинади:

1. Ясовчиларнинг илгариланма, айланма ва винтсимон ҳаракат қилиши натижасида ҳосил бўладиган сиртлар;

2. Ясовчиларнинг турига қараб, тўғри чизикли (ясовчиси тўғри чизик) ва эгри чизикли (ясовчиси эгри чизик) сиртлар;

3. Ясовчиларнинг ҳаракати жараёнида ўз шакллари-ни муттасил ўзгартириб ёки ўзгартирмасдан ҳосил бўладиган сиртлар;

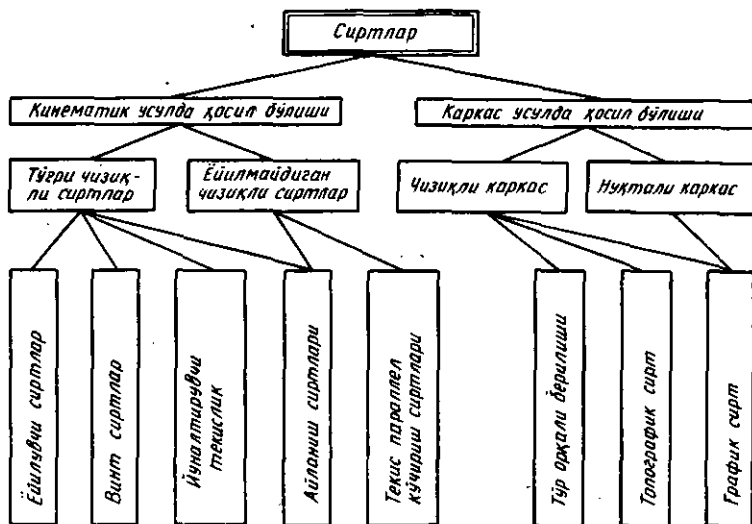
4. Сиртларнинг текисликка ёйилиш ва ёйилмаслик белгилари асосидаги сиртлар;

5. Сиртларни аналитик ва график усулларда берилиши;

6. Сиртларнинг дифференциал хусусиятлари (сиртларни текис ёки нотекислиги) ҳамда уларнинг эгрилиги асосидаги сиртлар.

Бир хил сиртлар ҳар хил белгилар билан ажралиши мумкин. Бунда асосий белги сифатида ясовчиларнинг шакли ва уларнинг ҳаракатланиш ҳолатлари, яъни сиртларнинг кинематик ҳосил бўлиш белгилари бўйича ажратилиши мақсадга мувофиқдир.

208-шаклда лойиҳа учун керак бўлган сиртларни осонлик билан ажратиб олиш ва позицион, метрик масалаларни тезкорлик билан ечиш учун сиртларни маълум бир таърифи берилган. Бунда ҳамма сиртлар икки қисмга бўлинади: биринчи қисм асосий бўлиб, кинематик усул билан ҳосил қилиш, иккинчиси эса, каркас орқали берилган сиртлар. Ҳар икки қисм ҳам гуруҳларга бўлинади. Техникада кўпроқ қўлланадиган тўғри чизикли ёйилувчи, айланиш, винт, параллелизм текислигига эга бўлган сиртлар ҳамда каркасли сиртлар билан мукамалроқ танишиб чиқамиз.



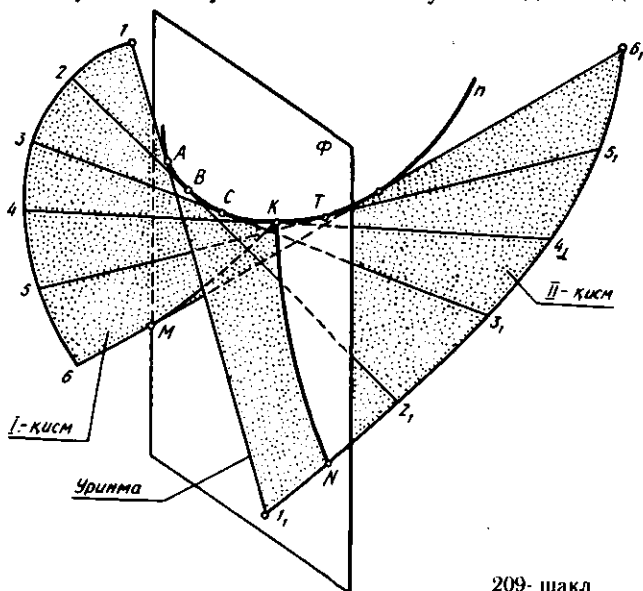
208-шакл

8.2.1. Тўғри чизикли ёйилувчи сиртлар. Чексиз яқин турган икки қўшни ясовчи тўғри чизиклар ўзаро кесишиб ёки параллел вазиятда текис элемент ҳосил қилса, бундай сиртлар ёйиладиган сиртлар дейилади. Тўғри чизикли

ёйилувчи сиртларда ясовчиси тўғри чизик бўлади. Тўғри чизикли ёйилувчи сиртларнинг хусусиятлари шундан иборатки, улардан текис эгилювчан ҳар хил эгри чизикли шакллар, яъни саноат учун кувурлар курутгич курилмаларнинг қисмлари кабиларни ясаш мумкин. Бундан ташқари, сиртни ёйиш жараёнида ундаги ҳар бир чизикнинг узунлиги, икки чизик орасида ҳосил бўлган бурчак ва ёпик шаклларнинг юзалари ўзгармасдан сакланиб қолади.

Тўғри чизикли ёйилувчи сиртларга асосан қайтиш киррали сиртлар цилинрик, конус ва торс сиртлари киради. Қуйида бу сиртларнинг ҳосил бўлишини кўриб чиқамиз.

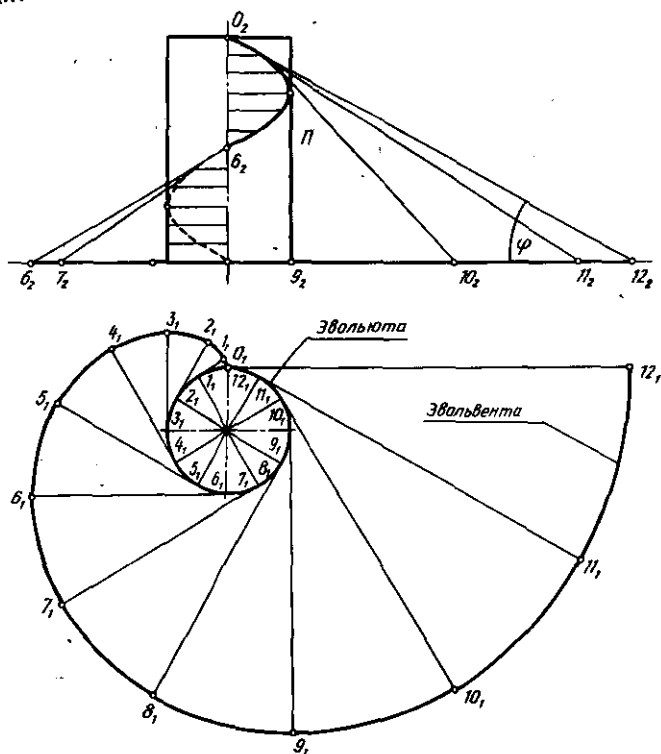
Қайтиш киррали сиртлар. Тўғри чизикни фазовий эгри чизикка узлуксиз урилиб ҳаракат қилиши натижасида ҳосил бўлган сиртни қайтиш киррали сирт дейилади. 209- шаклда «п» фазовий эгри чизикда бир неча (A, B, K, C, T) нуқталар сайлаб, улардан шу киррага ўтказилган уринма чизиклардан ҳосил бўлган қайтиш киррали сирт кўрсатилган. Бундай сирт фақат битта эгри чизик — Π йўналтирувчи билан берилади. Сиртни бирор (Φ) текислик билан кесилса, НКМ кесим эгри чизиги ҳосил бўлиб, унинг K нуқтаси қайтиш нуқтаси дейилади. Агар



209- шакл

уриниш нуктаси уринма чизикни икки ярим тўғри чизикка бўлишини ва қайтиш қирраси эса сиртни икки текис қисмга бўлиш ҳолатлари аниқланса, кесим юзаси яққол-рок кўринади. Қайтиш қиррали сиртнинг шакли қирранинг берилиш турига боғлиқ. Масалан, агар қайтиш қиррали цилиндрик винт чизиги бўлса, тўғри чизикнинг ҳаракатла-ниши натижасида ёйилувчи гелисоид ҳосил бўлади. Техникада ишлатиладиган жуда кўп сиртларда, қайтиш қиррасини ўрнини босувчи цилиндрик винт чизиги ишлати-лади.

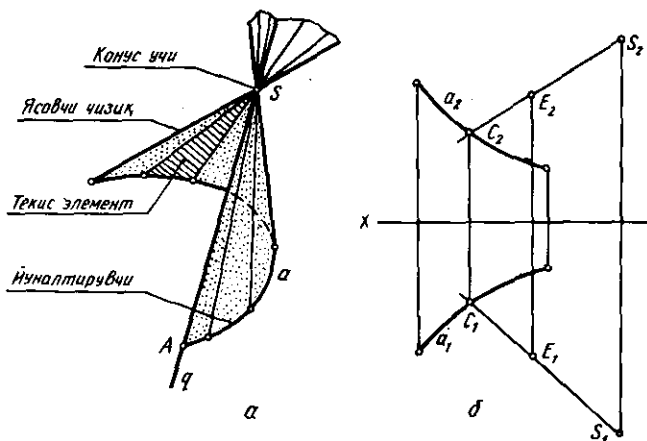
210- шаклда А, В, С, Д цилиндрик винт чизигидаги 1...12 нукталардан қиррага уриниб ўтган чизиклар горизонтал проекциялар текисликлари билан 1, 2...12 нук-таларда кесишади. Бу нукталар кетма-кет ўзаро туташтирилса текис равон эгри чизик — эвольвента ҳосил бўлади.



210- шакл

Демак, эвольвента ҳосил бўлиши учун Π_1 текисликда параллел ва цилиндр ўқиға перпендикуляр бўлган текисликнинг сирт билан кесишган эгри чизиғини аниқлаш кифоядир. Қайтиш киррасини горизонтал проекцияси (айлана) шу эгри чизикнинг эволютаси дейилади. Чунки винт чизикка уриниб ўтган $1-1_1, 2-2_1, \dots$ чизиклар Π_1 текислик билан бир хил бурчак ҳосил қиладилар. Шунинг учун бу сирт, бир хил оғишдаги сирт деб юритилади.

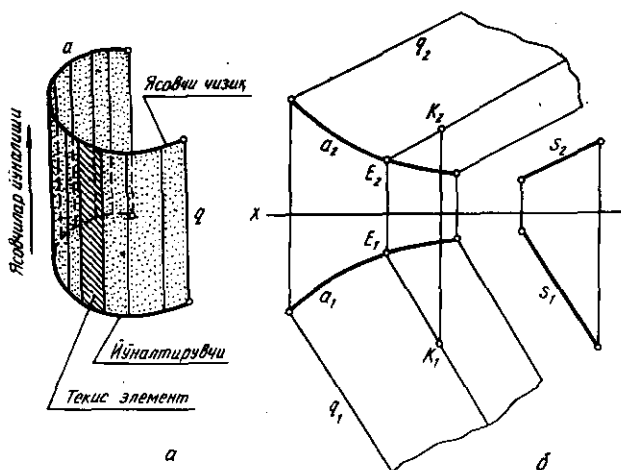
Конус сиртлар. Бирор (q) тўғри чизикни қўзғалмас s нукта оркали ўтиб, бирор a эгри чизикка тегиб ҳаракатланиши натижасида ҳосил бўлган сирт конус сирти дейилади (211-шакл, а). Конус сирт қайтиш киррали сиртнинг хусусий холи бўлиб, бунда қайтиш кирраси чексиз кичик нуктадан иборат бўлади ва бу нукта конус учи дейилади. Ортогонал проекцияларда конус сирти, унинг учи (s) ва йўналтирувчи a_1, a_2 эгри чизиғи билан берилади. Агар йўналтирувчи чизик синиқ бўлса, ҳосил бўлган сирт пирамида деб аталади. Конуснинг шакли йўналтирувчи эгри чизикнинг турига боғлиқ. Агар йўналтирувчи эгри чизик очик бўлса, очик сирт, ёпик бўлса ёпик сирт дейилади. 211-шакл, б да очик конус сиртини эпюрда берилиши ва E_1E_2 нуктанинг конус сиртига тегишлилиги кўрсатилган. Конус сиртида танлаб олинди-ган нукта шу сиртнинг бирор ясовчисининг устида ётган бўлиши керак. Шунга кўра конус учи s_1s_2 ва E_1E_2 нукталар оркали ясовчи тўғри чизик ўтказилади. Бунда аввало E_2 ва



211-шакл

s_2 ларни ўзаро бирлаштирамиз ва унинг конус асоси билан кесишган C_1C_2 нуқтаси белгиланади. Сўнгга C_1s_1 лар ўзаро бирлаштирилади ва E_2 дан боғланиш чизиги ўтказиб E_1 аникланади.

Цилиндрик сиртлар. Цилиндрик сиртлар конус сиртларнинг хусусий ҳолидир, бунда конус учи чексизликда бўлади, шунинг учун цилиндрнинг ҳамма ясовчилари ўзаро параллел бўлади. Цилиндрни ясовчи деб аталувчи параллел тўғри чизикни бирор эгри чизикка тегиб узлуксиз ҳаракат қилиши натижасида ҳосил бўладиган сирт деб қараш мумкин (212-шакл, а). Цилиндрик сиртлар ҳам конус сиртларга ўхшаш очик ёки ёпик бўлиши мумкин. Цилиндрик сиртлар эпюрда, ясовчилар йўналиши ва йўналтирувчи эгри чизигининг проекциялар билан бериллади. 212-шакл, б да цилиндр сирти йўналтирувчи a_1a_2 эгри чизиги ва ясовчиларнинг йўналиши s_1s_2 билан берилган. Агар йўналтирувчи синик чизик бўлса, ҳосил бўлган сирт призма дейилади. Нуқта цилиндр сиртига тегишли бўлиши учун унинг бирор ясовчисининг устида ётиши керак,



212-шакл

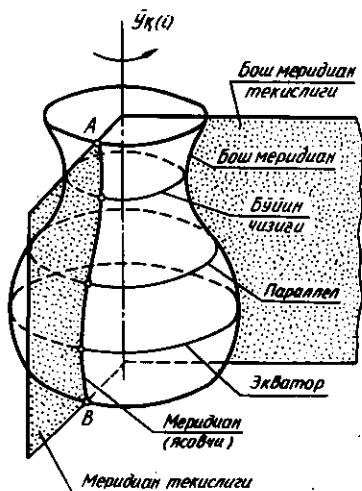
масалан, 212-шакл, б да K нуқтанинг етишмаган K_1 горизонтал проекциясини топиш учун берилган K_2 оркали S_2 га параллел қилиб ясовчи ўтказилади, K_2E_2 нинг горизонтал E_1K_1 проекцияси аникланади. K_1 нуқта изланаётган нуқта бўлади. Сиртлар чизмаларда як-қолроқ тасвирланиши учун улар очерклари билан

берилади. Сиртнинг горизонтал проекциясидаги кўринадиган қисми горизонтал очерки, фронтал проекциясидаги кўринадиган қисми фронтал очерки дейилади. Сиртлар эпюрга горизонтал ва фронтал очерклари билан берилади. Бунда сиртларнинг кўринадиган қисми туташ йўғон чизиклар билан, кўринмайдиган қисми эса штрих ингичка чизиклар билан кўрсатилади.

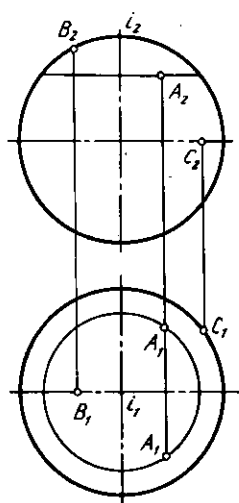
8.2.2. Айланиш сиртлари. Бирор эгри чизикнинг кўзгалмас тўғри чизик атрофида айланиши натижасида ҳосил бўлган сирт айланиш сирти деб, айтилади.

Бунда эгри чизик ясовчи, тўғри чизик эса айланиш ўқи дейилади. Ортогонал проекцияларда айланиш сирти ясовчи эгри чизиги АВ ва айланиш ўқи i билан берилади (213- шакл). Кўпинча масалаларни осонлик билан ечилиши учун айланиш ўқини горизонтал проекциялар текислигига перпендикуляр вазиятда олинади.

Ясовчи эгри чизик ўқ атрофида айланганда, унинг ҳар бир нуқтаси айланалар чизади, бу айланалар сиртнинг параллеллари дейилади. Бунда ҳамма параллеллар Π_1 га параллел жойлашади ва унга айланалар кўринишида проекцияланади. Айланиш ўқи орқали ўтган текислик меридиан текислиги дейилади. Меридиан текислиги билан айланиш сиртининг кесишган эгри чизиги меридиан дейилади. Агар меридиан текислиги фронтал проекциялар



213- шакл



214- шакл

текислигига параллел бўлса, бундай текислик бош ёки асосий меридиан дейилади. Бу текислик билан айланиш сиртининг кесишган эгри чизиги бош меридиан чизиги деб аталади. Бош меридианнинг фронтал проекцияси айланиш сиртининг фронтал очеркини ифодалайди. Агар бош меридианнинг энг катта параллел билан кесишган нуктасидан ўтказилган уринма чизик айланиш ўқиغا параллел бўлса, бундай параллелни экватор дейилади. Бош меридианнинг энг кичик параллел билан кесишиш нуктаси орқали ўтказилган уринма айланиш ўқиغا параллел бўлса, бундай параллелни бўйин чизиги дейилади (213- шакл). Айланиш сиртларининг экватори ва бўйин чизигининг горизонтал проекцияси айланиш сиртининг горизонтал очеркини белгилайди. Айланиш сиртининг ҳосил бўлиш тури, унинг ясовчисининг шакли ва ўққа нисбатан жойланишига боғлиқ. Қуйида айланиш сиртларининг асосий турлари билан танишиб чиқамиз.

1. Шар — бунда ясовчи эгри чизик айлана бўлиб, айланиш ўқи айлананинг диаметри бўлади (214- шакл).

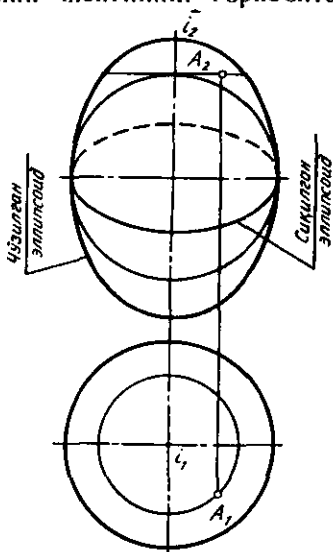
2. Айланма эллипсоид — бунда ясовчиси эллипс бўлади. Агар эллипс катта ўқи атрофида айланса чўзилган эллипсоид ҳосил бўлади (215- шакл). Агар эллипс кичик ўқ атрофида айланса сиқилган эллипсоид ҳосил бўлади (215- шакл).

3. Тор — бунда ясовчи эгри чизик айлана шаклида бўлиб, айланиш ўқи айлана текислигида бўлади, аммо айлана маркази орқали ўтмайди (216- шакл, б).

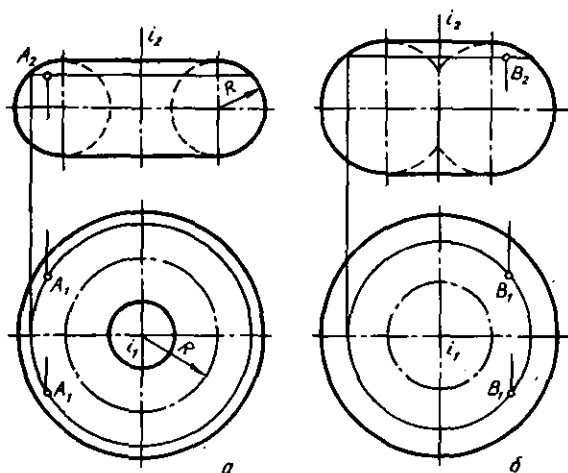
4. Ҳалқа — бунда айланиш ўқи айланадан ташқарида бўлади (216- шакл, а).

5. Айланма параболоид — параболанинг ўз ўқи атрофида айланишидан ҳосил бўлади (217- шакл).

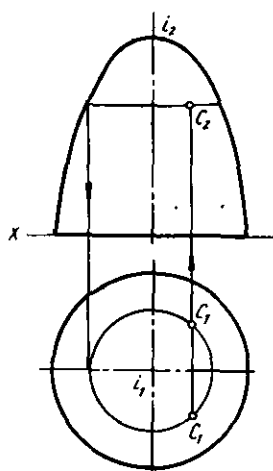
6. Бир паллали айланма гиперболоид — бу сиртда айланиш ўқи гиперболанинг мавҳум ўқи билан қўшилиб қолади (218- шакл, а).



215- шакл



216- шакл



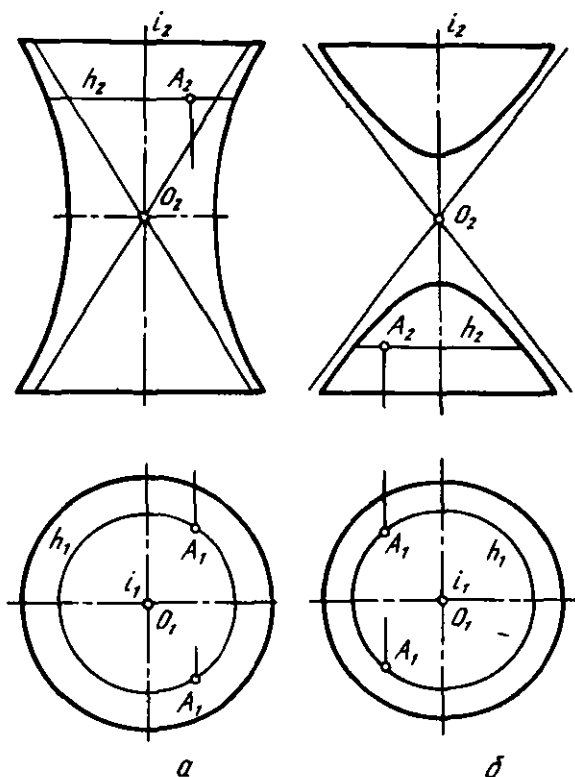
217- шакл

7. Икки паллали айланма гиперболоид — бу сирт гиперболоиднинг ўз хакикий ўқи атрофида айланишидан ҳосил бўлади (218-шакл, б)...

Айланиш сиртларида нукта танлаш. Нукта айланиш сиртига тегишли бўлиши учун у сиртдаги параллеллардан бирида ётиши керак. Масалан, 214-шаклда шар сиртида ётувчи A нуктанинг берилган фронтал A_2 проекцияси бўйича горизонтал проекцияси A_1 ни, B нуктанинг горизонтал проекцияси B_1 ни ва C нуктанинг фронтал C_2 проекцияси бўйича C_1 ни топиш кўрсатилган. Нукталарнинг етишмаган проекцияларини аниқлашда шу нукталар орқали ўтувчи

параллеллардан фойдаланган A_1A_2 нукта параллелда, B_1B_2 нукта меридианда, C_1C_2 нукта эса экваторда жойлашган. 215—218-шаклларда эллипсоид, тор, ҳалка, параболоид ва гиперболоид сиртларида ётувчи нукталарнинг жойлашиши кўрсатилган.

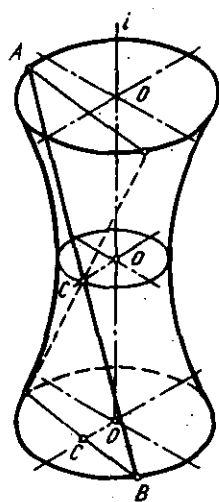
Тўғри чизиқли айланиш сиртлари. Маълумки, тўғри чизиқнинг айланиши натижасида тўғри чизиқли айланма



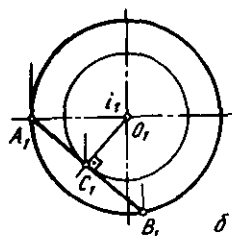
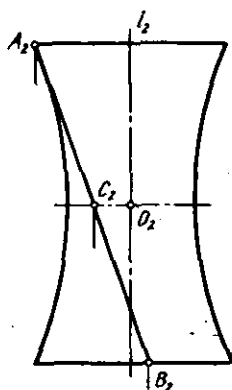
218- шакл

сиртлар ҳосил бўлади. Буларга тўғри доиравий цилиндр ва тўғри доиравий конус сиртлари киради. Биринчи ҳолатда ясовчи тўғри чизик айланиш ўқиға параллел бўлади, иккинчи ҳолатда эса улар ўзаро кесишади. Бир паллали айланма гиперболоид ҳам тўғри чизикли айланма сиртга киради. Бунда ясовчи тўғри чизик кўзғалмас айланиш ўқи билан чалмашган ҳолатда бўлади (219- шакл, а).

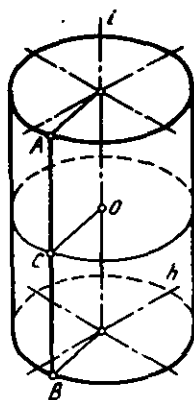
Шаклдан кўриниб турибдики, АВ тўғри чизикли ясовчи айланиш ўқи i атрофида айланганда унинг ҳар бир нуқтаси айлана бўйлаб силжийди. Шундай параллеллардан бири, энг кичик ОС радиусга эга бўлган айлана бўлиб, чалмашувчи тўғри чизиклар орасидаги энг қисқа масофа-ни ифодалайди. Худди шундай сиртни карама-карши



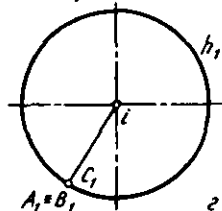
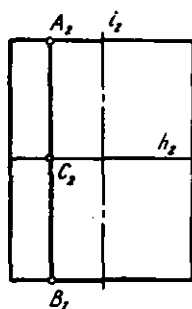
a



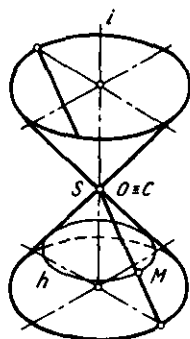
d



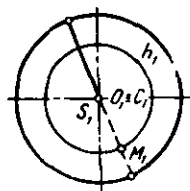
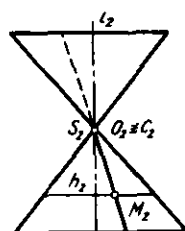
b



e



d

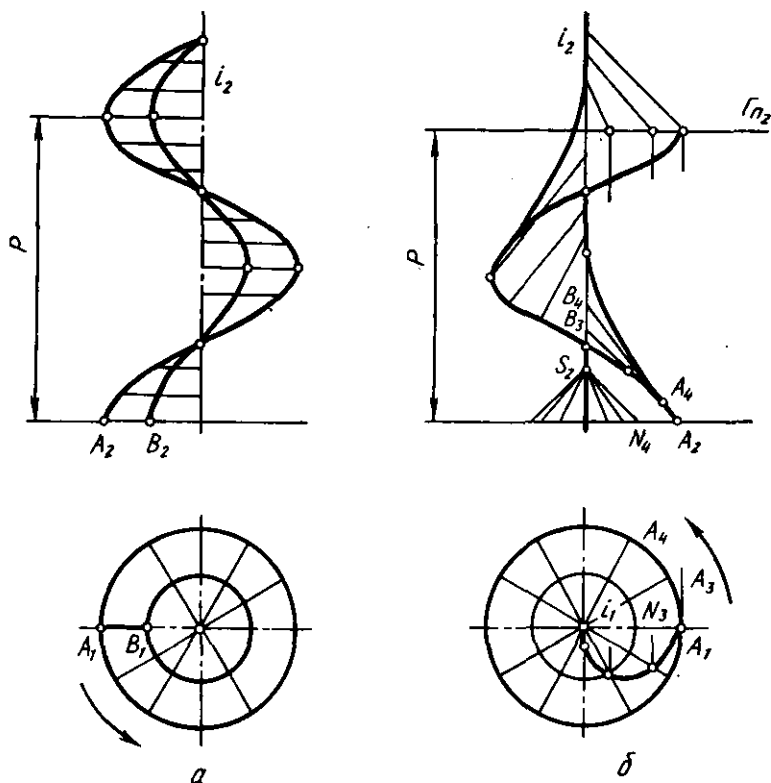


e

томонга оғишган ясовчи тўғри чизик ёрдамида ҳосил қилиш мумкин. Шундай қилиб бир паллали айланма гиперболоид икки тўғри чизикли ясовчига эгадир (219- шакл, б).

Агар ясовчининг оғишган бурчагини ўзгартириб, уни айланиш ўқиға нисбатан параллел ҳолатға келтирилса, айланма цилиндр ҳосил бўлади (219- шакл, в, г). Агар ясовчи тўғри чизикнинг оғиш бурчагини ўзгартирмасдан, уни ўк билан кесишгунча яқинлаштирилса, айланма конус сирти ҳосил бўлади (219- шакл, д, е).

8.2.3. Винт сиртлар. Ясовчи эгри чизикнинг бирор ўк (тўғри чизик) атрофида винтсимон ҳаракатланиши натижасида ҳосил қилган сиртға винт сирти деб айтилади. Бу ерда ҳаракат ўк атрофида айланма ва унга нисбатан параллел йўналишда илгариланма ҳам бўлади. Агар



220- шакл

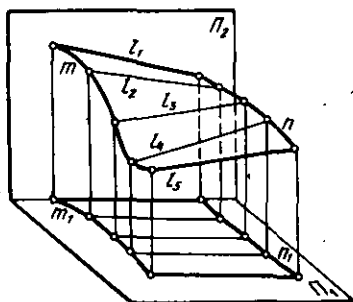
ясовчи чизик тўғри чизик бўлса, бундай винт сирти геликоид дейилади. Геликоидлар икки хил: тўғри ва қийшиқ бўлиши мумкин. Агар ясовчи тўғри чизик сирт ўқи билан кесишиб, тўғри бурчак ташкил қилса тўғри, ўткир бурчак ташкил қилса қийшиқ винт сиртлари дейилади. Бундан ташқари ясовчи чизиклар сирт ўқи билан кесишса ёпик геликоид, агар кесишмаса очик геликоид деб юритилади. Юкорида айтиб ўтганимиз тўғри ва қийшиқ геликоидларнинг ясалиши билан танишиб чиқайлик.

1) Тўғри геликоид. 220- шакл, а да ясовчи A_1B_1, A_2B_2 ва кадами P га тенг бўлган тўғри геликоидни ясалиши кўрсатилган. Бу сиртда ясовчиларнинг фронтал проекциялари горизонтал проекциялар текислигига (Π_1) параллел бўлган тўғри чизиклар бўлиб сиртни айланиш ўқи i_1, i_2 га перпендикулярдир. Икки ўкдош цилиндр берилган бўлиб, d диаметрли цилиндр, цилиндр устида винт чизигини ҳосил қилади. A_1B_1, A_2B_2 ясовчи чизик ўк атрофида бир марта айланиб чиқиши P кадамга тенг бўлади. Тўғри чизик ҳаракат вақтида $p/12$ масофага кўтарилиб боради.

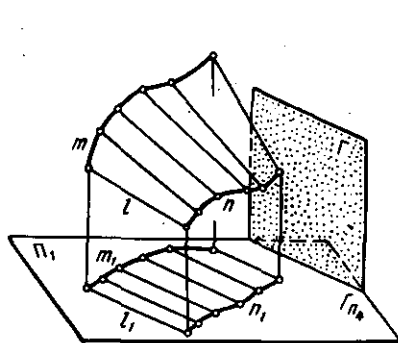
2) Қийшиқ геликоид. Бундай сиртнинг ясовчи тўғри чизиги сирт ўқи билан қийшиқ бурчак ҳосил қилади ва уни бир хил бурчак остида кесиб ўтади. Бу ясовчи ўз ҳаракати даврида иккита йўналтирувчи чизикка — цилиндрик винт чизикка ва унинг ўқиға уринма бўлади ҳамда ясовчи тўғри чизик ҳаракати вақтида йўналтирувчи конус деб аталувчи ёрдамчи конусға параллел бўлади. 220- шакл, б да қийшиқ геликоид проекцияларини яшаш кўрсатилган. Бунда A_1B_1, A_2B_2 геликоид ясовчиси, i_1i_2 унинг ўқидир. Ёрдамчи конус ясовчилари Π_1 га нисбатан ϕ бурчак остида жойлашган ва асоси d диаметрли айланадан иборатдир. Геликоид қадами P ҳам берилган бўлиши керак. Геликоид ясовчиларининг вазиятларини аниқлаш учун ёрдамчи конус асосини ва P кадамни тенг бўлақларға (масалан, 12 бўлаққа) бўлинади ва конус ясовчиларини ўтказиб, P ни бўлинган нукталаридан шу конуснинг тегишли ясовчиларига параллел қилиб геликоид ясовчиларини ўтказамиз, масалан, A_3B_3, A_4B_4 йўналтирувчи конуснинг N_3S_2, N_4S_2 ясовчисига параллел қилиб ўтказилади ва ҳоказо.

8.2.4. Параллелизм текислигига эга бўлган сиртлар. Параллелизм текислигига эга бўлган тўғри чизикли сирт деб, барча ясовчилари берилган кўзгалмас текисликка параллел жойлашган сиртға айтилади. Бу ердаги текислик параллелизм текислиги дейилади. Сиртни ҳосил қилиш

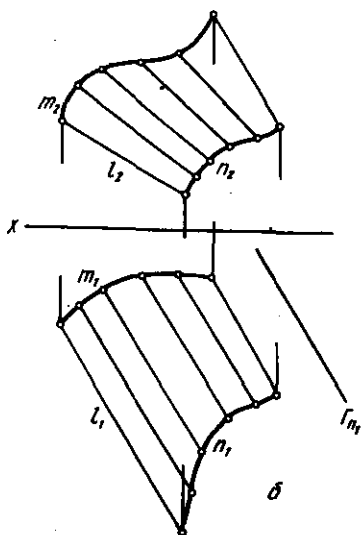
учун йўналтирувчи эгри чизиклар ва параллелизм текислиги берилган бўлиши керак. 221- шаклда ясовчининг икки m , n йўналтирувчи эгри чизик бўйича Π_2 текисликка параллел бўлиб ҳаракатланиши натижасида ҳосил бўлган сирт кўрсатилган. Йўналтирувчи чизикларнинг шаклига қараб параллелизм текислигига эга бўлган сиртлар — цилиндроид, коноид ва гиперболоид (қийшиқ текислик) номлари билан юритилади. Барча ($l_1, l_2 \dots$) ясовчилари (Γ) параллелизм текислигига параллел вазиятда икки m , n йўналтирувчи эгри чизик бўйича ҳаракатланиши натижасида ҳосил бўлган сирт цилиндроид деб айтилади. Йўналтирувчи эгри чизик текис ёки фазовий бўлиши мумкин. Ортогонал проекцияларда цилиндроид йўналтирувчи эгри чизикларнинг проекциялари ва параллелизм текислиги билан берилади. 222- шаклда йўналтирувчи m , n ва Γ_n параллелизм текислиги бўйича ҳосил бўлган сирт кўрсатилган. Бунда параллелизм текислигига параллел бўл-



221- шакл



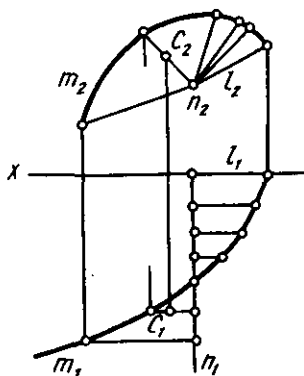
a



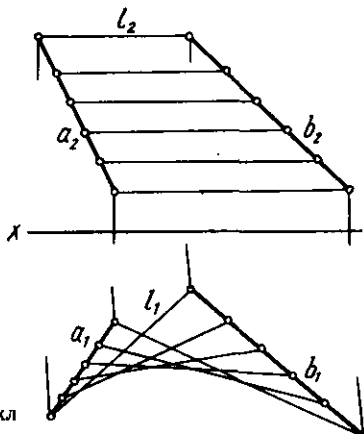
b

222- шакл

ган бир неча текисликлар ўтказилади ва уларни m_1, m_2, n_1, n_2 йўналтирувчи эгри чизиклар билан кесишган нукталари аниқланади. Тўғри чизикли ясовчининг икки йўналтирувчи, яъни биттаси (m) эгри чизик, иккинчиси эса (n) тўғри чизиклар бўйича ҳаракатланиши натижасида ҳосил бўлган сирт коноид деб аталади. Бунда ясовчи чизиклар ҳар қандай ҳолатларда (Π_2) параллелизм текислигига параллел бўлади (223- шакл). Агар йўналтирувчи чизиклар параллелизм текислигига перпендикуляр бўлса, бундай сирт тўғри коноид дейилади. 223- шаклда тўғри коноид Π_1 ва Π_2 текисликлардаги проекциялари билан берилган. Бу ерда $n_1, n_2 \perp \Pi_2$.



223- шакл



224- шакл

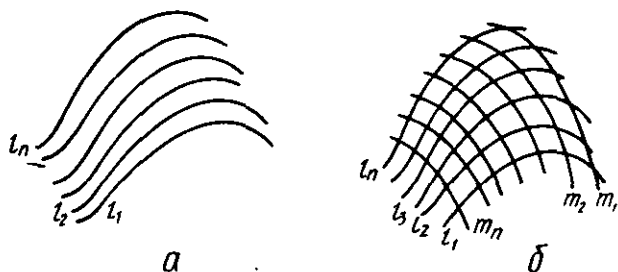
Қийшиқ текислик, ясовчи (l) тўғри чизикни, ўзаро чалмашувчи, (a, b) йўналтирувчи чизик бўйича ҳаракатланиши натижасида ҳосил бўлади ва ясовчи чизик барча ҳолатларда Π_1 параллелизм текислигига параллел бўлади. 224- шаклда қийшиқ текислик ортогонал проекцияларда тасвирланган.

Бунда, $a(a_1a_2)$ ва $b(b_1b_2)$ йўналтирувчи чизик; Π_1 — параллелизм текислиги; L — сирт ясовчиси.

8.2.5. Каркасли сиртлар. Математика қонуниятларини қўллаб бўлмайдиган ҳар хил сеткали чизиклардан ташкил топган сиртга чизикли каркас дейилади.

225- шакл, а да $l_1, l_2 \dots l_n$ чизикларнинг туркумларидан ташкил топган чизикли каркас кўрсатилган. Каркасли сирт, икки l ва m эгри чизикларнинг ҳар хил шаклдаги туркумларидан ҳам ҳосил бўлиши мумкин (225- шакл, б).

l — туркумдаги ҳар бир чизик, иккинчи m — туркумдаги ҳамма чизикларни кесиб, улар орасида ҳар хил шакллар



225- шакл

ҳосил қилади. Бундай сирт сеткали каркас дейилади. Баъзан каркас сиртларининг ҳосил бўлиш конунларини қўллаб муҳандислик масалаларини қониктирадиган сиртларни ҳосил қилиш ҳам мумкин.

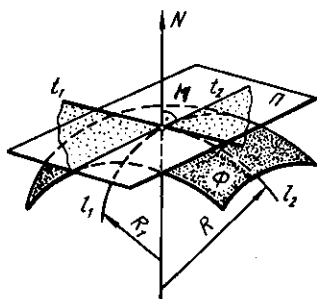
8.3- §. Сиртларга уринувчи текислик ва нормал ўтказиш

Сиртларнинг ортогонал проекцияларидаги очерк (контур) чизикларни ва айрим конструктив масалаларни ечишда сиртларга уринма текислик ўтказишга тўғри келади. Сиртга тегишли бирор нукта орқали ўтган уринма текислик шу нуктадан ўтувчи чексиз уринма чизиклардан ташкил топади. Сиртлар шаклига ва фазовий вазиятига қараб, текисликлар билан нукта, тўғри чизик ва айлана геометрик шакллар ҳосил қилиб уринади. Қабарик сиртларга ўтказилган уринма текислик битта нуктада уриниб, шу нукта орқали ўтувчи сиртнинг барча кесим чизиклари уринма текисликнинг бир томонида бўлади (226- шакл).

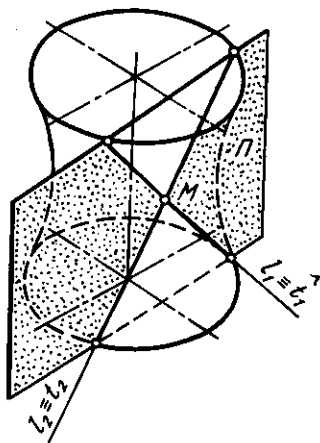
Сиртнинг бундай уриниш нуктаси эллиптик нукта дейилади. Агар берилган сирт тўғри чизикли ёйилувчи бўлса, уринма текислик сирт билан тўғри чизик ҳосил қилиб уринади. Бу уриниш чизигининг нукталари параболик нукталар дейилади. Бунга цилиндр ёки конус айланиш сиртларини мисол қилиб кўрсатиш мумкин.

Агар сирт ботик бўлса, уринма текислик сиртга уриниб, уни кесса, ҳосил бўлган кесишиш чизигига тегишли сиртнинг нуктаси гиперболик нукта дейилади (227- шакл). Сиртларга уринма текислик ва унга нормал ўтказиш масалалари бир-бирлари билан узвий боғлиқдир. Масалан, 226- шаклда Φ сиртдаги M нукта орқали ўтказилган

N нормал чизик сиртга ўтказилган уринма Π текисликка перпендикуляр бўлиб, сирт билан текисликнинг уриниш нуктаси оркали ўтган. Ўз ўрнида сиртга ўтказилган нормал чизик, шу нуктадан ўтган уринма текисликнинг ҳолатини аниқлайди. Шундай қилиб сиртларга уринма текислик ўтказиш мавзуси, сиртларни текислик билан кесишиши мавзусининг айнан ўзи эканлигини билиш қийин эмас. Φ эгри сиртда ётувчи M нукта оркали уринма текислик ва N нормал чизик ўтказиш талаб қилинсин (226- шакл). Бунинг учун M нукта оркали ихтиёрий l_1 ва l_2 эгри чизиклар ўтказилади, сўнгра M нуктадан шу эгри чизикларга t_1 ва t_2 уринма чизиклар чизилади. Бу кесишувчи уринма чизиклар M нуктадан ўтувчи Π текисликнинг ҳолатини аниқлайди. N нормал чизик сиртга ўтказилган уринма t_2 чизикка перпендикуляр вазиятда ўтади (226- шакл). Агар бир паллали гиперболоид сиртга



226- шакл



227- шакл

уринма текислик ўтказилса, текислик уни берилган M нуктада l_1 ва l_2 икки тўғри чизик (ясовчи) бўйича кесиб ўтади, шу билан бирга l_1 ва l_2 уринма чизикларни ифодалаб Π текисликнинг ҳолатини аниқлайди (227- шакл). Энди эгри сиртларга уринма текисликлар ўтказиш масалаларидан бир нечасини кўриб чиқамиз.

1- масала. Айланиш сиртидаги $K(K_1, K_2)$ нукта оркали шу сиртга уринма қилиб текислик ўтказилсин (228- шакл, а). Бу масалада ўтказилиши керак бўлган уринма текисликни берилган $K(K_1, K_2)$ нуктаси оркали ўтган параллел ва шу нуктадаги меридианга уринма

бўлган тўғри чизиклар орқали ўтказиш кулайдир. Масалани ечиш алгоритмини қуйдагича ёзиш мумкин:

1. $K(K_1, K_2)$ нуктадан ўтувчи сиртнинг $l(l_1, l_2)$ параллели ўтказилади;

2. $l(l_1, l_2)$ параллелда жойлашган $K(K_1K_2)$ нуктадан $a(a_1, a_2)$ (K_1H_1, K_2H_2) уринма ўтказилади;

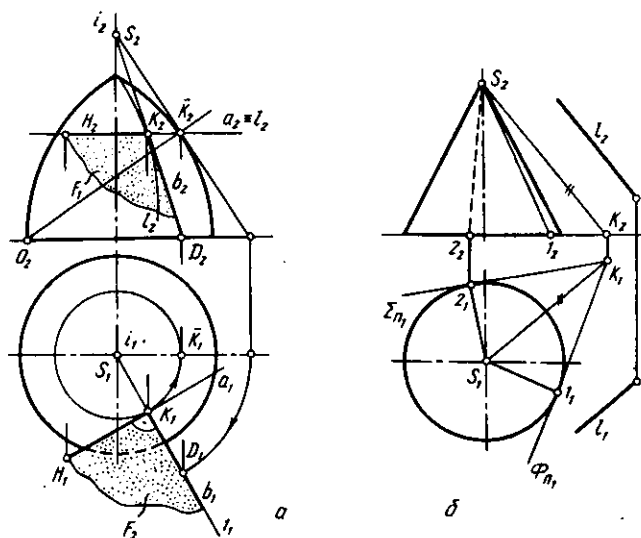
3. K нуктадан ўтувчи l_1, l_2 меридианга ўтказилган уринманинг горизонтал проекцияси b_1 ўтказилади;

4. b уринманинг фронтал проекцияси b_2 ни ўтказиш учун $i(i_1, i_2)$ ва $K(K_1K_2)$ уриниш нуктасидан иборат T_{II} текислигини Π_2 га параллел бўлгунга қадар i атрофида бурилади ва K нуктанинг янги $\bar{K}_1\bar{K}_2$ вазияти аниқланади.

5. K уриниш нуктасининг $\bar{K}_2$ фронтал проекциясидан сиртнинг бош меридианига уринма чизик ўтказилади, яъни торни айлана марказидан ўтган $O_2\bar{K}_2$ чизикка перпендикуляр ўтказиб s_2 нукта аниқланади;

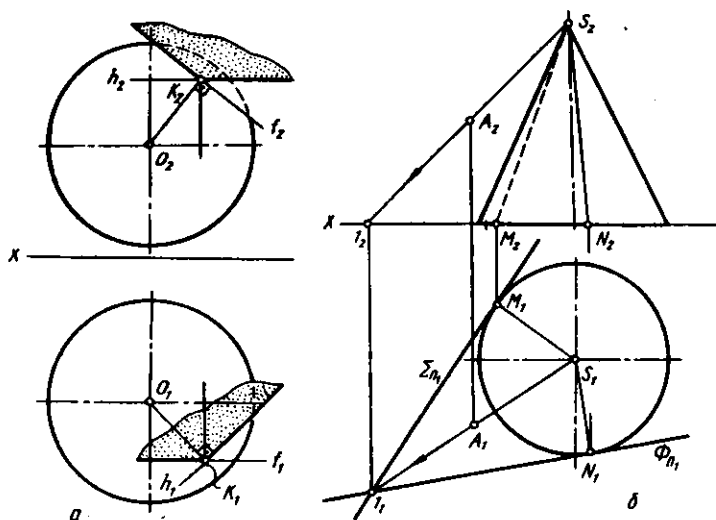
6. Сўнгра аввалги ҳолатга қайтарилади ва s_2 билан K_2 ларни бирлаштириб b ни ҳосил қилинади. Натижада $a(a_1, a_2)$ ва $b(b_1, b_2)$ уринма чизиклар изланган F_1, F_2 текисликни ифодалайди.

2-масала. $l(l_1, l_2)$ тўғри чизикка параллел қилиб, конус сиртига уринма текислик ўтказилсин (228-шакл, б). Бу масаланинг тўғри ечилиши учун, берилган тўғри



228-шакл

чизикнинг конус ўқи билан ҳосил қилган бурчаги (α), конус ўқининг ўз ясовчиси билан ҳосил қилган (β) бурчагига тенг ёки катта бўлиши керак. Бу мисолда $\alpha \geq \beta$. Шунинг учун конус учи $s_1 s_2$ дан берилган $l(l_1, l_2)$ тўғри чизикка параллел қилиб $SK(s_1 k_2, s_2 k_2)$ тўғри чизик ўтказилади ва унинг горизонтал изи $K_1 K_2$ аниқланади. K_1 нуктадан конус асосига l_1 ва 2_1 нукталарда уринувчи Φ ва Σ текисликларнинг Φ_{II} ва Σ_{II} излари ўтказилади. Бу текисликлар тўғри чизик билан текисликнинг параллеллик шартига асосан, берилган $l(l_1, l_2)$ тўғри чизикка параллелдир, чунки $SK(s_1 k_1, s_2 k_2)$ тўғри чизик ҳар иккала Φ ва Σ текислик учун умумий бўлиб, l тўғри чизикка параллелдир.



229- шакл

3-м а с а л а. Шар устида ётган $K(K_1 K_2)$ нукта оркали уринма текислик ўтказиш керак (229- шакл, а). Бундай сиртда ётувчи нукта оркали битта уринма текислик ўтади ва у эпюрга сиртнинг уриниш нуктасига ўтказилган бир жуфт уринма тўғри чизикларнинг проекциялари оркали тасвирланади. Шунга кўра тўғри чизик ва текисликнинг ўзаро перпендикулярлик шартига асосан K нуктадан сферанинг OK радиусига перпендикуляр қилиб, иккита уринма тўғри чизик, яъни горизонтал $h(h_1 h_2)$ ва фронтал $f(f_1 f_2)$ чизиклар ўтказилади. Бу икки чизик биргаликда

изланган уринма текисликни ифодалайди. Масалани эпюрда ечиш алгоритми қуйидагича ёзилади:

1. $K(K_1, K_2)$ нукта оркали h горизонталнинг h_1 ва h_2 проекциялари ўтказилади. Бунинг учун h нинг OK радиусига ва OX ўқка нисбатан $h_2 \parallel OX$ ва $h_1 \perp O_1K_1$ шарт сақланиши керак;

2. $K(K_1K_2)$ нукта оркали f фронталнинг f_1 ва f_2 проекциялари ўтказилади. Бунда $f_1 \parallel OX$ ва $f_2 \perp O_2K_2$ бўлади.

4-масала. Конус сиртидан ташқарида ётган $A(A_1, A_2)$ нукта оркали шу конус сиртига уринма текислик ўтказилсин. A нуктадан ўтувчи ва конус сиртига уринма текисликлар иккита бўлади. Бу Σ ва Φ текисликлар S_1 киррада ўзаро кесишиб, икки ёкли бурчак ҳосил қилади (229- шакл, б). Уринма текисликлар проекцияларини яшаш алгоритми қуйидагича ёзилади:

1. S_1 ва A_1, S_2 ва A_2 нукталар ўзаро бирлаштирилади ва унинг горизонтал изи $l(l_1, l_2)$ аниқланади.

2. SA кирранинг горизонтал изи l нуктанинг горизонтал проекцияси l_1 дан конус асосига M_1 ва N_1 нукталарда уринувчи Σ ва Φ текисликларнинг Σ_{II} ва Φ_{II} излари ўтказилади.

3. S_1 уч билан M_1 ва N_1 нукталар бирлаштирилиб, SM ва SN уриниш чизикларининг горизонтал S_1M_1 ва S_1N_1 проекциялари топилади.

4. SM ва SN уриниш чизикларининг фронтал S_2M_2 ва S_2N_2 проекциялари аниқланади. Бунда Σ ва Φ уринма текисликларнинг проекциялари $\Delta S_1M_1l_1$ ва $\Delta S_2M_2l_2$, $\Delta S_1N_1l_1$ ва $\Delta S_2N_2l_2$ ҳосил бўлади. Демак, масала иккита ечимга эга экан.

8.4- §. Сиртларни текислик билан кесишиши

Эгри сирт билан текисликнинг кесишган чизиғи текис эгри чизикдан иборат. Лекин сиртнинг турлари ва текисликнинг кесишиш ҳолатларига қараб, кесимлар шакли ҳар хил бўлади.

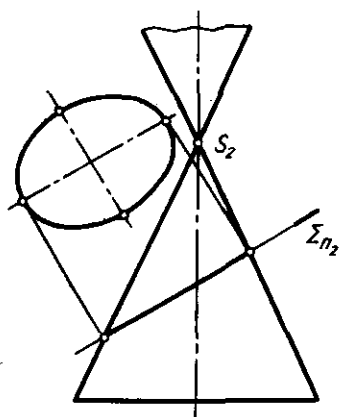
Эгри сирт билан текисликнинг кесишган чизиғини яшаш учун сиртда бир нечта ясовчилар сайлаб, бу ясовчиларни текислик билан кесишган нукталари аниқланади. Аввало асосий нукталар аниқланади. Бу нукталарга, текислик билан проекциялар текисликларига нисбатан энг яқин ва энг узоқ бўлган нукталар, энг четки очерк ясовчилари билан кесишган нукталар киради. Сўнгра улар орасидаги

оралик нукталар аникланади. Хосил бўлган нукталар кетма-кет бирлаштирилади. Бунга оид масалалар ишлашдан олдин текислик билан доиравий (айланма) конус сирти кесишганда хосил бўладиган эгри чизикларни шартлари ва турлари билан танишиб чиқамиз.

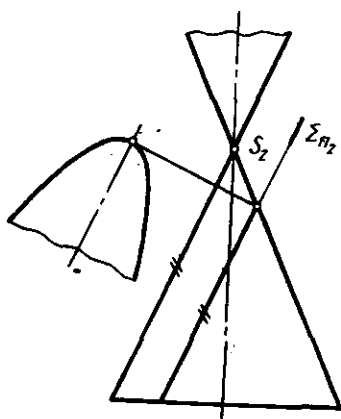
Конуснинг кесими кесувчи текисликларни конус ўқиға нисбатан жойлашишига қараб кесимда тўғри чизик, айлана, эллипс, парабола, гипербола ва нукта хосил бўлиши мумкин. Шулардан асосийларини кўриб чиқамиз:

1. Агар текислик конус ясовчисини барчасини кесиб ўтса эллипс хосил бўлади (230- шакл);

2. Агар текислик конус сиртининг бир томонини кесиб, битта ясовчисига параллел бўлса парабола эгри чизиги хосил бўлади (231- шакл);



230- шакл

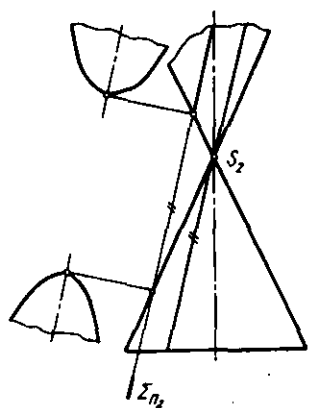


231- шакл

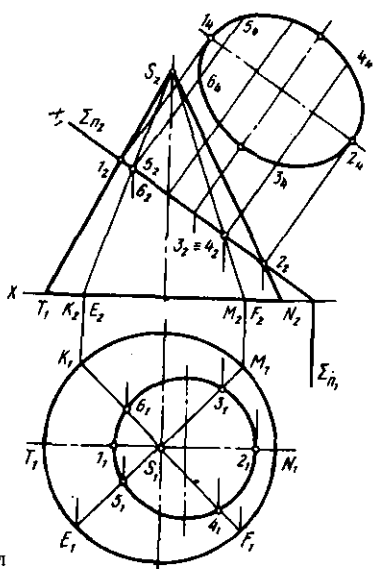
3. Текислик конус сиртини икки томонини кесиб, иккита ясовчисига параллел жойлашса, кесимда гипербола эгри чизиги хосил бўлади (232- шакл). Бунда кесувчи текислик билан конуснинг асоси жойлашган текислик орасидаги бурчак, конус ясовчиси билан текислик орасидаги бурчакдан катта бўлиши керак.

Шу мавзуга оид масалаларнинг ечимлари билан танишиб чиқамиз.

1- масала. Конус сирти билан фронтал проекцияловчи $\Sigma(\Sigma_{\Pi}, \Sigma_{\Pi_2})$ текисликнинг кесишган эгри чизигини яшаш керак (233- шакл). Бу масалани ечишда, аввал



232- шакл



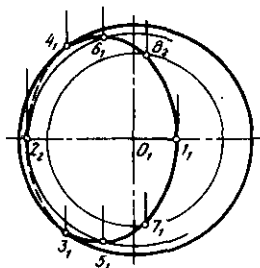
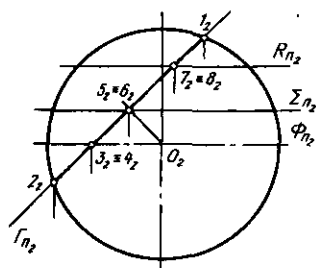
233- шакл

конуснинг горизонтал ва фронтал очерklarини аниқловчи S_1T_1 , S_2T_2 ва S_1N_1 , S_2N_2 ҳамда S_1K_1 , S_2K_2 ва S_1M_1 , S_2M_2 ясовчиларини проекцияловчи текисликнинг Σ_{II_2} изи билан кесишишидан ҳосил бўлган 1_11_2 ва 2_12_2 ҳамда 6_16_2 ва 3_13_2 нукталар аниқланади. Шунингдек, эгри чизикка тегишли бошқа нукталарни топиш учун S_1F_1 , S_2F_2 ва S_1E_1 , S_2E_2 ясовчиларни ўтказиб, уларнинг Σ_{II_1} , Σ_{II_2} текислик билан кесишиш нукталари 4_14_2 ва 5_15_2 ... лар топилади. Топилган нукталар кетма-кет туташтирилади. Эгри чизикнинг фронтал проекцияси тўғри чизикдан иборат бўлиб, у Σ_{II_2} билан қўшилиб қолади. Топилган кесим юзасининг ҳақиқий катталиги проекциялар текисликларини алмаштириш усули билан аниқланган.

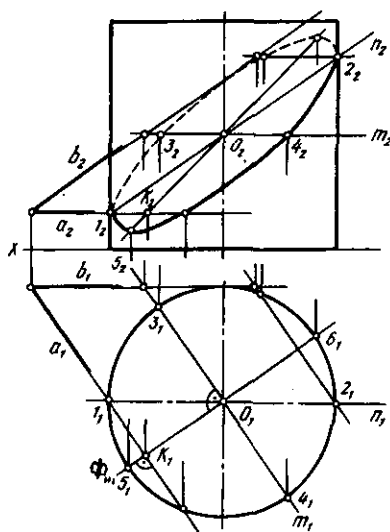
2-масала. Шар сирти билан Γ текисликнинг кесишган эгри чизиги ясалган (234-шакл). Бу масалани ечиш учун сиртда бир қанча параллеллар танлаб, уларнинг берилган текислик билан кесишган нукталари аниқланади ҳамда уларни кетма-кет туташтирилади. Берилган Γ_{II} , Γ_{II_1} текислик шарни айлана бўйича кесади, бу айлана Π_1 га эллипс кўринишида проекцияланади. Бунда энг юқори 1_11_2 нукта ва энг қуйи 2_12_2 нукталар Γ_{II_2} изи билан шарнинг фронтал очеркини кесишишидан ҳосил бўлади. Экватор орқали ўтказилган Φ_{II} текисликдан фойдаланиб, кесишиш

чизигининг горизонтал проекциясида кўринар ва кўринмас қисмларга ажратувчи 3_1 ва 4_1 нукталар топилади. Σ_{n_2} ва R_{n_2} кесувчи текисликларни ўтказиб, кесишиш чизигига оид $5_1, 5_2$ ва $6_1, 6_2$ ҳамда $7_1, 7_2$ ва $8_1, 8_2$ оралиқ нукталар топилади. Бунда $1_2, 2_2$ кесманинг ўртасидан ўтувчи Σ_{n_2} текислик, эллипснинг катта ўқини топишга ёрдам беради. Бу катта ўқ кесим айланасининг диаметрига (яъни $5_1 - 6_1$ кесма $1_2 - 2_2$ кесмага) тенгдир.

Тўғри чизикли ёйилувчи сиртларнинг ихтиёрий текислик билан кесишган эгри чизигини ясаш учун тўғри чизик билан текисликнинг кесишган нукталарини аниқлаш усулидан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир. Бунда берилган сиртнинг бир неча ясовчи тўғри чизиги танланади, сўнгра ҳар бир ясовчи тўғри чизик билан кесувчи текисликнинг учрашган нуктаси топилади ва шу топилган нукталар кетма-кет бирлаштирилади. Натижада кесим чизигига эга бўлинади.



234- шакл



235- шакл

3- масала. Доиравий цилиндр билан умумий вазиятдаги $\Sigma(a \cap b)$ текисликнинг кесишган чизигини ясаш керак (235- шакл).

Ечиш: Умумий вазиятдаги $\Sigma(a \cap b)$ текислик ўзаро кесишувчи икки тўғри чизик орқали берилган бўлиб,

a горизонтал ва b фронтал чизиклардан иборатдир. Цилиндрнинг ўқи Π_1 текисликка перпендикуляр бўлганлиги учун кесимнинг горизонтал проекцияси цилиндр асоси айлана билан устма-уст тушади. Шунинг учун айлананинг ҳар бир нуктаси текисликда ётувчи нуктанинг горизонтал проекцияси деб қаралади. Берилган текислик цилиндрни эллипс бўйича кесиб ўтади. Юқоридаги мулоҳазаларга кўра эллипснинг фронтал проекциясини топиш кифоядир.

1. 0 марказдан a тўғри чизикка перпендикуляр қилиб, Σ текисликини кесувчи Φ текислик ўтказилади. Φ текислик цилиндрни 5_6 ($5_1 6_1$, $5_2 6_2$) нукталари орқали ўтувчи ясовчилари бўйича кесади, Φ текислик Σ текисликини унинг энг катта оғма чизиги бўйича кесади. Аниқланган $5_1 6_1$, $5_2 6_2$ чизик эллипснинг катта ўқи бўлади.

2. Эллипснинг кичик ўқини аниқлаш учун O нуктадан текисликнинг $m_1 m_2$ горизонтал чизиги ўтказилади ва у сиртни $3_1 3_2$, $4_1 4_2$ нукталар бўйича кесади. Ана шу чизик эллипснинг кичик ўқи бўлади.

3. Яна O нуктадан текисликнинг $p(p_1 p_2)$ фронтал чизиги ўтказилади. Бу чизик сиртни $1_1 1_2$, $2_1 2_2$ нукталар бўйича кесади. Бу чизикнинг фронтал проекцияси $1_2 2_2$ эгри чизикнинг кўринар ва кўринмас қисмини аниқлайди. Қўшимча оралик нукталарни ҳам юқоридагидек топиш мумкин.

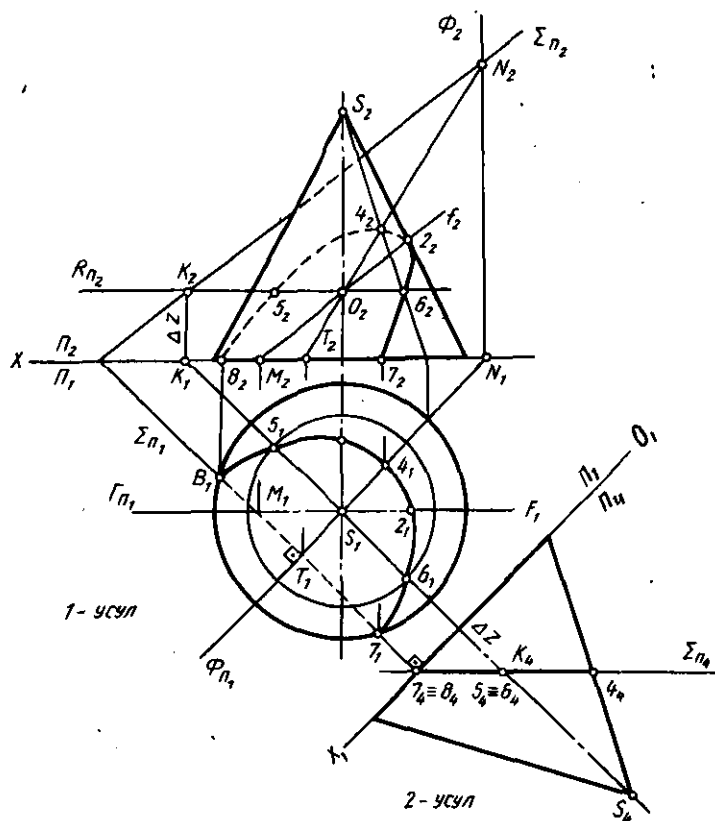
4-м а с а л а. Конус сирти билан ихтиёрий $\Sigma(\Sigma_{\Pi_1}, \Sigma_{\Pi_2})$ текисликнинг кесишиш чизигини топиш керак (236-шакл).

Бу масалани бир йўла икки хил усул билан ечиш мумкин:

Биринчи усул. Конус сирти билан $\Sigma(\Sigma_{\Pi_1}, \Sigma_{\Pi_2})$ текисликнинг кесишган эгри чизигини ясаш ёрдамчи кесувчи текисликлар ўтказиш қондасига асосланади. Берилган текислик конус асосини кесиб ўтганлиги учун кесим юзаси тўла эллипс эмас. Текисликнинг горизонтал (Σ_{Π_1}) изи конус асосини (айланани) икки нуктада (яъни тўғри чизик бўйича) кесади.

Энди конус билан текисликнинг кесишишидаги асосий нукталарни топамиз.

1. S_2 кўринар ясовчи билан берилган текисликнинг кесишган нуктасини топиш учун ёрдамчи Γ текислик ўтказилади. Бу текислик конусни, $M_1 F_1$, $M_2 F_2$ фронтал чизиги бўйича кесади ва унинг $M_2 F_2$ фронтал проекцияси очерк чизик билан $2(2_1 2_2)$ нуктада кесишади.



236- шакл

Кесимнинг энг юқори $4,4_2$ нуктасини топиш учун конус учи орқали $\Sigma_{\Pi_1}, \Sigma_{\Pi_2}$ текисликка перпендикуляр қилиб $\Phi_{\Pi_1}, \Phi_{\Pi_2}$ текислик ўтказилади. Бу текисликларнинг кесишган чизигида кесимнинг энг юқори $4,4_2$ нуктаси ётади. Қўшимча оралик, масалан $5,5_2$ ва $6,6_2$ нукталар O_1, O_2 нуктадан ўтувчи R текисликнинг ёрдамида топилади. Бу текислик конусни айлана бўйича, берилган текислик эса горизонтал чизик бўйича кесади. Улар ўзаро кесишиб $5(5,5_2)$ ва $6(6,6_2)$ нукталарни ҳосил қилади.

Иккинчи усул. Бу усул чизмани қайта тузишдан иборат бўлиб, унда фронтал (Π_2) проекциялар текислиги янги Π_4 текислик билан алмаштирилади. Бунинг учун берилган

текисликнинг горизонтал Σ_{II} , изига перпендикуляр килиб янги O_1X_1 ўқ ўтказилади. Сўнгра Σ_{II} изда ихтиёрий (K_1K_2) нуктани сайлаб, аппликата ΔZ масофани, шу нукта оркали ўтган горизонтал чизик билан X_1 ўқнинг кесишган нуктасидан ўлчаб қўйилади. $7_4 \equiv 8_4$ ва K_4 нукталар ўзаро бирлаштирилса, янги Σ_{II} текислик ҳосил бўлади. Конус сирти ҳам янги текисликка проекцияланади. Σ_{II} текислик билан конус сиртининг кесишган 7_17_2 , 6_16_2 , 2_12_2 , 4_14_2 , 5_15_2 , 8_18_2 эгри чизиги аниқланади. Хар икки усулда ҳам топилган нукталар кетма-кет раван бирлаштирилади.

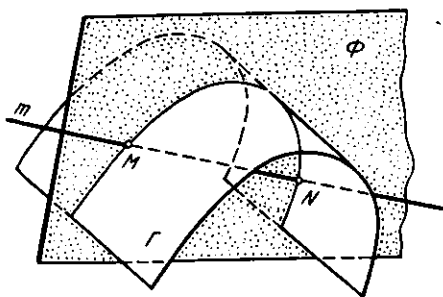
8.5- §. Сиртларнинг тўғри чизик билан кесишиши

Тўғри чизик билан бирор сирт ўзаро икки ва ундан ортиқ нукталар бўйича кесишади. Бундай масалаларнинг ечими тўғри чизик билан текисликнинг кесишган нуктасини топишга асосланади, яъни қуйидаги кетма-кетликлар бажарилиши лозим:

1. Тўғри чизик оркали ёрдамчи (Φ) текислик ўтказилади (237- шакл). Агар текислик проекцияловчи бўлса, масала осонлик билан ечилади.

2. Ёрдамчи текислик билан (Γ) сиртнинг кесишган эгри чизиги топилади.

3. Аниқланган эгри чизик билан m тўғри чизикнинг кесишган (M , N) нукталари белгиланади. Буларнинг бири, масалан, M — кириш нуктаси, иккинчиси N — чиқиш нуктаси

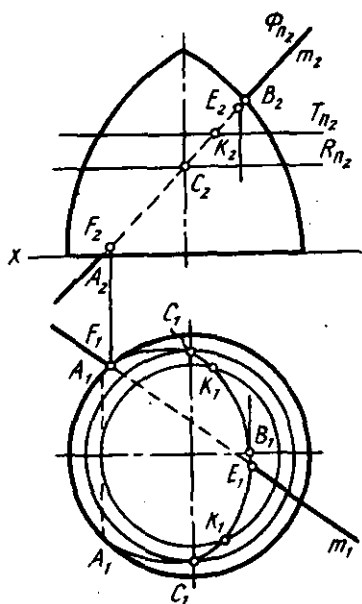


237- шакл

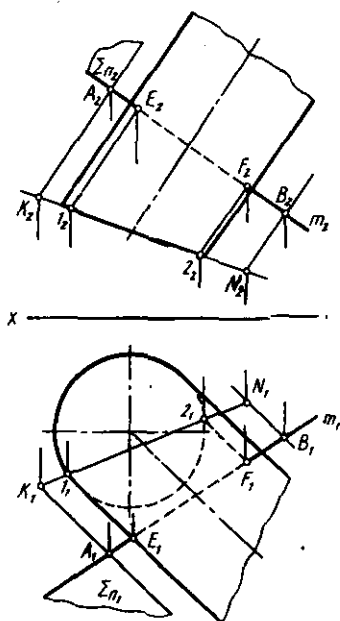
деб юритилади. Шу топилган нукталар изланаётган нукталар бўлади. Умуман ёрдамчи текислик асосан проекцияловчи килиб танланади. Лекин айрим ҳолларда, кесим оддий шаклда, яъни тўғри чизик ёки айлана кўринишида ҳосил бўлиши учун ихтиёрий равишда текислик ўтказилади.

Шунга оид бир нечта масалаларнинг ечимлари билан танишиб чиқамиз.

1- мас а л а. Айланиш сирти билан $m(m_1, m_2)$ тўғри чизикнинг кесишган нукталарини аниқлаш лозим (238- шакл).



238- шакл



239- шакл

Ечиш: 1. Тўғри чизик оркали ёрдамчи фронтал проекцияловчи Φ текислик ўтказилади, унинг фронтал изи Φ_{H_2} тўғри чизикнинг фронтал проекцияси билан устма-уст тушади.

2. Ёрдамчи Φ текислик билан сиртнинг кесишган эгри чизиги топилади. Бунинг учун асосий нукталаридан энг юқори B_1B_2 , энг пастки A_1A_2 ва бир нечта оралик қўшимча, масалан, C_1C_2 ва K_1K_2 нукталари T_{H_2} ва R_{H_2} текисликларнинг ёрдамида топилади. Топилган нукталар кетма-кет бирлаштирилади.

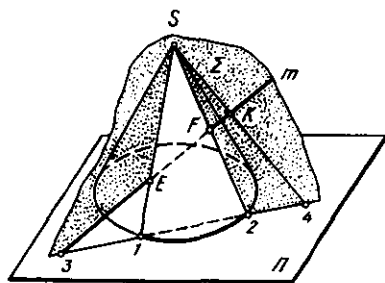
3. Эгри чизик билан тўғри чизикнинг кесишган F_1F_2 ва E_1E_2 нукталари аниқланади.

2-м а с а л а. Цилиндр сирти билан m тўғри чизикнинг кесишган нукталарини топиш керак (239- шакл).

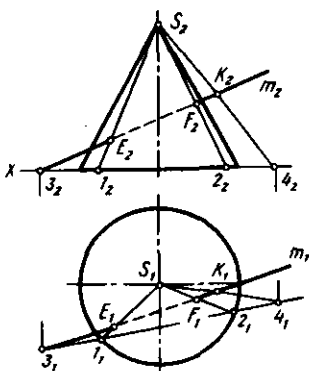
Ечиш: 1. $m(m_1, m_2)$ тўғри чизик оркали цилиндр ясовчиларини кесиб ўтувчи ёрдамчи Σ ихтиёрий текислик ўтказилади. Бунинг учун A_1B_1, A_2B_2 тўғри чизикнинг A_1A_2 ва B_1B_2 учлари оркали цилиндр ясовчиларига параллел тўғри чизиклар, яъни A_1 ва B_1 лар оркали цилиндр

ясовчиларнинг горизонтал проекцияларига параллел, A_2 ва B_2 лардан эса ясовчиларнинг фронтал проекцияларига параллел тўғри чизиклар ўтказилади. Бу чизикларнинг горизонтал излари K_1K_2 ва N_1N_2 аникланади. Бунда K_1N_1 , K_2N_2 тўғри чизик A_1B_1 , A_2B_2 орқали ўтган Σ_{II} , Σ_{II_2} текисликнинг горизонтал изидир. Аникланган $K_1A_1B_1$, $K_2A_2B_2$ текислик цилиндр асосини 1_11_2 ва 2_12_2 нукталарда, цилиндрни эса шу нукталар орқали ўтувчи ясовчилари бўйича кесади. Бу ясовчилар A_1B_1 , A_2B_2 тўғри чизик билан E_1E_2 ва F_1F_2 нукталарда кесишади. Бу нукталар изланаётган нукталардир.

3-масала. Конус сирти билан m (m_1 , m_2) тўғри чизикнинг кесишган нукталарини аниклаш керак (240-шакл). 240-шаклда m тўғри чизикнинг конус сирти билан кесишган E ва F нукталарини аниклашнинг яққол тасвири берилган. E ва F нукталарни топиш учун m тўғри чизик орқали конуснинг ясовчилари бўйича кесувчи Σ текислик ўтказилади. Бу текислик конус учи S орқали ўтади. Σ текисликнинг вазиятини конус учи орқали ўтказилган SK ва m тўғри чизиклар аниқлайди. Бу текисликнинг конус асоси ётган Π текислик билан кесишган Σ_{II} изини аниклаш учун m тўғри чизикнинг Π даги изи 3 ни топилади ва SK тўғри чизикнинг эса 4 нуктаси топилади. 3 , 4 -чизик Σ текисликнинг Π даги изи



240-шакл

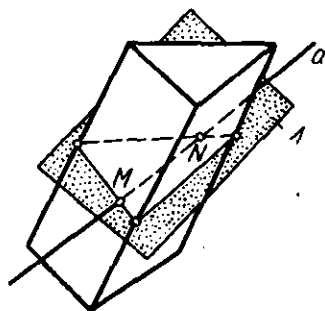


241-шакл

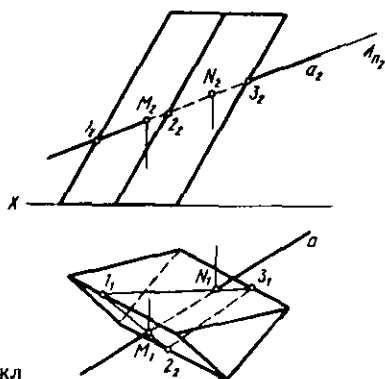
Σ_{II} бўлади. Σ_{II} конус асосини 1 ва 2 нукталарда кесади. Σ текислик конусни шу нукталар орқали ўтувчи $S1$ ва $S2$ ясовчилари бўйича кесиб ўтади. Бу ясовчиларнинг m билан кесишган E ва F нукталари изланаётган нукталардир.

Бу масалани эпюрда ишланиши 241- шаклда кўрсатилган. Бунинг учун аввало m_1m_2 орқали ўтувчи ёрдамчи Σ текислик ўтказилади. Унинг вазиятини m_1 , m_2 тўғри чизик ва S_1K_1 , S_2K_2 чизик аниқлайди. Сўнгра, m_1m_2 тўғри чизикнинг горизонтал изи 3_13_2 ни, шунингдек S_1K_1 , S_2K_2 чизикнинг горизонтал изи 4_14_2 ни топилади ва бу нукталар ўзаро туташтирилади. Ёрдамчи текисликнинг конус асоси билан кесишган 1_11_2 ва 2_12_2 нукталари орқали 1_1S_1 , 1_2S_2 ва 2_1S_1 , 2_2S_2 конус ясовчилари ўтказилади. Уларнинг m_1m_2 билан кесишган E_1E_2 ва F_1F_2 нукталари берилган тўғри чизикнинг конус сирти билан кесишган нукталарининг проекцияларини ифодалайди. m_1m_2 тўғри чизикнинг конус ичидаги E_1E_2 ва F_1F_2 нукталар орасидаги қисми штрих чизик билан кўрсатилади, чунки ҳар икки проекцияда кўринмас бўлади.

4-м а с а л а. Призма сирти билан a тўғри чизикнинг кесишган нукталари аниқлансин (242- шакл). Бунинг учун a тўғри чизик орқали Λ текислик ўтказилади (242- шакл). Λ текисликнинг призма кирралари билан кесишган $1,2,3$ нукталари аниқланади. Бу нукталарни кетма-кет туташтириб, 123 кесимга эга бўлинади. Кесим билан a тўғри чизикнинг кесишган M ва N нукталари изланаётган нукталар бўлади. Энди, шу масаланинг эпюрда ечилишини кўриб чиқамиз. a_1 , a_2 тўғри чизик орқали фронтал проекцияловчи Λ_{11} , Λ_{12} текислик ўтказилади (243- шакл). $\Lambda(\Lambda_{11}, \Lambda_{12})$ текисликнинг призма кирралари билан кесишган нукталарини ўзаро бирлаштириб $1_12_13_1$, $1_22_23_2$ кесим ҳосил қилинади. Кесимнинг горизонтал проекциясида унинг 1_12_1 ва 1_13_1 томонлари билан a_1 нинг кесишган M_1 ва N_1 нукталари белгиланади. Бу нукталар



242- шакл



243- шакл

берилган тўғри чизикнинг призма сирти билан кесишган нукталарининг горизонтал проекцияларидир. Нукталарнинг фронтал проекциялари M_2 ва N_2 лар боғловчи чизиклар воситасида топилади.

8.6- §. Сиртларнинг ўзаро кесишиши

Техника машиналари ва уларнинг қисмлари, деталлари ҳар хил геометрик шаклларнинг кесишишларидан, яъни конус, цилиндр, призма, айланиш сиртлари ёки мураккаб бўлган эгри сиртлардан иборатдир. Бундай кесишган қўшма сиртлар асосида ўзаро кесишган трубалар, машинасозлик деталлари, биноларнинг устунсиз томлари ва ҳоказолар тайёрланади. Шунинг учун ҳар бир муҳандис сиртларнинг ўзаро кесишиш чизикларини аниқ ясашни ва уларни сирт ёйилмасида тўғри тасвирлашни чуқур билиши керак. Сиртларнинг ўзаро кесишиш чизигини ясашда чизма геометрияда қўлланиладиган ҳар хил усуллардан фойдаланилади. Бунда асосан ёрдамчи текисликлар ва шар (сфера) усулларидан фойдаланилади. Ёрдамчи текисликлар усулида, текислик берилган сиртларни тўғри чизик ёки эгри чизик (қўпинча айлана) бўйича кесиб ўтадиган қилиб танлаб олинади. Ёрдамчи текисликлар сифатида проекцияловчи ёки ихтиёрий вазиятдаги текисликлар ишлатилади. Агар берилган сиртлардан бирортаси проекциялар текислигига нисбатан проекцияловчи бўлса, масала осонлик билан ечилади.

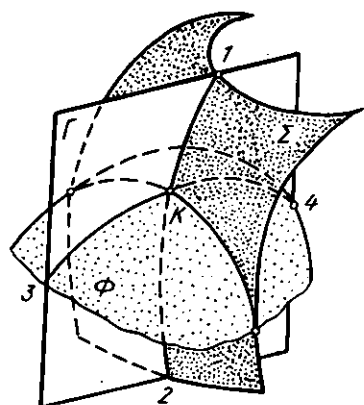
244- шаклда икки Σ ва Φ сиртларнинг кесишган чизиги ва шу чизикка тегишли K нуктани топиш йўли кўрсатилган. Бунинг учун: 1. Ҳар икки сиртни кесувчи ёрдамчи Γ — текислик ўтказилади.

2. Ёрдамчи текислик билан сиртларни кесишган 1—2, 3—4 чизиги топилади.

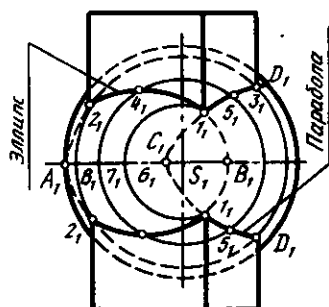
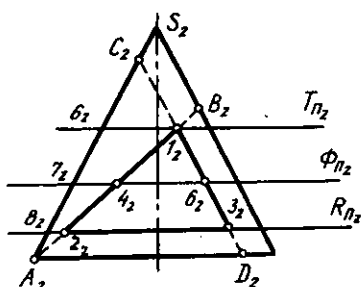
3. Топилган ёрдамчи 1—2 ва 3—4 чизикларнинг кесишган K нуктаси аниқланади.

Бу нукта ҳар икки сиртларга тегишли бўлганлиги учун умумий нукта бўлиб изланаётган эгри чизикнинг битта нуктасидир. Худди шунингдек бир нечта нукталарни топиш мумкин.

Ҳосил бўлган нукталар кетма-кет равон қилиб бирлаштирилади. Сиртларнинг кесишиш чизигини аниқлашда, аввало энг юқори ва пастки (қуйи) ҳамда бошқа характерли нукталар топилади. Сўнгра қўшимча оралик нукталар аниқланади.



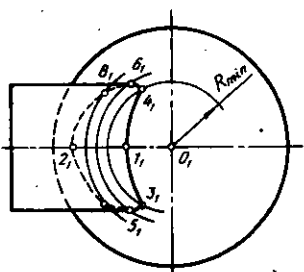
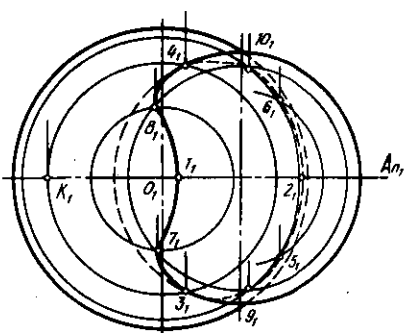
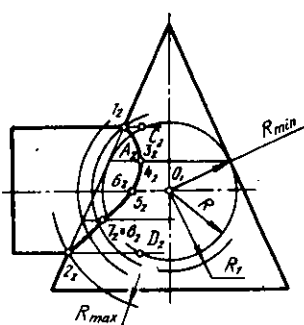
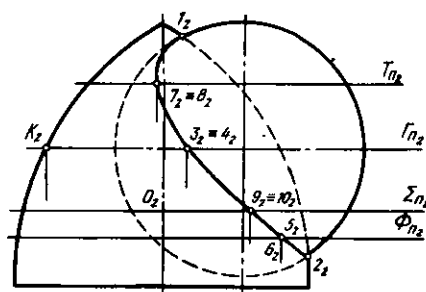
244- шакл



245- шакл

Энди бир нечта масалаларнинг ечими билан танишиб чиқамиз.

1-м а с а л а. Уч қиррали призма билан айланма конус сиртининг кесишиш чизигини ясаш керак (245- шакл). Бу сиртларнинг ўзаро кесишиш эгри чизигини ясаш учун конус ўкига перпендикуляр қилиб ёрдамчи $T(T_{II})$, $\Phi(\Phi_{II})$ ва $R(R_{II})$ текисликларни ўтказамиз. Бу текисликлар призмани ясовчилар (қирралар) бўйича, конусни эса айланалар бўйича кесади. Битта текисликда ётувчи ясовчи билан айлана ўзаро кесишиб изланаётган эгри чизикнинг битта ёки иккита нуктасини беради. Масалан, призманинг $T(T_{II})$ текисликда жойлашган ва $l(1_1 1_2)$ нукта орқали ўтувчи ясовчиси билан конуснинг шу текисликдаги параллел, яъни $6(6_1 6_2)$ нуктаси орқали ўтувчи параллел кесишиб изланаётган эгри чизикнинг $l_1 1_2$ нуктасини беради. Шунингдек, $\Phi(\Phi_{II})$ текислик ёрдамида сиртларнинг ўзаро кесишган эгри чизигининг $4_1 4_2$ ва $5_1 5_2$ нукталари, $R(R_{II})$ текислик ёрдамида эса $2_1 2_2$ ва $3_1 3_2$ нукталари аникланади. Аникланган нукталарни кетма-кет бирлаштириб, берилган сиртларнинг кесишган эгри чизигига эга бўлинади. Демак, призма билан конус



246- шакл

247- шакл

сиртининг ўзаро кесишган эгри чизиғи тўла бўлмаган эллипс ва параболадан иборат экан.

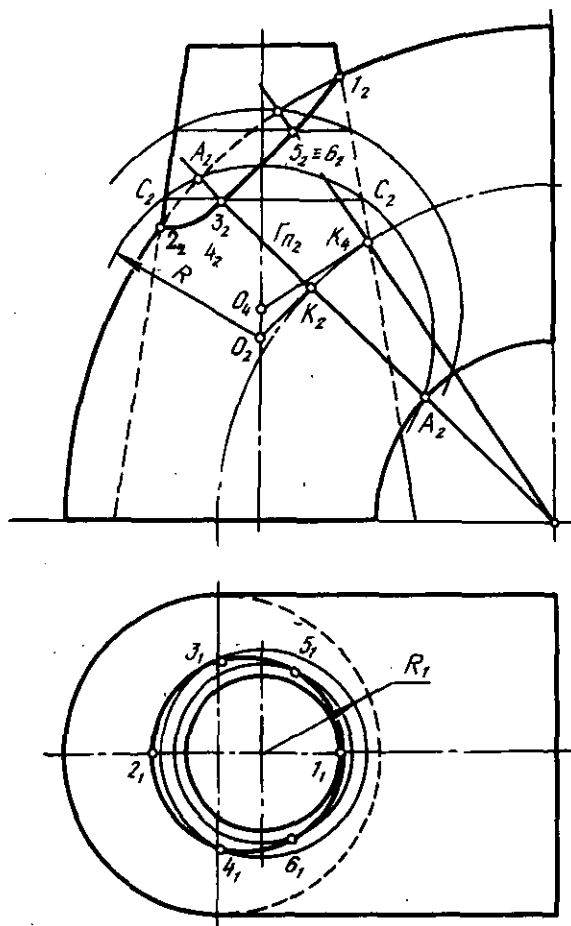
2- масала. $\Phi(\Phi_{II}, \Phi_{III})$ айланиш сирти билан шар сиртининг кесишган эгри чизиғини яшаш керак (246- шакл).

Сиртларнинг ўқлари горизонтал проекциялар текислигига перпендикуляр бўлганлиги учун кесувчи текисликларни бу сиртларнинг параллеллари бўйича кесиб ўтадиган қилиб ўтказилади. Шаклдан кўриниб турибдики, сиртларнинг бош меридиан текисликлари қўшилиб қолган (Λ_{III} текислик). Бош меридионал чизикларнинг кесишган нукталари $1_1 1_2$ — энг юқори нуктасини, $2_1 2_2$ — энг қуйи нукталарини ифодалайди. Шар сиртининг экватори орқали ўтган $\Gamma(\Gamma_{III})$ текислик шарни унинг экватори бўйича, айланиш сиртини эса $K_1 K_2$ нукта орқали ўтувчи параллели (айлана) бўйича кесиб ўтади. Бу кесишиш чизиклари ўзаро кесишиб $3_1 3_2$ ва $4_1 4_2$ нукталарни беради. Горизонтал

проекцияда 3_1 ва 4_1 нукталар кесишиш эгри чизигини кўринар ва кўринмас қисмларга ажратади. Кесишиш чизигига тегишли бўлган бошқа нукталарни аниқлаш учун иккала сиртни параллеллари бўйича кесиб ўтадиган текисликлар ўтказилади. Бу параллелларнинг ўзаро кесишган нукталари изланган эгри чизикка тегишли бўлади. Масалан, $T(T_{II})$ текисликни ўтказиб, 7_17_2 ва 8_18_2 нукталар, $\Sigma(\Sigma_{II})$ текисликни ўтказиб, 9_19_2 ва 10_110_2 нукталар ва $\Phi(\Phi_{II})$ текисликни ўтказиб, 5_15_2 ва 6_16_2 нукталар топилган. Топилган ҳамма нукталар кетма-кет бирлаштирилади. Натижада сиртларнинг кесишган эгри чизиги ҳосил бўлади. Ёрдамчи шарлар усули, айланиш сиртлари умумий симметрия текислигига эга бўлган вазиятларда, яъни кесишувчи сиртларнинг ўқлари ўзаро кесишса ва проекциялар текисликларидан бирортасига параллел жойлашган бўлсагина қўлланади. Сиртларнинг кесишган эгри чизигини ясашда икки кўриниш бўлиши мумкин. Биринчи кўринишда берилган айланиш сиртлари ўқларининг кесишган нуктаси ёрдамчи шарларнинг маркази бўлиб, ҳамма шарлар шу бир марказдан ўтказилади, бу усул концентрик шарлар усули дейилади. Иккинчи кўринишда ёрдамчи шарларнинг марказлари алоҳида-алоҳида қилиб ўтказилади, бундай усулни эксцентрик шарлар усули деб юритилади. Концентрик усул шунга асосланганки, агар айланиш сиртларининг ўқлари ўзаро қўшилиб қолса, бу сиртларнинг кесишган чизиги айланалардан иборат бўлади. Энди концентрик шарлар усулидан фойдаланиб масалалар ишлаймиз.

3-масала. Ўқлари O_1O_2 нуктада кесишган ва II_2 текисликка параллел бўлган доиравий конус билан доиравий цилиндрнинг кесишиш эгри чизигининг ясалишини кўрайлик (247-шакл). Бунинг учун биринчи галда, сиртларнинг кесишишидан ҳосил бўлган таянч нукталар топилади. Бу икки сиртнинг бош меридиан текисликлари ўзаро қўшилиб қолган. Шунинг учун фронтал проекцияда бош меридианларнинг кесишиш нукталари 1_2 ва 2_2 лар белгиланади ва улар орқали 1_1 ва 2_1 лар топилади. Энди факат эгри чизикка онд нукталарни топиш учун ҳар икки сиртни кесиб ўтувчи энг катта ва энг кичик шарлар радиуслари аниқланади. Энг катта шар радиуси $O_22_2 = R_{\max}$ масофага тенг бўлади. Энг кичик шар радиусини аниқлаш учун O_2 нуктадан конус ва цилиндр ясовчиларига перпендикулярлар туширилади, шу перпендикулярнинг каттаси $R_{\min}$ ни ифодалайди. Ёрдамчи шарлар $R_{\max}$ ва $R_{\min}$

радиусли шарлар орасида ўтказилади. $R_{\min}$ радиусли шар цилиндрни C_2D_2 диаметрли айлана бўйича, конусни эса A_2B_2 айлана бўйича кесади. Бу икки айланалар кесишиб, 3_2 ва 4_2 нукталарни ҳосил қилади. Нукталарнинг горизонтал 3_1 ва 4_1 проекциялари конуснинг тегишли параллелининг горизонтал проекциясида ётади. Худди шу усулда 5_15_2 , 6_16_2 , 7_17_2 ва 8_18_2 оралик нукталар ҳам топилади. Сўнгра топилган нукталарни кўринар ва кўринмасларини ҳисобга олиб кетма-кет равои қилиб бирлаштирилади. Натижада



248- шакл-

изланаётган эгри чизикка эга бўлинади. Эксцентрик шарлар усули шундан иборатки, бу усулда айланиш сиртларининг кесишиш эгри чизигини топишда марказлари бир нуктада бўлмаган ёрдамчи шарлар ўтказилади.

4-м а с а л а. Халқасимон сиртнинг кесик конус сирти билан кесишган эгри чизигини эксцентрик шарлар усулидан фойдаланиб аниқлаймиз (248-шакл). Аввало берилган сиртларнинг фронтал очеркларининг кесишган нукталари 1_2 ва 2_2 лар аниқланиб, сўнггра улар ёрдамида горизонтал проекциясида 1_1 ва 2_1 лар топилади. Бу нукталар таянч нукталарга кириди. Сиртларнинг ўқлари ўзаро кесишмасдан айкаш жойлашганлиги учун ёрдамчи шарларнинг марказлари бир нуктада бўлмасдан бирор сиртнинг ўқи бўйлаб ўзгариб боради. Конус ўқида ётган ҳар қандай марказ орқали ўтган шар конуснинг параллели бўйича кесиб ўтса, торсни эса меридиани бўйича кесиб ўтади. Бу меридиан бўйича кесиб ўтувчи шарнинг маркази шу айлана ўртасидан айлана текислигига ўтказилган перпендикуляр устида ётади, яъни эксцентрик шар маркази шу перпендикуляр билан конус ўқининг кесишиш нуктасида бўлади. Энди кесишиш эгри чизигига тегишли нукталарнинг фронтал проекцияларини аниқлашдан бошлаймиз. Масалан, 3_2 ва 4_2 нукталарни аниқлаш учун халқасимон сиртнинг $\Gamma(\Gamma_{11})$ меридиан текислигидаги A_2 — A_2 айлана маркази K_2 дан унга перпендикуляр ўтказилади. Бу перпендикулярнинг конус ўқи билан кесишган O_2 нуктасидан халқасимон сиртни A_2 — A_2 айлана бўйича кесиб ўтадиган R радиусли шар чизамиз. Бу шар конусни C_2 — ζ_2 айлана бўйича кесиб ўтади. A_2 — A_2 ва C_2 — C_2 айланалар ўзаро кесишиб 3_2 ва 4_2 нукталарни беради. Қолган шарлар маркази, масалан O_4 нукта K_4 дан тегишли айлана текислигига ўтказилган перпендикулярнинг конус ўқи билан кесишган нуктасидан ўтказилади ва ҳоказо. Топилган нукталарнинг горизонтал проекцияси конус параллелларидан фойдаланиб аниқланган. Масалан, 3_1 ва 4_1 нукталарни топиш учун $3_2(4_2)$ ва C_2 нукталар орқали конуснинг R_1 радиусли параллели ўтказилган, унинг C_1 нукта орқали ўтувчи горизонтал проекциясида 3_1 ва 4_1 нукталар ётади. Худди шу тартибда 5_1 ва 6_1 нукталар ҳам топилади. Топилган нукталар равои килиб кетма-кет бирлаштирилади.

8.7-§. Сиртларни текисликка ёйиш

Агар абстракт математик сиртлар юпка, эгилувчан ва чўзилмайдиган пленкадан иборат бўлса, у ҳолда сиртларни эгиш йўли билан йиртмасдан, чўзмасдан ва букмасдан текислик билан устма-уст жипслаштириш мумкин. Шундай хусусиятларга эга бўлган сиртлар ёйиладиган сиртлар, уларнинг текислик билан жипслашиб ҳосил қилган шакллари эса ёйилма дейилади.

Сиртларни текислик устида ёйиш техника масалаларидан ҳисобланиб, машинасозлик, самолётсозлик, қурилиш иншоотлари ва бошқа соҳаларда ишлатиладиган маҳсулотлар, масалан, патрубклар, ҳаво сўриш трубалари каби буюмлар, яхлит листларни эгиш йўли билан тайёрланади. Шундай буюмларни лойиҳалаш ҳар хил конструкцияларнинг шакллари ҳосил қилиш учун, аввало сиртларнинг ёйилмалари яхлит листларда ясалади ва улардан ишлаб чиқаришга керакли бўлган намуналар тайёрланади. Ёйилувчи сиртларга қиррали сиртлар, шунингдек тўғри чизикли ёйилувчи сиртлар (цилиндр, конус, торслар) қиради. Бу сиртларни текислик устидаги ёйилмасида тўғри чизик кесмасининг узунлиги, ўзаро кесишувчи чизиклар орасидаги бурчаклар ва сиртга тегишли ёпиқ майдон юзасининг қийматлари ўз ҳолатларини саклаб қолади. Бундай ҳолат изометрик мослик бўлиб, эгилиш дейилади. Сиртларни ёйишда нормал кесим, юмалатиш ва учбурчаклар усуллари билан бири қўлланади.

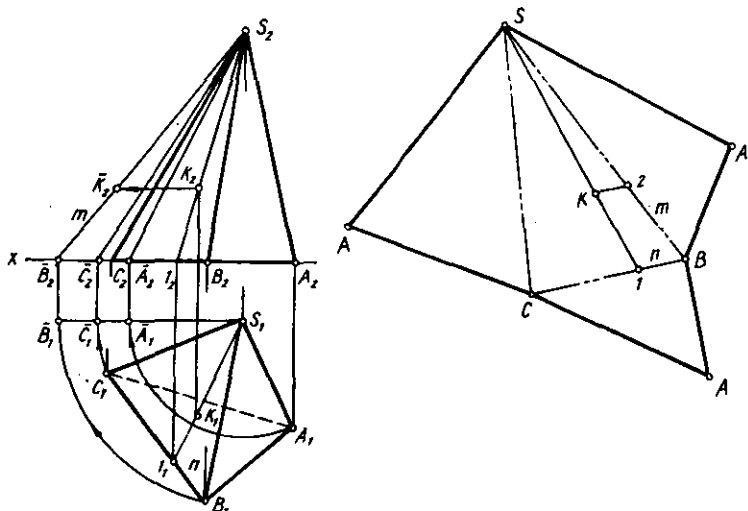
Агар цилиндрик ва призматик сиртларнинг ясовчилари проекциялар текисликларига нисбатан оғма вазиятда бўлса, уларнинг ёйилмаларини ясаш учун нормал кесим усулидан фойдаланиш тавсия этилади. Қиррали, конус ва цилиндрик сиртлар проекциялар текисликларига нисбатан оғма бўлса, юмалатиш усулидан фойдаланилади.

Конус, қиррали ва торс сиртларнинг ёйилмаларини қуришда кўпроқ учбурчаклар усулидан фойдаланилади. Бу усул триангуляция деб юритилади.

8.7.1. Кўп қиррали сиртларнинг ёйилмаларини ясаш. Пирамида сиртини ёйиш. Пирамидани текислик устида ёйиш учун умумий ҳолда пирамидада бир неча ясовчилар (қирралар) танлаб олинади ва уларнинг ҳақиқий узунлиги ҳамда йўналтирувчи эгри чизигининг (пирамида асосининг) ҳақиқий катталиги

топилади. Сўнгра уларнинг ҳақиқий катталиклари бўйича планаметрия усулидан фойдаланиб, пирамида сирти текислик устида ёйилади.

Қуйида йўналтирувчи эгри чизиги Π_1 га проекцияловчи пирамида сиртининг текисликка ёйилишини кўриб чиқамиз (249- шакл);



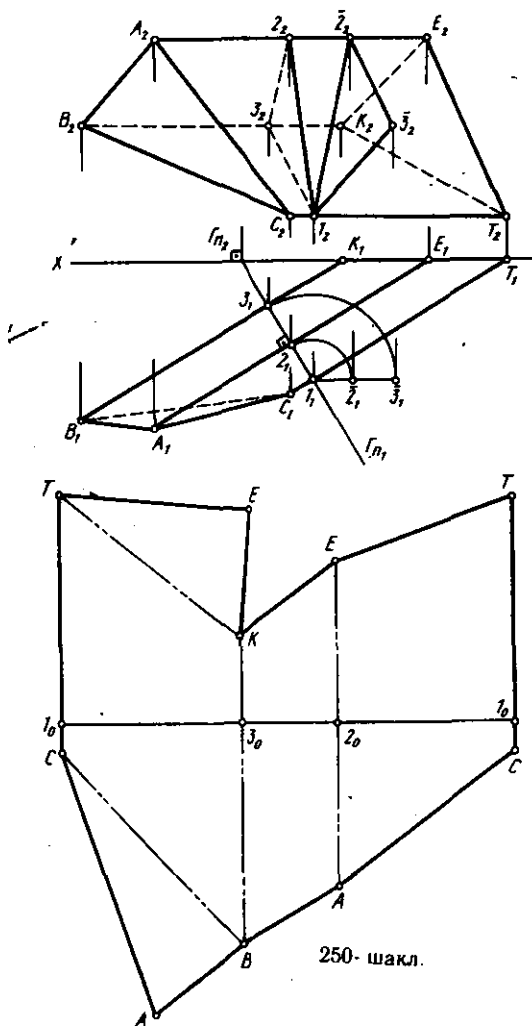
249- шакл

1. Берилган пирамиданинг асоси ABC Π_1 текисликка параллел бўлгани учун унинг горизонтал проекцияси ҳақиқий катталиikka эга, яъни $A_1B_1C_1=ABC$.

2. Пирамиданинг ён A_1S_1 , A_2S_2 ; S_1B_1 , S_2B_2 ва S_1C_1 , S_2C_2 қирраларининг ҳақиқий катталикларини аниқлаш учун i_1 , i_2 ўқ атрофида Π_2 текисликка параллел бўлгунча айлантирилади. Қирраларнинг ҳақиқий катталиклари S_2A_2 ; S_2B_2 ; S_2C_2 проекцияларга тенг бўлади.

3. Сирт SA қиррасидан бошлаб текислик устида ёйилади. Бунинг учун текисликда бирор, масалан S нукта танланади ва ундан ихтиёрий чизик ўтказиб, S_2A_2 ҳақиқий катталик кесма ўлчаб қўйилади. Сўнгра, A нуктадан пирамида асосининг $A_1B_1=AB$ томонига тенг бўлган радиус билан ёй чизилади. S_2 нуктадан эса S_2B_2 кесма билан иккинчи ёй чизилади.

Ейлар кесишган В нуктани S ва А нукталар билан бирлаштирилади. Ҳосил бўлган SAB учбурчак пирамиданинг битта ён томонининг ёйилмасини ифодалайди. Қолган икки ён томон ҳам кетма-кет шу тартибда ёйилди: Пирамиданинг ёйилган учта ён томонлари ва асосининг йиғиндиси унинг тўла сиртининг ёйилмасини ҳосил қилади. Агар бирор BCS кирада ётувчи



250- шакл.

(K_1K_2) нуктани ёйилмага олиб ўтиш лозим бўлса S_1K_1 ва S_2K_2 нукталар туташтирилади. Сўнгра n ва m кесмалар белгиланади. Бу кесмалар ҳақиқий катталиги бўйича ёйилмага ўлчаб қўйилади. S ва I нукталар бирлаштирилади, сўнгра 2-нуктадан BC га параллел қилиб чизик ўтказилади. Бу чизик S_1 билан кесишиб, изланаётган K нукта аникланади. Планаметрия усулидан фойдаланиб пирамиданинг ABC асоси ҳам ёйилади.

Призма сиртини ёйиш. Призма сиртини текисликка ёйиш учун уларнинг ясовчилари ва нормал кесимининг ҳақиқий катталиклари маълум бўлиши керак. Призма ясовчиларнинг ҳақиқий катталиги, қўпинча, проекциялар текисликларини алмаштириш усули билан аникланади. Призма сирт ясовчиларига перпендикуляр қилиб ўтказилган текислик билан сиртнинг кесишган чизиғи (нормал кесими) нинг ҳақиқий кўриниши проекциялар текисликларини алмаштириш ёки айлантириш усуллари билан аникланади. 250-шаклда Π_1 га проекцияловчи вазиятда жойлашган уч ёкли призманинг ёйилиши кўрсатилган.

Ечиш: 1. Берилган призманинг ён қирралари Π_1 текисликка параллел бўлганлиги учун бу қирралар горизонтал проекциялар текислигига ўзининг ҳақиқий катталиги бўйича проекцияланади.

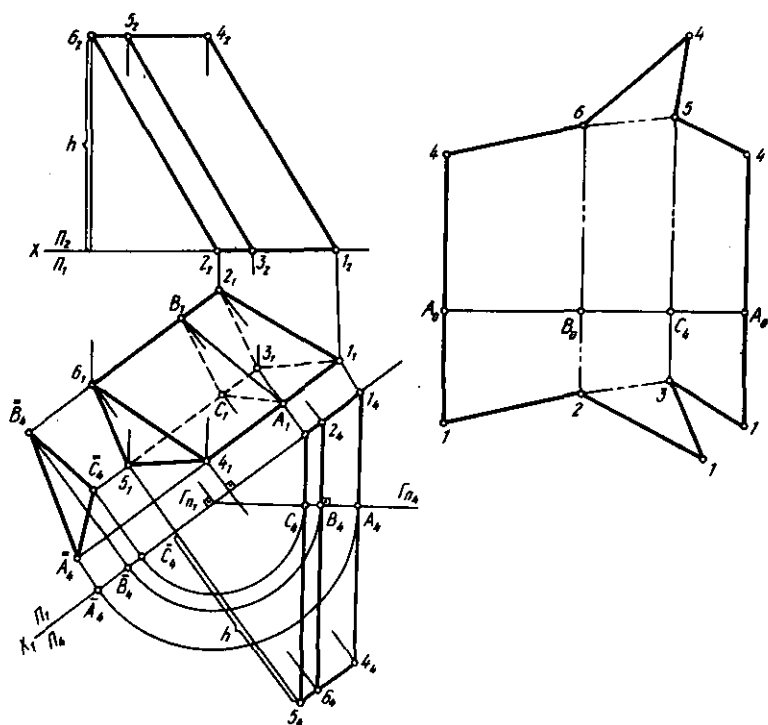
2. Призманинг ён қирраларига перпендикуляр қилиб $\Gamma(\Gamma_n, \Gamma_n)$ текислик ўтказилади. Бу текислик нормал текислик бўлиб, унинг горизонтал изи $\Gamma_n \perp A_1E_1$, фронтал изи $\Gamma_n \perp OX$ қилиб ўтказилади. Бу текислик билан призманинг кесишган эгри чизиғи $1_1, 1_2, 2_1, 2_2, 3_1, 3_2$ билан кесим юзаси топилади. Сўнгра айлантириш усули билан кесишиш чизиғининг 123 ҳақиқий катталиги топилади.

3. Ихтиёрий горизонтал чизик ўтказиб, унга $1_03_0, 3_02_0$ ва 2_01_0 кесим томонларига тенг бўлган кесмалар ўлчаб қўйилади.

4. Шу нукталардан ўтказилган перпендикулярлар йўналишида $1_0, 3_0, 2_0$ ва 1_0 нукталардан юқори ва пастки қисмларга қирраларнинг горизонтал проекцияларига тенг бўлган масофалар ўлчаб қўйилади. Бунда $1_0T=1_1T_1$, $3_0K=3_1K_1$, $2_0E=2_1E_1$; $1_0C=1_1C_1$, $3_0B=3_1B_1$, $2_0A=2_1A_1$ бўлади. Сўнгра кесма учлари тўғри чизик орқали бирлаштирилади. Ҳосил бўлган ТКЕТСАВСТ контур призма ён қирраларининг ёйилмасини ифодалайди. Призма асоси-

нинг ёйилмадаги вазиятини чизмадан тушуниб олиш кийин эмас.

Энди умумий вазиятдаги уч қиррали оғма призманинг текисликка ёйилишини кўриб чиқайлик (251- шакл).



251 - шакл.

Ечиш: 1. Призманинг ён қирраларининг ҳақиқий катталигини топиш учун проекциялар текисликларини алмаштириш усулидан фойдаланиб, Π_2 текисликини призма қирраларига параллел бўлган Π_1 текислик билан алмаштирилади. Бунда, $1_1 4_1 = 1, 4$; $2_1 6_1 = 2, 6$ ва $3_1 5_1 = 3, 4$ бўлади.

2. Призма ясовчиларининг ҳақиқий катталиклари-га перпендикуляр қилиб Γ (II) текислик ўтказамиз. Бу текислик нормал текислик бўлиб, унинг фронтал изи $\Gamma_{\Pi_1} \perp 1_1 4_1$, горизонтал изи $\Gamma_{\Pi_2} \perp O_1 X_1$ қилиб ўтқазилади.

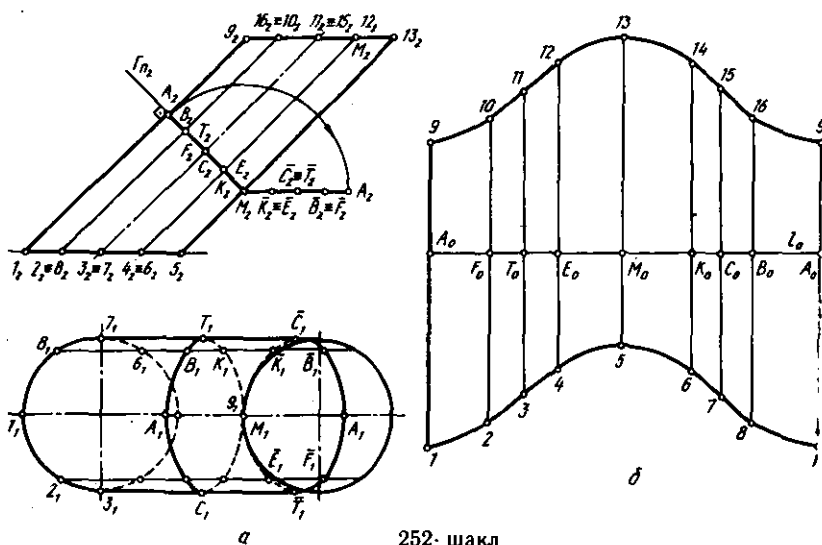
3. Призманинг нормал кесими ясалади. Унинг $A_4B_4C_4$ фронтал проекцияси Γ_{Π} билан бирга қўшилиб қолади, горизонтал проекцияси эса $A_1B_1C_1$ бўлади.

4. Нормал кесимнинг хакикий кўринишини аниклаш учун айлантриш усулидан фойдаланиб, $A_0B_0C_0 = A_4B_4C_4$ нормал кесимнинг хакикий шаклига эга бўлинади.

5. Нормал кесимни бирор тўғри чизикка ёйиб чиқамиз. Бунинг учун чизманинг бўш жойида горизонтал чизик ўтказиб, унга A_0 нуктадан бошлаб нормал кесимнинг хакикий узунлиги кетма-кет ёйиб чиқилади. Бунда: $A_0B_0 = \bar{A}_4B_4$; $B_0C_0 = \bar{B}_4C_4$ ва $C_0A_0 = \bar{C}_4A_4$ бўлади.

6. Ясовчиларнинг ёйилмадаги вазиятларини аниқлаб чиқамиз. Бунинг учун, A_0 , B_0 , C_0 нукталардан $A_0 - A_0$ чизикка перпендикулярлар ўтказиб нормал кесим ёйимидан юқоридаги ясовчилар хакикий узунлигини (нормал кесимдан юқоридаги қисмларини) олиб қўямиз $A_04 = C_45_4$; $B_06 = B_46_4$; $C_05 = C_45_4$). Кейин нормал кесим ёйимидан пастга эса ясовчиларнинг пастки қисмларини олиб қўямиз ($A_01 = A_41_4$; $B_02 = B_42_4$; $C_03 = C_43_4$). Хосил бўлган 123145641 юза призма ён томонларини ёйилмасини ифодалайди.

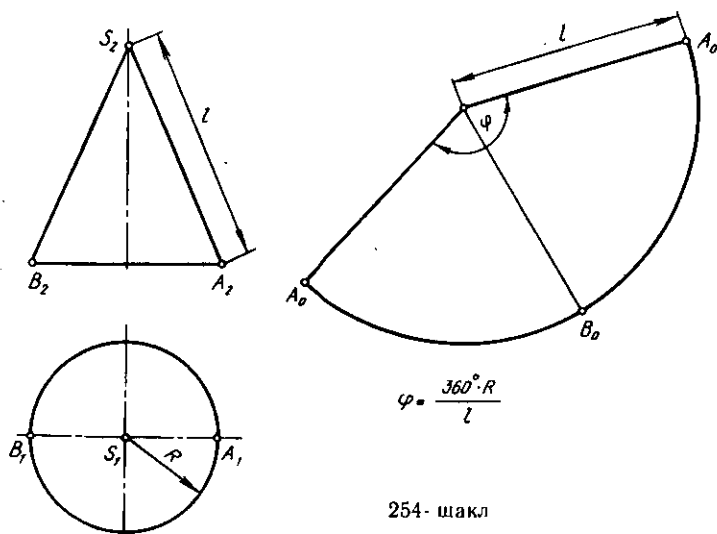
252-шаклда асоси айланадан иборат бўлган оғма эллиптик цилиндрнинг ёйилмаси кўрсатилган.



Ечиш: Цилиндр сирти худди призма сиртига ўхшаш ёйилади, яъни цилиндр призматик сирт билан алмаштирилади. Масалани ечишда «Нормал кесим» усулидан фойдаланиш қулайдир. Бунинг учун цилиндр ясовчиларига перпендикуляр бўлган ва уни икки қисмга бўлувчи $\Gamma(\Gamma_{II})$ текислик ўтказилади. Цилиндр ясовчилари Π_2 га параллел бўлганлиги учун нормал текислик фронтал проекцияловчи бўлади. Нормал текисликни цилиндр сирти билан кесишган чизигини топиш учун цилиндр асосини тенг, масалан, саккиз бўлакка бўлиб, $1, 1_2, 2, 2_2, \dots, 8, 8_2$ нукталар орқали бир неча ясовчилар ўтказилади ва уларнинг $\Gamma(\Gamma_{II})$ текислик билан кесишган эгри чизиги $A_1B_1T_1M_1C_1F_1, A_2B_2T_2M_2C_2F_2$ лар, яъни нормал кесим проекциялари аниқланади. Энди нормал кесимнинг ҳақиқий шаклини топамиз. Бунинг учун M_2 нуктани марказ қилиб $\Gamma(\Gamma_{II})$ текисликни (Π_1) текисликка параллел бўлгунча айлантирамиз. Натижада $M_1\bar{K}_1\bar{S}_1, \dots, M_1$ эгри чизикка эга бўламиз. Бу эгри чизик нормал кесимнинг ҳақиқий кўринишини ифодалайди. Цилиндр ясовчилари Π_2 га параллел бўлганлиги учун, уларнинг фронтал проекциялари ҳақиқий узунликларга тенг бўлади. Цилиндр ясовчиларининг ҳақиқий узунликлари ва нормал кесимининг ҳақиқий шакли бўйича цилиндр текисликка ёйилади. Шу мақсадда чизманинг бирор қисмидан ихтиёрий l_0 тўғри чизик ўтказилади ва унга A_0 нуктадан бошлаб нормал кесим ёйиб чиқилади. Бу ерда $A_0F_0 = \bar{A}_1\bar{F}_1; F_0T_0 = \bar{F}_1\bar{T}_1, \dots; B_0A_0 = \bar{B}_1\bar{A}_1$. Сўнгра $A_0, F_0, T_0, \dots$ нукталардан нормал кесим ёйимиغا перпендикулярлар ўтказилади ва уларга нормал кесимдан юқорига цилиндрнинг фронтал проекциясидан ясовчиларнинг ҳақиқий узунликларини ўлчаб қўйилади. Масалан, A_0 нукта орқали ўтадиган тўғри чизикка $A_0 - A_0$ чизикнинг юқорисига фронтал проекциядан A_29_2 кесмани, A нуктадан пастга эса A_21_2 кесмани олиб қўямиз (яъни $A_09 = A_29_2; A_01 = A_21_2$). $F_0, T_0, E_0, \dots$ нукталар орқали ўтадиган ясовчилар ҳам худди шунга ўхшаш тегишли проекцияларидан олиб қўйилади ва аниқланган 1, 2, 3, 4, 5... ва 9, 10, 11, 12, 13... нукталар ўзаро бирлаштирилади. Кейин цилиндр ёнининг контури туташ асосий (йўғон) чизик билан юргизиб чиқилади. Натижада цилиндр ён сиртининг ёйилмаси ҳосил бўлади.

топилади. Хосил бўлган шакл конус ён сиртининг ёйилмасини ташкил қилади.

Бундан ташқари ёйилмада конуси Γ_{n_2} текислик билан кесишган эгри чизиги ҳам кўрсатилган. Агар конус сиртининг асоси Π_1 текисликка параллел, ўқи эса унга перпендикуляр жойлашган бўлса, конус ён сиртининг ёйилмаси, айлана секторидан иборат бўлиб, радиуси конус ясовчисининг узулиги L га тенг, марказий бурчаги $\varphi = \frac{R}{L} 360^\circ$ бўлади. Бу ерда, R — конус асосининг радиуси, L — конус ясовчисининг ҳақиқий катталиги (254- шакл).



254- шакл

9- боб. АКСОНОМЕТРИК ПРОЕКЦИЯЛАР

Техникада, қурилишда буюмларнинг комплекс чизмаларини тузишда ортогонал проекциялаш усули кенг миқёсда қўлланилади. Бу усулнинг афзаллиги шундан иборатки, унда ҳар қандай буюмнинг чизмаси проекциялар текисликларига нисбатан киришмасдан ҳақиқий (натурал) ўлчамлари бўйича проекцияланади. Аммо буюмнинг икки ва уч кўриниши тасвирланганда, унинг ҳар бир тасвирида учинчи ўлчам етишмайди. Бундан ташқари бу усулда тасвирланган машина деталларининг ортогонал проекциялари ҳар қандай мутахассис

учун мукаммал тасаввур бера олмайди. Буюмнинг кўринишини яна ҳам яққолроқ кўрсатиш учун битта текисликка проекциялаш усули, яъни аксонометрик проекциялаш усулидан фойдаланилади.

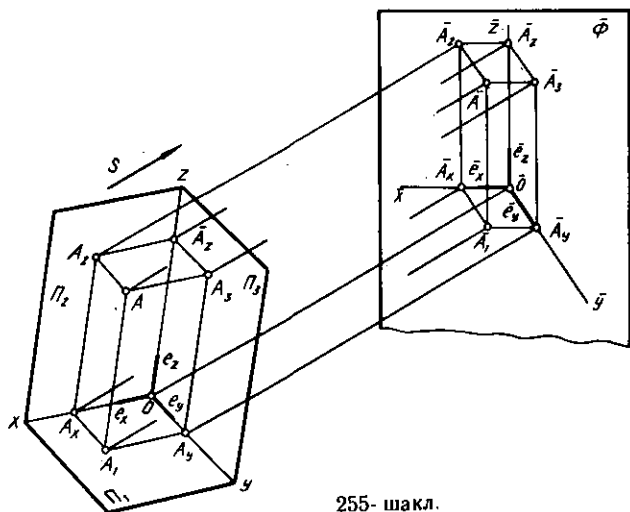
Аксометрия грекча сўз бўлиб, икки сўздан ташкил топган: аксон — ўқ, метрео — ўлчайман, яъни ўқлар бўйича ўлчаш демакдир.

9.1- §. Аксонометрик проекцияларнинг ҳосил бўлиши

Бирор бир шаклнинг аксонометрик проекциясини ҳосил қилиш учун шаклнинг ўзи ёки унинг бирор нуктаси аксонометрик текислик деб аталувчи текисликка проекциялаш усули билан тасвирланади. Масалан, фазода ўзаро перпендикуляр бўлган учта Π_1 , Π_2 ва Π_3 текисликлар ва булардан ташқарида ихтиёрий A нукта танлаб оламиз. Нуктанинг Π_1 , Π_2 , Π_3 текисликлардаги проекцияларини, Ox , Oy ва Oz координат ўқларини s тўғри чизик бўйича ихтиёрий олинган Φ текисликка проекциялаймиз. Натижада Φ текисликда ўқларнинг $O\bar{x}$, $O\bar{y}$, $O\bar{z}$ ва A нуктанинг $\bar{A}$, $\bar{A}_1$, $\bar{A}_2$, $\bar{A}_3$ проекциялари ҳосил бўлади (255- шакл).

Бу ерда: $O\bar{x}$, $O\bar{y}$, $O\bar{z}$ аксонометрик ўқлар.

$\bar{A}$, $\bar{A}_1$, $\bar{A}_2$, $\bar{A}_3$ — A нуктанинг « Φ » текисликдаги аксонометрик проекциялари ёки горизонтал, фронтал, профил иккиламчи проекциялари дейилади.



255- шакл.

Агар ОХ, ОУ ва ОZ координат ўқларда l_x , l_y ва l_z ихтиёрий кесмалар олиб, уларни бирор масштаб бирлиги деб қабул қилинса, уларнинг аксонометрик ўқлардаги проекциялари l'_x , l'_y ва l'_z кесмалар бўлади.

l'_x , l'_y ва l'_z кесмалар l_x , l_y ва l_z кесмаларга нисбатан катта, кичик ёки ўзаро тенг бўлиши мумкин. Шунинг учун аксонометрик узунлик бирликларининг, унинг ҳақиқий узунлик бирликларига бўлган нисбати тегишли ўқлар учун ўзгариш коэффициентларини ҳосил қилади, уларни қуйидаги нисбатларда ёзиш мумкин:

$$u = \frac{l'_x}{l_x}; v = \frac{l'_y}{l_y}; \omega = \frac{l'_z}{l_z} \quad (1)$$

Бу ерда u — x ўқи бўйича, v — y ўқи бўйича ва ω — z ўқи бўйича ўзгариш коэффициентларидир. Шу нисбатлардан келиб чиқиб қуйидаги хулосага келиш мумкин: агар нуқтанинг ҳақиқий координатлари маълум бўлса, унинг аксонометрик координаталарини ҳисоблаш ёки нуқтанинг ўзгариш коэффициентлари маълум бўлса, унинг тескарисини аниқлаш кийин эмас. Юқорида айтилганидек, аксонометрик Φ текислик ва проекциялар йўналиши s тўғри чизик ихтиёрий йўналишларда бўлганлиги сабабли, улар орасидаги бурчаклар турлича бўлиши мумкин. Шунинг учун аксонометрик проекциялар қуйидаги турларга бўлинади:

1. Қийшиқ бурчакли аксонометрия — бунда проекциялар йўналиши аксонометрик текисликка перпендикуляр бўлмайди.

2. Тўғри бурчакли аксонометрия — бунда $S \perp \Phi$ бўлади. Бундан ташқари қийшиқ бурчакли ва тўғри бурчакли аксонометрия ўзгариш коэффициентларига нисбатан қуйидаги турларга бўлинади.

1. Изометрия — бунда $u = v = \omega$ коэффициентлар ўзаро тенг бўлади.

2. Диметрия — бунда ўзгариш коэффициентларидан икkitаси ўзаро тенг бўлиб, учинчиси эса уларга тенг бўлмайди ($u = \omega \neq v$).

3. Триметрия — бунда ўзгариш коэффициентлари ўзаро тенг бўлмайди, яъни $u \neq v \neq \omega$.

Аксометриянинг асосий теоремаси. Буюмнинг аксонометрик тасвирини ясашдан аввал, унинг аксонометрик текислигини, координат ўқларини ва масштаб бирлигини билиб олиш катта аҳамиятга эга. Бу мавзу устида немис олими Карл Польке кўп йиллар давомида ана шу

мавзу устида ишлаб, 1953 йили кийшиқ бурчакли аксонометрик проекцияда, аксонометрик ўқлар ва улар бўйича ўзгариш коэффициентлари ихтиёрий танлаб олиниши мумкин деган хулосага келиб қуйидаги теоремани тавсия қилади:

текисликка тегишли битта нуктадан чикувчи ихтиёрий учта кесма фазода жойлашган битта нуктадан чикувчи ўзаро перпендикуляр ва тенг учта кесманинг параллел проекциялари бўлиши мумкин. Ана шу теоремага асосланиб, 255-шаклдаги аксонометрик (Ф) текисликда битта (О) нуктадан чикувчи учта ихтиёрий узунликдаги кесмалар ($\bar{l}_x, \bar{l}_y, \bar{l}_z$), фазода жойлашган учта ўзаро тенг ва перпендикуляр бўлган кесмаларнинг аксонометрик проекциялари эканлигини тушуниб олиш қийин эмас.

9.2- §. Ортогонал аксонометрик проекциялар

Инженерлик амалиётида, айниқса, машинасозликда ортогонал аксонометрик проекциялар кенг миқёсда қўлланади. Одатда кўз олдимизда турган ҳар қандай буюмларга тўғри қараймиз. Агар унинг ортогонал аксонометрик проекциясини ясаб таҳлил қилсак қийшиқ бурчакли аксонометрик проекцияларга нисбатан тасвирнинг яққолик даражаси афзаллигини кўришимиз мумкин.

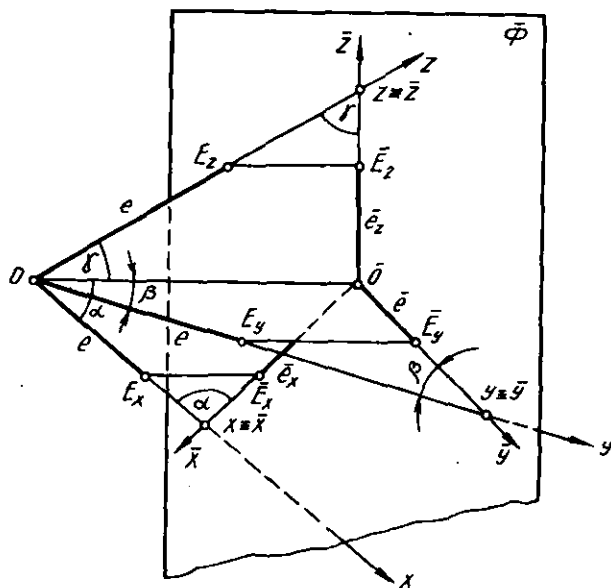
Ортогонал проекцияларда ўзгариш коэффициентларининг бир-бирларига нисбатан ўзаро боғлиқлигини қараб чиқайлик. Бунинг учун қуйидаги теоремани исботлаш kifойадир.

Т е о р е м а: Ортогонал аксонометрик проекцияларда ўзгариш коэффициентлари йиғиндисининг квадрати иккига тенг, яъни

$$u^2 + v^2 + \omega^2 = 2 \quad (2)$$

фараз қилайлик $\bar{O}\bar{X}\bar{Y}\bar{Z}$: $\bar{l}_x, \bar{l}_y, \bar{l}_z$ тизилмалар OX, YZ, l хақиқий тизилманинг ортогонал аксонометрик проекциялари бўлсин (256-шакл).

Координата ўқларини проекциялар текисликларига нисбатан оғиш бурчакларини, яъни $\alpha - OX$, $\beta - OY$, $\gamma - OZ$ ўқлари билан, $\bar{\alpha}, \bar{\beta}$ ва $\bar{\gamma}$ — лар орқали проекциялаш йўналиши $O\bar{O}(O\bar{O} \perp \Phi)$ билан OX, OY, OZ ўқлар орасидаги бурчакларни белгилаймиз. Бу ерда α, β, γ ларни йўналтирувчи бурчаклар дейилади. Шаклдан маълумки, ҳосил бўлган $O\bar{O}X, O\bar{O}Y$ ва $O\bar{O}Z$ учбурчаклар



256-шакл.

тўғри бурчакли учбурчак бўлганлиги учун $\bar{\alpha} = 90 - \alpha$, $\bar{\beta} = 90^\circ - \beta$ ва $\bar{\gamma} = 90 - \gamma^{(*)}$ тенгликни ёзиш мумкин.

Аналитик геометриядан маълумки, йўналтирувчи бурчаклар $(\bar{\alpha}, \bar{\beta}, \bar{\gamma})$ косинуслари квадратларининг йиғиндиси бирга тенг, яъни

$$\cos^2 \bar{\alpha} + \cos^2 \bar{\beta} + \cos^2 \bar{\gamma} = 1 \quad (3)$$

Лекин $\cos \bar{\alpha} = \sin \alpha$, $\cos \bar{\beta} = \sin \beta$ ва $\cos \bar{\gamma} = \sin \gamma$ бўлганлиги учун (3) формулани синуслар билан алмаштириб, қуйидагиларни ёзиш мумкин:

$$\sin^2 \alpha + \sin^2 \beta + \sin^2 \gamma = 1$$

ёки $(1 - \cos^2 \alpha) + (1 - \cos^2 \beta) + (1 - \cos^2 \gamma) = 1$.

Бундан қуйидаги тенглик келиб чиқади:

$$\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta + \cos^2 \gamma = 2 \quad (4)$$

Тўғри бурчакли проекциялашда аксонометрик проекциядаги кесмани хақиқий тизилмадаги кесмага нисбати косинусга тенгдир. Бу тенглик қуйидагича ифодаланади:

$$\frac{\partial E_x}{\partial E_x} = \frac{\bar{l}_x}{l} = \cos \alpha; \quad \frac{\partial E_y}{\partial E_y} = \frac{\bar{l}_y}{l} = \cos \beta;$$

$$\frac{\partial E_z}{\partial E_z} = \frac{\bar{l}_z}{l} = \cos \gamma \quad (5)$$

Агар (1) формулага асосан алмаштиришлар киритилса, ўзгариш коэффициентларини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$u = \cos \alpha; v = \cos \beta \text{ ва } \omega = \cos \gamma \quad (6)$$

(4) ва (6) формулаларга асосан тегишли математик алмаштиришларни бажарилса, иккинчи формула ҳосил бўлади, яъни:

$$u^2 + v^2 + \omega^2 = 2$$

Ортогонал аксонометрияда ўзгариш коэффициентлари қандай қийматлар оралиғида бўлишини аниқлаш ва уни буюмнинг аксонометрик тасвирини яққол чиқиши учун татбиқ қилиш катта аҳамиятга эга. (6) формулага асосан $0 \leq u \leq 1$; $0 \leq v \leq 1$; $0 \leq \omega \leq 1$ (7) ёзиш мумкин.

Агар ўзгариш кўрсаткичларидан бирортаси нолга тенг бўлса, тегишли ҳақиқий координата ўқларининг аксонометрия текислигига нисбатан косинус бурчаги нолга тенг бўлади. Қолган икки координата ўқлари текисликка параллел бўлиб, ўзгариш коэффициентлари бирга тенг бўлади. Бу вазиятда ҳам (2) формула ўз мувозанатини сақлаб қолади.

Лекин ҳар қандай учта сон (7) формулани қониктириб ўзгариш коэффициенти бўла олмайди. Шунинг учун (7) формуладан қуйидагини ёзиш мумкин:

$$0 \leq u^2 \leq 1; 0 \leq v^2 \leq 1; 0 \leq \omega^2 \leq 1 \quad (8)$$

Иккинчи ва саккизинчи формулаларга асосан

$$1 \leq u^2 + v^2 \leq 2; 1 \leq v^2 + \omega^2 \leq 2; 1 \leq u^2 + \omega^2 \leq 2$$

тенгликлар келиб чиқади.

Демак, тўғри бурчакли аксонометрик проекцияларда икки ўзгариш коэффициентлари квадратларининг йиғиндиси бирдан катта, иккидан кичикдир.

9.3- §. Стандарт аксонометрик проекциялар

Маълумки, буюмнинг аксонометрик проекцияларини яшаш учун, унинг ҳар бир ўлчамларини ўзгариш коэффициентлари бўйича ҳисоблаб сўнгра тасвирлаш

керак. Бундай ясаш анча мураккаб бўлиб, кўп вақтни олади. Ишни осонлаштириш мақсадида қабул қилинган ГОСТ 2.317—69 да ўзгариш коэффициентларини бирга тенг қилиб олинади. Бу эса буюмнинг фазовий тасвирини ўз ўлчамлари бўйича ясаш имконини беради. Бундай ясаш усули стандарт аксонометрик проекциялаш дейилади.

Стандарт аксонометрик проекциялаш тўрт хил бўлади:

1. Ортогонал изометрия.
2. Ортогонал диметрия.
3. Фронтал қийшиқ бурчакли диметрия.
4. Қийшиқ бурчакли изометрия.

Ортогонал изометрияда ўзгариш коэффициентлари барча ўқлар (X, Y, Z) бўйича бир хилдир, яъни $u=v=\omega$. Бундан (6) формулага асосан $\cos\alpha=\cos\beta=\cos\gamma$ ёки $\alpha=\beta=\gamma$, чунки ҳосил бўлган бурчаклар ўткирдир. Бу ортогонал изометрияда ҳақиқий координат ўқларнинг проекциялар текисликларига нисбатан оғиш бурчаклари бир хил эканлигини билдиради. Ҳосил бўлган α, β, γ бурчакларнинг тенглигидан аксонометрик ўқлардаги кесмаларнинг тенглиги келиб чиқади (256-шакл), яъни $o\bar{x} = o\bar{y} = o\bar{z}$. Демак, тенг томонли учбурчаклар ҳосил бўлиб, уларнинг баландликлари жуфт-жуфт бўлиб, бир-бирларини 120° бурчак бўйича кесади (257-шакл, а). Шунга асосан (2) формулани қуйдагича ёзиш мумкин:

$$3u^2 = z \text{ ёки } u=v=\omega = \sqrt{\frac{2}{3}} = 0,82.$$

Лекин амалда келтирилган ўзгариш коэффициентлари 1 га тенг қилиниб олинади, яъни $u=v=\omega=1$.

Бундай вазиятда келтирилган ўзгариш коэффициенти

$$m = \frac{U}{u} = \sqrt{\frac{3}{2}} = 1,22$$

га тенгдир. Демак, буюмнинг ортогонал изометрияси 1,22 марта катталашган ҳолда тасвирланади.

Изометрик проекцияларда (x, y, z) ўқларнинг жойла-ниши 257-шакл, б да кўрсатилган.

Айланалар аксонометрияда эллипс кўринишида тас-вирланади. Эллипснинг кичик ўқи тегишли аксоно-метрик ўқларга параллел бўлади, катта ўқи эса кичик ўқга перпендикуляр жойлашган бўлади. Шу билан

бирга эллипснинг кичик ўқи катта ўқига нисбатан бир хил нисбатга эгадир:

$$b:a=0,58:1$$

Ҳақиқатан ҳам (*) формулага асосан қуйидаги тенгликни ёзиш мумкин:

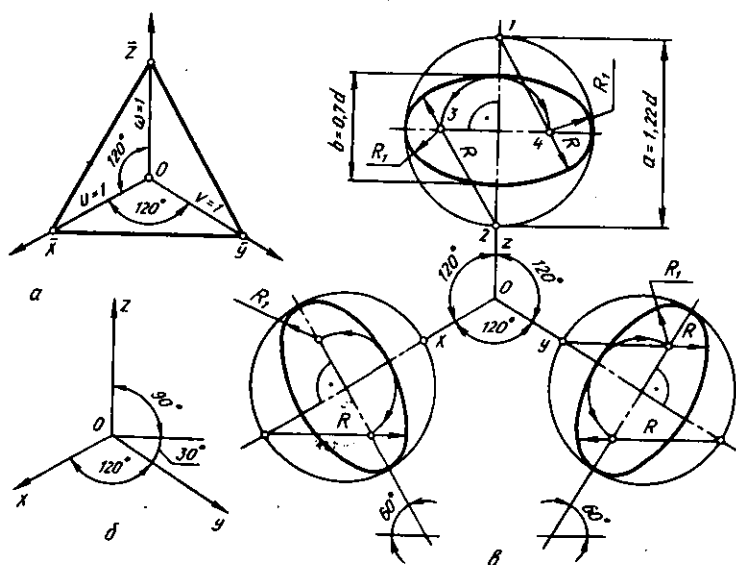
$$b=d(\sqrt{1-u^2}=d\sqrt{1-\frac{2}{3}}=0,58d.$$

Бу ерда d тегишли айлананинг диаметридир.

Амалда эллипснинг катта ўқи $a=1,22d$ ва кичик ўқи эса $b=0,58 \times 1,22=0,7d$ тенг қилиб олинади. Π_1 , Π_2 , Π_3 проекциялар текисликларидаги эллипсларнинг катта ўқлари қуйидагича жойлашган бўлади:

XOZ текисликда Π_Y ўқиға перпендикуляр, YOZ текисликда « X » ўқиға ва XOY текисликда эса « Z » ўқиға перпендикуляр йўналган бўлади.

257-шакл, в да учта айлананинг проекциялари тасвирланган. Ортогонал диметрияда иккита координата ўқлари (OZ , OY ёки OZ ва OX) аксонометрик текисликка бир хил оғишган бўлади, учинчи ўқ эса икки



257- шакл.

ўқга нисбатан икки марта кичик кўрсаткичга эга бўлади, яъни:

$$v = \omega \text{ ва } u = 0,5v; \cos \alpha = \cos \gamma \text{ ёки } \alpha = \gamma$$

Бу бурчакларнинг тенглигидан $\bar{O}\bar{Z} = \bar{O}\bar{X}$ тенглик ҳосил бўлади. Лекин $\bar{X}\bar{Y}\bar{Z}$ учбурчак излари тенг томонли бўлиб, улардан $\bar{X}\bar{Y}$ ва $\bar{Y}\bar{Z}$ томонларининг тенглиги келиб чиқади. Шунинг учун (*) формулани қуйидагича ёзиш мумкин:

$$u^2 + \frac{u^2}{4} + u^2 = 2$$

Бундан

$$u = \frac{z\sqrt{2}}{3} = 0,94 \text{ ва } \omega = 0,94$$

Лекин

$$u = \frac{\sqrt{3}}{2} = 0,47 \text{ бўлади.}$$

Агар ўзгариш коэффициентларидан икkitасини (U ва ω) бирга тенг қилиб олинса, учинчи кўрсаткич унинг ярмисига тенг бўлади:

$$\text{яъни: } u = \omega = 1 \text{ ва } v = 0,5.$$

Бунда келтирилган коэффициент қуйидаги катталикка эга бўлади:

$$m = \frac{U}{u} = \frac{3}{2\sqrt{2}} = 1,06$$

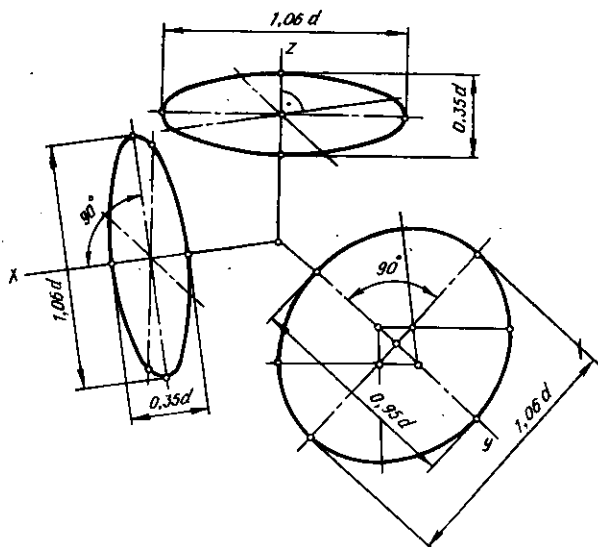
Демак, буюмнинг ортогонал диметрия тасвири 1,06:1 масштабда бўлади. Энди аксонометрик ўқларнинг жойлашишини кўриб чиқамиз. 258-шакл, а даги $\bar{X}\bar{Y}\bar{Z}$ учбурчак тенг томонли бўлганлиги учун, унинг $B\bar{Y}(-)$ баландлиги мердиана ҳамдир, яъни $\bar{X}\bar{B} = B\bar{Z}$. Ҳосил бўлган $\bar{O}B\bar{Z}$ учбурчакдан қуйидаги тенгликни ёзиш мумкин.

$$\sin \delta = \frac{B\bar{Z}}{\bar{O}\bar{Z}} = \frac{\bar{X}\bar{Z}}{z \cdot \bar{O}\bar{Z}}$$

Бу нисбатни аниқлаш мақсадида тенгликни икки томонини (Z ўқини) $\bar{O}\bar{Z}$ кесма орқали белгилаймиз. Маълумки, $\bar{X}\bar{O}\bar{Z}$ учбурчак $\bar{X}\bar{O}\bar{Z}$ учбурчакнинг проекция-сидир. Шунинг учун $\bar{X}\bar{Z} = \bar{O}\bar{Z} \sqrt{2}$ тенглик келиб чиқади.

уларнинг тангенс ($\operatorname{tg} 7^{\circ} 10' = \frac{1}{8}$ ва $\operatorname{tg} 41^{\circ} 25' = 7/8$) қийматлари бўйича куриш мумкин.

Ёки 41° ва 7° ларни қуйидагича яшаш мумкин: $\bar{O}$ нуктадан $\bar{Z}$ ўқда ёрдамчи перпендикуляр бўлган чизик ўтказилади ва шу нуктанинг ҳар икки томонига ихтиёрий бир-бирига тенг бўлган саккизта бир хил кесма ўлчаб қўйилади. Сўнгра $\bar{O}$ нуктадан чап томондаги кесманинг охириги нуктасидан ёрдамчи чизикка перпендикуляр қилиб, кесманинг бир бўлаги, ўнг томондаги кесманинг охириги нуктасидан паст томонга эса кесмадан етти бўлаги ўлчаб қўйилади. Ҳосил бўлган нукталар $\bar{O}$ нукта билан бирлаштирилади. Натижада $\bar{X}$ ва $\bar{Y}$ диметрия ўқларига эга бўлинади (258-шакл, б). Энди диметрияда эллипсларнинг ҳосил бўлишини қараб чиқайлик. Проекциялар текисликларига нисбатан параллел жойлашган айланалар эллипсларининг кичик



259- шакл.

ўқлари худди изометрияга ўхшаш тегишли ўқка параллел жойлашган бўлади, катта ўқи унга перпендикуляр бўлади (259-шакл).

Эллипснинг катта ўқи $1,06d$ га тенг бўлиб, унинг кичик ўқи эса қуйидаги йўл билан аниқланади:

келтирилган $m = 1,06$ коэффициентга асосан XOY ва YOZ координата текисликлари учун қуйидаги тенгликни ёзиш мумкин:

$$md \sqrt{1 - \omega^2} \text{ ёки } md \sqrt{1 - u^2} = 1,06d \sqrt{1 - \frac{8}{9}} = 0,35d.$$

XOZ текисликдаги эллипснинг кичик ўқи учун

$$md \sqrt{1 - v^2} = 1,06d \sqrt{1 - \frac{2}{9}} = 0,95d \text{ ёзиш мумкин.}$$

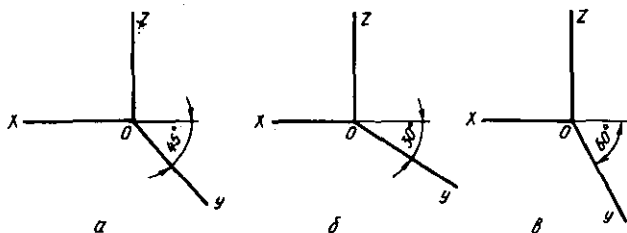
Шундай қилиб, ортогонал диметрияда эллипсларнинг ўқлари қуйидаги микдорга эгадир: эллипснинг катта ўқи $1,06d$, кичик ўқи эса $0,35d$ га тенг. Фронтал проекциялар текислигида ётган айлана эллипснинг катта ўқи $1,06d$ га, кичик ўқи эса $0,95d$ га тенгдир.

259-шаклда диметрик проекцияларда Π_1 , Π_2 , ва Π_3 текисликларга параллел жойлашган айланалар эллипсларининг чизилиши кўрсатилган.

9.4- §. Фронтал қийшиқ бурчакли диметрия

Қийшиқ бурчакли диметрик проекцияда буюмнинг фронтал проекциялар текислигига параллел томони аксонометрик текисликка параллел қилиб олинади.

Бунда OX ва OZ ўқлар орасидаги бурчак 90° га тенг, OY ўқ эса бу ўқлар орасидаги бурчакни тенг иккига бўлиб ўтади, яъни 45° бурчак остида йўналади. Бундан ташқари OY ўқни 30° ва 60° остида ўтказиш ҳам тавсия этилади (260-шакл, а, б, в). Фронтал диметрик проекцияларда OX ва OZ ўқлар бўйича ўзгариш коэффициенти бир хил бўлади, яъни $u = v =$



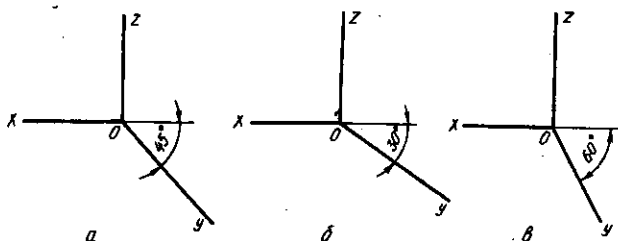
260- шакл

—1 га тенг, OY ўқ бўйича эса $\omega = 0,5$ га тенг. Бунда буюмнинг фронтал диметрик проекциясини ясашда, унинг OX ва OZ ўқларга параллел томонларининг ўлчамлари шу йўналишга параллел аксонометрик ўқларга ўзгаришсиз, яъни ўз хакикий катталигида, OY ўқ йўналишидаги ўлчамлари эса икки марта қискартириб олиб қўйилади. Фронтал диметрик проекцияда Π_1 , Π_2 ва Π_3 проекциялар текисликларга параллел жойлашган айланаларнинг тасвирланишида, Π_2 га параллел айлана ўз хакикий кўринишида тасвирланади, Π_1 ва Π_3 текисликларга параллел айланалар эса бир хил кўринишдаги эллипслар бўлиб проекцияланади. Бунда эллипснинг катта ўқи $AB = 1,06d$ га, кичик ўқи эса $CA = 0,35d$ га тенг.

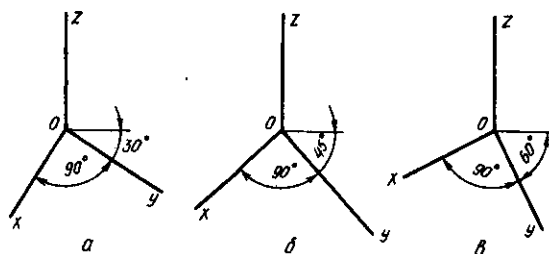
Қийшиқ бурчакли изометрия. Қийшиқ бурчакли изометрик проекциялар фронтал изометрик проекция ва горизонтал изометрик проекцияга бўлинади.

Фронтал изометрик проекцияда буюмнинг фронтал проекциялар текислигига параллел томони аксонометрия текислигига параллел жойлаштирилади. Бундай ҳолатда буюмнинг фронтал кўриниши аксонометрияда хакикий кўринишда тасвирланади. Бунда Y ўққа параллел томонлари кўринмас бўлиб, нукта кўринишида тасвирланади. Аммо шартли равишда Y ўқнинг йўналиши горизонтга нисбатан огишган ҳолда олинади. Бунда XOZ ўқлар орасидаги бурчак 90° , OY ўқ эса горизонтга нисбатан 45° бурчак остида ўтказилади. Буюмни яна ҳам яққолроқ тасвирлаш учун OY ўқни 30° ва 60° бурчак остида чизиш кифоядир (261-шакл: а, б, в лар). Қийшиқ бурчакли изометрик проекцияларда буюмнинг X , Y , Z ўқларга параллел жойлашган томонларининг ўлчамлари аксонометрик ўқларга ўзгаришсиз ўз катталигида олиб қўйилади. Бу $u=v=\omega=1$ демакдир. Буюм қайси бурчак остида проекцияланмасин фронтал проекциялар текислигига параллел жойлашган айланалар ўз кўринишида тасвирланади. Π_1 ва Π_3 текисликларига параллел айланалар эса эллипслар кўринишида тасвирланади.

Горизонтал изометрик проекцияда буюмнинг горизонтал проекциялар текислигига параллел томони аксонометрия текислигига параллел жойлашади. Бунда буюмнинг горизонтал кўриниши аксонометрияда хакикий кўринишида тасвирланади. 262-шаклда горизонтал изометрияда ўқларнинг жойланишлари кўрса-



261- шакл



262- шакл

тилган. OY ўк горизонтга нисбатан 30° бурчак остида ўтказилади (262-шакл, а). Айрим ҳолларда ўк 45° ва 60° бурчак остида ўтказилади (262-шакл, б, в). Бу ҳолатда OX ва OY ўклар орасидаги бурчак ҳар доим 90° бўлиши керак. Горизонтал изометрик проекциялар ўклар бўйича ўзгаришсиз ясалади. Горизонтал проекциялар текисликларига параллел айланалар ҳақиқий кўринишида, яъни айланалигича, Π_2 ва Π_3 проекциялар текисликларига параллел айланалар эса эллипслар бўлиб тасвирланади.

9.5- §. Деталларнинг аксонометрик тасвирларини яшаш

Буюмнинг аксонометрик тасвирини яшашдан олдин, унинг аксонометрик эскизини қўлда тасвирлаб, буюм ҳақида тасаввурга эга бўлиб, сўнгра унинг изометрия ёки диметриясини куриш мақсадга мувофиқдир. Деталнинг эскизи ёки чизмасига асосан унинг аксонометрик проекциясини яшашда координаталар усулидан фойдаланилади ва қуйидаги тартиб бўйича бажарилади:

1. Берилган ҳар қандай деталь учун аксонометрик проекциялар тури (изометрия ёки диметрия) аниқланади.

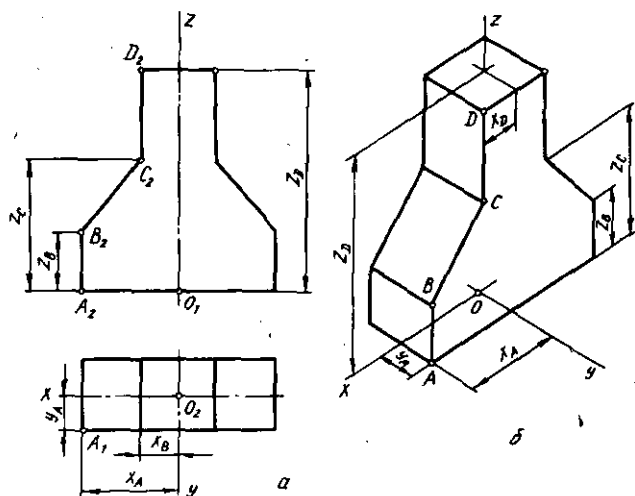
2. Етарли бўлган жой ажратилиб, координата боши O нукта белгиланади ва аксонометрик X, Y, Z ўқлар чизилади.

3. Буюмнинг ортогонал чизмасида X, Y ва Z координата ўқларининг йўналиши белгиланади.

4. Ортогонал чизмадаги ўлчамлар бўйича, жисмнинг симметрия ва ундаги чизикларнинг параллеллик хусусиятларига амал қилинган ҳолда унинг аксонометрик проекцияси қурилади.

5. Буюмнинг ортогонал чизмасидаги маълум нукталардан фойдаланиб, унинг баландлик қисми, ички қисми ва ён томонлари қурилади.

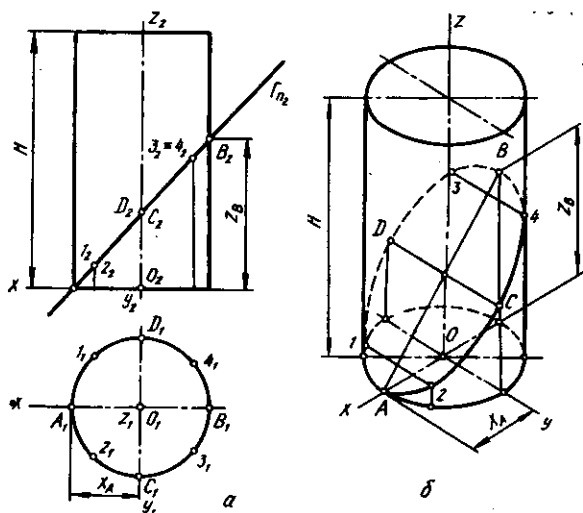
263-шаклда юқоридаги тартиб бўйича деталнинг изометриясининг чизилиши кўрсатилган.



263- шакл.

Фронтал проекцияловчи (Γ) текислик билан кесишган цилиндрнинг тўғри бурчакли изометрик тасвири яшаш. Бунинг учун: 1. Цилиндрнинг ортогонал проекцияси x, y, z ўқларнинг йўналиши белгиланади (264-шакл).

2. Координаталар боши O нукта аниқланиб, изометрик X, Y, Z ўқлари чизилади.



264- шакл.

3. Цилиндр асосларидаги айланаларнинг аксонометрик тасвири (эллипс) ясалади.

4. Ортогонал чизмадаги H баландлик бўйича цилиндрининг изометрияси курилади. Z_B аппликата координата қиймати бўйича изометрик проекциядаги B нукта ва A нукталарнинг ўрни аниқланади.

5. Γ текислик билан цилиндрининг кесишган чизиғи эллипс бўлиб, изометриядаги AB тўғри чизиғи унинг катта ўқини, CD тўғри чизик эса кичик ўқини тасвирлайди.

6. Аввало эллипсининг катта ўқидаги O нукта, сўнггра C ва D нукталар аниқланади. Шу тартибда 1, 2 ва 3, 4 оралик нукталар ҳам топилади. Ҳосил бўлган нукталар равои қилиб кетма-кет бирлаштирилади.

10-б о 6. ГЕОМЕТРИК ЯСАШЛАР

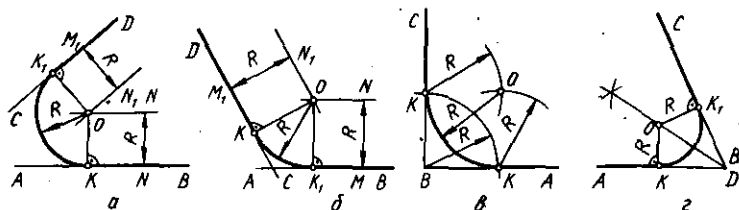
10.1- §. Туташмалар

Машина деталларининг ташки қиёфалари контури тўғри чизик ва айлана ёйларининг равои қўшилмасидан иборатдир. Чизма чизишда бир чизикни иккинчи чизикқа равои қўшишга тўғри келади, буни туташма дейилади. Туташма чизиклари кўпинча айлана ёйлари ва тўғри чизиклардан иборат бўлиши мумкин. Туташма-

ларни айлана ёйлари ёрдамида яшаш тўғри чизикнинг айланага ва айланаларнинг ўзаро уриниш хусусиятларига асосланади. Туташмани яшаш учун унинг радиуси берилиши керак. Агар туташманинг радиуси берилмаган бўлса, у ҳолда туташмани яшаш вақтида унинг радиуси аникланади. Туташмаларни яшаш маълум коидаларга асосланган ҳолда бажарилади. Аввал туташманинг маркази, кейин унинг туташтириш нукталари аникланади. Ундан сўнг туташманинг ёйи чизилади. Туташма ўзаро туташувчи чизикларнинг ҳар иккисига ташки ёки ички томондан уриниши ёхуд биттасига ички, иккинчисига эса ташки томондан уриниши мумкин.

Машинасозлик чизмаларида деярли кўп учрайдиган ўзаро кесишувчи икки тўғри чизикларни, ўзаро параллел тўғри чизикларни, айлана ва тўғри чизикни ҳамда икки айланани силлиқ туташтириш каби туташмаларни ясалишига оид бўлган бир неча мисолларни кўриб чиқамиз.

10.1.1. Ўзаро кесишувчи икки тўғри чизикларни туташтириш. AB ва CD тўғри чизиклар ўзаро кесишиб ўткир ва ўтмас бурчаклар ташкил қилади. Уларни алоҳида R радиусли ёй воситасида туташтириш керак (265-шакл, а, б). Бунинг учун берилган R масофада AB



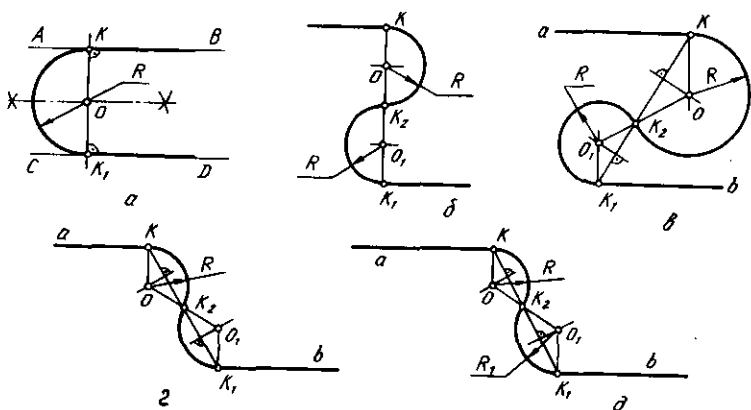
265- шакл.

ва CD тўғри чизикларга параллел тўғри чизиклар ўтказилади. Бу тўғри чизикларнинг кесишган O нуктаси белгиланади. Ана шу нукта туташтириш маркази бўлади. O нуктадан AB ва CD тўғри чизикларга перпендикуляр тушириб, туташтириш нукталари K ва K_1 аникланади. Сўнгра R радиусли ёй воситасида K ва K_1 нукталар раван туташтирилади. Агар, AB ва CD тўғри чизиклар ўзаро кесишиб, тўғри бурчак ҳосил қилса, циркуль ёрдамида туташтириш маркази осонлик билан топилади (265- расм, в).

Циркуль ёрдамида тўғри бурчакнинг B нуктасидан R радиусда ёй чизилади ва туташтириш нукталари K ва K_1 топилади. Бу нукталарни марказ деб қабул қилиб, R радиусда ёйлар чизилади, бу ёйларнинг ўзаро кесишган O нуктаси туташтириш маркази бўлади. O нуктадан K ва K_1 нукталар равои қилиб туташтирилади.

Агар туташтириш нукталаридан биттаси, масалан, K нукта AB тўғри чизик устида берилса, туташтириш маркази, туташтириш радиуси ва иккинчи тўғри чизикдаги туташтириш нуктаси (K_1) аниқланади. Бунинг учун бурчакнинг биссектрисаси ва K нуктадан AB тўғри чизикка перпендикуляр туширилади, сўнгра туташтириш нуктаси O белгиланади. Аниқланган OK кесма туташтириш радиуси (R) бўлади. O нуктадан CD га перпендикуляр тушириб, иккинчи туташтириш нуктаси K_1 аниқланади. Хосил бўлган K ва K_1 нукталарни R радиусли ёй воситасида силлиқ туташтирилади (265-шакл, г).

10.1. 2. Ўзаро параллел тўғри чизикларни туташтириш. Ўзаро параллел AB ва CD тўғри чизиклар ва туташтириш нукталаридан биттаси, масалан, K нукта берилган бўлиб (266-шакл, а), чизиклар силлиқ туташтирилиши керак. Бунинг учун K нуктадан CD тўғри чизикка перпендикуляр тушириб, K_1 топилади. KK_1 кесмани иккига бўлиб, туташтириш маркази O топилади. $OK=R$ кесма эса туташтириш радиусини ифода қилади. O нуктадан R радиусда KK_1 нукталар равои қилиб



266-шакл.

туташтирилади. Агар туташтириш нукталари параллел чизикларга нисбатан битта перпендикулярда ётса, туташма туташтириш тўғри чизиклар орасидаги масофанинг $1/4$ қисмига тенг бўлган бир хил (R) радиус билан бажарилади (266-шакл, б). KK_1 кесмани иккига бўлиб, уриниш нуктаси K_2 топилади. KK_2 ва K_1K_2 кесмаларни иккига бўлиб O ва O_1 марказлар аниқланади. Сўнгра OO_1 нукталардан R радиусда туташмалар бажарилади (266-шакл, б).

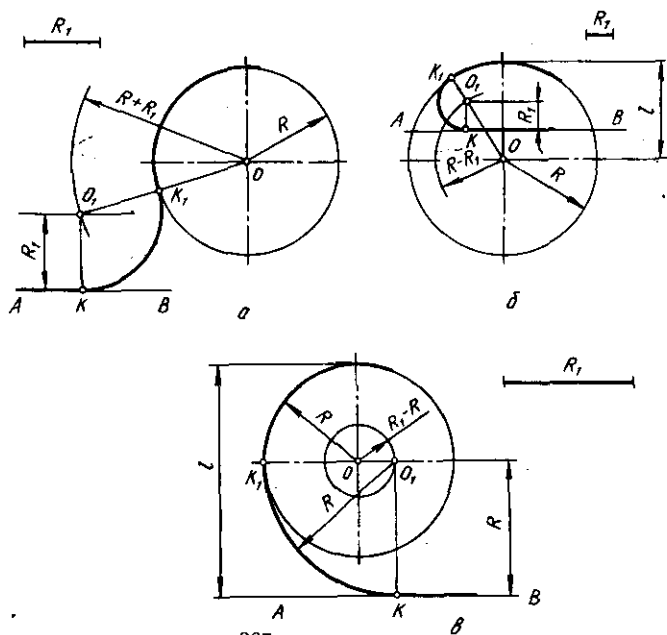
Туташтириш нукталари ўзаро параллел тўғри чизиклар устида ётувчи чизикларни туташтириш учун (266-шакл, в), KK_1 кесмани тенг иккига бўлиб, уриниш нуктаси K_2 топилади. Сўнгра KK_1 нукталардан берилган a ва b тўғри чизикларга перпендикуляр ўтказилади. KK_2 ва K_2K_1 кесмаларни тенг ўртасидан чиқарилган перпендикуляр O_1K_1 ва OK перпендикулярлар билан кесишиб, O ва O_1 марказларни ҳосил қилади. Ўзаро параллел a ва b тўғри чизикларни силлик туташтириш керак. Туташтириш нуктаси K ва уриниш нуктаси K_2 берилган (266-шакл, г, д). Бунинг учун K ва K_2 нукталарни ўзаро туташтириб b кесма билан кесишгунча давом эттирилади. Ҳосил бўлган K_1 нукта туташтириш нуктасининг иккинчи нуктаси бўлади. KK_2 кесмани ўртасидан перпендикуляр чиқарилади. Бу перпендикуляр K нуктасидан чиқарилган OK перпендикуляр билан кесишиб, биринчи ёй O марказини ҳосил қилади. Шундай усул ёрдами билан иккинчи ёйнинг маркази O_1 топилади.

OK ва O_1K_1 радиуслар билан O ва O_1 марказлардан K , K_2 ва K_1 нукталар кетма-кет туташтирилади (266-шакл, г, д).

10.1.3. Айлана ва тўғри чизикни туташтириш. Радиуси R ва маркази O бўлган айлана ва ундан ташқарида жойлашган AB тўғри чизик берилган. R_1 радиусли ёй воситасида уларни туташтирилсин (267-шакл, а). Бунинг учун, R_1 радиус масофада AB чизикка параллел қилиб тўғри чизик ўтказилади. Сўнгра R билан R_1 радиуслар қўшилади ва уларнинг йиғиндиси $R+R_1$ дан ҳосил бўлган кесма ёрдамида айлана маркази O дан ёй чизилади. Тўғри чизик ва ёй кесишиб, туташманинг маркази O_1 нуктани ҳосил қилади.

Кейин O_1 нуктадан AB чизикка перпендикуляр тушириб, K нуктани, O_1 нукта билан айлананинг

маркази (O) туташтирилиб, K_1 туташтириш нуқталари аниқланади. Сўнгра O_1 марказдан R радиус билан KK_1 нуқталар раван туташтирилади (267-шакл, а). 267-шакл, б да тўғри чизик билан айлананинг ички туташтириш кўрсатилган. Бунда туташтириш радиуси R_1 масофада AB чизикка параллел ёрдамчи чизик ўтказилади. Сўнгра айлана радиуси R дан R_1 радиус айрилади ва уларнинг айирмаси $R - R_1$ билан айлана маркази O нуқтадан ёй чизилади. Ёй билан параллел чизик кесишиб, туташтириш маркази O_1 ҳосил бўлади. OO_1 нуқталарни бирлаштириб, туташтириш нуқталаридан биттаси K_1 топилади. O_1 нуқтадан AB чизикка перпендикуляр тушириб, иккинчи нуқта K аниқланади. Сўнгра O_1 нуқтадан R радиус билан KK_1 нуқталар туташтирилади.

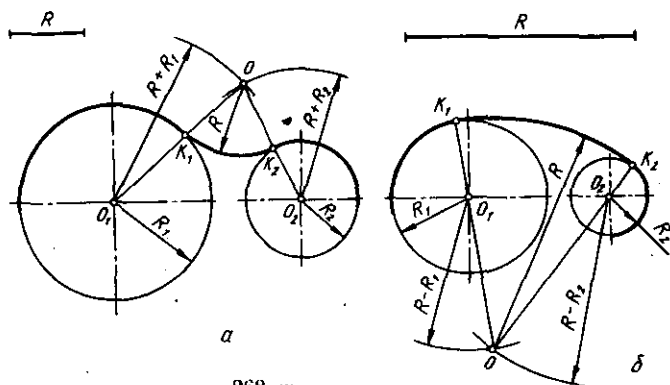


267-шакл.

267-шакл, в да ҳам айлана билан тўғри чизикнинг туташтирилиши кўрсатилган. Бу мисол ҳам 267-шакл, а дагидек бажарилади. Лекин ёрдамчи айлананинг радиуси туташтириш радиуси R_1 дан айлана радиуси R нинг айирмасига тенг ($R_1 - R$).

10.1.4. Икки айланани силлиқ туташтириш. Икки айланани силлиқ туташтиришнинг кўйидаги турлари мавжуд:

а) Радиуслари R_1 ва R_2 , марказлари O_1 ва O_2 бўлган айланаларни R радиусли ёй воситасида туташтириш керак. Бунинг учун айлана радиусларига туташма радиусини қўшиб, ҳосил бўлган $R_1 + R_2$ радиус билан O_1 нуктадан, $R_2 + R$ радиус билан O_2 нуктадан ёйлар чизилади. Ёйларнинг кесишган нуктаси O аниқланади. Сўнгра OO_1 ва OO_2 нукталар бирлаштирилади, натижада туташтириш кукталари K_1K_2 ҳосил бўлади. Кейин O нуктадан R радиус билан K_1K_2 нукталардан ўтувчи ёй чизилади (268-шакл, а). Радиусларнинг йиғиндисини аниқлаш учун алоҳида, ёрдамчи чизилган кесмалардан фойдаланилади.

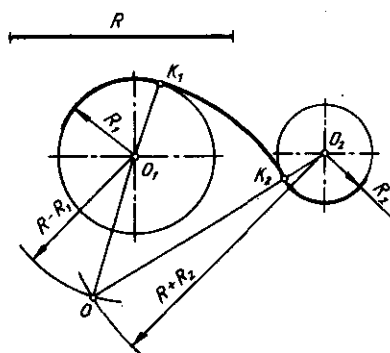


б) Радиуслари тегишлича R_1 ва R_2 ҳамда марказлари O_1 ва O_2 нукталарда бўлган айланаларни, R радиусли ёй воситасида ички туташтириш керак (268-шакл, б).

Бу мисолни ечиш учун туташма радиуси R дан берилган айланалар радиусларини айтариб ҳосил бўлган $R - R_1$ радиус билан O_1 марказдан, $R - R_2$ радиус билан O_2 марказлардан ёйлар чизилади. Ёйлар ўзаро кесишиб, туташма маркази O ни ҳосил қилади.

Сўнгра OO_1 ва OO_2 нукталар бирлаштирилиб, айланалар билан кесишгунча давом эттирилади ва туташтириш нукталари K_1, K_2 лар аниқланади. Кейин, O нуктадан R радиус билан туташма чизилади.

в) Радиуслари R_1 ва R_2 , марказлари O_1O_2 нукталар бўлган айланалар R радиус билан туташтирилсин, бунда



269- шакл.

туташма кичик айланага ташқи, катта айланага эса ички томони билан уриниши керак (269-шакл). Аввал O_1 марказдан $R - R_1$ радиус билан, O_2 марказдан эса $R + R_2$ радиус билан ёйлар чизилади. Ёйлар ўзаро кесилиб туташтириш марказини O ни беради. O нукта билан O_1 ва O_2 марказларни бирлаштириб, туташтириш нукталари K_1 ва K_2 топилади.

Сўнгра бу нукталар O нуктадан R радиусли ёй воситасида туташтирилади.

10.2- §. Эгри чизикларнинг график усулларда ясалиши

Нуктанинг маълум йўналишда узлуксиз ҳаракати натижасида қолдирган изига эгри чизиклар деб қаралади.

Агар эгри чизикнинг ҳамма нукталари битта текисликда ётса, текис эгри чизик, агар битта текисликда ётмаса фазовий эгри чизик дейилади. Машинасозликда асосан кўпроқ текис эгри чизиклардан ташкил топган деталлар ишлатилади. Шунинг учун бу параграфда текис эгри чизикларни график усулда ясалишларини кўриб чиқамиз.

Эгри чизиклар иккига бўлинади:

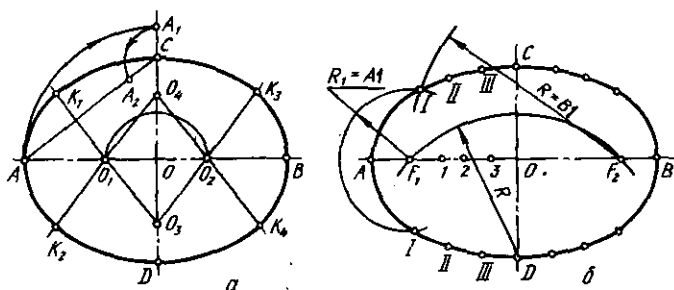
- а) циркуль ёрдамида чизиладиган эгри чизиклар;
 - б) лекало ёрдамида чизиладиган эгри чизиклар:
- буларга эллис, парабола, гиперболо, эвольвента ва шунга ўхшаш эгри чизиклар киради.

10.2.1. Циркуль ёрдамида чизиладиган эгри чизиклар. Циркуль ёрдамида чизиладиган эгри чизикларга асосан оваллар ва турли марказли ўрамлар киради. Машина деталларининг (қулачоклар, фланецлар, копчоклар ва ҳ.к.) кўпчилиги овал контуридан ташкил топган. Овал ҳар хил радиусли айлана ёйларидан иборат бўлган ёпик ва раён эгри чизикдир. Оваллар уч марказли ва кўп марказли

бўлади. Овални график усулда ясашга онд мисолларни кўрайлик.

Мисол. Овалнинг катта (AB) ва кичик (CD) ўқлари берилган. Шу ўқлар бўйича овал ясалиши керак (270-шакл, а).

Бунинг учун ўзаро перпендикуляр бўлган икки тўғри чизик ўтказилади, уларнинг кесишган O нуктасидан овал ўқларининг ярмисини олиб, ҳар икки томонга ўлчаб қўйилади ёки айлана чизилади. Кейин катта ва кичик ўқларнинг бирор, масалан A ва C нукталари бирлаштирилади. Сўнгра AC кесмадан AB ва CD кесмалар айирмасининг ярми CA_1 масофа айрилади. Аниқланган AA_2 кесмани иккига бўлувчи перпендикуляр чизик ўтказилади. Бу перпендикуляр AB ўқни O_1 нуктада, CD ўқни эса O_3 нуктада кесади. Ҳосил бўлган OO_1 ва OO_3 масофаларни O нуктадан ўқлар бўйича ўнг томонга ва юқорига ўлчаб қўйилади. Аниқланган O_1, O_2, O_3 ва O_4 нукталар овал эгри чизигини ҳосил қилувчи ёйларнинг марказларидир. Бу нукталар бирлаштирилса, ёйларни чегараловчи O_1O_3, O_1O_4, O_2O_3 ва O_2O_4 тўғри чизиклар ҳосил бўлади. Кейин O_1O_2 марказлардан $R_1 = O_1A = O_2B$ радиусларда ёй чизилади ва ниҳоят туташтириш нукталари ($K_1, K_2, K_3,$



270- шакл

K_4) топилади. Сўнгра O_3O_4 марказлардан $R_2 = O_3K_1$ радиусда ёй чизилади. Ёйларнинг йиғиндиси ёпик контур раван эгри чизик, овални ҳосил қилади.

10. 2. 2. Лекало ёрдамида чизиладиган эгри чизиклар. Лекало эгри чизиклари техникада катта аҳамиятга эга. Машина деталларининг ички ва ташқи киефалари ана

шу текис эгри чизиклардан иборат. Лекало эгри чизиклари қонуний ва қонунсиз турларга бўлинади. Қонуний эгри чизиклар бирор математик тенгламани ифодалаб эгри чизикни ташкил қилувчи нукталар тўплами аниқ бирон қонунга бўйсунди. Қонунсиз эгри чизиклар эса тахминий тасвирланиб, ҳеч қандай қонунга асосланмай эмпирик ҳолатга эга бўлади. Қонуний эгри чизиклар декарт координаталар тизимидаги тенгламаларга қараб алгебраик ва трансцендент эгри чизикларга бўлинади. Тенгламаси алгебраик функция орқали ифодаланган эгри чизик алгебраик, трансцендент функция билан ифодаланган эгри чизик эса трансцендент эгри чизик дейилади. Қонуний эгри чизикларга эллипс, парабола, гиперболола, циклоида, эпициклоида, гипоциклоида, эвольвента, Архимед спиралли, синусоида ва ҳ. к. лар қиради. Ана шу эгри чизиклардан баъзиларини график ясашига оид мисолларни кўриб чиқамиз. Эллипс фокуслари деб, аталувчи икки F_1 ва F_2 нуктадан узоқликларининг йиғиндисини ўзгармас миқдор бўлган нукталарнинг тўплами эллипс дейилади.

Эллипс қуришнинг бир нечта усуллари мавжуд бўлиб, улардан баъзилари билан танишиб чиқамиз.

1-мисол. Эллипснинг катта ўқи AB ва кичик ўқи CD берилган. Радиус векторлардан фойдаланиб эллипс ясалсин (270-шакл, б). Бунинг учун ўзаро перпендикуляр бўлган чизикларга AB ва CD ларнинг қийматлари ўлчаб қўйилади. D нуктани марказ қилиб,

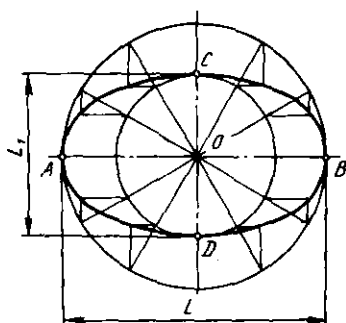
$R = \frac{AB}{2}$ радиусда ёй чизилади ва эллипснинг фокуслари F_1 ва F_2 аниқланади. F_1 нуктадан ўнг томонга ораликлари ошиб борувчи 1, 2, 3... нукталар белгиланади. Фокусларни марказ деб қабул қилиб, $R_1 = AF_1$ радиусда F_1 нуктадан, $R_2 = BF_1$ радиусда F_2 нуктадан ёйлар чизилади ва бу ёйларни кесишган 1,1 нукталари аниқланади. Қолган I, II, III ва ҳ. к. нукталар ҳам худди шу йўл билан топилади.

Топилган нукталарни кетма-кет равишда қилиб, лекалода туташтирилади, натижада ёпиқ текис эгри чизик ҳосил бўлади.

2-мисол. Эллипснинг катта ўқи $L = AB$, кичик ўқи $L_1 = CD$ лар берилган. Шу ўқлардан фойдаланиб, эллипс ясаш керак (271-шакл). Бу қуйидагича ясалади.

Ўқларнинг ўзаро кесишган O нуктасидан AB ва CD ларнинг ярмига тенг бўлган радиуслар билан айланалар

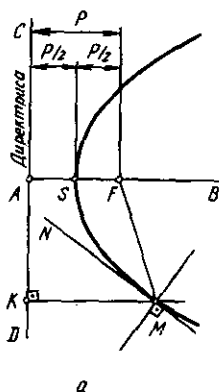
чизилади. Сўнгра айланалардан бирида бир нечта ихтиёрый нукталар (тенг 12 га бўлиш мақсадга мувофиқдир) танланади ва уларни O марказ билан бирлаштирилади. Бу чизиклар кичик айланани ҳам кесди. Кейин катта айланадаги нукталардан эллипснинг кичик (CD) ўқиға параллел қилиб чизик ўтказилади, кичик айланадаги нукталардан эса эллипснинг катта ўқи (AB) га параллел чизик ўтказилади. Бу параллел чизиклар ўзаро кесишиб, эллипснинг нукталарини ҳосил қилади. Аниқланган нукталар лекало ёрдамида кетма-кет бирлаштирилади ва текис эгри чизик (эллипс) ҳосил бўлади.



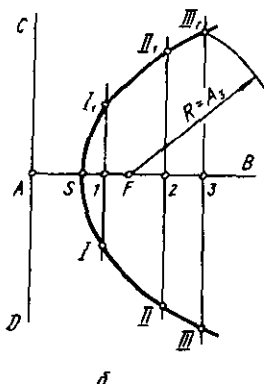
271- шакл.

Парабола. Ҳар қандай нуктасидан F фокус деб аталувчи нуктасигача ва CD директрисаси (тўғри чизик) гача бўлган масофалар ўзаро тенг бўлган эгри чизикка парабола дейилади (272-шакл, а). Бу ерда:

- F — парабола фокуси;
- CD — директриса;
- S — парабола учи;
- AB — парабола ўқи;



а



б

272- шакл.

FA — парабола параметри дейилади ва у P ҳарфи билан белгиланади.

Параболанинг учи фокус ва директрисаларнинг ўртасида бўлади, яъни $FS=SA$ дир. MF кесма парабола-ни радиус-векторини ташкил қилади, бунда $MF=MK$ бўлади. Параболанинг уринмаси MN , FMK бурчакнинг биссектрисаси бўйича, нормали эса шу уринмага перпендикуляр бўлиб ўтади. График усулда парабола яшашга оид мисолни кўриб чиқамиз.

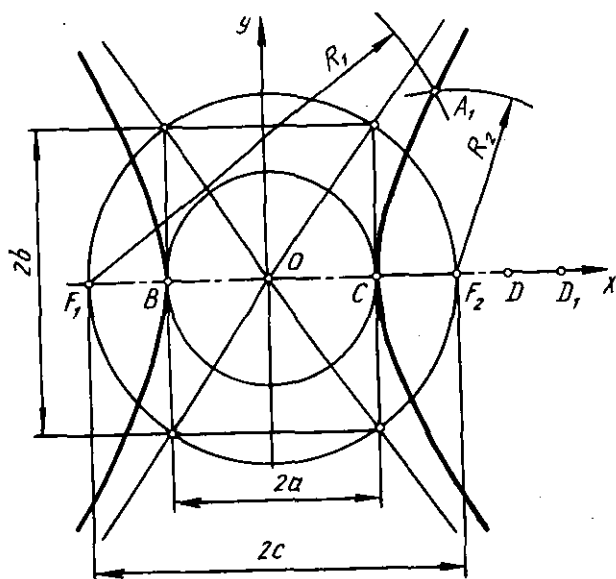
Мисол: Берилган фокуси F нукта ва директрисаси CD бўйича парабола ясалиши керак (272-шакл, б). Бунинг учун аввало параболанинг директрисаси CD ни чизиб, унга перпендикуляр бўлган, унинг AB ўқи ўтказилади. Сўнгра AB тўғри чизик устида фокус F нукта, FA кесмани иккига бўлиб, парабола учи S белгиланади. Кейин AB ўқда ўнг томон йўналишда S нуктадан кейин ихтиёрий бир неча нукталар (1, 2, 3, n) танланади ва бу нукталардан директрисага параллел қилиб ёрдамчи чизиклар ўтказилади. Циркуль ёрдамида $A_1, A_2, A_3...$ масофаларни ўлчаб, F нуктадан ўтказилган ёрдамчи чизикларни кесувчи ёйлар чизилади ва параболанинг $I_1, II_1, III_1...$ нукталари ҳосил қилинади.

Параболанинг тўғри чизикдаги III нуктасини топиш учун $R=A_3$ радиусда ёй чизилади. Қолган нукталар ҳам шундай топилади. Топилган нукталар текис лекало ёрдамида бирлаштирилади.

Гипербола. Гиперболанинг ҳар бир нуктасидан ҳақиқий ўқида жойлашган фокуслар деб аталувчи икки доимий нуктасига қадар бўлган масофаларнинг айирмаси ўзгармас микдордир ва у учлари орасидаги $2a$ масофага тенг. F_1F_2 нукталар гиперболанинг фокуслари бўлиб, $2C$ га тенг. Қуйида гиперболани график қурилишига оид мисол келтирилган (273-шакл).

Мисол: Гиперболанинг фокуслари $F_1F_2=2C$ ва унинг учлари $BC=2a$ берилган. Гипербола ясалиши керак (273-шакл).

Бунинг учун икки ўзаро перпендикуляр бўлган ўк чизикларини ўтказиб, уларни кесишган нуктасидан $2a$ ва $2c$ берилган масофаларни тегишлича ўлчаб қўйилади. Сўнгра X ўқда ихтиёрий $D, D_1, D_2...$ ва х. к. нукталар белгиланади. Кейин радиуси $R_1=BD_1$ масофада F_1 нуктадан ҳамда $R_2=CD_1$ радиусда F_2 нуктадан ёйлар чизилади. Бу ёйлар ўзаро кесишиб, гипербола ўнг канотининг A_1 ва A_1 нукталарини ҳосил қилади.

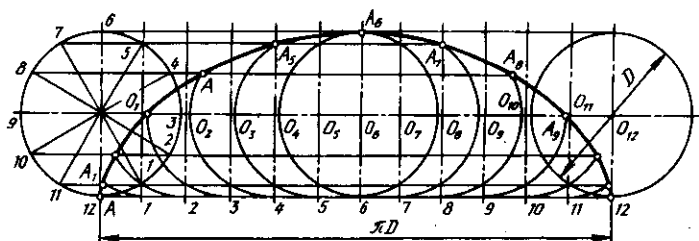


273-шакл.

Худди шу тартибда A_2A_2 , $A_3A_3...$ ва х. к. нукталар ҳам топилади. Иккинчи чап каноти ҳам биринчи канотига симметрик равишда топилади. Аниқланган нукталар равон қилиб туташтирилади. Натижада тенг томонли эгри чизик ҳосил бўлади.

Циклоида. Агар айлана бирор қўзғалмас тўғри чизик бўйича сурилмасдан юмаласа айлананинг тўғри чизикдаги уриниш нуктаси текис ва равон эгри чизик циклоида ҳосил қилади. Бу ерда: айлана ясовчи, тўғри чизик эса йўналтирувчи дейилади.

Мисол: Айлананинг диаметри D ва йўналтирувчи тўғри чизик $A-A_{12}$ берилган. Шулардан фойдаланиб циклоида ясалиши керак. Йўналтирувчи тўғри чизик $A-A_{12}$ ўтказилади (274-шакл). Сўнгра A нуктани белгилаб, ундан айлананинг узунлиги πD ўлчаб қўйилади ва шу узунликни тенг бўлақларга, масалан, ўн иккига бўлинади. Чизилган айланани ҳам ўн иккига бўлиб, бўлинган нукталардан $A-A_{12}$ чизикка параллел чизиклар ўтказилади. Бўлинган 1, 2... 12 нукталардан $A-A_{12}$ чизикка перпендикулярлар чиқарилади ва уларнинг айлана марказидан ўтувчи чизик билан кесишган



274- шакл.

$O_1, O_2, O_3 \dots O_{12}$ нукталар белгиланади. Сўнгра $O_1, O_2, O_3 \dots O_{12}$ марказлардан $R = \frac{D}{2}$ радиусда айланалар чизилади.

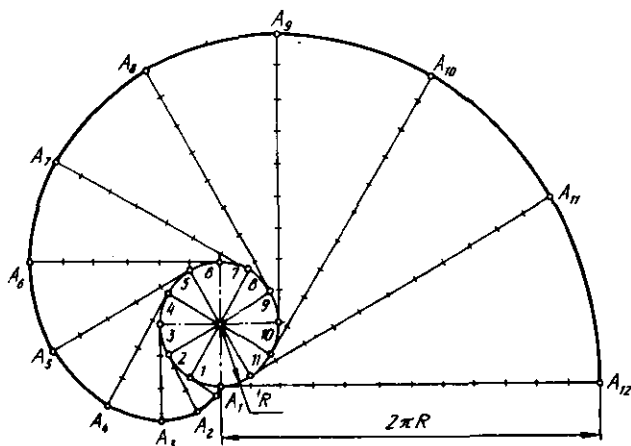
Бу айланалар 1, 2, 3, ...12 нукталардан ўтган параллел тўғри чизиклар билан кесишиб, $A_1, A_2, A_3 \dots A_{12}$ нукталарни ҳосил қилади. Аниқланган нукталарни лекало ёрдамида текис қилиб бирлаштирилса, циклоида эгри чизиги ҳосил бўлади (274-шакл).

Эвольвента. Бирор тўғри чизик қўзғалмас айлана бўйича узлуксиз уриниб ҳаракат қилса, яъни бу тўғри чизик сурилмасдан шу айлана бўйича юмаласа, тўғри чизикнинг ҳар бир нуктаси очик, раван эгри чизик ҳосил қилади. Бундай эгри чизикни эвольвента ёки айлана ёйилмаси дейилади. Эвольвентани график усул билан ясашни кўриб чиқайлик.

Мисол: Айлана радиуси R — берилган бўлиб эвольвента ясалиши керак (275-шакл). Берилган айлананинг радиусига мувофиқ айлана чизиб, уни тенг бўлақларга, масалан ўн иккига бўлинади. Ҳосил бўлган 1, 2, 3... 12 нукталардан айланага уринмалар ўтказилади. Охири уринма эвольвента қадамига, яъни айлана узунлиги $2\pi R$ га тенг бўлади. Қадамни ҳам ўн иккига бўламиз. Сўнгра айланадаги (1, 2, 3...) нукталардан шу нукталар орқали ўтган уринмаларга мос равишда $\frac{2\pi R}{2}, \frac{4\pi R}{12} \dots$

кесмалар ўлчаб қўйилади. Ҳосил бўлган $A_1, A_2, A_3 \dots A_{12}$ нукталарни лекало ёрдамида раван қилиб бирлаштирилади. Натижада айлана эвольвентаси ҳосил бўлади.

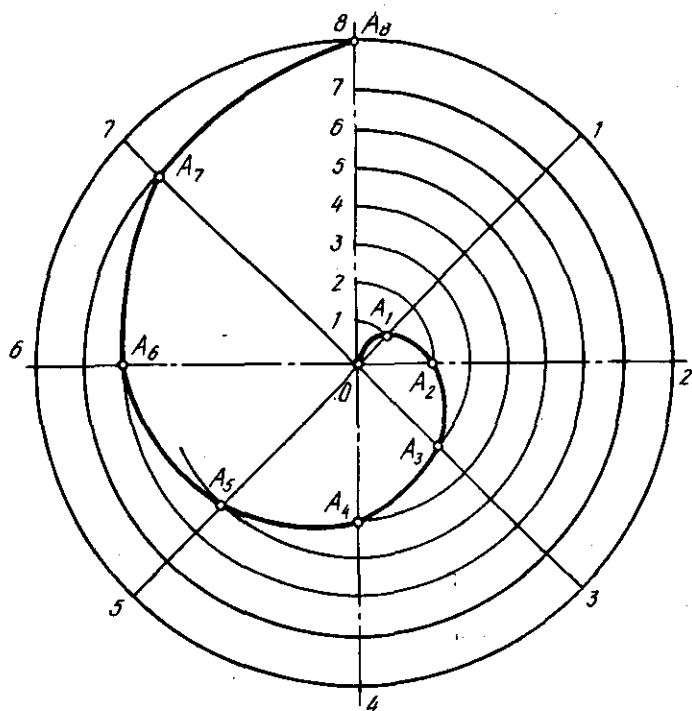
Архимед спирали. Агар бирор нукта (O) марказ атрофида текис айлана ҳаракат қилувчи тўғри чизик бўйича бир вақтда текис илгариланма ҳаракат қилса, бу нуктадан текис раван эгри чизик чизилади. Бу эгри



275- шакл.

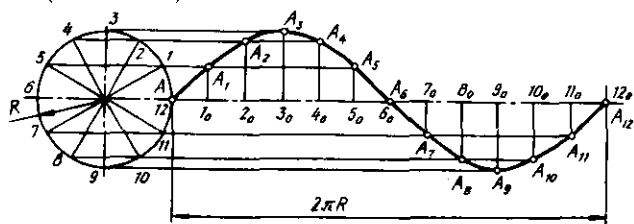
чизикни Архимед спирали дейилади. Тўғри чизикнинг бир марта айланиши вақтида нуктанинг тўғри чизик бўйлаб босган йўли Архимед спиралининг қадами деб аталади (276-шакл). Агар спиралнинг қадами $R=OA$ берилса, уни қуйидагича ясалади. OA радиус билан айлана чизилади ва шу айланани ҳамда OA кесмани тенг, масалан, саккиз бўлакка бўлинади. Айланада ҳосил бўлган 1, 2, 3, ... 8 нукталар O марказ билан бирлаштирилади. Натижада $OI, OII, OIII, \dots OVIII$ тўғри чизиклар (нурлар) ҳосил бўлади. Сўнгра O нуктани марказ қилиб, $OI, O2, O3, \dots O8$ радиусларда ёйлар чизилади. Ёйлар $OI, OII, OIII, \dots$ нурлар билан кесишиб, $A_1A_2A_3, \dots A_8$ нукталарни ҳосил қилади. Бундай ҳолатларни қуйидагича тушуниш мумкин. Масалан, OA радиус OI ҳолатни ишғол қилганда, яъни 45° га бурилганда, A нукта OA бўйича илгариланма ҳаракат қилиб, OI масофани босади ҳамда A_1 вазиятни ишғол қилади. Топилган $A_1, A_2, \dots A_8$ нукталарни лекало ёрдамида раво бирлаштирилса Архимед спирали ҳосил бўлади.

Синусоида. Синусни бурчагига нисбатан ўзгаришини тасвирловчи текис эгри чизик синусоида дейилади. Синусоида эгри чизигини ясаш учун айлана радиуси R берилган бўлиши керак. Берилган R радиус билан айлана чизилади ва уни тенг бўлақларга, масалан, ўн иккига бўлиб, 1, 2, 3, ... 12 нукталар ҳосил қилинади (277-шакл). Айлана маркази O нукта ва бошланғич



276- шакл.

А нукта бўйича $A-A_{12}$ тўғри чизик ўтказилади. Бу тўғри чизикка айлана узунлиги $2\pi R$ ўлчаб қўйилади ва у ҳам ўн икки бўлакка бўлинади ҳамда $1_0, 2_0, 3_0, \dots, 12_0$ нукталарга эга бўлинади. Бу нукталардан $A-A_{12}$ тўғри чизикка перпендикуляр чизиклар, айланадаги $1, 2, 3, \dots, 12$ нукталардан эса параллел чизиклар ўтказилади. Бу чизиклар мос равишда ўзаро кесишиб синусоиданинг $A, A_1, A_2, A_3, \dots, A_{12}$ нукталарини ҳосил қилади. Ҳосил бўлган нукталар текис қилиб кетма-кет бирлаштирилади (277-шакл).



277- шакл.

11- боб. БУЮМЛАРНИНГ ТАСВИРИ

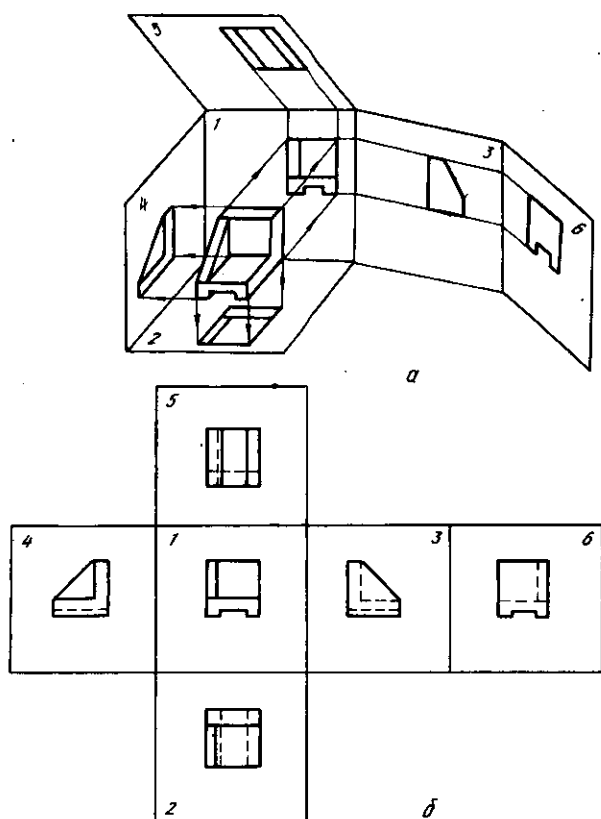
11.1- §. Жисмларнинг техник чизмаларини тасвирлаш — кўринишлар, кесимлар, қирқимлар

11.1.1. Тўғри бурчакли тасвирлар. Ҳар қандай буюм (деталь) турли оддий геометрик шакллардан ташкил топган бўлиб, уларнинг бирикмалари бирор деталнинг конструкциясини ҳосил қилади. Ана шундай буюмнинг геометрик шакли ва хусусиятлари тўғрисида мукаммалроқ тасаввурга эга бўлиш учун унинг текисликдаги тасвирини (чизмасини) тузишга тўғри келади. Бу тасвир буюмнинг фазодаги ҳақиқий шаклини тузиш имконини берувчи маълум геометрик қоидаларга амал қилинган ҳолда чизилган бўлиши керак. Бундай масалаларни ечишда чизма геометрия курсида баён этилган тўғри бурчакли проекциялаш усулидан фойдаланилади. Кўпинча деталларнинг, буюмларнинг ва бошқа ҳар қандай қурилмаларнинг конструкцияларини ҳосил қилишда, уларнинг техник чизмаларини тасвирлашда уларни ўзаро перпендикуляр бўлган уч текисликка проекциялаш етарли бўлмай, балки буюмнинг уч ва ундан ортиқ кўринишларини тасвирлашга тўғри келади. Чизмалар аниқ, яққолроқ бўлиши учун бир хил талаб ва қоидаларни ўз ичига олувчи ЕСКД стандартлардаги кўрсатмаларга риоя қилинган ҳолда чизилиши лозим. Қуйида юқоридаги стандартларда кўрсатилган қоидалар билан танишиб чиқамиз. Мазмунига қараб чизмалардаги тасвирлар кўриниш, кесим ва қирқимларга бўлинади. Тасвирлар сони буюм ёки деталларнинг оддий ва мураккаблигига қараб танланади. ГОСТ 2.305—68 да тасвирларнинг чизмада жойланиши қоида ва кўрсатмалари берилган.

Кўриниш. Буюм ёки деталларнинг кўриниб турган ташки қиёфасининг тасвирига кўриниш дейилади. Кўринишлар сони камроқ бўлиши учун деталнинг кўринмас қисмлари штрих чизик ёрдамида кўрсатилади.

Кўринишлар мазмунини ва уларнинг бажарилиш ҳолатларига қараб асосий, қўшимча ва маҳаллий каби кўринишларга бўлинади.

Асосий кўринишлар. Асосий кўринишда проекциялар текисликлари учун кубнинг олти томони қабул қилинади (278-шакл, а, б). Деталь фикран кубнинг ичига



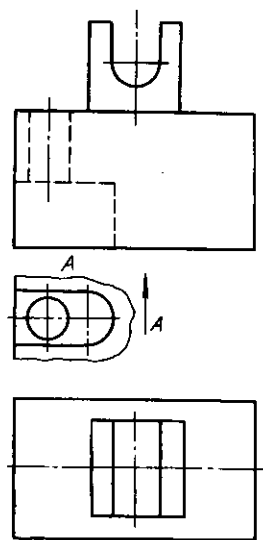
278-шакл.

жойлаштирилиб, унинг тасвири ҳар бир киррага туширилади, сўнгра 278-шакл, б да кўрсатилганидек кубни ёйиб чизма текислиги билан жипслаштирилади. Натижада деталнинг проекциялар текисликларидаги олти тасвирига эга бўлинади. Кўринишларнинг чизма майдонида бундай жойланишини проекцион боғланишлар дейилади. Кўринишлар қуйидаги номлар билан юритилади:

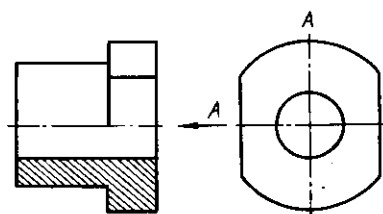
- 1 — олдан кўриниш ёки бош кўриниш;
- 2 — устдан кўриниш;
- 3 — чапдан кўриниш;
- 4 — ўнгдан кўриниш;
- 5 — остдан кўриниш;
- 6 — оркадан кўриниш.

Шуни айтиш керакки, оркадан кўриниш ўнгдан кўринишнинг ёнида ҳам жойлашиши мумкин. Чизмаларда кўринишлар номи ва проекцион боғланиш чизиқлари кўрсатилмайди. Лекин деталнинг кўринишлари ўзаро маълум масофада жойлашган бўлиб, бир-бирлари билан узвий боғланган бўлишлари керак. Масалан, устдан кўриниш олддан кўринишнинг тагига жойлаштирилади (279-шакл).

Чапдан кўриниш олддан кўринишнинг ўнг томонига, ўнгдан кўриниш эса унинг чап томонига жойлаштирилади. Агар бирор кўриниш (кирким) бош кўриниш билан проекцион боғланмаган ҳолда жойлашган ёки кўринишлар ҳар хил қоғозда жойлашган бўлса, кузатиб бориш йўналиши бошқача ҳарфда ёзилади. Масалан, А белги билан кўрсатилади. Бунда қайси томонга қараш кераклиги стрелка ва тегишли ҳарф билан кўрсатилади (280-шакл). Чизмаларда ўзаро проекцион боғланишда бўлмаган учта асосий ҳолатларни учратиш мумкин. Чунончи, бирорта кўриниш бош кўринишга нисбатан бошқа тасвир билан ажратилган (279-шакл); кўринишлардан бирортаси бош кўринишга нисбатан силжиб тасвирланган (280-шакл); кўринишлар бош



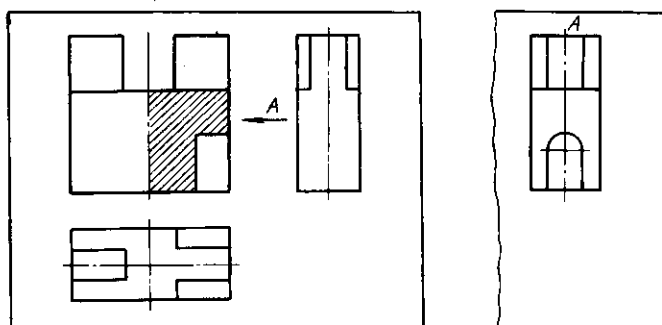
279- шакл.



280- шакл.

кўринишга нисбатан бошқа-бошқа қоғозларда тасвирланган бўладилар (281-шакл).

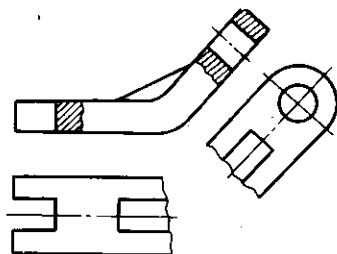
Кўшимча кўринишлар. Буюмнинг асосий проекциялар текисликларига нисбатан параллел бўлмаган текисликдаги тасвирига қўшимча кўриниш дейилади. Буюмнинг бирор қисмининг асосий олти кўринишларда, унинг шак-



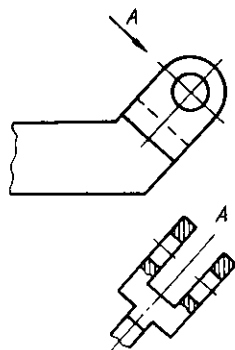
281- шакл.

ли ва ўлчамларини аниқ кўрсатиш имкони бўлмаган ҳолатларда кўшимча кўриниш усулидан фойдаланилади. Бунда шакл асосий кўриниш текисликларига нисбатан параллел бўлмаган ёрдамчи текисликларда ҳосил бўлади.

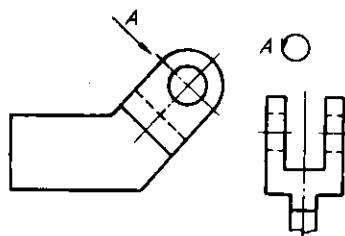
282-шаклда асосий проекциялар текисликларига нисбатан қия қисмига эга бўлган деталнинг чизмаси тасвирланган. Бу деталь асосий текисликларга проекцияланса унинг қия қисми киришиб (айлана эллипс



282- шакл.



283- шакл.



284- шакл.

кўринишида ўлчамлар киришиб) тасвирланади. Бу эса чизмани ўқишни ва детални тасаввур қилишни бирмунча қийинлаштиради. Шунинг учун деталнинг қия қисмига параллел бўлган текисликка унинг шаклини тасвирлаш тавсия этилади. Натижада шакл ўзининг ҳақиқий кўриниши билан тасвирланади.

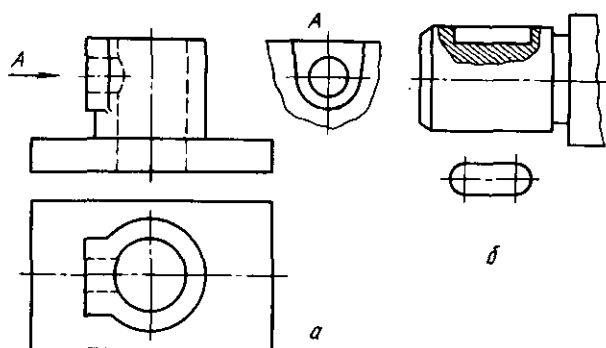
Агар кўшимча кўриниш асосий тасвир билан ўзаро проекцион боғланишда жойлашган бўлса стрелка ва кўриниш ёзувлари кўрсатилмайди, борди-ю кўшимча кўринишлар бош кўринишга нисбатан силжиб тасвирланса стрелка ва кўриниш ёзувлари А харфи кўрсатилади (283-шакл).

Чизмаларни ўқиш осон бўлиши учун кўшимча кўринишлар буриб кўрсатилади. Бунда кўринишнинг бош тасвири сақланиб қолади. Бундай ҳолларда кўриниш харфи ёнига доира чизилиб, кўринишнинг бурилганлиги стрелка орқали кўрсатилади (284-шакл).

Маҳаллий кўринишлар. Маҳаллий кўриниш деб деталларнинг айрим чегараланган қисмларининг тасвирига айтилади. Маҳаллий кўринишлар асосан икки ҳолатларда тасвирланиши мумкин: Биринчи ҳолатда маҳаллий кўриниш деталнинг тасвирланадиган юзаси билан қўшилиб, узлуксиз тўлқинсимон чизик орқали чегараланган ҳолларда чизилиб кўрсатилади (285-шакл, а).

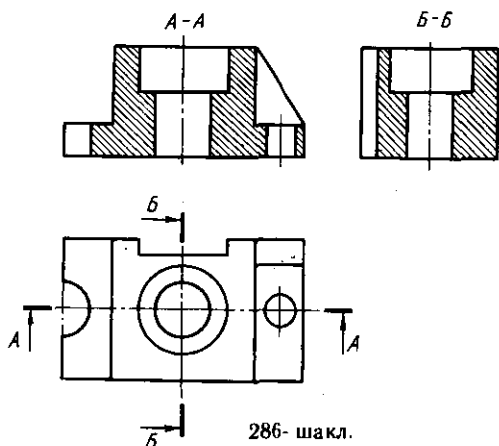
Иккинчи ҳолатда деталнинг тасвирланадиган қисми фақат ўзининг кўринар контур чизиги билан кўрсатилади. Бунда тўлқинсимон чизик кўрсатилмайди (285-шакл, б). Ҳар икки ҳолда ҳам маҳаллий кўриниш кўшимча кўринишдагидек стрелка ва кўриниш ёзувлари билан ифодалаб кўрсатилади.

11.1.2. Қирқимлар. Техникада ишлатиладиган деталларнинг ички тузилишлари ҳар хил геометрик шакллардан ташкил топган бўлиб, чизмада улар штрих чизиклар билан кўрсатилади. Бундай ҳол чизмаларни ўқишни бирмунча қийинлаштиради. Буюмларни чизмалари бўйича мукамал тасаввур қилиш ва уларнинг ички тузилишларини аниқ қилиб кўрсатиш учун шартли равишда қабул қилинган «қирқимлар усули» қўлланади. Қирқимлар ҳам ГОСТ 2.305—68 да кўрсатилган қоидаларга мувофиқ бажарилади. Қирқим деб, буюмнинг битта ёки бир нечта фазовий текисликлар билан фикран кесилишидан ҳосил бўлган тасвирий қисмига айтилади.



285- шакл.

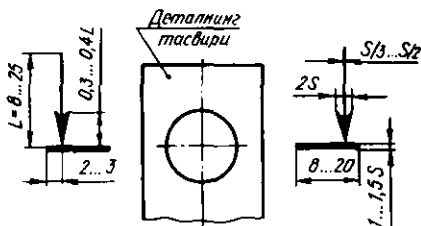
Бунда текисликнинг кесишган жойи ва унинг орқасида кўриниб қолган чизиклари (кисмлари) кўрсатилади (286-шакл). Қирким коидасига кўра буюмнинг маълум бир жойидан фикран кесувчи текислик ўтказилади. Буюмнинг кузатувчи ва кесувчи текислик орасидаги кисми фикран олиб ташланади ва қолган кисми ўз ўрнида тегишли асосий проекциялар текисликларидан бирортасига ёки чизма майдонининг бўш жойига тасвирланади. Айрим ҳолларда қиркимлар керакли ёзувлар билан кўрсатилади.



286- шакл.

Энди қиркимларни ҳосил бўлиш белгилари билан танишиб чиқамиз. Қиркимлардаги кесувчи текисликлар узук йўғон кесим чизиғи билан кўрсатилади, қиркимнинг бош ва охири кесим чизиғига перпендику-

ляр килиб қирким тас-
вирининг йўналишини
кўрсатувчи стрелка чи-
зилади (287-шакл).
Стрелка штрих чизик-
нинг охиридан 2—3 мм
масофада ўтказилади.
Қирким текислиги бос-
мача ҳарф билан



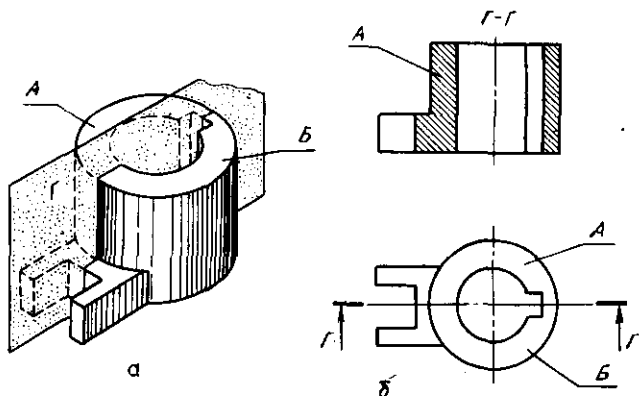
287-шакл.

тасвир тепасига икки ҳарф орасига чизик чизиб, масалан, А—А кўринишида ифодаланади. Узук чизикнинг йўғонли-
ги $(1..1,5)S$ бўлади.

S — чизмадаги кўринар контур чизикнинг йўғонлиги:
штрих чизикнинг узунлиги эса 8—10 мм га тенг.
Деталнинг қиркимга (кесимга) тушган жойи штрих-
лаб қўйилади. Агар қиркимдаги кесувчи текисликлар
деталнинг симметрия текисликлари билан қўшилиб қолса,
юқоридаги ёзувлар кўрсатилмайди.

288-шакл, а, б да детални фронтал проекциялар
текислигига параллел бўлган Г текислик билан кесилиши
кўрсатилган. Г текислик детални шартли равишда А ва
В қисмларга бўлади. Бунда кузатувчига яқин бўлган
В қисми фикран олиб ташланади. Қолган А қисмини бош
кўринишга проекциялаб, текисликнинг кесишган жойи (ке-
симини) ва унинг орқасидаги кўриниб қолган чизиклари
тасвирланади.

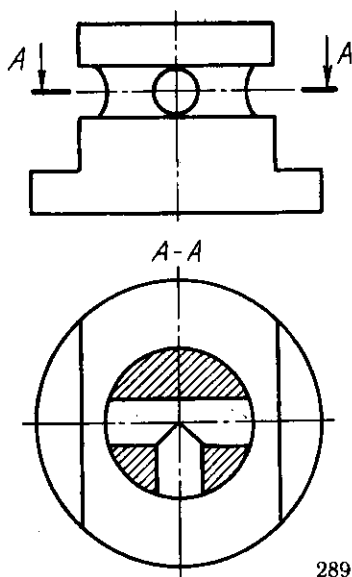
Қирким турлари. Кесувчи текисликларнинг жойла-
шиш ҳолатларига кўра қиркимлар горизонтал, верти-



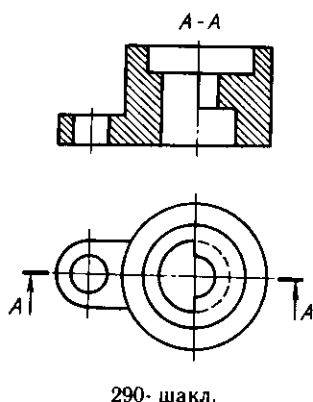
288-шакл.

кал ҳамда оғма қиркимларга бўлинади. Бундан ташқари кесувчи текисликларнинг сонига қараб қиркимлар оддий, мураккаб ва маҳаллийга ажралади.

Оддий қиркимларда кесувчи текислик битта бўлиб, Π_1 текисликка нисбатан жойлашиш ҳолатига қараб у горизонтал, фронтал, профил ва оғма қиркимларга бўлинади. Горизонтал қиркимда кесувчи текислик Π_1 текисликка параллел бўлади (289-шакл). Фронтал қиркимда кесувчи текислик Π_1 текисликка нисбатан перпендикуляр ва Π_2 га параллел жойлашган бўлади. Бунга 286, 290-шакллардаги А—А қиркимларни мисол қилиш мумкин. Агар кесувчи текислик Π_3 текисликка параллел жойлашган бўлса, профил қирким дейилади. 286-шаклдаги Б—Б текислик билан кесилган қирким профил қиркимдир.

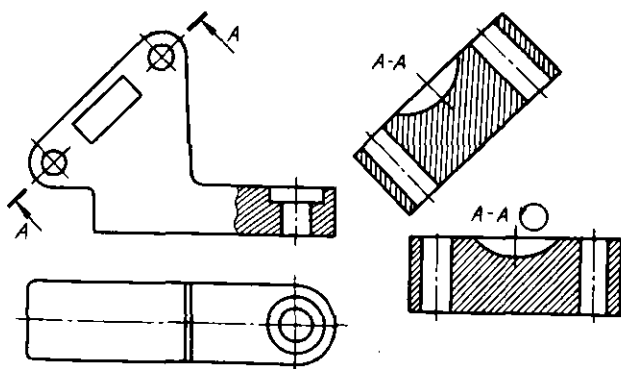


289- шакл.



290- шакл.

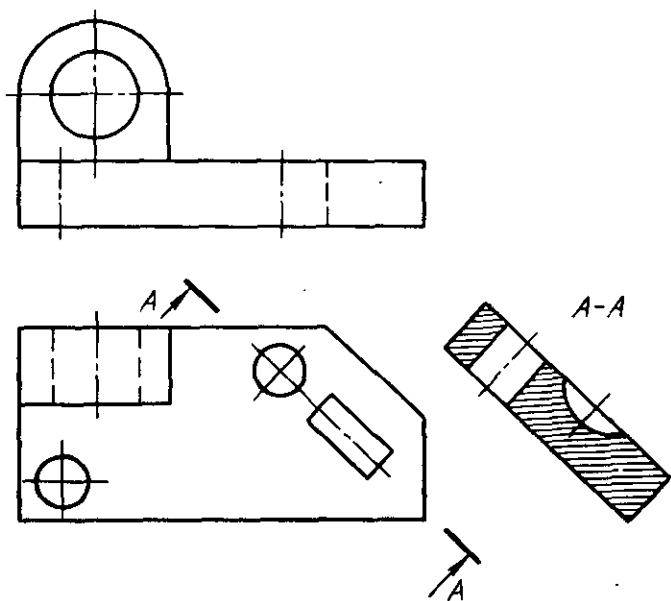
Оғма қиркимларда кесувчи текислик Π_1 текислик билан ўтқир ёки ўтмас бурчак ташкил қилади. 291-шаклдаги кесувчи А—А текислик Π_1 текислик билан ўтқир бурчак ташкил қилади, яъни Π_1 текисликка нисбатан оғмадир. Бунда қиркимни стрелка йўналиши бўйича проекцион боғланишда, ёки чизма майдонининг хоҳлаган жойига жойлаштириш мумкин. Бундан ташқари шу чиз-



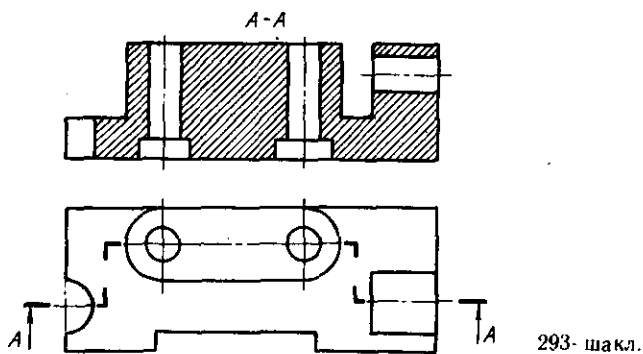
291- шакл.

манинг бош кўринишида маҳаллий қирқим тўлқин-симон чизик ёрдамида деталдаги цилиндрик тешиклар кўрсатилган. Бундан ташқари амалдаги детални фронтал ёки профил проекциялар текисликларига параллел бўлмаган текислик билан ҳам қирқиб кўрсатилади. Бундай ҳолда қирқим кузатувчи томонидан белгиланган бўлиб, кесувчи текисликка қўйилган стрелканинг йўналиши бўйича бажарилади. Масалан, 292-шаклда $A-A$ текислик билан вертикал қирқимнинг бажарилиши кўрсатилган. Айрим ҳолларда деталнинг ҳамма элементларини битта текислик билан кўрсатиб бўлмайди. Бундай ҳолларда мураккаб қирқим ишлатилади. Агар буюмнинг кўринмайдиган қисмларини икки ва ундан ортиқ текисликлар билан қирқиб кўрсатилса мураккаб қирқим ҳосил бўлади (293-шакл). Мураккаб қирқим поғонали ва синдирилган (синик) бўлади. Текисликларнинг сонидан катъи назар, кесувчи текисликларнинг жойлашиш ҳолатлари қирқимнинг боши ва охирида штрих кесим чизиғи бир хил ҳарфлар билан ифодаланади, қирқим йўналиши эса стрелка билан кўрсатилади (293-шаклда $A-A$ қирқим).

Деталь икки ва ундан ортиқ ўзаро параллел кесувчи текисликлар билан қирқилса, поғонали мураккаб қирқим ҳосил бўлади. 293-шаклда иккита ўзаро параллел текисликлар билан қирқилган фронтал поғонали қирқимнинг тасвирланиши кўрсатилган. Кесувчи текислик излари $A-A$ билан белгиланган.



292- шакл.

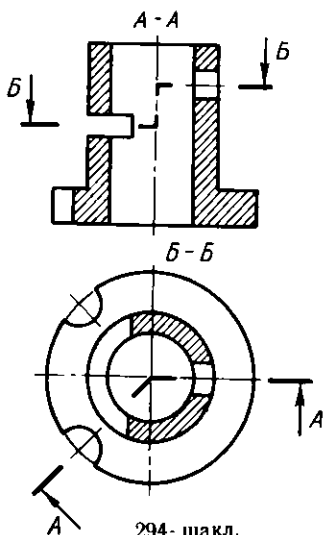


293- шакл.

294-шаклда ўзаро параллел икки текислик билан кесилган горизонтал поғонали мураккаб қирқимнинг бажарилиши келтирилган. Бу ерда текислик излари Б—Б кўринишда белгиланган.

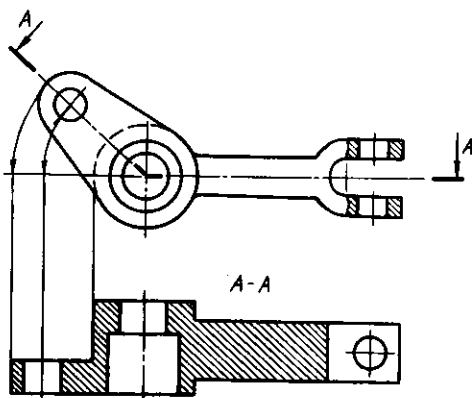
Юқоридаги ҳар икки ҳолатда ҳам кесим юзаси битта текисликка келтирилиб тасвирланади. Детал икки ва ундан ортиқ ўзаро кесишувчи текисликлар билан

қирқилганда ҳосил бўлган қирқимга синдирилган қирқим деб айтилади. Бунда кесувчи текисликлардан бири проекциялар текисликларига қия жойлашган бўлса у текислик проекциялар текислигига параллел жойлашган текислик билан битта текислик ҳосил қилгунча айлантирилади. Натижада қия текисликдаги қирқим проекциялар текислигига ўзининг ҳақиқий кўриниши билан тасвирланади. 294-шаклда деталнинг икки кесишувчи текисликлар билан қирқилиши кўрсатилган. Бунда чап томондаги текислики фронтал текислик билан битта текислик ҳосил қилгунча айлантирилади. Бунда қия текисликдаги кўриниш ҳам ўзининг ҳақиқий катталиги бўйича проекцияланади.

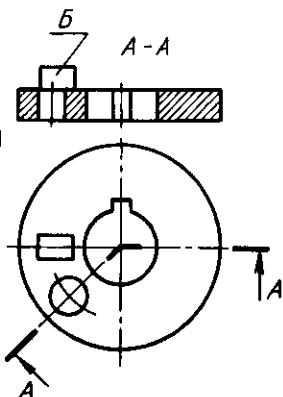


294- шакл.

295-шаклдаги мисолда эса икки кесишувчи текисликлардан биттаси горизонтал проекциялар текислигига қия жойлашган. Шунинг учун бу текислик горизонтал текислик билан битта текисликка тушгунча айлантирилади, сўнгра қирқим тасвирланади. Бу ерда



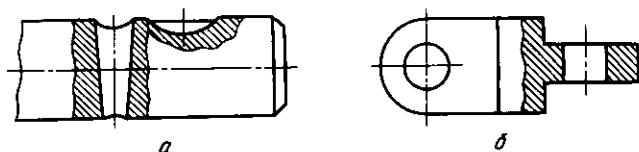
295- шакл.



296- шакл.

текислик излари $A-A$ кўринишда белгиланган. Кесишувчи текисликлар айлантирилганда унинг орқасидаги элементлар ўз ҳолатини ўзгартирмайди, яъни айланмайди. 296-шаклда деталдаги B — элемент кесувчи $A-A$ текислик орқасида бўлганлиги учун унинг фронтал проекциялар текислигида ўзгармасдан тасвирланиши кўрсатилган.

Чизмаларда деталларнинг бирор кичик қисмларини аниқлаш учун маҳаллий қирқимдан фойдаланилади. Чизмаларда маҳаллий қирқим $s/2 \dots s/3$ йўғонликдаги тўлқинсимон туташ чизик билан чегаралаб кўрсатилади (297-шакл, а, б).



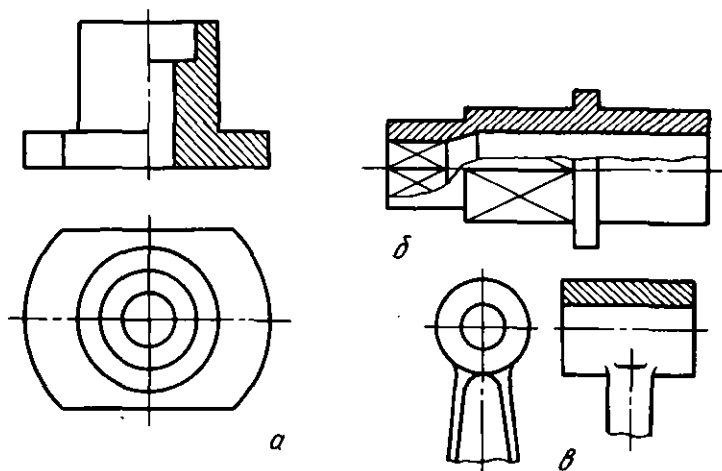
297- шакл.

Чизмаларда тасвирлар сонини камайтириш мақсадида буюмнинг кўринган қисми билан қирқимга тушган жойини қўшиб тасвирлаш тавсия этилади. ГОСТ 2.305—68 да кўриниш ва қирқимларни бирлаштириб тасвирлашнинг асосий учта кўриниши кўрсатилган:

1. Кўринишнинг ярми билан қирқимнинг ярми қўшилганда, уларнинг ҳар бири симметрик шакллар қисмидан иборат бўлиб, уларни симметрия ўқи ажратиб туради. Бунда қирқим деталнинг симметрия ўқида нисбатан ўнг томонига берилади (298-шакл, а).

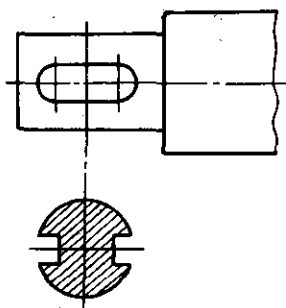
2. Деталь кўринишининг ярми билан қирқимнинг ярми қўшилганда, симметрия ўқи билан, бирор чизик, масалан, коворга чизиги устма-уст тушса, кўриниш қирқимдан тўлқинсимон туташ чизик билан ажралиб, қирра чизик сақланиб қолади. 298-шакл, б да симметрик деталнинг қирқимида ички ва ташқи қирра чизиклари тўлқинсимон чизик билан ажратиб кўрсатилган.

3. Буюмнинг кўриниш ва қирқим қисмини ажратишда буюмнинг бир қисмини агар айланиш сирти бўлса симметрия текислигининг изи билан қўшилиб қолувчи ингичка штрих-пунктир чизик билан кўрсатиш тавсия этилади (298-шакл, в).

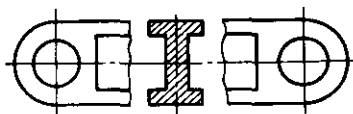


298- шакл.

11.1.3. Кесимлар. Буюмнинг битта ёки бир нечта текисликлар билан фикран кесилишида ана шу кесишган жойнинг чизмада тасвирланиши кесим деб айтилади. Деталнинг чизмадаги кўриниши, унинг барча томонларини мукамал тўла аниқлаш имконини бермайди. Бундай ҳолларда кесим қўлланилади. Кесим ҳам қирқимга ўхшаш шартли тасвирдир. Чунки кесим шакли детал билан бирга жойлашган бўлиб, уни шартли равишда фикран ажратиб олиб, чизма майдонининг бўш жойига чизилади. Кесимнинг чизма тасвирини ўзида ёки четга чиқариб чизиш мумкин. Шунинг учун у четга чиқарилган ва чизма устида кўрсатилган кесимларга бўлинади. Четга чиқарилган



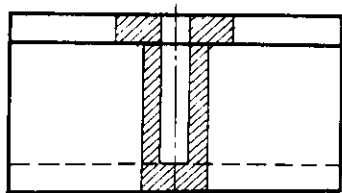
299- шакл.



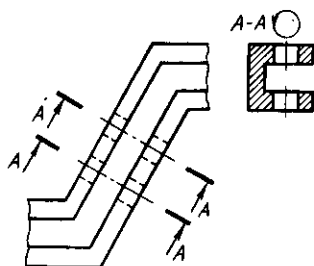
300- шакл.

кесим асосий контур чизик билан, тасвир устида чизилган кесим эса ингичка туташ чизик билан чизилади (299, 301- шакллар).

Кесимнинг кўриниши кирқилган контур чизиклар оралиғида жойлашган бўлиши мумкин (300-шакл). Бундан ташқари четга чиқариб чизилган кесимни буриб чизиш мумкин. Бундай ҳолда ҳарф ёнига доира чизилади ва стрелка орқали бурилиш белгиси кўрсатилади (302-шакл).

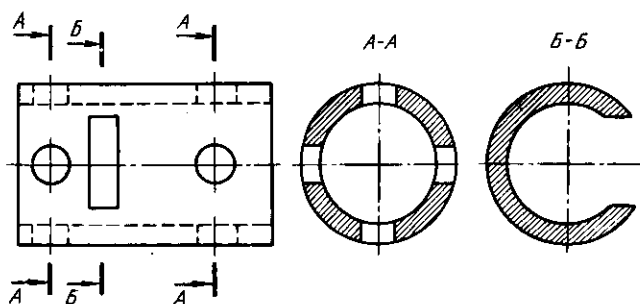


301-шакл.



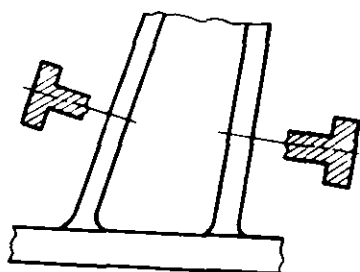
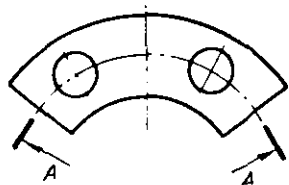
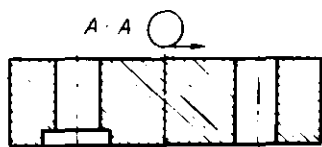
302-шакл.

Битта буюмдаги бир нечта бир хил кесимлардан биттаси чизиб кўрсатилади, лекин барча кесим чизиклари бир хил ҳарфлар билан белгиланади (303-шакл).



303-шакл.

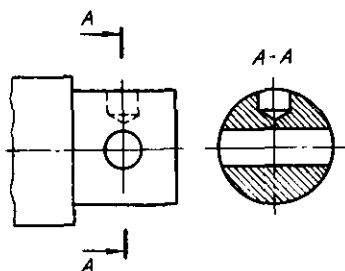
Цилиндрик сиртларнинг кесимини тасвирлашда унинг битта проекциясида цилиндр текисликка ёйилган вазиятда кўрсатилади (304-шакл) ва ҳарф олдида ёйиш белгиси қўйилади. Агар деталдаги қирралар бир-бирига параллел бўлмаса мураккаб кесим берилади. 305-шаклда худди шундай кесимнинг бажарилиши кўрсатилган.



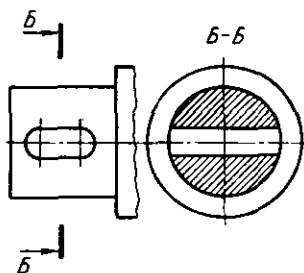
305- шакл.

304- шакл.

Агар кесувчи текислик айланиш сиртини унинг ўқи орқали ўтиб, сиртдаги айлана ва чуқурликларни чегаралаб турса, ундаги контур чизикларнинг барчаси кесимда кўрсатилади (306- шакл).



306- шакл.

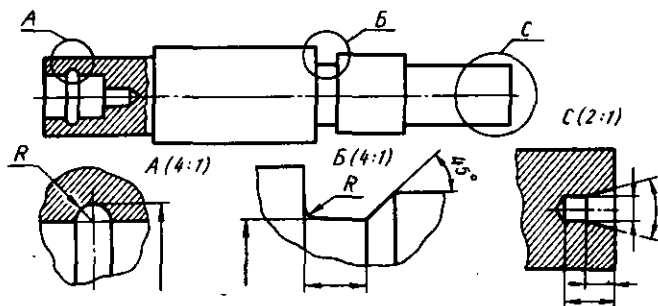


307- шакл.

Агар кесувчи текислик юмалок бўлмаган тешик орқали ўтиб, мустикал кесимга эга бўлса, кесим ўрнига қирким тасвирланади (307- шакл).

11.1.4. Четга чиқариш элементлари. Машинасозлик чизмачилигидаги айрим соддалаштиришлар. Буюмларнинг айрим қисмларининг шаклан тузилишлари кичик бўлганлиги учун уларни ўқиш ва тўла маълумот олиш бирмунча қийин бўлади. Шунинг учун чизмачиликда четга чиқариш элементлари деб аталувчи коида қўлланади. Бунда четга чиқариб чизилиши лозим бўлган элемент асосий чизмада ингичка туташ ёпик чизик билан айлана ва овал кўринишида чегараланади сўнгра ундан тоқча чизик чиқариб босма ҳарф ёки араб раками билан ёнма-ён

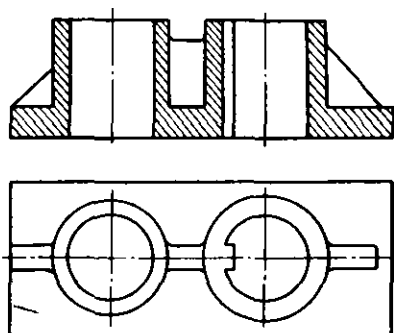
белгиланади (308-шакл). Чикарилган элемент катта-лашган вазиятда тасвирланиб, у тўла маълумотларга эга бўлади. Четга чикарилган элемент тасвирининг тепасига қабул қилинган белги ва масштаб 308-шаклдагидек кўрсатилади. Четга чикарилган элемент чизмаси иложи борида асосий чизмага яқин қилиб чизилиши мақсадга мувофиқдир.



308-шакл.

Буюмларнинг чизмаларини тасвирлашда, уларнинг аниқлик ва яққоллик кўринишлари сақланган—ҳолда, чизма ишларини ҳажмини бирмунча камайтириш, вақтни тежаш мақсадларида ГОСТ 2. 305—68 га асосан айрим шартлиликлар ва соддалаштиришлар қабул қилинган. Шулардан айримлари билан танишиб чиқамиз.

Масалан, деталлардаги юпка деворлар, когурғалар ва шунга ўхшаш элементларни кесувчи текислик бўйламаси (узунаси) бўйича кесиб ўтса у штрихланмай кўрсатилади.

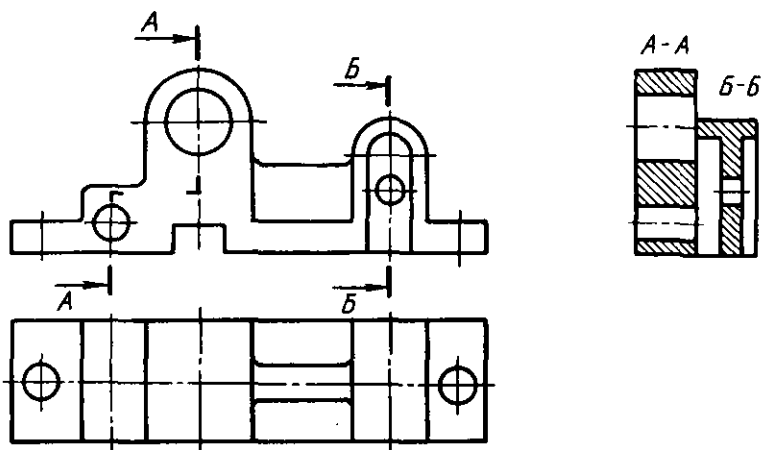


309-шакл.

309-шаклда когурға, ички элемент ва юпка деворлар штрихсиз кўрсатилган, чунки кесувчи текислик детални бўйи томон кесиб ўтган.

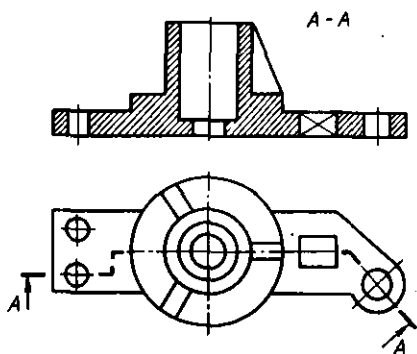
Агар чизмаларда бир нечта қирчимлар бажарилиб, уларнинг ҳар бири симметрик шакллардан иборат бўлса, қирчимларни ён-ма-ён вазиятда битта тасвирда кўрсатиш руҳ-сат этилади.

310- шаклда ярим профил мураккаб А — А ва ярим профил оддий Б — Б киркимлар битта тасвирда ёнма-ён жойлаштириб кўрсатилган. Шунга ўхшаш чизмаларда мураккаб поғонали ва синдирилган киркимларни биргаликда

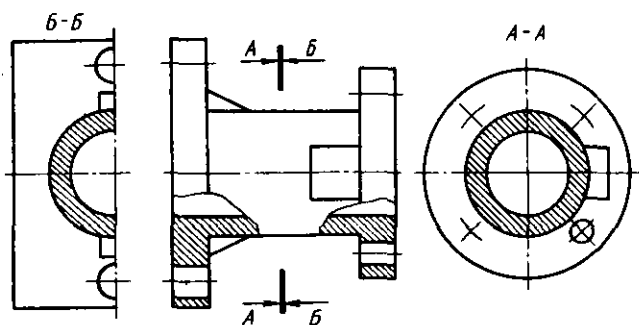


310- шакл.

битта тасвирда кўрсатиш мумкин (311-шакл). Бунда кесувчи текислик орқасидаги киришиб тасвирланувчи элементлар кўрсатилмайди (агар детал тузилишига тушунча бериш талаб қилинмаса). Бунга 311- шаклдаги чизманинг чап томонидаги коворға мисол бўлади. Буюмнинг икки хил ҳолатдаги шаклларини киркимда кўрсатиш учун уларнинг тасвирини битта текислик билан кесиб, уларга ҳар икки йўналиш бўйича стрелка қўйилиб, ҳар хил ҳарфлар билан белгиланади. 312- шаклдаги А — А ва Б — Б киркимлар мисол бўлади. Тасвирлар сонини камайитириш мақсадида кузатувчи ва кесувчи текисликлар оралиғида жойлашган детал элементларини йўғон штрихпунктир чизик



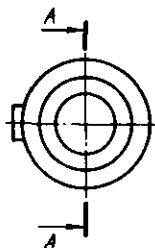
311- шакл.



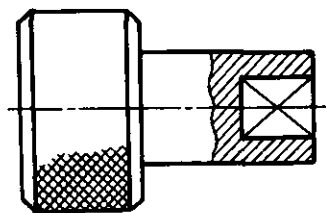
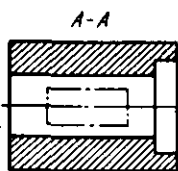
312- шакл.

билан кўрсатиш тавсия этилади (313- шакл).

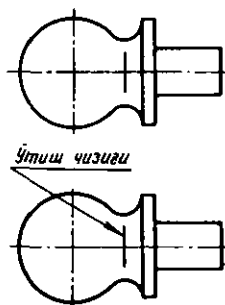
Текис сиртлардаги тўғри тўртбурчак ва квадрат шаклларни тасвирда ингичка туташ чизик билан диагональ ўтказиб кўрсатилади (214- шакл). Деталнинг барча томони тўрсимон ва ариқчасимон элементлардан ташкил топган қисми катак кўринишида штрихлаб кўрсатилади (314- шакл). Икки сиртнинг кесишиш чизиғи ингичка



313- шакл.



314- шакл.



315- шакл.

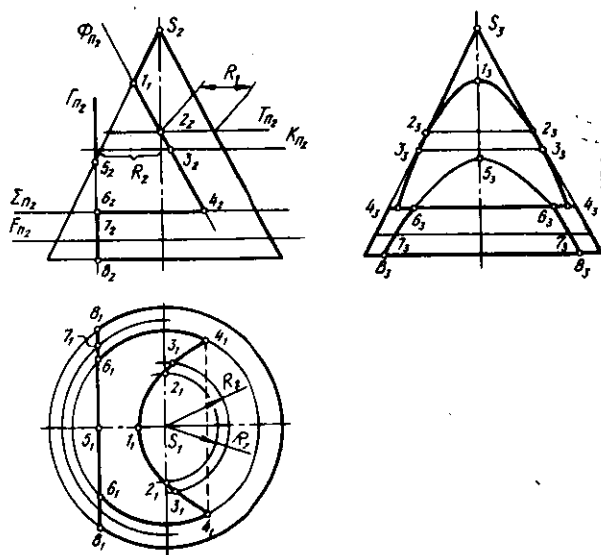
туташ чизик билан шартли ифода-
ланб, ҳар икки томондан контур
чизикка етказилмайди (315- шакл).
Соддалаштиришлар билан тўлароқ
танишиш учун ГОСТ 2.305—
68 (СТСЭВ 363—77) билан му-
камал равишда танишиб чиқиш
тавсия этилади.

**11.1.5. Қирқим ва кесимларнинг
амалда қўлланиши.** Буюмларнинг
чизмаларини тузишда қирқим ва
кесимларнинг қўлланишини бир

неча мисолларда кўриб чиқамиз. 316-шаклда Φ , Γ ва Σ текисликлар билан кесилган конус сиртининг фронтал проекцияси берилган. Унинг горизонтал, фронтал ва профил проекцияларида текисликлар билан кесишган эгри чизиклари ясалиши керак. Кесимларнинг ҳосил бўлишини аниқ тасаввур қилиш учун унда ётувчи нукталарнинг тегишли проекцияларини аниқлаш масаланинг ечилишини осонлаштиради. Масалан, Φ текислик конус сиртини парабола эгри чизиги бўйича кесиб ўтиб, $1/1_1 1_2/$ ва $4/4_1 4_2/$ нукталар билан чегараланган. Ердамчи оралик нукталар кесувчи текисликлардан фойдаланиб аниқланади. Ердамчи T_2 ва K_2 текисликлар сиртни R_1 ва R_2 радиусли айлана бўйича кесиб, Φ текислик билан кесишиб $2/2_1 2_2/$, $3/3_1 3_2/$ нукталарни ҳосил қилади. Аниқланган, 1_1 , 2_1 , 3_1 ... нукталарни ўзаро туташтириб, изланаётган эгри чизикка эга бўлинади. Γ текислик конус сиртини гипербола чизиги бўйича кесади ва 6—8 нукталар бўйича чегараланади. Қўшимча (оралик) $7/7_1 7_2/$ нуктаси эса Γ_2 текислик ёрдамида топилади.

Σ текислик сиртни айлана ёйи бўйича 4—6 нукталарда кесиб ўтади.

Аниқланган нукталарнинг горизонтал ва фронтал проекцияларига кўра, уларнинг профил 1_3 , 2_3 , 3_3 ...

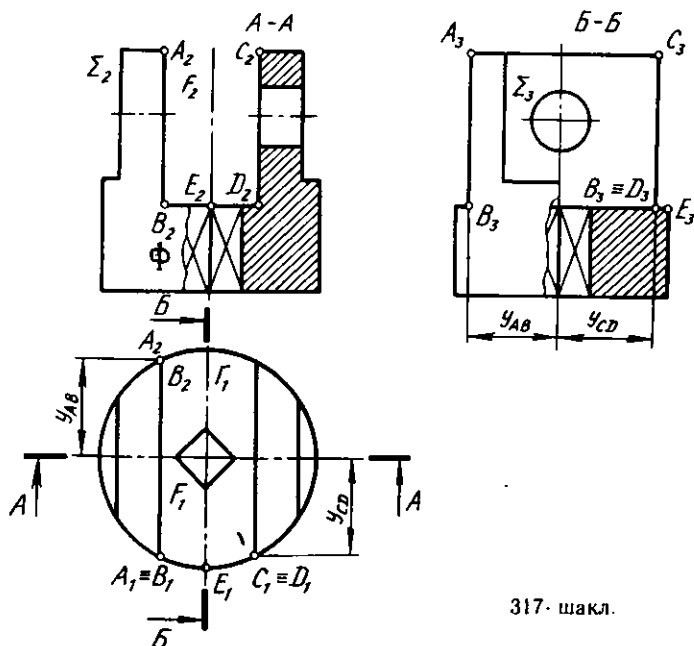


316-шакл.

проекциялари топилади. Аниқланган ҳар бир текисликка тегишли нукталар ўзаро туташтирилиб, Π_1 , Π_2 , ва Π_3 проекциялар текисликларидаги эгри чизиклар ҳосил қилинади.

317-шаклда муфтага ўхшаш детални горизонтал ва фронтал проекциялари берилган. Ана шу проекцияларига кўра унинг учинчи (профил) проекциясини ясаш ва керакли бўлган қиркимларни бажариш талаб қилинади. Бу сирт асосан айлана цилиндр сиртидан иборат бўлиб, унинг ясовчиларига параллел ёки перпендикуляр бўлган текисликлар билан кесилган. Цилиндр Π_1 га перпендикуляр бўлганлиги учун текисликлар тўғри чизик ёки айлана ёйлари бўйича кесади. Детални Π_3 текисликдаги проекциясини ясаш учун ўқ чизиғи чизилади ва детал сиртининг контур чизиклари ўтказилиб, унинг текисликлар билан кесилган эгри чизиклари ясалади.

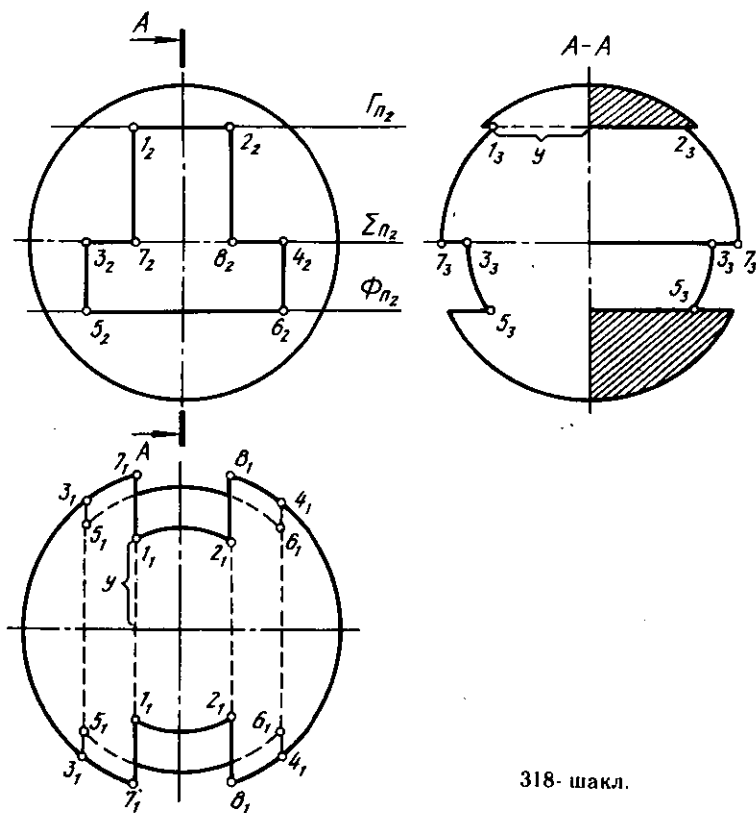
Масалан, $F(F_2)$ текислик сиртни A_1, B_1, A_2B_2 тўғри чизик бўйича кесади, унинг Π_1 текисликдаги проекцияси $A_1 \equiv B_1$ нукта кўринишда бўлади. Сўнгра Y_{AB} координата қийматини ўлчаб, Π_3 даги ўқдан чап томонга олиб кўйилади. Натижада A_3B_3 чизикка эга бўлинади. Шу-



317-шакл.

нингдек, C_3D_3 тўғри чизик ҳам топилади. Φ текислигининг кесишишидан ҳосил бўлган VED ёй Π_3 да $B_3E_3D_3$ тўғри чизик (қирқимда D_3E_3) кўринишда проекцияланади. Худди шунга ўхшаш, Σ текислик билан кесишган юза ҳам топилади. Ен томондаги тешик Π_3 текисликда айлана бўлиб проекцияланади.

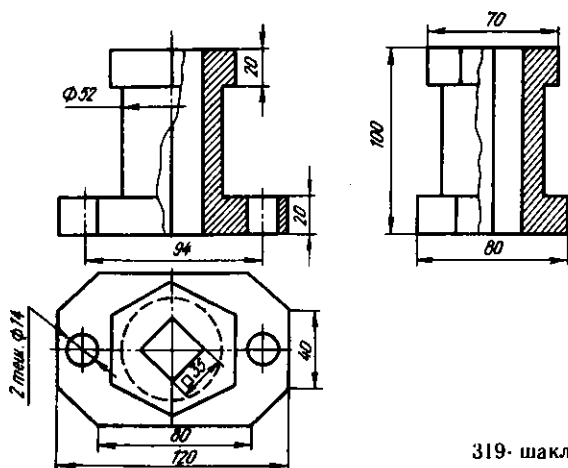
Деталнинг ички тузилишини ва тешикларнинг шакллари аниқ кўрсатиш мақсадида, $A - A$ фронтал текислик билан фронтал қирқим, $B - B$ билан профил қирқимлар берилган. 318- шаклда шар сиртининг фронтал проекцияси Π_2 текисликка перпендикуляр бўлган текисликларнинг кесишишидан ҳосил бўлган тешик орқали берилган. Унинг горизонтал ва профил проекциялари ясалиши, ҳамда текисликлар билан кесишган эгри чизиғи аниқланиши лозим. Шар сирти Π_1 , Π_2 ва Π_3 проекциялар текисликлари-



318- шакл.

да айлана кўринишида тасвирланади. Шарнинг призма томонлари, яъни текисликлар билан кесишган эгри чизикларини аниқлаш учун кесувчи текисликлар усулидан фойдаланиб, эгри чизикларга тегишли нукталар топилади. Г текислик сферани айлана бўйича кесиб, Π_1 текисликда сирт кирраси билан кесишиб $1/1,1_2/$ нуктани ҳосил қилади. Сўнгра Π_3 текисликка У координата ёрдамида 1_3 аниқланади. 3, 4, 7 ва 8 нукталар шарнинг экваторида ётади. Бу нукталарни горизонтал проекцияларини белгилаб, профил проекциялари топилади. Ф текислик билан кесилганда $5(5_15_25_3)$ ва $6(6_16_26_3)$ нукталар ҳосил қилинади. Шарнинг ички қисмини аниқ кўрсатиш учун А — А профил қирким берилган.

319- шаклда деталнинг икки горизонтал ва фронтал тасвирига кўра унинг учинчи (профил) кўринишининг ясалиши ва керакли бўлган қиркимларнинг бажарилиши кўрсатилган.



319- шакл.

Деталнинг юкори қисми олти қиррали призмадан иборат бўлиб, ташқи чизилган айлана диаметри 70 мм га тенг. Асоси эса тўртбурчак бўлиб, тўрт томонидан кесилган ҳамда ўрта қисми цилиндр сиртидан ташкил топган. Корпуснинг марказий қисмида тўрт бурчакли тешик ва унинг асосида маҳкамлаш учун диаметри 14 мм бўлган иккита тешик ўйилган.

Детал симметрия текисликларига эга бўлганлиги учун тўла қирким бериш шарт эмас. Шунинг учун фрон-

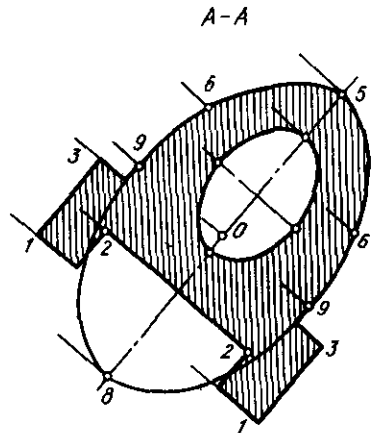
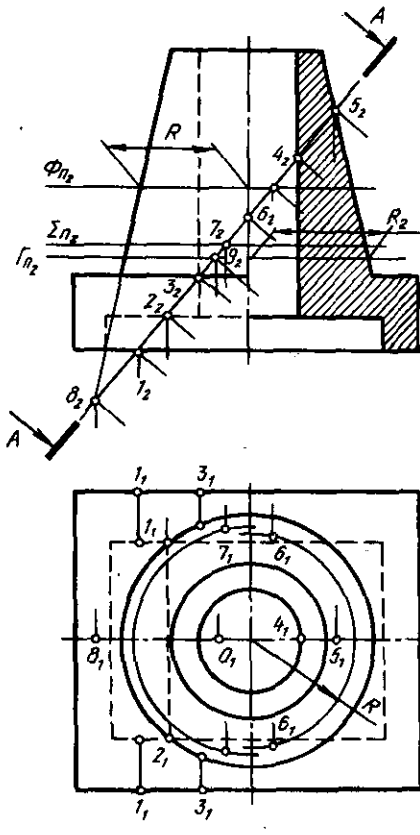
тал қирқимда чап кўринишнинг ярми қирқим билан кўшиб кўрсатилади. Профил қирқим ҳам профил симметрия текислиги билан қирқилади. Текисликлар деталнинг симметрия ўқлари бўйича кесиб ўтганлиги учун унинг вазияти чизмада белгиланмайди, қирқим ҳам ҳеч қандай ёзув билан кўрсатилмайди. Лекин ҳар икки қирқимда қирра симметрия ўқи билан кўшилиб қолганлиги учун айрим кўриниш қисмлари тегишли қирқим чегарасидан тўлқинсимон чизик билан ажратиб кўрсатилади. Қўпинча техникада ишлатиладиган буюмларнинг чизмаларини бажаришда қия кесимларни ҳақиқий катталикарини аниқлашга тўғри келади.

Бундай ҳолда кесувчи текислик Π_1 , Π_2 ва Π_3 проекциялар текисликларига нисбатан параллел бўлмайди, лекин юқоридаги текисликлардан бирортасига перпендикуляр вазиятда жойлашган бўлиб, қолган иккита проекциялар текисликларига нисбатан оғма вазиятда бўлади. Бунда текисликнинг кесишган юзаси проекциялар текисликларига ўзгариб проекцияланади. Проекциялар текисликларини алмаштириш усулидан фойдаланиб кесимнинг ҳақиқий катталиги аниқланади.

320- шаклда призма ва конус сиртларининг тўпламидан иборат бўлган деталнинг горизонтал ва фронтал проекциялари берилган бўлиб, деталнинг Π_1 га нисбатан $A - A$ қия текислик билан кесилган кесим юзасининг горизонтал проекцияси, сўнгра унинг ҳақиқий катталиги аниқланиши керак (320- шакл).

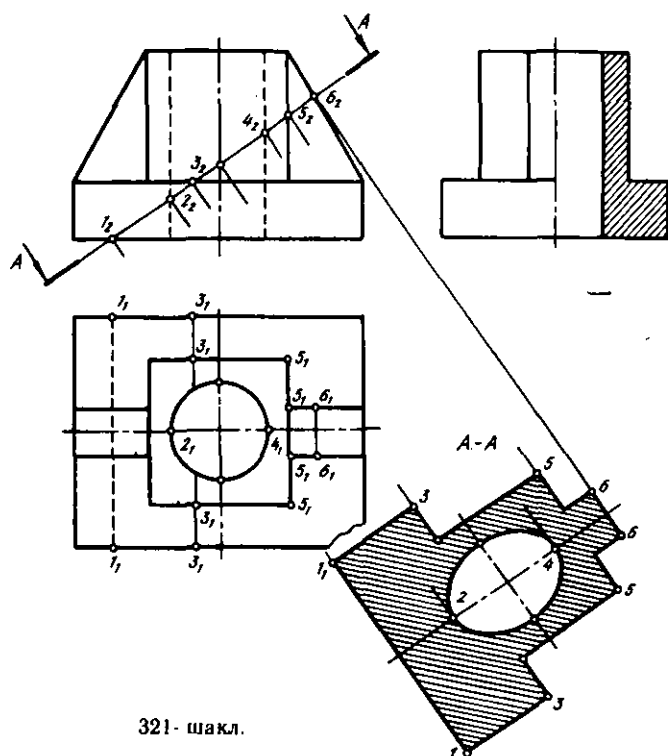
Буюмнинг бир қисми конус сиртидан иборат бўлганлиги учун $A - A$ текислик сиртни эллипс бўйича кесади. Текислик сиртнинг фронтал очерк чизиклари билан кесишиб эллипснинг катта ўқи $5_2 - 8_2$ нуқталарни ҳосил қилади. Кичик ўқини аниқлаш учун катта ўқнинг ўртаси O_1 нуқта орқали конус ўқиға перпендикуляр қилиб ёрдамчи Γ_2 текислик ўтказилади. Текислик конусни R радиусли айлана бўйича кесиб ўтади. Айлана берилган текислик билан кесишиб эллипснинг кичик ўқи $9_2 - 9_2$ нуқталарни беради. Φ_2 , Σ_2 текисликлардан фойдаланиб қўшимча $6_2 - 6_2$, $7_2 - 7_2$ нуқталар топилади ва уларнинг горизонтал $5_1 - 8_1$, $9_1 - 9_1$ ва $6_1 - 6_1$, $7_1 - 7_1$ проекциялари аниқланади.

Энди кесим юзасининг ҳақиқий катталигини яшаш учун $A - A$ текисликка параллел қилиб, янги горизонтал проекциялар текислигини ўтказамиз. Унинг фронтал изи $A - A$ га параллел бўлиб, $1 - 3$ чизик орқали ўтади. 1_2 , 2_2 ,



3₂... нукталардан А—А га перпендикуляр чизиклар чиқарилади. Кейин 1—3... чизикдан нукталарнинг ордината кийматларини тегишлича мос ҳолда (масалан, П₁ текисликдан 1₁—1₁, 2₁—2₁, 3₁—3₁... масофаларни ўлчаб қўйиб, 1, 2, 3... нукталарга эга бўлинади. Текислик цилиндр билан ҳам кесишиб, 3, 4... нукталарда кичик эллипсни ҳосил қилади. Топилган 1, 3, 9, 7, 6... нукталар кетма-кет бирлаштирилиб кесимнинг ҳақиқий катталигига эга бўлинади.

321-шаклдаги мисолда корпус тузилишидаги деталнинг горизонтал ва фронтал проекцияларига кўра унинг учинчи (профил) проекциясини яшаш ва П₂ текисликка перпендикуляр жойлашган А—А текислигининг кесим юзасининг горизонтал проекцияси ва унинг ҳақиқий



321- шакл.

катталигини аниқланиши кўрсатилган. Шаклдан кўришиб турибдики, корпус икки симметрия текислигига эга бўлиб, устидан кўриниши иккита тўрт бурчакли шаклдан ва икки томонида қия жойлашган коворгадан иборат бўлиб, марказий қисми цилиндр тешикдан ташкил топган. Бундай тасаввур қилиш деталнинг учинчи кўринишини ва унга керакли бўлган қиркимларни тўғри ва тезда бажарилишига имкон беради. Бунинг учун деталнинг профил проекцияси ясалади. Сўнгра ички тешикни аниқ кўрсатиш учун профил симметрия қирким берилиб, у ярим чап кўриниш билан қўшиб кўрсатилади. Энди А — А кесим чизиги билан ифодаланган текислик билан кесишиш натижасида ҳосил бўлган кесимнинг горизонтал проекцияси ва унинг ҳақиқий катталигини аниқлаш учун кесим юзасини чегараловчи 1, 2, 3, 4, 5 ва 6 нукталар аниқланади. Бу нукталарнинг фронтал проекциялари текислик изи билан қўшилиб тўғри чизик кўринишида бўлади. Нукталарнинг

горизонтал проекцияларини бирлаштириб кесимнинг 1_13_1 , 5_16_1 горизонтал проекциясига эга бўлинади. Кесимнинг ҳақиқий катталигини ясаш учун кесувчи текисликка параллел қилиб янги горизонтал проекциялар текислигини ўтказамиз, унинг фронтал изи $A-A$ га параллел бўлади ва 1 нукта орқали ўтади. 1_2 , 2_2 , 3_2 , 4_2 , 5_2 ва 6_2 нукталардан $A-A$ га перпендикуляр чизиклар ўтказилади. Сўнгра 1 нукта орқали $A-A$ га параллел бўлган чизикдан бошлаб 1, 3, 5... нукталарнинг ординаталари ўлчаб қўйилади. Бунда нуктадан ўтган тўғри чизик ҳисоблаш чизиги бўлади. 1, 3, 5, 6... нукталар ўзаро кетма-кет бирлаштирилади ва изланаётган кесимнинг ҳақиқий катталиги аникланади.

12-боб. РЕЗБАЛИ ДЕТАЛЛАР ВА УЛАРНИНГ БИРИКМАЛАРИ

12.1-§. Бирикмалар тўғрисида умумий маълумотлар

Ҳар бир машина, станок ва асбоб-ускуналар бир неча деталларнинг ўзаро бирикувларидан иборат бўлиб, қандайдир иш бажарадилар. Лекин деталларнинг тузилишлари ва бажарадиган вазифаларига қараб бирикмалар турлича бўлади. Ишлаб чиқаришда кўпроқ ажраладиган ва ажралмайдиган бирикмалар ишлатилади. Агар бирикма деталлари бузилмасдан, синмасдан алоҳида-алоҳида ажралса бундай бирикма ажраладиган бирикма дейилади. Буларга резбали, шпонкали, тишли илашмалар ёки шлицали бирикмалар ва ҳоказолар қиради. Агар бирикмадаги деталлар ташқи куч таъсирида парчаланиб, синиб, қисмларга ажралиб кетса ажралмайдиган бирикмалар дейилади. Буларга пайвандли, парчинли ва елимли бирикмалар қиради. Техникада кўпроқ пайвандли бирикмалар ишлатилади. Ҳозирги замон машинасозлигини резбали бирикмаларсиз тасаввур қилиш қийин, чунки резбали деталларни осонлик билан шикастлантирмасдан бириктириш ва уларни тегишли қисмларга ажратиш мумкин.

12.2-§. Резбаларнинг ҳосил бўлиши ва уларнинг чизмаларда тасвирланиши, белгиланиши. Резбали бирикмалар

Резбаларнинг ҳосил бўлиши винт чизикларининг ҳосил бўлиш қонуниятларига асосланади. Чизма геометрия курсида винт чизигининг ҳосил бўлиши батафсил баён

килинган эди. Маълумки, винт чизиклари фазовий эгри чизик туркумига кириб, нуктанинг бирор цилиндри ёки конус айланиши сиртларининг ўқлари атрофида бир хил бурчак тезлиги остида айланиши билан бир вақтда унга параллел йўналишда бир текис илгариланма ҳаракат қилиши натижасида ҳосил бўлади. Шунингдек, винт чизиклари цилиндри ва конус сиртлари устида ҳам ҳосил бўлиши мумкин.

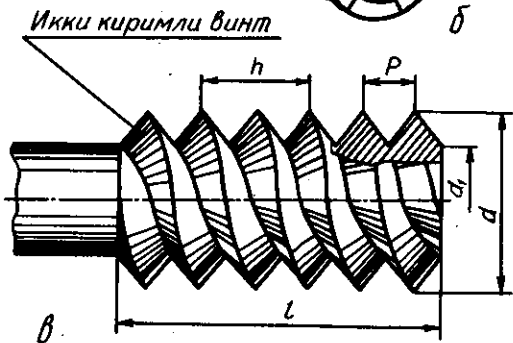
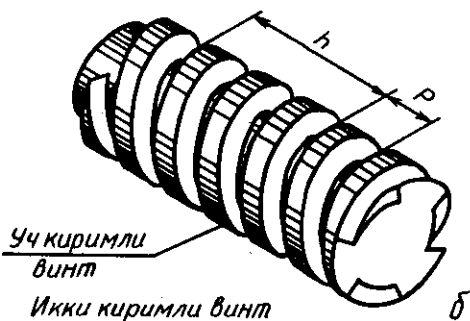
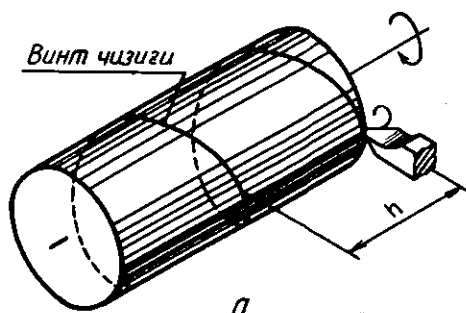
Агар цилиндри ёки конус устида кескичга винт чизиги ҳаракати бериб, ўйик ўйилса винт сирти ҳосил бўлади (322- шакл, а). Винт сиртининг ўйиги кескич учининг геометрик шаклига боғлиқ, яъни у учбурчак, трапеция ва тўртбурчак шаклларда бўлиши мумкин. Бу шаклларнинг ҳар бир нуктаси цилиндри ва конус сирти устида винтсимон бир хил ҳаракатланиб, тегишли шакл изларини ҳосил қилади. Бу шаклларнинг қолдирган излари резба деб аталади. Шаклларнинг қолдирган изларига қараб резба турларини аниқлаш мумкин. Агар сирт устида бир вақтда иккита, учта ва ундан ортиқ текис шакллар айлана бўйича бир-бирларига нисбатан бир хил винтсимон ҳаракатланса, икки ва уч қиримли резбаларни ҳосил қилади (322- шакл, б, в). Бир қиримли резбада, резба йўли (h) резба қадами (P) га тенг бўлади. Икки ва ундан ортиқ қиримли резбада резба йўли тегишлича, резба қадамининг кўпайтмасига тенг бўлади, яъни $2P$, $3P$... Кўп қиримли резбалар, резбанинг қадами ва резбанинг йўли билан фарқланади.

Резбаларнинг асосий параметрлари ГОСТ 11708 — 66 да белгиланган. Резба асосан учта $d(D)$ ташки, $d_1(D_1)$ — ички ва $d_2(D_2)$ ўрта диаметр билан ифодаланади. СЭВ стандартига биноан ташки резбалар d , d_1 , d_2 ... ички резбалар эса D , D_1 ва D_2 ҳарфлар билан ифодаланади (323- шакл).

Резбанинг асосий параметрларидан бири унинг ташки $d(D)$ диаметри ҳисобланади. Бу цилиндри диаметри бўлиб, стерженга ташки ўйилган резбанинг чўкки айлана ёки ички ўйилган резбанинг ички ўйигининг айлана диаметри деб тушунилади. Бу диаметр резбаларнинг ташки диаметрларини белгилашда ишлатилади.

Қўшни ўрамлар орасидаги ясовчи бўйлаб ўлчанган масофага резба қадами деб айтилади ва у P ҳарфи билан ифодаланади (322- шакл).

Бир ўрамдаги икки нукта ясовчиси бўйлаб ўлчанган масофага резба йўли дейилади ва у h ҳарфи билан ифодаланади (322- шакл).



322- шакл.

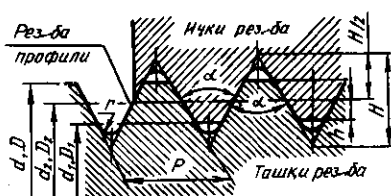
Резбали буюмни бирор текислик билан унинг ўқи бўйича кесилганда ҳосил бўлган текис кесим юзасига резба профили дейилади. 323-шаклда ички ва ташқи резбаларнинг бириккан ҳолатдаги резба профили кўрсатилган.

Резба профилининг бурчаги. Резба профилининг икки ён томони бўйича ўлчанган бурчак профил бурчаги дейилади ва у α ҳарфи билан белгиланади (323- шакл).

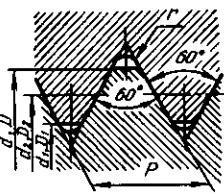
Резба ҳар хил текис шаклларнинг ҳаракатидан ҳосил бўлганлиги учун резба профили ҳам ҳар хил бўлади. Масалан, резба профили учбурчак, трапеция ва тўғри тўрт бурчак, юмалок каби шаклларда бўлиши мумкин.

Резба профилининг баландлиги H ҳарфи билан белгиланади. Профил учидан баландликнинг $H/6$ ва $H/8$ қисмига тенг бўлган бўлаги кесиб ташланади.

Резбалар ишлатилиш жойларига қараб бириктирувчи (метрик, дюймли, труба, конус) ва юргизиш (трапеция, тирак) турларига бўлинади. Ўз навбатида бу резбалар стандартлашган ва стандартлашмаган турларга бўлинади.



323-шакл.



324-шакл.

Стандарт резбалар

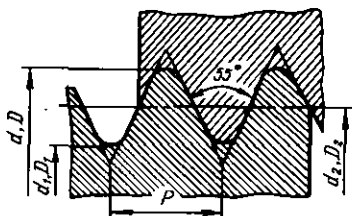
Метрик резба. Бу резба асосий бириктирувчи резбалар турига киради. Унинг профили ГОСТ 9150—81 га асосан тенг томонли учбурчак бўлиб, учигаги бурчаги 60° га тенг бўлади (324-шакл). Амалда профилнинг учидан унинг баландлигининг $H/8$ қисми қирқиб ташланиб тўмтоқлаштирилади. Учбурчакнинг ўйик жойи эса текис қилиб қирқилади ёки юмалоклаб қўйилади. Метрик резбалар йирик кадамли ва майда кадамли қилиб ишланади. Метрик резбанинг асосий далилларига унинг $d(D)$ — номинал диаметри ва P — қадами киради (ГОСТ 8724—81). Майда кадамли резбалар йирик кадамли резбалардан шу билан фарқ қиладик, бир хил ташқи диаметрда уларнинг қадами майдароқ бўлади, яъни резба ўйигининг чуқурлиги ҳам кам бўлади. Майда кадамли резбалар асосан юпка деворли деталларнинг бир-бирлари билан зич (мустаҳкам) бирикишлари учун ишлатилади. Метрик резба элементларининг ўлчамлари мм да берилади. 1 мм дан 600 мм гача бўлган диаметрли резбалар икки қисмга бўлинади: 1 мм дан 68 мм гача бўлган диаметрлар йирик кадамли ва диаметри 1 дан 600 мм бўлган резбалар майда

кадамли қилиб ўйилади. Йирик кадамли резбадаги битта диаметрга битта кадам тўғри келади. Масалан, $d=20$ мм диаметрга ягона 2,5 мм ли йирик кадам тўғри келади. Майда кадамлар бўйича, масалан, 2; 1,5; 0,75 ва 0,5 мм ларга тенгдир. Шунинг учун метрик резбаларни белгилашда йирик кадам кўрсатилмайди. Масалан, ташки резбада М20, майда резбада эса М20×1,5 кўринишда ёзилади.

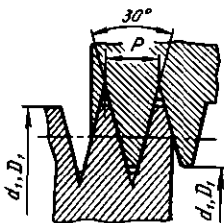
Труба цилиндрик резбалар. Бу резбалар трубаларни бир-бирлари билан, шунингдек, цилиндрик резбали деталларни бириктиришда ишлатилади. ГОСТ 6367—81 га асосан резбанинг профили тенг ёнли учбурчак бўлиб, учигаги бурчаги 55° га тенгдир. (325- шакл). Деталларнинг зич ёпилиши учун ташки ва ички резбаларнинг учлари ва ўйикларининг тублари юмалоқланиб ишланади. Бундай резбалар бирикканда улар орасида оралик (зазор) бўлмайди.

Труба цилиндрик резбаларнинг ўлчами доим (бир дюйм 25,4 мм га тенг) бўлиб, ўлчов бирлигида рақам олдига *G* ҳарфи ёзилади. Бундан ташқари аниқлик даражаси *A* ёки *B* ҳарфи биан белгиланади. Шунингдек, бураб киритиладиган резбанинг узунлиги стандарт нормасидан ошса ўлчамда кўрсатилади. Масалан, $G1/4-A$ труба цилиндрик резба диаметри $1/4$ дюйм бўлиб, *A* — резбанинг аниқлик класс $G1/2LH-A$; $G3/8-A-20$; $G1LH-B-40$. Бу ерда: *H* — чапакай резба. *A* — ўрта диаметрли резбанинг аниқлик класс. *B* — эса *A* га нисбатан камрок бўлган аниқлик класс. 20; 40 — буралиб кирадиган резбанинг узунлиги мм да.

Труба цилиндрик резбаларида унинг диаметрининг ўлчами суюклик ўтадиган номинал ички диаметр бўйича белгиланади. Масалан, $G1$ — резба ўлчами бўлиб, трубани ташки сиртига ўйилган резбанинг шартли ички диаметри



325- шакл.



326- шакл.

(суюклик ёки газ ўтадиган диаметри) бир дюймга тенг. Амалда эса трубанинг икки четидаги калинлиги ҳисобга олиниб бир дюйм 33, 245 мм килич олинали. Труба цилиндрик резбалар учун тўла маълумот ГОСТ 3262—75 (СТСЭВ 107—74) берилган. Куйида (8-жадвалда) ўқув жараёнларида тез-тез учраб турадиган труба цилиндрик резбаларнинг диаметрлари келтирилган.

8-жадвал

Резба ўлчами, дюймда	1/4	3/8	1,2	3/4	1	1 1/2
Сув ёки газ ўтадиган тешикнинг шартли диаметри, мм	9	10	15	20	25	40
Трубанинг ташқи диаметри, мм	13,5	17,0	21,3	26,8	33,5	48
Резбанинг ташқи диаметри, мм	13,16	16,67	20,96	26,44	33,25	47,80

Трапедиясимон резба. Трапедиясимон резба ГОСТ 9484—81 (СТ СЭВ 146—78) га асосан профили тенг ёнли трапедия бўлиб, ён томонлар орасидаги бурчак 30° га тенг (326-шакл). Трапедиясимон резбалар бир қиримли, қўп қиримли ҳамда чапақай ва ўнақай бўлишлари мумкин. Бу резбалар стандартлаштирилган, масалан, диаметри 10 дан 640 мм гача, қадами 2 дан 48 мм гача бир қиримли резбалар учун ГОСТ 24738—81 (СТ СЭВ 639—77) белгиланган. ГОСТ 24737—81 (СТ СЭВ 838—78) да резбаларнинг асосий ўлчамлари, ГОСТ 24739—81 (СТ СЭВ — 185—79) да қўп қиримли резбаларнинг асосий ўлчамлари, йўли ва допусклари белгиланган.

ГОСТ 9562—81 (СТ СЭВ 836—78) бир қиримли трапедиясимон резбаларнинг допускларини белгилайди. Чизмаларда трапедиясимон резбалар куйидагича белгилади: Масалан, *Tr* ҳарфи, резбанинг диаметри (*d*) қадами ва допуск майдони ва чапақай резбалар учун *LH* ҳарфи. Мисоллар келтирамиз: Бир қиримли резба учун *Tr* 40—6*LH*—8*e*; Чапақай резба учун *Tr* 40×6*LH*—8*e*; Қўп қиримли (үч қиримли) резба учун *Tr* 40×9 (P3) — 6*E*; бу ерда: 40 — резба диаметри; 9 — резба йўли; 3 — резба қадами мм ларда. Трапедиясимон резбалар айланма ҳаракатини илгариланма ҳаракатга келтирувчи юргизиш ва юк ускуналарида ишлатилади.

Тирак резба. Тирак резбалар стандартлаштирилган бўлиб, асосан кучларни бир йўналиш бўйича узатувчи винтларда, домкратларда ишлатилади. ГОСТ 10177—82 (СТ СЭВ 1781—79) га асосан резба профили тенг ёнсиз трапеция бўлиб, унинг бир томони 3° ли бурчак, иккинчи томони эса 30° ли бурчак остида қия жойлашган бўлади (327- шакл). Диаметрлари 10 дан 600 мм, кадамлари 2 дан 24 мм гача бўлган резбалар стандартлаштирилгандир. Тирак резба чизмаларда қуйдагича белгиланади: бир киримли резба S ҳарфи, резба диаметри, кадами ва допуск майдони; чапакай резбаларда LH ҳарфлари кўрсатилади.

Масалан, ташки тирак резба диаметри 80 мм, кадами 10 мм допуск майдони $7h$; $S80 \times 10 - 7h$ кўринишида ифодаланади. Худди шу ифода чапакай резбада қуйдагича ёзилади: $S80 \times 10 LH - 7h$.

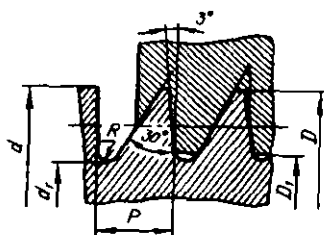
Ички тирак резба диаметри 80 мм, кадами 10 мм ва допуск майдони $7AZ$; $S80 \times 10 - 7AZ$ кўринишида ифодаланади. Агар резба узунлигини кўрсатиш зарур бўлса допуск майдонидан кейин узунлик миллиметри ёзилади: яъни: $S80 \times 10 - 7h - 120$.

Кўп киримли резбаларда S ҳарфи, резбанинг номинал диаметри, резба йўли ва кавсда резба кадами P ҳарфи билан кўрсатилади. Масалан, икки киримли резбанинг диаметри 80 мм, кадами 10 мм ва резба йўли 20 мм га тенг бўлса қуйдагича ёзилади: $S80 \times 20 (P10)$.

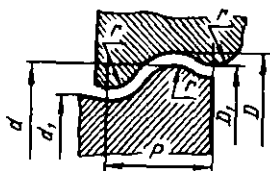
Бу резба чапакай бўлса, $S80 \times 20 (P10) LH$ кўринишда ифодаланади.

Юмалок резба. Юмалок резбалар стандартлаштирилган бўлиб, унинг профили бир хил радиусли икки ёйнинг силлиқ туташмасидан иборат (328- шакл).

Техникада бу резба камроқ ишлатилади. Шунинг учун материалларни ишлатилиш жойларига қараб, стандартлар қабул қилинган. Цокол электр лампаларининг патронларидаги юмалок резбалар ГОСТ 6042—83



327- шакл.



328- шакл.

(СТ СЭВ 3151—81) га мувофиқ ясалади. Чизмада эса куйидагича белгиланади: Е 14 ГОСТ 6042—83. Еки вентиллардаги шпинделларга ва сув ўтказувчи кранларга (ГОСТ 13356—68) факат диаметри 12 мм бўлган юмалок резба ишлатилади ва у куйидагича белгиланади: Кр 12×2,54 ГОСТ 13 536—68. Бунда 2,54— резба қадами, мм да.

Бу резба светильникларда, баъзан кўтаргич кранларининг крюкларига ҳам ишлатилади.

Дюймли конус резба. Дюймли конус резбанинг профили 60° бўлиб, ГОСТ 6111—52 га мувофиқ конус сиртидаги резба 1:16 конусликда ишланади (329- шакл). Конуслик $2\lg\phi = 1:16$, бунда $\phi = 1/47'24$.

ГОСТ 6111—52 га асосан дюймли конус резбаларнинг энг кўп учрайдиган куйидаги диаметрлари мавжуд: 1/16" 1/8", 1/4"; 3/8"; 1/2"; 3/4"; 1"; 1 1/4"; 1 1/2"; 2".

Шунингдек, резба қадами, мм да 0,941; 1,411; 1,814; 2,209.

Чизмаларда конуссимон дюймли резбаларни белгилаш учун резба ўлчами олдига К ҳарфи қўшиб ёзилади. Масалан, 3/4" дюймдаги конуссимон резба куйидагича белгиланади:

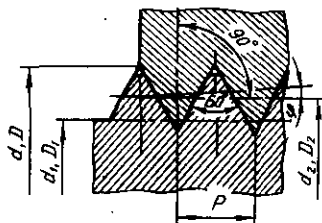
К 3/4" ГОСТ 6111—52.

Труба конус резба. ГОСТ 6211—81 (СТСЭВ 1159—78) га мувофиқ труба конуссимон резба профилининг бурчаги 55° бўлиб, резба 1:16 конусликда ўйилади.

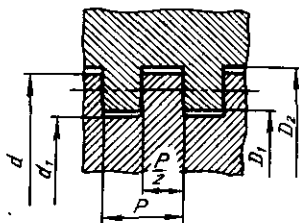
Бу резбада 1/16 дан 6 гача бўлган диаметрли резбалар стандартлашган.

Труба конуссимон резбалар юқори босим ва ҳароратда трубаларни бириктиришда ишлатилади. Бу эса уларнинг зичлигини юқори даражада таъминлайди.

Чизмаларда ташки труба конуссимон резба R ҳарфи билан белгиланади.



329- шакл.



330- шакл.

Масалан, $1_{1/2}$ диаметрли ташки конуссимон резба $R1_{1/2}$ кўринишида;

$1_{1/2}$ диаметрли ички конуссимон резба $Rc1_{1/2}$ кўринишида ёзилади.

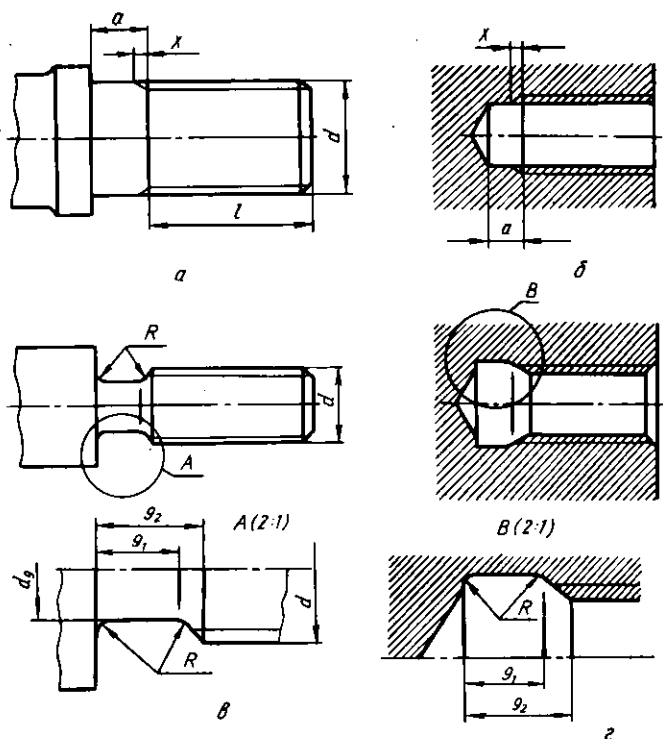
Метрик конуссимон резба. Метрик конуссимон резба ГОСТ 25229—82 га мувофиқ стандартлашган бўлиб, профилининг учидаги бурчаги метрик резба каби 60° . Лекин резба 1:16 конусликда ўйилади. Чизмаларда бу резба раками олдига МК ҳарфлари қўшиб ёзилади. Масалан, МК $20 \times 1,5$ ёки МК $20 \times 1,5 LH$ кўринишида ёзилади.

Ностандарт резбалар. Профили тўртбурчак бўлган резбалар ностандарт резбалар жумласига киради (330-шакл). Бу резба домкрат ва прессларнинг юргизиш винтларида ишлатилади. Чизмада ностандарт резбалар барча ўлчамлари билан берилади.

12.3- §. Резбанинг чиқиш жойи, сбеги, қирқилмаган қисми ва проточкалари ,

Деталларнинг кўринишлари ва қирқимларида резбанинг L чегараси асосий туташ чизик билан тасвирланади (331-шакл, а, б). Шунга айтиш керакки, резба кескичининг учи деталнинг бутун узунлиги бўйича кесиб боради, бунинг оқибатида резба профилининг охириги қисми кичрайиб йўқ бўлиб кетади ва шу жойдан кескич чиқиб кетади. Ана шу резба профилининг йўқолган қисми резбанинг сбеги дейилади ва чизмада X билан белгиланади. Кўпинча резба узунлигига резбанинг « X » қисми ҳам қўшиб кўрсатилади. Агар чизмада резбанинг сбегини кўрсатиш лозим бўлса, у резбанинг ўқиға нисбатан 45° остида ингичка туташ чизик билан кўрсатилади. Бундан ташқари резба сбегидан бошлаб деталнинг таянч юзасигача бўлган «а» масофа резбанинг охиригача қирқилмаган қисми дейилади (331-шакл, а да ташки, 331-шакл, б да эса ички қирқилмаган қисмлар кўрсатилган).

Деталларда тўла профили резба ҳосил қилиш учун уни ўйишда олдин сбег қисмида ариқча (проточка) ўйилади. Сўнгра резба қирқилганда кескичининг учи резбани ўйиб бориб ариқчага чиқади ва ҳосил бўлган резба узунлиги бўйича тўла профили бўлади (331-шакл, в да ташки, г да эса ички ариқчалар кўрсатилган). Ариқчаларнинг ўлчамларини ГОСТ 10549—80 дан олиш мумкин. Сбегнинг ўлчамини резба қадами P га нисбатан қуйидаги-



331- шакл.

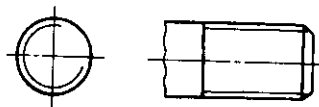
ча олиш мумкин: нормадаги сбега — 2,5 Р; киска сбега — 1,25 Р.

Охиригача қирқилмаган d масофанинг ўлчами қуйидагига тенг бўлади: нормадаги — 3 Р; кискаси — 2Р; узун — 4Р. Винт, шпилка ва болтларни тешиқларга осон бураб киритиш учун ҳамда резбанинг ўрамларига шикаст етказмаслик мақсадида бириктириш деталлари учларига ва резбали тешиқларга махсус фаскалар ишланади.

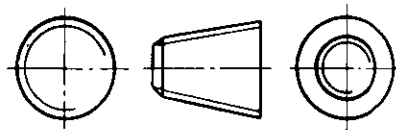
12.4- §. Чизмада резбаларни тасвирлаш

Ҳосил бўлиш технологик жараёнлари, профиллари ва турларидан катъи назар резбалар чизмаларда ГОСТ 2. 311—68 (СТ СЭВ 284—76) га мувофиқ бир хил тасвирланади. Цилиндр сирти юзасига ўйилган ташқи резба чизмаларда ташқи d диаметр бўйича асосий туташ

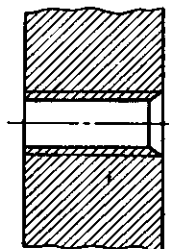
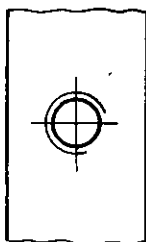
чизик билан, ички резба эса d_0 диаметр бўйича ингичка туташ чизик билан тасвирланади (332- шакл) ва у тахминан $d_0 = 0,85 d$ га тенг қилиб чизилади. Қўпинча тешикдаги резбалар деталларга қирқим бериб тасвирланади. Бунда ички резба d_0 диаметр бўйича асосий туташ чизик билан, ташқи d диаметри бўйича ингичка туташ чизик билан тасвирланади (333- шакл). Тешик ўқиға перпендикуляр бўлган текисликка проекцияланган тасвирларда, резба ташқи ёки ички бўлишдан қатъи назар, резба чизиги айлана узунлигининг $3/4$ қисмига тенг бўлган айлана ёйи билан кўрсатилади. Айлана ёйини хоҳлаган жойидан узиб кўрсатиш мумкин (332, 333, 334- шакллар). Резбалар қирқим бериб кўрсатилганда қирқим юзаси асосий туташ чизиккача етказилади ва штрихланади. Резба чизиклари асосий чизиклардан 0,8 мм ёки резба кадамидан катта бўлмаган масофада чизилади (333, 335- шакллар). Бунда



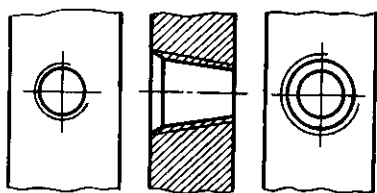
332- шакл.



334- шакл.



333- шакл.



335- шакл.

резбани тасвирловчи ингичка туташ чизик фаска чегарасини кўрсатувчи чизикни кесиб ўтиши керак (336- шакл, а, в). Деталларга ўйилган резбанинг чегараси (сбег чизигича) унинг ташқи диаметри бўйича асосий ту-

таш чизик билан тасвирланади (336- шакл).

Резба сбегини ингичка туташ чизик билан (336- шакл, б, г ва 337- шакл, а) тасвирланади.

Стержень ва тешикларга ўйилган резбанинг узунлик ўлчами сбегсиз кўрсатилади (336- шакл, а, б). Баъзан

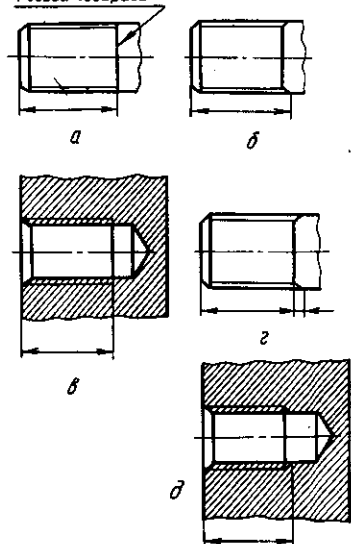
зарур бўлган ҳолларда резба узунлиги ўлчамига сбеги узунлиги ҳам кўшиб кўрсатилади (336- шакл, б, д).

Айрим ҳолларда резба ва сбеги узунликлари алоҳида- алоҳида килиб кўрсатилади (336- шакл, г).

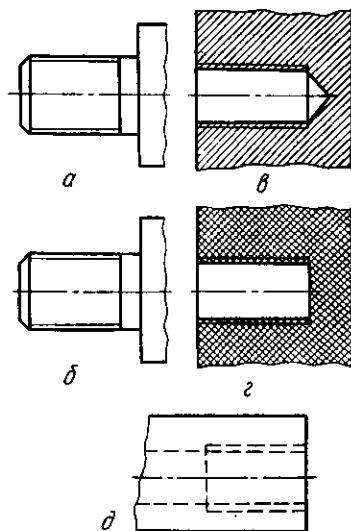
Стерженнинг охиригача ўйилмаган резбалар 337- шакл, а, б да кўрсатилганидек тасвирланади.

Учи берк бўлган резбали тешикка уя дейилади. Деталга уя ўйилганда унинг охири конуссимон шаклда тугалланади ёки зарур бўлмаган ҳолларда уя охири текис килиб ишланади (337- шакл, г).

Резба чегараси



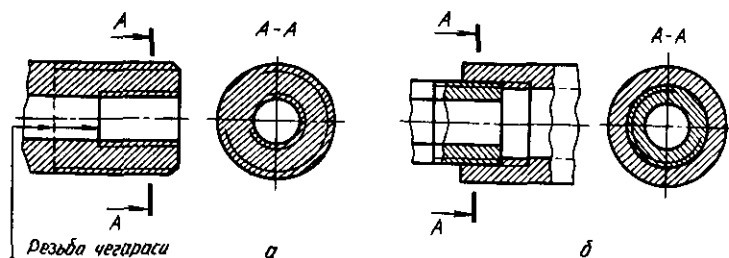
336- шакл.



337- шакл.

Тешикдаги резбанинг чегараси асосий туташ чизик билан резбанинг ташки диаметр чизигига етказиб кўрсатилади. Худди шунингдек, агар резба кўринмас чизик билан тасвирланса, унинг чегараси ташки диаметр (штрих чизиги) га етказиб кўрсатилади (338- шакл, а).

Резбали деталлар ўзаро бириккан ҳолатларда кирким бериб тасвирланганда резбанинг фақат резба стержени тўсиб турмайдиган қисми кўрсатилади, яъни стержень резбасининг ташки диаметрини кўрсатувчи асосий туташ чизик тешикдаги резбанинг ташки диаметрини белгиловчи ингичка туташ чизикқа ўтади (338- шакл, б).



338- шакл.

Тешикдаги резба кўринмайдиган вазиятда тасвирланса, ташки ва ички диаметр чизиклари бир хил йўғонликдаги штрих чизиклар билан ифодаланади (337- шакл, д).

12. 5-§. Чизмада резбаларни белгилаш

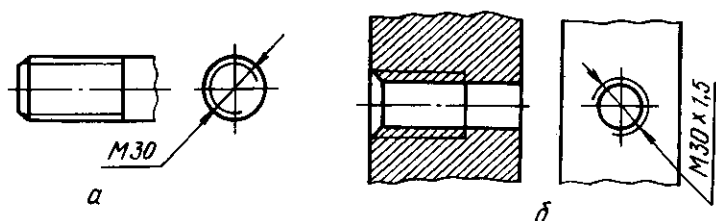
Юқорида айтилганидек, барча резбалар чизмаларда бир хил тасвирланади. Шу сабабли уларнинг турларини ажратиб бўлмайди. Резбаларни бир-бирларидан ажратиш учун резба тури, ўлчами, кадами, резба йўли ва унинг йўналиши ҳамда стандарт номерлари кабиларни шартли белгилашлардан фойдаланилади. Масалан, метрик резба — *M* ҳарфи ва стандарт номери ГОСТ 9150—81 (СТ СЭВ 180—75); трубали цилиндрик резба — *G* ҳарфи ва стандарт номери ГОСТ 6357—81 (СТ СЭВ 1157—78); трапециясимон резба — *T_r* ҳарфи ва стандарт номери ГОСТ 24738 (СТ СЭВ 639) ва ГОСТ 24739—81 (СТ СЭВ 185—79).

Тирак резба — *S* ҳарфи, стандарт номери ГОСТ 10177—82 (СТ СЭВ 1781—79); юмалок резба — *Rd* ҳарфи ва стандарт номери ГОСТ 19681—83 (СТ СЭВ 307—76); ташки трубали конуссимон резба — *R* ҳарфи ва стандарт номери ГОСТ 6211—81 (СТ СЭВ 1159—78) билан белгиланади. Шунингдек, ички конуссимон резба — *Rc* ҳарфи ва стандарт номери ГОСТ 6211—81 (СТ СЭВ 1159—78); ички цилиндрик резба — *Rp* ҳарфи ва стандарт номери ГОСТ 6211—81 (СТ СЭВ 1159—78) дюймли конуссимон резба — «*K*» ҳарфи ва ГОСТ номери ГОСТ 6111—52 билан белгиланади. Конуссимон ва трубали цилиндрик резбалар ўлчамлари шартли равишда дюйм бирлигида (1"=25,4 мм), қолган бошқа ҳамма ташки резбалар диаметри миллиметрда кўрсатилади. Йирик кадамли метрик резба ва дюймли резбаларда кадамлар

кўрсатилмайди. Бошқа турдаги барча резбаларда резба қадами кўшиб ёзилади.

Кўп қиримли резбаларда резба йўли кўрсатилади, лекин резба қадами қавсга олиб ёзилади. Чапакай резба *LH* ҳарфи билан белгиланади. Белгиланган резбалар қуйдагича ёзиб ўқилади: *M30* — метрик резба, ташқи диаметри 30 мм ҳамда йирик қадамли резба (339- шакл, а);

M30×1,5 — метрик резба, ташқи диаметри 30 мм бўлиб, 1,5 мм ли майда қадамли резба (339- шакл, б).



339- шакл.

G1^{1/2} — трубади цилиндрик резба, диаметри 1^{1/2} (340- шакл, в).

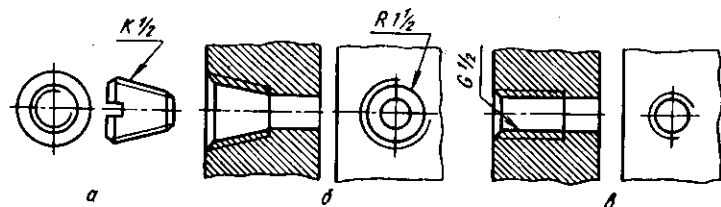
Tr40×6 — трапециясимон резба, бир қиримли, ташқи диаметри 40 мм ва қадами эса 6 мм дир. *Tr 20×8 (p4)* — икки қиримли трапециясимон резба, ташқи диаметри 20 мм, йўли 8 мм ва қадами 4 мм; *S80×10* — бир қиримли тирак резба, ташқи диаметри 80 мм ва қадами 10 мм;

Rd16 — юмалоқ резба, ташқи диаметри 16 мм;

Rd16 LH — чапакай юмалоқ резба, диаметри 16 мм;

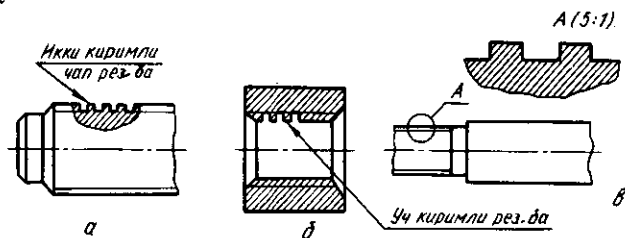
R1/2 — трубади конуссимон резба, диаметри 1/2;

K1/2 ГОСТ 6111—52 — дюймли конуссимон резба, ўлчами 1/2; ГОСТ 2—311—68 бўйича резба белгиланиб, резбанинг ўлчами унинг ташқи диаметри бўйича 339- шакл, а ва б лардагидек кўрсатилади. Конуссимон ва



340- шакл.

трубали цилиндрсимон резба 340- шакл, а, б, в лардагидек ифодаланилади. Ностандарт профилли резбалар 341- шаклдагидек тасвирланади ва унда асосий ва қўшимча маълумотлар билан бирга уларнинг ёнига «резба» сўзи қўшиб ёзилади.



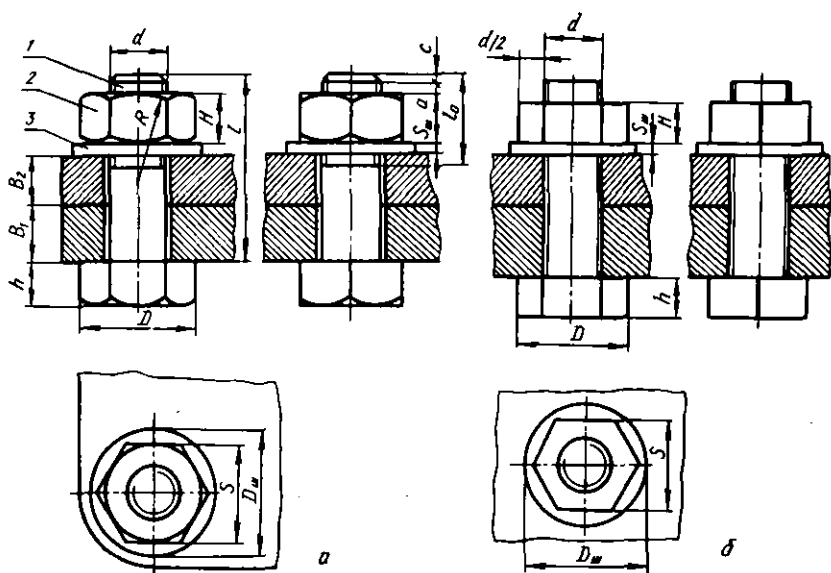
341- шакл.

12.6- §. Резбали стандарт деталлар ва уларнинг бирикмаларини чизиш

Техникада машина ва механизмларнинг қисмлари резбали деталлар иштирокида ўзаро бириктирилади. Бириктириш деталларига болт, шпилька, винт, гайка кабилар киради. Бу деталлардаги резбалар профили учбурчак бўлган метрик, дюймли, трубали резбалардан иборат бўлиб, бирикмадаги деталларнинг бўшашиб кетишидан ва уларнинг мустахкамлигини саклайди. Бириктириш деталлари ГОСТ 1759—70 га асосан тайёрланади ва булар ўз ўрнида болтли, шпилькали ва винтли бирикмалар дейилади.

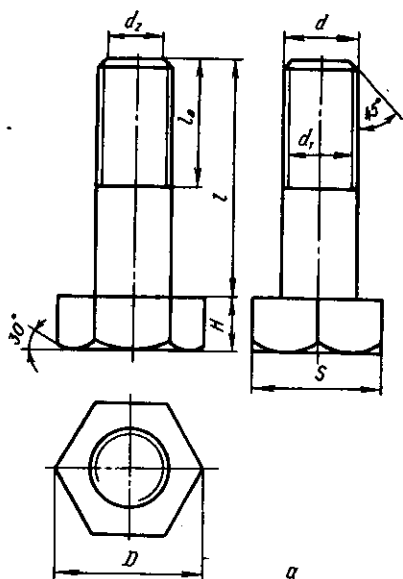
Бундан ташқари махсус бириктириш деталлари штифтлар, шплинтлар, шпонкалар ва фитинглар ёрдамида ҳам бирикмалар бажарилади. Бу бирикмаларнинг чизмалари маълум стандартлар асосида бажарилади. Қуйида ҳар бир бирикмаларнинг тузилишлари билан танишиб чиқамиз.

12.6.1. Болтли бирикмалар. Болтли бирикмага 1- болт, 2- гайка ва 3- шайба — стандарт деталларнинг ёрдамида икки ва ундан ортиқ бирикувчи буюмлар бириктирилади (342- шакл, а). Болт бир томони резбали цилиндр стержен, иккинчи томони эса олти қиррали призма сиртидан иборатдир (343- шакл, а). Қаллакнинг юқори қисмидаги фаска D_1 диаметр билан кўрсатилиб, 30° бурчакли қилиб ишланади. Стерженнинг охириги учи 45° бурчак остида фаска қилиб ишланади ва у 343- шаклдагидек кўринишда



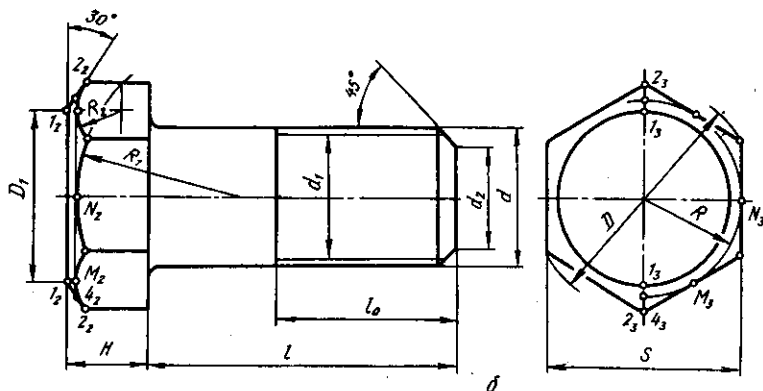
342- шакл.

белгиланади. Ишлатиш жойларига қараб болтлар каллак- лари олти қиррали, ярим юмалоқ, квадрат шаклларда ишланади. Саноатда ишлаб чиқиладиган болтлар каллак- ларининг тузилишлари, ўлчамлари, резбаларнинг кадам- лари бажарилиш турларига қараб бир-биридан фарклана- ди. Ҳар бир турдаги болтлар учун алоҳида-алоҳида стандартлар мавжуд бўлиб, техникада кўпроқ ГОСТ 7798—70 бўйича ишлаб чиқиладиган каллагли олти қиррали болт қўлланади. Бундай болтлар уч ва тўрт хил бажарилиш вариантларида ишлаб чиқилади. 343- шаклда биринчи бажарилиш варианты кўрсатилган ва бу болтдан ўқув жараёнларида фойдаланишни тавсия этилади. Стандарт ҳужжатларида болтнинг конструктив ўлчамлари берилади. Масалан, болтнинг шартли ёзилиши қуйидаги- ча: БОЛТ М 12×60 ГОСТ 7798—70. Демак, болтнинг диаметри 12 мм, узунлиги 60 мм, йирик кадамли метрик резба, каллагли олти қиррали бўлиб, биринчи бажарилиши- дир. Худди шунингдек, болтнинг иккинчи бажарилиш шартли қуйидагича белгиланади: БОЛТ 2 М12×1,25×60 ГОСТ 7798—70. Бу ерда, майда кадамли метрик резба (М12×1,25), болт узунлиги 60 мм.



ГОСТ 7798—70 га асосан М 16 болтнинг конструктив чизмасининг бажарилиши билан танишиб чиқамиз (343- шакл, б).

1. Болтнинг асосий ўлчамлари стандартдан олинган бўлади ва у куйидагиларга тенг: $d = 16$ мм; $H = 10$ мм; $P = 26,5$ мм; $S = 24$ мм болт узунлиги 60 мм; резба узунлиги $L_0 = 28$ мм; резбанинг ички диаметри $d_0 = 0,85$. Фронтал (Π_2) ва профил (Π_3) проекциялар текисликларида ўқ чизиқлари ўтказилади. Π_3 текисликда $D = 26,5$ мм диаметрда ёрдамчи айлана



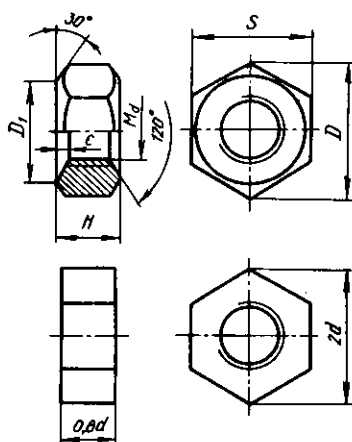
343- шакл.

чизилади. D_2 радиусда айланани (циркуль ёрдамида) тенг олтига бўлинади. Сўнгра, $D_1 = 0,95S$ диаметрда айлана чизилади ва унинг ўқ билан кесишган 1_3 ; 1_3 нукталари белгиланади. Кейин боғловчи чизиклар ёрдамида нукталарнинг 1_2 ; 1_2 фронтал проекциялари аниқланади. 1_2 нуктадан 30° бурчак остида тўғри чизик ўтказилади ва бу

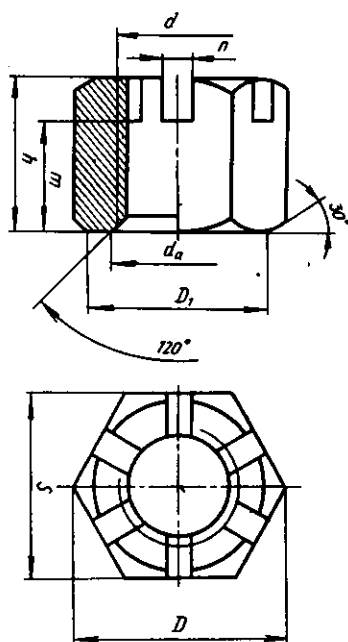
чизик болт каллагининг кирралари билан кесишиб $2_2 — 2_2$ фронтал нукталарни ҳосил қилади. 2_2 ва 2_2 нукталарни ўзаро бирлаштириб, ёрдамчи чизик ўтказилади. Ёрдамчи чизик билан болт каллагининг кирралари кесишиб, $2_2 — 3_2$ нукталарни ҳосил қилади. Бу нукталар кесик конус ясовчилари билан болт киррасининг кесишишидан ҳосил бўлган гипербола эгри чизигининг нукталаридир. Гиперболанинг чўкки нуктасини топиш учун R радиусда айлана чизилади. Айлана каллак ёқлари билан кесишиб изланаётган $M(M_2, M_3)$ ва $N(N_2, N_3)$ нукталарни беради. Нукталарнинг M_2 ва N_2 проекцияларини аниқлаш учун ёрдамчи айлана билан ўқи кесишган 4_3 нукта аниқланади ва боғловчи чизик ёрдамида нуктанинг фронтал проекцияси 4_2 топилади ва шу нукта орқали $l_2 — l_2$ чизикка параллел тўғри чизик ўтказилади. Бу чизик билан M_3 ва N_2 нукталардан ўтказилган боғловчи чизиклар кесишиб, M_2 ва N_2 нукталарга, яъни гипербола эгри чизиги чўкки нуктасининг фронтал проекциясига эга бўлинади. Чизишни осонлаштириш учун гипербола эгри чизигини айлана ёйи билан алмаштириш ҳам мумкин. Айлана ёйининг маркази «О» ни аниқлаш учун $N_2 — 3_2$ чизик орқали ўтувчи ватарнинг ўртасидан перпендикуляр чизик ўтказилади ва у ўқ чизик билан кесишгунча давом эттирилади. О нуктани марказ қилиб, R_1 радиусда ёй чизилади. R_2 ва R_3 радиусли ёйларнинг маркази ясаш йўли билан аниқланади.

Гайка. Болтли ва шпилькали бирикмаларнинг қисмларида гайка болт ва шпилькаларнинг резбали қисмларига бураб киритилади.

Гайкалар тузилишларига қараб олти киррали, тўртбурчак, юмалоқ ўйикли ва тожсимон шаклларда ишланади. Олти киррали гайкалар баландлиги бўйича нормал (ГОСТ 5915—70), паст (ГОСТ 5916—70) ва баланд (ГОСТ 15523—70) турларга бўлиниб, бир фаскали ва икки фаскали қилиб ишланади. Силкиниш ва тебранишдан ҳоли бўлган ва ўқлар бўйича унча катта бўлмаган кучлар таъсирида ишлайдиган бирикмалар учун 5 дан 48 мм гача диаметрга эга бўлган паст гайкалар ишлатилади. Ташқи куч ва тебранишнинг таъсири остида буралиб, бўшаб кетмаслик учун баланд, ўйикли ва тожсимон гайкалар ишлатилади (344,345-шакллар). Кўпинча гайкалар метрик резбали бўлиб, майда ва йирик кадамли бўлади. Гайкалар еттита (4; 5; 8; 10; 12; 14) мустаҳкамлик



344- шакл.

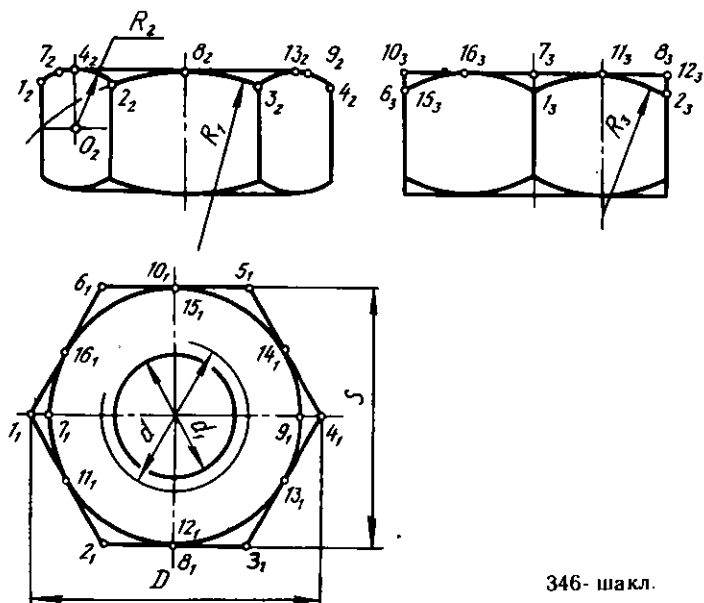


345- шакл.

классларига бўлинади. Ҳар бир классдаги гайка тегишли маркали пўлатдан ишланади.

Гайкалар шартли белгилар билан ифодаланади. Бунда гайканинг номи, резбанинг диаметри, гайканинг мустаҳкамлик классификацияси, қоплама тури ва ГОСТлар кўрсатилади. Масалан, гайка М 12 10.08 ГОСТ 5915—70; ўқув жараёнларидаги чизмаларни бажаришда белги бирмунча соддалаштирилган ҳолда ёзилади. Масалан, М12 ГОСТ 5915—70. Нормал гайка чизмасининг чизиши билан батафсил танишиб чиқайлик (346- шакл). Гайка чизмасини чизишда унинг устдан кўринишини чизишдан бошлаш мақсадга мувофиқдир.

Бунинг учун ўқ чизиклари чизилади ва уларнинг кесилган O нуктадан $D=2d$ диаметрга тенг бўлган айлана чизилади ва айланани олтига бўлакка бўлиб ўзаро бирлаштирилади. Ҳосил бўлган олти қирра ичига айлана чизилади. Натижада қалитбоп S ўлчами ҳосил бўлади. Сўнгра, O марказдан $d_0=0,85d$ диаметрда резбанинг ички диаметрига тенг бўлган айлана чизилади. Шунингдек, шу марказдан d диаметрли айлананинг хоҳлаган, масалан $3/4$ қисми чизилади. Гайканинг фронтал проекциясини



346- шакл.

қуриш учун $H=0,8d$ баландлик ва эни $D=2d$ га тенг бўлган тўғри тўртбурчак қурилади. Сўнгра тўртбурчакни тенг тўрт қисмга бўлиб, гайканинг қирралари ясалади. О марказдан $R_1=1,5d$ радиусда ички икки қирранинг 2_12_2 ва 3_13_2 нукталарда кесиб ўтувчи ёй чизилади ва ёй гайканинг икки четки қирраларининг проекциялари билан кесишгунча давом эттирилади. Бу ёйларни қирра проекциялари билан кесишган нуктасидан горизонтал чизиклар ўтказилади. Четки қирраларнинг ўртасидан фронтал чизиклар чизилади ва бу чизик горизонтал чизик билан кесишиб O_1 ва O_2 марказларни ҳосил қилади. Сўнгра, $R_2=O_21_32$ ва $R_2=O_21_12$ радиусларда ёйлар чизилади. Чизилган ёй билан четки қирранинг кесишган нуктасидан 30° бурчак остида фаска ўтказилиб, 1_11_2 , 4_14_2 , ва 7_17_2 , 9_19_2 нукталарга эга бўлинади. Гипербола эгри чизигининг чўкки нукталарини аниқлаш учун олти қиррага уринма қилиб айлана чизилади. Натижада 11, 12, 13, 14, 10 ва 16 нукталар ҳосил бўлади. Гайканинг чапдан кўринишини чизишда фаскани тасвирловчи $R_3=d$ радиусга унинг, яъни гайканинг қирра проекцияларини иккига бўлиб ёй чизилди. Бу ёй қирралар билан кесишиб 15_3 , 16_3 , 1_3 , 11_3 ва 12_3 изланаётган нукталарни ҳосил қилади. Дастлаб барча

чизмалар ингичка туташ чизикда бажарилиб, сўнгра устидан юргизиб чиқилади.

345- шаклда олти киррали ўйикли гайканинг фронтал ва профил проекциялари кўрсатилган. Гайкаларнинг шартли белгиси қуйидагича ёзилади: Гайка М12—6Н 5 ГОСТ 5918—73.

Гайка 2М12×1,25—6Н 5 019 ГОСТ 5918—73.

Бу ерда, 2 — бажарилиши; 1,25 — резба қадами; 6Н — рухсат этилган бўшлиқ; 5 — мустаҳкамлик даражаси; 019 — коплама тури ва унинг қалинлиги.

Хар икки мисол учун мустаҳкамлик даражаси В, баландлик ва калитбоп ўлчамлар нормал бўлиб, улар стандартдан аниқланади.

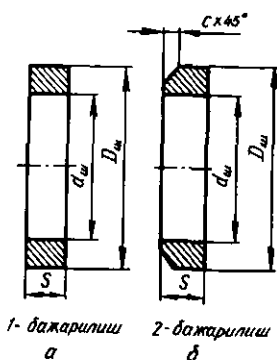
Шайбалар. Болтли ва шпилкали бирикмаларда гайкани маҳкамлашда, деталлар юзаларининг шикастланмаслиги ва кучларнинг бир хил тарқалиши учун шайбалар ишлатилади. Шайбалар икки хил усулда тайёрланади. Биринчи усулда шайбалар фаскасиз қилиб ишланади (347- шакл, а). Иккинчи усулда эса улар фаскали қилиб ишланади (347- шакл, б).

Шайбалар юмалок ва пружинасимон каби турларга бўлинади. Шунингдек, шайбалар кўринишларига нисбатан нормал (ГОСТ 1171—78), катталашган (ГОСТ 6958—78) ва кичрайган (ГОСТ 10450—78) бўлади. Булар А ва С аниқлик даражаси бўйича ишланади.

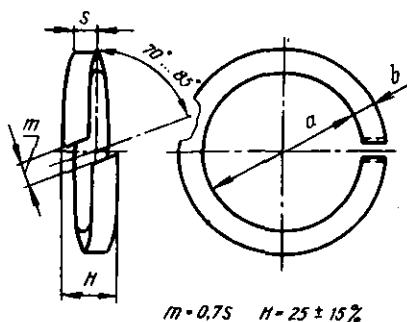
Шайбалар учун қуйидагича шартлар белгиланади: Биринчи усул билан ишланган шайба учун 12. 01. 099 ГОСТ 11 371—78.

Бу ерда: 12 — стержень диаметри, 01 — материалнинг группаси, 099 — коплама белгиси ва қалинлиги, ГОСТ 11 371—78 — стандарт номери.

Иккинчи усул билан ишланган шайба учун 2 12 01 099 ГОСТ 11 371—78. Ташқи кучларнинг таъсирида ва тебраниш ҳаракатлари натижасида гайкаларнинг ўз-ўзидан бўшашиб, буралиб кетмаслиги учун пружинасимон шайбалар (ГОСТ 6402—70) ишлатилади. Пружинасимон шайбалар бир неча хил хоссаларга эга бўлиб, қуйидаги ҳарфлар билан шартли белгиланади: Л — енгил, Н — нормал; Т — вазминли; ОТ — алоҳида вазминли (348- шакл). Бундай шайбаларни белгилашда диаметрдан сўнг бажарилиш тури ёзилади (Н — белги ёзилмайди). Масалан, шайба 12Т ГОСТ 6402—70. Шайбаларнинг чизмаларини чизиш учун унинг керакли ўлчамлари юқоридаги стандартлардан олинади. Агар болт, шпилка-



347- шакл.



$$m = 0,7S \quad H = 25 \pm 15\%$$

348- шакл.

ларнинг резба диаметрлари (d) маълум бўлса, қуйдаги формулалар билан шайба ўлчамларини аниқлаш мумкин.

Шайбанинг: ички диаметри $d_w = 1,1d$,
ташки диаметри $D_w = 2,2d$,
баландлиги $S_w = 0,15d$,
фаска калинлиги $c = 0,25S$.

Энди болтли бирикманинг чизмасини чизиш учун гайка, болт ва шайбаларнинг ўлчамларини юқорида келтирилган стандартлардан олиб ёки уларнинг резбасининг диаметрларига нисбатан ҳисоблаб, сўнгра болтнинг узунлиги қуйдаги формула бўйича мм да ҳисобланади (342- шакл, а):

$$L = B_1 + B_2 + S_w + H + a + C \quad \text{ёки} \quad L = B_1 + B_2 + S_w + (2 + 2,5)P$$

Бу ерда: B_1 ва B_2 — бирикувчи деталларнинг қалинлиги; S_w — шайбанинг калинлиги; H — гайканинг баландлиги; a — гайкадан чиқиб турувчи болт учининг узунлиги ($1-1,5$) P қилиб олинади. C — фаска калинлиги (кўпинча p га тенг бўлади).

Шунингдек, ГОСТ 7798—70 га асосан болтга ўйилган резбанинг узунлиги (L_0) қуйдаги формула билан аниқланади:

$$L_0 \geq L - (B_1 + B_2) - 5$$

Масалан, стержень диаметри $d = 36$ мм берилган, материаллар калинлиги $B_1 + B_2 = 50 + 60$ мм.

d га нисбатан: ГОСТ 7798—70 бўйича кадам $P=4$ мм, ГОСТ 5915—70 бўйича гайка баландлиги $H=29$ мм, ГОСТ 21371—78 га асосан шайба калинлиги $S_{ш}=5$ мм эканлиги аниқланади.

Энди болтнинг узунлиги L ҳисобланади:

$$L = 50 + 60 + 5 + 29 + (2 \dots 2,5) \cdot 4 = 152 \dots 155$$

ГОСТ 7798—70 га солиштирилиб, болт узунлиги яхлит, яъни $L=160$ мм олинади. Резбанинг ўйилган қисми узунлиги $L_0 \geq 160 - (50 + 60) - 5 = 55$.

ГОСТ 7798—70 га солиштирилиб, $L_0=84$ мм қилиб олинади. Сўнгра, юқорида аниқланган ўлчамлар бўйича 342-шаклдагидек болтли бирикма чизилади.

Болтли бирикмалар соддалашган ҳолатда ҳам чизилди (ГОСТ 2 315—68). Бу ҳолда тешик ва стержен орасидаги масофа, болт каллаги, гайка ва стержен учидаги фаскалар кўрсатилмайди. Шунингдек, L_0 ҳам чегараланмасдан, болтнинг бўйи бўйича ингичка туташ чизик билан чизиб кўрсатилади (342-шакл, б).

12.6.2. Шпилкали бирикмалар. Агар бирикувчи деталлар бирмунча калин бўлиб, болт ўрнатишнинг иложи бўлмаса шпилкали бирикмалардан фойдаланилади.

Бу бирикма икки ва ундан ортиқ деталларнинг шпилка, гайка ва шайбаларининг ўзаро бирикувларидан ҳосил бўлади. Гайка ва шайбаларнинг чизмаларини чизиш услуби билан юқорида танишиб чиққан эдик. Қуйида фақатгина шпилка ва шпилка уясининг чизилишлари билан танишамиз.

Шпилка. Шпилка икки учига резба ўйилган стержендан иборат бўлиб (349-шакл), унинг бир томони бирикувчи деталларнинг биттасига бураб киритилади, иккинчи томонига иккинчи бирикувчи детал кийгизилиб ва гайка, шайба билан тортиб қўйилади.

Шпилка ўлчамлари резбаларнинг диаметри ва шпилка уясининг чуқурликларига нисбатан стандартлаштирилган (ГОСТ 22032—76—22043—76).

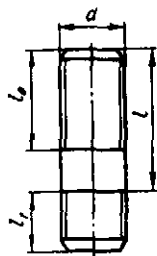
Шпилкалар икки: А ва Б кўринишларда тайёрланади. А кўринишда резбанинг номинал диаметри билан шпилканинг резбасиз силлик қисмининг диаметри тенг бўлади (349-шакл). Б кўринишда стерженнинг резбасиз қисми (d_2) резбанинг (d_1) ўрта диаметрига тенг бўлади.

Шпилканинг шпилка уясига бураб киритиладиган қисмининг l_1 узунлиги пўлат, латунлар учун $l_1=d$, чўян

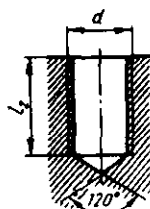
учун $l_1 = 1,25d$ ва енгил котишмалардан иборат деталлар учун $l_1 = 2,5d$ қилиб олинади. Шпилкага метрик резба ўйилади, резбанинг қадами майда ёки йирик бўлиши мумкин. Шпилканинг юқори қисми $l_0 = (1,5 \dots 2)d$ га тенг. Шпилкалар учун қуйдаги шартлар белгиланади:

Шпилка $M16 \times 120-5,8$ 0,26-6 ГОСТ 22 032-76.

Бу ерда: $d = 16$ мм; $R = 2$ мм (йирик қадамли); $L = 120$ мм шпилка узунлиги; 5,8 — аниқлик класс; 026 — қоплама белгиси; 6 — қоплама қалинлиги, МҚМ.



349- шакл.



350- шакл.

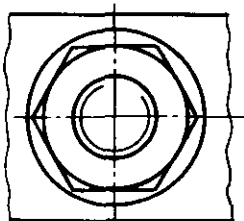
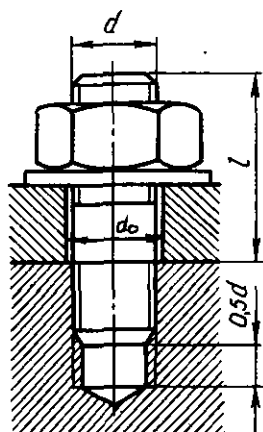
Шпилка уяси. Бирикувчи деталлардан бирортасига (шпилканинг бир томонини бураб киритиш учун) резбали учи берк тешик ўйилади ва бу тешик шпилка уяси дейилади (350- шакл).

Тешикнинг охири учи 120° ли конуссимон шаклда тугалланади. Сўнгра метчик ёрдамида резба ўйилади. Тешик чуқурлиги $l_2 = l_1 + 0,5d$ га тенг қилиб олинади. Шпилкали бирикмаларнинг чизмаларини чизиш учун резба стерженининг d диаметри ва шпилка узунлиги l асос қилиб олинади (351- шакл).

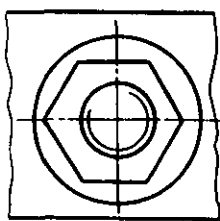
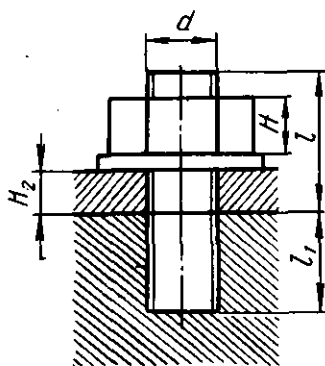
Шпилканинг узунлиги қуйдаги формула билан аниқланади:

$$l = H_2 + H + d + c$$

Бу ерда: H_2 — бирикувчи деталнинг қалинлиги, мм. H — гайканинг баландлиги, мм, d — гайкадан чиқиб турадиган шпилка учининг қисми, мм. c — фаска баландлиги ($c = 0,2d$) мм.



351- шакл.

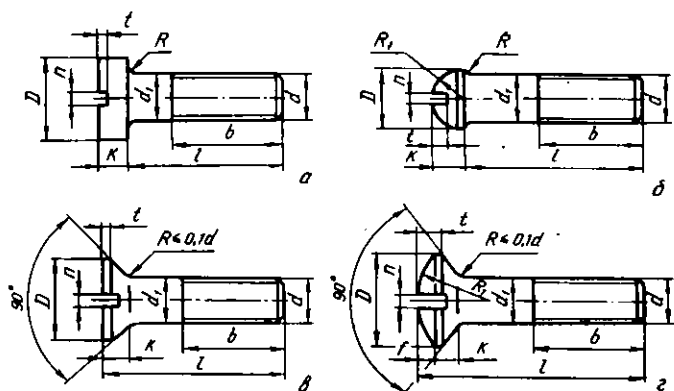


352- шакл.

ГОСТ 2.315—68 га асосан шпилькали бирикмалар соддалашган ҳолатда тасвирланади (352- шакл).

Бунда резба стержен бўйича кўрсатилади ва шпилька фаскасиз чизилади, резба чегараси эса резба уясининг охирида тугалланади.

12.6.3. Винтли бирикмалар. Винтли бирикмалар шпилькали бирикмаларга ўхшаш бўлиб, унда бирикувчи деталлар винт ёрдамида бириктирилади. Винтлар, уларнинг ишлатиш жойларига қараб, бириктирувчи ва ўрнатувчи турларга бўлинади. Бириктирувчи винтлар ажраладиган бирикмаларда ишлатилади. Бирикувчи деталларга бураб киритиш учун винт стерженининг бир томонига резба ўйилади. Унинг иккинчи томони эса цилиндрсимон (ГОСТ 1491—80), ярим юмалоқ (ГОСТ 17433—80), яширин (ГОСТ 17475—80) ва ярим яширин (ГОСТ 17474—80) ўйикли (шлицали) каллаклардан иборатдир (353- шакл, а, б, в, г).



353- шакл.

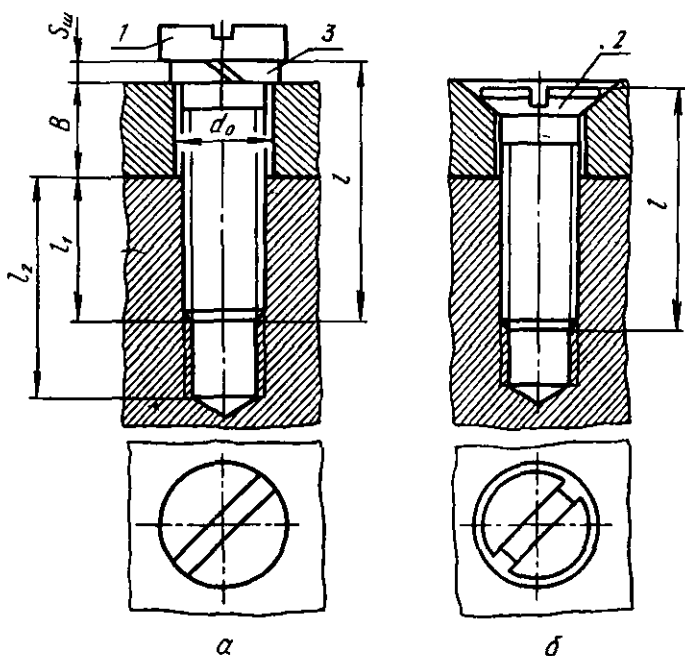
Ўрнатиш винтлари бириктирувчи винтлардан шу билан фарқ қиладики, резба стержен узунлиги бўйича ўйилади ва уларнинг учлари текис конуссимон ва сфера шаклида ишланади. Машина ускуналарини йиғишда бир детални иккинчи деталь билан маҳкам ушлаб туриш учун ўрнатиш винтлари қўлланади. Айланувчи деталлар учун каллаксиз ўйикли винт ишлатилади. Винтларга майда ва йирик кадамли метрик резба ишлатилади.

Винтларни белгилаш бириктирувчи винт, йирик кадамли метрик резба, резба диаметри $d = 12$ мм, стерженнинг узунлиги 50 мм, мустаҳкамлик даражаси 5,8 ГОСТ 17 473—80 га тегишли винт қуйидагича белгиланади: Винт $M12 \times 50$ 5,8 ГОСТ 17 473—80.

Ярим юмалок каллаккли винт, иккинчи бажарилишдаги, диаметри 12 мм, майда кадамли метрик резбанинг қадами 1,25 га тенг бўлган винт, винт $2M12 \times 1,25$ ГОСТ 17 473—80 тарзда белгиланади.

Техникада икки детални винт (1,2) ва шайбалар (3) ёрдамида бириктириш кенг тарқалган (354- шакл, а, б). Агар бириктириш яширин каллаккли ва ўрнатиш винтлари ёрдамида бажарилса, шайба қўйилмайди. Агар винтнинг диаметри (d) ва унинг узунлиги (l) берилса, улар асосида қолган ўлчамлар стандартлардан аниқланади ва винт бирикмалари чизилади. Бирикувчи деталларнинг бирига резба уяси, иккинчисига $d_0 = 1,1d$ диаметрда силлик қилиб тешик ўйилади.

Винтни детал уясига бураб киритиладиган резба қисмининг узунлиги бирикувчи деталнинг материалига



354- шакл.

нисбатан куйидагича бўлади: пўлат учун $L_1 = d$, чўян учун $L_1 = 1,25d$ ва алюмин учун $L = 2d$.

Резба уясининг чуқурлиги $l_2 = L_1 + 6p$ (P — резба қадами) бўлади. Куйидаги формула бўйича винтнинг узунлиги аниқланади:

$$L = B + L_1 + S_{\text{ш}}, \text{ мм}$$

Бу ерда: B — бирикувчи деталнинг калинлиги; L_1 — винтнинг резба уясига буралиб кирадиган қисми; $S_{\text{ш}}$ — шайба калинлиги.

Масалан, винт стерженининг резба қисми диаметри $M16$; $B=40$ бўлган винт бирикмасини чизиш керак бўлсин. Бунинг учун ГОСТ 1491—80 дан $M16$ винт учун, резба қадами $P=2$ мм, ўйикнинг эни $p=4$ мм, ўйикнинг (шлицани) чуқурлиги $t=4$ мм, каллакнинг диаметри $D=24$ мм, каллакнинг баландлиги $K=9$ мм, R радиус $R=1,6$ мм; ГОСТ 6402—70 дан пружинали шайбанинг диаметри $d_{\text{ш}}=16,3$ мм ва шайбанинг калинлиги $S_{\text{ш}}=3,5$ мм

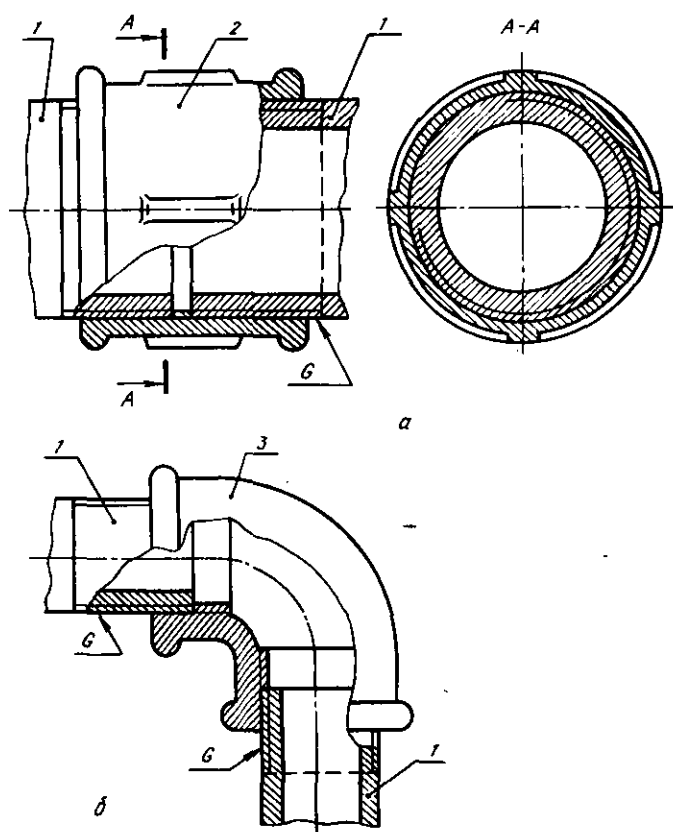
эканлиги аникланади. Сўнгра куйидаги қийматлар ҳисоб-
лаб чиқилади:

Пўлат учун $L_1 = d = 16$ мм, резба уясининг чуқурлиги $L_2 = 16 + 6p = 28$ мм; винтнинг узунлиги $L = B_1 L_1 + S_m = 40 + 16 + 3,5 = 59,9$ мм.

Аммо ГОСТ 1491—80 бўйича винт узунлиги $L = 60$ мм га тенг. Винт билан бирикувчи деталлар орасидаги масофа $d_0 = 1,1d = 1,1 \cdot 16 = 17,6$ мм га тенг.

Шундай қилиб аникланган ўлчамларига кўра винтнинг бирикмаси куйидагича ёзилади: М16Х60 ГОСТ 1491 - 80.

Агар винт каллагининг диаметри 12 мм дан кам бўлса, чизмада унинг ўйиғи битта узлуксиз йўғон чизик билан



355- шакл.

кўрсатилади. Винт каллагининг устан кўринишида ўйикни (шлицани) 45° га буриб чизилади.

12. 6. 4. Труба резбали бирикмалар. Труба резбали бирикмалар асосан сув, нефть, газ ўтказувчи қурилмаларда ишлатилади. Бу бирикмаларни ҳосил қилиш учун бирикувчи иккита труба ва бириктирувчи муфта деталларининг ўзаро бирикмалари бўлиши лозим. Резбали трубаларни шартли D_y диаметри асосида стандартдаги жадваллардан трубалар ва бириктирувчи қисмларнинг ўлчамлари аниқланади, сўнгра уларнинг чизмалари чизилади. Бирикувчи трубаларнинг диаметрларига қараб ҳар хил шаклдаги фитинглар, яъни тўғри бурчакли угълниклар, муфталар ишлатилади. Труба ва труба бирикмаларнинг чизмаларини чизиш кондалари ГОСТ 2—411—72 да батафсил баён этилган. 355- шакл, а да тўғри чизик бўйича жойлашган трубаларни (1), тўғри муфта (2) ёрдамида, 355- шакл, б да эса иккита трубанинг (1) угълник (3) ёрдамида бирикиши кўрсатилган.

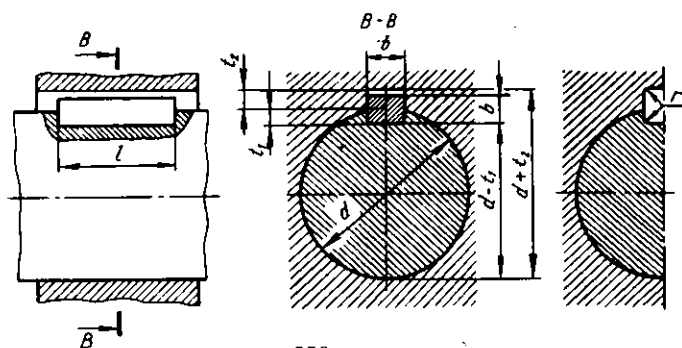
13- боб. ШПОНКАЛИ ВА ШЛИЦАЛИ БИРИКМАЛАРНИ ТАСВИРЛАШ

13.1-§. Шпонкали бирикмалар

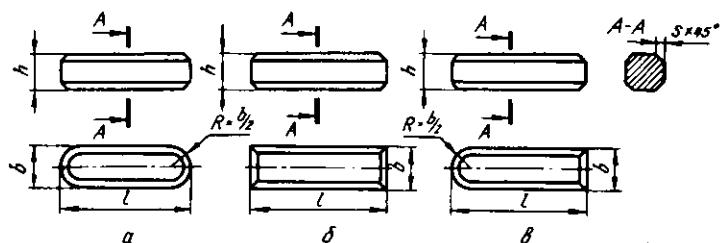
Резбали бирикмалардан ташқари шпонкали ва тишли (шлицали) бирикмалар ҳам ажраладиган бирикмалар туркумига қиради. Шпонкали бирикмалар тузилиши жиҳатидан содда ва мустаҳкам бўлганлиги учун машина-созликда кенг қўламда ишлатилади.

Шпонкалар кўзғалувчан ва кўзғалмас ҳаракатланувчи бирикмалардаги шкив, маховик, ярим муфта ва тишли ғилдираклар каби деталлар билан вал, ўқларни ўзаро бириктириб, уларнинг ҳаракат жараёнида мустаҳкамлигини сақлаш учун ишлатилади.

Шпонкали бирикмада шпонканинг бир қисми валнинг ўйиғига, иккинчи қисми эса иккинчи деталнинг, масалан ғилдиракнинг ўйиғига киритилган бўлади (356- шакл). Шпонкалар призма (357- шакл, а, б, в) сегментсимон (358- шакл, а) ва понасимон (358- шакл, б) шаклларда бўлиб, унинг кўндаланг кесими тўғри бурчакли тўртбурчакдан иборат. Шпонкаларнинг шакли ва ўлчамлари стандартлашган бўлиб, валнинг диаметри ва деталларнинг



356- шакл.



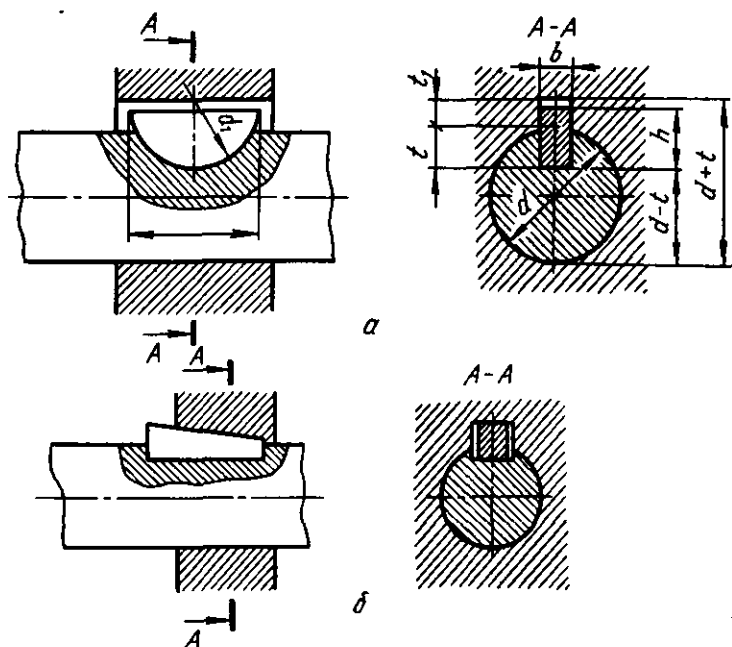
357- шакл.

ҳаракатланиш жараёнларига қараб танланади. Призмаси-
мон шпонка кўпроқ қўлланади ва унинг кўндаланг
кесимининг ўлчамлари валнинг диаметрлари бўйича
аниқланади. Масалан, валнинг диаметри $d=28$ мм бўлса,
шпонканинг кўндаланг кесимидаги эни $b=8$ мм, баландли-
ги $h=7$ мм га тўғри келади. Танланган шпонка учун
деталдаги ўйикнинг ўлчамлари: вал учун $t_1=4$ мм; втулка
учун $t_2=3,3$ мм (356-шакл). Шпонкали бирикмаларда
асосан t_1 ўлчам ва гилдирак втулкасининг чизмасида эса
 $d+t_2$ ўлчамлари кўрсатилади (356-шакл). Шпонканинг
узунлиги ГОСТ 23360—78¹ (СТ СЭВ 189—75) га кўра 6 дан
500 мм ораликда бўлади. Юқоридаги мисол учун призма
узунлиги $L=45$ мм га тенг. Шпонкалар шартли равишда
қуйидаги тартибда белгиланади:

А бажарилиш учун шпонка 8×7×45 ГОСТ 23360—78.

С бажарилиш учун шпонка С 8×7×45 ГОСТ
23360—78.

Сегментли шпонкалар ГОСТ 24071—80 (СТ СЭВ



358- шакл.

647—77) га асосан тайёрланади. Вал билан деталлар бирикмасидаги втулка энсиз бўлса кўпинча сегментли шпонкалар ишлатилади (358- шакл, а).

Сегментли шпонканинг шартли белгиланишига мисол келтирамиз: Шпонка $5 \times 6,5$ ГОСТ 24071—80; бунда 5 — шпонканинг эни; 6,5 — шпонканинг баландлиги. Понасимон шпонкалар ГОСТ 24068—80 (СТ СЭВ 645—77) ларга асосан тайёрланади. Бу шпонка секин ҳаракатланувчи механизмларда ишлатилади. Шпонка ўйиқларга киритилганда икки ён томонидан бўшлиқ қолади (358- шакл, б). Понасимон шпонкалар қуйидагича белгиланади:

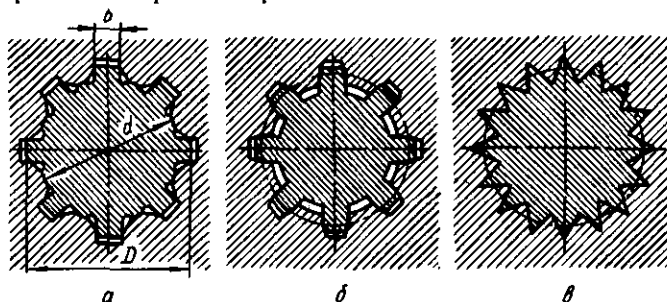
шпонка $4 \times 18 \times 11 \times 100$ ГОСТ 24068—80.

Бу ерда: 4 — бажарилиш хили. 18×11 — шпонканинг кўндаланг кесими (18- эни). 100 — шпонканинг узунлиги.

Шпонкаларнинг шакли хиллари ёки ўлчамларидан қатъи назар, бўйлама қирчимларда кесилмаган ҳолда тасвирланади.

13.2- §. Тишли (шлицали) бирикмалар

Тишли бирикмалар кўпинча катта кучга эга бўлган айланма ҳаракатларни узатиш, шунингдек деталлари валларнинг ўқлари бўйича силжиб ҳаракатланувчи машина қурилмаларида ишлатилади. Бу бирикмаларни кўп шпонкали бирикмалар деса ҳам бўлади, чунки бунда шпонка вал билан бирга ишланади, яъни валда шпонкасимон тишлар қирқилади, ғилдирак втулкаларида ариқчалар ўйилиб ўзаро бириктирилади. Бу эса ғилдирак ва валларнинг айланганда мустаҳкамлигини ва яхши марказланишини таъминлайди. Тишли бирикмалар стандартлашган бўлиб, тишларнинг профилларига қараб таянч юзалари тўғри ёнли (а), эвольвентасимон (б), ва учбурчак (в) тишли бўладилар (359- шакл). Техникада асосан тўғри ёнли бирикмалар ишлатилади.

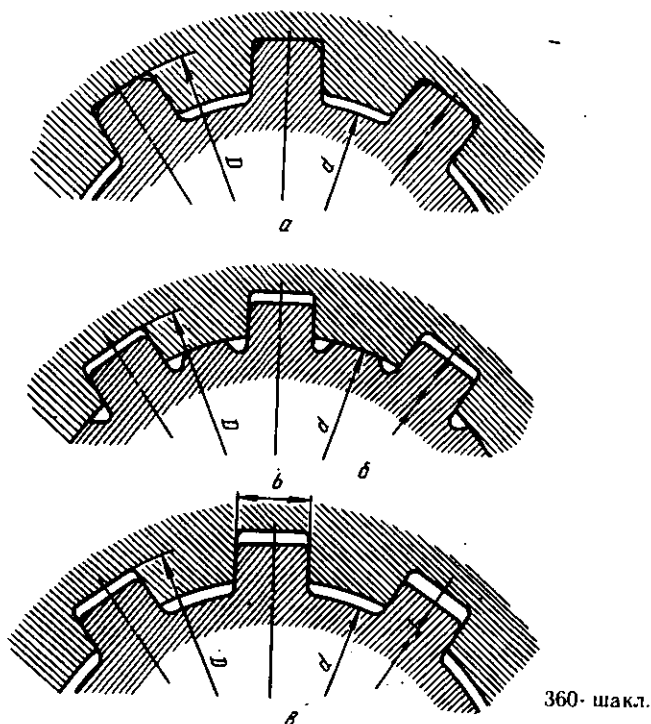


359- шакл.

13.3- §. Тўғри ёнли тишли бирикмалар

Тўғри ёнли бирикмалар ГОСТ 1139—80 га асосан тишларининг сони (Z), кичик диаметри (d) ва катта диаметри D , шунингдек тишларининг эни (b) лар билан ифодаланиб ҳар хил нисбий ўлчам миқдорларига эгадир. Ишлаш жойларига қараб тишли бирикмалар стандарт бўйича енгил, ўрта ва оғир серияларга бўлинади. Валлардаги тишларни ясаш осон бўлиши ва уларни вақти-вақти билан текшириб туриш учун тишлар сони жуфт қилиб, 6 та дан 10 тагача олинади.

Тишли (шлицали) бирикмалар втулка ва валларнинг ўзаро нисбий марказлашиш усуллари билан фарқланади. Марказлаштириш деганда тишлар юзаси билан ўйилган чуқурча юзаларининг ўзаро жипслашиш даражаси тушу-



360- шакл.

нилади. Амалда уч хил марказлаштириш усуллари ишлатилади:

а) ташки айлана диаметри D бўйича, бунда айлана диаметри d бўйича оралик бўшлиғи (зазор) ҳосил бўлади (360- шакл, а);

б) ички айлана диаметри d бўйича, бунда оралик бўшлиғи D бўйича ҳосил қилинади (360- шакл, б);

в) тишларнинг ён томонлари бўйича, яъни b ўлчами бўйича, бунда оралик бўшлиғи (зазор) катта (D) ва кичик (d) айланалар бўйича ҳосил бўлади (360- шакл, в). Шлициали бирикмаларнинг ишлатиш жойларига нисбатан марказлаштириш усулларида бири қўлланади.

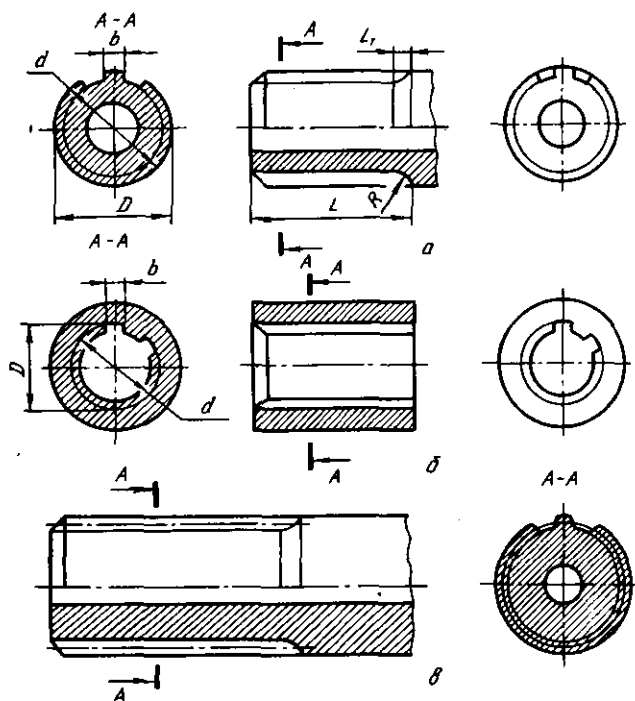
13.4- §. Эволвентасимон тишли бирикмалар

Эволвентасимон шлицали бирикмалар стандартлашган (ГОСТ 6033—80) бўлиб, тишларнинг ён томонлари эволвента эгри чизиги бўйича тасвирланади (359- шакл,

б). Бу бирикмалар мустаҳкамлиги ва бирикма жараёнида энг яхши марказлашиш даражаси ҳосил бўлганлиги учун айланма ҳаракатлардаги катта кучга эга бўлган узатмалар учун ишлатилади. Эволвентасимон тишли бирикмалар номинал диаметри (D), модули (m^*) ва тишлар сони (z) билан ифодаланади.

Бундан ташқари учбурчак шаклидаги тишли но-стандарт бирикмалар ҳам кўп тарқалгандир. Тишли вал ва тешикларнинг чизмаларини ва уларнинг бирикмаларини тасвирлаш тўғрисидаги маълумотлар ГОСТ 2.409—74 да кўрсатилган. Қуйида ана шу маълумотлардан бир нечтаси келтирилган: 1. Вал ва тешикдаги тишлар чўккилари сиртларининг айланаси (диаметри D бўлган) ва ясовчилари, фаскалар асосий туташ чизик билан чизилади (361-шакл, а). 2. Диаметри d бўлган ясовчи ва айланалар ингичка туташ чизик билан тасвирланиб, фаска чегара чизигини кесиб ўтади (361-шакл, а, в). Вал ва тешикларга бўйлама қирқим берилганда ўйик сиртларининг ясовчилари асосий туташ чизиги билан тасвирланади (361-шакл, б); тишли вал ва тешикларнинг ўқларига перпендикуляр бўлган текисликнинг кесим ва қирқимларида ботиклар айланаси ингичка туташ чизик билан чизилади (361-шакл, а, б). 3. Эволвентасимон ва учбурчак профилли тишли бирикма деталларини тасвирлашда, бўлувчи айлана ва тиш сиртини иккига бўлувчи ясовчилар ингичка штрих-пунктир чизик билан чизилади (361-шакл, в). 4. Валдаги тиш сиртларининг чегараси ва тўла профилли тишларнинг чегараси, вал сбегининг чегараси ингичка туташ чизик билан чизилади (361-шакл, а). 5. Тишли вал тешик ўқларига перпендикуляр бўлган текисликда тасвирланганда унинг битта тиши ва иккита ўйиғи фаскасиз кўрсатилади (361-шакл, а, б). 6. Вал ва тешикларнинг ўқлари орқали текислик кесиби ўтса, унинг қирқим ва кесимларида вал тишлари шартли равишда чизма текислиги билан устма-уст тасвирланиб кесилмаган ҳолда кўрсатилади (361-шакл, б). 7. Тишли вал ва тешикларнинг қирқим-

* Модул m бўлувчи айлана диаметри (d) нинг битта тиш (z) га тўғри келадиган қисмини мм да билдиради, яъни, $\frac{d}{z}$.

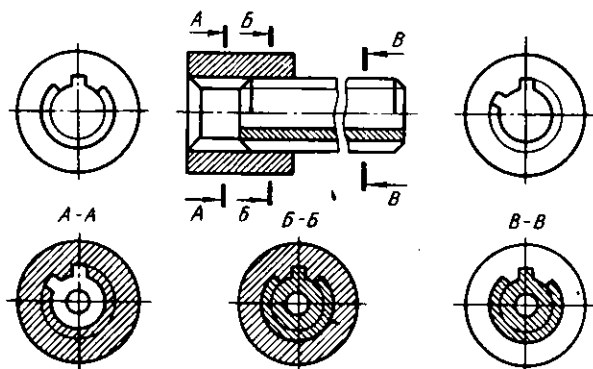


361- шакл.

ларида штриховка чизиғи ўйик чизиғи ёки тишнинг чўкки чизикларига етказиб чизилади. 8. 362- шаклда профили тўғри ёнли тишли бирикманинг тасвири келтирилган. Тишли бирикмаларни ҳосил қилиш ва назорат қилиш каби маълумотларни стандартдан олиш мумкин. Тишли бирикмалар марказлаштириш усулларига қараб шартли белгиланади.

Тўғри ёнли тишли бирикмалар учун марказлаштириш белгилари (D , d , b) тишлар сони Z ва ташки (D), ички (d) диаметрлар ўлчамлари ҳамда тишлар эни (b) кўрсатилади. Масалан, втулканинг ички диаметри (d) бўйича марказлашган бирикма учун марказлаштириш белгилари қуйидагича бўлади: $8 \times 36 \times 40 \times 7$, 8 — тишлар сони; 36 — ички диаметр, 40 — ташки диаметр; 7 — тишлар эни, мм ларда.

Эволвентасимон тишли бирикмаларда вал ёки тешикларнинг номинал диаметрлари « D », модули m ва тишлар



362- шакл.

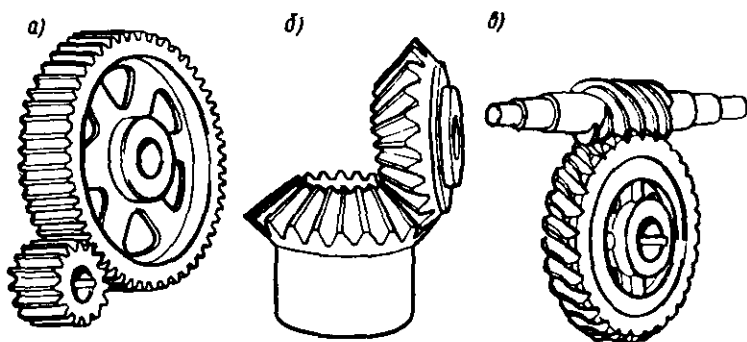
сони z билан белгиланади. Масалан, D бўйича марказлашган бирикма учун: $50 \times 2 \times 9H9_q$ ГОСТ 6033—80 кўринишида ёзилади.

Бу ерда 50 — номинал диаметр, 2 — модул, 9H ва 9_q — рухсат этилган бўшлик.

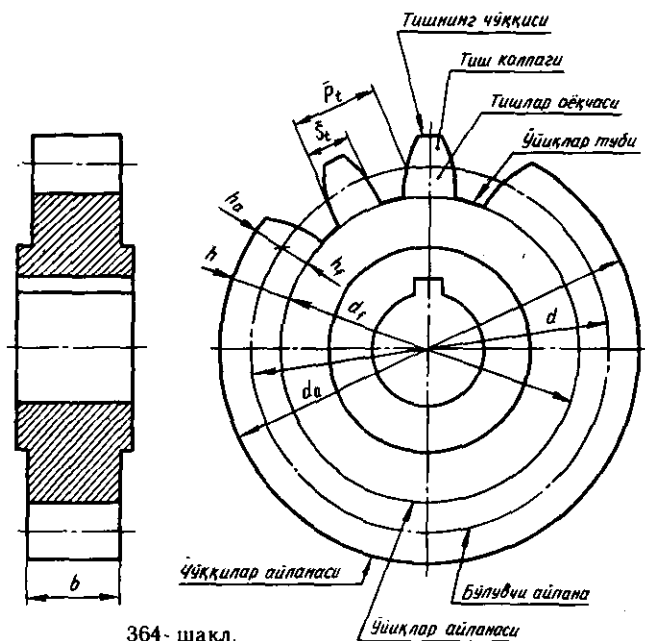
Бирикмаларда тишлар сонини D ва m лар бўйича аниклаш мумкин. Ўқув жараёнларидаги чизмаларда, D , m ва стандартни белгилаш билан чегараланади, яъни: 50×2 ГОСТ 6033—80.

13.5-§. Тишли узатмалар

Бир валдан иккинчи валга айланма ҳаракатларни узатиш, уларни илгариланма ҳаракатга айлантириш ва айланма ҳаракатлар тезлигини ўзгартириш каби жараёнлар махсус деталлардан ташкил топган механизмлар, яъни тишли узатмалар ёрдамида бажарилади. Тишли узатмаларнинг ўқлари параллел бўлган валларда цилиндрсимон ва конус тишли филдираклар ўзаро кесишган ва айкашган бўлса ҳаракатлар червякли филдираклар ёрдамида узатилади (363- шакл). Тишли икки цилиндрлик ёки конус сиртли филдираклар, етакловчи ва етакланувчи валларга бириктирилган бўлиб, узатиш ҳаракатлари улар тишларининг ўзаро тегиб ҳаракатланиши ҳисобига бажарилади. Филдиракнинг асосий элементи унинг тиши ҳисобланади. 364- шаклда тишли цилиндрлик филдиракнинг чизмада тасвирланиши ва унинг элементлари, номланиши, белгиланиши кўрсатилган.



363- шакл.



364- шакл.

Буларга қуйидагилар киради: ўйиқлар айланаси d_f , чўққилар айланаси d_0 ва бўлувчи айлана d ҳарфлар билан белгиланади, лекин уларнинг ўлчамлари тишлар сони z ва илашма қадами P_t ларга нисбатан ҳар хил бўлиши мумкин. Бўлувчи айлананинг узунлиги $\pi d = Z P_t$ формула билан аниқланади. Бу ерда, $d = \frac{P_t \cdot Z}{\pi}$ га тенг.

Юкоридаги формуладаги $\frac{P_i}{\pi}$ нисбат тишли ғилдиракнинг модули дейлади ва у « m » харфи билан ифодаланиб, мм да ўлчанади; яъни $m = \frac{P_i}{\pi}$ га тенг. Бундан $d = m \cdot z$ ни ёзиш мумкин. Тиш модули тишли илашмаларнинг асосий параметрларидан бўлиб, ГОСТ 9365--60 (СТСЭВ 310--76) бўйича стандартлаштирилган. Қуйида стандартлашган модулнинг икки каторли қийматлари келтирилган:

1- катор: 1; 1,25; 1,5; 2; 2,5; 3; 4,5; 6; 8; 10; 12; 16; 20.

2- катор: 1; 1,25; 1,375; 2,25; 2,75; 3,5; 4,5; 5,5; 7; 11; 14;

18.

Тишли ғилдиракларни лойиҳалашда, аввало ғилдирак тишларининг модул қийматлари ҳисобга олинади, сўнгра стандартга асосан юкоридаги каторлардан ҳисоблаб олинган модулга яқинроқ келадиган модул танлаб олинади ва ғилдиракнинг асосий ўлчамлари аниқланади. Тиш каллагининг баландлиги h_a ни модуль m га тенг қилиб олинса, тишнинг баландлиги $h = 2,25m$, тиш тубининг баландлиги $h_f = 1,25m$ га тенг бўлади. Чўккилар айланасининг диаметри $d_g = m(z + 2)$, ботиклар айланасининг диаметри, $d_f = m(z + 2,5)$ формулалар билан аниқланади. Масалан, цилиндрсимон ғилдиракнинг модули 3 мм ва тишлар сони 24 маълум бўлса, унинг асосий элементларининг ўлчамлари қуйидагича аниқланади: бўлувчи айлананинг диаметри $d = m \cdot z = 3 \cdot 24 = 72$ мм; чўкки айланасининг диаметри $d_a = m(z + 1 - 2) = 3(24 + 2) = 78$; ботиклар айланасининг диаметри $d_f = m(z - 2,5) = 3(24 - 2,5) = 64,5$. Тишли узатмалардаги қисмларнинг белгиланиши, номланиши ва уларнинг қийматларини аниқлаш формулалари ГОСТ 16530—83 ва 16 531—83 да берилган. 9-жадвалда тишли ғилдирак қисмларининг номлари, белгиланиши ва уларни аниқлаш формулалари берилган.

Чизмада тишли ғилдираклар ГОСТ 2402—68 ва СТСЭВ 286—76 ларга асосан учта айлана билан тасвирланади. Чўкки айланасининг диаметри (d_a) асосий туташ чизик билан, ўйиклар айланасининг диаметри (d_f) ингичка туташ чизик билан ва бўлувчи айлананинг диаметри (d) ингичка штрих-пунктир чизик билан тасвирланади.

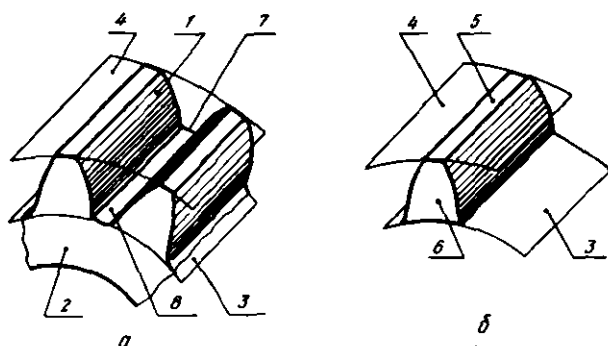
№	Қисмлар номи	Белгиси	Ҳисоблаш учун формулалар
1.	Чўққилар айланасининг диаметри	d_a	$d_a = m(z+2)$
2.	Тиш модули	m	$m = P/\pi$ ёки d/z
3.	Тишлар сони	z	
4.	Ўйиқлар айланасининг диаметри	d_f	$d_f = d - 2,5m$
5.	Тишнинг баландлиги	h	$h = h_a + h_f - 2,25m$
6.	Тиш каллагининг баландлиги	h_a	$h_a = m$
7.	Тиш оёгининг баландлиги	h_f	$h_f = 1,25m$
8.	Бўлувчи айлананинг диаметри	d	$d = m \cdot z$
9.	Илашма қадами	P_t	$P_t = d/z \cdot \pi \cdot m$
10.	Тишнинг қалинлиги	S_t	$S_t = 0,5P_t$
11.	Тишнинг узунлиги	b	$b = (6 \dots 8)m$
12.	Тишлар гардиши тугининг қалинлиги	δ_0	$\delta_0 = (2,5 \dots 4)m$
13.	Гупчак диаметри	$d_{гуп}$	$d_{гуп} = (1,6 \dots 2)d_\beta$
14.	Гупчакнинг узунлиги	$L_{гуп}$	$L_{гуп} = 1,5d_\beta$
15.	Дисканинг қалинлиги	K	$K = (1/2 \dots 1/3)P_t$
16.	Валнинг диаметри	d_β	ГОСТ 6636—69 дан олинади

Кесим ва қирқимларда ботик айлана чизиклари асосий туташ чизик билан тасвирланади (364-шакл). Ғилдиракнинг бош кўринишига фронтал қирқим бериб кўрсатилади. Бу ҳолда тишлар кесилмаган ва штрихланмаган вазиятда тасвирланади. Тишли ғилдиракни унинг ўқиға перпендикуляр бўлган текислик билан қирқиш ман этилади.

Агар тишнинг профилини тасвирлаш талаб қилинса ғилдирак чизмасининг бирор қисмини чегаралаб ерли қирқим бериб ёки алоҳида чизиб кўрсатилади. 365-шакл, а, б ларда ғилдирак тишнинг профили ва унинг элементлари тасвирланган.

1- цилиндрсимон ғилдиракнинг тиши.

2- ғилдиракнинг асоси.



365- шакл.

3- тиш билан тиш асосини чегаралаб турувчи ўйиклар сирти.

4- тиш чўққисини ҳосил қилувчи сирт.

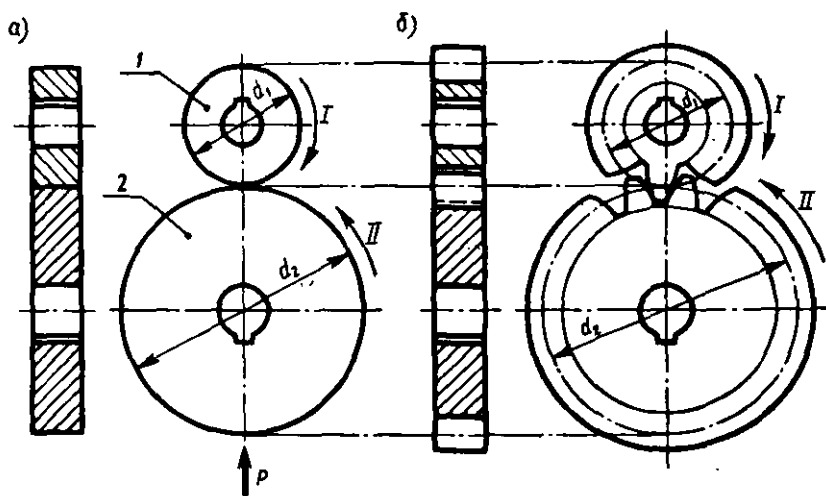
5- тишнинг чўққиси.

6- тишнинг асоси.

7- икки тиш ўртасида ҳосил бўлган ўйик.

8- ўйик туби.

366- шаклда икки цилиндрик тишли филдираклар узатмасининг чизмадаги тасвири берилган. Бу узатма етакловчи 1, етакланувчи 2 тишли филдираклардан иборатдир. Узатманинг бош кўринишига қирқим бериб



366- шакл.

тасвирланган. Қирқимда гилдиракларнинг қирқилган жойлари бир-бирларига нисбатан қарама-қарши қилиб штрихланади. Узатманинг ўлчамларини ҳарфлар билан белгилаб, тегишли индекслар қўшиб ёзилади. Масалан, етакловчи гилдирак ўлчамларига «1» индекси, яъни z_1, d_{a1}, d_{f1} , шунингдек, етакланувчи гилдиракка эса «2» индекси, масалан, z_2, d_{a2}, d_{f2} .

Профил кўринишда бўлувчи айланалар штрих-пунктир чизиклар билан чизилиб ўзаро уринган ҳолда бўлади. Узатмадаги тишли гилдиракларнинг чизмаларини тузишда ва лойиҳалаш вақтида аниқланган тиш модули m , тишларнинг сони z ларга асосан, гилдиракнинг қолган ўлчамлари куйидаги формулалардан фойдаланиб топилади.

Биринчи тишли гилдирак учун: чўккилар айланаси диаметри, $d_{a1} = m(z + 2)$, бўлувчи айлана диаметри, $d_1 = mz_1$, ботиклар айланаси диаметри $d_{f1} = d_1 - 2,5m$.

Иккинчи тишли гилдирак учун:

Чўккилар айланаси диаметри $d_{a2} = m(z_2 + 2)$,

бўлувчи айлана диаметри $d_{f2} = d_2 = m \cdot z_2$,

ботиклар айланаси диаметри $d_{f2} = d_2 - 2,5m$

ўқлар орасидаги масофа $d_w = (d_1 + d_2) / 2$ билан аниқланади.

Гилдиракларнинг бошқа ўлчамлари 9-жадвалда келтирилган формулаларга кўра ҳисобланади. Шпонка ва шпонка учун ўйиклар ўлчамлари ГОСТ 23360—78 дан танланади. Узатманинг чизмасини чизиш учун аввало, бўлувчи айланалар штрих-пунктир чизик билан, чўккилар айланаси эса асосий туташ чизик билан, ботиклар айланалари ингичка туташ чизик билан, чизилади. Биринчи гилдиракнинг чўккилар айланаси билан иккинчи гилдиракнинг ботиклар айланаси орасида радиал зазор бўлиб, у $0,25m$ га тенг бўлади. Сўнгра гилдиракларнинг бошқа чизиклари ва валлари чизилади.

13. 6-§. Пружиналар ва уларнинг чизмадаги тасвири

Машина ва механизмларнинг ишлаш жараёнларида ҳосил бўладиган сиқилиш, чўзилиш ва тўсатдан ҳосил бўладиган кучларни аста-секин сўндириш учун пружиналар қўлланади. Пружиналар таъсир кучининг йўналишига қараб чўзилиш, сиқилиш ва эзилиш хусусиятларига эгадир. Лекин таъсир кучининг камайиши билан пружинада ҳосил бўладиган эластик куч ҳисобига, унинг шакли ва

ўлчамлари бўйича аввалги бирламчи ҳолатига қайтади. Пружиналар ташқи тузилишларига қараб цилиндрсимон (367- шакл, а, б, г, д лар), винтсимон конусли (367- шакл, в, е), пластинкали спиралсимон (367- шакл, ж) каби турларга бўлинади. Пружиналарнинг иш чизмалари ГОСТ 2—401—68 (СТСЭВ 285—76) га асосан шартли равишда тасвирланади. Пружинанинг иш чизмалари факатгина ўнақай йўналишда чизилади. Пружина ўрамларининг кўндаланг кесими юмалок ёки тўғри бурчакли шаклларда бўлиб, чизмада ўрамнинг кесими юмалок ёки тўғри бурчакли шаклларда бўлиб, ўрамнинг ўзи эса тўғри чизик вазиятда тасвирланади. Ўрамлар сони кўп бўлганда унинг ўртасидан бир нечта ўрамларни узиб қолдириб, охириги таянч четки ўрамлари силликланади ва 3—4 ўрамларни қўшиб пружина чизилади. Пружина қадамлари ўзгармас бўлганлиги учун кесимнинг маркази шахмат тартиби бўйича жойлаштирилади ва шу марказлардан штрих-пунктир чизик билан ўқ чизиклар ўтказилади. Агар материалнинг кўндаланг кесими 2 мм дан кам бўлса, у чизмада 0,5... 1,4 мм йўғонликдаги чизик билан кўрсатилади. Винтсимон пружиналар чизмада эркин ва горизонтал вазиятда тасвир-



а)



б)



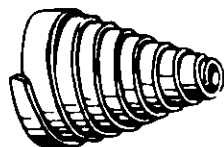
в)



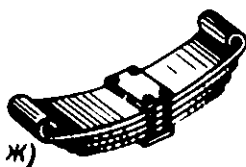
г)



д)

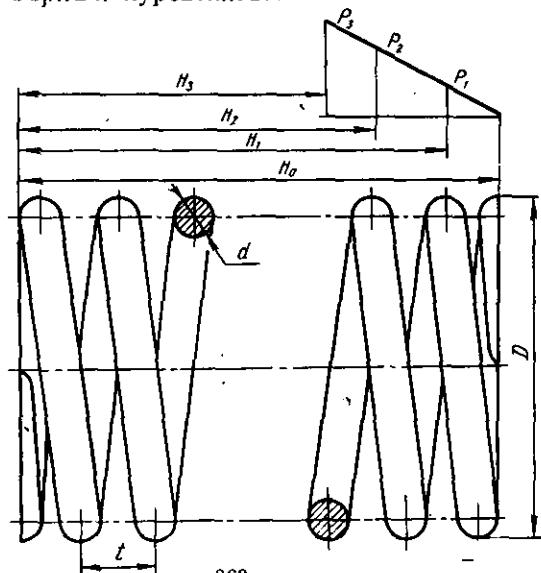


е)



ж)

ланади. Агар ўрамлар диаметри 2 мм дан кам бўлса, ўрам кесимнинг юзаси бўяб қўйилади. Пружинанинг иш чизмаси билан бирга унинг синаш диаграммаси ҳам кўрсатилади (368- шакл). Бунда пружинага тушаётган кучнинг ошиб бориши билан унинг чўзиловчанлик хусусияти ўртасидаги боғлиқлик тасвирланади. 368- шаклда пружинанинг эркин вазиятдаги узунлиги (H_0) бўйича чўзилиш ёки сиқилиш жараёнларида ҳосил бўлаётган P_1 , P_2 ва P_3 кучларнинг таъсирида H_1 , H_2 , H_3 узунликларни ўзгартириб бориши кўрсатилган.



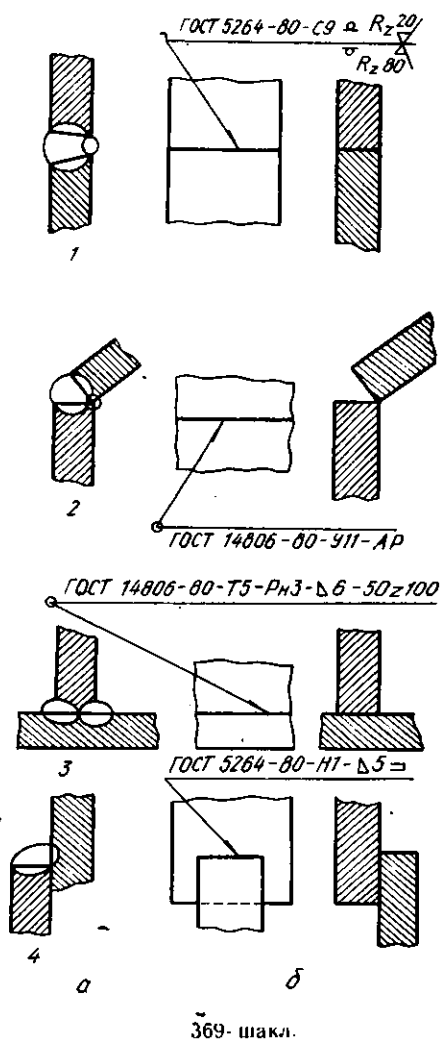
368- шакл.

Бу ерда: P_1 — пружинанинг тахминий чўзилиши ёки сиқилиши жараёнида ҳосил бўлган куч; P_2 — пружинанинг иши чўзилиш ёки сиқилиш вақтида ҳосил бўлган куч; P_3 — пружинанинг энг юқори чўзилиш ёки сиқилиш жараёнидаги кучи; H_1 — тахминий чўзилиш давридаги узунлик; H_2 — ишни чўзилиш жараёнидаги узунлик; H_3 — энг юқори чўзилиш вақтидаги узунлик. Пружиналарнинг ўқув чизмаларида тасвирланиши қуйидаги техникавий талаблар асосида кўрсатилиши керак: 1) пружина ёйилмасининг узунлиги (L); 2) ишнинг ўрамлари сони (r); 3) пружина ўрамнинг йўналиши; 4) тўлиқ ўрамлар сони (r_1); 5) пружинанинг ички (D_s) ва ташқи (D_1) диаметрлари; 6) пружина қадами (t); сим диаметри (d).

14-606. ПАЙВАНД ЧОКЛИ, КАВШАРЛИ ВА ЕЛИМЛИ АЖРАЛМАЙДИГАН БИРИКМАЛАРНИ ЧИЗМАДА ТАСВИРЛАШ

14.1-§. Пайванд чокли бирикмалар

Пайванд чокли аж-
ралмас бирикмалар, би-
рикувчи икки ёки бир
нечта деталларнинг би-
риктириладиган жойла-
рини эриш даражасига
ча қиздирилиб, пайванд-
лаш жойига электрод
ёки металл хивич кири-
тилиб ҳосил қилинади.
Электрод ёки металл
хивич суюкланиб икки
детал орасидаги бўш
жойни (зазорни) тўлди-
ради ва совугандан кей-
ин маълум каттиклик-
даги пайванд чокни
ҳосил қилади. Пайванд-
лаш бирикмалари де-
талларнинг бир-бирла-
рига нисбатан кўйилиш
ҳолатларига қараб
қуйидаги стандарт пай-
ванд чокларига бўлина-
ди (369-шакл, а —
кўндаланг кесим юзаси;
б — шартли белгилани-
ши): 1 — учма-уч чок
С ҳарфи билан белгила-
нади, бунда икки детал
битта текисликда ётади;
2 — бурчакли чок — У
ҳарфи билан белгила-
нади. Бунда икки де-
талнинг тегиб турган
жойидан пайванд чок
солинади; 3 — таврси-



мон чок Т ҳарфи билан белгиланади. Бунда битта детал ён томонига, иккинчи детал бурчак остида турган ҳолда унинг олди томонидан пайванд қилинади; 4 — устма-уст чок Н ҳарфи билан белгиланади. Бунда бирикувчи деталлар устма-уст жойлашган бўлиб, биринчиси иккинчиси беркитади. Чоклар бир томонлама ёки икки томонлама бўлиб, пайванд қилинадиган нукталар занжирсимон ва шахмат тартибда жойлаштирилади. Бундан ташқари чоклар узлуксиз ёки узук бўлиши ҳам мумкин. Бунда узук чоклар бир хил масофаларда жойлаштирилади. Чоклар якка нуктасимон ҳам бўлиши мумкин. Пайвандлаш турлари асосан икки хил йўл билан, яъни электр ёйи ва газ алангаси ёрдамида амалга оширилади. Пайванд бирикма чоклари ГОСТ 2312—72 га асосан, чунончи, кўринадиган чок асосий туташ чизик билан, кўринмайдиган чок штрих чизик билан тасвирланади. Кўринадиган якка нуктасимон чок + белги билан белгиланади ва унинг ўлчами 5... 10 мм бўлиб, чизмада у асосий туташ чизик билан чизилади. Чизмада кўринмайдиган якка чок тасвирланмайди. Пайванд чокларни чизмада белгилаш учун чиқариш чизиги чиқарилади ва унга бир томонлама стрелка қўйилади. Бу чизикнинг бир учи чокка тегиб туради, иккинчи учидан эса горизонтал чизик тортилади. Кўринадиган чокнинг белгиси горизонтал чизик устига, кўринмайдиган чокнинг белгиси горизонтал чизик тагига қўйилади. (369- шакл, б) Шунингдек, пайванд чоклар қуйидаги ёрдамчи белгиларга ҳам эга:

1.— Г буюмларни монтаж қилиш вақтида бажариладиган чок белгиси;

2.— / узукли ёки йўнилган пайванд чокларининг занжирсимон тартибда жойланиш белгиси;

3.— Z узукли ва йўнилган пайванд чокларининг шахматсимон тартибда жойланиши;

4.— ⊃ Епик бўлмаган чизиклардаги чоклар белгиси;

5.— О Епик чизиклар бўйича бажариладиган чоклар белгиси;

6.— ⊃ Чоклар кучайтиргичини олиб ташлаш белгиси;

7.— и Чокларнинг бўртиб чиққан ва ғадир-будир жойларига равон ишлов бериш белгиси.

369- шакл, б да пайванд чокларининг белгиланиши ва уларнинг ўқилиши тўғрисида мисоллар келтирилган.

1- мисол. 369- шакл, 1 да учма-уч пайванд чокли бирикмаларда С белгиси қўйилган бўлиб, бир чети қия йўнилган буюмни монтаж қилиш пайтида чок солинганлигини билдиради. ГОСТ 5264—80 га мувофиқ электр ёйи ёрдамида қўлда икки томонлама, учма-уч (белгиланиши с9) бириктириш чокининг белгиланиши кўрсатилган ва икки томонлама чокни кучайтиргич (0) олинган. Шунингдек, чок юзасининг гадир-будирлигининг белгиланиши ҳам кўрсатилган.

2- мисол. 369- шакл, 2 да бурчакли чок бирикмаси кўрсатилган бўлиб, бунда ёпик қизик бўйича (белгиси 0) қўлда, ГОСТ 14806—80 га мувофиқ алюмин учун пайванд чок, автоматик равишда флюс остида пайвандлаш (белгиси AP) ва буюмни орқа томонидан қўлда эритиш ва икки томонлама чети йўнилмаган бурчакли (белгиси У11) чок кўрсатилган.

3- мисол. 369- шакл, 3 да таврсимон чок бирикмалари ёпик қизик бўйича (белгиси 0) ГОСТ 14806—80 га мувофиқ алюминга пайванд чок солиш, суюкланмайдиган металл электрод билан химоя газы муҳитида (белгиси P₃) пайвандлаб бажариладиган, учлари йўнилмаган тавр шаклидаги (белгиси T5) икки ёклама солинган чок кўрсатилган. Z белгиси, узук-узук шахмат тартибида жойлашган, чок катети 6 мм, пайвандладиган қисмнинг узунлиги 50 мм, қадами 100 мм.

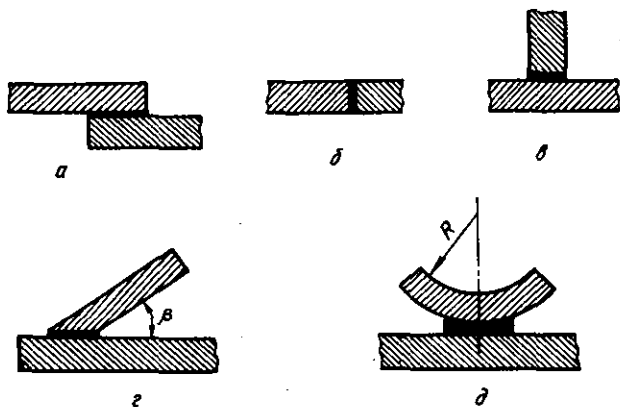
4- мисол. 369- шакл, 4 да — суюкланмайдиган электрод ёйи билан химоя газы муҳитида ярим автомат усулда пайвандлаб (ГОСТ 5264—80) бажарилган бир ёкламали, чети йўнилмаган устма-уст (белгиси H1) чок кўрсатилган. Ёпик бўлмаган қизик (очик) бўйлаб бажарилган чок (белгиси >), катети 5 мм. Агар чизмаларда бир неча бир хил чоклар тасвирланган бўлса, фақат биттасига чокнинг шартли белгиси қўйилади, қолганларининг чиқариш қизиги токчасида битта тартиб номери кўрсатилади. Агар буюмнинг тасвиридаги чоклар симметрик равишда жойлашган бўлса, чок белгиси фақат симметрик тасвирнинг бир қисмида кўрсатилади. Чизмаларда чиқариш қизиги кўрсатилмаса пайванд тўғрисидаги ҳамма маълумотлар чизмаларнинг техник талабларида берилади.

14.2- §. Кавшарли бирикмалар

Кавшарланган бирикмалар ажралмайдиган бирикмалар турига кириб, асбобсозлик ва радиотехника каби саноатларда деталларни ўзаро бириктириш, уларни занглашдан саклашда кенг миқёсда қўлланади. Техникада қуйидаги кавшарлаш усуллари ишлатилади:

1. Қиздириб кавшарлаш (паяльник ёрдамида).
2. Газ алангаси ёрдамида.
3. Лазер ёрдамида.
4. Электрон нурлари ёрдамида ва ҳ. к.

Кавшарлаш чокларининг турлари, конструктив элементлари тўғрисидаги асосий маълумотларни ГОСТ 19249—73 ва чизмаларда уларни шартли тасвирлаш коидаларини ГОСТ 2.313—82 дан олиш мумкин. Кавшарлаш чокларининг асосий конструктив элементларига чокнинг қалинлиги (бирикувчи деталлар орасидаги масофа), эни ва узунлиги киради. Чоклар ҳарф ва сондан

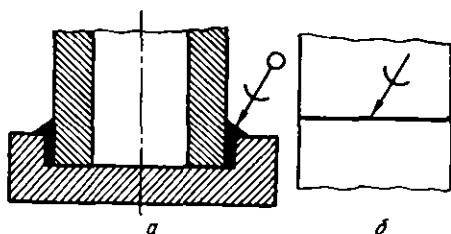


370- шакл.

иборат бўлган белгиси ҳамда кесимдаги ўлчамлари, чок узунликлари билан белгиланади. Масалан, учма-уч чок ПН — 1, қалинлиги 0,05 мм, эни 10 мм ва чокнинг узунлиги 150 мм бўлса қуйидагича белгиланади: ПВ — 1 0,5 X 10 X 150 ГОСТ 19249—73. Кавшарланган чоклар ҳам пайванд чоклар сингари қуйидаги турларга бўлинади (370- шакл): а — устма-уст; б — учма-уч; в — таврсимон; г — бурчакли; д — ўзаро ўринувчи. Кавшарлаш хиллари ёки берилган қирқим турларидан қатъи назар, чоклар

ГОСТ 2—313—82
(СТ СЭВ 138—81) га
мувофиқ асосий уз-
луксиз чизик — 2S
қалинлигида тасвир-
ланади. Кавшарли
бирикмалар шартли
белгиси С асосий чи-
зик билан кўрсати-
лади (371-шакл).

Агар айлана пара-
метри бўйича кавшарланган чок бўлса, чиқариш чи-
зигининг охири диаметри 3—5 мм бўлган айлана билан
туғалланади (371-шакл, а).



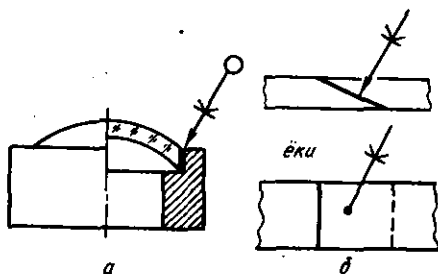
371-шакл.

14.3-§. Елимли бирикмалар

Ишлаб чиқаришда елимли бирикмалар ёғочларни,
пластмассаларни ва юпка металлларни бир-бирлари билан
бириктиришда ишлатилади. Бирикмалар мустаҳкам бўли-
ши учун елимларнинг хилларига қараб, елим чокларининг
қалинлиги катта аҳамиятга эга.

Масалан, агар ПЭФ — 2/10 маркали елим ишла-
тилса чоклар қалинлиги 0,1—0,2 мм, БФ — 2 ва БФ —
4 каби елимлар учун чоклар қалинлиги 0,5—0,25 мм
олиш тавсия этилади.

Елимли бирикмалар кавшарлаш бирикмалари билан
бир хил белгила-
нади, лекин елимли
бирикмаларда чиқариш
чизигига «К»
харфига ўхшаш
белги қўйилади
(372-шакл, а, б).
Техник талабларга
мувофиқ елимли мод-
далар қуйидагича
белгиланади: Елим
БФ — 10 ГОСТ
22345—77.



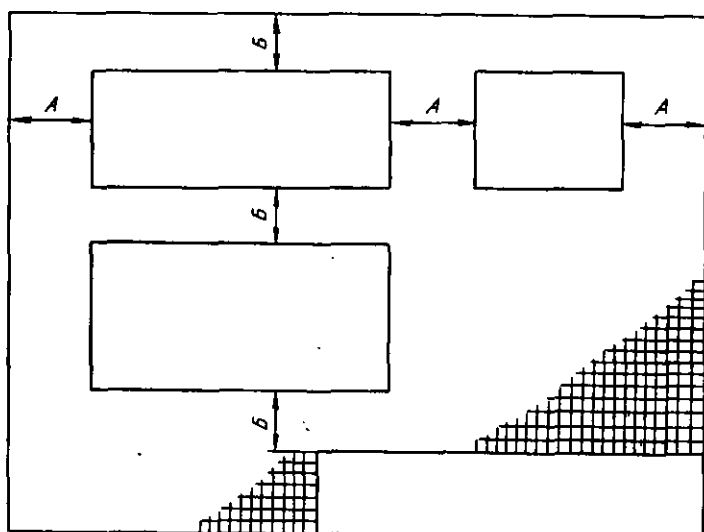
372-шакл.

15- боб. ДЕТАЛЛАР ЭСКИЗИНИ ВА ИШ ЧИЗМАСИНИ ТУЗИШ

15.1- §. Эскиз тузиш тартиби

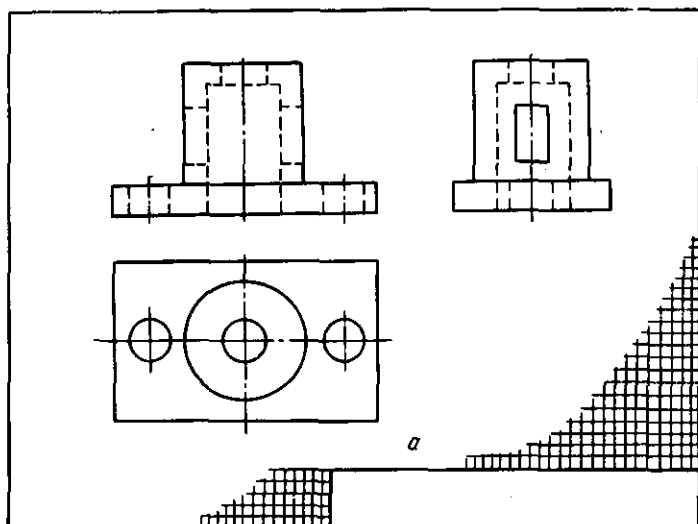
Деталларнинг аслига караб тақрибий масштаб остида, чизмачилик асбобларини ишлатмасдан кўзда чамалаб кўлда бажарилган чизмага эскиз деб айтилади. Эскиз деталдаги геометрик қисмларнинг ўзаро нисбий боғлиқликларини сақлаган ҳолда, стандарт талабларига риоя қилинган тартибда бажарилади. Чизмачиликда эскиз биринчи чизма деб юритилса-да, унда деталларни тайёрлаш учун етарли барча маълумотлар бўлади. Шунинг учун ҳам эскиз асосида деталнинг иш чизмаси бажарилади. Машина ва механизмларни лойиҳалашда, ишлаб турган машиналарни ёки қисмларини янгилашда, шунингдек, уларни созлаш каби жараёнларда эскиздан фойдаланилади. Ўқув жараёнларида ўқувчини лойиҳалаш маҳорати, чамалаш ва мушоҳада қилиш қобилиятларини ривожлантиришда эскизнинг аҳамияти катта. Шунинг учун ҳар бир муҳандис мутахассислигидан катъи назар, эскиз тузишни мукаммал билиши керак. Деталларнинг эскизини тузишда М, 2М, ТМ маркали қаламлардан фойдаланиш тавсия этилади. Эскиз сифатли ва тезкорлик билан бажарилиши учун чизикли (катак) қоғозлардан фойдаланилади. Эскиз тузишни кўйдаги уч қисмга бўлиб бажариш мақсадга мувофиқдир: I — тайёргарлик қисми; II — иш қисми, яъни деталнинг чизмасини тасвирлаш; III — ўлчамлар қўйиш. Асосий ёзувини (бурчак штампини) тўлғазиш қисми. Биринчи қисмда деталларнинг геометрик тузилишлари билан танишиб чиқилади, яъни деталнинг қандай сиртлардан ташкил топганлиги унинг симметрик ҳолатлари, вазифаси, номи, материали аниқланади. Шунингдек, фикран иш ҳолати, бош кўриниши (олддан кўриниши) ва етарли бўлган кўринишлар сони, қандай қирқим ёки кесимлар бериш, тақрибий масштаб сайлаш ва чизма форматлари белгиланади. Сўнгра форматнинг четки чизиклари ва бурчак штамплари чизилади ва назорат кўринишларни қоғозга жойлаштириш лойиҳалаштирилади. Бунда иложи борича кўринишлар орасидаги формат чизиклардан кўринишларгача бўлган масофалар бир хил бўлсин (373-шаклда А ва Б масофалар). Иккинчи

кисмда деталнинг иш чизмаси чизилади. Бунда қуйидагилар бажарилади: 1. Проекцион боғланишларни ҳисобга олган ҳолда, кўринишлар орасида 20—30 мм масофалар қолдириб (ўлчам қўйиш учун) деталнинг габарит ўлчамлари ингичка чизик билан тўғри тўрт бурчак шаклида чизилади (373-шакл). 2. Симметрия



373- шакл.

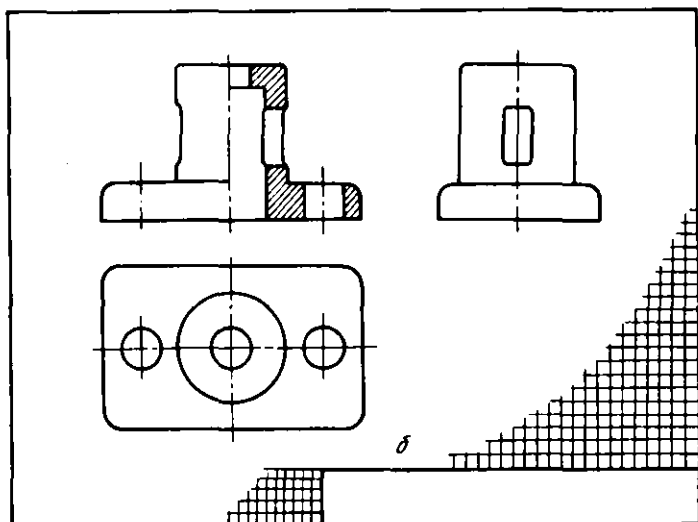
ўқлари, марказий ўқлар чизилади. 3. Деталнинг ташки ва ички қиёфасини аниқловчи контур чизиклар ўтказилади (374-шакл, а). 4. Керакли қирқим ва кесимлар, аввало ингичка чизиклар билан бажарилиб, кейин кесим 45° да штрихланади. Штрих чизиклар орасидаги масофани 2... 3 мм қилиб олиш тавсия этилади. 5. Резбалар ва деталларнинг конструктив тузилиши, яъни ўйиклар фаскалар, шунингдек, силлик эгриликлар тасвирланади. 6. Чизманинг тўғрилигини текшириб чиқилади, сўнг кераксиз чизиклар ўчирилади. (374-шакл, б) Керакли бўлган чиқариш ва ўлчам чизиклари чизилади. Бунда параллел ўлчам чизиклар ва контур чизикдан ўлчам (параллел) чизикларгача бўлган масофалар 10 мм дан кам бўлмаслиги лозим. Стандартга мувофиқ йўғонлиги 0,8 ... 1 мм қилиб, контур чизиклар устидан кўлда юргизиб чиқилади ва R, Φ , $\square$ каби белгилар қўйилади (374-шакл, в).



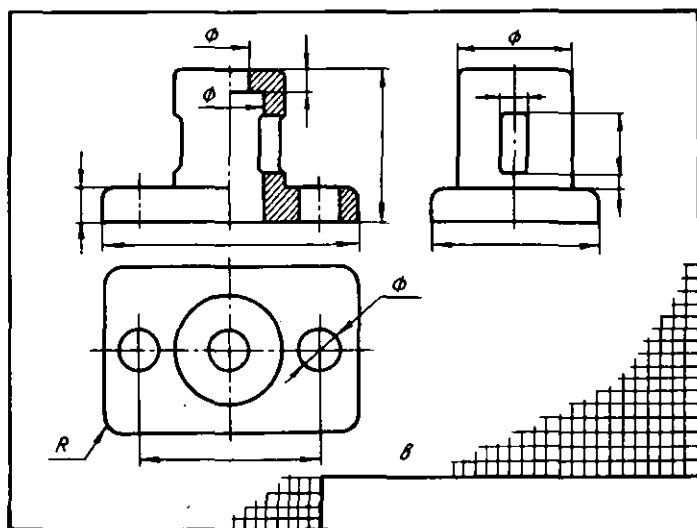
374-шакл, а

Учинчи кисмда ўлчамлар қўйиб чикилади. Бунда:

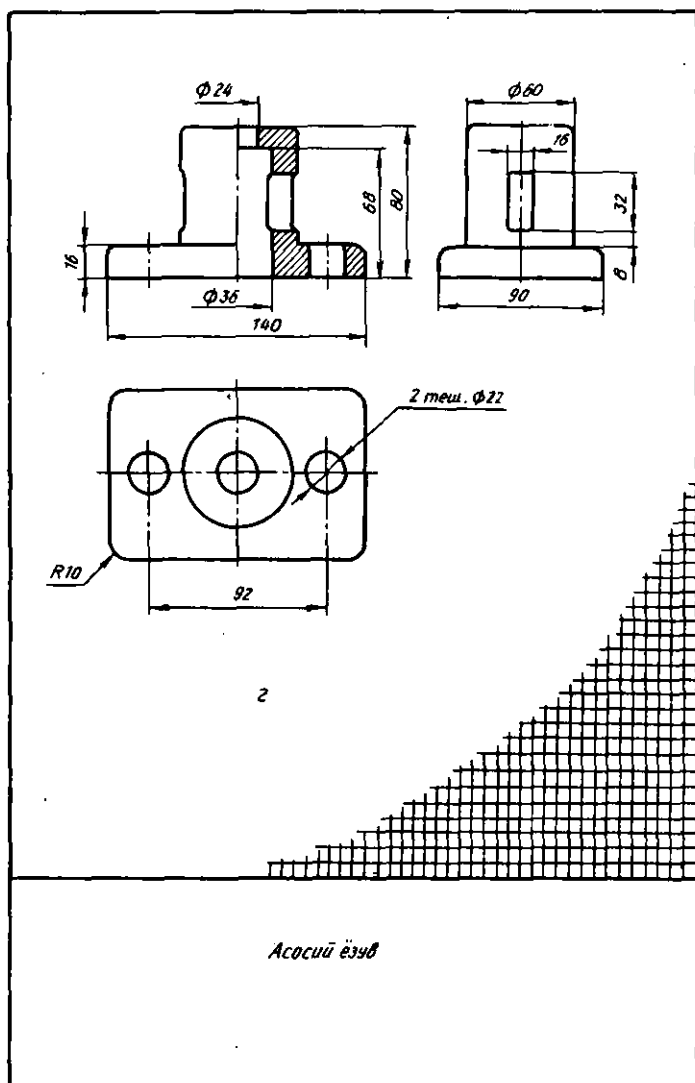
1. Ўлча ш асбоблари ёрдамида деталнинг барча чизикли ўлчамлари ўлчанади, шунингдек резбалар тўғрисидаги маълумотлар аниқланади. Ўлчамлар ракам кўринишда 3,5 ёки 5 шрифти билан ўлчам чизиклари тепасига ёзилади (374-шакл, г).
2. Асосий (бурчак штамп) ёзуви тўлғазилади. Деталнинг ўлчамларини ўлчаш учун масштаб чизғичлари, кронциркул, ички ўлчагич (нутромер), штангенциркул ва чуқурликни ўлчагич (глубиномер) каби асбоблардан фойдаланилади. 375-шаклда деталь деворларининг қалинлигини чизғич ва кронциркул ва ички ўлчагич (нутромер) (а) асбоблари билан ўлчаниши кўрсатилган. «С» ўлчам кронциркул билан ўлчанган b ўлчамдан, чизғич ёрдамида ўлчанган b_1 ўлчамнинг айирмасига тенгдир, яъни $b - b_1 = C$; l ўлчам эса чизғич билан ўлчанган h ва h_1 ўлчамларни айирмасига тенг бўлади ($h - h_1 = l$). Айлана диаметрлари ички ўлчагич асбоб билан ўлчанади.



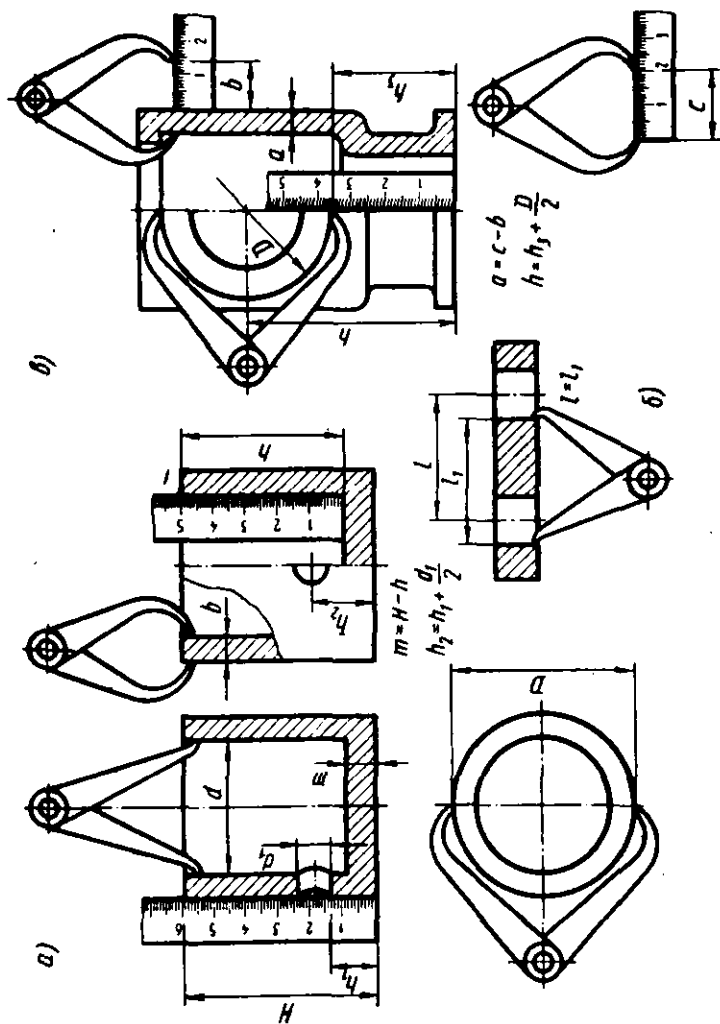
374- шакл, б



374- шакл, в



374- шакл, 2



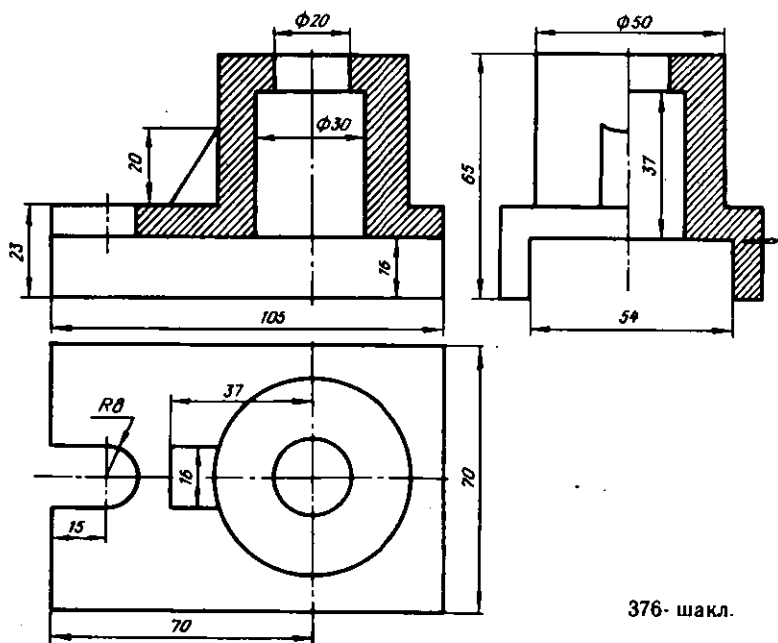
15.2- §. Деталларнинг иш чизмаларини чизиш

Деталларнинг иш чизмалари ГОСТ 2.109—73 да кўрсатилган қодалар асосида чизилади. Деталларнинг иш чизмалари деб, шундай хужжатга айтиладики, уларнинг тасвирларида деталларни тайёрлаш ва назорат қилиш учун зарур бўлган барча маълумотлар му- жассамлашган бўлиши керак. Деталларнинг иш чизма- лари умумий йиғма чизмалар ёки деталларнинг эскизла- ри бўйича чизилади. Уқув жараёнларида деталнинг иш чизмаси кўпинча унинг эскиз ёки йиғма чизма бирлиги бўйича тузилади. Бу жараён қуйидаги тартибда бажари- лиши лозим:

1. Эскизга асосан чизманинг формати танланади. Бунда детал чизмасининг масштаби, унинг ўлчамлари ва геометрик тузилишларини ҳисобга олиш лозим.

2. Чизма қоғозига формат рамкаси чизилади ва асосий ёзув учун жой қолдирилади.

3. Детал кўринишларининг тасвирини жойлаштириш учун чизма қоғози майдонидан тўғри тўртбурчак шак- лида жой белгиланади.



376- шакл.

4. Тасвирнинг симметрия ўқлари ва детал қисмларининг ўқ ва марказ чизиклари ўтказилади.

5. Деталнинг барча кўринишлари ингичка чизик билан чизиб чиқилади.

6. Ички контур чизиклар чизилади.

7. Детал қисмларининг киефаси чизиб чиқилади.

8. Керакли бўлган кесим ва қирқимлар бажарилади.

9. Чикариш ва ўлчам чизиклари чизилади.

10. Деталнинг ўлчамлари ва шартли белгилари қўйилади.

11. Бажарилган чизма текшириб чиқилади ва ортиқча чизиклар ўчирилади, сўнгра ГОСТ 2.303—68 нормаларига асосан чизма чизикларининг устидан юргизиб чиқилади.

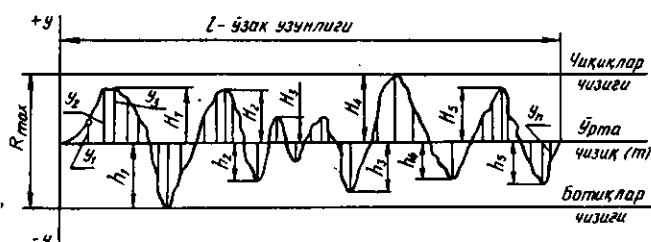
12. Асосий ёзуви ГОСТ 2.104—68 ва ГОСТ 2.109—73 га асосан тўлғазилади. 376- шаклда корпуснинг иш чизмаси уч кўринишда бажарилган.

15.3- §. Детал юзаларининг ғадир-будирлиги ва чизмада уларнинг белгиланиши

Ишлатиш ўринларига қараб детал юзаларига маълум даражада ишлов берилади. Агар микроскоп ёрдамида детал юзаларига қаралса юзаларнинг нотекислиги, яъни ғадир-будирлигини кўриш қийин эмас. Деталлар бир-бирлари билан урилиб ҳаракат қилиши жараёнида емирилади, бу эса унинг мустаҳкамлигига путур етказилади.

Емирилиш жараёнини камайтириш мақсадида деталь юзаларидаги нотекисликларнинг шаклий тузилишларини махсус (профиломер, профилограф) асбобларда ўлчаб ғадир-будирлик даражаси ўрганилади. Ўқув жараёнларида эса деталь юзаларидаги ғадир-будирликлар махсус ишланган ва тавсия этилган эталонларга солиштириб аниқланади. 377- шаклда сирт нормал текислик билан кесилганда ҳосил бўлган профил кесим юзасининг бир қисмидаги ғадир-будирлик, чиқиклар ва ботиклар диаграмма кўринишида тасвирланган.

Амалда чиқиклар баландлиги ва ботикларнинг микронотекислиги 0,08 дан 500 мкм оралиғида бўлади (мкм — микрометр 0,001 мм га тенгдир). ГОСТ — 2789—73 га мувофиқ юза нотекислиги L ўзак узунлиги бўйича микрогеометрик тузилишлари билан боғлиқ



377- шакл.

бўлган R_a ва R_z параметрлар билан аниқланади. Бу ерда: R_a — профилнинг ўрта арифметик чекли четга чиқиши, яъни профил нукталаридан унинг ўрта чизигигача бўлган масофаларнинг ўртача қиймати.

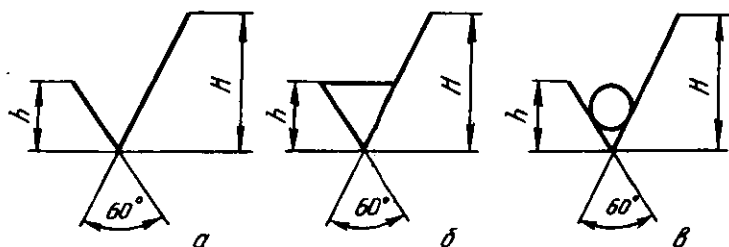
$$R_a = \frac{Y_1 + Y_2 + Y_3 + \dots + Y_n}{n}$$

R_z — профилнинг нотекислик баландлиги.

Бу баландлик бешта энг катта чиқиқлар чўққиси ва энг кичик бешта ботиқлар оралиғидаги масофаларнинг ўртача қийматлари бўйича аниқланади:

$$R_z = \frac{(H_1 + H_2 + \dots + H_5) + (h_1 + h_2 + \dots + h_5)}{5}$$

R_a ва R_z параметрларнинг қийматларини аниқлаш учун 377- шаклдаги диаграмманинг ўртача чизиги m ўтказилади. Ўрта чизикдан юқори ва пастки қисмлар бир хил юза майдонига тенгдир. ГОСТ 2789—73 га мувофиқ буюм юзаларининг ғадир-будирлиги 14 та классларга бўлинади.

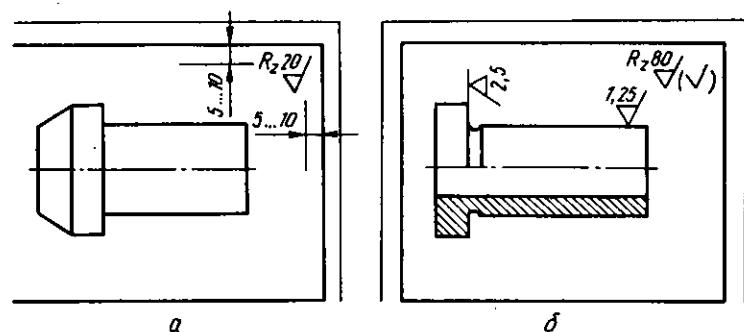


378- шакл.

Ғадир-будирлик класси ошиб борган сари юза ноте-кислиги камайиб сирт текис бўлади. Масалан, 14- класс-даги юзалар ғадир-будирлиги энг яхши сифатли силлик сирт ҳисобланади. 1-классдаги ғадир-будирлик эса ишлов берилмаган дағал юзadır. Деталнинг чизмаларида ғадир-будирлик ГОСТ 2.309—73 га асосан 378- шаклда кўрсатилган белгилар билан ифодаланади.

Агар юзага берилган ишлов ҳисобга олинмаса 378- шакл, а даги белги қўйилади, юзага ишлов бериб йўнилган бўлса 378- шакл, б даги белги, сирт юзалари йўнилмай қуйма ҳолатда бўлса 378- шакл, в даги белги билан ифодаланади. Белгилардаги h қабул қилинган рақамлар баландлиги $H = (1,5 \cdot \dots \cdot 3)h$ га тенг бўлади. Белги чўққисидаги бурчак 60° қилиб чизилади. Белги чизигининг қалинлиги $S/2$ бўлади.

Стандартга мувофиқ ғадир-будирликнинг R_a ва R_z кийматлари белгилар устига ёзилади R_a белги рақам олдида ёзилмайди (379- шакл).



379- шакл.

6...12 класс ғадир-будирликлари учун R_a ни кийматла-ри 2,5; 1,25; 0,63; 0,32; 0,16; 0,08; 0,04 ёки 1... 5 ва 13—14 класслар учун R_z кийматлари 320; 160; 80; 40; 20 ва 0,1; 0,05 га тенгдир.

Агар деталдаги юзалар бир хил ғадир-будирликка эга бўлса тасвирга белги қўйилмайди, балки чизма майдо-нининг юқори ўнг томонидаги бурчагига умумий ∇ белги қўйилади (379- шакл, а). Буюм юзалари бир хил ғадир-будирликлардан иборат бўлмаса, чизманинг юқорисидаги ўнг майдонидаги бурчакка, нисбатан кўпроқ бўлган белги кавс ичига олиб кўрсатилади, қолган ғадир-будирликлар белгиси кавс олдида

кўйилади (379- шакл, б). Нотекисликлар кийматларини ёзишда R_a белгисиз ёзилади, масалан, 1,25, R_z белгидан кейин рақам ёзилади. Масалан, R_{z80} (379- шакл).

Ғадир-будирлик белгилари контур, чиқариш чизиклари, шунингдек ўлчам чизикларига ҳам кўйилади. Белгилар қайси чизикқа кўйилишдан қатъи назар, ўша чизикқа тегиб туриши керак (379- шакл).

16- боб. ЙИҒИШ ЧИЗМАЛАРИ

16.1- §. Йиғиш чизмаларини чизиш тартиби ва уларни ҳужжатлаштириш

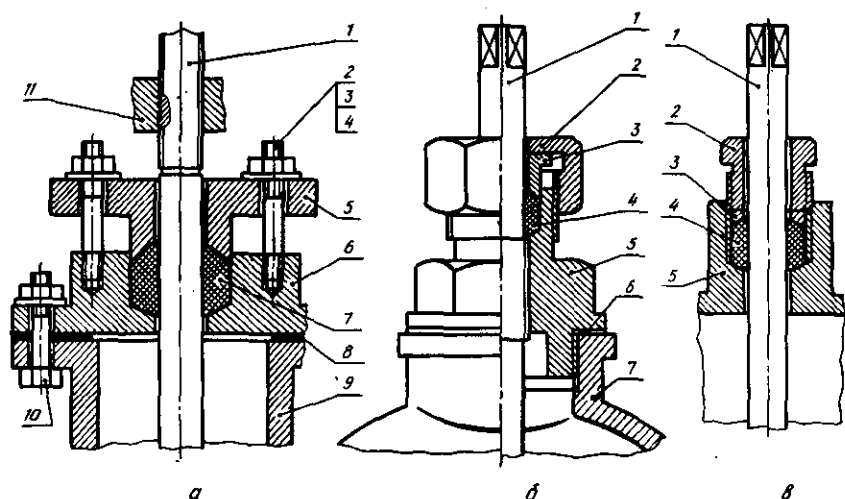
Бу бобда битта детал эмас, балки таркибида бир неча деталлар бўлиб, улар ўзаро бирикиб бирор иш бажарувчи буюм кўринишига келиши умумий кўриниши, уларнинг йиғиш чизмаларини тузиш ва уларни ҳужжатлаштириш тўғрисида сўз юритамиз.

Бундай буюмларни ишлаб чиқариш учун ГОСТ 2.102—68 га мувофиқ конструкторлик ҳужжатлари тузилади. Бу ҳужжатлар лойиҳалаш ва иш ҳужжатларига бўлинади. Лойиҳалаш ҳужжатларига умумий кўринишдаги чизма тааллуқли бўлиб, унда буюмларнинг тузилиши ва улар таркибига кирувчи қисмларнинг ўзаро бирикиб ҳаракат қилиш кондалари каби маълумотлар берилади. Бундан ташқари умумий кўриниш чизмалари буюмлардаги айрим деталларнинг чизмаларини тузишда асос ҳисобланади. Иш ҳужжатлари бўйича буюмлар ишлаб чиқарилиб, булар таркибига деталларнинг иш чизмалари, йиғиш чизмалари ва спецификациялар қиради. Йиғиш чизмаларига спецификация билан бирга буюмлар, йиғиш бирликларининг чизмалари қиради. Йиғиш чизмалари буюмлар таркибига кирувчи деталларнинг эскизларига ёки уларнинг иш чизмаларига асосан тузилади. Йиғиш чизмалари қуйидаги маълумотларга, чунончи, йиғиш бирлиги чизмаларининг тасвирига керакли бўлган кўринишларга, қирқимлар ва кесимларга, ўлчамлар, ҳисоблаш натижасида аниқланган маълумотларга, техникавий талабларга, ажраладиган ва ажралмайдиган бирикма турларига, буюм таркибига кирувчи деталларнинг рақам белгиларига, буюмнинг асосий вазифасига, ишлаш кондасига кон-

структив тузилишга, уланиш, ўрнатиш, габарит ўлчамлар ва бошқа керакли бўлган маълумотларга эга бўлиши керак.

Олий ўқув юртларида ўқувчилар амалий машғулотларда йиғма бирликлар (узеллар) нинг ўзига қараб йиғиш чизмаларини тузадилар. Йиғма бирлик чизмаларини тузишдан аввал буюм билан танишиб чиқилади, яъни унинг вазифаси, деталларнинг ўзаро бирикиш ҳолатлари, ишлаш усули ва деталларнинг ташки, ички қиёфаларининг тузилиши аниқланади. Сўнгра буюм таркибига кирувчи деталлар бўлакларга ажратилиб, уларнинг эскизлари тузилади (374-шаклда эскиз тузиш тартиби кўрсатилган). Деталларнинг эскизларига мувофик йиғиш чизмаларини қуйидаги тартибда тузиш тавсия этилади:

1. Керакли бўлган тасвирлар сони белгиланади.
2. Буюмнинг габарит ўлчамларига нисбатан формат ва масштаб танланади.
3. Ўқ ва контур чизиқлари чизилади.
4. Керакли бўлган кесим ва қирқимлар берилади.
5. Ўлчам чизиқлари чизилади, кейин габарит ўлчамлари (узуңлик, баландлик, кенглик), бириктириш ва ўрнатиш ўлчамлари қўйилади.
6. Буюм таркибига кирувчи барча деталларнинг тартиб номерлари белгиланади.
7. Чизманинг тўғрилиги текшириб чиқилади.
8. Чизманинг асосий ёзуви ва унинг спецификацияси тўлғзилади. Сўнгра М маркали қалам билан чизиқларнинг йўғонлигини сақлаган ҳолда асосий чизиқлар устидан юргизиб чиқилади. Йиғиш чизмаларидаги айрим деталлар ГОСТ 2109—73 га мувофик шартлиликлар ва соддалаштиришлардан фойдаланиб чизилиши, яъни уларда фаскаларни юмалоқланган жойларни, йўңилган қисмларни ўйиқ ва чиқиқларини, ўймакорлик қисмларини ва стержен билан тешиклар орасидаги бўшлиқларни кўрсатиш шарт эмас. Қопқок, филоф ва чамбараклар ҳам кўрсатилмайди. Сиқувчи втулка детали маълум масофада кўтарилган ҳолда чизилиши мумкин (380-шакл). Йиғиш чизмаларида бажарилган қирқим ва кесимларда штриховкалар ёнма-ён турган деталлар учун қарама-қарши вазиятда чизилади. Аммо бир хил деталларнинг барча қўринишларида штриховканинг йўналишлари сақланиб қолади. Йиғиш чизмаларидаги ҳар бир деталнинг номери спецификация билан бир



380-шакл.

хил бўлиши лозим. Деталларга қўйилган тартиб раками тасвирда нукта билан тугаллаб чиқарилган чизикни токча кўринишида тасвирлаб белгиланади.

Бирикувчи деталлар учун тартиб рақамини (болт, гайка, шайба) умумий битта токча чизигида кўрсатиш мумкин. Деталлардаги тартиб рақамларининг рақам ўлчамлари деталнинг чизмаларидаги рақам ўлчамларидан бир-икки баробар катта бўлиши керак. Чизмалардаги тартиб рақамлари койдага мувофик бир марта қўйилиши лозим.

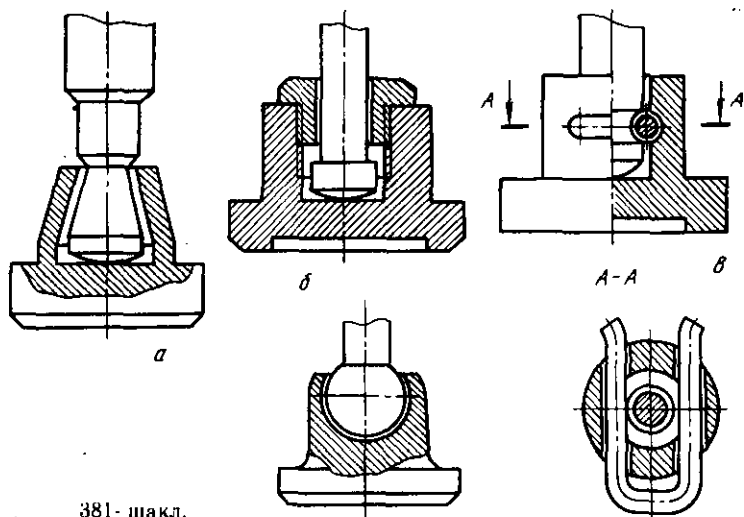
Йиғиш чизмаларига кирувчи барча қисмлар учун спецификация тузилади, у ёзув ҳужжати бўлиб, алоҳида А4 форматда асосий ёзув билан бирга бажарилади. Бунда буюм таркибига кирувчи барча деталлар, стандартли буюмлар ва материаллар маълум кетма-кетлик билан белгиланади. Ўқув жараёнларида спецификация билан йиғма чизма битта ёки алоҳида (А₁) форматларда бажарилиши мумкин.

Йиғиш чизмалари таркибига кирувчи қўзғалмас ва қўзғалувчи бирикмаларда буюмларнинг зич ёпилиши, яъни пар, газ ва суюқликларни копоқок ёки бирикмалар орасидан ташқарига чиқмаслиги учун зичлагич қурилмалар қўлланади. Шунини айтиш керакки, нотўғри танланган зичлагич деталларнинг ишқаланиши натижа-

сида кизиб, деталнинг емирилишига олиб келади. Бу эса деталларнинг мустахкамлигини камайтиради. Энг оддий зичлагичлардан бири салникли зичлагичдир. Йиғиш чизмаларидаги втулка ва шпиндел орасидаги бўшликка каноп тола, жундан қилинган иплар, асбест, чарм ёки резиналардан қилинган халқалар жойлаштирилади ва улар салник қопқоғи ёрдамида сиқилади. Натижада тикма зичлашиб, втулка ва шпиндел сиртларига ёпишиб туради (380-шакл).

380-шакл, а, б, в ларда салникли зичлагич қурилмаларидан бир нечтасининг тузилишлари тасвирланган. Чизмаларда салник втулкаси уяга 2—3 мм киритилган вазиятда кўтариб, гайка эса қопқоққа резбанинг 2—3 ўрами бўйича буралган вазиятда тасвирланади.

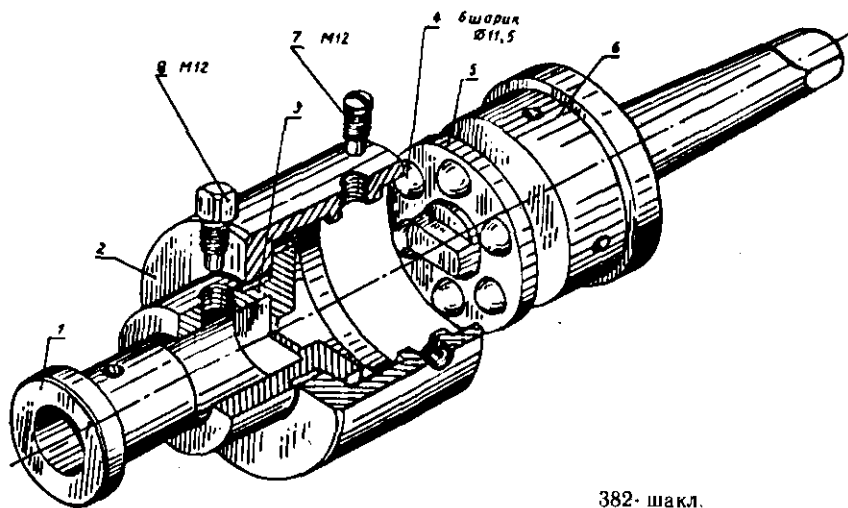
Суюқлик, газ ва парларни ўтказиш ёки ёпиб қўйиш мақсадида, буюмларда клапан билан, шпинделларни бирикмаларидан фойдаланилади (381-шакл, а, б, в, г). Бунда клапанлар шпинделлар учига қиздириб, симни кистириб (скоба шаклида) (381-шакл, а, г) ёки шпинделни пастга қараган учи резбали втулка клапан билан маҳкамланади (381-шакл, б). Машинасозлик чизмачилиги дастурига кўра ўқувчи бирор узелни аслига қараб, унинг таркибига кирувчи деталларнинг эскизларини ёки иш чизмаларини ҳамда шу чизмалар асосида йиғиш чизмасини бажариши лозим. Лекин дарсликда



381-шакл.

Йиғма бирликнинг (узелнинг) аслини бериш имконияти бўлмаслиги сабабли 382-шаклда кўрсатилган патроннинг аксонометрик тасвирини шартли равишда асл нусха деб фараз қилиб, унинг йиғма чизмасини ортогонал проекцияларда тузиш мумкин. Узелнинг фазовий тасвирига қараб фикран деталларни бир-бирларидан ажратиш ва уларнинг сони, номи, материаллари ва тартиб рақамлари ҳамда стандарт деталлар аниқланади. ГОСТ 2102—68 га мувофиқ йиғма чизманинг спецификацияси тузилади ва деталларнинг ўзаро бирикиш қонуниятлари билан танишиб чиқилади. Патрон буюмларда квадрат шаклидаги тешиклар парма билан ўйиш учун қўлланадиган махсус уч тишли пармани маҳкамлаш учун қўлланади. Уч тишли парманинг цилиндрсимон томони патрондаги втулка 1 га маҳкамланади. Втулка 1 эса стакан 3 га ўрнатилади ва улар винт 8 билан маҳкамланади. Стакан 3 даги ўйикка диска 5 нинг чизиғи жойлашиб бириктирилади. Диска 5 нинг иккинчи томони хвостовик 6 деталнинг ўйик қисмига кириб ҳаракат қилади.

Хвостовик 6 нинг иккинчи томони стандарт конуссимон сиртдан иборат бўлиб, станокка бирлаштирилади. Тешикларни пармалаш жараёнида ўқ бўйича йўналган куч диск 6 га жойлашган шарик 4 орқали хвостовик 6 га

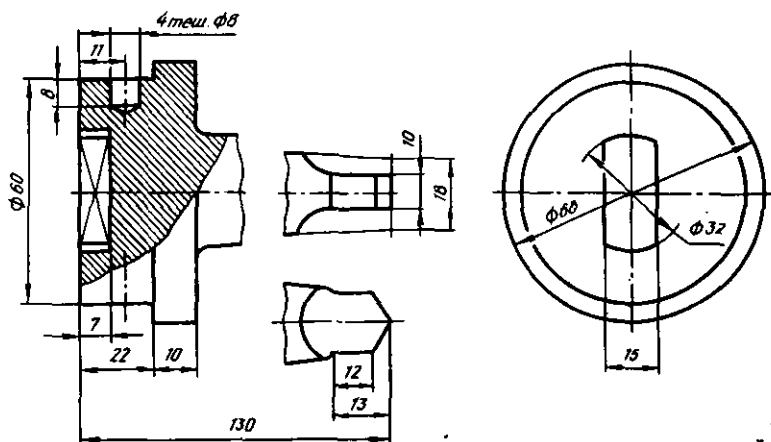


382-шакл.

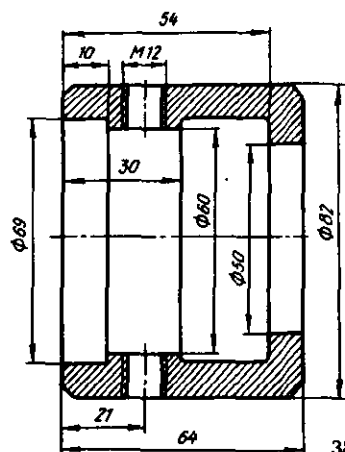
таъсир қилади. Шунинг учун 2 ва 6 деталлар винт 7 билан маҳкамланади.

Энди патроннинг таркибига кирувчи деталларнинг чизмалари билан танишиб чикайлик:

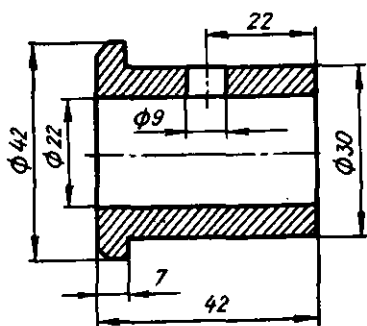
1. Хвостовик детал айланиш сиртидан иборат бўлиб, асосан цилиндр ва конус сиртларининг бирикмасидан иборат. 383- шаклда деталь 6 нинг чизмаси фронтал ва профил кўринишларда кўрсатилган. Деталдаги ўйиклар шаклини аниқлаш учун маҳаллий қирким берилган.



383- шакл.



384- шакл.



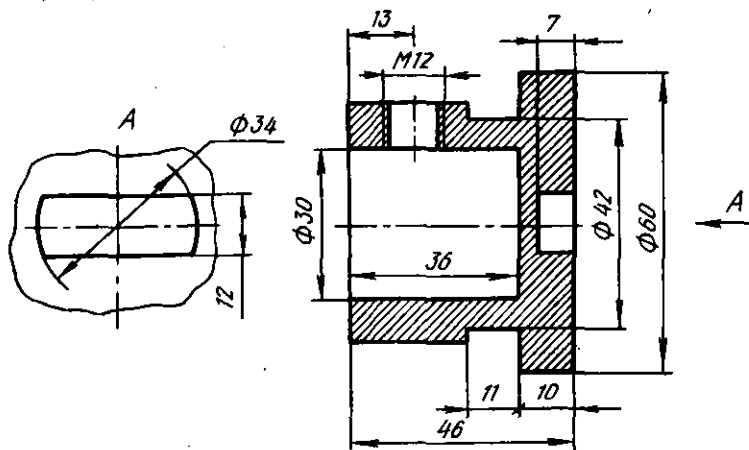
385- шакл.

2. 384-шаклда кожухнинг II₂ ва II₃ текисликдаги кўринишлари тасвирланган. Деталдаги ички тешиклар ва резбаларни тасвирлаш учун фронтал кирким берилган.

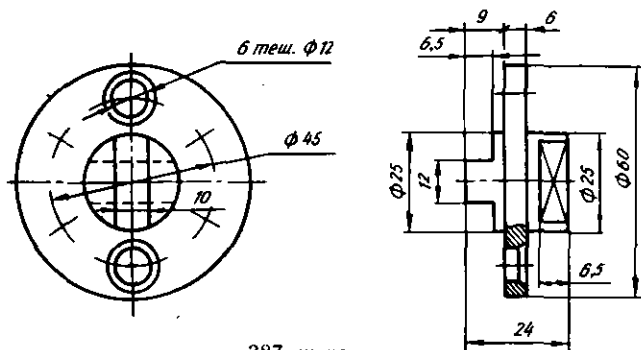
3. Втулка 1 айланиш сиртидан иборат бўлиб, чизмада II₂ ва II₃ текисликдаги кўринишлари тасвирланган (385-шакл).

4. 386-шаклда стакан 3 нинг чизмаси берилган. Деталнинг ички қисмларини аниқ кўрсатиш учун кирким берилган.

5. ДИСК 5 чизмасида бош ва чап кўринишларда тасвирланган (387-шакл), маҳаллий кирким ёрдамида тешикларнинг ички сиртлари аниқ қилиб кўрсатилган. Стандарт 7, 8 деталларнинг асосий ўлчамлари стандарт бўйича аниқланиб, сўнгра унинг чизмаси чизилади.



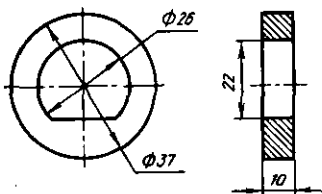
386-шакл.



387-шакл.

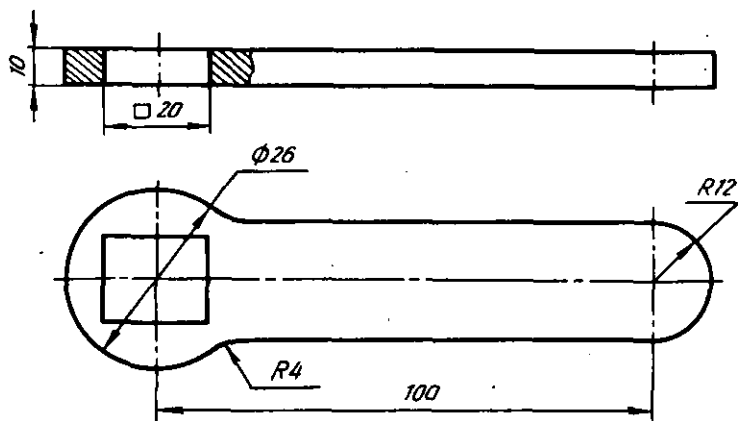
16.2-§. Йиғиш чизмаларини ўқиш ва уларни деталларга ажратиб чизиш

Бир неча деталларнинг йиғилган ҳолатдаги чизмаларини ўрганиш ва ўқиш усулларида бири унинг ҳар бир деталини алоҳида-алоҳида ажратиб олиб иш чизмасини чизишдан иборат. Деталларнинг иш чизмаларини чизишдан аввал, йиғиш чизмалари таркибига кирувчи ҳар бир деталнинг геометрик тузилиши, номи, материали, вазифаси, шунингдек, кўринишлар сони, қирқим, кесим ва ўлчамлари билан танишиб чиқилади. Бундан ташқари



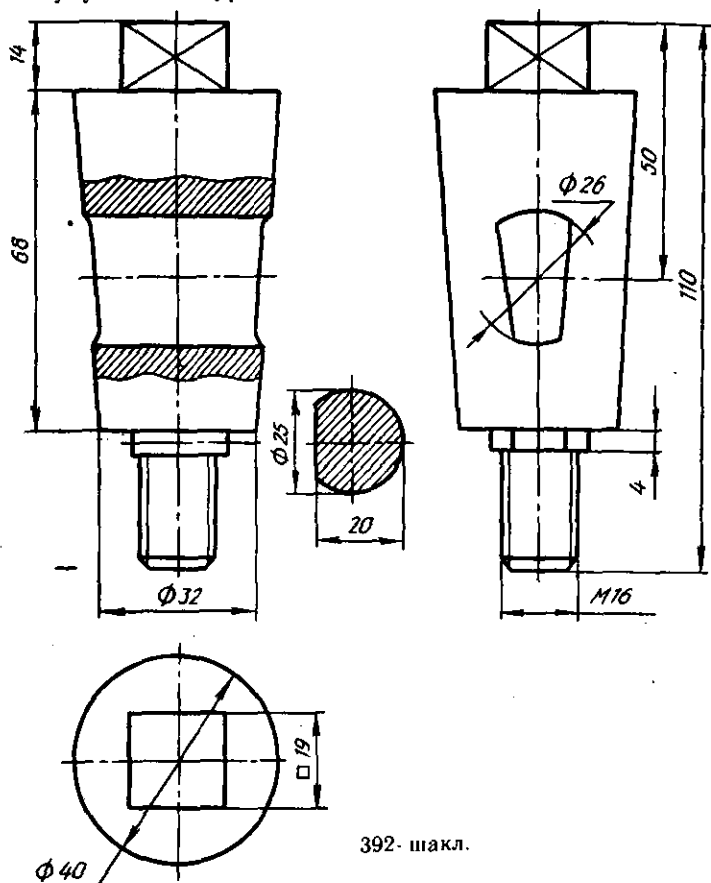
390- шакл.

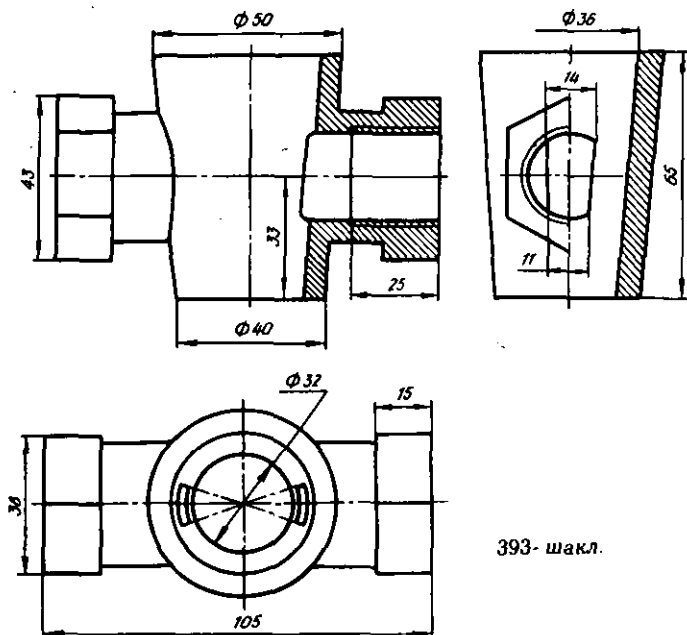
ри деталларнинг ўзаро бириктиш усуллари аниқлаб, берилган қирқимлардаги штрих чизиқларнинг қарама-қарши чизилганлигидан фойдаланиб, ҳар бир деталнинг чегара чизиғини аниқлаш тавсия этилади. ГОСТ 2.301—68 стандартга мувофиқ форматлар танланади ва йиғиш чизмасидаги масштабга риоя қилинган ҳолда деталларнинг иш чизмалари чизилади. 389-шаклда суюқлик ва газларнинг ҳаракат йўналишларини белгилаб турувчи газ жўмрагининг йиғилган ҳолатдаги чизмаси Π_1 , Π_2 ва Π_3 текисликлардаги кўринишларда тасвирланган. Йиғиш чизмасининг бош кўринишига берилган қирқим тикин 5, корпус 2 ва даста 1 ларнинг



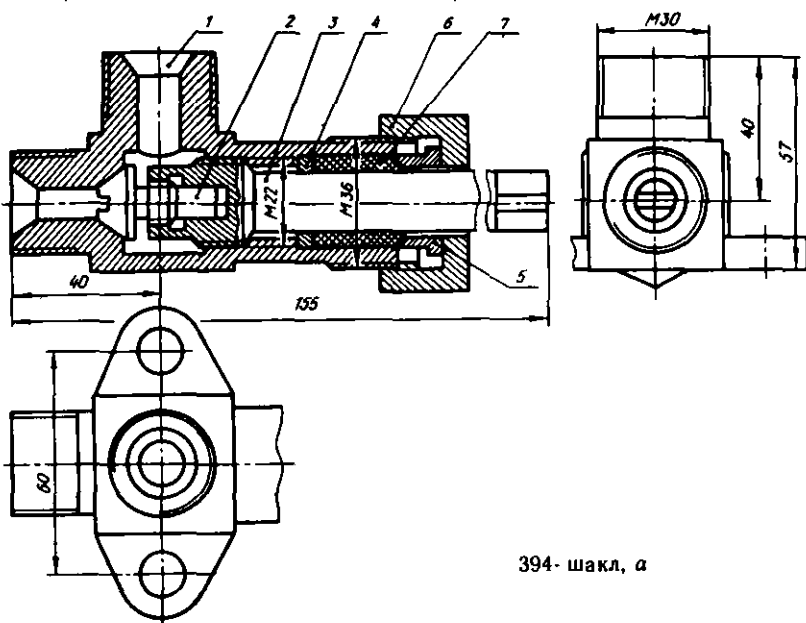
391- шакл.

ўзаро бирикишлари, шунингдек уларнинг геометрик тузилишларини аниқлашга имкон беради. Шайба 3 ва гайка 4 корпус ва тикинларнинг зич бўлиб бирикиш ҳолатлари кўрсатилган. 389-шакл, б да йиғиш чизмасининг спецификацияси берилган. Деталларнинг иш чизмаларини оддий деталлардан бошлаш мақсадга мувофиқдир. 390-шаклда энг оддий детал — шайба 3 нинг иккки кўринишдаги чизмаси тасвирланган бўлиб, унда деталнинг ички тузилишидаги бўшликни кўрсатиш учун қирқим берилган, 391-шаклда даста 1 нинг иккки (II₁, II₂ текисликдаги) кўринишдаги иш чизмаси кўрсатилган. Дастанинг бир учидаги тўрт бурчакли бўшликни кўрсатиш учун бош кўринишга маҳаллий қирқим берилган.





393- шакл.



394- шакл., а

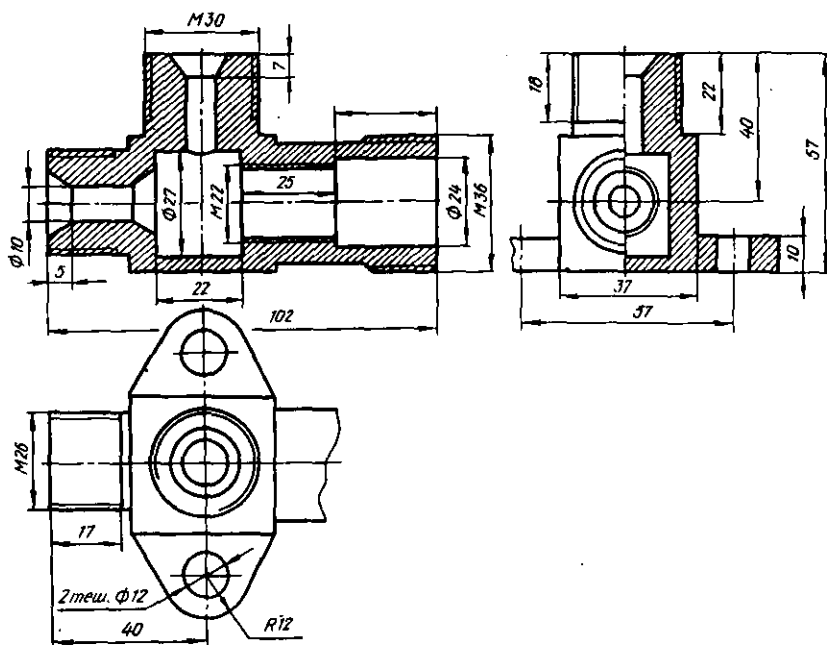
[illegible]

394- шакл, б

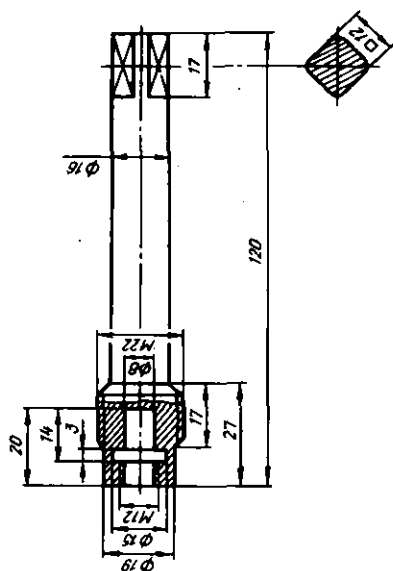
392- шаклда тикиннинг уч Π_1 , Π_2 , Π_3 текисликлардаги иш чизмаси тасвирланган. Суюқлик ва газ ўтадиган тешикни кўрсатиш мақсадида чизманинг бош кўринишига маҳаллий кирким берилган. Берилган кирким тикиннинг ички шаклини ва унинг ўлчамларини аниқлашга имкон беради. Чизмани чапдан Π_3 текисликдаги кўриниши эса конуссимон ўйилган тешикнинг шаклини тасвирлайди. 393- шаклда жўмракнинг йиғиш чизмасидан корпус 2 ни алоҳида ажратиб олиб, унинг Π_1 , Π_2 ва Π_3 текисликлардаги чизмалари кўрсатилган. Деталнинг ички геометрик тузилишларини аниқлаш учун чизманинг фронтал ва профил проекцияларига кирким берилган.

394- шакл, а да вентилнинг йиғма чизмасининг горизонтал, фронтал ва профил проекциялари тасвирланган. Маълумки, вентил трубалардан ўтувчи пар, газ, сув ва бошқа суюқликларни ростлаб туриш учун ишлатилади. 394- шакл, б да йиғма чизманинг спецификацияси берилган.

Вентил таркибига кирувчи корпус 1 резбали тешикдан иборат бўлиб, унга шпиндел 3 бураб киритилган.

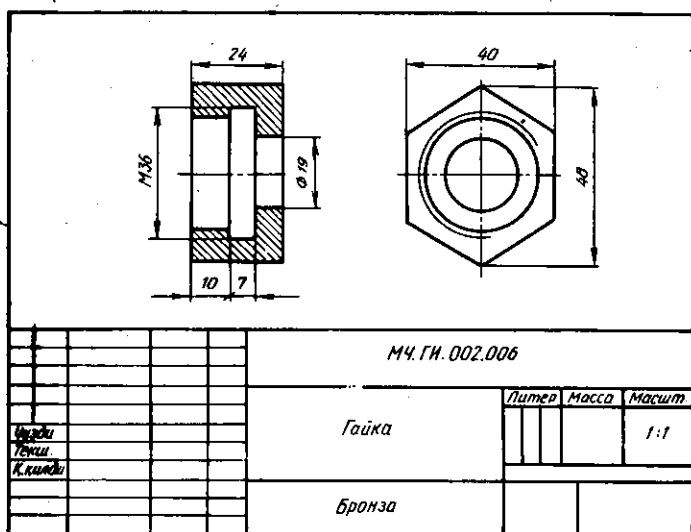


395- шакл.

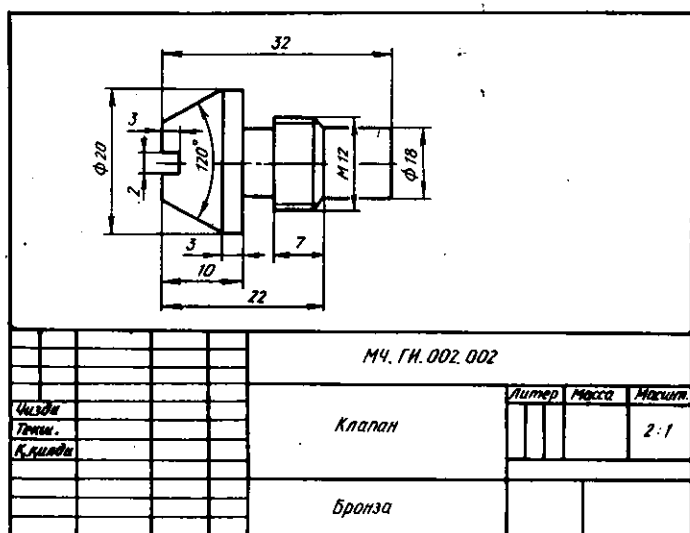


МЧ. ГН. 002. 003									
Шпиль									
Бронза									
Литер									
Масса									
Магнит									
1:1									
Число									
Техн									
А. Калаш									

396- шакл.



397- шакл.



398- шакл.

Шпинделнинг пастки қисмидаги уяга резба ўйилган бўлиб, клапан 2 билан маҳкамланган. Гайка 6 корпус 1 га резба ёрдамида бураб бириктирилганда, гайка втулка 5 нинг эзиши натижасида тикин 7 зичланади. Чизмада вентил ёпиқ ҳолатда тасвирланган. Суюқлик ёки газ ўтказувчи трубадан (чизмада кўрсатилмаган) корпус 1 га тушади. Шпиндел 3 ёрдамида клапан 2 бирга юқорига кўтарилади. Натижада корпуснинг пастки қисмидаги тешик очилади, суюқлик эса шу тешик, яъни корпуснинг иккинчи тешиги орқали трубаларга тарқалади. Вентил таркибига кирувчи корпус 1, шпиндел 3, гайка 6 ва клапан 2 деталларнинг иш чизмалари 395, 396, 397, 398-шаклларда тасвирланган.

ДАРСЛИКНИ ЁЗИШДА ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Қирғизбоев Ю. «Чизма геометрия», Т., «Ўқитувчи», 1972.
2. Хорунов Р. «Чизма геометрия курси», Т., «Ўқитувчи», 1974.
3. Собитов Э. «Чизма геометрия қисқа курси», Т., «Ўқитувчи», 1993.
4. Муродов Ш. ва бошқалар. «Чизма геометрия курси», Т., «Ўқитувчи», 1988.
5. Короев Ю. И. «Начертательная геометрия», М., «Стройиздат», 1987.
6. Бубенников А. В. «Начертательная геометрия», М., «Высшая школа», 1985.
7. И. Раҳманов, А. Абдурахманов ва б., «Чизма геометриядан машқ ва масалалар тўплами», Т., «Ўқитувчи», 1991.
8. ЕСКД «Общие правила выполнения чертежей», 1991.
9. Қирғизбоев Ю. ва бошқ., «Машинасозлик чизмачилиги курси», Т., «Ўқитувчи», 1981.
10. Богданов В. Н. ва бошқалар., «Справочное руководство по черчению», М., «Машиностроение», 1989.

МУНДАРИЖА

Кириш	3
Дарсликда қабул килинган шартли белгилар	5
I- боб. Конструкторлик ҳужжатлари ва уларни тайёрлаш	7
1.1- §. Конструкторлик ҳужжатларининг ягона тизими	7
1.2- §. Конструкторлик ҳужжатларининг турлари	9
1.3- §. Чизмаларни тайёрлашдаги умумий қоидалар	11
1.3.1. Форматлар	11
1.3.2. Асосий ёзувлар	12
1.3.3. Масштаблар	14
1.3.4. Чизик турлари	15
1.3.5. Чизмаларни бажаришга оид талаблар	15
1.3.6. Қиялик ва конусликлар	18
1.3.7. Шрифтлар	20
1.3.8. Ўлчамлар қўйиш қоидалари	25
1.3.9. Шартли белгилар ва уларнинг ёзилиши	28
1.3.10. Материалларнинг қирқим ва кесимларда график бел- гиланиши	31
2-боб. Чизма тузишнинг назарий асослари	32
2.1- §. Чизма геометрия фани ва чизма тузиш усуллари	32
2.2- §. Марказий проекциялаш усули	33
2.3- §. Параллел проекциялар	35
2.3.1. Параллел проекцияларнинг хусусиятлари	36
3-боб. Нуктанинг ортогонал проекциялари	40
3.1- §. Нуктанинг комплекс чизмаси	40
3.2- §. Тўғри чизик. Тўғри чизикнинг берилиши ва уларни чиз- мада тасвирлаш	45
3.3- §. Тўғри чизикнинг проекциялар текисликларига нисбатан ҳар хил вазиятда бўлиши	47
3.4- §. Тўғри чизик излари	51
3.5- §. Тўғри чизикнинг ҳақиқий катталигини ва унинг про- екциялар текисликларига нисбатан оғиш бурчакларини аниқ- лаш	53
3.6- §. Икки тўғри чизикнинг ўзаро жойлашиши	55

4-боб. Текислик	58
4.1- §. Текислик ва унинг чизмада берилиши	58
4.2- §. Текисликнинг проекциялар текисликларига нисбатан турли вазиятларда жойлашиши	61
4.3- §. Текисликда тўғри чизик ва нукта танлаш	65
4.4- §. Текисликнинг махсус чизиклари	68
4.5- §. Тўғри чизикнинг проекцияловчи текислик билан кесишиши	73
4.6- §. Проекцияловчи текислик билан ихтиёрий вазиятдаги текисликнинг кесишиши	74
4.7- §. Тўғри чизик билан ихтиёрий вазиятдаги текисликнинг кесишиши	76
4.8- §. Ихтиёрий вазиятдаги текисликларнинг ўзаро кесишиши	80
4.9- §. Тўғри чизик ва текисликнинг ҳамда икки текисликнинг ўзаро параллеллиги	83
4.9.1. Тўғри чизик билан текисликнинг ўзаро параллел бўлиши	83
4.9.2. Икки текисликнинг ўзаро параллел бўлиши	84
4.10- §. Тўғри чизик ва текисликнинг ҳамда икки текисликнинг ўзаро перпендикулярлиги	86
4.10.1. Тўғри чизик билан текисликнинг перпендикулярлиги	86
4.10.2. Икки текисликнинг ўзаро перпендикулярлиги	89
5-боб. Чизмани қайта тузиш усуллари	94
5.1- §. Проекциялар текисликларини алмаштириш усулари	94
5.2- §. Айлантириш усули	102
5.3- §. Устма-уст қўйиш усули	107
6-боб. Позицион ва метрик масалалар	109
6.1- §. Позицион масалалар	109
6.2- §. Метрик масалалар	112
7- боб. Текис ва фазовий эгри чизиклар	125
7.1- §. Эгри чизиклар тўғрисида маълумотлар	125
7.2- §. Текис эгри чизиклар	126
7.3- §. Иккинчи тартибли текис эгри чизикларнинг ҳосил бўлиши	131
7.4- §. Фазовий эгри чизиклар	133
8-боб. Сиртлар	136
8.1- §. Сиртларнинг ҳосил бўлиши ва уларнинг ортогонал проекциялари	136
8.2- §. Сирт турлари	140
8.2.1. Тўғри чизикли ёйилувчи сиртлар	141

8.2.2. Айланиш сиртлари	146
8.2.3. Винт сиртлар	151
8.2.4. Параллелизм текислигига эга бўлган сиртлар	152
8.2.5. Каркасли сиртлар	154
8.3-§. Сиртларга уринувчи текислик ва нормал ўтказиш	155
8.4-§. Сиртларни текислик билан кесишиши	159
8.5-§. Сиртларнинг тўғри чизик билан кесишиши	165
8.6-§. Сиртларнинг ўзаро кесишиши	169
8.7-§. Сиртларни текисликка ёйиш	175
8.7.1. Кўп қиррали сиртларнинг ёйилмаларини яшаш	175
9-боб. Аксонометрик проекциялар	183
9.1-§. Аксонометрик проекцияларнинг ҳосил бўлиши	184
9.2-§. Ортогонал аксонометрик проекциялар	186
9.3-§. Стандарт аксонометрик проекциялар	188
9.4-§. Фронтал кийшик бурчакли диметрия	194
9.5-§. Деталларнинг аксонометрик тасвирларини яшаш	196
10-боб. Геометрик яшашлар	198
10.1-§. Тутаשמалар	198
10.1.1. Ўзаро кесишувчи икки тўғри чизикларни туташтириш	199
10.1.2. Ўзаро параллел тўғри чизикларни туташтириш	200
10.1.3. Айлана ва тўғри чизикни туташтириш	201
10.1.4. Икки айланани силлик туташтириш	203
10.2-§. Эгри чизикларнинг график усулларда ясалиши	204
10.2.1. Циркуль ёрдамида чизиладиган эгри чизиклар	204
10.2.2. Лекало ёрдамида чизиладиган эгри чизиклар	205
11-боб. Буюмларнинг тасвири	213
11.1-§. Жисмларнинг техник чизмаларини тасвирлаш — кўри- нишлар, қирқимлар, кесимлар	213
11.1.1. Тўғри бурчакли тасвирлар	213
11.1.2. Қирқимлар	217
11.1.3. Кесимлар	225
11.1.4. Четга чиқариш элементлари. Машинасозлик чизмачи- лигидаги айрим соддалаштиришлар	227
11.1.5. Қирқим ва кесимларнинг амалда қўлланиши	230
12-боб. Резбали деталлар ва уларнинг бирикмалари	238
12.1-§. Бирикмалар тўғрисида умумий маълумотлар	238
12.2-§. Резбаларнинг ҳосил бўлиши ва уларни чизмаларда тас- вирланиши, белгиланиши. Резбали бирикмалар	238
12.3-§. Резбанинг чиқиш жойи, сбеги, қирқилмаган қисми ва проточкалари	246

12.4-§. Чизмада резбаларни тасвирлаш	247
12.5-§. Чизмада резбаларни белгилаш	250
12.6-§. Резбали стандарт деталлар ва уларнинг бирикмаларини чизиш	252
12.6.1. Болтли бирикмалар	252
12.6.2. Шпилкали бирикмалар	260
12.6.3. Винтли бирикмалар	262
12.6.4. Труба резбали бирикмалар	266
13- боб. Шпонкали ва шлицали бирикмаларни тасвирлаш	266
13.1-§. Шпонкали бирикмалар	266
13.2-§. Тишли (шлицали) бирикмалар	269
13.3-§. Тўғри ёнли тишли бирикмалар	269
13.4-§. Эволвентасимон тишли бирикмалар	270
13.5-§. Тишли узатмалар	273
13.6-§. Пружиналар ва уларнинг чизмадаги тасвири	278
14- боб. Пайванд чокли, кавшарли ва елимли ажралмайдиган бирикмаларни чизмада тасвирлаш	281
14.1-§. Пайванд чокли бирикмалар	281
14.2-§. Кавшарли бирикмалар	284
14.3-§. Елимли бирикмалар	285
15- боб. Деталлар эскизини ва иш чизмасини тузиш	286
15.1-§. Эскиз тузиш тартиби	286
15.2-§. Деталларнинг иш чизмаларини чизиш	292
15.3-§. Детал юзаларининг ғадир-будирлиги ва уларнинг чизма- да белгиланиши	293
16- боб. Йиғиш чизмалари	296
16.1-§. Йиғиш чизмаларини чизиш тартиби ва уларни хужжат- лаштириш	296
16.2-§. Йиғиш чизмаларини ўқиш ва уларни деталларга ажра- тиб чизиш	306
Дарсликни ёзишда фойдаланилган адабиётлар	314

Убайдулла Абдуллаев

ЧИЗМА ГЕОМЕТРИЯ ВА ЧИЗМАЧИЛИК АСОСЛАРИ

Ўзбек тилида

«Ўзбекистон» нашриёти—1999,
700129, Тошкент, Навоий, 30.

Бадий муҳаррир *Т. Қаноатов*
Техн. муҳаррир *М. Хўжамқулова*
Мусахҳиҳ *М. Раҳимбекова*

Теришга берилди 9.03.95. Босишга рухсат этилди 11.02.99. Формати 84×108¹/₃₂. «Адабий» гарнитурда, юқори босма усулида босилди. Шартли б. л. 16,8. Нашр л. 16,91. Нусхаси 2000 та. Буюртма № 659. Баҳоси шартнома асосида.

«Ўзбекистон» нашриёти, 700129, Тошкент, Навоий, 30.
Нашр № 285—93.

Ўзбекистон Республикаси давлат матбуот қўмитаси
ижарадаги Тошкент матбаа комбинатида босилди.
700129, Тошкент, Навоий кўчаси, 30.

Абдуллаев У.

А 15 Чизма геометрия ва чизмачилик асослари: Олий техника билимгоҳлари учун дарслик.—Т.: Ўзбекистон, 1999.—318 б.

JSBN 5-640-01517-9

Мазкур дарслик икки қисмдан иборат бўлиб, биринчи қисмида проекциялаш усуллари, нукта ва тўғри чизикнинг ортогонал проекциялари, текислик ва тўғри чизик, икки текислик, чизмани қайта тузиш усуллари, эгри чизиклар, торслар ва уларнинг ёйилмалари кабилар, иккинчи қисмида эса ЕСКДга мувофиқ чизма чизиш, геометрик ясашлар, тўғри бурчакли проекциялар, винт чизиклар, винт сиртлари, резьбалар, ажраладиган ва ажралмайдиган бирикмалар, эскизлар, ўлчам қўйиш қоидалари каби масалалар батафсил баён қилинган.

Дарслик олий техника ўқув юртларининг барча ихтисосликлари талабаларига мўлжалланган бўлиб, ундан чизма геометрия ва чизмачиликка қизиқувчилар ҳам фойдаланишлари мумкин.

22.151.3я73+30.11я73

№ 708—95

**Алишер Навоий номидаги
Ўзбекистон Республикасининг
Давлат кутубхонаси**