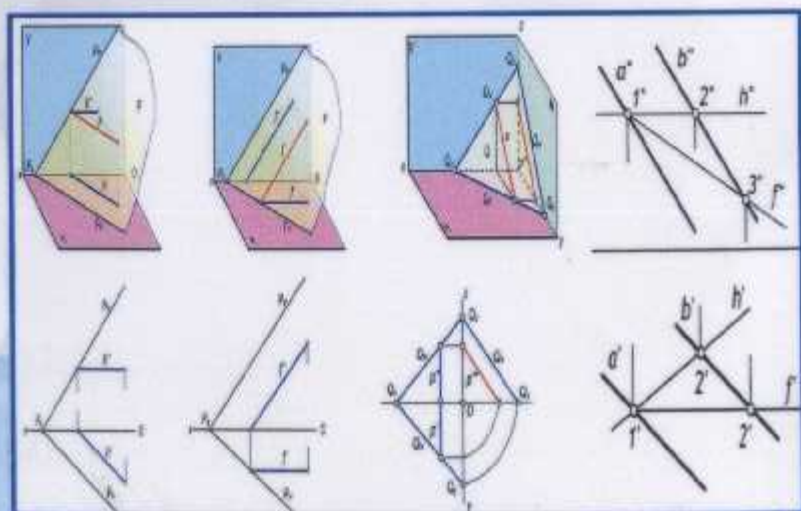


O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIV VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

YADGAROV O'KTAM TURSINOVICH

CHIZMA GEOMETRIYA VA MUHANDISLIK GRAFIKASI

60730100 - *Arxitektura (turlari bo'yicha)*
ta'lim yo'nalishining talabalari uchun darslik



214
170

62,500

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI

OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

YADGAROV O'KTAM TURSINOVICH

**CHIZMA GEOMETRIYA VA MUHANDISLIK
GRAFIKASI**

60730100 - Arxitektura (turlari bo'yicha)

ta'lim yo'nalishining talabalari uchun darslik

Buxoro 2021

ANNOTATSIYA

“Chizma geometriya va muhandislik grafikasi” fanidan ushbu darslik 60730100 - Arxitektura (turlari bo'yicha) ta'lim yo'nalishining talabalari uchun tavsiya etilgan. Darslikdan “Ishlab chiqarish – texnik soha”ning boshqa yo'nalish talabalari ham foydalanishi mumkin. Darslikda fanning tarkibiga kiruvchi chizma geometriya va mashinasozlik chizmachiligi qismlaridan asosiy mavzular kiritilgan. Fanni o'qitishda innovatsion yechim sifatida mavzular, fanni modulli o'qitish tizimi asosida o'zlashtirish qulay bo'lishi uchun, maqbul ketma-ketlikda joylashtirilgan bo'lib, har bir mavzuga doir xorijiy adabiyotlardan havolalar va fanning ilmiy sohasi bo'lmish geometrik modelashtirish bo'yicha qo'shimcha materiallar bilan boyitilgan.

MUNDARIJA

KIRISH

9

I-BO'LIM. CHIZMA GEOMETRIYA

I-MODUL. CHIZMA ELEMENTLARINI MODELASHTIRISH

1. Chizmalarda rasmiylashtirish qoidalarlari	12
1.1. Chizmachilik asboblari	12
1.2. Buyumlar va ularning turlari	17
1.3. Konstruktorlik hujjatlarining yagona tizimi	19
1.4. Chizmalarga oid standartlar	20
1.5. Konstruktorlik hujjatlarining turlari	30
2. Chizmalarda geometrik yasashlar	34
2.1. Parallel va perpendikulyar to'g'ri chiziqlar va ularning kesmasi	34
2.2. Burchaklar, aylana va uning yoyi	37
2.3. Qiyalik, konuslik va teng tomonli ko'pburchaklar	39
2.4. Tutashmalar	42
2.5. Sirkul va lekalo yordamida chiziladigan egri chiziqlar	44
3. Chizmalarda geometrik elementlarning berilishi	50
3.1. Shakllarni tasvirlash va proyeksiyalash usullari	50
3.2. Nuqtaning ikki o'zaro perpendikulyar tekisliklardagi proyeksiyalari	61
3.3. To'g'ri chiziqning ortogonal proyeksiyalari	67
3.4. To'g'ri chiziqning izlari va kesmasining haqiqiy uzunligini aniqlash	75
3.5. Ikki to'g'ri chiziqning o'zaro vaziyatlari	79

II-MODUL. TEKIS SIRTLARNI MODELASHTIRISH

4. Tekisliklar va ularning berilishi	85
4.1. Tekislikning berilishi va uning izlarini yasash	85
4.2. Tekisliklarning proyeksiyalar tekisliklariga nisbatan vaziyatlari	88
4.3. Tekislikning bosh chiziqlari	92
4.4. To'g'ri chiziq va tekisliklarning o'zaro vaziyatlari	95
4.5. Tekisliklarning o'zaro vaziyatlari	98



5. Epyurni qayta tuzish usullari	106
5.1. Epyurni qayta tuzish usullari to'g'risida umumiy ma'lumotlar.....	106
5.2. Tekis-parallel harakatlantirish usuli.....	107
5.3. Proyeksiyalar tekisliklarini almashtirish usuli.....	113
5.4. Aylantirish usuli.....	121
5.5. Jipslashtirish usuli.....	132
6. Ko'pyoqliklar.....	137
6.1. Ko'pyoqliklar to'g'risida umumiy ma'lumotlar.....	137
6.2. Ko'pyoqliklar va ularning yoyilmalarini tekis chizmada tasvirlash.....	141
6.3. Ko'pyoqliklarning tekislik bilan kesishuvi.....	143
6.4. Ko'pyoqliklarning to'g'ri chiziqli bilan kesishuvi.....	148
6.5. Ko'pyoqliklarning o'zaro kesishuvi.....	152

III-MODUL. EGRI SIRTLARNI MODELLASHTIRISH

7. Egri chiziqlar va sirtlarning berilishi.....	155
7.1. Tekis egri chiziqlar va ularning berilishi.....	155
7.2. Fazoviy egri chiziqlar va ularning berilishi.....	163
7.3. Sirtlar va ularning berilish.....	168
7.4. Aylanish sirtlari. Vint sirtlar. Siklik sirtlar.....	173
7.5. Chiziqli sirtlar.....	186
8. Sirtlarning to'g'ri chiziqli va tekislik bilan kesishuvi.....	196
8.1. Umumiy ma'lumotlar.....	196
8.2. Sirtlarning proyeksiyalovchi tekisliklar bilan kesishuvi.....	197
8.3. Sirtlarni to'g'ri chiziqli bilan kesishuvi.....	201
8.4. Sirtlarning umumiy vaziyatdagi tekisliklar bilan kesishuvi.....	207
8.5. Sirtlarning yoyilmalarini yasash.....	216
9. Sirtlarning o'zaro kesishuvi.....	234
9.1. Sirtlarning o'zaro kesishuviga oid umumiy ma'lumotlar.....	234
9.2. Sirtlar kesishuv chizig'ini yasashning umumiy algoritmi.....	235
9.3. Umumiy o'qqa ega bo'lgan aylanish sirtlarining o'zaro kesishuvi.....	236
9.4. O'qlari umumiy nuqtaga ega aylanish sirtlarining o'zaro kesishuvi.....	238
9.5. Kesishuv chizig'ini kesuvchi tekisliklar dastasi usuli bilan yasash.....	244

II-BO'LIM MASHINASOZLIK CHIZMACHILIGI

IV-MODUL. DETALLARNING KOMPLEKS CHIZMALARI

10. Aksonometrik proyeksiyalar.....	268
10.1. Aksonometriya to'g'risida umumiy ma'lumotlar.....	268
10.2. Aksonometriyaning asosiy teoremlari.....	271
10.3. Aksonometriyada aylananing proyeksiyalari.....	277
10.4. Aksonometriyaning standart turlari.....	280
10.5. Detallarning aksonometrik proyeksiyasini bajarish.....	283
10.6. Detallarning texnik rasmlarini bajarish.....	285
11. Tasvirlar. Ko'rinishlar.....	290
11.1. Tasvirlar.....	290
11.2. Asosiy ko'rinishlar.....	291
11.3. Qo'shimcha ko'rinishlar.....	293
11.4. Mahalliy ko'rinishlar.....	295
11.5. Yoyilgan ko'rinishlar.....	295
12. Qirgimlar. Kesimlar.....	298
12.1. Oddiy qirgimlar.....	298
12.2. Murakkab qirgimlar.....	304
12.3. Qiya va mahalliy qirgimlar.....	305
12.4. Kesimlar.....	306
12.5. Materiallarni grafik belgilanishi.....	310

V-MODUL. STANDART DETALLARNING CHIZMADA TASVIRLANISHI

13. Qo'zg'almas birikmalar chizmada tasvirlanishi.....	312
13.1. Birikish usullari. Shponkali birikmalar.....	312
13.2. Payvandli va parchinli birikmalar.....	315
13.3. Rezbal birikmalar.....	318
14. Qo'zg'aluvchan birikmalar chizmada tasvirlanishi.....	331
14.1. Shlitsali birikmalar.....	331
14.2. Podshipnikli birikmalar.....	333
14.3. Prujinali birikmalar.....	235
15. Uzatmalar chizmada tasvirlanishi.....	342

VI-MODUL. BUYUMLARNING CHIZMA HUJJATLARINI BAJARISH

16. Original detallarning chizmalarini tayyorlash	346
16.1. Detallarni o'lchash asboblari va usullari	346
16.2. Detal yuzalarida g'adir-budirlik, qoplama va termik ishlov belgilari	351
16.3. Detallarda dopusk va o'tqazishlar, ularning chizmada belgilanishi	354
16.4. Detallarning o'lchamlari, shakliy ko'rinish va elementlari	357
16.5. Detallarning eskizlarini tuzish	364
17. Buyumlarning umumiy ko'rinish chizmalarini tayyorlash	372
17.1. Umumiy ko'rinish chizmalarini tayyorlash tartibi	372
17.2. Spetsifikatsiyalarni tuzish	377
17.3. Chizmalarda yozuv va texnik talablar, shartlilik va soddalashtirishlar	380
17.4. Yig'ma birlikni detallarga ajratib chizish	384
17.5. Buyumlarning umumiy ko'rinish chizmalarini o'qish	388
18. Mashina va jihozlarning sxematik chizmalarini tayyorlash	392
18.1. Sxemalar to'g'risida umumiy tushunchalar	392
18.2. Kinematik va elektr sxemalar	398
18.3. Pnevmatik va gidravlik sxemalar	403
18.4. Texnologik mashina va jihozlarning sxemalari	404
GLOSSARIY	410
ADABIYOTLAR	423

KIRISH

Zamonaviy ishlab chiqarish talablariga javob bera oladigan mutaxassislarni tayyorlashda, bo'lajak muhandis bo'lmish - talabalarda chizmalar bilan ishlay olish qobiliyatlarini rivojlantirish, malakalarini shakllantirish va ko'nikmalarini hosil qilish muhim ahamiyatga ega. Bu mas'uliyatli vazifani esa "Muhandislik grafikasi" fani amalga oshiradi. Ushbu fan 3 ta mustaqil fanlar "Chima geometriya", "Chizmachilik" va "Kompyuter grafikasi" birlashuvidan iborat. Bunda asosan: Chima geometriyaning "Ortogonal proyeksiyalash", Chizmachilikning "Mashinasozlik chizmachiligi", hamda Kompyuter grafikasining "Muhandislik komputer grafikasi" yo'nalishlarini o'zlashtirish nazarda tutilgan.

Ob'ektlarning chizmalari bilan ishlash 3 yo'nalishda amalga oshiriladi:

- ob'ektlarning mavjud chizmalarini o'qish;
- ob'ektlarning mavjud bo'lmagan chizmalarini tayyorlas;
- ob'ektlarning yangisini chizmalar asosida yaratish.

Chizmalar asosida yangi ob'ektlarni yaratish yoki mavjud ob'ektlarni takomillashtirish geometrik modellashirish usullari yordamida amalga oshirilib, talabalar bu vazifani "Muhandislik grafikasi" fanining nazariy asosi bo'lmish Chizma geometriyadan oladigan bilimlariga tayanib bajaradilar. Bunda ob'ektlarning o'lcham, shakl va vaziyatga oid geometrik parametrlari bilan ishlab turli metrik, pozitsion va konstruktiv masalalarni yechadilar. Ob'ektlarning tayyor chizmalarini o'qish yoki ob'ektlarning mavjud bo'lmagan chizmalarini tayyorlas ishlarini talabalar garchi fanining "Chizma geometriya"dan olgan bilimlariga tayanib bajarsalarda, bu ishlarda ularga Mashinasozlik chizmachiligidan oladigan bilimlari asos bo'ladi. Bunda ular chizmalarga oid standartlar, chizmalardagi shartlilik va soddalashtirishlar va buyumlarni (standart buyumlar, umumiy ko'rinish chizmalari, hamda uzatmalar va sxemalar) shartli tasvirlash qoidalariga asoslanadilar. Bugungi kunda chizmalar bilan ishlash jarayonlarida

avtomatlashtirilgan tizimlardan keng foydalanilayotganligi sababli ushbu ko'nikmalarni talabalar Muhandislik komputer grafikasidan oladigan bilimlari asosida hosil qiladilar.

Chizma geometriya umumiy geometriyaning bir yo'nalishi bo'lib, u narsalarni tasvirlash usullari yordamida ularning shakllari, o'lchamlari va o'zaro joylashishlariga tegishli pozitsion va metrik masalalarni yechishni o'rganadi. Chizma geometriya boshqa geometriyalardan o'zining asosiy - tasvirlash usuli bilan farq qiladi va u matematika fanlari bilan uzviy bog'liq bo'lib, umumtexnika fanlaridan hisoblanadi. U o'zining tasvirlash usullari yordamida o'quvchining fazoviy tasavvurini kengaytiradi. Tasvirlarni yasash va oldindan yasalgan tasvirlarni o'qish, hamda amaliyotdagi turli muhandislik masalalarini yechishga yordam beradi. Chizma geometriya yordamida nafaqat mavjud narsalarni, balki tasavvur qilinadigan narsalarni ham tasvirlashi mumkin. Keyingi yillarda buyumlarning chizmalarini kompyuter grafikasi vositalari yordamida tayyorlashda avtomatlashtirilgan loyihalash tizimlarining kirib kelishi chizma geometriya fanining rivojlantirishda yangicha mazmun kasb etmoqda.

Bular chizma geometriyaning nazariy asoslariga, normativ hujjatlar va konstruktorlik hujjatlarining yagona tizimi -KHYTga tayanadi. Bu esa muhandislik geometriyasining minimal bilimlarini berib, shu asosda turli muhandislik, kompyuter grafikasi va geometrik modellashirish sohasidagi bilimlarga ega bo'lish mumkin. Fanning asosiy maqsadi undan olgan bilimlarga tayanib kelgusi faoliyatda qo'yilgan masalalarni yechishda geometrik modellashirishdan foydalanish hisoblanadi. Shuning uchun ushbu darslikda geometrik modellashirish elementlaridan foydalanishga harakat qilingan. Har bir mavzu bo'yicha geometrik modellashirishga oid materiallar berilgan. Darslikni tayyorlashda amaliy geometriya sohasida mamlakatimiz va xorijlik yetuk olimlarning ishluridan foydalanilgan.

Ushbu darslik Respublikamizda muhandislarni, ayniqsa "Texnologik mashina va jihozlar" yo'nalishi mutaxassislarni tayyorlashda "Muhandislik grafikasi" faniga doir o'quv adabiyotlariga bo'lgan ehtiyojni qondiradi.

I-BO'LIM. CHIZMA GEOMERIYA

I-MODUL. CHIZMA ELEMENTLARINI MODELASHTIRISH

1. CHIZMALARNI RASMIYLASHTIRISH QOIDALARI

1.1-§. Chizmachilik asboblari

Chizmalarni an'anaviy usul bilan rasmiylashtirishda ular qo'lda bajariladi. Buning uchun esa chizmachilik asboblari kerak bo'ladi. Garchi ushbu paragrafga doir ma'lumotlar o'zimizning adabiyotlarda etarlicha bo'lsa-da, fanga oid inglizcha terminlarni o'rganish maqsadida xorijiy adabiyotdan materiallar keltirildi. Muhandislik chizmalari chizma asboblari yig'masi (qotovalnaya) yordamida tayyorlanadi¹, chizmalarni amalga oshirishning batartib va tez bo'lishi asboblari sifatiga bog'liq. Talabalarning yaxshi sifatli asboblarni ishlatishi maqsadga muvofiq.

Odatda quydagi asboblari ishlatiladi:²

1. Chizma taxtasi (doska)
2. Kichik chizmachilik asbobi (reysshina)
3. Chizmachilik asboblari qutisi (gotovalnya)
4. 45° va 30° – 60° uchburchak chizg'ichlar
5. Shkalali muhandislik chizg'ichlari
6. Transportir
7. Egri chiziqlar chizish uchun lekal
8. Chizma qisqichlari
9. Chizma qog'ozi
10. Qalamlar

¹ Shah M.H., Rana B.C. Engineering Drawing. India. 2009, 1-7 betlar.

² Shah M.H., Rana B.C. Engineering Drawing. India. 2009, 1-7 betlar.

* Mazmunga doir inglizcha atamalar o'rganish maqsadida rasmlardagi yozuvlar ataylab inglizcha qoldirildi.

11. O'chirg'ich

12. O'chirg'ich qipqlarini artgich (shyotka, salfetka)

Chizma taxtasi. Ko'k qayrag'och, dub yoki qizil kedrdan qilingan yog'och taxta shu maqsadda ishlatiladi. Taxtaning ishchi yuzasi tekis va silliq bo'lishi kerak (1.1.1-rasm, 1.1-Drawing board)*. Masalan, 1.1 jadvalda xorij standartlar idorasi tomonidan tavsiya etilgan chizma taxtalarining me'yoriy o'lchamlari keltirilgan.

Chizmachilik moslamasi. Bu moslama bir-biriga perpendikular 2ta qirradan iborat (1.1.1-rasm, 1.2-Mini drafter). Unga chizma qisqichlari o'rnatiladi, bunda moslama chizma qog'ozning istalgan joyiga harakatlantirilganda ham bu qirralar oldingi o'rnatilgan holatga parallel holatda qoladi. Reysshina parallel chiziqlar chizish uchun ishlatiladi: odatda gorizontaal chiziqlar T-shakldagi chizg'ich va vertikal chiziqlar esa T-shakldagi chizg'ich va chizma uchburchagi yordamida chiziladi.

Chizmachilik asboblari qutisi (gotovalnya): katta sirkul, kichik prujinali sirkul, katta bo'lg'ich, kichik prujinali bo'lg'ich, rangli ruchka – reysfedr, katta sirkul uchun uzaytirish sterjni, sirkul uchun reysfedr birlashtirgichlar.

Katta sirkul. Bu katta radiusli aylanalar va yoylar chizish uchun ishlatiladi. Bunda igna uchi va qalam yoki rang ruchka chizma qog'oziga perpendikulyar holda joylashtiriladi. Katta sirkul uchun uzaytirish sterjni katta radiusli aylanalar uchun kata sirkulga birkiriladi (1.1.2-rasm, 1.3-Large compass).

Kichik prujinali sirkul. Kichik prujinali sirkul kichik radiusli aylana va yoylar chizish uchun ishlatiladi va bu o'rnatma to'plamning buzilib ketishiga yo'l qo'ymaydi (1.1.2-rasm, 1.4-Small spring compass).

Bo'lg'ichlar. Katta va kichik bo'lg'ichlar katta va kichik sirkullarga o'xshash. Unda faqat qalam o'miga igna uchi o'rnatiladi. Ular chizmaga o'lchov, chizmaning bir qismidan boshqasiga o'tish va belgilashda ishlatiladi (1.1.2-rasm, 1.5-Divider).

Sirkullar uchun rangli ruchka va unga qo'shimcha. Rangli ruchkalar va qo'shimchalari talab qilingan qalinlikdagi chiziqlar chizish imkoniyatini beradi. Bugungi kunda ruchkalar to'plami turli

qalinlikdagi chiziqlar chizishga qodir. Ilgarigi rang asboblari o'rniga talab qilingan qalinlikka qarab turli ruchka ishlatiladi. **Uchburchak chizg'ichlar.** Bular bir burchagi to'g'ri va qolgan 2ta burchagi bir holatda 45° va boshqa holatga 30° va 60° bo'lgan to'g'ri burchakli uchburchaklar. Umuman, ular shaffof plastikdan qilinadi. Ular yoki markaziy teshikli qattiq, yoki o'rtasi ochiq turda bo'ladi. Ularning burchaklari kvadrat yoki qirrasiga parallel bo'lishi mumkin (1.1.1-rasm, 1.6-*Set squares*). Uchburchak chizg'ichlar umuman gorizontalliga $30^\circ, 45^\circ$ va 60° li chiziqlarni chizish uchun ishlatiladi. 2ta uchburchak chizg'ichni to'g'ri ishlatganda gorizontalliga $15^\circ, 75^\circ, 105^\circ$ li va boshqa chiziqlarni ham chizish mumkin. Uchburchak chizg'ichlar 45° yoki 60° li burchak va to'g'ri burchagi uzunroq bo'lgan burchak uzunligida yasalgan. Masalan, $45^\circ \times 150$ yoki $60^\circ \times 200$ mm uchburchaklar. **Muhandislik o'lchov chizg'ichlari.** Ular chiziqlarda kerakli o'lchovni belgilash uchun ishlatiladi. Qog'oz va obyekt hajmiga ko'ra chizmalar to'liq hajmga tayyorlanadi. Agar muhandislik o'lchovi to'g'ri ishlatilsa chizmaning hajmini qisqartirish yoki kattalashtirishi uchun hech qanday hisob-kitob talab qilinmaydi. Bu o'lchovlar to'g'ridan-to'g'ri qisqartirilgan yoki kattalashtirilgan uzunlik beradi. Masalan, 1:2 o'lchovdagi 2sm uzunlik 1:1 o'lchovdagi 1smga teng (1.1.1-rasm, 1.7- *Scale*). Masalan, Hindiston standartlash idorasi 1.2 jadvalda berilgan standartni ishlatishni tavsiya etadi. **Transportir.** U burchaklarni o'lchash uchun ishlatiladi (1.1.1-rasm, 1.8- *Protractor*). U shaffof plastikdan yarim aylana yoki aylana shakida tayyorlanadi va kvadrat yoki qiya shakldagi qirraga ega. 100, 150 yoki 200 mm diametrli transportirlar ishlatiladi.

Lekalolar. Lekalolarning turli xillari mavjud (1.1.1-rasm, 1.9-*Irregular curve*). Ular aylana yoylardan farq qiluvchi turli xildagi egri chiziqlar chizish uchun ishlatiladi. Lekalo iloji boricha ko'proq nuqtalarga joylashtiriladi, shu vaqtda u talab qilingan egri chiziqqa mos bo'ladi. Kamida uch nuqta mos kelishi kerak. Oldinga harakatlantirilganda oldindan chizilgan egri chiziq qismi ravon bo'lishi

uchun qayta taqqoslanishi kerak. **Chizma qog'oz.** Chizma qog'oz qalin, silliq, mustahkam, pishiq va qalinlik meyoriga mos bo'lishi kerak. Yaxshi o'chirg'ich ishlatilganda chizma qog'oz to'qimasi ochilib ketmasligi kerak. Standart bo'yicha jadvalda berilganidek chizma qog'ozlarining meyoriy o'lchovlarni qo'llash tavsiya qilinadi.

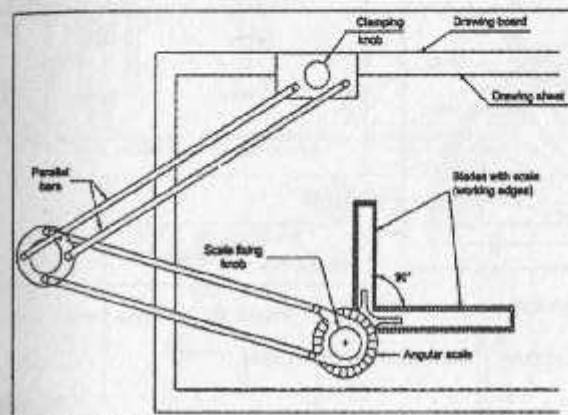


Figure 1.5 Mini drafter

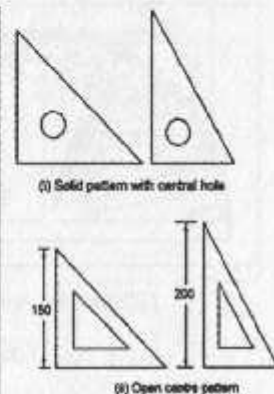


Figure 1.6 Set Squares

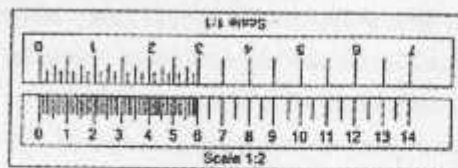


Figure 1.7 Scales



Figure 1.9 Irregular Curve

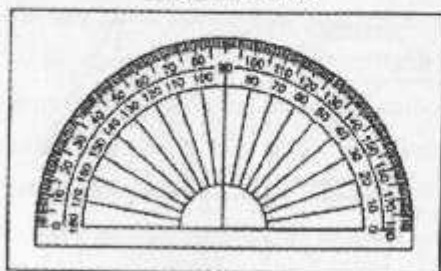


Figure 1.8 Protractor

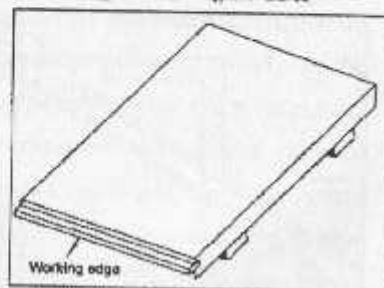


Figure 1.1 Drawing Board

1.1.1-rasm. Chizmachilik asboblari.

Prujinali to'g'noqichlar. Prujina to'g'noqichlar chizma qog'ozini chizma doskasiga mahkamlash uchun ishlatiladi (1.1.2-rasm, 1.10-Spring clip). Chizma qog'ozni mahkamlash uchun yopishqoq tasma ham ishlatilishi mumkin. **Qalamlar.** Yig'ma qalamlar charchlash zarurati bo'lmagani uchun qulay. Odatda o'rta qattqlikdagi HB, yumshoq F, qattiq H va yuqori qattqlikdagi 2H qalamlar muhandislik chizmalari uchun qulay. HB va F eskiz va yozuv uchun, H va 2H instrumental chizma uchun mos. **O'chirg'ich.** O'chirg'ich va yumshoq o'chirg'ich keraksiz chiziqlarni o'chirish uchun ishlatilishi kerak. O'chirg'ich qattiq bo'lsa, u qog'oz yuzasini buzadi. **Salfetka.** Yumshoq toza material bo'lagi hosil bo'lgan ushoqlarni sidirib tashlash uchun ishlatiladi. Uchburchak chizg'ichlar, transporter

va boshqa asboblari ham ish boshlanganda va ish davomida tez-tez tozalanishi lozim³.

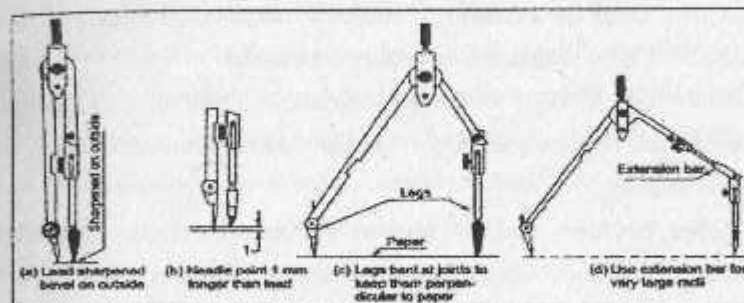


Figure 1.3 Large Compass



Figure 1.4 Small Spring Bow Compass



Figure 1.5 Large Divider

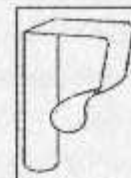


Figure 1.10 Spring Clip

1.1.2-rasm. Chizmachilik asboblari.

1.2-§. Buyumlar va ularning turlari

Buyumlarning konstruktorlik hujjatlariga ham davlat standartlari belgilangan. Mashinasozlik sanoatining barcha tarmoqlarida ishlab chiqariladigan buyumlar turlari GOST 2.101-68 ga muvofiq belgilanadi. Buyumlar ishlatilishiga qarah 2 guruhga asosiy va yordamchi ishlab chiqarish buyumlariga bo'linadi.

Asosiy ishlab chiqarish buyumlariga xalq xo'jaligiga yetkazib berish uchun mo'ljallangan buyumlar kiradi. Masalan: zavod samolyot yoki vertolyot ishlab chiqarsa, bu buyumlar zavod uchun asosiy ishlab chiqarish buyumlari hisoblanadi.

³ Shah M.B., Rana B.C. Engineering Drawing, India, 2009, 1-7 betlar.

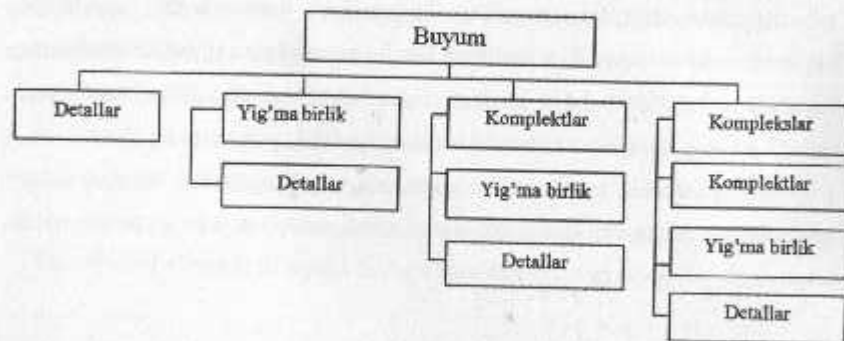
Yordamchi ishlab chiqarish buyumlariga asosiy ishlab chiqarish buyumlari ishlab chiqarishda faqat korxonaning ehtiyoji uchun ishlab chiqariladigan buyumlar kiradi. GOST 2.101-68 ga muvofiq buyumlar turlari belgilangan (1.2-rasm): detallar; yig'ma birliklari; komplektlar; komplekslar.

Detal - bir xil nomi va markali materiallardan yig'ish operatsiyalaridan foydalanilmasdan tayyorlangan buyum; Masalan: val, porshen, maxovichok, bolt, gayka va boshqalar.

Yig'ma birliklar - tarkibiy qismlari yig'ish operatsiyalari (ajraladigan, parchinlash, payvandlash, yelimlash va boshqa usullar) bilan biriktirilgan buyumlar yig'ma birliklarga misol bo'ladi.

Komplekt - tayyorlovchi korxonada yig'ish operatsiyalari bilan biriktirilmagan, umumiy yordamchi xarakterdagi vazifalarga ega bo'lgan ikki va undan ortiq buyum. Komplektga chiyot qismlar komplekti, asboblari va jihozlar, o'lchash apparatlari komplekti va boshqalar kiradi.

Kompleks - ikki va undan ortiq maxsuslashtirilgan buyumlar tayyorlovchi korxonada yig'ish operatsiyalari bilan birlashtirilmagan, ammo o'zaro bir-biriga bog'lik ekspluatatsion funksiyalarni bajarishi ko'zda tutilgan buyum. Kompleksga stanoklarning potok liniyalari, normalash ustanovkalari, paxta terish mashinalari va boshqalar misol bo'ladi.

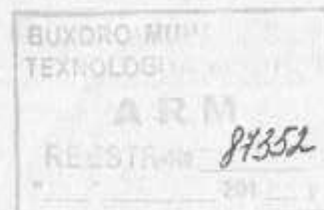


1.2.-rasm. Buyumning turlari va tarkibiy qismlari

1.3-§. Konstruktorlik hujjatlarining yagona tizimi.

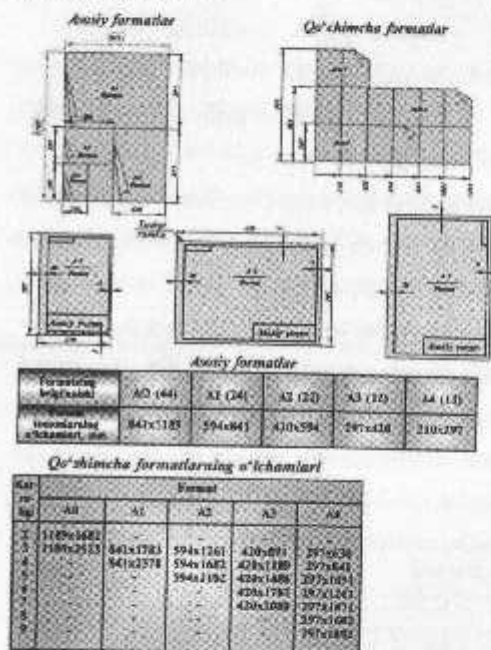
O'zbekiston Respublikasi korxonalarida ishlab chiqariladigan buyumlarning sifatli bo'lishini ta'minlash maqsadida ularga davlat tomonidan davlat standartlari O'zDSt belgilanadi. Standartlashtirish - ma'lum faoliyat sohasida o'rnatilgan va qabul qilingan qoidalar. Standart - standartlashtirish bo'yicha aniq ishning natijasi.

Standartlar buyumlarni sifatli va unumli ishlab chiqarishda, texnika taraqqiyotining yuksalishida eng muhim omillardan biridir. Shuning uchun umumittifoq davlat standartlari (OST) 1928 yilda standartlar, o'lchovlar va o'lchash asboblari komiteti tomonidan standartlar ko'rib chiqilib, 1968 yilda konstruktorlik hujjatlarining yagona tizimi - KXYT (ЕСКД-Единая Система Конструкторских Документаций) qabul qilingan. Ittifoq davrida O'zaro Iqtisodiy Yordam Kengashi a'zosi bo'lgan barcha davlatlar bilan mashinasozlik sanoatida iqtisodiy integratsiyani mukammallashtirish maqsadida ISO- standartlashtirish bo'yicha xalqaro tashkilotlar tuzulgan edi. KXYT standartlari Respublikamizning hamma tashkilotlarida bajariladigan konstruktorlik hujjatlarini tayyorlash va rasmiylashtirishga doir barcha talab va qoidalarni belgilaydi. Davlat standartlari rasmiy hujjat bo'lib, uning talablarini buzuvchilar qonun oldida javobgardirlar.



1.4-§.Chizmalarga oid standartlar

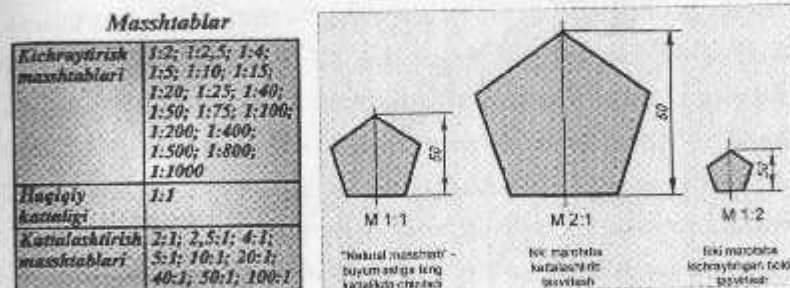
O'zDSt 2.301-96 (GOST 2.301-68) - Formatlar. Chizmalar standart formatli chizma listlarda bajariladi. Tomonlarining o'lchamlari (1189x841) mm yuzasi 1m² ga teng bo'lgan format va bu formatning hamda undan keyingi formatning ensiz tomoniga parallel chiziq o'tkazib, teng ikkiga bo'lishdan hosil qilingan formatlar asosiy formatlar deb aytiladi. Formatlarning o'lchamlari va belgilashlari 1.4.1-rasmda ko'rsatilgan.



1.4.1-rasm. Chizmachilik formatlari

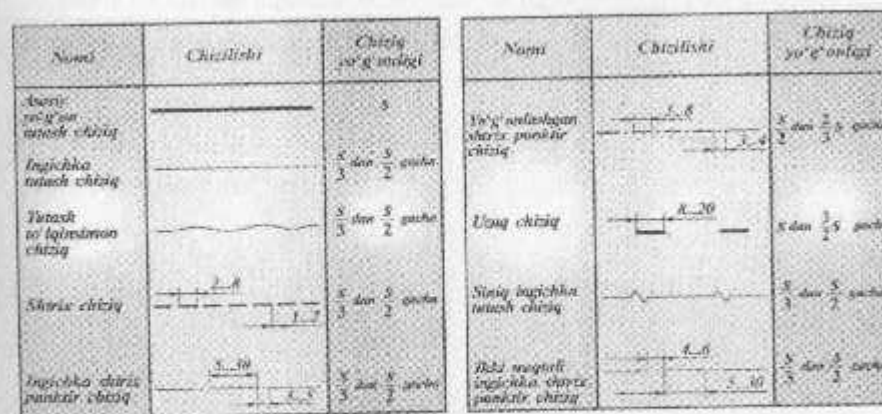
O'zDSt 2.302-97 (GOST 2.302-68) - Masshtablar. Buyum tasviridagi chiziqli o'lchamlarning shu buyumning haqiqiy o'lchamiga nisbati masshtab deyiladi. Masshtab sonining nisbati oldiga uning belgisi M harfi qo'yiladi. O'zDSt

2.302-97 da barcha sanoat va qurilish tarmoqlarining chizmalari uchun masshtablar belgilangan (1.4.2-rasm) Ularning turlari: M 1:1-natural kattalik, M 1:2-kichraytirish masshtabi, M 2:1-kattalashtirish masshtabi (1.4.2-rasm)



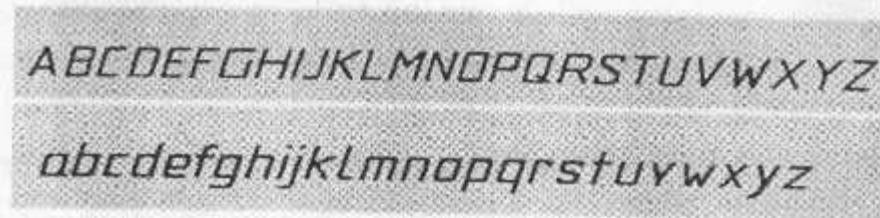
1.4.2-rasm. Masshtab turlari

O'zDSt 2.303-97 (GOST 2.303-68) - Chizma chiziqlari. Chizmaning yaqqolligini ta'minlash uchun chizma chiziqlari O'zDSt 2.303-97 ga muvofiq belgilanadi. Chizma chiziqlari asosiy tutash S yo'g'onligiga asosan belgilanadi. S (0,5;1,4) mm. Chiziq turlari (a) va ishlatilishi (b) 1.4.3-rasmda berilgan.



1.4.3-rasm.

O'zDSt 2.304-97 (GOST 2.304-81) – Shriftlar. Barcha sanoat va qurilish tarmoqlari chizmalaridagi hamda boshqa texnik hujjatlardagi yozuvlar, ya'ni harf va raqamlar standart chizma shriifi bilan yoziladi. O'zDSt 2.304-97 da shriflarning quyidagi o'lchamlari belgilangan: 1,8; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40. Shriflarning o'lchami bosh harflarning millimetr hisobidagi balandligi h bilan aniqlanadi. O'zDSt 2.304-97 ga muvofiq shriflar A va B turlarga bo'lingan, ulardagi harf va raqamlar qatorlar asos chizig'iga qiyalatib va qiyalatmay yoziladi. Shriftning A turida harf va raqam chizmalarining yo'g'onligi d ularning balandligi h ning 1/14 qismiga, B turida esa 1/10 qismiga teng olinadi. 1.4.4-rasmda A turdagi shrifl o'lchamlari keltirilgan.



1.4.4-rasm.

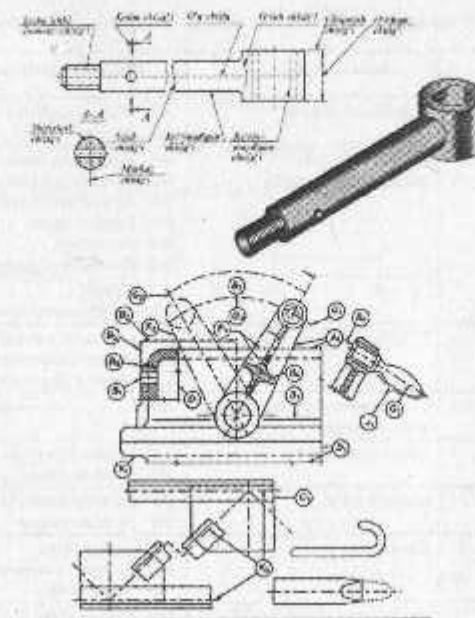


Figure 1.4.3. Typical Applications

1.4.3,b-rasm.

Chiziq turlarining inglizcha nomlanishi va ishlatilishini o'rganish uchun quyida xorijiy adabiyotdan material keltirilgan⁴.

⁴ Shah M.B., Rana B.C. Engineering Drawing. India. 2009, 7-9 betlar.

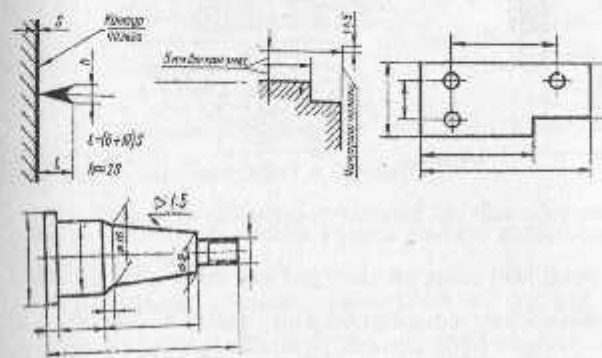
Table 1.4 Indian Standard Symbolic Lines for General Engineering Drawing

Line	Description	General applications
A	Continuous thick	A1 Visible outlines A2 Visible edges
B	Continuous thin (straight or curved)	B1 Imaginary lines of intersection B2 Dimension lines B3 Projection lines B4 Leader lines B5 Hatching B6 Outlines of revolved section in place B7 Short centre lines
C	Continuous thin freehand**	C1 Limits of partial or interrupted views and sections, if the limit is not a chain thin line
D*	Continuous thin (straight) with zigzags	D1 —do—
E	Dashed thick**	E1 Hidden outlines E2 Hidden edges
F	Dashed thin	F1 Hidden outlines F2 Hidden edges
G	Chain thin	G1 Centre lines G2 Line of symmetry G3 Trajectories
H	Chain, thin, thick at ends and changes of direction	H1 Cutting planes
J	Chain thick	J1 Indication of lines or surfaces to which a special requirement applies
K	Chain thin double-dashed	K1 Outlines of adjacent parts K2 Alternatives and extra positions of movable parts K3 Centroidal lines K4 Initial outlines prior to forming K5 Parts situated in front of the cutting plane

O'zDSI 2.307-96 (GOST 2.307-68) - O'lchamlar qo'yish. Loyihalanadigan buyum chizmalarini tuzishda konstruktor tasvirlanayotgan buyum va uning elementlari chizmalari bilan birga, ularning o'lchamlarini ham berishi lozim. Buyumlar ularning o'lchamlari asosida yasalanadi. Chizmalarning o'lchamlarini to'g'ri qo'yish va o'zaro bog'lab berish muhim qoidalaridan hisoblanadi. O'zDSI

2.307-97 O'lchamlar qo'yish va ularni o'zaro bog'lash qoidalarini mukammal o'rgatadi.

1. Chizmalarda o'lchamlar o'lcham sonlari va o'lcham chiziqlari bilan ko'rsatiladi. O'lcham chiziqlari uchlari strelkalar qo'yiladi. Strelka elementlarining o'lchamlari 1.4.5-rasmda ko'rsatilgan.



1.4.5.-rasm

1.4.6.-rasm

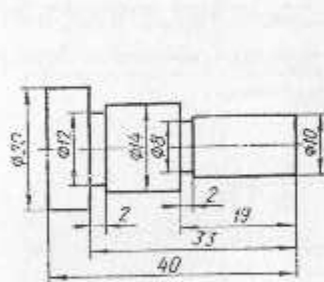
1.4.7.-rasm

2. To'g'ri chiziq kesmasi o'lchamlarini shu kesmaga parallel bo'lgan o'lcham chizig'i bilan ko'rsatiladi, chiqarish chiziqlari esa unga perpendikulyar o'tqaziladi (1.4.5, 1.4.6, 1.4.7.-rasmlar). O'lcham va chiqarish chiziqlari o'lchanayotgan kesma bilan parallelogramm tashkil qiladigan qilib o'tqaziladi. O'lcham va chiqarish chiziqlari iloji boricha kesishmasligi kerak (1.4.7-rasm).

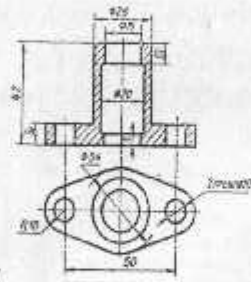
3. O'lcham chiziqlarini, iloji boricha, chizma konturidan tashqarida chizish lozim. Parallel o'lcham chiziqlari o'lcham chizig'ida unga parallel bo'lgan kontur, o'q, markaz va chiqarish chiziqlariga qadar bo'lgan oraliq 6-10 mm (5 mm dan kam emas) bo'lishi zarur (1.4.5, 1.4.6 va 1.4.8, 1.4.9.-rasmlar).

4. O'lcham sonlari chizmaning qanday masshtabda va qanchalik aniq chizilishidan qat'iy nazar, tasvirlangan buyumning haqiqiy o'lchamini ifodalashi kerak, chizmada chiziqli o'lchamlar millimetr hisobida, o'lchov birligi

ko'rsatilmagan holda ko'rsatiladi. O'lcham sonlari uchun oddiy kasrlar ishlatilmaydi (bundan dyumda ko'rsatiladigan o'lchamlar istisno).



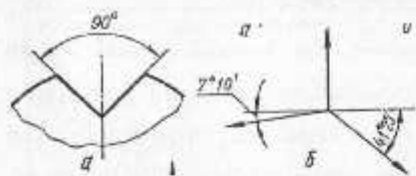
1.4.8-rasm



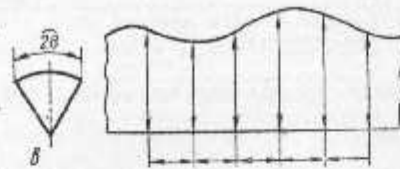
1.4.9.-rasm

5. Burchaklarni o'lchashda o'lcham chizig'i sifatida shu burchak uchidan chiziladigan yoydan foydalaniladi, chiqarish chiziqlari esa radial qilib chiziladi. Yoy o'lchamini ko'rsatishda o'lcham soni ustiga belgi qo'yiladi (1.4.10-rasm).

6. Profili egri chiziqli detallarning o'lchamlari 1.4.11-rasmdagidek qo'yiladi.

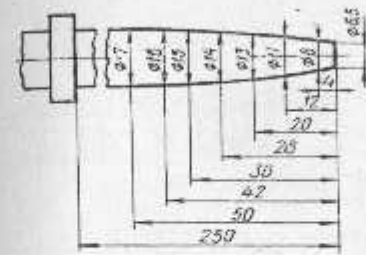


1.4.10-rasm

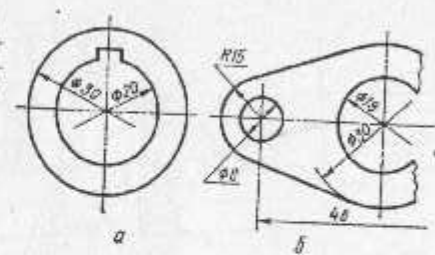


1.4.11.-rasm

7. Aylana to'la yoki qisman chizilishidan qat'i nazar, uning o'lcham chizig'ini aylana markazidan bir oz o'tkazib yozib ko'rsatish mumkin (1.4.12-rasm).



1.4.12-rasm.



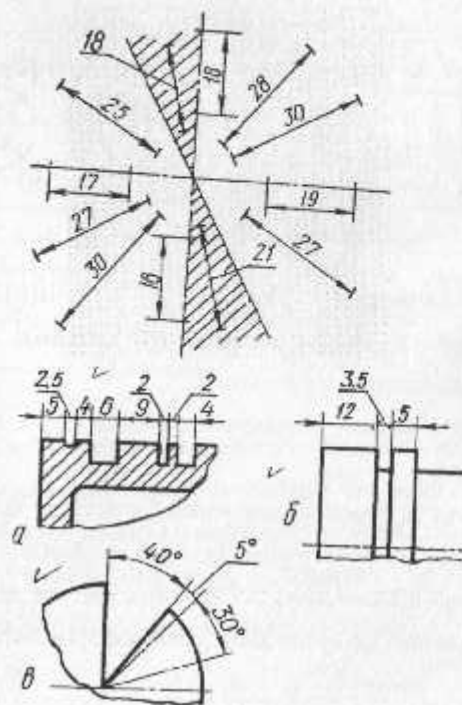
1.4.13.-rasm

8. Chizmada buyumning bir qismi uzib ko'rsatilsa, o'lcham chiziqlarini uzmasdan to'la ko'rsatiladi (1.4.13.-rasm).

9. Diametr o'lchamini ko'rsatuvchi son oldida hamma hollarda ham diametr belgisi ko'rsatiladi.

10. Diametr o'lchami aylana ichida ko'rsatilgan hollarda o'lcham soni o'lcham chizig'i o'rtasidan biror tomonga siljitib chiziladi (1.4.13-rasm).

11. Chiziqli o'lchamlarning o'lcham chiziqlari har xil qiyalikda chizilgan bo'lsa, o'lcham sonlari 1.4.14-rasmda ko'rsatilgandek yoziladi.



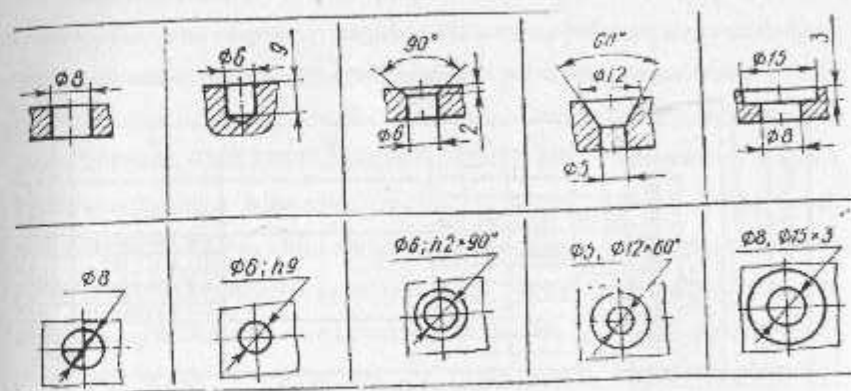
1.4.14-rasm

1.4.15-rasm

12. Burchaklarning o'lchami 1.4.15-rasmda ko'rsatilgandek qo'yiladi. Hunda o'lcham soni o'lcham chizig'i ustiga va shu chiziqqa parallel qilib, o'rtasiga yoziladi.

13. Strelkalarni qo'yish uchun joy yetarli bo'lmagan hollarda o'lcham chizig'iga ko'rinadigan nuqta (1.4.15.a-rasm) yoki 45 o'stida o'tqaziladigan shtrixlar bilan belgi qo'yiladi (1.4.15-rasm,b). Radius o'lchami soni oldiga R bosh harfi qo'shib yoziladi (1.4.13-rasm,b).

14. Teshikning o'qi bo'ylab qirg'imidagi (yoki kesimidagi) tasviri bo'lmasa, u holda o'lchamlar jadvalda ko'rsatilgandek qo'yiladi (1.4.16-rasm).



1.4.16-rasm

Asosiy yozuv va ularni o'quv chizmalarida qo'llash. Asosiy yozuv GOST 2.104-68 ga binoan bajariladi. Sanoatning hamma tarmoqlarida va loyihalash tashkilotlarida bajarilgan barcha chizmalar asosiy yozuvlar bilan beriladi. Asosiy yozuv buyum ish chizmasida bajariladi va listning pastki o'ng burchagiga joylashtiriladi. Agar format A4 bo'lsa, listning qisqa tomoniga joylashtiriladi.

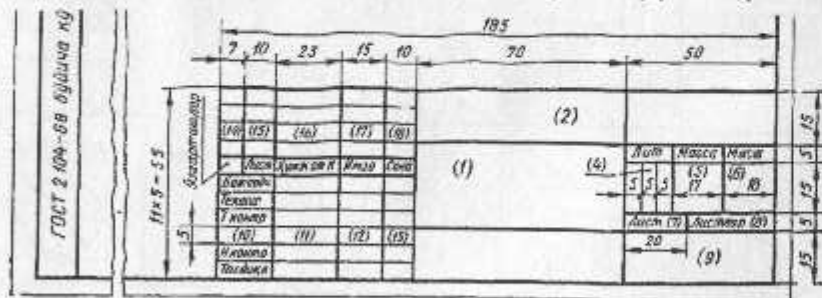
1. Ushbu standart sanoatning barcha tarmoqlari va qurilish chizmalarida ishlatiladigan asosiy yozuvlar va konstruktorlik hujjatlarida ko'rsatib o'tilgan qo'shimcha grafalarning cizmasi, o'lchamlari va ularni to'ldirish tartibini belgilaydi.

2. Asosiy yozuv grafalarning hamda ular qo'shimcha grafalarning mazmuni, joylashuvi va o'lchamlari, xuddi shunday chizma va sxemalardagi hoshiya chiziqlarining o'lchamlari bo'yicha ko'rsatiladi.

3. Asosiy yozuv konstruktorlik hujjatlarining pastki o'ng burchagida joylashtiriladi. A4 formatda u varaqning qisqa tomoni bo'ylab joylashtiriladi.

4. Asosiy yozuv grafalarida va qo'shimcha grafalarda (formalarda) grafalarning tartib raqamlari qavslarda ko'rsatilgan) quyidagilar ko'rsatiladi:

O'quv chizmalari uchun 1.4.17.-rasmda ko'rsatilgan asosiy yozuv bajariladi.



1.4.17-rasm

1.5-§. Konstruktorlik hujjatlarining turlari.

GOST 2.102-68 ga muvofiq konstruktorlik hujjatlari grafikaviy va yozmali hujjatlarga bo'linadi. Konstruktorlik hujjatlar ayrim yoki yig'ilgan holda buyumning tarkibi va tuzilishi, uni tuzish yoki tayyorlash, shuningdek, nazorat qilish, qabul qilish, ishlatish va ta'mirlash uchun zarur ma'lumotlarni o'z ichiga oladi. **Detal chizmasi** - detalning tasviri hamda detalni tayyorlash va nazorat qilish uchun zarur bo'lgan ma'lumotlarni o'z ichiga olgan hujjat. **Yig'ish chizmasi** - buyumning tasviri hamda buyumni tayyorlash, yig'ish va nazorat qilish uchun zarur bo'lgan ma'lumotlarni o'z ichiga olgan hujjat. Shuningdek, yig'ish chizmalari qatoriga gidravlik va pnevmomontajlar kiradi. **Umumiy ko'rinish chizmasi** - buyumning konstruksiyasini, uning asosiy tarkibiy qismlarining o'zaro bog'lanishini va buyumning ishlash printsipini aniqlovchi hujjat. **Nazariy chizma** - buyumning geometrik formalarini va tarkibiy qismlarini joylashish koordinatlarini aniqlovchi hujjat. **Gabarit chizma** - buyumning kontur (soddalashtirilgan) tasviri va uning gabarit, o'rnatish va birlashtirish o'lchamlari keltirilgan hujjat. **Elektromontaj chizma** - buyum elektromontajini bajarish uchun kerakli ma'lumotlarni o'z ichiga

olgan hujjat. **Montaj chizma** - buyumning kontur (soddalashtirilgan) tasviri, shuningdek, uning montaji (o'rnatish) uchun zarur ma'lumotlarga ega bo'lgan hujjat. **Sxema** - buyumning yoki uning qismlarini va ularning o'zaro bog'lanishining shartli ravishda tasviri ko'rsatilgan hujjat. **Spetsifikatsiya** - yig'ima birlik, komplekt, komplekslar tarkibini aniqlovchi hujjat. **Tushuntirish yozuvi** - loyihalashtirilayotgan buyumning tuzilishi va ishlash printsipi haqida yozma ravishda ma'lumotni o'z ichiga oluvchi, shu bilan birga yaratilayotgan buyumning texnik-iqtisodiy yechimlarini asoslovchi hujjat. **Jadval** - qo'llanilishidan bog'liq bo'lgan mos ravishda ma'lumot beruvchi jadval tarzida keltirilgan hujjat. **Hisobot** - parametrlar hisobi va o'lchovlarni o'z ichiga oluvchi hujjat. **Yo'riqnoma** - buyumlarni ishlab chiqarishda yo'riqnoma ishlatiladigan qonun va qoidalarni o'z ichiga olgan hujjat. Konstruktorlik hujjatlari loyihalanish darajasiga qarab, loyiha va ish hujjatlariga bo'linadi. Loyiha hujjatlariga texnikaviy takliflar, eskiz va loyihalar kiradi. Ish hujjatlariga buyumlar va ularning tarkibiy qismlarini ishlab chiqarish, kontrol qilish, ishlatish va remont qilish uchun zarur bo'lgan ish hujjatlari kiradi. Bajarish usuliga qarab konstruktorlik hujjatlarining turlari:

1. Originallar - istalgan materialda bajarilgan hujjatlar bo'lib, ular asl nusxalar tayyorlash uchun mo'ljallanadi.
2. Asl nusxalar - ko'plab nusxa ko'chirish imkoniyatini beradigan materialda bajarilgan va mas'ul shaxslarning asl imzolari bilan rasmiylashtirilgan hujjat.
3. Dublikatlar - asl nusxalardan olingan nusxalar bo'lib, asl nusxalar bilan bir xillikni saqlab, asl nusxalarni qayta tiklash va nusxalar ko'chirish imkoniyatini beradigan istalgan materialda bajarilgan hujjat.
4. Nusxalar - asl nusxa yoki dublikat bilan bir xillikni saqlab qolish usuli bilan bajarilgan hujjat bo'lib, buyumni loyihalashda, ishlab chiqarishda ishlatish va remont qilishda bevosita foydalanish uchun mo'ljallanadi.

5. Eskiz - ishlab chiqarishda bir marta foydalanish uchun ko'zda tutilgan hujjatdir.

KXYT dagi "Chizmalarni bajarishning umumiy qoidalari" guruhiga quyidagi GOST 2.301-68 - GOST 2.320-82 standartlar kiradi.

Mavzu bo'yicha geometrik modellash tirishga oid material

"Muhandislik grafikasi" fanining ilmiy va amaliy tadbiri "Amaliy geometriya" yoki "Muhandislik geometriyasi" fani hisoblanadi. Ob'yekt, jarayon va hodisalarni geometrik modellash tirish "Muhandislik geometriyasi" fanining tadqiqot usuli hisoblanadi. Bugungi kunda amaliy geometriya uch o'lchamli va ko'p o'lchamli fazodagi ob'ektlarni matematik modellash tirishning geometrik talqini sifatida, avtomatlashtirilgan loyihalash tizimlarini keng qo'llagan holda, o'z sohasida mustaqil va mustahkam (invariant) fanga aylandi. Amaliy geometriyaning usul va vositalari muhandislik masalalarini yechish va texnika fanlarida yangi bilimlarning shakllanishida katta yordam beradi. Taraqqiyot shuni ko'rsatdi-ki, ob'ektlar, shu jumladan ularning shakli, o'lchamlari va fazodagi o'rnini tadqiq qilishda, geometrik modellash tirishni kompyuterda loyihalash texnologiyalaridan keng foydalangan holda qo'llash ancha samarali hisoblanadi. Har qanday ob'ekt, ayniqsa texnik ob'ekt o'zining tuzilishi, holati va o'lchamlariga ko'ra geometrik parametrlariga ega bo'lib, bu parametrlarni boshqarish orqali uning fizik, texnologik va boshqa parametrlarini maqbul holga keltirish mumkin. Geometrik parametrlarni boshqarish jarayoni geometrik modellash tirish hisoblanadi. "Chizma geometriya va computer grafikasi" fani ham geometrik modellash tirish usullariga tayanadi.

⁵ Бухара Д.Ф. Теория топграфических поверхностей и ее приложения. Док. ... док. тех. наук - Бухара, 2001. 10-12 стр.

Ushbu fanni o'zlashtirish muhandislarga o'z sohasida turli texnologik ob'yekt, jarayon va hodisalarni geometrik modellash tirish imkonini beradi. Msalan, qishloq xo'jaligini mashinasozligi sohasida texnologik mashina va jihozlarni loyihalashda geometrik modellash tirishni qo'llashni olib ko'raylik⁶. Bu sohada olib borilgan tadqiqotlar natijasida ishlab chiqilgan modellar, algoritmlar va uslubiyetdan turli sohalarga oid texnologik mashina va jihozlarni loyihalash, ishlab chiqarish va ekspluatatsiya qilish jarayonlarida foydalanish mumkin.

⁶ Бухара Д.Ф. Основы геометрического моделирования рабочих органов механизмов и сельскохозяйственной техники. Монография. - Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, ISBN 978-3-659-66832-6, 2015.

2.1-§. Parallel va perpendikulyar to'g'ri chiziqlar va ularning kesmasi

Chizmalarga qo'yiladigan talablarga rioya qilib chizilgan aniq va to'g'ri chizmalar bo'yicha yasalgan buyum sifatli bo'lib, talabga javob beradi. Noaniq chizma bo'yicha tayorlangan buyum ishga yaroqsiz bo'ladi. Shunga ko'ra, harcha chizmalarni bajarishda geometrik qonun va qoidalarga qat'iy rioya qilish hamda, ularni bilib olish va o'rganish talabalar uchun shart va zarur.

O'zaro parallel to'g'ri chiziqlarni chizishda lineyka, uchburchaklar va sirkuldan foydalanish kerak. 2.1.1,a-rasmda ⁷ faqat uchburchak chizg'ich yordamida berilgan to'g'ri chiziqqa parallel berilgan nuqtadan o'tadigan to'g'ri chiziq ko'rsatilgan. **Yechim:** AB berilgan to'g'ri chiziq va P berilgan nuqta. Bir uchburchak chizig'ini gipotenuzasi bilan birinchi uchburchak chizg'ichning qirrasiga tegib turgan holda joylashtirining. Endi shu tomonni va ikkinchi uchburchak chizg'ich gipotenuzasini birgalikda ushlab turgan holda birinchi uchburchak chizig'ini to gipotenuzasi berilgan P nuqtadan o'tguncha yurishtiring. Endi talab qilingan PQ chizig'ini AB chizig'iga parallel holda chizing. 2.1.1,b-rasmda parallel chiziqlarni chizishda lineyka va uchburchaklardan foydalanib parallel to'g'ri chiziqlarni chizish ko'rsatilgan. Strelkalar bilan lineyka va uchburchaklarni surilishi ko'rsatilgan. Chizmada gorizonta, vertikal va qiya joylashgan parallel to'g'ri chiziqlarni chizish ko'rsatilgan. 2.1.2-rasmda AB to'g'ri chiziqqa parallel qilib l masofada CD to'g'ri chiziq o'tqazish ko'rsatilgan. AB to'g'ri chiziqning istalgan ikki nuqtadan, masalan 1 va 2 nuqtadan R=l ga teng masofada aylana yo'ylari chiziladi va bu aylanalarga urinma qilib CD to'g'ri chiziq o'tqaziladi.

Perpendikulyar to'g'ri chiziqlar o'tqazish. 1-misol. Uchburchaklar yordamida AB kesmaga C nuqtadan perpendikulyar o'tqazish 2.1.4,a-rasmda ko'rsatilgan. 2.1.4,b-rasmda faqat uchburchak chizg'ich yordamida berilgan to'g'ri chiziq ichki yoki tashqi nuqtasidan berilgan unga perpendikulyar to'g'ri chiziq chizish ko'rsatilgan. **Yechim:** AB berilgan to'g'ri chiziq va P AB chiziq ichida berilgan nuqta (yoki P AB chiziq tashqarisida berilgan nuqta). Rasmda ko'rsatilgandek ikkita uchburchak chizig'ni gipotenuza bilan bir tomoniga tegib turgan va uchburchak chizg'ichlarning bir tomoni AB to'g'ri chizig'iga tegib turgan holda joylashtiring. Gipotenuzalarni birgalikda ushlab turib, (bir tomoni AB ga tegib turgan uchburchak chizig'ini shunday yurishtirinki uning boshqa tomon qirrasini P nuqtaga tegib tursin va talab qilingan PQ chizig'ini AB chizig'iga perpendikulyar holda chizing⁸.

2-misol. AB kesmani teng o'rtasidan o'tuvchi va unga perpendikulyar chiziq o'tkazilsin (2.1.5.-rasm). Buning uchun A va B nuqtalarda radiusi AB kesmaning yarimidan katta bo'lgan aylana yo'ylar o'tqaziladi bu yo'ylar kesishib 1 va 2 nuqtalarni hosil qiladi. 1 va 2 nuqtalar tutashtiriladi. Bu chiziq AB kesmani teng ikkiga bo'ladi.

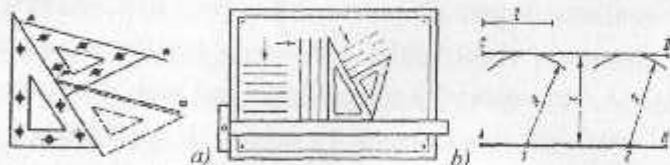
3-misol. MN to'g'ri chiziq kesmaning M uchidan shu kesmaning o'ziga perpendikulyar chiqarilgan sirkuldan foydalanib MN kesmada N uchidan R radius bilan aylana yoyi chizib MN kesmada 1 nuqtani aniqlab, unda yana R radius bilan aylana yoyi o'tkazamiz. O yo'ylar kesishuvi nuqtasi bilan bir nuqtani tutashtiramiz (2.1.6-rasm) va O nuqtadan R radiusli yana aylana yoyi o'tkazamiz, aylana yoyi bilan O1 to'g'ri chiziq kesishib K nuqtani hosil qiladi. KM nuqtalarni tutashtirib MN to'g'ri chiziqa perpendikulyar o'tkazamiz.

4-misol. C nuqtadan AB to'g'ri chiziqqa perpendikulyar o'tkazing. Sirkul yordamida misol yechiladi (2.1.7.-rasm). C nuqtadan AB to'g'ri chizig'ini R radius

⁷ Shah M.B., Rana B.C. Engineering Drawing. India. 2009. 15 bet.

⁸ Shah M.B., Rana B.C. Engineering Drawing. India. 2009. 15 bet.

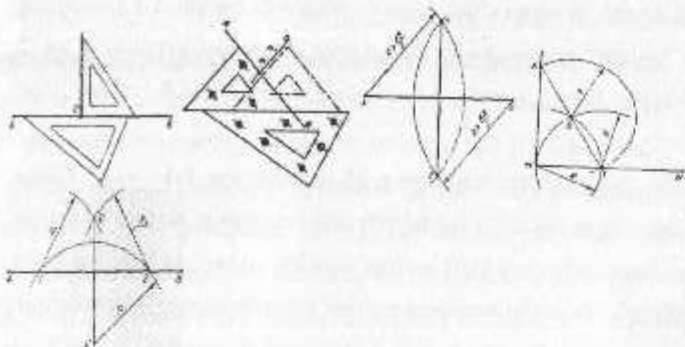
bilan kesuvchi aylana yoyi o'tkazamiz. Bu aylana yoyi AB kesmani 1 va 2 nuqtalarda kesib o'tadi. 1 va 2 nuqtalardan ixtiyoriy R1 radiusli yoylar o'tkazamiz. Bu yoylar o'zaro kesishib D nuqtani hosil qiladi. C va D nuqtalarni tutashtiramiz hosil bo'lgan CD to'g'ri chiziq AB to'g'ri chiziqqa perpendikulyar bo'ladi.



2.1.1-rasm

2.1.2-rasm

2.1.2-rasm



2.1.4-rasm. a,b

2.1.5-rasm

2.1.6-rasm

2.1.7-rasm

To'g'ri chiziq kesmasini teng bo'laklarga bo'lish. Berilgan AB to'g'ri chiziq kesmasini teng aniq bo'laklarga bo'lishni ko'rib chiqaylik (2.1.3.-rasm.)⁹. AB to'g'ri chiziq kesmasini 5 ta teng bo'lakka bo'lish talab qilinsin. Buning uchun

AB kesmani biror uchidan masalan A uchidan ixtiyoriy yo'nalishga qarab, to'g'ri chiziq o'tkazamiz va unga o'zaro teng bo'lgan 5 ta kesmani o'lchab qo'yamiz. So'ngra 5-nuqtani AB kesmaning B uchi bilan tutashtiramiz. B5 to'g'ri chiziq hosil bo'ladi. Keyin B5 to'g'ri chiziqqa parallel qilib, 4, 3, 2, 1 nuqtalardan to'g'ri chiziqlar o'tkazamiz va 1', 2', 3' va 4' nuqtalarni AB to'g'ri chiziqda aniqlaymiz. AB kesma teng 5 bo'lakka bo'lindi.

2.2-§. Burchaklar, aylana va uning yoyi.

Burchaklar yasash va ularni teng bo'laklarga bo'lish. Burchaklarni teng bo'laklarga bo'lishga doir misollar sirkul yordamida bajariladi.

1-misol. Berilgan ABC burchak teng ikkiga bo'linsin, ya'ni bu burchakning bissektressasi o'tkazilsin (2.2.1-rasm). Burchakni B uchidan ixtiyoriy R radius bilan burchak tomonlarini kesadigan qilib aylana yoyi o'tkazamiz. 1 va 2 nuqtalar topiladi. Bu yoy bilan burchak tomonlarining kesishish nuqtalari 1 va 2 dan ixtiyoriy R1 radius bilan yoylar chizib, ularning o'zaro kesishgan K nuqtasini belgilaymiz. K nuqta bilan B nuqtani tutashtiramiz. BK to'g'ri chiziq ABC burchakni teng ikkiga bo'ladi.

2-misol. O'zaro kesishuvchi AB va CD to'g'ri chiziqlar orasida hosil bo'lgan, lekin 2.2.2.-rasmida tasvirlanmagan burchakning bissektressasi o'tkazilsin. Ixtiyoriy l masofada burchakning AB va CD tomonlariga parallel qilib to'g'ri chiziqlar o'tqaziladi va ularning o'zaro kesishgan M nuqtasi aniqlanadi, so'ngra hosil bo'lgan burchakning bissektressasi MK 2.2.1-rasmida ko'rsatilgandek o'tqaziladi.

3-misol. ABC to'g'ri burchak teng uchga bo'linsin (2.2.3-rasm). ABC to'g'ri burchakning uchidan ixtiyoriy R radius bilan yoy chiziladi. Bu yoy burchak tomonlari bilan kesishib 1 va 4 nuqtalar topiladi. Keyin bu nuqtalardan o'sha R radius bilan yoylar o'tkazamiz. 1 va 4 yoy bilan bu yoylar kesishib 2 va 3

⁹ Shah M.B., Rana B.C. Engineering Drawing. India. 2009, 16 bet

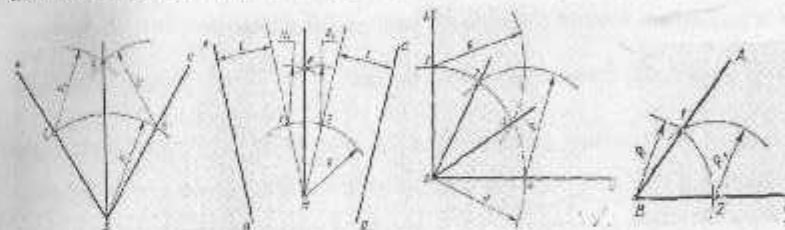
nuqtalarni hosil qiladi. 2 va 3 nuqtalar bilan B nuqtalarni tutashtiramiz. 2B va 3B chiziqlar hosil bo'lib ular ABC burchakni teng uchga bo'ladi.

4-misol. Berilgan ABC burchakka (2.2.4.-rasm, a, b) teng burchak yasash. Ixtiyoriy tanlab olingan M nuqtalardan berilgan burchakning biror tomoniga, masalan, BC tomoniga parallel qilib MN to'g'ri chiziq o'tkazamiz. So'ngra ixtiyoriy R radius bilan ham B nuqtadan (2.2.4.-rasm, a), hamda M nuqtadan (2.2.4.-rasm, b) yoylar chiziladi. Bu yoylar burchak tomonlarini tegishli ravishda 1 va 2 hamda 4 nuqtalarda kesadi. 2.2.4.-rasm, a da hosil bo'lgan 12 (R1) vatarining kattaligi 2.2.4.-rasm, b dagi 4 nuqtadan R radiusli yoy o'lchab qo'yiladi. Hosil bo'lgan 3-nuqta M nuqta bilan birlashtirilsa, KMN burchak hosil bo'ladi, KMN=ABC.

Aylana yoki uning yoyl markazini aniqlash. Chizmalarda ba'zan aylana yoki yoy markazini aniqlash zarur bo'lsa, quyida ko'rsatilgan usuldan foydalanamiz.

Misol. Aylana yoyi MN berilgan (2.2.5.-rasm). Bu yoyning markazi aniqlansin. Berilgan MN yoyda ixtiyoriy uchta A, B, C nuqtalarni belgilaymiz. Bu nuqtalar to'g'ri chiziq yordamida o'zaro birlashtiriladi, ya'ni AB va BC vatarlar hosil qilinadi. So'ngra bu AB va BC vatarlarni mos holda teng ikkiga bo'luvchi va perpendikulyar bo'lgan 1, 2 va 3, 4 to'g'ri burchaklar o'tqaziladi.

Bu to'g'ri chiziqlar o'zaro kesishib O nuqtani beradi, bu nuqta berilgan MN yoyning markazi bo'ladi. Agar A, B, C nuqtalar o'rniga boshqa ixtiyoriy xoxlagan uchta nuqta olinganda ham MN yoyning markazi O nuqtada bo'ladi.

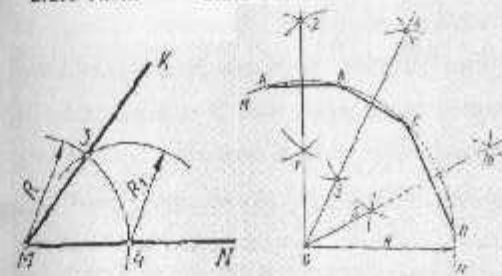


2.2.1-rasm

2.2.2-rasm

2.2.3-rasm

2.2.4-rasm



2.2.4-rasm

2.2.5-rasm

2.3-§. Qiyalik, konuslik va teng tomonli ko'pburchaklar

Qiyalik. To'g'ri burchakli ABC uchburchakning (2.3.1.-rasm) AC gipotenuzasi bilan AB kateti orasida hosil bo'lgan tangens burchagi (tg) qiyalik deyiladi. Qiyalik, ya'ni tg ko'pincha t harfi bilan belgilanadi. U BC va AB katetlarning nisbatiga teng.

Qiyalik ikki sonning nisbati ko'rinishda yoki foizlarda, ba'zan gradus, daqiqa va soniyalarda ifodalanadi. GOST 2.307.68 ga binoan qiyalik "<" belgi bilan qo'yiladi, o'tkir burchak qiyalik tomonga qarang bo'lishi kerak.

1-misol. 1:4 nisbatli qiyalik yasalsin. 2.3.2-rasm,a da ko'rsatilgandek O nuqta o'ng va chap tomonga 4 birlik yoki 40 mm o'lchab qo'yib AC nuqtadalarini aniqlaymiz. AC to'g'ri chiziqqa perpendikulyar chiqaramiz va unga 10 mm o'lchab qo'yib B nuqtani aniqlaymiz. B nuqtani A va C nuqtalar bilan birlashtirsak AOB va COB to'g'ri burchakli uchburchaklar hosil bo'ladi. $\frac{OB}{OA} = \frac{OB}{OC} = \frac{1}{4}$ yoki 25% bo'ladi.

2-misol. 20 % qiyalik yasalsin. Qiyalikni protsentlar ya'ni yuzning ulushlari bilan aniqlashda birinchi misolda ko'rsatilgan usuldan foydalanamiz. Bunda qiyalikning 20% bo'lishi uchun to'g'ri burchakli uchburchak katetlarining nisbati 1:5 bo'lishi lozim. Buning uchun uzunligi 100 mm chiziq kesmasining tanlab olamiz. 2.3.2-rasm,b da M nuqtadan perpendikulyar chiqaramiz. So'ngra M nuqtadan bu perpendikulyar bo'yicha yuqoriga va pastga 20mm uzunlikdagi kesmani o'lchab qo'yib N va K nuqtalar hosil bo'ladi. Agar N va K nuqtalarni M nuqta bilan birlashtirsak to'g'ri burchakli MFN va MFK burchaklar hosil bo'ladi. Bu uchburchak katetlarining nisbati $\frac{FN}{FM} = \frac{FK}{FM} = \frac{20}{100} = \frac{1}{5}$ yoki 20% bo'ladi.

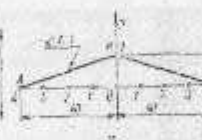
Konuslik. To'g'ri doiraviy konus asosi diametrining shu konus balandligiga bo'lgan nisbatiga ya'ni $K = \frac{D}{L}$ konuslik deyiladi. Kesik konusda esa ikki asos, ya'ni ikki ko'ndalang kesim diametrlari ayirmasining bu asoslar orasidagi masofaga bo'lgan nisbatiga teng (2.3.3-rasm) ya'ni $K = \frac{D-d}{L} = 2 \tan \alpha = 2$. Konuslik ikki qiyalikni o'z ichiga oladi. Qiyalik konuslik yarmiga teng. Konuslik quyidagicha belgilanadi. "K".

1-misol. Konussimon detal uzunligi $l=100\text{mm}$, asoslari $D=50\text{mm}$ va $d=30\text{mm}$, uning konusligi K ni aniqlang. Formulaga asosan $K = \frac{50-30}{100} = \frac{20}{100} = \frac{1}{5}$ (2.3.4-rasm,a).

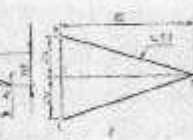
2-misol. Konussimon teshikning (2.3.4-rasm,b) bo'yi $l=60\text{mm}$, konusligi $K = \frac{1}{3}$ kichik asosning diametri $d=30$; Teshik kata asosining diametri aniqlansin. Konuslik formulasidan $D=Kl+d = \frac{1}{3} \cdot 60 + 30 = 50$. Teshik katta diametrining asosi $D=50\text{mm}$.



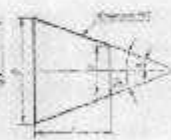
2.3.1-rasm



2.3.2-rasm



2.3.3-rasm



2.3.4-rasm

Teng tomonli ko'pburchaklar yasash. Chizma geometriya va chizmachilikda chizmalarni chizishda muntazam ya'ni teng tomonli ko'pburchaklarni yasashga to'g'ri keladi. Quyidagi misollarda bularni yasashni ko'rib chiqamiz. Muntazam ko'pburchaklarni yasash, aylanalarni teng bo'laklarga bo'lishga asoslangan.

1-misol. 2.3.5-rasmida radiusi R va markazi O nuqtada bo'lgan aylanada teng tomonli uchburchakni yasash ko'rsatilgan.

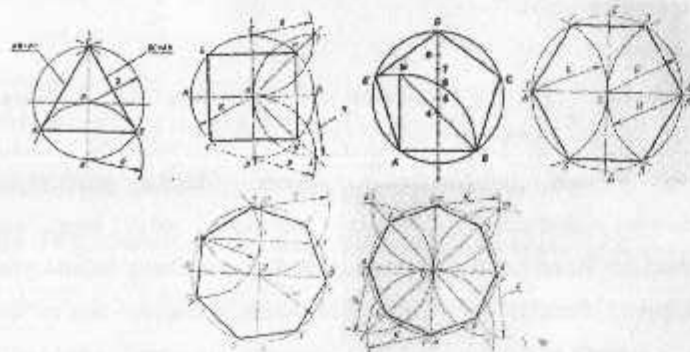
2-misol. 2.3.6-rasmida radiusi R va markazi O nuqtada bo'lgan aylana ichida kvadrat yasash ko'rsatilgan.

3-misol. 2.3.7-rasmida¹⁰ bir tomoni va tomonlarning sonini n ga teng to'g'ri ko'pburchakni yasash ko'rsatilgan. **Yechim:** AB ko'pburchakning berilgan tomoni, $n=5$ ko'pburchakning berilgan tomoni. AB ga perpendikulyar va unga teng AM to'g'ri chiziq chizing. Markaz sifatida A bilan AB ga teng radius bilan BM yoyini

¹⁰ Shuh M.B., Rana B.C. Engineering Drawing. India. 2009. 16 bet.

chizing. BM chizig'ini 4 nuqtada va BM yoyini 6 nuqtada kesib o'tuvchi AB ning perpendikulyar bissekrissasini chizing. 4-6 nuqtalar orasidagi masofaning o'rtasi 5-nuqta bo'ladi. Har biri 4-5 orasidagi masofa uzunligiga teng 6-7, 7-8 bo'laklariga markaz sifatida 5 nuqtadan radiusi 5A ga teng aylana chizing. Bu 5ta tomondan iborat ko'pburchakni chegaralovchi aylana. Aylana CDE shunday joylashtiringki $BC=AD=DE=EA=AB$ bo'lsin. Shuningdek, agar 6,7 va boshqa tomonlarning ko'pburchaklari uchun chegara aylana radiuslari chizilsa va kerakli ko'pburchaklar ularning ichida chizilishi mumkin.

Muntazam olti burchak 2.3.8-rasmda, muntazam etti burchak 2.3.9-rasmda, muntazam sakkiz burchaklar 2.3.10-rasmda ko'rsatilgan.



2.3.5-rasm

2.3.6-rasm

2.3.7-rasm

2.3.8-rasm

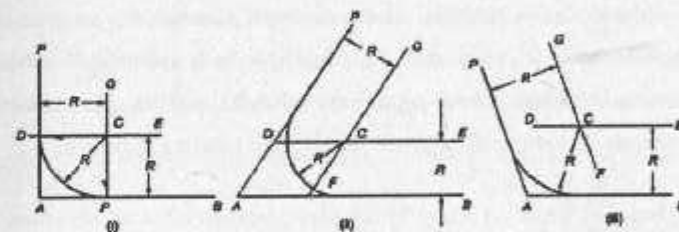
2.3.9-rasm

2.3.10-rasm

2.4-§. Tutashmalar

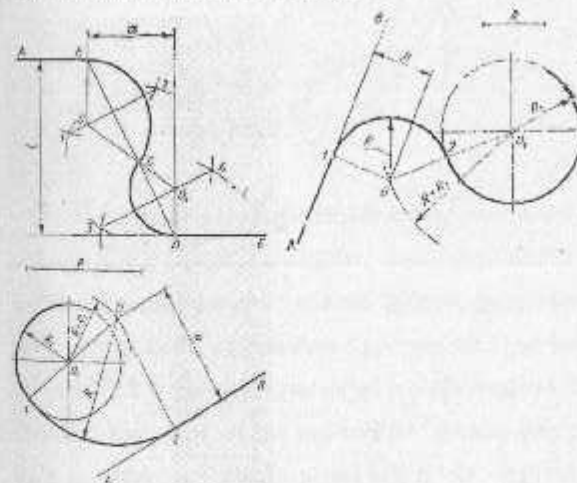
Bir chiziqdan ikkinchi chiziqqa ravon o'tish, tutashma deyiladi. Tutashmalar mashinasozlik chizmalarida ko'p uchraydi. To'g'ri chiziqlarning o'zaro tutashmasi 2.4.1-rasmda ko'rsatilgan¹¹. 2.4.1.(i)-rasmda ikki to'g'ri chiziq perpendikulyar bo'lgan, 2.4.1.(ii)-rasmda ikki chiziq o'zaro o'tmas burchak hosil qiladi va

2.4.1.(iii)-rasmda ikki chiziq o'zaro o'tkir burchak hosil qilgan tutashmalar ko'rsatilgan.



2.4.1-rasm

Tutashmalarni bajarishda asosiy yasash tutashma markazini topishga olib kelinadi va topilgan tutashma radiusi bo'yicha tutashma bajariladi. 2.4.2-rasmda bir- biridan l masofada joylashgan DE parallel to'g'ri chiziqlar tutashmasi ko'rsatilgan. 2.4.3-rasm va 2.4.4-rasmda aylana va undan tashqarida joylashgan AB to'g'ri chiziq tutashmasi ko'rsatilgan.



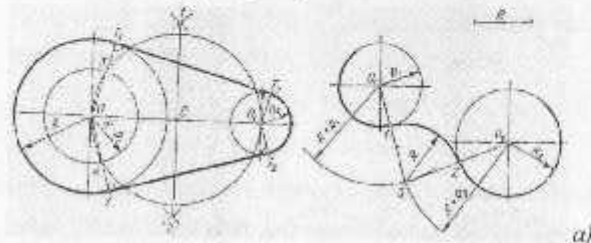
2.4.2-rasm.

2.4.3-rasm

2.4.4-rasm

¹¹ Shah M.B., Ram B.C. Engineering Drawing. India. 2009, 17 bet.

2.4.5-rasmda radiusi R va markazi O nuqtada bo'lgan aylana bilan xuddi shunga o'xshash, lekin radiusi R_1 va markazi O_1 nuqtada aylanaga umumiy chiziqlar o'tkazilishi ko'rsatilgan. 2.4.6,a-rasmda Radiusi R_1 va markazi O_1 nuqtada hamda radius R_2 va markazi O_2 nuqtada bo'lgan aylanalar R radius bilan tashqi tutashma bajarilsin. 2.4.6,b-rasmda radiuslari R_1 va R_2 hamda markazlari O_1 va O_2 nuqtalarda joylashgan aylanalar R radius bilan ichki tutashtirilsin.



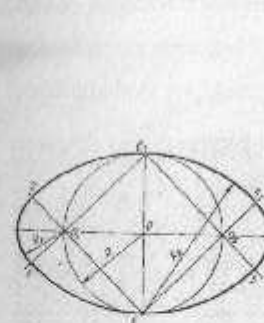
2.4.5-rasm

2.4.6-rasm

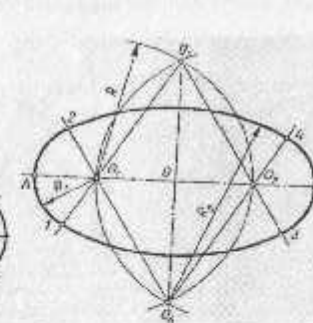
2.5.-§. Sirkul va lekalo yordamida chiziladigan egri chiziqlar

Sirkul yordamida chiziladigan egri chiziqlar. Chizma geometriyadan ma'lumki egri chiziqlar nuqtaning harakat traektoriyasi deb qaraladi. Sirkul yordamida chiziladigan tekis egri chiziqlarning yasashini ko'rib chiqamiz. Oval kichik o'qining uzunligi CE berilgan shu o'q bo'yicha oval yasashi 2.5.1-rasmda ko'rsatilgan. Oval katta o'qining uzunligi AB berilgan, shu bo'yicha oval yasashi 2.5.2-rasmda ko'rsatilgan berilgan AB to'g'ri chiziq kesmasi bo'yicha bir o'qli oval, ya'ni ovoid yasashi 2.5.3-rasmda ko'rsatilgan.

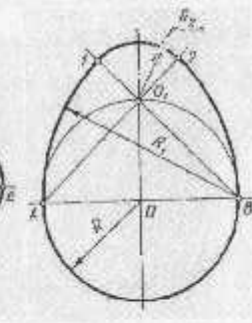
Lekalo yordamida chiziladigan egri chiziqlar. Lekalo yordamida chiziladigan tekis egri chiziqlarga lekalo egriliklar deyiladi. Ularga ellips, parabola, giperbola, aylana evolventasi, Arximed spirali, tsikloida, epitsikloida, gipotsikloida va kosinusoidalalar kiradi. Katta o'qi uzunligi AB kesmaga, kichik o'qining uzunligi CE kesmaga teng bo'lgan ellipsni yasash 2.5.4-rasmda ko'rsatilgan¹². O'qlarning o'zaro kesishgan nuqtasi ellips markazidan $\frac{AB}{2}$ va $\frac{CE}{2}$ radiuslar bo'yicha aylanalar o'tkazamiz. Keyin katta aylanani teng 12 bo'lakka bo'lamiz va markazlar bilan tutashtiramiz unda kichik aylana ham teng 12 bo'lakka bo'linadi. Katta aylana 1,2,3,4,5,6,7,8 nuqtalaridan CE ga nisbatan parallel o'tkazamiz va kichik aylana 1', 2', 3', 4', 5', 6', 7', 8' nuqtalardan AB ga nisbatan parallel o'tkazamiz. Chiziqlar o'zaro kesishib I, II, III (rim raqamlar) nuqtalarni aniqlaymiz. Topilgan nuqtalar lekalo yordamida tutashtiriladi: 3 nuqtadan o'tuvchi qilib lekalo joylashtirilib faqat 2 tasi tutashtiriladi, xuddi shunday keyingi nuqtalar tutashadi.



2.5.1-rasm.

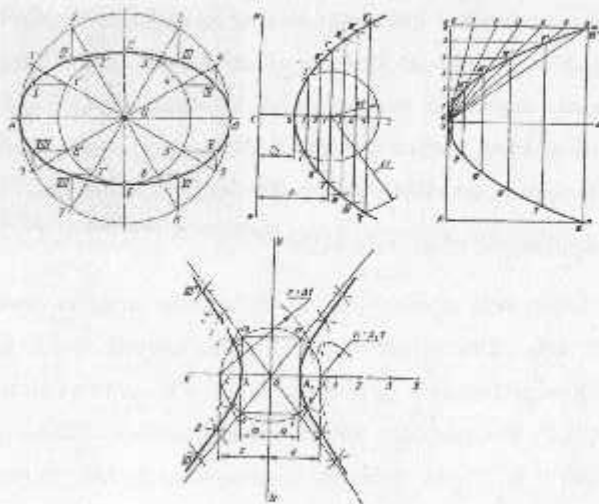


2.5.2-rasm



2.5.3-rasm

¹² Shah M.B., Rana B.C. Engineering Drawing. India. 2009, 31 bet

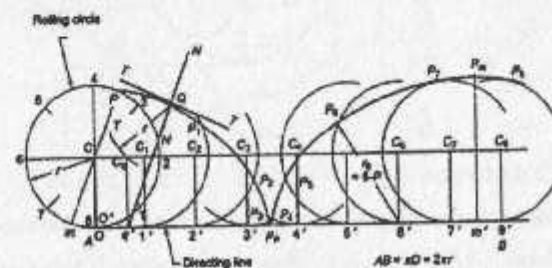
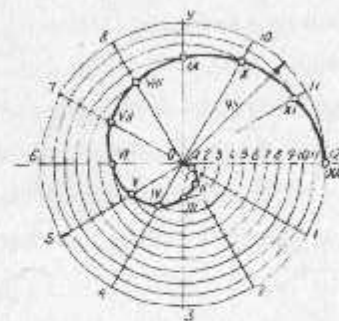


2.5.4-rasm

2.5.5-rasm

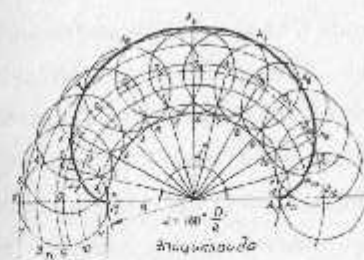
2.5.6-rasm

2.5.5-rasmda parabola, 2.5.6-rasm giperbola 2.5.7-rasmda Arximed spirali, 2.5.8-rasmda sikloida, 2.5.9-rasmda epitsikloida¹³, 2.5.10-rasmda gipotsikloida, 2.5.11-rasmda aylana evolventasi va 2.5.12-rasmda sinusoida va kosinusoidalar ko'rsatilgan.

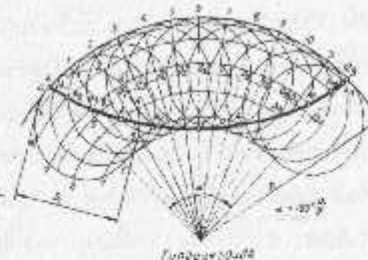


2.5.7-rasm

2.5.8-rasm

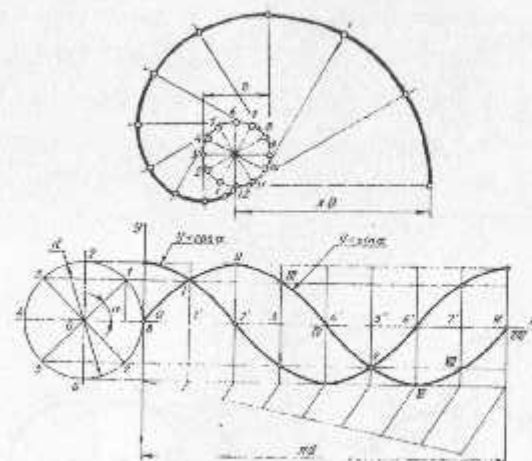


2.5.9-rasm



2.5.10-rasm

¹³ Shah M.B., Rana B.C. Engineering Drawing, India, 2009, 33 bet.



2.5.11-rasm

2.5.12-rasm

Mavzu bo'yicha geometrik modelashtirishga oid material

Tutashmalarni batafsil o'rganish uchun uning elementlarining parametrlarini geometrik modelashtirish maqsadga muvofiq bo'ladi¹⁴. Bunda umumiy holda tutashma 3 ta chiziq, ya'ni 2 ta tutashtiriluvchi I_1 va I_2 , hamda 3-tutashtiruvchi I_3 chizqlarning ravon tutashi sifatida qaraladi. Agar tutashma chiziqlari aylana yoylaridan iborat bo'lsa, tutashma chiziqlarining radiuslariga turli qiymatlar berib, yoylardan iborat turli ko'rinishdagi tutashmalarni olamiz, bunda R tutashmaning 1-parametri. Masalan, $R_1=R_2=R_3=\infty$ bo'lganda tutashma to'g'ri chiziq ko'rinishini oladi. Agar $R_1=R_2=\infty$, $0<R_3<\infty$ bo'lsa, tutashma 2.4.1-rasmdagidek turli vaziyatlardagi ikki to'g'ri chiziq tutashmasi ko'rinishida bo'ladi. Bundan tutashmaning 2-parametri, to'g'ri chiziqlar orasidagi burchak α kelib chiqadi. Agar $R_1=\infty$, $0<R_2<\infty$, $0<R_3<\infty$ bo'lsa, tutashma 2.4.3, 2.4.4-rasmlardagidek to'g'ri chiziq va aylananing turli ko'rinishlardagi tutashmasi bo'ladi. Bundan tutashmaning 3-

parametri, to'g'ri chiziq va aylana markazi orasidagi masofa s (umumiy holda I_1 va I_2 aylanalarining markazlari O_1 va O_2 orasidagi masofa) kelib chiqadi. Ushbu parametrlarga son qiymatlarini berib necha ko'rinishdagi aylana yoylaridan iborat tutashmalarni olishimiz mumkin? Bunda to'g'ri chiziqni ham $R=\infty$ aylana deb qaralsin. Bundan tashqari tutashtiriluvchi chiziqlar aylana yoyidan farqli tekis va fazoviy egri chiziqlardan iborat murakkab tutashmalar ham bo'lishi mumkin.

¹⁴ Жураев Т.Х. Геометрическая модель сопряжений для САПР. Приложение к материалам Республиканской научно-практической конференции «Современные проблемы модернизации технических и технологических процессов, основанных на высоких технологиях». БухИТИ, 2013 г. 94-96 стр.

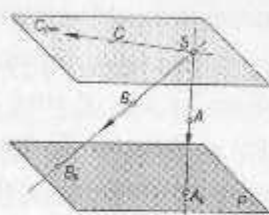
3.1-§. Shakllarni tasvirlash va proyeksiyalash usullari

Tasvirlash usullari to'g'risida umumiy ma'lumotlar. Muhim geometrik tushunchalardan biri – shakllarni tasvirlashdir. Geometrik tasvirlash bu biror shaklning nuqtalari bilan ikkinchi shaklning nuqtalari orasida bir qiymatli moslik o'rnatishdir. Chizma geometriyada uch o'lchamli R_3 fazoning har bir nuqtasini ikki o'lchamli R_2 fazoning (tekislikning) har bir nuqtasiga aniq grafik qoidalar asosida mos keltirib, bir qiymatli moslik o'rnatiladi. Shuning uchun chizma geometriyani fazoni tekislikda aks ettiruvchi grafik tasvirlash geometriyasi deb yuritish mumkin. Geometrik fazoni nuqtalar to'plami deb qaralib, ularni proyeksiyalash yo'li bilan tekislikda aks ettiriladi. Masalan, fazoda biror S nuqta tanlab, shu nuqtani fazoning hamma nuqtalari bilan birlashtiriladi. Unda markazi S nuqtada bo'lgan to'g'ri chiziqlar dastasi hosil bo'ladi. Shu fazoda biror P tekislikni kiritamiz. Unda S markazli chiziqlar dastasi bilan P tekislik kesishib, nuqtalar to'plamini hosil qiladi. Tekislikdagi bu nuqtalarni fazodagi nuqtalarning tasviri (proyeksiyasi) deb yuritiladi. Bunda fazodagi nuqtalar bilan P tekislik nuqtalari orasida bir qiymatli moslik o'rnatiladi. Agar S markazli chiziqlar dastasi fazosiga biror sirt kiritilsa, u holda bu sirda fazodagi nuqtalarning tasviri hosil bo'ladi va fazo nuqtalari bilan sirt nuqtalari orasida bir qiymatli moslik o'rnatiladi. Chizma geometriyada fazodagi shakllar markaziy yoki parallel proyeksiyalash usullari bilan biror tekislikda tasvirlanadi. Bu tekislikni proyeksiyalar tekisligi deb yuritiladi. Shakllarning proyeksiyalar tekisligidagi tasvirini yasash esa ma'lum qonun va qoidalarga asosan bajariladi.

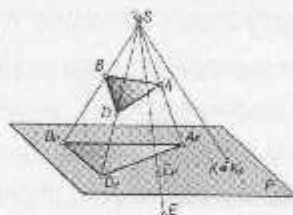
Markaziy proyeksiyalash usuli. Markaziy proyeksiyalash usuli geometrik shakllarni tekislikda proyeksiyalashning umumiy holidir. Markaziy proyeksiyalashda proyeksiyalar markazi S va proyeksiyalar tekisligi P beriladi

(3.1.1-rasm). S va P sistemasida fazodagi biror A nuqta berilgan bo'lsin. A nuqtani S markaz orqali proyeksiyalar tekisligi P ga proyeksiyalaymiz. Buning uchun S markaz bilan A nuqtani to'g'ri chiziq orqali birlashtirib, uni davom ettiramiz. Hosil bo'lgan SA proyeksiyalovchi nur proyeksiyalar tekisligi P bilan A_P nuqtada kesishadi (ya'ni $A_P = SA \cap P$). Bunda A_P nuqta A nuqtaning S markaz bo'yicha proyeksiyalar tekisligidagi markaziy proyeksiyasi deb yuritiladi. Fazodagi ikkinchi biror ixtiyoriy B nuqta ham A nuqta singari proyeksiyalanib, $SB \cap P = B_P$ nuqtaning P proyeksiyalar tekisligidagi vaziyati aniqlanadi. Agar biror C nuqtani P proyeksiyalar tekisligiga proyeksiyalovchi SC nur P tekislikka parallel bo'lsa ($SC \parallel P$), u holda bu nur P tekisligi bilan cheksiz uzoqlikda kesishib, C_P xosmas nuqtani hosil qiladi. $SA, SB, SC, \dots$ to'g'ri chiziqlar proyeksiyalovchi nurlar deb yuritiladi. Fazodagi biror nuqtalar to'plamini proyeksiyalash markazi S orqali P proyeksiyalar tekisligiga proyeksiyalanganda S markazli to'g'ri chiziqlar dastasi hosil bo'ladi. Bu dastani proyeksiyalar tekisligi P bilan kesishuvidan hosil bo'lgan nuqtalar to'plami fazodagi ma'lum bir nuqtalar to'plamining tasviri bo'ladi. Masalan, ABD uchburchakning markaziy proyeksiyasi $A_P B_P D_P$ uchburchak bo'ladi (3.1.2-rasm).

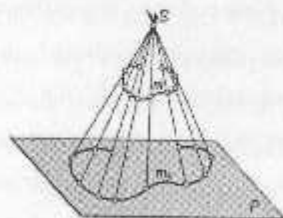
Proyeksiyalar tekisligining ostida joylashgan E nuqtaning E_P proyeksiyasi $SE \cap P = E_P$ bilan aniqlanadi. Proyeksiyalar tekisligida yotgan K nuqtaning K_P markaziy proyeksiyasi nuqtaning o'zi bilan ustma-ust ($K = K_P$) tushadi. Markaziy proyeksiyalash konusli yoki qutbli proyeksiyalash, yoxud perspektiva deb ham yuritiladi. Masalan, markaziy proyeksiyalash apparatida biror m egri chiziq berilgan bo'lsin (3.1.3-rasm). m egri chiziqning nuqtalari to'plamini proyeksiyalar tekisligiga S markaz orqali proyeksiyalansa, uning proyeksiyasi m_P egri chiziq hosil bo'ladi. U holda S markazdan o'tuvchi proyeksiyalovchi nurlar to'plami konus sirtini hosil qiladi. Markaziy proyeksiyalashda proyeksiyalash markazi va buyumning proyeksiyasiga qarab uning fazodagi vaziyatini aniqlab bo'lmaydi.



3.1.1-rasm.



3.1.2-rasm.



3.1.3-rasm

Markaziy proyeksiyalashning xossalari. Markaziy proyeksiyalashda geometrik shakllar quyidagicha tasvirlanadi.

1-xossa. Nuqtaning markaziy proyeksiyasi nuqta bo'ladi.

2-xossa. SA narda yotuvchi $A, A_1, A_2, A_3, \dots$ nuqtalarning markaziy proyeksiyalari A_P nuqta bilan ustma-ust tushadi (3.1.4-rasm).

3-xossa. Proyeksiyalash markazidan o'tmaydigan to'g'ri chiziq kesmasining proyeksiyasi kesma bo'ladi. Biror a to'g'ri chiziq BC kesmasi orqali berilgan bo'lsin (3.1.4-rasm) BC kesma S markaz orqali proyeksiyalar tekisligi P ga proyeksiyalanganda SBC proyeksiyalovchi tekislik hosil bo'ladi. Bu proyeksiyalovchi tekislik P bilan $B_P C_P$ kesma bo'yicha kesishadi. $BC \in a$ bo'lgani uchun $B_P C_P \in a_P$ bo'ladi. Proyeksiyalash markazi S dan o'tuvchi to'g'ri chiziqning markaziy proyeksiyasi nuqta bo'ladi. Masalan, DE to'g'ri chiziq kesmasining markaziy proyeksiyasi $D_P = E_P$ nuqta bo'ladi (3.1.4-rasm).

4-xossa. S markazdan o'tmaydigan tekislikning markaziy proyeksiyasi tekislik bo'ladi. Masalan, ABC uchburchak tekisligining nuqtalar to'plamini S markaz bo'yicha proyeksiyalar tekisligi P ga proyeksiyalanganda (3.1.5-rasm) $SABC$ proyeksiyalovchi piramida hosil bo'ladi. Bu piramidaning proyeksiyalar tekisligi P bilan kesishuvidan $A_P B_P C_P$ uchburchak hosil bo'ladi. S markazdan o'tuvchi tekislik va unga tegishli geometrik shakllarning markaziy proyeksiyalari bitta to'g'ri chiziqqa proyeksiyalanadi. Masalan, SAB tekisligi va unga tegishli F nuqtaning proyeksiyasi $A_P F_P B_P$ kesmada bo'ladi (3.1.5-rasm).

5-xossa. Agar biror tekis shakl proyeksiyalar tekisligiga parallel bo'lsa, uning proyeksiyasi o'ziga o'xshash shakl bo'ladi.

6-xossa. S proyeksiyalash markazidan o'tuvchi va proyeksiyalar tekisligi P ga parallel bo'lgan nurlar ustidagi nuqtalarning markaziy proyeksiyasi P ning xosmas chizig'i ustida bo'ladi. Markaziy proyeksiyalashda S markaz, proyeksiyalar tekisligi P va proyeksiyalanuvchi shaklning o'zaro vaziyatlariga ko'ra quyidagi xossalarni keltirish mumkin.

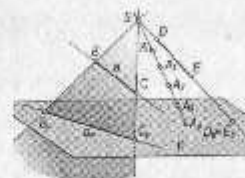
7-xossa. Proyeksiyalanuvchi shaklning proyeksiyalar markazi bilan proyeksiyalar tekisligiga nisbatan joylashuviga qarab uning proyeksiyasi o'ziga nisbatan katta yoki kichik bo'lishi mumkin.

Parallel proyeksiyalash usuli. Markaziy proyeksiyalashdagi S markazni biror yo'nalishda cheksiz uzoqlashtirilsa, u holda $SA, SB, \dots$ proyeksiyalovchi nurlar o'zaro parallel bo'ladi (3.1.6-rasm). Bunday proyeksiyalash parallel proyeksiyalash deb yuritiladi. Demak, parallel proyeksiyalashni markaziy proyeksiyalashning xususiy holi deb qarash mumkin. Parallel proyeksiyalashda proyeksiyalar tekisligi P va proyeksiyalash yo'nalishi beriladi. P va S sistemasida fazodagi biror A nuqta berilgan bo'lsin (3.1.6-rasm). Bu nuqtaning proyeksiyasini yasash uchun A nuqtadan S yo'nalishga parallel qilib nur o'tkaziladi. Bu nurning proyeksiyalar tekisligi P bilan kesishgan nuqtasi A_P bo'ladi. A_P nuqtani fazodagi A

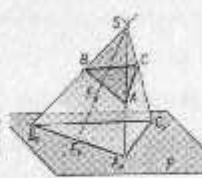
nuqtaning S yo'nalish bo'yicha P dagi parallel proyeksiyasi deb yuritiladi. Proyeksiyalar tekisligining ostida joylashgan fazodagi ixtiyoriy biror B nuqtaning S yo'nalish bo'yicha parallel proyeksiyasi B_P bo'ladi. Bunda B va A nuqtalarning proyeksiyalovchi nurlari o'zaro parallel bo'lib, faqat ularning yo'nalishlari qarama-qarshidir. AA_P , BB_P to'g'ri chiziqlar proyeksiyalovchi nurlar deb yuritiladi. Proyeksiyalar tekisligi P ga tegishli C nuqtaning proyeksiyasi shu nuqtaning o'zida bo'ladi. Fazodagi ixtiyoriy d to'g'ri chiziqni proyeksiyalar tekisligi P ga S yo'nalish bo'yicha proyeksiyalash uchun shu to'g'ri chiziq ustidagi istalgan ikki D va E nuqtalar proyeksiyalari yasalsa kifoyadir (3.1.6-rasm). Bunda d to'g'ri chiziq nuqtalari orqali o'tuvchi parallel nurlar to'plami proyeksiyalovchi tekislikni hosil qiladi.

Parallel proyeksiyalashda S proyeksiyalash yo'nalishning berilishi shartdir. Chunki S proyeksiyalash yo'nalishi berilmagan holda ixtiyoriy A nuqtaning P proyeksiyalar tekisligidagi proyeksiyasini cheksiz ko'p hosil qilish mumkin.

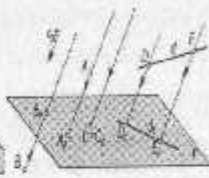
Buyumning birgina parallel proyeksiyasi uning fazodagi ko'rinishi va uning o'lchamlari haqida to'liq ma'lumot bera olmaydi. Buning uchun qo'shimcha shartlar berilishi lozim. Parallel proyeksiyalashni silindrik proyeksiyalash deb ham yuritiladi. Masalan, biror m egri chiziq berilgan bo'lsin (3.1.7-rasm). Bu egri chiziq nuqtalaridan o'tuvchi S proyeksiyalash yo'nalishiga parallel bo'lgan proyeksiyalovchi nurlar to'plami silindrik sirt hosil qiladi. Bu silindrik sirt proyeksiyalar tekisligi P bilan kesishib, m_P egri chiziqni hosil qiladi.



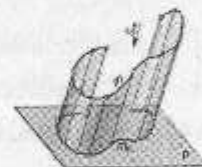
3.1.4-rasm.



3.1.5-rasm



3.1.6-rasm.



3.1.7-rasm

Parallel proyeksiyalash ikki xil bo'ladi:

- Qiyshiq burchakli parallel proyeksiyalash. Bunda S proyeksiyalash yo'nalishi P proyeksiyalar tekisligi bilan o'tkir yoki o'tmas burchak tashkil qiladi.
- To'g'ri burchakli parallel proyeksiyalash. Bunda proyeksiyalash yo'nalishi S proyeksiyalar tekisligi P ga perpendikulyar bo'ladi.

Parallel proyeksiyalashning xossalari. Geometrik shakllarni parallel proyeksiyalashning quyidagi xossalari mavjud:

1-xossa. Nuqtaning parallel proyeksiyasi nuqta bo'ladi.

2-xossa. Proyeksiyalovchi nurda yotuvchi barcha nuqtalarning proyeksiyalari bitta nuqtada bo'ladi.

3-xossa. Proyeksiyalash yo'nalishiga parallel bo'lmagan to'g'ri chiziqning proyeksiyasi to'g'ri chiziq bo'ladi. Masalan, 3.1.8-rasmda S proyeksiya yo'nalishiga parallel bo'lmagan AB to'g'ri chiziq kesmasi proyeksiyalar tekisligi P ga parallel proyeksiyalangan. Bunda AB kesma nuqtalaridan o'tuvchi nurlar proyeksiyalovchi Q tekislikni hosil qiladi. Bu proyeksiyalovchi tekislik bilan P proyeksiyalar tekisligi $A_P B_P$ kesma bo'yicha kesishadi. Proyeksiyalash yo'nalishiga parallel bo'lgan to'g'ri chiziqning parallel proyeksiyasi nuqta bo'ladi. 3.1.8-rasmda

CD to'g'ri chiziq kesmasi proyeksiya yo'nalishi S ga parallel. Uning P dagi proyeksiyasi $C_P=D_P$ nuqta bo'ladi.

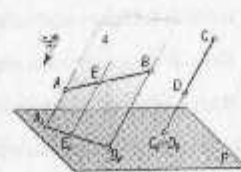
4-xossa. AB to'g'ri chiziq kesmasiga tegishli E nuqtaning parallel proyeksiyasi E_P shu to'g'ri chiziq proyeksiyasi $A_P B_P$ kesmaning ustida bo'ladi (3.1.8-rasm).

5-xossa. Agar nuqta to'g'ri chiziq kesmasini biror nisbatda bo'lsa, bu nuqtaning proyeksiyasi ham kesma proyeksiyasini shunday nisbatda bo'ladi. Biror C nuqta AB kesmani $AC:CB=r:q$ nisbatda bo'lsa, unda C_P nuqta $A_P B_P$ kesmani ham $A_P C_P:C_P B_P=r:q$ nisbatda bo'ladi (3.1.9-rasm). AB to'g'ri chiziq kesmasini S yo'nalish bo'yicha proyeksiyalar tekisligi P ga proyeksiyalaymiz. Bunda proyeksiyalovchi tekislik bilan proyeksiyalar tekisligi P kesishib, $APBP$ kesmani hosil qiladi. Unda 4-xossaga asosan $C \in AB$ bo'lgani uchun $CPE \in APBP$ bo'ladi. AB kesmaning proyeksiyalovchi tekislikdagi A va C nuqtalaridan $ACI \parallel APBP$ va $CB_I \parallel APBP$ kesmalarni o'tkazamiz. Unda hosil bo'lgan ACC_I va CBB_I uchburchaklar o'zaro o'xshash bo'ladilar. Bu uchburchaklarning o'xshashligidan $AC:AC_I=CB:CB_I$ yoki $AC:CB=AC_I:CB_I$ bo'ladi. $AC_I=A_P C_P$ va $CB_I=C_P B_P$ bo'lgani uchun $AC:CB=A_P C_P:C_P B_P=r:q$ bo'ladi.

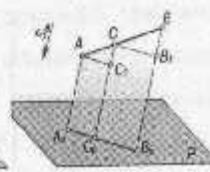
6-xossa. To'g'ri chiziqlarning kesishuv nuqtasining proyeksiyasi ularning proyeksiyalarining kesishish nuqtasida bo'ladi. Ya'ni $AB \cap CD=E$ bo'lsa, $A_P B_P \cap C_P D_P=E_P$ bo'ladi (3.1.10-rasm). Proyeksiyalash yo'nalishi bo'yicha AB va CD kesmalarining $A_P B_P$ va $C_P D_P$ proyeksiyalarini proyeksiyalar tekisligi P dagi proyeksiyalarni yasaymiz. Kesmalarni proyeksiyalovchi tekisliklar o'zaro EE_P to'g'ri chiziq bo'yicha kesadi, bunda $EE_P \parallel S$ bo'lib, u E nuqtani proyeksiyalovchi nuri bo'ladi. AB va CD kesmalarining kesishuvidan hosil bo'lgan E nuqtaning proyeksiyalar tekisligi P dagi proyeksiyasi E_P bo'ladi. 3-xossaga asosan $E \in AB$ va

$E \in CD$ bo'lgani uchun $E_P \in A_P B_P$ va $E_P \in C_P D_P$ bo'lishi shart va E_P nuqta kesmalar uchun umumiy nuqtadir.

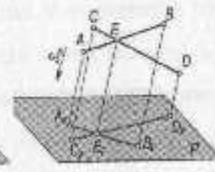
7-xossa. Parallel to'g'ri chiziqlarning tekislikdagi proyeksiyalari ham parallel bo'ladi. Agar $AB \parallel CD$ bo'lsa, $A_P B_P \parallel C_P D_P$ bo'ladi. 3.1.11-rasmda S yo'nalish bo'yicha AB va CD to'g'ri chiziq kesmalarining proyeksiyalar tekisligidagi $A_P B_P$ va $C_P D_P$ proyeksiyalari yasalgan. Hosil bo'lgan AB va CD to'g'ri chiziq kesmalarining proyeksiyalovchi tekislik P bilan kesishganda $A_P B_P \parallel C_P D_P$ kesmalar hosil bo'ladi.



3.1.8-rasm.



3.1.9-rasm



3.1.10-rasm

3.1.11-rasm

8-xossa. Parallel to'g'ri chiziq kesmalarining nisbati ular proyeksiyalarining nisbatiga teng bo'ladi. Ya'ni $AB \parallel CD$ bo'lib, $AB:CD=q$ bo'lsa, $A_P B_P:C_P D_P=q$ bo'ladi (3.1.11-rasm). Bunda 3-xossaga asosan $A_P B_P \parallel C_P D_P$ hosil bo'ladi. AB va CD to'g'ri chiziq kesmalarining proyeksiyalovchi tekisliklarida $AE(AE \parallel A_P B_P)$ va $CF(CF \parallel C_P D_P)$ kesmalarni o'tkazamiz. U holda ABE va CDF uchburchaklarning parallelligi va o'xshashligidan $AB:AE=CD:CF$ yoki $AB:CD=AE:CF=q$ kelib

chiqadi. Demak, $AB:CD=A_P B_P:C_P D_P=q$ bo'ladi. Parallel proyeksiyalashning xossalardan keyingi boblarda keng foydalaniladi.

To'g'ri burchakli proyeksiyalash

Ta'rif. Proyeksiyalovchi nur proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar bo'lsa, bunday parallel proyeksiyalashni to'g'ri burchakli proyeksiyalash deyiladi.

To'g'ri burchakli proyeksiyalash *ortogonal proyeksiyalash* deb ham yuritiladi. Chizma geometriya mashina tarkibining aniq shakl va o'lchamlarini tasvirlashni anglatadi. Chizmalarni tayyorlashda aniq bir belgilangan qoidalar kerak bo'lib, chizmalarni tayyorlaydigan va ularni o'qiydigan insonlar bu qoidalarga tayyanib ish yuritadilar. Aksariyat muhandislikka oid chizmalar *orthogonal proyeksiyalar* asosida tayyorlanadi. Bunda predmet barcha yuza qismlarining chegara chiziqlari to'g'ri chiziqlar, egri chiziqlar yoki har ikkala chiziqlardan tashkil topadi. Har bir chiziq bir necha nuqtalardan tashkil topganidek *orthogonal proyeksiyalar nazariyasi mantiqan nuqtalarni proyeksiyalash bilan boshlanadi.*¹⁵

Orthogonal proyeksiyalashda proyeksiyalovchi nur yo'nalishi ko'rsatilmaydi. Masalan, proyeksiyalar tekisligi P va fazodagi biror A nuqta berilgan bo'lsin. A nuqtani P tekislikka orthogonal proyeksiyalash uchun A nuqtadan (3.1.12-rasm) perpendikulyar tushiriladi. Bu perpendikulyarning P tekislikdagi asosi A_P nuqta fazodagi A nuqtaning orthogonal proyeksiyasi bo'ladi. To'g'ri burchakli proyeksiyalashda geometrik shakl fazoda proyeksiyalar tekisligiga nisbatan ixtiyoriy holatda joylashgan bo'lsa, uning proyeksiyasida shaklning metrik (uzunligi, burchagi va boshqa) o'lchamlari o'zgaradi. Masalan, orthogonal proyeksiyalashda to'g'ri chiziq kesmasining proyeksiyasi o'zidan kichik yoki teng bo'ladi.

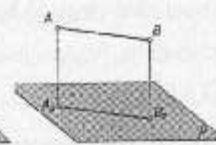
• Agar to'g'ri chiziq kesmasi proyeksiyalar tekisligiga parallel bo'lsa, uning proyeksiyasining uzunligi kesmaning fazodagi uzunligiga teng bo'ladi (3.1.13-rasm).

• Agar to'g'ri chiziq kesmasi proyeksiyalar tekisligiga parallel bo'lmasa, uning proyeksiyasining uzunligi o'zidan kichik bo'ladi, ya'ni $A_P B_P < AB$ bo'lib, $AB = A_P B_P / \cos \alpha$ bo'ladi. Bunda $\alpha = \angle AB^{\wedge}P$ (3.1.14-rasm).

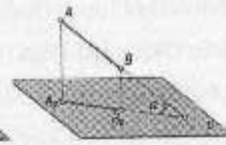
Fazoda berilgan biror $ABCD$ trapesiya (3.1.15-rasm) proyeksiyalar tekisligiga parallel bo'lmasa, uning burchaklari va tomonlarining haqiqiy o'lchamlari saqlanib qolmaydi. Lekin trapesiyaning $A_P B_P C_P D_P$ proyeksiyasi orasidagi ayrim xususiyatlari o'zgarmaydi. Masalan, bir-biriga parallel bo'lgan AB va CD asoslarining $A_P B_P$ va $C_P D_P$ proyeksiyalari ham o'zaro parallel. Geometrik shakllarning proyeksiyalanish jarayonida o'zgarmagan xususiyatlari ularning *invariant xossalari* deyiladi.



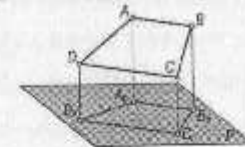
3.1.12-rasm



3.1.13-rasm



3.1.14-rasm



3.1.15-rasm

Yuqorida keltirilgan parallel proyeksiyalarning barcha xossalari orthogonal proyeksiyalar uchun ham o'rinlidir. Orthogonal proyeksiyalashda biror shaklni barcha nuqtalaridan o'tuvchi nurlar o'zaro parallel bo'lib, ular berilgan geometrik shaklni proyeksiyalar tekisligiga proyeksiyalaydilar. Buyumning bitta orthogonal proyeksiyasi bilan uning fazodagi vaziyatini aniqlab bo'lmaydi. Buning uchun

¹⁵ Shakh M.B., Rana B.C. Engineering Drawing, India, 2009, 48-bet.

biror qo'shimcha shart kiritish zarur. Bunday qo'shimcha shart sifatida birinchi proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar bo'lgan ikkinchi tekislikka buyumning tasvirini olish mumkin. Bu ikki proyeksiyalar tekisligidagi tasvirlar Buyumning fazodagi vaziyatini aniqlaydi. Ortogonal proyeksiyalash usuli texnik chizmalarni chizishda, inshootlarni loyihalashda eng ko'p qo'llaniladi. Bu usul tasvirning yaqqolligini bermasa ham, grafik ishlarni qulayroq qilib, aniq bajarilishini ta'minlaydi va buyumlarning tekislikdagi tasvirlari orqali ularning o'lchamlarini oson va qulay aniqlaydi. Texnik chizmalarni tuzishda proyeksiyalanuvchi buyumni o'zaro perpendikulyar tekisliklarga nisbatan shunday joylashtirish kerakki, unda buyumning asosiy o'lchamlari va elementlari qulay holda tasvirlansin. Faqat shundagina buyum tasvirlariga qarab uning fazodagi ko'rinishini tasavvur etish mumkin. Tasvir oldida turgan kuzatuvchi bir ko'zi bilan P nuqtaga qarasa, bu P nuqtaga qadalgan nazar tasvir tekisligiga perpendikulyar bo'lib, tasvirdagi P' nuqta bilan to'qnashadi¹⁶. P' nuqtasi P ning aksi (tasviri) bo'lib, berilgan P nuqtaning orthogonal proyeksiyasi sifatida ma'lumdir. Nazar chizig'i projektor bo'lib, tasvir proyeksiya tekisligi deb ataladi. (3.1.16,a rasm).

Predmetning bir orthogonal proyeksiyasi uch o'lchamli predmetning faqatgina 2 o'lcham haqida ma'lumot beradi. Shu sababli, ko'p hollarda buyumning birtadan ortiq proyeksiyalari talab qilinadi. Sodda predmetlar uchun esa, faqatgina 2ta proyeksiya yetarlidir. Shu tufayli, vertikal tekislik (plane) (VP) hamda gorizontal tekislik (HP) bir-biriga o'zaro perpendikulyar bo'lib, proyeksiya tekisliklari sifatida tanlangan.(3.1.16,b rasm). Bu ikki tekisliklar fazoni 4ta kvadrantga yoki to'rtta 2 chorakka bo'lishadi. Ular quyidagicha raqamlanadi.

Jadval 3.1.

Ob'ektning joylashuvlari va uning proyeksiyalari

Joylashuvi	Chorak yoki kvadrant
V tekislik oldi, H tekislik yuqorisi	Birinchi
V tekislik orqasi, H tekislik yuqorisi	Ikkinchi
V tekislik orqasi, H tekislik pasti	Uchinchi
V tekislik oldi, H tekislik pasti	To'rtinchi

Agarda nuqta vertikal tekislik oldida, va gorizontal tekislik yuqorisida joylashgan bo'lsa, bu birinchi ikki yoqli burchakda bo'lib, bunday proyeksiyalar birinchi burchak proyeksiyalari sifatida ma'lumdir. Shuningdek, 2-, 3-, va 4-burchak proyeksiyalari nuqta tegishli ikki yoqli burchaklarda joylashganda hosil bo'ladi.

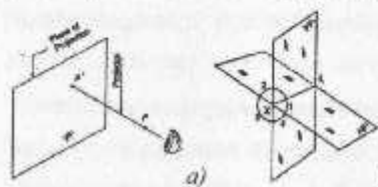
3.2-§. Nuqtaning ikki o'zaro perpendikulyar tekisliklardagi proyeksiyalari

Biror buyumning tasviriga qarab uni o'qilishini ikkita o'zaro parallel bo'lmagan proyeksiyalar tekisligiga proyeksiyalash orqali ta'minlash mumkin. Proyeksiyalar tekisliklarini o'zaro perpendikulyar vaziyatda tanlab olinishi buyum tasvirini o'qilishini osonlashtiradi. Fazoda gorizontal vaziyatda joylashgan (3.2.1-rasm) H tekislik *gorizontal proyeksiyalar tekisligi*, vertikal joylashgan V tekislik *frontal proyeksiyalar tekisligi* deb ataladi. H va V proyeksiyalar tekisliklari o'zaro perpendikulyar bo'lib, ularning kesishgan OX chizig'i *proyeksiyalar o'qi* deyiladi. Bunda H va V tekisliklar *proyeksiyalar tekisliklari sistemasini* hosil qiladi. Proyeksiyalar tekisliklari sistemasining bunday fazoviy modelida turli geometrik shakllar, shuningdek, detallar, mashina va inshootlarni joylashtirib, so'ngra ularning chizmalarini yasash katta noqulayliklar tug'diradi va zaruriyati ham bo'lmaydi. Buyumlarning chizmalarini bajarishda bu tekisliklarning bir tekislikka joylashtirilgan (jipslashtirilgan) tekis tasvirlaridan foydalaniladi. Shu maqsadda V proyeksiyalar tekisligi qo'zg'almasdan, H gorizontal proyeksiyalar tekisligini OX proyeksiyalar o'qi atrofida pastga 90° ga aylantirib (3.2.2-rasm), V tekislik bilan ustma-ust tushirib jipslashtiriladi (3.2.3,a-rasm). Natijada, H va V tekisliklarda

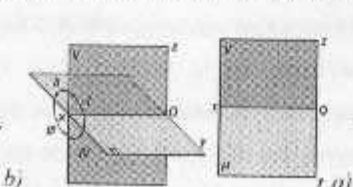
¹⁶ Shah M.B., Rana B.C. Engineering Drawing, India 2009, 49-het

bajarilgan barcha yasashlar asosiy chizma tekisligi sifatida qabul qilingan V frontal proyeksiyalar tekisligiga joylashtiriladi. Bunda nuqta yoki geometrik shaklning bitta tekislikda joylashtirilgan ikki – gorizontal va frontal tasvirlari – *tekis chizma* yoki *kompleks chizma* – *epyr* hosil qilinadi. Bu usulni birinchi marta fransuz geometri Gaspar Monj (1746-1818) tavsiya etgan. Shuning uchun buni Monj chizmasi deb ham yuritiladi.

Amalda geometrik shakllarning to'g'ri burchakli proyeksiyalarini yasashda asosan proyeksiyalar o'qlaridan foydalaniladi. Shuning uchun chizmada proyeksiyalar tekisliklarining konturini tasvirlash shart emas (3.2.3.b-rasm).



3.2.1-rasm



3.2.2-rasm



3.2.3-rasm

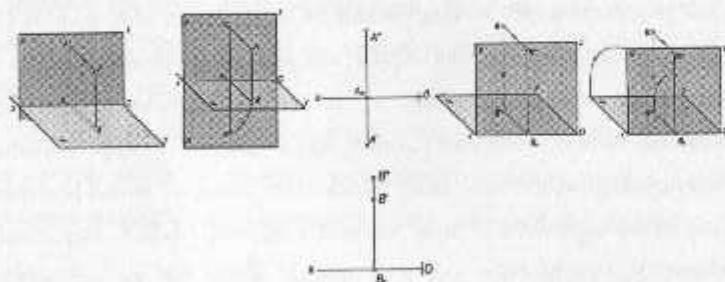
Ma'lumki, barcha buyumlar nuqtalar to'plamidan tashkil topgan. Shuning uchun proyeksiyalashni nuqtadan boshlash maqsadga muvofiq bo'ladi. Biror nuqta yoki geometrik shakl fazoning turli choraklarida joylashuvi mumkin.

Birinchi chorakda joylashgan nuqtaning chizmasi. Fazodagi A nuqta birinchi chorakda joylashgan bo'lsin (3.2.4-rasm). Uning H va V tekisliklardagi proyeksiyalarini yasash uchun bu nuqtadan mazkur tekisliklarga perpendikulyarlar o'tkazamiz va ularning bu tekisliklar bilan kesishish nuqtalarini aniqlaymiz. Faraz qilaylik, A nuqtadan H tekislikka tushirilgan perpendikulyarning asosi A' bo'lsin. A nuqtadan V tekislikka tushirilgan perpendikulyarning asosi A'' ni aniqlash uchun A' dan OX o'qiga perpendikulyar o'tkazamiz va A_x nuqtani aniqlaymiz. V tekislikka tushirilgan perpendikulyarlar bilan OX o'qidagi A_x nuqtadan o'tkazilgan

perpendikulyar bilan kesishtirib A'' nuqtasini topamiz. A nuqtadan H va V tekisliklarga o'tkazilgan perpendikulyarlarning A' va A'' asoslari A nuqtaning to'g'ri burchakli proyeksiyalari deb yuritiladi. Bu yerda $A' = A$ nuqtaning gorizontal proyeksiyasi, A'' – uning frontal proyeksiyasi deb ataladi va $A(A', A'')$ ko'rinishda yoziladi. Shakldagi AA' va AA'' chiziqlar *proyeksiyalovchi nurlar* yoki *proyeksiyalovchi chiziqlar* deyiladi. A nuqtaning chizmasini tuzish uchun tekisliklarning fazoviy modelini yuqorida qayd qilingan qoidaga muvofiq V tekislikka jipslashtiramiz (3.2.5-rasm). Bunda A nuqtaning A'' frontal proyeksiyasi V tekislikda bo'lgani uchun uning vaziyati o'zgarmay qoladi. Gorizontal A' proyeksiyasi H tekislik bilan OX o'qi atrofida pastga 90° ga buriladi va V tekislikning davomida jipslashadi. Natijada, A nuqtaning A' gorizontal hamda A'' frontal proyeksiyalari OX o'qiga perpendikulyar bo'lgan bitta chiziqda joylashadi (3.2.6-rasm). Bunda $AA' \perp OX$ bo'lib, uni proyeksiyalarni bog'lovchi chiziq deb yuritiladi. Fazoning I choragida joylashgan har qanday nuqtaning gorizontal proyeksiyasi OX o'qining ostida, frontal proyeksiyasi uning yuqorisida joylashgan bo'lib, ular OX o'qiga perpendikulyar bo'lgan bitta proyeksiyalarni bog'lovchi chiziqda yotadi.

Ikkinchi chorakda joylashgan nuqtaning chizmasi. Fazodagi biror B nuqta II-chorakda joylashgan bo'lsin (3.2.7-rasm). Uning proyeksiyalarini yasash uchun bu nuqtadan H va V tekisliklarga perpendikulyarlar o'tkazamiz. Perpendikulyarlarning proyeksiyalar tekisliklari bilan kesishgan B' va B'' asoslari B nuqtaning gorizontal va frontal proyeksiyalari bo'ladi. B nuqtaning chizmasini tuzish uchun H tekislikni 3.2.8-rasmida ko'rsatilganidek V tekislikka jipslashtiramiz. Bunda B nuqtaning B'' frontal proyeksiyasining vaziyati o'zgarmay qoladi. Uning H tekislikdagi B' gorizontal proyeksiyasi esa V tekislikning yuqori qismi bilan jipslashadi va OX o'qiga perpendikulyar bo'lgan $B''B_x$ proyeksiyalarni bog'lovchi chiziqda bo'ladi 3.2.9-rasmida fazoning II-choragida joylashgan har

qanday nuqtaning gorizonta^l va frontal proyeksiyalari OX o'qiga perpendikulyar bo'lgan bitta proyeksiyalarni bog'lovchi chiziqda va OX o'qining yuqorisida joylashadi.

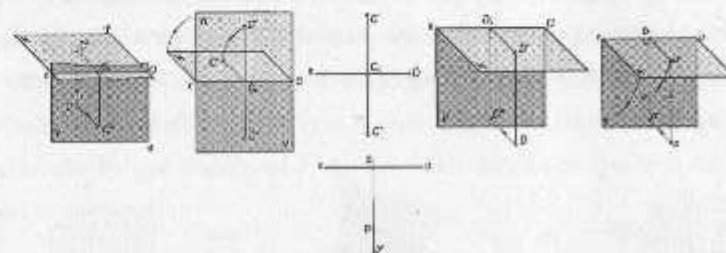


3.2.4-rasm 3.2.5-rasm 3.2.6-rasm 3.2.7-rasm 3.2.8-rasm 3.2.9-rasm

Uchinchi chorakda joylashgan nuqtaning chizmasi. Fazodagi biror C nuqta III-chorakda joylashgan bo'lsin (3.2.10-rasm). Uning proyeksiyalarini yasash uchun H va V ga perpendikulyar tushiramiz. Bu perpendikulyarlarning H va V dagi C' va C'' asoslari C ning gorizonta^l va frontal proyeksiyalari bo'ladi. Nuqtaning chizmasini yasash uchun H tekislikni V tekislikning davomida jipslashtiramiz (3.2.11-rasm). Bunda C nuqtaning C'' frontal proyeksiyasi V tekislikda bo'lgani uchun o'z vaziyatini o'zgartirmaydi. Uning C' gorizonta^l proyeksiyasi esa H tekislik bilan birga V tekislikning yuqori qismida jipslashadi (3.2.12-rasmda). III-chorakda joylashgan har qanday nuqtaning gorizonta^l proyeksiyasi OX o'qining yuqorisida, frontal proyeksiyasi esa uning ostida, OX o'qiga perpendikulyar bo'lgan bitta proyeksiyalarni bog'lovchi chiziqda yotadi.

To'rtinchi chorakda joylashgan nuqtaning chizmasi. Fazodagi biror D nuqta fazoda IV chorakda joylashgan bo'lsin (3.2.13-rasm). Uning H va V tekisliklardagi proyeksiyalarini yasash uchun D nuqtadan bu tekisliklarga perpendikulyar o'tkazamiz. Perpendikulyarlarning H va V tekisliklar bilan

kesishgan D' va D'' asoslari D nuqtaning gorizonta^l va frontal proyeksiyalari bo'ladi. D nuqtaning chizmasini tuzish uchun H tekislikni OX o'qi atrofida pastga 90° ga aylantiramiz va V tekislik davomi bilan jipslashtiramiz (3.2.14-rasm). Bunda D'' frontal proyeksiyaning vaziyati o'zgarmaydi. Gorizonta^l D' proyeksiya esa H tekislik bilan harakatlanib, OX o'qiga perpendikulyar bo'lgan, D'' nuqta bilan bitta proyeksiyalarni bog'lovchi chiziqda yotadi (3.2.15-rasm). IV choragida joylashgan har qanday nuqtaning gorizonta^l va frontal proyeksiyalari OX o'qiga perpendikulyar bo'lgan projekson chiziqda va OX o'qining ostida bo'ladi.

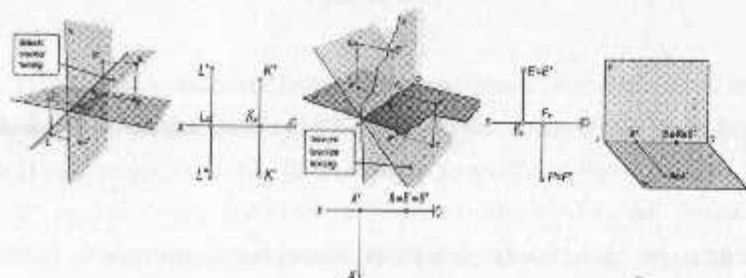


3.2.10-rasm 3.2.11-rasm 3.2.12-rasm 3.2.13-rasm 3.2.14-rasm 3.2.15-rasm

Bissektor tekisliklarda joylashgan nuqtalarning chizmalari. Fazoning birinchi va uchinchi choraklarini teng ikkiga bo'luvchi tekislik *birinchi bissektor tekisligi*, shuningdek, ikkinchi va to'rtinchi choraklarini teng ikkiga bo'luvchi tekislik *ikkinchi bissektor tekisligi* deb ataladi. Agar fazodagi nuqtalar proyeksiyalar tekisliklaridan teng uzoqlikda joylashlashgan bo'lsa, bunday nuqtalar bissektor tekisliklarga tegishli nuqtalar bo'ladi. 3.2.16-rasmda birinchi bissektor tekislikda joylashgan K va L nuqtalarning, 3.2.18-rasmda esa ikkinchi bissektor tekislikda joylashgan E va F nuqtalarning fazodagi vaziyati va epyurlari ko'rsatilgan. Chizmada birinchi bissektor tekislikda joylashgan K va L nuqtalarning proyeksiyalari (K' , K'' va L' , L'') OX o'qidan baravar uzoqlikda

joylashadi (3.2.17-rasm). Ikkinchi bissektor tekislikda joylashgan E va F nuqtalarning proyeksiyalari (E' , E'' va F' , F'') chizmada ustma-ust tushadi (3.2.19-rasm).

Proyeksiyalar tekisligida va koordinatlar o'qida joylashgan nuqtalar. Fazoda biror nuqta proyeksiyalar tekisligida yoki proyeksiyalar o'qida joylashishi mumkin. Masalan, $A \in H$ bo'lsin (3.2.20-rasm). Bunda A nuqtaning gorizontaal proyeksiyasi A' nuqtaning o'ziga ($A=A'$), frontal proyeksiyasi A'' esa OX o'qiga proyeksiyalanadi. Shuningdek, nuqta OX proyeksiyalar o'qida ham joylashishi mumkin. Masalan, $B \in OX$ bo'lsa, bu nuqtaning B' gorizontaal va B'' frontal proyeksiyalari shu B nuqtaning o'ziga proyeksiyalanadi, ya'ni $B'=B''=B$ bo'ladi (3.2.21-rasm).



3.2.16-rasm 3.2.17-rasm 3.2.18-rasm 3.2.19-rasm 3.2.20-rasm...3.2.21-rasm

Turli choraklarda joylashgan nuqtalarni H va V proyeksiyalar tekisliklariga proyeksiyalash va ularning chizmalarini tuzishdan quyidagi xulosalar chiqadi:

- Nuqtaning fazodagi vaziyatini uning ikki ortogonal proyeksiyasi to'la aniqlaydi. Masalan, A ning A' gorizontaal va A'' frontal proyeksiyalaridan

perpendikulyar chiqarilsa, ularning kesishish nuqtasi A ning fazodagi vaziyatini aniqlaydi.

- Fazodagi har qanday nuqtaning gorizontaal va frontal proyeksiyalari OX o'qiga perpendikulyar bo'lgan bir bog'lovchi chiziqda joylashadi. Masalan, A nuqtaning chizmasini yasash uchun H tekislik V tekislik bilan jipslashtirilganda $A'A_x \perp OX$ va $A''A_x \perp OX$ bo'lgani uchun bu nuqtaning A' va A'' proyeksiyalari OX o'qiga perpendikulyar bo'lgan bir to'g'ri chiziqda bo'lib qoladi.

- Fazodagi har qanday nuqtaning H va V proyeksiyalar tekisliklaridan uzoqliklarini nuqta gorizontaal va frontal proyeksiyalarining OX o'qigacha bo'lgan masofalari aniqlaydi. Haqiqatan, A nuqtadan H tekislikkacha bo'lgan masofa $AA'=A'A_x$ va V tekislikkacha bo'lgan masofa $AA''=A''A_x$. Demak, A nuqtaning H tekislikkacha bo'lgan masofasini $A'A_x$ va V tekislikkacha bo'lgan masofani $A''A_x$ masofalar aniqlaydi.

Jadval 3.2.

Nuqtaning joylashuv va proyeksiyalari¹⁷.

Chorak	Berilgan nuqta joylashuvi	Old ko'rinishi	Yuqori ko'rinish
Birinch	H tekislik yuqorisida, V tekislik oldida	OX yuqorisida	OX pastida
Ikkinchi	H tekislik yuqorisida, V tekislik orqasida	OX yuqorisida	OX yuqorisida
Uchinchi	H tekislik pastida, V tekislik orqasida	OX pastida	OX yuqorisida
To'rtinchi	H tekislik pastida, V tekislik oldida	OX pastida	OX pastida

3.3-§. To'g'ri chiziqning ortogonal proyeksiyalari

Umumiy vaziyatdagi to'g'ri chiziqning ortogonal proyeksiyalari. To'g'ri chiziq eng oddiy geometrik shakl hisoblanadi. Bir-biridan farqli ikki nuqta orqali faqat bitta to'g'ri chiziq o'tkazish mumkin. Agar fazodagi bir-biridan farqli ikkita A va B nuqtalarni o'zaro tutashdirib, uni ikki qarama-qarshi tomonga cheksiz davom ettirilsa, a to'g'ri chiziq hosil bo'ladi (3.3.1-rasm). To'g'ri chiziqning ikki nuqta bilan chegaralangan qismi shu to'g'ri chiziq kesmasi deyiladi.

¹⁷ Shah M.B., Rana B.C. Engineering Drawing. India, 2009, 53-bet.

To'g'ri chiziqlar a, b, c kabi yozma harflar bilan belgilanadi. Agar to'g'ri chiziqlar chegaralangan bo'lsa, u holda $AB, CD, EF, \dots$ tarzida belgilanadi. To'g'ri chiziqning proyeksiyalar tekisliklardagi proyeksiyalari holatini uning ikki ixtiyoriy nuqtasining proyeksiyalari aniqlaydi. Masalan, 3.3.2,a-rasmda berilgan a to'g'ri chiziqning ortogonal proyeksiyalarini yasash uchun bu chiziqqa tegishli ikki A va B nuqtalarning ortogonal A', A'' va B', B'' proyeksiyalari yasalanadi. Bu ikki nuqtaning bir nomli proyeksiyalarini tutashuvchi a' va a'' chiziqlar fazoda berilgan a to'g'ri chiziqning gorizont va frontal proyeksiyalari bo'ladi. Shuningdek, AB kesma va uning $A'B'$ va $A''B''$ proyeksiyalari a to'g'ri chiziqning fazodagi vaziyatini va uning a', a'' proyeksiyalarini aniqlaydi (3.3.2,b-rasm).

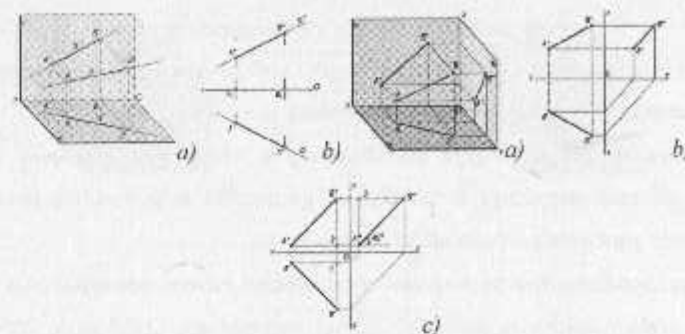
Jadval 3.3.

Bir proyeksiya tekisligiga parallel va boshqasiga og'gan to'g'ri chiziqlar¹⁸.

Chiziq vaziyati	Old ko'rinish	Yugoridan	Nomenklatura
1. $AB // VP, HP$ ga θ° ga og'gan $0 \leq \theta \leq 90^\circ$	$a'b' = \text{haqiqiy}$ kattalik $= AB$ $\alpha = \theta$	$ab // OX$	$AB = \text{berilgan chiziq}$ $a'b' = \text{old ko'rinishi}$ $ab = \text{yugoridan ko'rinishi}$
2. $AB // HP, VP$ ga θ° ga og'gan $0 \leq \theta \leq 90^\circ$	$a'b' // OX$	$ab = \text{haqiqiy}$ uzunlik $= AB$ $\beta = \theta$	α burchak $= OX$ va $a'b'$ dan yasalgan. θ burchak HP va AB dan yasalgan. β burchak OX va ab dan yasalgan. θ burchak VP va AB bilan yasalgan

Ta'rif. Proyeksiyalar tekisliklarining birortasiga parallel yoki perpendikulyar bo'lmagan to'g'ri chiziq umumiy vaziyatdagi to'g'ri chiziq deyiladi.

To'g'ri chiziqning gorizont va frontal proyeksiyalariga asosan uning profil proyeksiyasini ham yasash mumkin. Buning uchun uning A va B nuqtalarning profil proyeksiyalari yasalanadi va ular o'zaro tutashtiriladi (3.3.3-rasm).



3.3.1-rasm

3.3.2-rasm

To'g'ri chiziq proyeksiyalari faqat uning kesmasi proyeksiyalari orqaligina emas, balki ixtiyoriy qismi bilan ham berilishi mumkin. Umumiy vaziyatdagi to'g'ri chiziqning ortogonal proyeksiyalari to'g'ri chiziq bo'ladi va ular proyeksiyalar o'qlariga nisbatan ixtiyoriy burchaklarni tashkil yetadi. Bu burchaklar α, β, γ harflari bilan belgilanadi. Bu burchaklar AB kesmaning H, V, W proyeksiyalar tekisliklari bilan mos ravishda hosil qilgan burchaklaridir, ya'ni $\alpha = AB \wedge H, \beta = AB \wedge V, \gamma = AB \wedge W$. Umumiy vaziyatdagi to'g'ri chiziq kesmasi proyeksiyalar tekisliklariga qisqarib proyeksiyalanadi. Uning haqiqiy uzunligini aniqlash keyingi paragraflarda ko'riladi.

Proyeksiya tekisliklari bilan bir xil burchak tashkil qilgan to'g'ri chiziqlar.

Agar biror to'g'ri chiziq fazoda H, V va W lar bilan bir xil burchak hosil qilib joylashgan bo'lsa, uning AB kesmasining uchala proyeksiyalari o'zaro teng, ya'ni $AB \wedge H = AB \wedge V = AB \wedge W$ bo'lsa, $A'B' = A''B'' = A'''B'''$ bo'ladi. Bunda $A'B' = B''A''$ teng yonli trapesiyadan $1B' = 2B'' = 3A'''$ va $1B' = 3B'''$, demak $3A''' = 3B'''$ bo'lgani uchun $\angle 3A'''B''' = 45^\circ$ bo'ladi. Shu bilan birga $A'''B''' \parallel A''B''$ bo'lib, $\Delta x = \Delta y = \Delta z$ bo'ladi.

¹⁸ Shah M.B., Raza B.C. Engineering Drawing, India, 2009, 58-bet.

Xususiy vaziyatdagi to'g'ri chiziqlarning proyeksiyalari

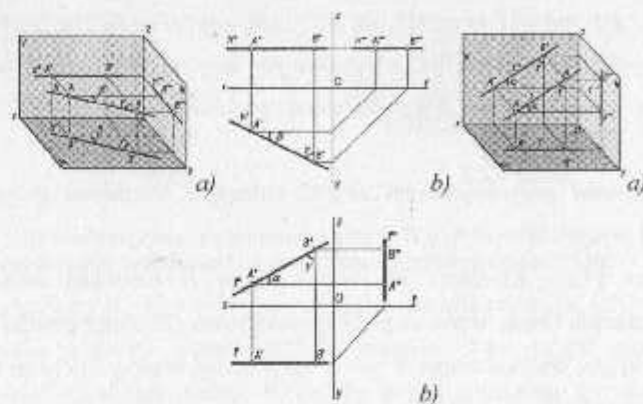
Ta'rif. Proyeksiyalar tekisligiga parallel yoki perpendikulyar bo'lgan to'g'ri chiziq xususiy vaziyatdagi to'g'ri chiziq deyiladi.

Proyeksiyalar tekisligiga parallel to'g'ri chiziqlar. *Gorizontal to'g'ri chiziq.* gorizontal proyeksiyalar tekisligi H ga parallel to'g'ri chiziq *gorizontal chiziq* (yoki *gorizontal*) deb ataladi (2.3.3-a,b rasm).

Gorizontalning barcha nuqtalari H tekislikdan baravar masofada ($AA'=BB'$) bo'lgani uchun chizmada uning h'' frontal proyeksiyasi OX o'qiga, h''' profil proyeksiyasi esa OY o'qiga parallel bo'ladi. Gorizontalning h' gorizontal proyeksiyasi ixtiyoriy vaziyatda bo'ladi. Bu chiziq kesmasining gorizontal proyeksiyasi o'zining haqiqiy o'lchamiga teng bo'lib proyeksiyalanadi. Chizmadagi β va γ burchaklar h gorizontalning V va W tekisliklari bilan mos ravishda hosil qilgan burchaklarining haqiqiy kattaligi bo'ladi, ya'ni:

$$h \parallel H \Rightarrow h'' \parallel OX \text{ va } h''' \parallel OY, A'B' = |AB|, \beta = h' \wedge V \text{ va } \gamma = h' \wedge W \text{ bo'ladi.}$$

Frontal to'g'ri chiziq. Frontal proyeksiyalar tekisligi V ga parallel to'g'ri chiziq *frontal to'g'ri chiziq* (yoki *frontal*) (3.3.4,a,b-rasm) deb ataladi. Frontalning barcha nuqtalari V tekislikdan baravar masofada bo'lgani uchun chizmada uning f' gorizontal proyeksiyasi OX o'qiga, f''' profil proyeksiyasi esa OZ o'qiga parallel bo'ladi. Frontalning frontal f'' proyeksiyasi ixtiyoriy vaziyatda bo'ladi.



3.3.3-rasm

3.3.4-rasm

Mazkur chiziq kesmasining frontal proyeksiyasi uning haqiqiy o'lchamiga teng bo'lib proyeksiyalanadi. Chizmadagi α va β burchaklar f frontalni H va V proyeksiyalar tekisliklari bilan mos ravishda hosil etgan burchaklarning haqiqiy kattaligi bo'ladi, ya'ni: $f \parallel V \Rightarrow f' \parallel OX \text{ va } f'' \parallel OZ, A''B'' = |AB|, \alpha = f' \wedge H \text{ va } \beta = f' \wedge V$ bo'ladi.

Profil to'g'ri chiziq. Profil proyeksiyalar tekisligi W ga parallel bo'lgan to'g'ri chiziq *profil to'g'ri chiziq* (yoki *profil*) deb ataladi (3.3.5,a,b-rasm). Profilning barcha nuqtalari W tekislikdan baravar masofada bo'lgani uchun chizmada uning gorizontal proyeksiyasi OY o'qiga parallel, frontal proyeksiyasi OZ o'qiga parallel bo'ladi.

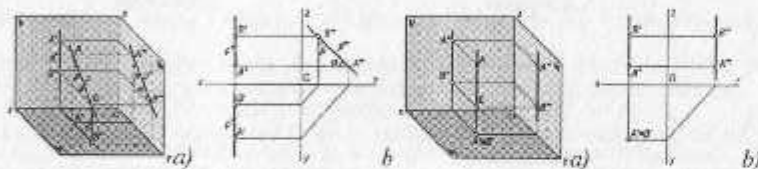
Profilning profil proyeksiyasi ixtiyoriy vaziyatda joylashgan bo'ladi. Mazkur, chiziq kesmasining profil proyeksiyasi o'zining haqiqiy o'lchamiga teng bo'lib proyeksiyalanadi. Chizmadagi α va β burchaklar profil chiziqning H va V tekisliklari bilan mos ravishda tashkil etgan burchaklarining haqiqiy kattaligi bo'ladi, ya'ni:

$p'W \Rightarrow p' \parallel OY$ va $p'' \parallel OZ$, $A''B'' = AB$, $\alpha = p' \wedge H$ va $\beta = p'' \wedge V$ bo'ladi.

Proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar to'g'ri chiziqlar. Proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar to'g'ri chiziqlar *proyeksiyalovchi to'g'ri chiziqlar* deyiladi.

Gorizontal proyeksiyalovchi to'g'ri chiziqlar. Gorizontal proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar to'g'ri chiziq *gorizontal proyeksiyalovchi to'g'ri chiziq* deb ataladi (3.3.6 a,b-rasm). Bu to'g'ri chiziq H tekislikka nuqta bo'lib proyeksiyalanadi. Uning frontal va profil proyeksiyalari OZ o'qiga parallel bo'ladi.

Bu to'g'ri chiziq kesmasi V va W ga o'zining haqiqiy o'lchami bo'yicha proyeksiyalanadi.

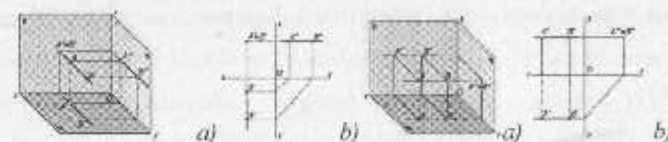


3.3.5-rasm

3.3.6-rasm.

Frontal proyeksiyalovchi to'g'ri chiziqlar. Frontal proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar to'g'ri chiziqlar *frontal proyeksiyalovchi to'g'ri chiziqlar* deb ataladi (3.3.7.a,b-rasm). Bunday to'g'ri chiziq V tekisligiga nuqta bo'lib proyeksiyalanadi. Uning gorizontal va profil proyeksiyalari OY o'qiga parallel bo'ladi. Bu to'g'ri chiziq kesmasi H va W ga o'zining haqiqiy o'lchami bo'yicha proyeksiyalanadi.

Profil proyeksiyalovchi to'g'ri chiziq. Profil proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar to'g'ri chiziqlar *profil proyeksiyalovchi to'g'ri chiziqlar* deb ataladi (3.3.8.a,b-rasm). Bu to'g'ri chiziqlar W ga nuqta bo'lib proyeksiyalanadi. Uning gorizontal va frontal proyeksiyalari OX o'qiga parallel bo'ladi. Bu to'g'ri chiziq kesmasi H va V ga o'zining haqiqiy o'lchami bo'yicha proyeksiyalanadi.

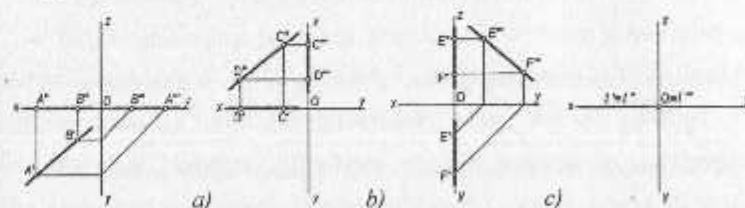


3.3.7-rasm

3.3.8-rasm

Proyeksiyalar tekisliklari va koordinata o'qlariga tegishli to'g'ri chiziqlar.

To'g'ri chiziqlar H , V va W proyeksiyalar tekisliklariga va OX , OY , OZ proyeksiyalar o'qlariga tegishli bo'lishi mumkin. Agar to'g'ri chiziq biror proyeksiyalar tekisligiga tegishli bo'lsa, bu to'g'ri chiziqning bir proyeksiyasi bevosita to'g'ri chiziqning o'ziga, qolgan ikki proyeksiyasi esa koordinatalar o'qiga proyeksiyalanadi. Masalan, $CD(C'D', C''D'')$ to'g'ri chiziq frontal proyeksiyalar tekisligi V ga tegishli bo'lgani uchun (2.3.9,b- rasm), uning $C''D''$ frontal proyeksiyasi mazkur to'g'ri chiziqqa, gorizontal $C'D'$ proyeksiyasi OX o'qiga, profil $C''D''$ proyeksiyasi esa OZ o'qiga proyeksiyalanadi. Shuningdek, 3.3.9,a-rasmda H tekislikka tegishli $AB(A'B', A''B'')$ va 3.3.9,c-rasmda esa W tekislikka tegishli $EF(E'F', E''F'')$ to'g'ri chiziqlar proyeksiyalarining joylashishi ko'rsatilgan.



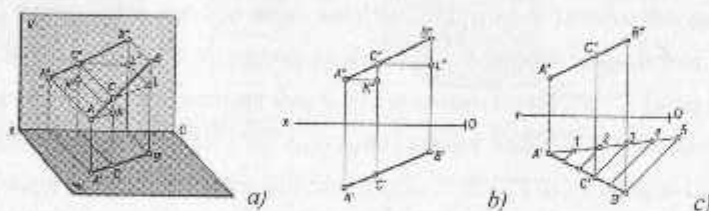
3.3.9-rasm

3.3.10-rasm

To'g'ri chiziq koordinata o'qlariga tegishli bo'lsa, uning ikki proyeksiyasi shu o'qning o'ziga proyeksiyalanadi, bir proyeksiyasi esa koordinata boshi O ga nuqta bo'lib proyeksiyalanadi. Masalan, $t \in OX$ to'g'ri chiziqning t' gorizontal t''

frontal proyeksiyalari OX o'qida, uning ϵ''' profil proyeksiyasi esa koordinata boshi O ga proyeksiyalanadi (3.3.10-rasm).

To'g'ri chiziq kesmasini berilgan nisbatda bo'lish. Parallel proyeksiyalashning xossasiga asosan biror nuqta fazodagi to'g'ri chiziq kesmasini qanday nisbatda bo'lsa, uning bir nomli proyeksiyalari to'g'ri chiziq kesmasining proyeksiyalarini ham shunday nisbatlarga bo'ladi. 3.3.11,a,b-rasmlarda berilgan chizmaga asosan C nuqta AB kesmani $AC:CB$ nisbatda bo'lgan deb qabul qilinsin. Yuqoridagi xossaga binoan, C nuqtani proyeksiyalari AB kesmaning proyeksiyalarini xuddi shunday nisbatlarda bo'ladi, ya'ni $AC:CB=A'C':C'B'=A''C'':C''B''$. To'g'ri chiziqqa tegishli nuqtaning bunday xususiyatidan foydalanib, har qanday to'g'ri chiziq kesmasini ixtiyoriy nisbatda proporsional bo'laklarga bo'lish mumkin.



3.3.11-rasm

Masalan 3.3.11,c-rasmda berilgan $AB(A'B', A''B'')$ to'g'ri chiziq kesmasini teng 5 bo'lakka bo'lish uchun kesmaning ixtiyoriy, masalan, gorizontaal proyeksiyasining A' uchidan ixtiyoriy burchakda yordamchi a to'g'ri chiziq o'tkaziladi. Bu to'g'ri chiziqqa ixtiyoriy o'lchamli teng kesmalar besh marta qo'yib chiqiladi. So'ngra 5 va B' nuqtalarni o'zaro tutashtirilib, 4, 3, 2 va 1 nuqtalardan $5B'$ chiziqqa parallel chiziqlar o'tkaziladi. Natijada, $A'B'$ kesma 5 ta teng bo'lakka bo'linadi. To'g'ri chiziq kesmasining gorizontaal $A'B'$ proyeksiyasidagi bu nuqtalardan foydalanib kesmaning $A''B''$ frontal proyeksiyasini proyeksiya-

bog'lanish chiziqlari yordamida teng 5 bo'lakka bo'lish qiyin emas, C nuqta AB to'g'ri chiziq kesmasini $AC:CB=3:2$ nisbatda bo'ladi.

3.4-§. To'g'ri chiziqning izlari va kesmasining haqiqiy uzunligini aniqlash.

Ta'rif. To'g'ri chiziqning proyeksiyalar tekisliklari bilan kesishish nuqtalari to'g'ri chiziqning izlari deyiladi. Umumiy vaziyatdagi to'g'ri chiziq hamma proyeksiyalar tekisliklarini kesib o'tadi. Biror a to'g'ri chiziqning gorizontaal proyeksiyalar tekisligi bilan kesishgan nuqtasi uning gorizontaal izi, frontal proyeksiyalar tekisligi bilan kesishgan nuqtasi frontal izi deyiladi. Shuningdek, to'g'ri chiziqning profil proyeksiyalar tekisligi bilan kesishgan nuqtasi uning profil izi deyiladi:

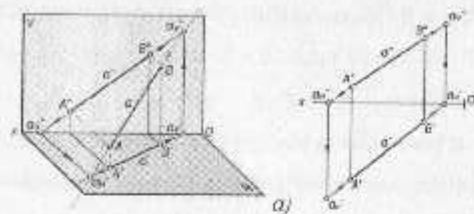
$$a \cap H = a_H, a \cap V = a_V \text{ va } a \cap W = a_W.$$

3.4.1,a-rasmda, a to'g'ri chiziq izlarini yasashning fazoviy modeli ko'rsatilgan. To'g'ri chiziqning gorizontaal izini proyeksiyalarini chizmada aniqlash uchun quyidagi yasash algoritmlari bajariladi (3.4.1-rasm):

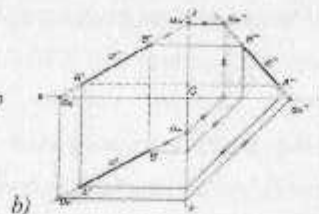
- To'g'ri chiziqni frontal a'' proyeksiyasining Ox o'qi bilan kesishish nuqtasi $a''_H = a'' \cap OX$ topiladi;
- a''_H nuqtadan OX o'qiga perpendikulyar o'tkaziladi;
- To'g'ri chiziqning gorizontaal proyeksiyasi a' bilan perpendikulyarning kesishish nuqtasi to'g'ri chiziq gorizontaal izining gorizontaal proyeksiyasi $a'_H = a_H$ bo'ladi.

To'g'ri chiziq frontal izining proyeksiyalarini chizmada aniqlash uchun:

- To'g'ri chiziq gorizontaal a' proyeksiyasining OX o'qi bilan kesishish nuqtasi $a'_V = a' \cap OX$ topiladi;
- Bu nuqtadan OX o'qiga perpendikulyar o'tkaziladi;
- To'g'ri chiziqning frontal proyeksiyasi a'' bilan perpendikulyarning kesishish nuqtasi uning frontal izining frontal proyeksiyasi $a''_V = a''_V$ bo'ladi.



3.4.1-rasm



3.4.2-rasm

To'g'ri chiziqlarning profil izini yasash uchun:

- Uning frontal proyeksiyasini OZ o'qi bilan kesishguncha davom ettiriladi.
- Hosil bo'lgan a''_w nuqtadan OZ ga perpendikulyar chiqariladi.
- To'g'ri chiziqlarning profil proyeksiyasi bu perpendikulyar bilan kesishguncha davom ettiriladi va $a''_w = a''_p$ aniqlanadi yoki to'g'ri chiziqlarning a' gorizontaal proyeksiyasi OF o'qi bilan kesishguncha davom ettiriladi.
- Hosil bo'lgan nuqtadan y o'qiga perpendikulyar chiqariladi.
- Uni a''_w dan OZ ga chiqarilgan perpendikulyar bilan kesishish nuqtasi a to'g'ri chiziqlarning profil izining profil proyeksiyasi bo'ladi.

3.4.2 rasmdagi a''_w a''_p nuqtalar a to'g'ri chiziqlarning profil izining gorizontaal va frontal proyeksiyalari bo'ladi. a''_w nuqta a to'g'ri chiziqlarning profil izining profil proyeksiyasidir.

Umumiy vaziyatdagi to'g'ri chiziqlarning haqiqiy uzunligini va proyeksiyalar tekisliklari bilan hosil qilgan burchaklarini aniqlash. Umumiy vaziyatda joylashgan to'g'ri chiziqlarning proyeksiyalari orqali uning haqiqiy o'lchamini aniqlash va proyeksiyalar tekisliklari bilan hosil qilgan burchaklarini aniqlash masalasi amaliyotda ko'p uchraydi. AB to'g'ri chiziqlarning kesmasi hamda uning H , V va W tekisliklardagi proyeksiyalari berilgan bo'lsin (3.4.3, a rasm). Kesmaning A nuqtasidan $AE \parallel A'B'$ to'g'ri chiziqlarning o'tkaziladi va to'g'ri burchakli

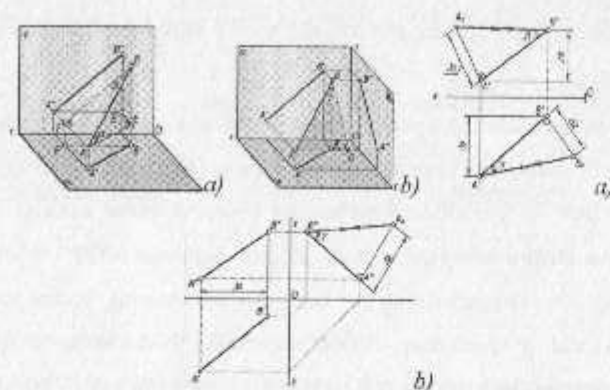
$\triangle ABE$ ni hosil qilinadi. Bunda $BE = BB' - AA'$ va $AA' = EB'$ bo'lgani uchun $BE = BB' - EB' = AB$ bo'ladi.

To'g'ri burchakli ABE uchburchakning AB gipotenuzasi AE katet bilan α burchak hosil qiladi. Bu burchak AB kesmaning H tekislik bilan hosil qilgan burchagi bo'ladi. To'g'ri chiziqlarning V proyeksiyalar tekisligi bilan hosil qilgan β burchagini aniqlash uchun to'g'ri burchakli ABF uchburchakdan foydalanamiz. Bu uchburchakning BF kateti AB kesmasining frontal proyeksiyasi $A''B''$ ga, ikkinchi AF kateti uning A va B uchlarning V tekislikdan uzoqliklarining ayirmasiga teng bo'ladi. Bunda $AF = AA'' - BB''$, bo'lib, $BB'' = FA''$ bo'lgani uchun $AF = AA'' - FA'' = AB$ bo'ladi.

To'g'ri burchakli ABF ning AB gipotenuzasi BF katet bilan hosil qilgan β burchak AB kesmaning V tekislik bilan hosil qilgan burchagi bo'ladi.

3.4.3, b rasmda AB kesmaning W tekislik bilan hosil qilgan γ burchagini aniqlash ko'rsatilgan. Bu burchakni aniqlash uchun to'g'ri burchakli $DABF$ dan foydalanamiz. Bu uchburchakning bir kateti AB kesmasining profil $A''B''$ proyeksiyasiga, ikkinchi AD kateti A va B uchlarning W tekislikdan uzoqliklari ayirmasiga teng bo'ladi. Bunda $AD = AA''' - BB'''$, bo'lib, $BB''' = DA'''$ bo'lgani uchun $AD = AA''' - DA''' = AB$ bo'ladi.

Chizmada kesmaning berilgan proyeksiyalari orqali uning haqiqiy uzunligi va proyeksiyalar tekisliklari bilan hosil qilgan burchaklarini aniqlash uchun yuqoridagi fazoviy model asosida to'g'ri burchakli uchburchaklar yasiladi. Shuning uchun bu usulni **to'g'ri burchakli uchburchak usuli** deb yuritiladi.



3.4.3-rasm

Masalan, AB kesmaning $A'B'$, $A''B''$ va $A'''B'''$ proyeksiyalarga asosan uning (3.4.5,a rasm) haqiqiy o'lchami va H bilan hosil qilgan α burchagini aniqlash uchun to'g'ri burchakli $A'B'_0$ uchburchak yasaladi. Bu uchburchakning bir kateti kesmaning gorizontal proyeksiyasiga, ikkinchi kateti esa kesmaning A va B uchlarning applikatalari ayirmasi Δz ga teng bo'ladi. Bu uchburchakning $A'B_0$ gipotenuzasi AB kesmaning haqiqiy o'lchami. $A'B_0 = AB$ bo'lib, $AB \wedge H = \angle B'A'B_0 = \alpha$ bo'ladi. Kesmaning V tekislik bilan hosil qilgan β burchagini aniqlash uchun to'g'ri burchakli $\Delta A''B''A_0$ ni yasaladi. Bu uchburchakning bir kateti kesmaning frontal $A''B''$ proyeksiyasiga, ikkinchi kateti esa AB kesma uchlari ordinatalari ayirmasi Δy ga teng bo'ladi. Hosil bo'lgan $B''A_0 = AB$ bo'lib, $AB \wedge V = \angle A''B''A_0 = \beta$ bo'ladi.

AB va W tekislik orasidagi burchagini aniqlashda to'g'ri burchakli $\Delta A'''B'''A_0$ ni yasaymiz (3.4.5,b-rasm). Uning bir kateti kesmaning profil $A'''B'''$ proyeksiyasi, ikkinchi kateti kesma uchlarning W tekislikdan uzoqliklarning absissalar ayirmasi Δx bo'ladi. Hosil bo'lgan $B'''A_0 = AB$ bo'lib, $AB \wedge W = \angle A'''B'''A_0 = \gamma$ teng bo'ladi.

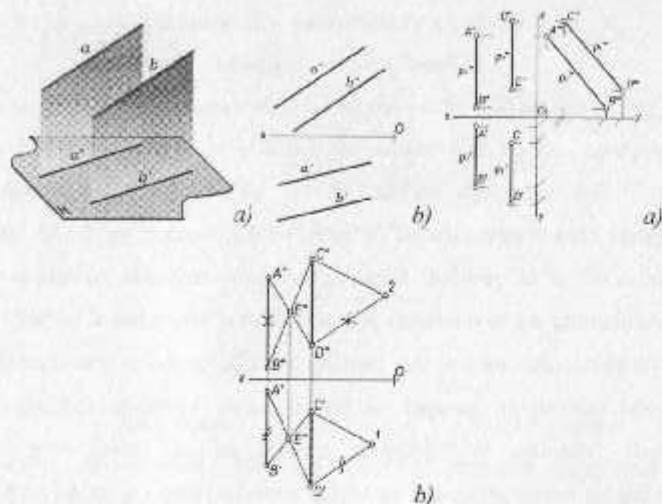
3.5-§. Ikki to'g'ri chiziqlarning o'zaro vaziyatlari.

Parallel to'g'ri chiziqlar

Ta'rif. Agar ikki to'g'ri chiziqlarning kesishuv nuqtasi bo'lmasa (yoki umumiy xosmas nuqtaga ega bo'lsa), ularni **parallel to'g'ri chiziqlar** deyiladi. Parallel proyeksiyalarning xossasiga asosan parallel to'g'ri chiziqlarning bir nomli proyeksiyalari ham o'zaro parallel bo'ladi (3.5.1,a,b-rasm), ya'ni $a'b'$ bo'lsa, u holda $a''b''$, $a'''b'''$ bo'ladi. Fazodagi umumiy vaziyatda joylashgan parallel to'g'ri chiziqlarning ikkita bir nomli proyeksiyalari o'zaro parallel bo'lsa, ularning uchinchi proyeksiyalari ham o'zaro parallel bo'ladi. Ammo to'g'ri chiziqlar biror proyeksiyalar tekisligiga parallel bo'lsa, u holda yuqorida keltirilgan shart bajarilmaydi. Masalan, W tekislikka parallel bo'lgan profil to'g'ri chiziq kesmalarining bir nomli gorizontal va frontal proyeksiyalari (p_1 va p_2) ning o'zaro parallel bo'lishi yyetarli bo'lmaydi (3.5.2,a-rasm). Bunday hollarda to'g'ri chiziqlarning profil proyeksiyalarini yasash zarur. Bunda $p_1''' \parallel p_2'''$ bo'lsa, bu to'g'ri chiziqlar o'zaro parallel bo'ladi. Agar $p_1''' \cap p_2'''$ bo'lsa, bu to'g'ri chiziqlar ayqash bo'ladi. Bu to'g'ri chiziqlarning o'zaro vaziyatini profil proyeksiyalaridan foydalanmasdan ham aniqlash mumkin. Bu uchun:

- to'g'ri chiziq kesmalarining bir nomli proyeksiyalarining nisbatlari tengligini aniqlaymiz. Kesmaning biror, masalan, D' , D'' nuqtasidan ixtiyoriy (o'tkir burchak ostida) parallel chiziqlar o'tkazib, $D'1 = A'B'$ va $D'2 = A''B''$ kesmalarni qo'yiladi (3.5.2,b,rasm). So'ngra 1 va 2 nuqtalarni C' va C'' bilan tutashtiramiz. Agar $C'1C''2$ bo'lsa, bu to'g'ri chiziqlar o'zaro parallel bo'ladi. Aks holda bu to'g'ri chiziqlar ayqash to'g'ri chiziqlar ekanligini isbotlanadi;

- to'g'ri chiziq kesmalarining bir nomli nuqtalarini o'zaro kesishadigan qilib to'g'ri chiziqlar bilan tutashtiramiz (3.5.2-b,rasm). Agar chiziqlarning kesishish nuqtasining E' va E'' proyeksiyalari bir bog'lovchi chiziqda bo'lsa, u holda CD va AB to'g'ri chiziqlar bir tekislikka tegishli va o'zaro parallel bo'ladi.



3.5.1-rasm

Kesishuvchi to'g'ri chiziqlar

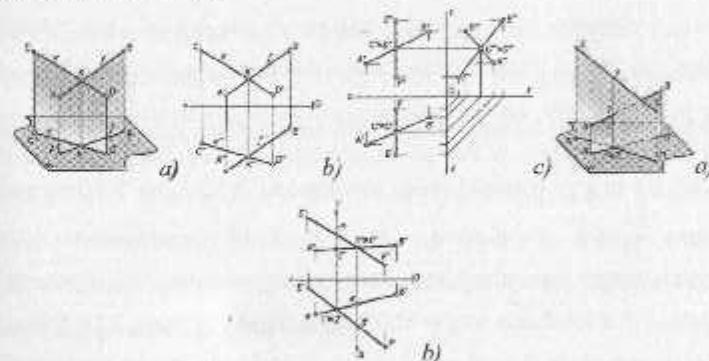
• **Ta'rif.** Agar ikki to'g'ri chiziq fazoda umumiy bir (xos) nuqtaga ega bo'lsa, ularni kesishuvchi to'g'ri chiziqlar deyiladi.

Fazodagi to'g'ri chiziqlar kesishish nuqtasining proyeksiyasi shu to'g'ri chiziqlar proyeksiyalarining kesishish nuqtasida bo'ladi (3.5.3-rasm). Kesishuvchi to'g'ri chiziqlarning bir nomli proyeksiyalari ham chizmada o'zaro kesishadi va kesishish nuqta proyeksiyalari bir proyeksion bog'lovchi chiziqda bo'ladi. Fazoda umumiy vaziyatda kesishuvchi to'g'ri chiziqlar berilgan bo'lsa, bu to'g'ri chiziqlarning faqat ikkita bir nomli proyeksiyalarining kesishishi kifoya qiladi. Agar kesishuvchi chiziqlarning biri proyeksiyalar tekisligining birortasiga parallel bo'lsa, u holda ularning ikkita bir nomli proyeksiyalarining o'zaro kesishuvi y yetarli bo'lmaydi. Masalan, AB va EF to'g'ri chiziq kesmalarining biri EF kesma W tekislikka parallel joylashgan (3.5.3,e-rasm). Bu chiziqlarning o'zaro vaziyatini

ularning profil proyeksiyalarini yasash bilan aniqlash mumkin. Agar kesishish nuqtasining proyeksiyalari bir bog'lovchi chiziqda joylashsa, bu to'g'ri chiziqlar o'zaro kesishadi, aks holda to'g'ri chiziqlar kesishmaydi.

Ayqash to'g'ri chiziqlar

Ta'rif. Ikki to'g'ri chiziq o'zaro parallel bo'lmasa yoki kesishmasa ular ayqash to'g'ri chiziqlar deyiladi. Ma'lumki, parallel va kesuvchi to'g'ri chiziqlar bitta tekislikka tegishli bo'ladi. Uchrashmas to'g'ri chiziqlar esa bir tekislikda yotmaydi (3.5.4,a,b-rasm). Uchrashmas to'g'ri chiziqlarning bir nomli proyeksiyalari chizmada o'zaro kesishsa ham, kesishish nuqtalari bir bog'lovchi chiziqqa tegishli bo'lmaydi.



3.5.3-rasm

3.5.4-rasm

3.5.4-rasmda $AB(A'B', A''B'')$ va $EF(E'F', E''F'')$ uchrashmas chiziqlar berilgan. Bu to'g'ri chiziqlar proyeksiyalarining $1' \equiv 2'$ va $3'' \equiv 4''$ kesishish nuqtalari fazoda bu to'g'ri chiziqlarning har biriga tegishli ikki nuqtaning proyeksiyalari bo'lmay, aksincha, $1 \in EF$, $2 \in AB$ va $3 \in EF$, $4 \in AB$ bo'ladi.

To'g'ri burchakning proyeksiyalanish xususiyatlari

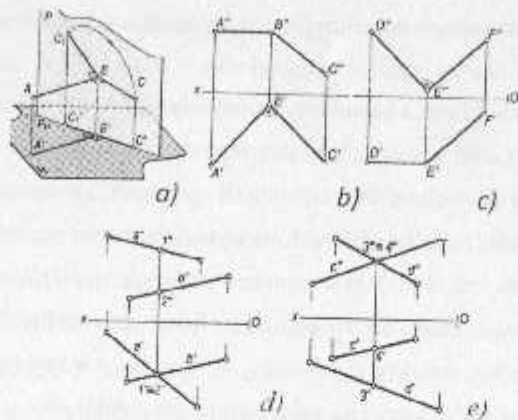
Teorema Agar to'g'ri burchakning bir tomoni tekislikka parallel bo'lib, ikkinchi tomoni bu tekislikka perpendikulyar bo'lmasa, mazkur to'g'ri burchak shu tekislikka haqiqiy kattalikda proyeksiyalanadi. Buni isbotlash uchun 3.5.5,a-rasmdan foydalanamiz. Shakldagi $\angle ABC=90^\circ$ ga teng va uning ikki tomoni H tekislikka parallel vaziyatda joylashgan deb faraz qilamiz. Bu vaziyatda uning gorizontali proyeksiyasining qiymati o'ziga teng bo'lib proyeksiyalanadi, ya'ni $\angle A'B'C'=90^\circ$ bo'ladi. To'g'ri burchakning BC tomonidan H tekislikka perpendikulyar qilib P tekislik o'tkazamiz. U holda $AB \perp P$ bo'lib, $HP=P_H$ hosil bo'ladi. Agar to'g'ri burchakning BC tomonini AB tomoni atrofida aylantirib, ixtiyoriy BC_1 vaziyatga keltirsak ham uning bu tomonining proyeksiyasi P_H bilan ustma-ust tushadi. Shunga ko'ra $\angle ABC_1=\angle A'B'C'=90^\circ$ bo'ladi. Demak: $\angle ABC=90^\circ$ bo'lib, $AB \parallel H$ va $BC \parallel H$ bo'lsa, $\angle A'B'C'=90^\circ$ bo'ladi. Chizmada $\angle ABC(AB \parallel H)$ va $\angle DEF(DE \parallel V)$ to'g'ri burchaklarning tasvirlanishi 3.5.5,b va 3.5.5,c-rasmlarda keltirilgan. To'g'ri burchakning proyeksiyalanish xususiyatidan chizma geometriyada metrik masalalarni yechishda keng foydalanadi. 3.5.5,d-rasmda $a(a', a'')$ va $b(b', b'')$ uchrashmas to'g'ri chiziqlar berilgan. Ularning 1 va 2 nuqtalari gorizontali proyeksiyada H ga nisbatan konkurent bo'lgani uchun ustma-ust tushadi. Nuqtalardan qaysi biri ko'rinishligini aniqlash uchun ularning gorizontali proyeksiyasidan proyeksiyalovchi chiziq o'tkazib, to'g'ri chiziqlarning frontal a'' va b'' proyeksiyalarida 1'' va 2'' nuqtalar belgilanadi va $z_1 > z_2$ ekanligi aniqlanadi. Natijada, a chiziqqa tegishli 1-nuqta kuzatuvchiga ko'rinadi, b chiziqqa tegishli 2-nuqta esa uning ostida bo'ladi. Demak, $a(a', a'')$ va $b(b', b'')$ to'g'ri chiziqlarga yuqoridan qaraganda a to'g'ri chiziq b to'g'ri chiziqqa nisbatan kuzatuvchiga yaqin joylashgan. 3.5.5,e-rasmda ham $c(c', c'')$ va $d(d', d'')$ chiziqlarni V ga nisbatan qaraganda $y_3 > y_2$ bo'lgani uchun 3-nuqta kuzatuvchiga ko'rinadi. Shuning uchun

$c(c', c'')$ va $d(d', d'')$ to'g'ri chiziqlarga oldidan qaraganimizda d to'g'ri chiziq c to'g'ri chiziqqa nisbatan kuzatuvchiga yaqinroq.

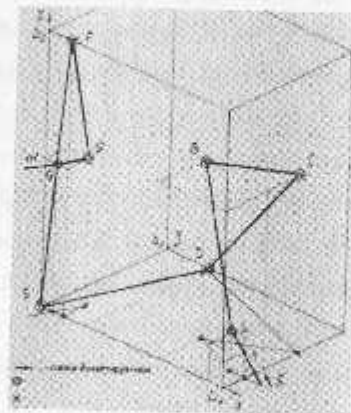
Mavzu bo'yicha geometrik modellashirishga oid material

To'g'ri chiziqning orthogonal proyeksiyalarini o'rganish oson bo'lishi va fazoviy tasavvurni rivojlantirish uchun turli vaziyatlardagi kesmalardan tashkil topgan siniq chiziq maketini (3.5.6-rasm) tayyorlab ulardan foydalanish qulay va samarali. Siniq chiziqni ikki va undan ortiq to'g'ri chiziqlarning kesishuv nuqtalari orasidagi kesmalar yig'indisidan iborat geometrik element sifatida qaraymiz. Masalan, m to'g'ri chiziqni S nur bo'ylab joylashgan nuqtalar to'plamidan hosil bo'ladi deyilsa, siniq chiziqni uni tashkil qiluvchi kesmalarning nurlaridan hosil bo'ladi deyish mumkin. Ammo uni yo'naltiruvchi S' - numing $A, B, \dots$ nuqtalarda $\omega, \omega, \dots$ burchak ostida sinishidan hosil bo'ladi deb qarasa, m' - siniq chiziqni geometrik ob'yeckt, masalan sanoat roboti ishchi organining harakat trayektoriyasi sifatida modellashirish qulay bo'ladi. S_1' sinish yo'nalishi Ψ_1 - sinish tekisligini hosil qilib, boshqa Ψ_2 sinish tekisligiga o'tganda d_2 - gabaritli fazoviy siniq chiziq hosil bo'ladi. Sinishlar kesishuvi G yopiq konturga ega. $AB, BC, \dots$ sniq chiziq zvenolari mos ravishda $L_1, L_2, \dots$ uzunliklarga ega. Bu parametrlarga tayanib siniq chiziqni modellashirish mumkin ¹⁹.

¹⁹ Jo'rayev T.X., Naimov S.T., Yodgerov O.T. Siniq chiziqlarni geometric modellashirish, "XXI asrda fan va texnologiyalarning rivojlanishi". Buxoro, 14-15 may 2009 y. BuxO'Ova YeSTI, II-rasm, 155-157 betlar.



3.5.5-rasm



3.5.6-rasm

II-MODUL. TEKIS SIRTLARNI MODELASHTIRISH

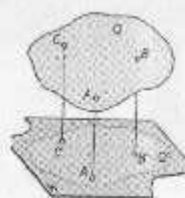
2. TEKISLIKLAR VA ULARNING BERILISHI

4.1-§. Tekislikning berilishi va uning izlarini yasash

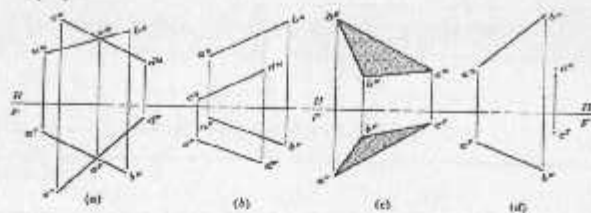
Tekislik birinchi tartibli sirt hisoblanadi. Chunki u birinchi darajali algebraik tenglama bilan ifodalanadi. Ortogonal proyeksiyalarda tekislikning fazodagi vaziyati uni berilishini ta'minlovchi elementlarning proyeksiyalari orqali aniqlanadi. Umumiy holda tekislikning fazoviy vaziyatini bir to'g'ri chiziqqa tegishli bo'lmagan uchta nuqta aniqlaydi. Haqiqatdan, 4.1.1-rasmdagi A, B va C nuqtalar fazoda biror Q tekislikning vaziyatini aniqlaydi. Bu nuqtalardan har birining fazoviy o'rni o'zgarishi bilan tekislikning vaziyati ham fazoda o'zgaradi. Uchta nuqtaning ikkitasi orqali hamma vaqt bir to'g'ri chiziq o'tkazish mumkin. Shuningdek, uchta nuqta yordamida ikki parallel va kesishuvchi chiziqlar o'tkazish yoki tekis geometrik shakl, (masalan, uchburchak) hosil qilish mumkin. Tekisliklar quyidagi hollar bilan beriladi²⁰:

- ikki kesishuvchi to'g'ri chiziq proyeksiyalari bilan (4.1.2-rasm,a);
- ikki parallel to'g'ri chiziq proyeksiyalari bilan (4.1.2-rasm,b);
- bir to'g'ri chiziqqa tegishli bo'lmagan uchta nuqtaning (yoki tekis geometrik shakl) proyeksiyalari bilan (4.1.2-rasm,c);
- to'g'ri chiziq va unga tegishli bo'lmagan nuqta proyeksiyalari bilan (4.1.2-rasm,d);

²⁰Hawk M.C. Theory and problems of Descriptive Geometry. USA. New York. McGraw Hill Book Comp. 1962. 29-b.



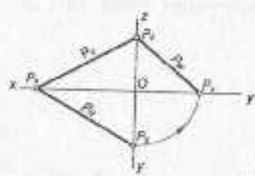
4.1.1-rasm



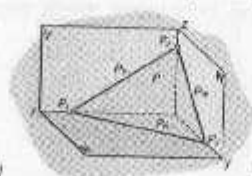
4.1.2-rasm

Shuningdek, tekislik proyeksiyalar tekisliklari bilan kesishish chiziqlari orqali berilishi ham mumkin.

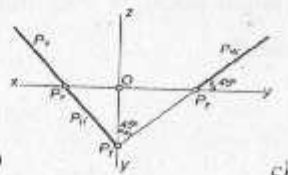
Ta'rif. Tekislikning proyeksiyalar tekisliklari bilan kesishgan chiziqlari tekislikning izlari deyiladi. P tekislikning H tekislik bilan kesishgan $P_H = P \cap H$ chizig'i uning gorizontali izi, V tekislik bilan kesishgan $P_V = P \cap V$ chizig'i frontal izi va W tekislik bilan kesishgan $P_W = P \cap W$ chizig'i **profil izi** deb ataladi. Tekislik shu tarzda berilsa, uni izlari bilan berilgan tekislik deb yuritiladi va $P(P_H, P_V, P_W)$ tarzida yoziladi. Tekislikni chizmada izlari bilan tasvirlash ancha qulay va afzaldir. Tekislikning Ox , Oy va Oz koordinata o'qlari bilan kesishgan nuqtalari P_x, P_y, P_z bilan belgilanadi, ya'ni $P_x = P \cap Ox$, $P_y = P \cap Oy$, $P_z = P \cap Oz$. Bu nuqtalar tekislikning ikkita izining kesishishidan hosil bo'ladi. Masalan 4.1.3-rasmda, P tekislik H, V va W proyeksiyalar tekisliklari bilan kesishgan P_H, P_V, P_W chiziqlar orqali berilishi ko'rsatilgan. Agar biror tekislik proyeksiyalar tekisliklari bilan bir xil og'ish burchak hosil qilsa, uning ikkita izi bir to'g'ri chiziqda yotadi. Uchinchi izi esa proyeksiyalarini o'qi bilan 45° burchak hosil qiladi (4.1.3,c-rasm).



a)



b)



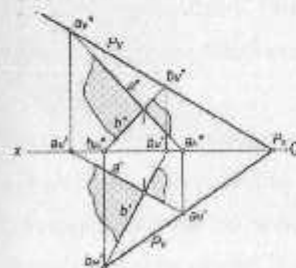
c)

4.1.3-rasm

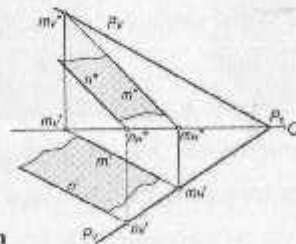
Tekislik qanday tarzda berilishidan qat'iy nazar, uning izlarini ortogonal proyeksiyalarda yasash mumkin. Har qanday geometrik shakllar orqali berilgan tekislikning izlarini yasash mazkur tekislikka tegishli bo'lgan to'g'ri chiziqlar izlarini yasash bilan bajariladi. Buning uchun to'g'ri chiziqning tekislikka tegishlilik xususiyatidan foydalaniladi.

4.1.4-rasmda $a \cap b$ kesuvchi chiziqlar bilan berilgan tekislikning gorizontali izini yasash uchun to'g'ri chiziqlar gorizontali izlarining a'_H, a''_H va b'_H, b''_H proyeksiyalarini topamiz. Agar to'g'ri chiziqlarning gorizontali izlarining gorizontali a'_H va b'_H proyeksiyalarini o'zaro tutashtirsak, tekislikning P_H gorizontali izini hosil qilamiz. Xuddi shu tarzda tekislikning P_V frontal izini yasash uchun kesishuvchi to'g'ri chiziqlar frontal izlarining a'_V, a''_V va b'_V, b''_V proyeksiyalarini yasaymiz. So'ngra to'g'ri chiziqlarning frontal izlarining frontal a''_V va b''_V proyeksiyalarini tutashtirsak, tekislikning P_V frontal izini hosil qilamiz. Tekislikning P_H va P_V izlarining P_x kesishish nuqtasi Ox o'qida bo'lishi shart.

Ikki $m \parallel n$ parallel chiziqlar bilan berilgan tekislikning P_H va P_V izlari ham to'g'ri chiziqlarining izlarini yasash yo'li bilan aniqlanadi (4.1.5-rasm). Umuman, turli geometrik shakllar bilan berilgan tekisliklarning izlari mazkur shaklga tegishli bo'lgan ikki kesuvchi yoki parallel chiziqlarning izlarini yasash yo'li bilan aniqlanadi.



4.1.4-rasm



4.1.5-rasm

4.2-§. Tekisliklarning proyeksiyalar tekisliklariga nisbatan vaziyatlari

Tekislik fazoda proyeksiyalar tekisliklariga nisbatan umumiy va xususiy vaziyatlarda joylashishi mumkin.

Umumiy vaziyatdagi tekisliklar. Agar tekislik proyeksiyalar tekisliklarining birortasiga parallel yoki perpendikulyar bo'lmasa, uni *umumiy vaziyatdagi tekislik* deyiladi (4.1.3-rasm). Chizmada umumiy vaziyatdagi tekislikning izlari proyeksiyalar o'qlari bilan ixtiyoriy burchak hosil qiladi. Agar biror P tekislik proyeksiyalar tekisliklari bilan bir xil burchak hosil qilsa, uning P_H va P_V izlari Ox o'qi bilan bir xil burchak hosil qiladi.

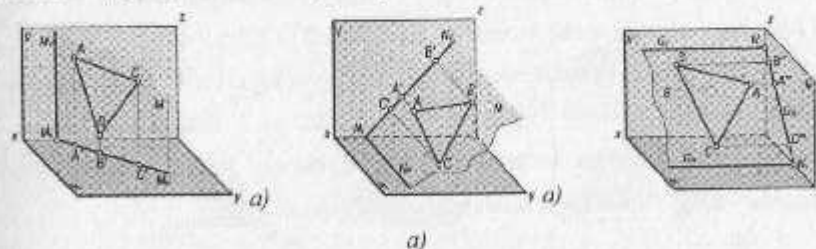
Xususiy vaziyatdagi tekisliklar. Agar tekislik proyeksiyalar tekisligining biriga perpendikulyar yoki parallel bo'lsa, uni *xususiy vaziyatdagi tekislik* deb ataladi. Proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar bo'lgan tekisliklar *proyeksiyalovchi tekisliklar* deyiladi.

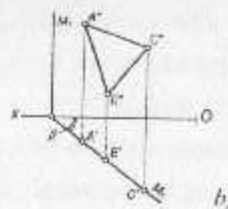
Ta'rif. *Gorizontal proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar tekislik gorizontal proyeksiyalovchi tekislik* deyiladi. Gorizontal proyeksiyalovchi $M(M_H, M_V)$ tekislikning M_V frontal izi Ox o'qiga perpendikulyar bo'ladi (4.2.1,a-rasm), M_H gorizontal izi esa Ox o'qiga nisbatan ixtiyoriy burchakda joylashgan bo'ladi. Bu tekislik gorizontal izi M_H va Ox o'q orasidagi β burchak, M va V tekisliklar orasidagi burchakning haqiqiy qiymatiga teng bo'ladi. Gorizontal proyeksiyalovchi tekislikka tegishli tekis geometrik shakllarning gorizontal proyeksiyalari to'g'ri chiziq bo'ladi va tekislikning gorizontal izi bilan ustma-ust tushadi (4.2.1,b-rasm).

Ta'rif. *Frontal proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar bo'lgan tekislik frontal proyeksiyalovchi tekislik* deyiladi. Frontal proyeksiyalovchi $N(N_H, N_V)$ tekislikning gorizontal N_H izi Ox o'qiga perpendikulyar bo'ladi (4.2.2,a-rasm), frontal N_V izi esa ixtiyoriy burchakda joylashgan bo'ladi. Frontal proyeksiyalovchi tekislikning frontal N_V izining Ox o'qi bilan hosil qilgan α burchagi N va H

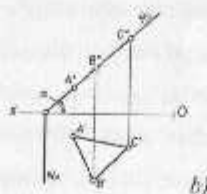
tekisliklar orasidagi burchakning haqiqiy qiymatiga teng. Frontal proyeksiyalovchi tekislikka tegishli bo'lgan tekis shakllarning frontal proyeksiyalari to'g'ri chiziq bo'ladi va tekislikning frontal izi bilan ustma-ust tushadi (4.2.2,b-rasm).

Ta'rif. *Profil proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar tekislik profil proyeksiyalovchi tekislik* deb ataladi. Bu tekislikning gorizontal G_H va frontal G_V izlari Ox o'qiga parallel bo'ladi (4.2.3,a-rasm). G profil proyeksiyalovchi tekislikning H va V tekisliklar bilan hosil qilgan α va β burchaklari 4.2.3,b-rasm rasmda ko'rsatilganidek haqiqiy kattalikda proyeksiyalanadi. Shuningdek, profil proyeksiyalovchi tekislik proyeksiyalar o'qi Ox dan ham o'tishi mumkin (4.2.4,a-rasm). U holda G tekislikning gorizontal G_H va frontal G_V izlari Ox o'qida bo'ladi va tekislikning fazoviy vaziyatini aniqlab bo'lmaydi. Shuning uchun bunday hollarda mazkur tekislikning profil izi yoki shu tekislikka tegishli bo'lgan biror $A(A', A'')$ nuqtaning ikki proyeksiyasi beriladi (4.2.4,b-rasm). Bu nuqtaning A''' proyeksiyasi orqali profil izni yasash mumkin (4.2.5-rasm). Proyeksiyalovchi tekislikning ikkita izini chizmada tasvirlash shart emas. Tekislikning bitta izi, aynan gorizontal proyeksiyalovchi tekislikning gorizontal izi M_H , frontal proyeksiyalovchi tekislikning frontal izi N_V , profil proyeksiyalovchi tekislikning profil izi G_H , orqali ham ularning vaziyatini aniqlash mumkin (4.2.6-rasm).

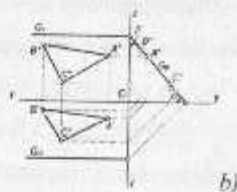




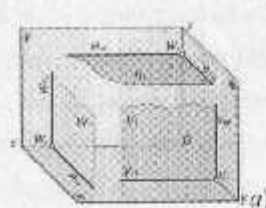
4.2.1-rasm



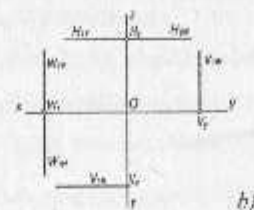
4.2.2-rasm



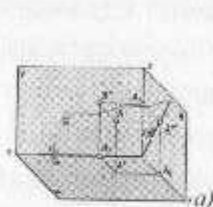
4.2.3-rasm



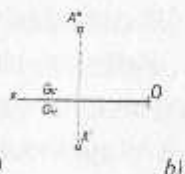
4.2.7-rasm



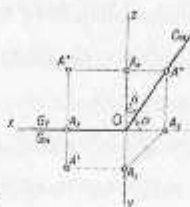
b)



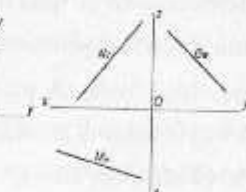
4.2.4-rasm



b)



4.2.5-rasm



4.2.6-rasm

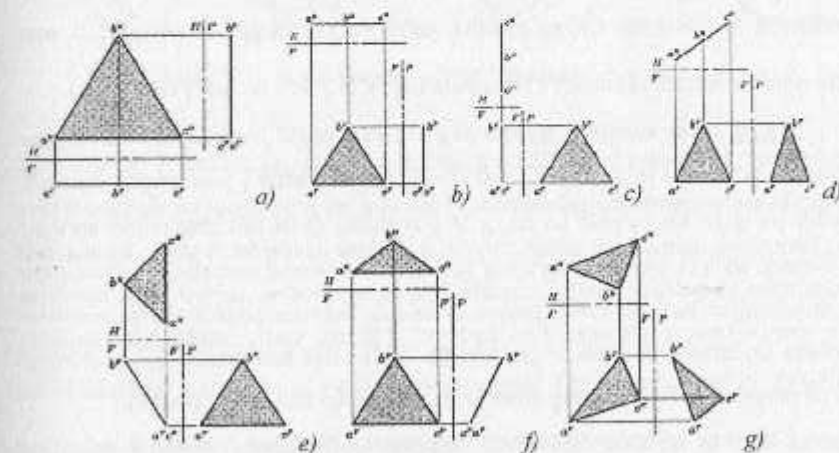
Ta'rif. *Gorizontal proyeksiyalar tekisligiga parallel tekislik gorizontal*

tekislik deyiladi. Bu tekislik bir vaqtda V va W tekisliklarga perpendikulyar bo'ladi. Tekislikning vaziyatini uning frontal $H_{V'}$ izi aniqlaydi (4.2.7.a, b-rasm).

Ta'rif. *Frontal proyeksiyalar tekisligiga parallel tekislik frontal tekislik* deyiladi. Bu tekislik bir vaqtda H va W tekisliklarga perpendikulyar bo'ladi.

Tekislikning vaziyatini uning frontal $V_{H'}$ izi aniqlaydi (4.2.7.a, b-rasm).

Ta'rif. *Profil proyeksiyalar tekisligiga parallel tekislik profil tekislik* deyiladi. Profil W_1 tekislik bir vaqtda H gorizontal va V frontal proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar bo'ladi. Tekislikning fazoviy vaziyatini uning W_{1H} gorizontal va W_{1V} frontal izlari aniqlaydi (4.2.7.a, b-rasm).



4.2.8-rasm.

²¹ Hawk M.C. Theory and problems of Descriptive Geometry. USA. New York. McGraw Hill Book Company. 1962. 10-b.

4.3-§. Tekislikning bosh chiziqlari

Tekislikning bosh chiziqlari. Tekislikning bosh chiziqlariga uning gorizontali, frontali va eng katta og'ish chiziqlari kiradi.

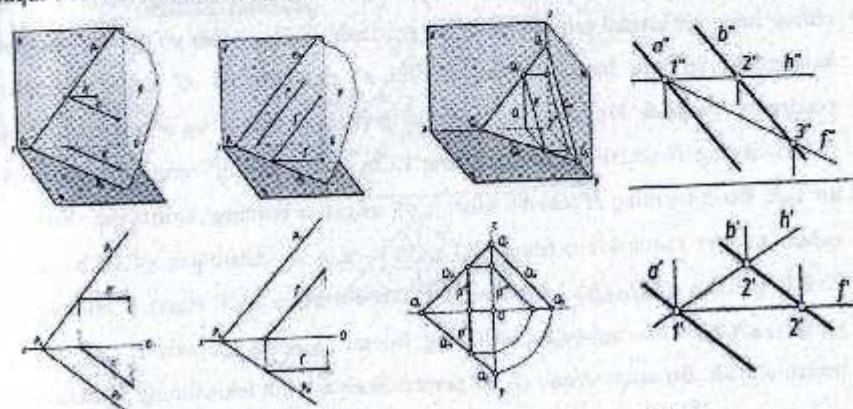
Ta'rif. Tekislikka tegishli to'g'ri chiziq h tekisligiga parallel bo'lsa, bu to'g'ri chiziq **tekislikning gorizontali** deyiladi. Bunda $h \in P$ hamda $h \parallel H$ bo'lsa, h P tekislikning gorizontali chizig'i bo'ladi. Chizmada tekislik gorizontalinining frontal proyeksiyasi OX ga parallel, ya'ni $h'' \parallel OX$ bo'ladi, tekislik gorizontalinining gorizontali proyeksiyasi esa tekislikning P_H iziga parallel, ya'ni $h' \parallel P_H$ bo'ladi (4.3.1-rasm).

Ta'rif. Tekislikka tegishli to'g'ri chiziq f tekisligiga parallel bo'lsa, bu to'g'ri chiziq **tekislikning frontali** deyiladi. Bunda $f \in P$ hamda $f \parallel V$ bo'lsa, f to'g'ri chiziq P tekislikning frontal chizig'i bo'ladi. Chizmada tekislik frontalining gorizontali proyeksiyasi OX ga parallel, ya'ni $f' \parallel OX$, tekislik frontalining frontal proyeksiyasi esa tekislikning P_H iziga parallel, ya'ni $f'' \parallel P_V$ bo'ladi (4.3.2-rasm).

Ta'rif. Agar tekislikka tegishli to'g'ri chiziq p profil proyeksiyalar tekisligiga parallel bo'lsa, bu to'g'ri chiziq **tekislikning profil chizig'i** yoki **profili** deyiladi. Bunda $p \in Q$ bo'lib va $p \parallel W$ bo'lsa, p to'g'ri chiziq Q tekislikning profili bo'ladi. Chizmada tekislik profil chizig'ining gorizontali va frontal proyeksiyasi Ox o'qiga perpendikulyar bo'ladi. Profil proyeksiyasi esa, proyeksiyalar o'qlariga nisbatan turlicha joylashuvi mumkin. Agar tekislik izlari bilan berilgan bo'lsa, profilning profil proyeksiyasi tekislikning profil iziga parallel bo'ladi (4.3.3, b-rasm).

Chizmada tekislikning cheksiz ko'p asosiy chiziqlarini o'tkazish mumkin. Tekislikning bir nomli bosh chiziqlari doimo o'zaro parallel bo'ladilar. Ammo proyeksiyalar tekisligidan talab qilingan masofada tekislikning faqat bitta bosh chizig'ini o'tkazish mumkin. 4.3.4-rasmda $a \cap b$ chiziqlar bilan berilgan

tekislikning h gorizontali va f frontallarini yasash tasvirlangan. Umuman, chizmada tekislikning cheksiz ko'p bosh chiziqlarini o'tkazish mumkin. Tekislikning bir nomli bosh chiziqlari (masalan, gorizontallari) hamma vaqt bir-biriga parallel bo'ladi. Ammo proyeksiyalar tekisligidan talab qilingan masofada tekislikning faqat bitta bosh chizig'ini o'tkazish mumkin.



4.3.1-rasm

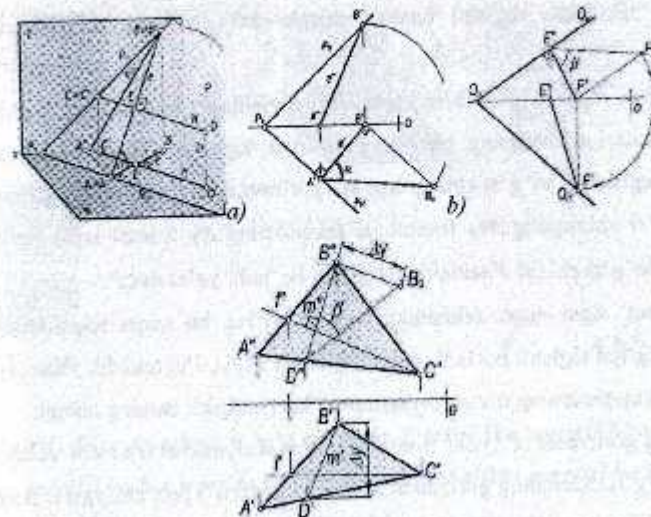
4.3.2-rasm.

4.3.3-rasm.

4.3.4-rasm

Ta'rif. Tekislikka tegishli va tekislikning bosh chiziqlaridan biri (gorizontali yoki frontali)ga perpendikulyar to'g'ri chiziq **tekislikning eng katta og'ma chizig'i** deb ataladi. Agar P tekislikka tegishli e to'g'ri chiziq tekislikning gorizontali ga perpendikulyar bo'lsa, u holda e to'g'ri chiziqni P tekislikning H tekislikka nisbatan **eng katta og'ma chizig'i** deyiladi. 4.3.5-rasmda P tekislikning H tekislikka eng katta og'ma chizig'i tasvirlangan. Bunda $h \subset P$, $h \parallel H$. To'g'ri burchakning proyeksiyalanish xususiyatidan: $\angle BED = 90^\circ$ va $ED \parallel H$ bo'lgani uchun $\angle B'ED' = 90^\circ$ bo'ladi. Tekislikning eng katta og'ma chizig'i orqali uning proyeksiyalar tekisligi bilan hosil qilgan ikki yoqli burchagi aniqlanadi (4.3.5, b-rasm). P tekislikning H tekislikka nisbatan eng katta og'ma chizig'i P va H

tekisliklar orasidagi $\angle B_0A'B'$ chiziqli burchakni ifodalaydi. Chunki $AB \perp P_H$ va $A'B' \perp P_H$ bo'lgani uchun bu ikki yoqli α burchakning qiymatini aniqlaydi. P ning H ga nisbatan eng katta og'ma chizig'ini yasash uchun P_H gorizonttal izida ixtiyoriy A nuqta tanlab olinadi. Bu nuqtadan $e \in P$ to'g'ri chiziqlarning gorizonttal proyeksiyasini $e' \perp P_H$ qilib, P tekislikning H tekislikka eng katta og'ma chizig'ining gorizonttal proyeksiyasini o'tkaziladi va Ox o'qida $e' \cap Ox = B'$ nuqtani aniqlanadi. So'ngra bu chiziqlarning frontal e'' proyeksiyasi A'' va B'' nuqtalar yordamida yasaladi. Hosil bo'lgan $e \in P$ to'g'ri chiziqlarning e' va e'' proyeksiyalari P tekislikning H tekislikka nisbatan eng katta og'ma chizig'ining proyeksiyalari bo'ladi. Bu chiziqlarning H tekislik bilan hosil qilgan α burchagi aniqlanadi. Buning uchun to'g'ri burchakli uchburchak $\Delta A'B'B_0$ dan foydalanilgan (4.3.5, b-rasm). Xuddi shunday $Q(Q_H, Q_V)$ tekislikning V tekislik bilan hosil etgan β burchagini yasash uchun (4.3.6-rasm) Q tekislikning frontal Q_V izida ixtiyoriy $E'' \in Q_V$ nuqta tanlab olinadi. Bu nuqta orqali Q_V ga perpendikulyar qilib tekislikning V tekislikka nisbatan eng katta og'ma chizig'ining frontal proyeksiyasi $E''F'' \perp Q_V$ o'tkaziladi va uning $E'F'$ gorizonttal proyeksiyasi yasaladi. Bu chiziqlarning V tekislik bilan hosil qilgan β burchagi to'g'ri burchakli $\Delta E''F''F_0$ orqali aniqlanadi. Bu burchak Q va V tekisliklar orasidagi ikki yoqli burchakning haqiqiy qiymatiga teng bo'ladi: $\beta = \angle Q^{\wedge} V$. 4.3.7-rasmda ΔABC ($\Delta A'B'C'$, $\Delta A''B''C''$) orqali berilgan tekislikning V tekislik bilan hosil qilgan burchagi aniqlangan. Buning uchun ABC tekislikning $f(f', f'')$ frontalini olamiz va unga perpendikulyar qilib berilgan tekislikning V tekislikka nisbatan eng katta og'ma chizig'i $m(m', m'')$ dan foydalanamiz.



4.3.5-rasm

4.3.6-rasm

4.3.7-rasm

4.4-§. To'g'ri chiziq va tekislikning o'zaro vaziyatlari

To'g'ri chiziq tekislikka tegishli ($a \subset P$) bo'lishi, u bilan kesishishi ($a \cap P$), unga parallel ($a \parallel P$) yoki perpendikulyar ($a \perp P$) bo'lishi mumkin. Tekislikka tegishli to'g'ri chiziq va nuqta. Quyidagi hollarda to'g'ri chiziq tekislikka tegishli bo'ladi: agar to'g'ri chiziqlarning ikki nuqtasi tekislikka tegishli bo'lsa, bu to'g'ri chiziq tekislikka tegishli bo'ladi. Masalan, a to'g'ri chiziqlarning A va B nuqtalari (4.4.1-rasm) Q tekislikka tegishli bo'lganligi uchun a to'g'ri chiziq Q tekislikka tegishli bo'ladi; agar m to'g'ri chiziqlarning bir nuqtasi tekislikka tegishli bo'lib, mazkur tekislikka tegishli yoki unga parallel biror to'g'ri chiziqqa parallel bo'lsa, bu to'g'ri chiziq tekislikka tegishli bo'ladi. Masalan, m to'g'ri chiziqlarning C nuqtasi Q tekislikka tegishli va bu to'g'ri chiziq mazkur tekislikka tegishli to'g'ri chiziqqa parallel bo'lsa, u holda m to'g'ri chiziq Q tekislikka tegishli bo'ladi. To'g'ri

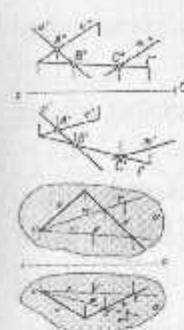
chiziqlarning tekislikka tegishli bo'lish shartlaridan quyidagi xulosalarga kelish mumkin:

1-xulosa. Agar to'g'ri chiziq tekislikka tegishli bo'lsa, bu to'g'ri chiziqlarning bir nomli izlari tekislikning bir nomli izlariga tegishli bo'ladi (4.4.2-rasm). P tekislikka tegishli m to'g'ri chiziqlarning M_H gorizantal izi tekislikning P_H gorizantal izida, to'g'ri chiziqlarning M_V frontal izi tekislikning P_V frontal izida joylashgan. Demak, m to'g'ri chiziq P tekislikka tegishli bo'ladi, ya'ni $m \subset P$.

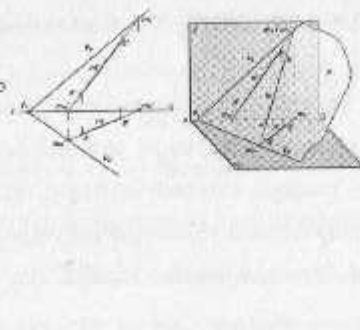
2-xulosa. Agar nuqta tekislikka tegishli bo'lsa, bu nuqta tekislikning biror to'g'ri chizig'iga tegishli bo'ladi. 4.4.3,a-rasmda $P(P_H, P_V)$ tekislik bilan $A(A', A'')$ va $B(B', B'')$ nuqtalarning o'zaro joylashuvini ko'rsatilgan. Buning uchun:

- nuqtaning gorizantal A' (yoki frontal A'') proyeksiyasidan o'tuvchi va tekislikka tegishli a to'g'ri chiziqlarning gorizantal a' (yoki frontal a'') proyeksiyasi o'tkaziladi.
- to'g'ri chiziqlarning frontal a'' (yoki gorizantal a') proyeksiyasi yasalanadi.
- A nuqtaning A' gorizantal va A'' frontal proyeksiyalari a to'g'ri chiziqlarning bir nomli a' va a'' proyeksiyalarida joylashgan uchun $A \in P$ bo'ladi.

Xuddi shu tartibda $P(P_H, P_V)$ tekislik bilan $B(B', B'')$ nuqtaning o'zaro vaziyatini tekshirganimizda $B' \in b'$ va $B'' \notin b''$ bo'lgani uchun $B \notin P$ bo'ladi. 4.4.3,b-rasmda a va b kesishuvchi chiziqlar orqali berilgan Q tekislik bilan E va F nuqtalarning o'zaro vaziyati m va n chiziqlar bilan aniqlangan. $E' \in n'$ va $E'' \in n''$ bo'lgani uchun $E \in Q$ bo'ladi. $F' \notin m'$ va $F'' \in m''$ bo'lgani uchun esa $F \notin Q$ bo'ladi.



4.4.1-rasm



4.4.2-rasm



4.4.3-rasm.

Ta'rif. Agar fazodagi m to'g'ri chiziq P tekislikka tegishli biror n to'g'ri chiziqqa parallel bo'lsa, u holda bu to'g'ri chiziq tekislikka parallel bo'ladi. Bunda $n \subset P$ bo'lib, $m \parallel n$ bo'lsa, $m \parallel P$ bo'ladi (4.4.4,a,b-rasm).

1-masala. $A(A', A'')$ nuqtadan $Q(Q_H, Q_V)$ tekislikka parallel to'g'ri chiziq o'tkazish talab qilinsin (4.4.5-rasm).

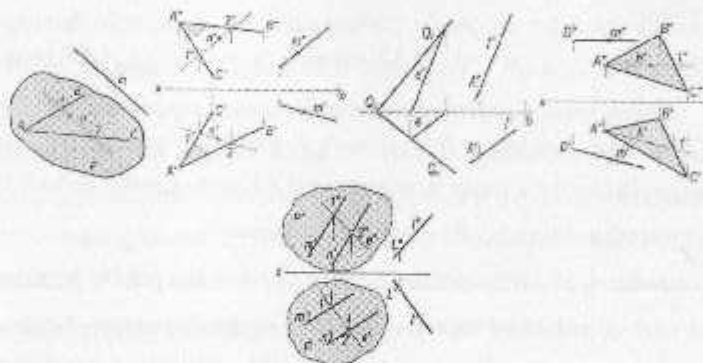
Yechish. A nuqtadan Q tekislikka parallel qilib cheksiz ko'p to'g'ri chiziqlar o'tkazish mumkin. Shunday to'g'ri chiziqlarning ixtiyoriy bittasini o'tkaziladi. Buning uchun Q tekislikka tegishli ixtiyoriy $ye(e', e'')$ to'g'ri chiziq tanlanadi. Bu to'g'ri chiziqlarning bir nomli proyeksiyalariga parallel qilib A nuqtaning A' va A'' proyeksiyalaridan izlangan to'g'ri chiziqlarning l' va l'' proyeksiyalarini o'tkaziladi, ya'ni $ye(e', ye'') \subset Q(Q', Q'')$ bo'lib, $l' \in A'$, $l'' \in A''$ bo'lganda $l \parallel Q$ bo'ladi.

2-masala. $D(D', D'')$ nuqtadan $ABC(A'B'C', A''B''C'')$ tekisligi va gorizantal proyeksiyalar tekisligi H ga parallel m to'g'ri chiziq o'tkazilsin (4.4.6-rasm).

Yechish. $\triangle ABC$ tekisligida H ga parallel, qilib uning gorizontali $h(h', h'')$ to'g'ri chiziq o'tkaziladi. So'ngra D nuqtaning D' va D'' proyeksiyalaridan $m' \parallel h'$ va $m'' \parallel h''$ qilib izlangan to'g'ri chiziqlarning proyeksiyalari o'tkaziladi.

3-masala. $P (m | n)$ tekislik va $l (P', P'')$ to'g'ri chiziqlarning o'zaro vaziyati aniqlansin (4.4.7-rasm).

Yechish. To'g'ri chiziq va tekislikning o'zaro vaziyatini aniqlash uchun P tekislikda $e' \parallel l'$ qilib to'g'ri chiziqlarning gorizontal proyeksiyasini o'tkaziladi va uning frontal e'' proyeksiyasini yasaydi. Chizmada e'' to'g'ri chiziq l'' ga parallel bo'lmagani uchun l to'g'ri chiziq tekislikka parallel bo'lmaydi. l va P larni o'zaro parallelligini $l'' \parallel e''$ qilib o'tkazish bilan ham bajarish mumkin.



4.4.4-rasm.

4.4.5-rasm

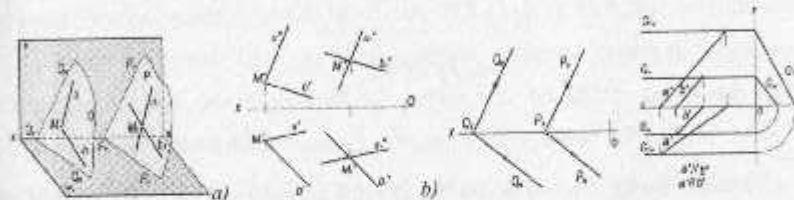
4.4.6-rasm

4.4.7-rasm

4.5.-§. Tekisliklarning o'zaro vaziyatlari

Ta'rif. Agar bir tekislikka tegishli o'zaro kesishuvchi ikki to'g'ri chiziqlar ikkinchi tekislikka tegishli o'zaro kesishuvchi ikki to'g'ri chiziqlarga mos ravishda parallel bo'lsa, bu tekisliklar ham o'zaro parallel bo'ladilar. Agar Q tekislikka tegishli $a \cap b$ kesishuvchi to'g'ri chiziqlar ikkinchi P tekislikka tegishli $a_1 \cap b_1$ kesishuvchi to'g'ri chiziqlarga mos ravishda o'zaro parallel bo'lsa, bu tekisliklar ham o'zaro parallel bo'ladi. Ya'ni $a \subset Q, b \subset Q$ bo'lib, $a \parallel b_1$ bo'lsa va $a_1 \subset P$ va $b_1 \subset P$ bo'lib $a_1 \cap b_1$ bo'lsa hamda $a \parallel a_1, b \parallel b_1$ bo'lganda $Q \parallel P$ bo'ladi (4.5.1-rasm). Agar fazodagi ikki tekislik bir-biriga parallel bo'lsa, chizmada bu tekisliklarning bir

nomli izlari ham o'zaro parallel bo'ladi, ya'ni: $Q \parallel P$ bo'lsa $Q_H \parallel P_H, Q_V \parallel P_V$ va $Q_W \parallel P_W$ bo'ladi (4.5.2-rasm). Chizmada profil proyeksiyalovchi tekisliklar uchun ularning gorizontal va frontal izlari parallel bo'lishi yyyetarli bo'lmaydi. Masalan, 4.5.3-rasmida berilgan G va G_1 tekisliklarda $G_H \parallel G_{1H}$ va $G_V \parallel G_{1V}$ bo'lib, $G_W \nparallel G_{1W}$ bo'lgani uchun $G \nparallel G_1$ bo'ladi. Bu tekisliklarning o'zaro vaziyatini tekisliklarga tegishli a va b to'g'ri chiziqlar yordami bilan ham aniqlash mumkin, bunda $a \subset G_1$ va $b \subset G$ bo'lgan holda $a'' \parallel b''$ bo'lsa, $a' \nparallel b'$ bo'lgani uchun $a \nparallel b$ va $G \nparallel G_1$ bo'ladi.



4.5.1-rasm

4.5.2-rasm

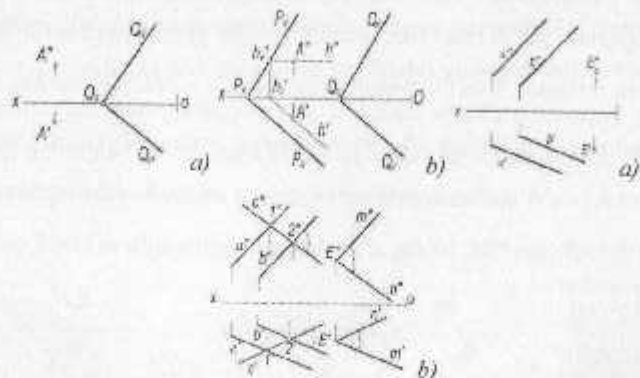
4.5.3-rasm

Fazodagi ixtiyoriy nuqta orqali berilgan tekislikka faqat bitta parallel tekislik o'tkazish mumkin.

1-masala. $A (A', A'')$ nuqtadan $Q (Q_H, Q_V)$ tekislikka parallel $P (P_H, P_V)$ tekislik o'tkazish talab qilinsin (4.5.4.a-rasm).

Yechish. Tekisliklarning parallellik xususiyatlariga ko'ra P tekislikning izlari $P_H \parallel Q_H$ va $P_V \parallel Q_V$ bo'lishi shart. Misolni Yechish uchun to'g'ri chiziq va tekislikning parallellik shartlaridan foydalanib, A nuqtaning A' va A'' proyeksiyalaridan Q tekislikka parallel qilib ixtiyoriy to'g'ri chiziq, jumladan $h (h', h'')$ gorizontal o'tkaziladi (4.5.4.b-rasm). Bu gorizontalning frontal izi h''_F yasaylib, undan izlangan P tekislikning P_V izini berilgan tekislikning Q_V iziga parallel qilib o'tkaziladi. So'ngra $P_V \cap OX = P_X$ nuqtasidan Q tekislikning Q_H iziga parallel qilib izlangan tekislikning P_H izi o'tkaziladi.

2-masala. $E(E', E'')$ nuqtadan $a(a', a'')$ va $b(b', b'')$ parallel chiziqlar bilan berilgan tekislikka parallel tekislik o'tkazish talab qilinsin (4.5.5,a-rasm).



4.5.4-rasm

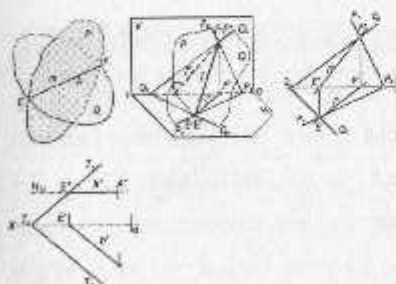
4.5.5-rasm

Yechish. Berilgan $(a||b)$ tekislikka tegishli ixtiyoriy $c(c', c'')$ to'g'ri chiziqni o'tkazib, so'ngra E nuqtaning E' va E'' proyeksiyalaridan a va s chiziqlar proyeksiyalariga mos ravishda parallel qilib o'tkazilgan $m'c'n'$, $m''c'n''$ kesishuvchi chiziqlar proyeksiyalari izlangan tekislik proyeksiyasi bo'ladi.

Tekislikka tegishli bo'lmagan nuqtadan mazkur tekislikka parallel bo'lgan cheksiz ko'p to'g'ri chiziqlar o'tkazish mumkin. Bunday to'g'ri chiziqlar to'plami berilgan tekislikka parallel bo'lgan tekislikni ifodalaydi.

Ta'rif. Agar ikki tekislik umumiy umumiy to'g'ri chiziqqa ega bo'lsa, bu tekisliklar o'zaro kesishuvchi tekisliklar deyiladi. Ikki P va Q tekisliklar m to'g'ri chiziq bo'yicha kesishadi, ya'ni $Q \cap P = m$. Demak tekisliklarning o'zaro kesishish chizig'ini yasash uchun har ikkala tekislikka tegishli bo'lgan ikki E va F umumiy nuqtalarini aniqlash kifoya qiladi (4.5.6-rasm). 4.5.7,a,b-rasmda P va Q kesishuvchi tekisliklar berilgan. Tasvirdan yaqqol ko'rinib turibdiki, bu tekisliklarga umumiy bo'lgan E va F nuqtalar tekisliklarning bir nomli izlarining kesishish nuqtalari bo'ladi: $E = Q_H \cap P_H$ va $F = Q_V \cap P_V$. Bu nuqtalar o'zaro

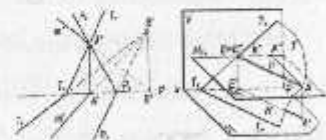
tutashtirilsa Q va P tekisliklarning I kesishuv chizig'i hosil bo'ladi: $I = Q \cap P$. Chizmada (4.5.7,b-rasm) bu tekisliklarning kesishish chizig'ining proyeksiyalarini yasash uchun tekisliklarning bir nomli izlarining kesishish E va F nuqtalarining E', E'' va F', F'' proyeksiyalari aniqlanadi va nuqtalarning bir nomli proyeksiyalari o'zaro tutashtiriladi. Natijada, hosil bo'lgan I' va I'' to'g'ri chiziqlar Q va P tekisliklarning kesishish chizig'ining proyeksiyalari bo'ladi. Agar tekisliklarning izlari birinchi oktantda kesishmasa u holda bir nomli izlarini davom ettirib ularning kesishuv nuqtasini boshqa oktantda topish bilan kesishuv chizig'i nuqtalarining proyeksiyalarini yasash mumkin. Masalan, $T(T_H, T_V)$ va $P(P_H, P_V)$ tekisliklarning (4.5.8-rasm) gorizontall izlari T_H va P_H ikkinchi oktantda kesishadi. Kesishuvchi tekisliklarning biri gorizontall tekislik bo'lsa, bu tekisliklar gorizontall chiziq bo'yicha kesishadi. 4.5.9,a,b-rasmda umumiy vaziyatdagi T tekislik bilan H_1 gorizontall tekislikning kesishish chizig'i h gorizontall bo'ladi. Haqiqatdan, H_1 gorizontall tekislikning har bir nuqtasi H tekislikdan baravar uzoqlikda joylashgani uchun, tekisliklarning kesishuvchi chizig'i $h||H$ bo'ladi. Agar umumiy vaziyatdagi tekislik frontal tekislik bilan kesishgan bo'lsa, bu tekisliklar frontal bo'yicha kesishadi.



4.5.6-rasm

a) b)

4.5.7-rasm



4.5.8-rasm

a) b)

4.5.9-rasm

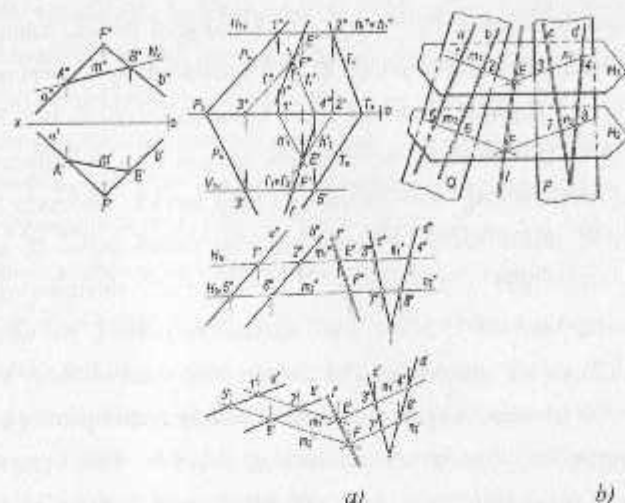
Ammo kesishuvchi tekisliklarning biri proyeksiyalovchi tekislik bo'lsa, proyeksiyalovchi tekislikning xossasiga muvofiq, ularning kesishish chizig'ining proyeksiyalaridan biri proyeksiyalovchi tekislikning izida bo'ladi (4.5.10-rasm).

Kesishuvchi tekisliklarning bir nomli izlari chizma chegarasida kesishmasa, ularning kesishish chizig'ini yordamchi tekisliklar vositasida aniqlash mumkin. Umumiy vaziyatdagi $P(P_H, P_V)$ va $T(T_H, T_V)$ tekisliklarning kesishish chizig'ini yasash uchun H_1 gorizontal va V_1 frontal tekisliklardan foydalaniladi (4.5.11-rasm). H_1 gorizontal tekislikning frontal izini $H_{1V} \parallel H$ qilib o'tkaziladi. Bu tekislik P tekislikni $h_1(h_1', h_1'')$, T tekislikni $h_2(h_2', h_2'')$ gorizontallar bo'yicha kesadi. Bu gorizontallarning kesishgan $E(E', E'')$ nuqtasi $E' = h_1' \cap h_2'$ va $E'' = h_1'' \cap h_2''$ P va T tekisliklarning kesishish chizig'ining umumiy nuqtalaridan biri bo'ladi. Frontal tekislikni $V_{1H} \parallel V$ qilib o'tkaziladi. Bu tekislik P va T tekisliklarni $f_1(f_1', f_1'')$ va $f_2(f_2', f_2'')$ frontallar bo'yicha kesadi. Bu frontallarning kesishish $F(F', F'')$ nuqtasi P va T tekisliklarning kesishish chizig'ining umumiy nuqtalaridan ikkinchisi bo'ladi: $F' = f_1' \cap f_2'$ va $F'' = f_1'' \cap f_2''$ bo'ladi. Natijada, E va F nuqtalarning E', F' va E'', F'' proyeksiyalarini o'zaro tutashtirsa P va T tekisliklarning l kesishish chizig'ining l' va l'' proyeksiyalari hosil bo'ladi.

4.5.12.a,b-rasmdagi umumiy vaziyatdagi $a \parallel b$ va $c \cap d$ chiziqlar bilan berilgan Q va P tekisliklarning kesishish chizig'ini yasash uchun gorizontal H_1 va H_2 tekisliklar o'tkazilgan. Dastlab H_1 tekislikning Q va P tekisliklar bilan kesishish chiziqlarini aniqlash uchun tekisliklarni a, b va c, d chiziqlarini 1,2 va 3,4 nuqtalarda kesganligi belgilanadi. Bu nuqtalarni o'zaro tutashtirganda, m_1 va n_1 chiziqlar hosil bo'ladi, ya'ni: $H_1 \cap Q = m_1$ va $H_1 \cap P = n_1$ bo'ladi. m_1 va n_1 to'g'ri chiziqlarning kesishish nuqtasi $E = m_1 \cap n_1$ Q va P tekisliklarga umumiy bo'lgan birinchi nuqtadir.

Xuddi shu tartibda Q va P tekisliklarning H_2 gorizontal tekislik bilan kesishish chizig'ini aniqlanadi. Chizmada H_2 tekislik a, b va c, d chiziqlarni 5,6 va 7,8

nuqtalarda kesadi. Natijada: $H_2 \cap Q = m_2$ va $H_2 \cap P = n_2$ hosil bo'ladi. Rasmda $H_2 \parallel H_1$ bo'lgani uchun $m_2 \parallel m_1$ va $n_2 \parallel n_1$ bo'ladi. Q va P tekisliklarning ikkinchi umumiy F nuqtasi bo'lib u m_1 va n_1 chiziqlarning o'zaro kesishish nuqtasi bo'ladi: $F = m_1 \cap n_1$. Har ikkala P va Q tekisliklar uchun umumiy bo'lgan E va F nuqtalarni o'zaro tutashtirsa, tekisliklarning kesishish chizig'i hosil bo'ladi. Chizmada (4.5.12.b-rasm) Q va P tekisliklarning kesishish chizig'ini yasash uchun H_1 gorizontal tekislikning H_{1V} izini o'tkazib uni a'', b'' va c'', d'' chiziqlarning frontal proyeksiyalarini kesuvchi 1'', 2'' va 3'', 4'' nuqtalar belgilanadi. Bu nuqtalarning gorizontal 1', 2' va 3', 4' proyeksiyalarini aniqlab o'zaro tutashtiriladi. m_1' va n_1' chiziqlar Q va P tekisliklarning H_1 tekislik bilan kesishgan chiziqlarning gorizontal proyeksiyalari bo'ladi. Kesishuvchi chiziqlarning frontal m_1'' va n_1'' proyeksiyalari H_1 tekislikning H_{1V} izida bo'ladi. Hosil bo'lgan m_1' va n_1' chiziqlarning kesishgan E' nuqtasi Q va P tekisliklarining kesishuv chizig'iga tegishli E nuqtaning gorizontal proyeksiyasi $E' = m_1' \cap n_1'$ bo'ladi. Bu nuqtaning F'' frontal proyeksiyasi esa H_1 tekislikning H_{1V} izida bo'ladi: $E'' \in H_{1V}$. Xuddi shu tartibda Q va P tekisliklarning kesishish chizig'iga tegishli, ikkinchi F nuqtasining F' va F'' proyeksiyalarini H_2 gorizontal tekislikning H_{2V} izini H_{1V} ga parallel qilib o'tkazib aniqlanadi. Chizmada E', F' va E'', F'' proyeksiyalarni o'zaro tutashtiruvchi l' va l'' chiziqlar Q va P tekisliklar kesishish chizig'ining proyeksiyalari bo'ladi.



4.5.10-rasm

4.5.10-rasm

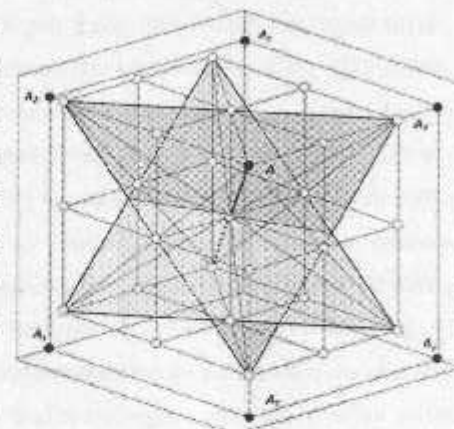
4.5.12-rasm

Mavzu bo'yicha geometrik modellashtirishga oid material

Tekislikning nuqta, to'g'ri chiziq va boshqa tekislik bilan o'zaro munosabatlarini aniqlash masalalari bo'yicha fazoviy tasavvurni rivojlantirish uchun orthogonal proyeksiyalash maketini (4.5.13-rasm) tayyorlab undan foydalanish samaralidir²². Ushbu maketda nafaqat fazodagi geometrik elementlarning tekislikdagi proyeksiyalari bilan bog'liqligini natural modellashtirish orqali amalga oshirish mumkin, balki tekislikning geometrik elementlar bilan o'zaro vaziyatlarini ham geometrik modellashtirish mumkin. Bunda sharchalar nuqta sifatida qaraladi. Ikki sharchani tutashtiruvchi sterjen to'g'ri chiziq, bir to'g'ri chiziqda yotmagan uchta sharchani tutashtiruvchi plastinkalar esa tekislik deb olinadi. Ushbu geometrik modellashtirish maketi yordamida nuqta, to'g'ri chiziq va tekisliklarning berilishi hamda orthogonal proyeksiyalariga doir masalalarni amalda bajarib

ko'rganda, fazodagi geometrik elementlar bilan ularning tekislikdagi proyeksiyalari orasida bog'lanish natural ko'rinishda amalga oshgani uchun, fazoviy tasavvurni rivojlantiradi hamda chizma geometriyaga oid mavzularni o'zlashtirish oson va samarali amalga oshiriladi.

Maket elementlari: sharcha, sterjen va plastinkalar o'lchamlari va miqdorini o'zgartirib ushbu maketning imkoniyatlarini yanada oshirish mumkin. Natijada bu maket yordamida turli murakkablikdagi metrik, pozitsion va konstruktiv masalalarni ham yechish imkoniyatiga ega bo'linadi.



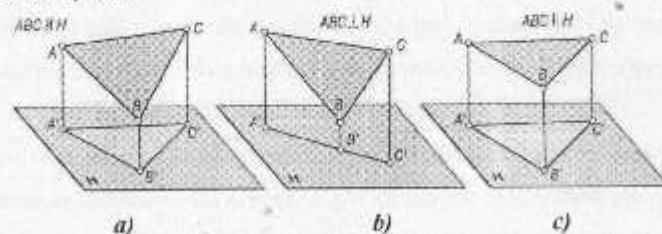
4.5.13-rasm

²² Jo'rayev T.X. "Геометрическое моделирование учебного процесса по курсу «Инженерная графика»". "Анализ факторов о'qitishning dolzarb aspektlari" Respublika IAA materiallari, Qashqad, 30-31 may 2007 y. QMI, 18-20 b.

3. EPYURNI QAYTA TUZISH USULLARI

5.1-§. Epyurni qayta tuzish usullari to'g'risida umumiy ma'lumotlar

Geometrik shaklning proyeksiyalardagi holatlari uning fazoda proyeksiyalar tekisliklariga nisbatan joylashuviga bog'liq. Umumiy vaziyatdagi geometrik shakllarning proyeksiyalari proyeksiyalar tekisliklariga qisqarib proyeksiyalanadi (5.1,a,b-rasm). Agar geometrik shaklning proyeksiyasi originaliga teng bo'lib proyeksiyalansa, bu shaklga oid metrik karakteristiklarni tomonlarining haqiqiy o'lshamlari, uchlaridagi burchaklarning qiymatlari va boshqa karakteristiklarni aniqlash mumkin (5.1,c-rasm). Demak, shunday xulosaga kelish mumkinki, agar geometrik shakl proyeksiyalar tekisliklariga nisbatan fazoda xususiy vaziyatda berilsa yoki umumiy vaziyatda berilgan geometrik shakl xususiy vaziyatga keltirilsa, bu bilan metrik va pozitsion masalalarni yechish mumkin. Shuning uchun ayrim hollarda umumiy vaziyatda berilgan geometrik shakllarning berilgan ikki proyeksiyasi asosida maqsadga muvofiq ravishda yangi xususiy vaziyatga keltirilgan proyeksiyalari tuziladi. Geometrik shaklning berilgan ortogonal proyeksiyalari asosida yangi proyeksiyalarini yasash *ortogonal proyeksiyalarni qayta tuzish* deyiladi.



5.1.-rasm.

Umumiy vaziyatda berilgan geometrik shakllarni xususiy vaziyatga keltirish asosan uch usulda bajariladi:

1. *Tekis-parallel harakatlantirish usuli*. Bunda umumiy vaziyatda berilgan geometrik shaklni fazoda harakatlantirilib, proyeksiyalar tekisligiga nisbatan xususiy vaziyatga keltiriladi;

2. *Proyeksiyalar tekisliklarini almashtirish usuli*. Bunda geometrik shaklning fazoviy vaziyati o'zgartirilmasdan proyeksiyalar tekisliklari sistemasini unga nisbatan xususiy vaziyatga kelguncha yangi proyeksiyalar tekisliklari bilan almashtiriladi.

3. *Aylantirish usuli*. Bunda proyeksiyalar tekisliklari o'z holatlarini o'zgartirmaydi, proyeksiyalanuvchi shakl esa ularga qulay holga kelguncha biror o'q atrofida aylantiriladi.

4. *Jipslashtirish usuli*. Bunda aylantirish o'qi proyeksiya tekislikligiga tegishli bo'lib u aylantirish usulining xususiy holi hisoblanadi.

Quyida bu usullarni alohida ko'rib chiqamiz.

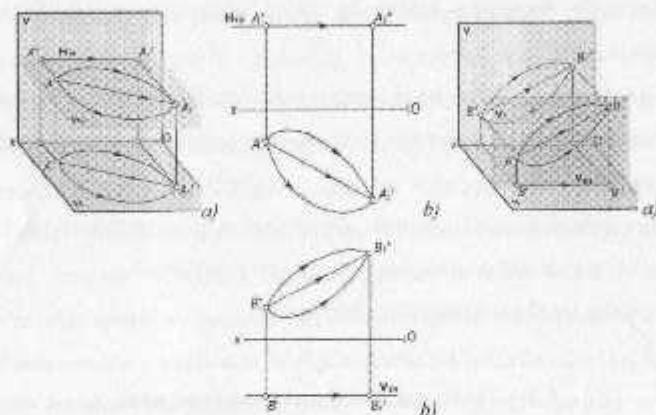
5.2-§. Tekis-parallel harakatlantirish usuli

Tekis-parallel harakatlantirish usulida geometrik shaklni proyeksiyalar tekisliklari sistemasiga nisbatan vaziyati maqsadga muvofiq ravishda o'zgartirish uchun uning barcha nuqtalarining ko'pyoqliklar trayektoriyalari bir-biriga parallel tekisliklarda harakatlantirish yo'li bilan bajariladi.

Harakatlantirish tekisliklarining vaziyati va geometrik shakl nuqtalari ko'pyoqliklar trayektoriyasining karakteriga qarab tekis-parallel harakatlantirish usuli *parallel harakatlantirish* va *aylantirish* usullariga bo'linadi.

Parallel harakatlantirish usuli. Bu usulda fazoda berilgan geometrik shaklning har bir nuqtasi proyeksiyalar tekisligiga parallel bo'lgan gorizontal yoki frontal tekisliklarda harakatlantiriladi. Shuning natijasida hosil bo'lgan yangi proyeksiyasi proyeksiyalar tekisligiga nisbatan vaziyati o'zgaradi. 5.2.1.a,b-rasmda A nuqta II_1 gorizontal tekislikda harakatlantirilib A_1 vaziyatga keltirilgan. Bunda A

nuqta A_1 vaziyatga qanday trayektoriya (to'g'ri yoki egri chiziqlar) bo'ylab harakatlantirilishidan qat'iy nazar, uning A'' frontal proyeksiyasi (A_1'' vaziyatga) tekislikning H_{1V} izi bo'yicha harakatlanadi. Shuningdek 5.2.2.a.b-rasmdagi B nuqta V_1 tekislikda B_1 vaziyatga har qanday trayektoriya bo'yicha harakatlantirilmasin, uning B' proyeksiyasi V_{1H} izi bo'yicha harakatlanib, B_1' vaziyatni egallaydi.



5.2.1-rasm.

5.2.2-rasm.

Yuqorida bayon etilganlardan quyidagi xulosaga kelish mumkin:

Fazoda nuqtani gorizontalar proyeksiyalar tekisligiga parallel tekislikda har qanday trayektoriya bo'yicha harakatlantirilsa ham, uning frontal proyeksiyasi OX o'qiga parallel to'g'ri chiziq bo'yicha harakatlanadi. Fazoda nuqtani frontal proyeksiyalar tekisligiga parallel tekislikda har qanday trayektoriya bo'yicha harakatlantirilsa ham, uning gorizontalar proyeksiyasi OX o'qiga parallel to'g'ri chiziq bo'yicha harakatlanadi.

Parallel harakatlantirish usulining bu xususiyatlaridan foydalanib ayrim masalalarning yeshilishini ko'rib chiqamiz.

1-masala. Umumiy vaziyatda berilgan AB kesmani V tekislikka parallel vaziyatga keltirilsin (5.2.3.a.b-rasm).

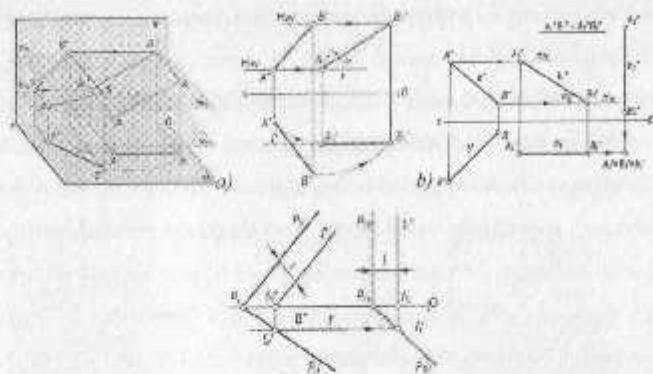
Yechish. $AB \parallel V$ bo'lishi uchun chizmada $A'B' \parallel OX$ bo'lishi kerak. Demak, bu misolni yechish uchun H tekislikda (5.2.3.a-rasm) ixtiyoriy A_1' nuqta tanlab, u orqali OX o'qiga parallel I' to'g'ri chiziq o'tkazamiz va unga $A_1'B_1' = A'B'$ kesmani o'lchab qo'yamiz. Kesmaning yangi frontal proyeksiyasini parallel harakatlantirish xususiyatiga muvofiq aniqlaymiz; kesmaning A'' va B'' proyeksiyalari mos ravishda H_{1V} va H_{2V} bo'yicha OX o'qiga parallel ravishda harakatlanadi va A_1'' , B_1'' vaziyatlarga keladi. Natijada, V tekislikka parallel $A_1B_1(A_1'B_1', A_1''B_1'')$ to'g'ri chiziq kesmasining proyeksiyalari hosil bo'ladi. Shuningdek, AB kesma V tekislikka parallel bo'lishi bilan birga uning haqiqiy o'lchami va H tekislik bilan tashkil etgan α burchagi aniqlanadi.

2-masala. Umumiy vaziyatdagi $AB(A'B', A''B'')$ kesma H tekislikka perpendikulyar vaziyatga keltirilsin (5.2.4-rasm).

Yechish. Dastlab AB kesmani harakatlantirib, V tekislikka parallel $A_1B_1(A_1'B_1', A_1''B_1'')$ vaziyatga keltiramiz. So'ngra ixtiyoriy B_2'' nuqta tanlab olamiz va bu nuqtadan $b_2'' \perp OX$ to'g'ri chiziq o'tkazamiz va unga $A_2''B_2'' = A_1''B_1''$ kesmani o'lchab qo'yamiz. Kesmaning gorizontalar proyeksiyasi b_1' chiziq bo'yicha harakatlanib, $A_2'' \equiv B_2'' \equiv b_2''$ bo'lib proyeksiyalanadi.

3-masala. Umumiy vaziyatda berilgan $P(P_H, P_V)$ tekislik H tekisligiga perpendikulyar vaziyatga keltirilsin (5.2.5-rasm).

Yechish. P tekislikning ixtiyoriy $f(f', f'')$ frontali o'tkaziladi. So'ngra OX o'qida ixtiyoriy nuqtadan $f_1'' \perp OX$ qilib o'tkazamiz va chizmada ko'rsatilgan ℓ masofada tekislikning frontal izi $P_{1V} \perp OX$ (yoki $P_{1V} \parallel f_1''$) qilib o'tkazamiz. Tekislikning P_{1H} gorizontalar izi P_{1V} va f_1' nuqtalardan o'tadi.



5.2.3-rasm.

5.2.4-rasm.

5.2.5-rasm.

5-masala. Umumiy vaziyatdagi $\triangle ABC$ ($\triangle A'B'C'$, $\triangle A''B''C''$) tekislikni H tekislikka parallel vaziyatga keltirilsin (5.2.6-rasm).

Yechish.

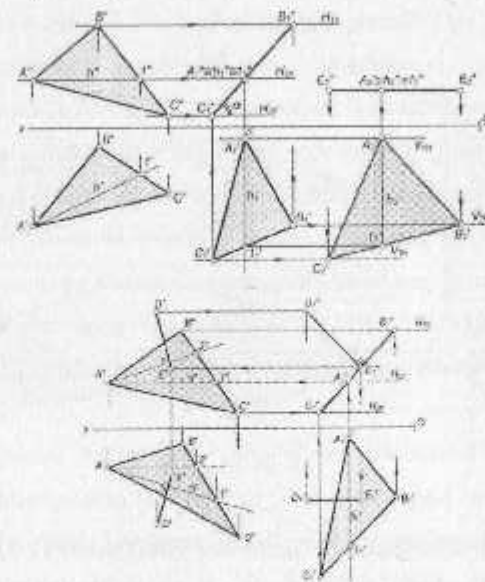
1. $\triangle ABC$ ni avval V tekislikka perpendikulyar vaziyatga keltiramiz. Buning uchun uchburchakning $h(h', h'')$ gorizontali o'tkazamiz. Chizmada ixtiyoriy A_1 nuqta tanlab, bu nuqtadan $h_1' \perp OX$ qilib $\triangle A_1'B_1'C_1' = \triangle A'B'C'$ yangi gorizontalar proyeksiyasini yasaymiz.

2. $\triangle ABC$ ning yangi vaziyati V tekislikka perpendikulyar bo'lgani uchun uning frontal proyeksiyasi $C_1'A_1'B_1''$ kesma tarzida proyeksiyalanadi.

3. Ixtiyoriy C_2'' nuqta tanlab, bu nuqtadan OX o'qiga parallel to'g'ri chiziq o'tkazamiz va unga $C_2'A_2'B_2'' = C_1'A_1'B_1''$ bo'lgan kesmani o'lchab qo'yamiz. Parallel harakatlantirishning qoidasiga muvofiq uchburchak gorizontalar proyeksiyasining A_2' , B_2' va C_2' nuqtalari mos ravishda V_{1N} , V_{2N} va V_{3N} frontal tekisliklarning izlari bo'yicha ko'pyoqliklaridan $\triangle A_2'B_2'C_2'$ hosil bo'ladi. Natijada, $\triangle A_2'B_2'C_2' H$ ga parallel bo'ladi va berilgan uchburchakning haqiqiy o'lshamiga teng bo'lgan proyeksiyasi hosil bo'ladi.

Chizmadagi α burchak $\triangle ABC$ ning H tekislik bilan hosil qilgan burchagini ko'rsatadi.

6-masala. $D(D', D'')$ nuqtadan $\triangle ABC$ ($\triangle A'B'C'$, $\triangle A''B''C''$) tekislikkasha bo'lgan masofa aniqlansin (5.2.7-rasm).



5.2.6-rasm.

5.2.7-rasm.

Yechish

1. $\triangle ABC$ ni parallel harakatlantirib, proyeksiyalar tekisliklarining biriga, masalan, V tekislikka perpendikulyar vaziyatga keltiramiz. Buning uchun mazkur uchburchakni $h(h', h'')$ gorizontali V tekislikka perpendikulyar vaziyatga keltirib, $A_1'1_1' = A_1'1_1''$ va $\triangle A_1'B_1'C_1' = \triangle A'B'C'$ qilib yasaladi. D' nuqtaning D_1' vaziyati ham planimetrik yasashlarga asosan yasaladi. Bunda uchburchakning yangi frontal proyeksiyasi $C_1'A_1'B_1''$ kesma tarzida proyeksiyalanadi. Parallel

harakatlantirishning qoidalariga asosan D nuqtaning yangi D_1 va D_2 proyeksiyalarini aniqlaymiz.

2. Masofaning haqiqiy o'lchami D_1 nuqtadan $C_1 A_1 B_1$ kesmaga tushirilgan $D_1 E_1$ perpendikulyar bilan o'lchanadi. Izlangan masofaning gorizontall proyeksiyasi $D_1 E_1$ esa OX o'qiga parallel bo'ladi.

3. Izlangan masofaning proyeksiyalarini tekislikning berilgan proyeksiyalarida yasash uchun D nuqtaning D' va D'' proyeksiyalaridan tekislikning $h(h', h'')$ gorizontall va $f(f', f'')$ frontaliga tushirilgan perpendikulyarlar proyeksiyalari bilan aniqlanadi. Parallel harakatlantirishning qoidasiga muvofiq E nuqtaning E' va E'' proyeksiyalarini ko'rsatilgan yo'nalish bo'yicha D' va D'' proyeksiyalardan tekislikka tushirilgan perpendikulyarning proyeksiyalarida topamiz.

7-masala. $CABD(C'A'B'D', C''A''B''D'')$ ikki yoqli burchakning haqiqiy kattaligi parallel harakatlantirish usulidan foydalanib aniqlansin (5.2.8-rasm).

Yechish:

1. AB qirrani V tekislikka parallel qilib joylashtiriladi. Buning uchun chizma maydonining ixtiyoriy joyida $A'B'$, $A_1'B_1'$ va $A_1'B_1'' \parallel OX$ qilib joylashtiriladi.

2. A_1' va B_1' nuqtalarga nisbatan D_1' , S_1' nuqtalarni planimetrik yasashlardan foydalanib yasaymiz. Hosil bo'lgan A_1' , S_1' , B_1' va D_1' nuqtalar yangi gorizontall proyeksiya bo'ladi.

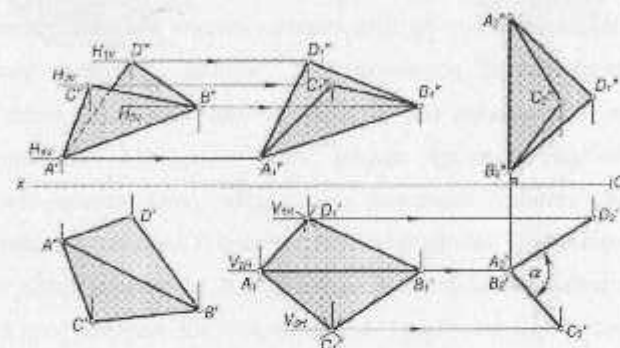
3. Parallel harakatlantirish qoidasiga asosan A'' , C'' , B'' va D'' nuqtalar Ox o'qiga parallel chiziqli bo'yicha harakat qilganligidan A_1'' , C_1'' , B_1'' va D_1'' yangi frontal proyeksiyalari yasaladi.

4. AB qirrani H tekisligiga perpendikulyar qilib joylashtiriladi. Buning uchun $A_1''B_1'' = A_2''B_2''$ ni chizmaning ixtiyoriy joyida $A_2''B_2'' \perp OX$ qilib joylashtiramiz. $A_2''B_2''$ yangi frontal proyeksiya bo'ladi.

5. C_2'' va D_2'' nuqtalar esa A_2'' va B_2'' nuqtalarga nisbatan planimetrik yasashlar bilan yasaladi.

6. Parallel ko'chirish qoidasiga asosan A_1', C_1', B_1' va D_1' nuqtalar OX ga parallel harakat qilib, $A_2'' = B_2''$, C_2'' va D_2'' nuqtalarning yangi proyeksiyalarini hosil qiliadi.

7. Bu nuqtalar o'zaro tutashtirilsa, $\angle D_2'A_2'C_2' = \alpha$ chiziqli burchak AB qirradagi 2 yoqli burchakni o'lchaydi. Buni AB qirrani H ga parallel qilib ham yechish mumkin.



5.2.8-rasm.

5.3-§. Proyeksiyalar tekisliklarini almashtirish usuli

Proyeksiyalar tekisliklarini almashtirish usulida geometrik shaklning dastlabki fazoviy vaziyati saqlanib qoladi. Proyeksiyalar tekisliklari berilgan geometrik shaklga nisbatan xususiy (parallel yoki perpendikulyar) vaziyatda bo'lgan yangi proyeksiyalar tekisliklari bilan almashtiriladi. Bunda dastlabki va yangi proyeksiyalar tekisliklarining o'zaro perpendikulyarlik sharti bajarilishi talab qilinadi. Bu usulda geometrik shaklning fazoviy vaziyati o'zgarmaydi, balki proyeksiyalash yo'nalishi yangi proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar qilib olinadi. Geometrik masalada qo'yilgan shartga ko'ra, proyeksiyalar tekisliklari bir yoki ikki marta ketma-ket almashtirish mumkin. Proyeksiyalar tekisliklarining ikki

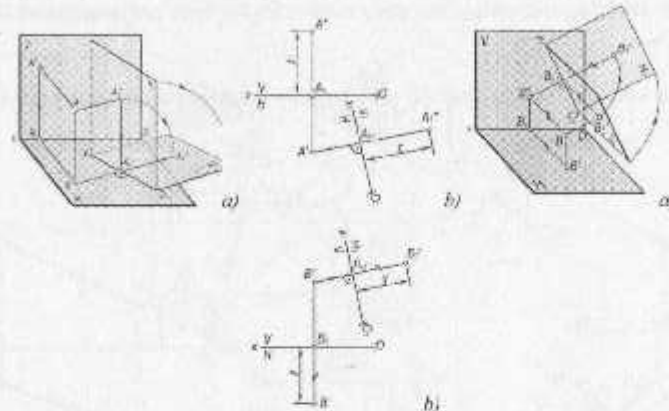
marta almashtirilganda, ular ketma-ket ravishda, masalan, avval geometrik shaklga nisbatan parallel, so'ngra unga perpendikulyar yoki aksinsha qilib almashtiriladi.

Proyeksiyalar tekisliklarining bittasini almashtirish. Fazodagi birot A nuqta va uning H va V proyeksiyalar tekisliklardagi A' va A'' ortogonal proyeksiyalari berilgan bo'lsin (5.3.1,a-rasm). Agar V tekislikni V_1 tekislik bilan almashtirsak, yangi proyeksiyalar tekisliklari tizimi hosil bo'ladi. A nuqtaning V_1 tekislikdagi proyeksiyasini yasash uchun berilgan nuqtadan mazkur tekislikka perpendikulyar o'tkazib, yangi frontal proyeksiyasi A''_1 topiladi. Rasmdagi yasashlardan ko'rinishisha, A'' nuqtadan OX o'qigasha bo'lgan masofa A''_1 nuqtadan O_1X_1 o'qigasha bo'lgan masofaga tengdir, ya'ni $A''_1A_{x1}=A''A_x$. Nuqtaning yangi proyeksiyalar tizimidagi chizmasini yasash uchun yangi proyeksiyalar tekisligi dastlabki proyeksiyalar tekisligi bilan jipslashtiriladi. Chizmada A nuqtaning yangi A''_1 proyeksiyasini yasash uchun A nuqtadan O_1X_1 ga perpendikulyar tushiriladi (5.3.1,b-rasm). Uning davomiga A''_1A_{x1} masofa qo'yiladi. Natijada, hosil bo'lgan A' va A''_1 lar A nuqtaning yangi tekisliklar sistemasidagi proyeksiyalari bo'ladi. Frontal proyeksiyalar tekisligi yangi proyeksiyalar tekisligi bilan almashtirilganda nuqtaning Z koordinatasi o'zgarmaydi.

H va V proyeksiyalar tekisliklari tizimida B nuqta B' va B'' proyeksiyalari berilgan bo'lsin (5.3.2,a-rasm). H tekislikni $H_1 \perp V$ tekislik bilan almashtirsak, yangi tekisliklar tizimiga ega bo'lamiz. B nuqtadan H tekislikka perpendikulyar o'tkazib, bu nuqtaning B'_1 proyeksiyasini yasaymiz.

Nuqtaning yangi tekisliklar tizimidagi chizmani yasash uchun (5.3.2,b-rasm) H_1 tekislikni V tekislik bilan jipslashtiramiz. Chizmada B nuqtaning yangi proyeksiyasini yasash uchun uning B'' proyeksiyasidan O_1X_1 ga o'tkazilgan perpendikulyarning davomiga $B'_1B_{x1}=B''B_x$ masofa qo'yiladi. Natijada hosil bo'lgan B'_1 va B'' yangi tekisliklar tizimidagi B nuqtaning chizmasi bo'ladi. Demak,

gorizontal proyeksiya tekisligi almashtirilganda, nuqtaning yangi gorizontal proyeksiyasida y koordinatasi o'zgarmaydi.



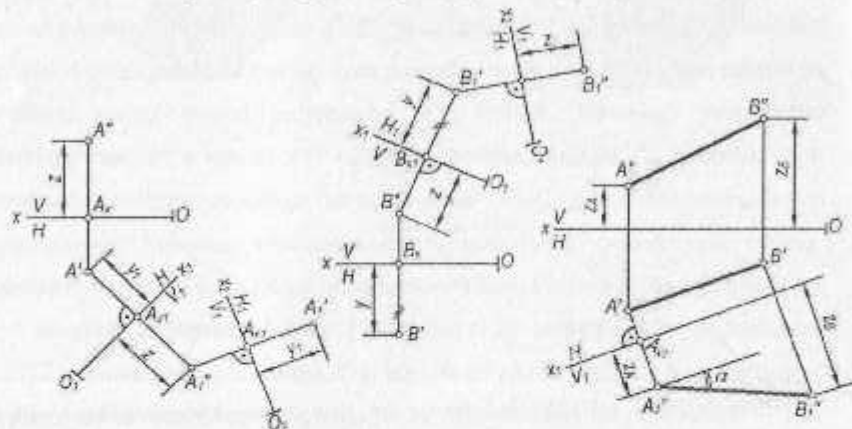
5.3.1-rasm.

5.3.2-rasm.

Proyeksiyalar tekisliklarini ketma-ket ikki marta almashtirish. Ayrim geometrik masalalarni yechishda proyeksiyalar tekisliklarini ketma-ket ikki marta almashtirish zarur bo'ladi. 5.3.3,a-rasm da A nuqtaning tizimida berilgan A' va A'' proyeksiyalari orqali uning yangi A'_1 va A''_1 proyeksiyalarini yasash ko'rsatilgan. Buning uchun avval V tekislikni V_1 tekislik bilan almashtirib, tizimi hosil qilinadi. Buning uchun chizmada ixtiyoriy vaziyatda O_1X_1 proyeksiyalar o'qi tanlab olinadi, A nuqtaning yangi A''_1 proyeksiyasini yasash uchun uning A' proyeksiyasidan O_1X_1 proyeksiyalar o'qiga perpendikulyar o'tkazib, uning davomiga A''_1A_{x1} masofa qo'yiladi. Natijada, A nuqtaning tizimidagi yangi A''_1 proyeksiyasi hosil bo'ladi. A nuqtaning A'_1 proyeksiyasini yasash uchun tizimdan tizimga o'tiladi. Buning uchun ixtiyoriy vaziyatda joylashgan O_2X_2 o'qi olinadi va nuqtaning A''_1 proyeksiyasidan O_2X_2 ga perpendikulyar o'tkazib, uning davomiga A'_1A_{x1} masofa qo'yiladi. Shunday qilib O_2X_2 tizimda A nuqtaning A''_1 va A'_1 yangi proyeksiyalari hosil bo'ladi. 5.3.3,b-rasm da B nuqtaning tizimdan va tizimga

o'tish natijasida hosil bo'ladigan yangi B''_1 va B'_1 proyeksiyalarini yasash ko'rsatilgan. Nuqtaning yangi proyeksiyalarini yasash qoidalariga asoslanib, geometrik shakllarning yangi, maqsadga muvofiq bo'lgan proyeksiyalarini yasash mumkin.

2-masala. Umumiy vaziyatdagi AB ning haqiqiy uzunligi aniqlansin (5.3.4-rasm).



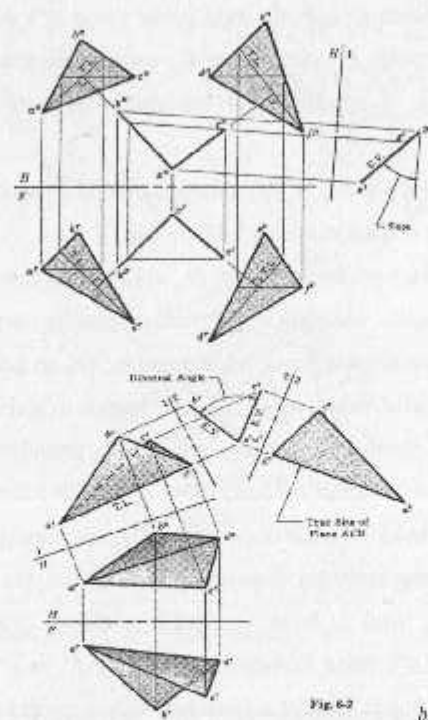
5.3.3-rasm.a,b

5.3.4-rasm.

Yechish. Buning uchun umumiy vaziyatda berilgan AB kesmaga parallel qilib gorizontali yoki frontal proyeksiyalar tekisligini yangi proyeksiyalar tekisligi bilan almashtiriladi. Chizmada masalani yechish uchun uning yangi O_1X_1 proyeksiyalar o'qini kesmaning biror, masalan, $A'B'$ gorizontali proyeksiyasiga parallel qilib olinadi. Hosil bo'lgan proyeksiyalar tekisliklari tizimida AB kesma V_1 proyeksiyalar tekisligiga parallel bo'ladi va bu tekislikda u haqiqiy uzunligiga teng bo'lib proyeksiyalanadi.

Ikki ABC va DEF tekisliklar berilgan, X nuqta orqali bu tekisliklarga parallel tekislik o'tqazing va uning og'ish burchagini (gorizontali tekislikka nisbatan) proyeksiya tekisliklarini almashtirish usuli yordamida aniqlash (5.3.5.a-rasm). Ikki tekislik orasidagi ikki yoqli burchakning haqiqiy qiymatini va ularcan

birinigi haqiqiy kattaligini proyeksiya tekisliklarini uch marta almashtirish yordamida aniqlash (5.3.5.b-rasm)²⁾. Masalalar AQSh standarti bo'yicha uchinchi oktantda berilgan.



5.3.5-rasm.

2-masala. Umumiy vaziyatdagi $P(P_N, P_f)$ tekislikni frontal proyeksiyalovchi tekislik vaziyatiga keltirish talab etilsin (5.3.6-rasm).

Yechish. Ma'lumki, frontal proyeksiyalovchi tekislikning gorizontali izi OX o'qiga perpendikulyar bo'ladi. Shuning uchun umumiy vaziyatdagi P tekislikni

²⁾ Hawk M.C. Theory and problems of Descriptive Geometry. USA. New York. McGraw Hill Book Comp. 1962. 105-b.

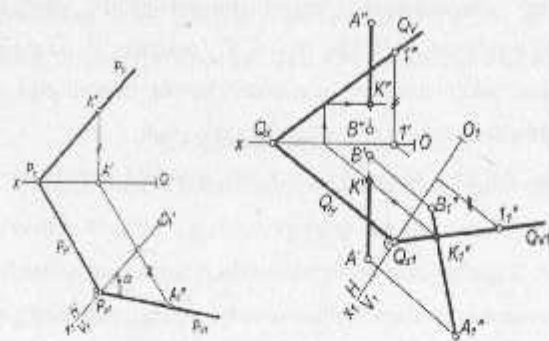
frontal proyeksiyalovchi vaziyatga keltirish uchun yangi O_1X_1 proyeksiyalar o'qini tekislikning P_H gorizonta iziga ixtiyoriy joydan perpendikulyar qilib olinadi.

Tekislikning yangi P_{V1} izining yo'nalishini aniqlash uchun tekislikning P_V iziga tegishli biror, masalan, $A(A', A'')$ olinib, uning yangi A''_1 frontal proyeksiyasi yasiladi. Tekislikning yangi P_{H1} izini P_{V1} va A''_1 nuqtalardan o'tkaziladi. Chizmada ko'rsatilgan α burchak P tekislikning H tekislik bilan tashkil etgan burchagi bo'ladi.

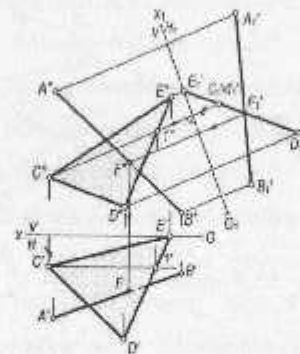
3-masala. $AB(A'B', A''B'')$ to'g'ri chiziqlarning umumiy vaziyatdagi $Q(Q_H, Q_V)$ tekislik bilan kesishish nuqtasi yasalsin (5.3.7-rasm).

Yechish. Masalani yechish uchun Q tekislikni gorizonta yoki frontal proyeksiyalovchi tekislik vaziyatiga keltiramiz. Buning uchun yangi O_1X_1 proyeksiyalar o'qini tekislikning biror iziga masalan, Q_H ga perpendikulyar qilib o'tkaziladi. Natijada, tekislikning yangi Q_{V1} izini hamda to'g'ri chiziqlarning $A''_1B''_1$ proyeksiyasi yasiladi. Hosil bo'lgan kesmaning $A''_1B''_1$ proyeksiyasi bilan tekislik Q_{V1} izining kesishgan K''_1 nuqtasi AB kesmaning Q tekislik bilan kesishish nuqtasi bo'ladi. Bu nuqtani teskari yo'nalishda proyeksiyalab, berilgan to'g'ri chiziq kesmasi bilan tekislikning kesishish nuqtasining K' va K'' proyeksiyalari yasiladi.

Xuddi shu usul bilan $AB(A'B', A''B'')$ to'g'ri chiziqlarning $\Delta CDE(\Delta C'D'E', \Delta C''D''E'')$, bilan kesishish nuqtasining F' va F'' proyeksiyalarini yasiladi (5.3.8-rasm). Bunda mazkur uchburchak tekislik proyeksiyalovchi tekislik vaziyatga keltiriladi. Buning uchun chizmada ΔCDE tekislikning biror bosh chizig'iga, masalan, $CI(C'I', C''I'')$ frontaliga perpendikulyar qilib yangi O_1X_1 proyeksiyalar o'qini o'tkaziladi. Uchburchakning $C_1D_1E_1$ to'g'ri chiziq kesmasi tarzida proyeksiyalangan proyeksiyasi va kesmaning A_1B_1 yangi proyeksiyasi yasiladi. Ularning o'zaro kesishgan F_1 nuqtasi belgilanadi, so'ngra F nuqtaning frontal F' va gorizonta F'' proyeksiyalari yasiladi.



5.3.6-rasm.



5.3.7-rasm.

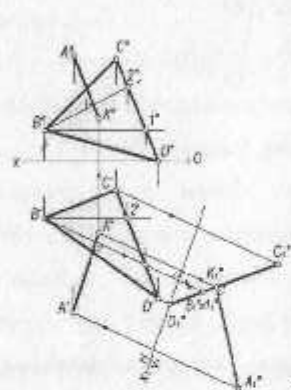
5.3.8-rasm.

4-masala. A nuqtadan ΔBCD tekislikkacha masofa aniqlansin (5.3.9-rasm).

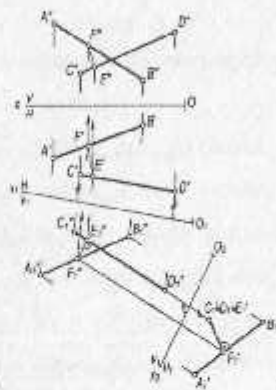
Yechish. Bu masofa A nuqtadan ΔBCD tekislikka tushirilgan perpendikulyar bilan o'lchanadi. Masalani yechish uchun chizmada yangi proyeksiyalar o'qini uchburchak tekisligining asosiy chiziqlaridan biriga, masalan, gorizonta perpendikulyar, ya'ni $O_1X_1 \perp B_1I_1$ qilib o'tkaziladi. So'ngra uchburchakning to'g'ri chiziq kesmasi shaklida proyeksiyalangan yangi proyeksiyalovchi $D''_1B''_1C''_1$ vaziyatini va nuqtaning A''_1 proyeksiyasi yasiladi. Izlangan masofaning haqiqiy uzunligi A''_1 dan $D''_1B''_1C''_1$ kesmaga o'tkazilgan $A''_1K''_1$ perpendikulyar bo'ladi.

Bu masofaning proyeksiyalari teskari proyeksiyalash bilan K' va K'' proyeksiyalarni aniqlanadi. Mazkur K' va K'' nuqtalar A nuqtaning A' va A'' proyeksiyalaridan uchburchakning gorizontal hamda frontallariga mos ravishda tushirilgan perpendikulyarning proyeksiyalarida bo'ladi.

5-masala. AB va CD to'g'ri chiziqlar orasidagi masofa topilsin (5.3.10-rasm).



5.3.9-rasm



5.3.10-rasm

Yechish. Bunda CD kesmaga parallel qilib yangi V_1 frontal proyeksiyalar tekisligi o'tkaziladi. Bu tekislikda CD va AB kesmalarning yangi frontal proyeksiyalari $C''_1D''_1$ va $A''_1B''_1$ lar yasaldi. So'ngra $C''_1D''_1$ kesmaga perpendikulyar qilib N_1 tekislik o'tkaziladi. Bu tekislikda $C''_1D''_1$ va $A''_1B''_1$ larning yangi gorizontal proyeksiyalari topiladi. Bunda CD kesma $C'_1D'_1$ nuqta ko'rinishida proyeksiyalanadi. Bu nuqtadan $A'_1B'_1$ kesmaga tushirilgan $E'_1F'_1$ kesmaning uzunligi CD va AB lar orasidagi masofa bo'ladi. Teskari proyeksiyalash bilan E va F nuqtalarning E', E'' va F', F'' proyeksiyalari yasalgan. Yuqoridagi masalani, birinchidan, V_1 tekislikni AB kesmaga parallel va H_1 tekislikni uning yangi proyeksiyasiga perpendikulyar qilib o'tkazib yechsa, ikkinchidan esa AB

yoki CD kesmalardan biriga parallel qilib avval H tekislikni, so'ngra ularning proyeksiyalaridan biriga perpendikulyar qilib V ni almashtirsa ham bo'ladi.

5.4-§. Aylantirish usuli

Aylantirish usuli parallel harakatlantirish usulining xususiy holi hisoblanadi. Bu usulda geometrik shaklga tegishli nuqtaning trayektoriyasi ixtiyoriy bo'lmay, balki berilgan biror o'qqa nisbatan aylana bo'yicha harakatlanadi. Aylana markazi berilgan o'qda joylashgan bo'lib, aylanish radiusi esa harakatlanuvchi nuqta bilan aylanish o'qi orasidagi masofaga teng bo'ladi yoki aylanish tekisligini aylanish o'qi bilan kesishgan nuqtasi bo'ladi. Aylanish o'qlari proyeksiyalar tekisliklariga nishatan perpendikulyar, parallel, shuningdek, proyeksiyalar tekisligiga tegishli va boshqa vaziyatlarda bo'lishi mumkin. Quyida turli vaziyatlarda joylashgan aylanish o'qlari atrofida aylantirish usullarni ko'rib chiqamiz.

Proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar o'q atrofida aylantirish.

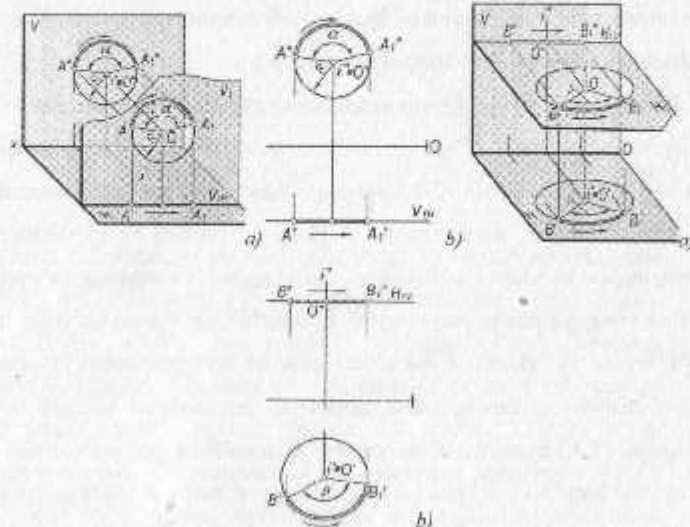
Nuqtani aylantirish. H va V tekisliklar sistemasida ixtiyoriy A nuqta va i aylanish o'qi berilgan bo'lsin (5.4.1,a-rasm). Agar A nuqtani $i \perp V$ aylanish o'qi atrofida harakatlantirsak, mazkur nuqta V tekislikka parallel V_1 tekislikda radiusi OA ga teng aylana bo'yicha harakatlanadi. Shuningdek, A nuqtaning ko'pyoqliklar trayektoriyasining gorizontal proyeksiyasi V_1 tekislikning V_{1N} izi bo'yicha harakat qiladi. Chizmada V_1 tekislik V tekislikka parallel bo'lgani uchun A nuqtaning frontal proyeksiyasi aylana bo'yicha, gorizontal proyeksiyasi $V_{1N} \parallel OX$ bo'yicha harakat qiladi (5.4.1,b-rasm). B nuqtaning H tekislikka perpendikulyar i o'qi atrofida aylantirilishi 5.4.2,a-rasm da ko'rsatilgan. B nuqta B_1 vaziyatga radiusi OB ga teng aylana bo'yicha H tekislikka parallel bo'lgan N_1 tekislikda harakatlanadi. Bunda N_1 tekislik H tekislikka parallel bo'lgani uchun B nuqta ko'pyoqliklar trayektoriyasining gorizontal proyeksiyasi aylana bo'yicha, frontal

projeksiyasi N_{1P} tekislikning N_{1P} izi bo'yicha OX ga parallel bo'lib harakatlanadi. (5.4.2,b-rasm).

Yuqorida bayon qilinganlardan quyidagi xulosalarga kelamiz:

1-xulosa. Agar A nuqta frontal proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar o'q atrofida aylantirilsa, mazkur nuqtaning frontal proyeksiyasi aylana bo'yicha, gorizontal proyeksiyasi OX o'qiga parallel to'g'ri chiziq bo'yicha harakatlanadi.

2-xulosa. Agar nuqta gorizontal proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar o'q atrofida aylantirilsa, nuqtaning gorizontal proyeksiyasi aylana bo'yicha, frontal proyeksiyasi OX o'qiga parallel to'g'ri chiziq bo'yicha harakatlanadi. Nuqtani proyeksiya tekisligiga perpendikulyar o'q atrofida aylantirish qoidalariga asosan umumiy vaziyatdagi shaklni xususiy yoki kerakli vaziyatga keltirish mumkin.



5.4.1-rasm.

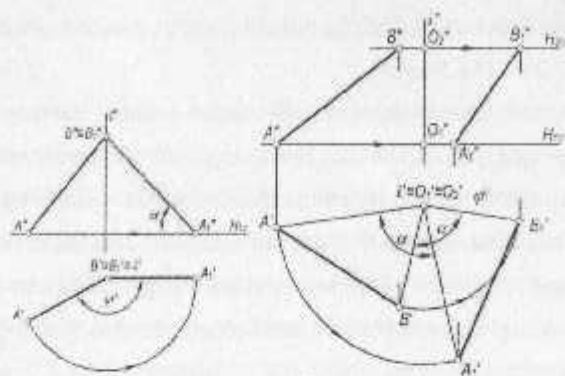
5.4.2-rasm.

1-masala. Umumiy vaziyatdagi $AB(A'B', A''B'')$ kesmani V tekislikka parallel vaziyatga keltirilsin. (5.4.3-rasm).

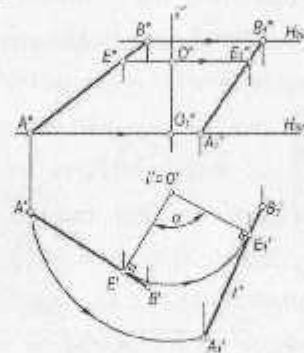
Yechish. AB kesmaning biror, masalan B uchidan $i \perp H$ aylantrish o'qi o'tkaziladi. So'ngra bu o'q atrofida kesmaning $A'B'$ gorizontal proyeksiyasini $A'B' \parallel OX$ vaziyatga kelguncha aylantiramiz. Bunda AB kesmaning A'' nuqtasi $N_{1P} \parallel OX$ bo'yicha harakatlanib, A'' vaziyatni egallaydi. Shaklda hosil bo'lgan AB kesmaning yangi $A'_1B'_1$ va $A''_1B''_1$ proyeksiyalari uning V tekislikka parallelligini ko'rsatadi. Shakldagi α burchak AB kesmani H tekislik bilan hosil etgan burchagi bo'ladi.

2-masala. $AB(A'B', A''B'')$ kesmani $i \perp H$ o'q atrofida α burchakka aylantirilinsin (5.4.4,a-rasm).

Yechish. Kesmani α burchakka aylantirish uchun uning A' va B' proyeksiyalarini berilgan i o'qi atrofida $A'O'_1$ va $B'O'_2$ radiuslari bo'yicha α burchakka aylantirish kifoya qiladi. Aylantirish usulining qoidasiga muvofiq kesma uchlarning A'' va B'' proyeksiyalari $N_{1P} \parallel OX$ va $N_{2P} \parallel OX$ bo'yicha harakatlanadi. Natijada, hosil bo'lgan $A_1B_1(A'_1B'_1, A''_1B''_1)$ kesma AB kesmaning α burchakka aylantirilgan vaziyati bo'ladi. Bu misolni quyidagisha yechish ham mumkin: AB kesmaning $A'B'$ gorizontal proyeksiyasiga i aylantrish o'qining gorizontal proyeksiyasi i' dan unga perpendikulyar o'tkaziladi. (5.4.4,b-rasm). Hosil bo'lgan $E'O'$ aylantirish radiusni talab qilingan α burchakka aylantiriladi va E'_1O' ga perpendikulyar qilib, ℓ' chiziq o'tkaziladi. Bu chiziqqa shakldagi $A'E'=A'_1E'_1$ va $E'B'=E'_1B'_1$ kesmalar o'lchab qo'yiladi. So'ngra $A'_1B'_1$ ning frontal proyeksiyasi $A''_1B''_1$ yasaladi. Natijada AB kesmaning α burchakka aylantirilgan vaziyatining yangi $A'_1B'_1$ va $A''_1B''_1$ proyeksiyalari hosil bo'ladi.



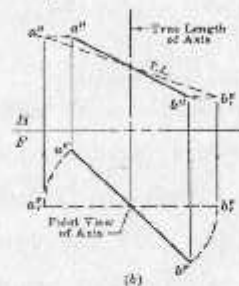
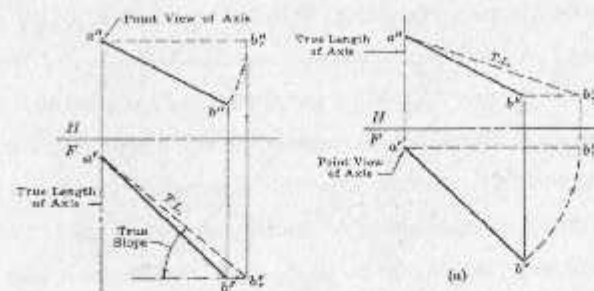
5.4.3-rasm.



5.4.4-rasm.

To'g'ri chiziq kesmasining haqiqiy uzunliginin vertikal (5.4.5,a -rasm) va gorizonttal (gorizonttal o'q kesmaning bir uchi (5.4.5,b -rasm) va o'rta nuqtasi (5.4.5,c -rasm) orqali o'tgan) o'qlar atrofida aylantirish yo'rdamida aniqlash²⁶. Masalalar AQSh standarti bo'yicha uchinchi o'ktantda berilgan.

²⁶ Hawk M.C. Theory and problems of Descriptive Geometry. USA. New York. McGraw Hill Book Comp. 1962. 115 b.



a)

b)

c)

5.4.5-rasm.

3-masala. Izlari bilan berilgan umumiy vaziyatdagi P tekislikni $i \perp H$ o'qi atrofida α burchakka aylantirish talab qilinsin (5.4.6-rasm).

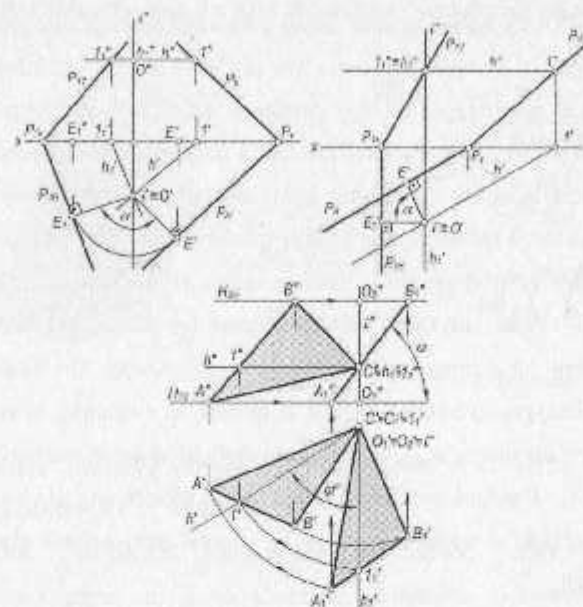
Yechish. P tekislikning $h(h',h'')$ gorizontali i aylantirish o'qi orqali o'tkaziladi va $h \cap i = O(O',O'')$ aniqlanadi. So'ngra O' nuqtadan P_K ga $O'E'$ perpendikulyar tushiriladi. Hosil bo'lgan $O'E'$ berilgan P tekislikni i o'q atrofida aylantirish radiusi bo'ladi. Tekislikning P_N gorizonttal izi $O'E'$ radius bo'yicha α burchakka aylantirilganda, u P_{1N} vaziyatni egallaydi. Tekislikning yangi P_{1V} frontal izini aniqlash uchun uning gorizonttalidan foydalanamiz. Ma'lumki, P tekislik α burchakka aylantirilganda uning $h(h',h'')$ gorizontali $h_1(h'_1,h''_1)$ vaziyatni egallaydi. Shuning uchun tekislikning P_{1V} izini yasashda P_{1N} va $1''$ nuqtalar tutashtiriladi.

4-masala. Umumiy vaziyatdagi $P(P_H, P_V)$ tekislikni $i(I', I'') \perp H$ o'q atrofida aylantirib frontal proyeksiyalovchi tekislik vaziyatiga keltirilsin (5.4.7-rasm).

Yechish. P tekislikning $h(h', h'')$ gorizontali $i(I', I'')$ o'qi orqali o'tkaziladi va gorizontalling i' o'qi bilan kesishish nuqtasi $O(O', O'')$ topiladi. Tekislik bilan uning $h(h', h'')$ gorizontali O' atrofida aylantirilib, proyeksiyalovchi, ya'ni $h_i' \perp OX$ vaziyatga keltiriladi. Gorizontalling h'' frontal proyeksiyasi esa $h_1'' \equiv I_1''$ vaziyatda bo'ladi. Tekislikning yangi P_{1V} frontal izi P_{1X} va I_1'' nuqtalardan o'tadi.

5-masala. $\triangle ABC (\triangle A'B'C', \triangle A''B''C'')$ tekislikning H tekislik bilan tashkil etgan α burchagini aniqlansin (5.4.8-rasm).

Yechish. Izlangan α burchakni aniqlash uchun berilgan $\triangle ABC$ tekislikni frontal proyeksiyalovchi vaziyatga keltirish kerak bo'ladi. Buning uchun uchburchakning biror, masalan, C nuqtasidan $i' \perp H$ aylanish o'qi o'tkaziladi va bu o'q atrofida uchburchakni $h_i' \perp V$ (epyurda $h_1' \perp V$) vaziyatga kelguncha aylantiriladi. Bunda, uchburchakning A, B va C nuqtalari ham φ° burchakka harakatlanadi. Chizmada uchburchak uchlarning yangi A_1', B_1' va C_1' proyeksiyalari orqali uning A''_1, B''_1, C''_1 frontal proyeksiyalarini aniqlanadi. Bu nuqtalar o'zaro tutashtirilsa, A''_1, B''_1, C''_1 kesma (uchburchakning yangi frontal proyeksiyasi) hosil bo'ladi. Bu kesmaning OX o'qi bilan tashkil etgan α burchagi $\triangle ABC$ ni H tekislik bilan hosil etgan burchagiga teng bo'ladi.



5.4.6-rasm.

5.4.7-rasm.

5.4.8-rasm.

Geometrik shaklni proyeksiyalor tekisligiga parallel o'q atrofida aylantirish

Umumiy vaziyatda joylashgan tekis geometrik shakllarni proyeksiyalar tekisliklariga parallel bo'lgan o'qlar atrofida aylantirib, ba'zi metrik masalalarni yechish mumkin. Bunda, aylanish o'qi sifatida umumiy vaziyatda joylashgan geometrik shaklning asosiy chiziqlari—gorizontal yoki frontallaridan foydalaniladi. Geometrik shaklni uning gorizontali atrofida aylantirib, H tekislikka parallel vaziyatga, shuningdek, uni frontali atrofida aylantirib, V tekislikka parallel vaziyatga keltirish mumkin. Geometrik shakl proyeksiyalar tekisligiga parallel o'q atrofida aylantirilganda uning har bir nuqtasi aylanish o'qiga perpendikulyar bo'lgan tekislikda aylana bo'ylab harakatlanadi. Masalan, A nuqtani h gorizontali atrofida aylantirilganda radiusi OA ga teng aylana bo'yicha MLH tekislikda

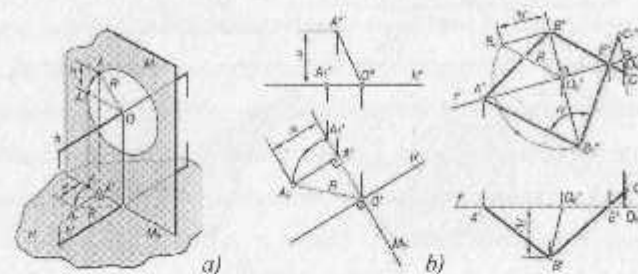
harakatlanadi (5.4.9,a-rasm). Bunda, uning gorizontaal proyeksiyasi gorizontaalning h' gorizontaal proyeksiyasiga perpendikulyar to'g'ri chiziqli bo'yicha harakatlanadi.

Chizmada tasvirlangan $A(A',A'')$ nuqtani $A_1(A_1',A_1'')$ vaziyatga keltguncha aylantirish uchun aylantirish markazi $O(O',O'')$ nuqtani aniqlash kerak (5.4.9,b-rasm). Bu nuqta aylantirish o'qi h ning M tekislik bilan kesishish nuqtasi bo'ladi. Chizmada aylantirish radiusi R ning haqiqiy o'lchamini aniqlash uchun H tekislikda to'g'ri burchakli $\Delta O'A'A_0$ yasaymiz. Buning uchun AO radiusning $A'O'$ gorizontaal proyeksiyasini to'g'ri burchakli uchburchakning bir kateti, OA kesma uchlari applikatorlarining Δz ayirmasini ikkinchi kateti qilib olamiz. Bu uchburchakning gipotenuzasi izlangan aylantirish radiusi R bo'ladi. A nuqtaning aylantirilgandan keyingi yangi vaziyatining A_1 gorizontaal proyeksiyasi aylantirish markazi O' nuqtada bo'lgan va $O'A_1=R$ radiusli aylana yoyining $M(M_H)$ tekislikning izi bilan kesishgan A_1' nuqtasi bo'ladi. A nuqtaning yangi A_1'' frontal proyeksiyasi esa h'' to'g'ri chiziqli bo'ladi.

1-masala. Umumiy vaziyatdagi $\angle ABC(\angle A'B'C', \angle A''B''C'')$ ning haqiqiy o'lchamini aniqlansin (5.4.10-rasm).

Yechish. Berilgan burchakning gorizontali yoki frontalidan foydalaniladi. Mazkur burchakning haqiqiy o'lchamini aniqlash uchun chizmada uning $f(f')$ frontali o'tkazilgan. Rasmda hosil bo'lgan $\angle ABE(\angle A'B'E', \angle A''B''E'')$ ning haqiqiy o'lchamini aniqlash uchun B nuqtani aylantirish radiusining haqiqiy o'lchamini aniqlash kifoya. Buning uchun B'' nuqtadan f'' ga perpendikulyar o'tkaziladi va aylantirish markazining $O_B(O'_B, O''_B)$, so'ngra aylantirish radiusining $BO_B(B'O'_B, B''O''_B)$ proyeksiyalari aniqlansadi. To'g'ri burchakli $\Delta O''_B B'' B''_O$ yasash bilan radiusning haqiqiy o'lchamini $O''_B B''_O = R$ aniqlanadi. B nuqtaning yangi vaziyatini yasash uchun O''_B dan R radius bilan $O''_B B''_O$ perpendikulyarning davomi bilan kesishguncha yoy o'tkaziladi va hosil bo'lgan B''_O bilan A'' va E'' nuqtalarni

tutashtiriladi. Chizmada hosil bo'lgan α berilgan burchakning haqiqiy o'lchami bo'ladi.



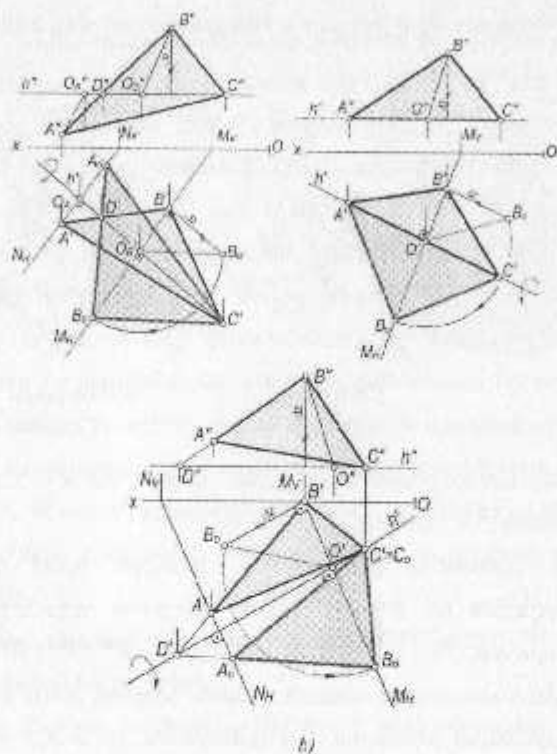
5.4.9-rasm.

5.4.10-rasm.

2-masala. Umumiy vaziyatdagi $\triangle ABC(\triangle A'B'C', \triangle A''B''C'')$ ning haqiqiy o'lchamini aniqlansin (5.4.11,a-rasm).

Yechish. Uchburchak gorizontali h o'tkaziladi. $\triangle ABS$ ning haqiqiy o'lchamini aniqlashda uni B va C uchlari aylantirish radiuslarining haqiqiy o'lchamlari aniqlanadi.

Chizmada B nuqtaning aylantirish radiusini aniqlash uchun uning $O'B'$ va $O''B''$ proyeksiyalaridan foydalanib, to'g'ri burchakli $\Delta O''_B B'' B''_O$ yasaymiz. Bu uchburchakning O''_B gipotenuzasi B nuqtaning aylantirish radiusi bo'ladi. B nuqtaning yangi vaziyati aylantirish markazining gorizontaal proyeksiyasi O' dan radiusi $O'B_0$ ga teng qilib o'tkazilgan yoyning harakat tekisligining M_H izi bilan kesishgan B_0 nuqtasi bo'ladi.

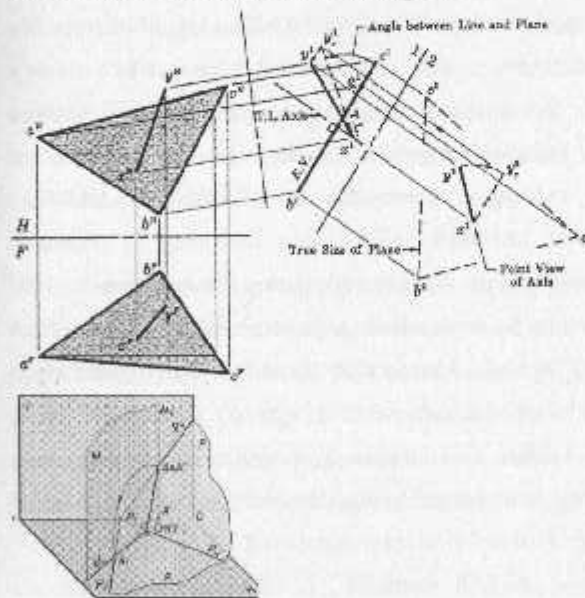


5.4.11-rasm.

Uchburchakning C va D nuqtalari aylanish o'qiga tegishli bo'lgani uchun ularning fazoviy vaziyatlari o'zgarmaydi. Uchburchak A nuqtasi aylantirish radiusining haqiqiy o'lchamini ham B nuqta aylantirish radiusining haqiqiy o'lchamini topish kabi aniqlash mumkin. Ammo uchburchakning A nuqtasi h o'qi atrofida B nuqta kabi harakatlanganda N/N_1 tekislikka va uchburchakning AB tomoniga tegishli bo'lib qoladi. Uchburchakning AB tomoni esa qo'zg'almas D nuqtadan o'tadi. Shuning uchun chizmada A nuqtaning yangi vaziyatini aniqlash uchun B_0 va D' nuqtalar o'zaro tutashtiriladi va A' nuqtadan $C'D'$ ga tushirilgan

perpendikulyar bilan kesishguncha davom ettirilib, A_0 nuqta topiladi. Agar A_0 , B_0 va C' nuqtalar o'zaro tutashtirilsa, uchburchakning haqiqiy kattaligi hosil bo'ladi.

Agar uchburchakning biror tomoni (masalan, AC) gorizontaal vaziyatda berilgan bo'lsa, masala 5.4.11,b-rasmda ko'rsatilgan kabi yeshiladi. 5.4.11,c-rasmda aylanish o'qi gorizontaal bo'lib, uchburchak konturidan tashqarida S nuqta orqali o'tkazilgan. Bu holda uchburchakning haqiqiy kattaligi uning gorizontaal proyeksiyasi bilan ustma-ust tushmaydi, natijada, masalaning yeshimi yaqqolroq bo'ladi. Berilgan to'g'ri chiziq va tekislik orasidagi burchakni aylantirish usuli yordamida aniqlash (5.4.12-rasm)²⁵. Bunda tekislik proyeksiyalovchi vaziyatga keltirilib, aylantirish o'qi unga perpendikulyar qilib olingan. Masala AQSh standarti bo'yicha uchinchi oktantda berilgan.



5.4.12-rasm.

5.5.1-rasm.

²⁵ Hawk M.C. Theory and problems of Descriptive Geometry. USA. New York. McGraw Hill Book Comp. 1962. 117-9.

5.5-§. Jipslashtirish usuli

Jipslashtirish bu aylantirish usulining xususiy holi bo'lib, bunda geometrik shaklni proyeksiyalar tekisliklariga tegishli o'q atrofida yoki tekislikning izi atrofida aylantiriladi. Aylanish o'qi sifatida umumiy vaziyatdagi tekislikning gorizontaal yoki frontal izlaridan biri qabul qilinadi (5.5.1-rasm). Bu holda tekislik biror izi atrofida aylantirilib, proyeksiyalar tekisliklarining biriga jipslashtiriladi. Agar aylanish o'qi sifatida tekislikning gorizontaal izi qabul qilinsa, bu tekislikni gorizontaal proyeksiyalar tekisligi bilan jipslashtirish mumkin.

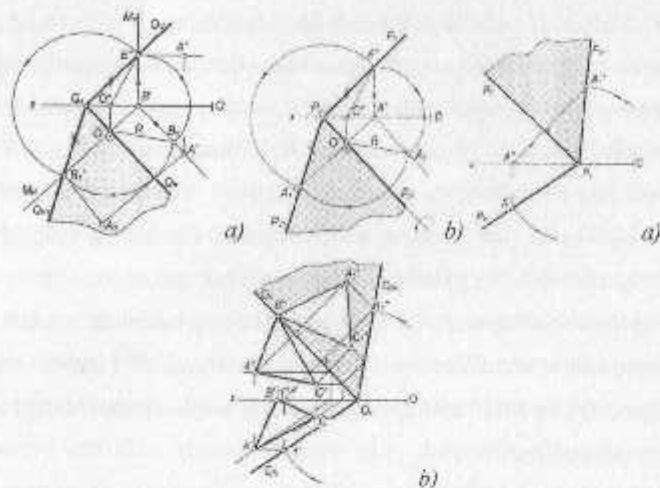
Shuningdek, tekislikni frontal izi atrofida aylantirib, uni frontal proyeksiyalar tekisligiga jipslashtiriladi. Tekisliklarni proyeksiyalar tekisligiga jipslashtirish yo'li bilan mazkur tekislikka tegishli bo'lgan tekis shakllarning haqiqiy o'lchamini aniqlash mumkin yoki umumiy vaziyatda berilgan tekislikka tegishli bo'lgan har qanday geometrik masalalarni yechish mumkin. 5.5.2,a-rasmida umumiy vaziyatdagi Q tekislikni Q_N gorizontaal izi atrofida aylantirib, H tekislikka jipslashtirish ko'rsatilgan. Tekislikning gorizontaal izi aylanish o'qi sifatida qabul qilingani uchun uning vaziyati o'zgarmaydi. Bu tekislikni H tekislikka jipslashtirish uchun mazkur tekislikka tegishli biror nuqtaning H tekislikka jipslashtirish kifoya. Bunday nuqta sifatida tekislikning frontal iziga tegishli $B(B', B'')$ nuqtani olish mumkin. Bu nuqta orqali Q_N ga perpendikulyar M gorizontaal proyeksiyalovchi tekislik o'tkaziladi. B nuqta $O'B_r=R$ radiusli yoy bo'yicha M_N iz bilan kesishguncha aylantiriladi. Natijada, hosil bo'lgan B' nuqta bilan Q_N ni o'zaro tutashtirsak, Q tekislikni H tekislikka jipslashtirilgan vaziyatiga ega bo'lamiz. Tekislikni bunday jipslashtirganda unga tegishli geometrik shakllar H tekislikka jipslashib, haqiqiy o'lshamlarida proyeksiyalanadi.

5.5.2,a-rasmdan shuni aniqlash mumkinki, Q tekislikni Q_N izi atrofida aylantirib, uni H tekislikka jipslashtirishda Q_N iziga tegishli $Q_N B'$ kesma o'zining haqiqiy o'lshamiga teng bo'lgani uchun $Q_N B''=Q_N B'$ bo'ladi. Demak, chizmada

$Q(Q_N, Q_V)$ tekislikni H tekislikka jipslashtirish uchun uning Q_N izida tanlab olingan $B=B''$ nuqtani va Q_N markazdan $Q_N B'$ radius bilan yoy chizib, M tekislikning M_N izi bilan kesishgan B' nuqta aniqlanadi. So'ngra B' va Q_N nuqtalardan tekislikning Q_{H1} izi o'tkaziladi. Chizmada $P(P_N, P_V)$ tekislikni P_N izi atrofida aylantirib, H tekislikka jipslashtirish uchun aylantirish radiusining haqiqiy o'lchamini aniqlash zarur bo'lsin (5.5.2,b-rasm). Ma'lumki, aylantirish radiusi tekislikning aylanish o'qiga perpendikulyar bo'ladi. To'g'ri burchakning proyeksiyalanish xususiyatiga ko'ra, tekislikning P_V izida olingan $A(A', A'')$ nuqtaning A' proyeksiyasidan tekislikning P_N iziga perpendikulyar o'tkaziladi va O' hamda O'' nuqtalarni topamiz. Chizmada hosil bo'lgan $O'A'$ va $O'A''$ aylantirish radiusining proyeksiyalari, $O'A_0$ esa uning haqiqiy o'lchami bo'ladi.

Xuddi shuningdek $P(P_N, P_V)$ tekislikni V tekislikka ham jipslashtirish mumkin (5.5.3-rasm,a). Buning uchun berilgan P tekislikning P_H gorizontaal izida ixtiyoriy A nuqta tanlab, uning aylantirish radiusi $P_N A'$ aniqlanadi va tekislikning P_N izini P_V izi atrofida aylantirib, tekislikka jipslashtiriladi. Chizmadan ko'rinib turibdiki, P tekislikni P_N izi atrofida aylantirilganda $P_N A'$ kesma $P_N A''$ ga teng bo'ladi.

Umumiy vaziyatda berilgan tekislikka tegishli geometrik shaklning haqiqiy o'lchamini aniqlash uchun uning karakterli nuqtalarini proyeksiyalar tekisligiga jipslashtirish yo'li bilan aniqlanadi. Masalan, $Q(Q_N, Q_V)$ tekislikka tegishli $\triangle ABC(A'B'C', A''B''C'')$ ning (5.5.3,b-rasm) haqiqiy o'lchami uning AB va C nuqtalarini V tekislikka jipslashtirish yo'li bilan aniqlanadi. Tekislikning jipslashgan holati berilgan bo'lsa, uning dastlabki vaziyatini tiklash mumkin.

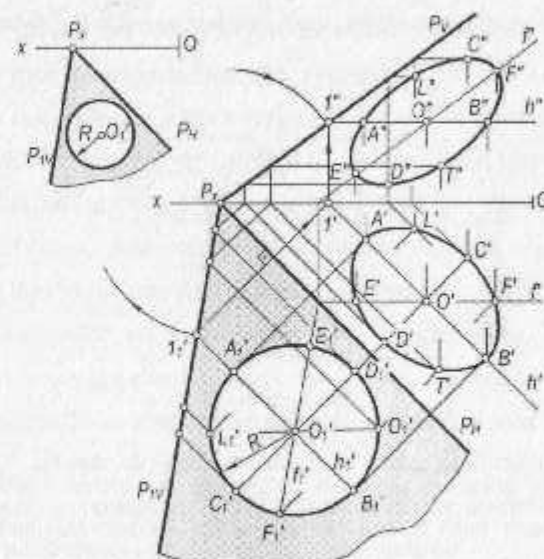


5.5.2-rasm.

5.5.3-rasm.

Tekislikning dastlabki vaziyatini aniqlash natijasida tekislikka tegishli bo'lgan shakllarning ham proyeksiyalarini aniqlash mumkin. Masalan, P tekislikning H tekislikka jipslashtirilgan vaziyati P_H, P_V, P_{1V} izlari va shu tekislikka tegishli O_1 markaz va R radiusli aylana berilgan bo'lsin (5.5.5-rasm). Bu aylananing P tekislikdagi proyeksiyalarini yasash uchun aylana markazidan tekislikning h' gorizontali o'tkaziladi va $1'_1$ nuqta aniqlanadi. Bu nuqtadan tekislikning P_N iziga perpendikulyar o'tkazib, OX proyeksiyalar o'qiga tegishli $1'$ nuqta topiladi. Bu nuqtadan h'_1 ning h' proyeksiyasi o'tkaziladi. So'ngra P_x markazdan $P_x 1'_1$ radius bilan o'tkazilgan yoyning $1'$ dan OX o'qiga o'tkazilgan perpendikulyar bilan kesishgan $1''$ nuqtasi topiladi. Bu nuqtadan h'_1 ning h'' proyeksiyasini o'tkaziladi. So'ngra $1''$ va P_x nuqtalar tutashtirilib, tekislikning P_V izi hosil qilinadi. Aylana markazining proyeksiyalarini yasash uchun O'_1 dan P_N ga perpendikulyar o'tkazib, h' bilan kesishgan O' nuqtani va h'' da O'' nuqta topiladi. Shuningdek, bu gorizontalda joylashgan aylananing A'_1 va B'_1 nuqtalarining A'', A''

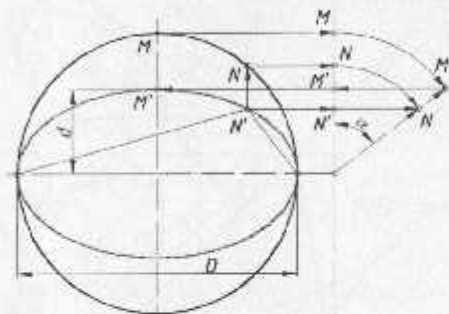
va B'', B'' proyeksiyalari aniqlanadi. Tekislikning f' frontalini aylananing markazi O'_1 dan P_{1V} ga parallel qilib o'tkazilib, aylananing E'_1 va F'_1 nuqtalarining E'', E'' va F'', F'' proyeksiyalari yasaladi. Xuddi shu tarzda aylananing L'_1 va T'_1 , C'_1 va D'_1 nuqtalarining proyeksiyalari tekislikning gorizontalari yordamida aniqlanadi. Bu nuqtalarning bir nomli proyeksiyalarini mos ravishda o'zaro tutashtirsak, aylananing gorizontal va frontal proyeksiyalari—ellipslar hosil bo'ladi.



5.5.5-rasm.

Mavzu bo'yicha geometrik modellashga oid material

Epyurni qayta tuzish usullaridan ko'pgina muhandislik masalalarni yechishda foydalaniladi. Masalan, texnologik mashinalarda qo'llaniladigan murakkab texnik sirtlarning yo'naltiruvchisi sifatida ellips yoyidan foydalanishga to'g'ri keladi. Bunda oldindan berilgan shartlar asosida, katta diametr D va N' nuqta orqali o'tuvchi ellipsning d kichik diametrini aniqlash talab qilinadi. Buni aylanani o'z o'qi atrofida aylantirish orqali, aniqlash mumkin (5.5.6-rasm)²⁶.



5.5.6-rasm.

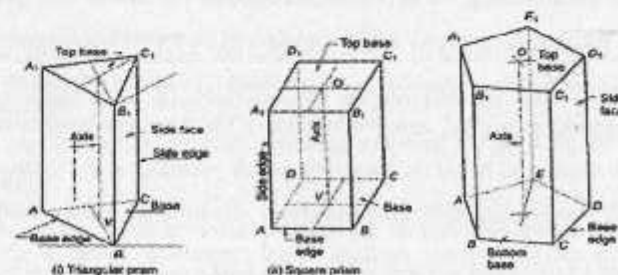
Ma'lum-ki, ellips D diametrlil aylananing α burchak ostida tekislikka proyeksiyalanishidan hosil bo'ladi. Shunga asoslanib ishlab chiqilgan²⁶ proyeksion modelda ellipsning yagona katta D diametrga va α burchakka bog'liq holda cheksiz ko'p kichik d_i diametrlar ega ekanligini ko'ramiz. Shundan kelib chiqib masalani echishda aylantirish usuliga asoslangan geometrik modellash mahsuli bo'lmish proyeksion modeldan foydalanib N' nuqtaning istalgan vaziyati uchun ellipsni aniqlash mumkin. 5.5.6-rasm ellipsning kichik diametrini aniqlash ketma-ketligi etrelkalar yordamida ko'rsatilgan.

²⁶ Jo'nev T.X. Моделирование изделий по трем опоред заданным точкам на AutoCAD 2010. Qishloq xo'jaligini innovatsion rivojlantirishda agrar fani va ilmiy-texnik asborotning roli. Respublika ilmiy-amaliy anjuman materiallari I-qism. Toshkent 29-dekabr 2010 y., TDAU. 233-235 betlar.

6. KO'PYOQLIKLAR

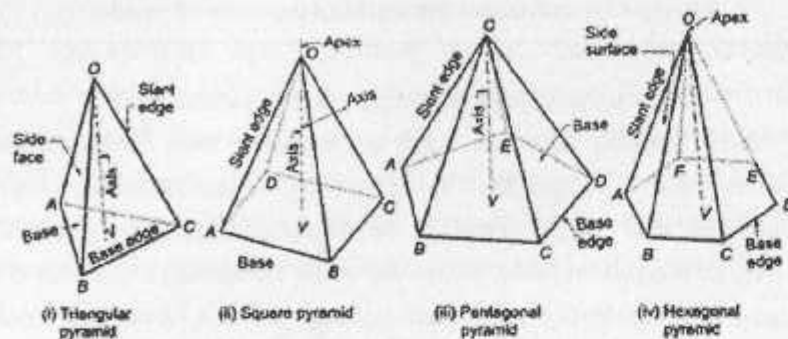
6.1-§. Ko'pyoqliklar to'g'risida umumiy ma'lumotlar

Ta'rif Hamma tomonidan tekis ko'pburchaklar bilan chegaralangan geometrik rasm - ko'pyoqliklar deyiladi. Tekis ko'pburchaklarning o'zaro kesishuvidan hosil bo'lgan kesmalar, ko'pyoqliklarning-qirralari va qirralar orasidagi ko'pburchaklarni uning yoqlari deb ataladi. Qirralarning o'zaro kesishuv nuqtalari ko'pyoqliklarning uchlari deb yuritiladi (6.1.1, 6.1.2-rasmlar). Tekis yuzalar bilan chegaralangan geometrik jismlar - prizma va piramidalar. Bu jismlar umumiy holda ko'p yoqliklar deyiladi²⁷. 6.1.1.a-rasmda asosi uchburchak, kvadrat va beshburchak bo'lgan to'g'ri prizmalar ko'rsatilgan. 6.1.1.b-rasmda esa asosi uchburchak, kvadrat, beshburchak va oltiburchak bo'lgan to'g'ri piramidalar ko'rsatilgan. Bundan ko'riniyaptiki prizma yon tomondan to'g'ri burchakli to'rt burchaklar, asoslaridan esa ko'p yoqlilar bilan chegaralangan. Xuddi shunday piramida yon tomondan umumiy uchga ega bo'lgan uchburchaklar bilan, pastgi asosi ko'pburchak bilan chegaralangan. Ushbu geometrik jismlar ko'pburchaklar asosida hosil qilinadi bo'lib hisoblanadi. Prizma asoslarining markazlarini tutashtiruvchi chiziqli prizmaning o'qi hisoblanadi. Piramida asosining markazi bilan uning uchini tutashtiruvchi chiziqli piramida o'qi hisoblanadi.



6.1.1.a-rasm. Prizmalar

²⁷ Shah M.B., Rana B.C. Engineering Drawing. India. 2009, 120-bet. 135.



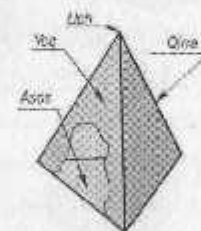
6.1.1, b-rasm. Piramidalar

Ko'pyoqliklarning barsha yon yoqlarining yig'indisi uning sirti deb ataladi. Ko'pyoqliklarning uchlari va qirralari uning *aniqlovshilari* hisoblanadi (6.1.1-rasm). Ko'pyoqliklarning bir yon yog'ida yotmagan ikki ushini birlashtiruvshi kesma uning *diagonali* deb ataladi (6.1.2-rasm). Ko'pyoqliklar aniqlovshilari uning istalgan yon yog'iga (tekislikka) nisbatan bir tomonda joylashsa, uni *qabariq ko'pyoqliklar*, aksinsha *hotiq ko'pyoqliklar* deb yuritiladi. Ko'pyoqliqlarining bir neshla turlari mavjud bo'lib, ulardan quyidagilarni ko'rib chiqamiz:

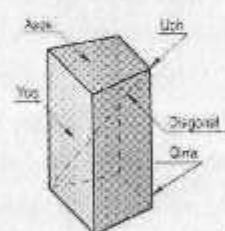
Ta'rif. Yoqlaridan biri tekis ko'pburchak bo'lib, qolgan yoqlari esa umumiy ushga ega bo'lgan uchburchaklardan tuzilgan ko'pyoqliklar *piramida* deyiladi. Ko'pburchak piramidaning asosi va uchburchaklar esa uning yon yoqlari deb ataladi. Yon yoqlarining umumiy ushi piramidaning ham ushi hisoblanadi va u asos tekisligida yotmaydi. Asosi muntazam ko'pburchakli piramida *muntazam piramida* deyiladi. Piramida balandligi asos markazidan o'tib, unga perpendikulyar bo'lsa, uni to'g'ri piramida, aks holda og'ma piramida deb yuritiladi (6.1.2-rasm, a).

Ta'rif. Yon yoqlari to'rt burchaklardan va asosi ko'p burchakdan iborat bo'lgan ko'pyoqliklar *prizma* deyiladi. Yon yoqlarning kesishuv chiziqlari – prizma *qirralari*, qirralar orasidagi ko'p burchaklning yoqlari deyiladi (6.1.2-rasm, b). Prizmani barsha qirralarini kesuvchi parallel tekisliklarda hosil bo'lgan

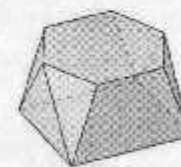
ko'pburchaklar–prizmaning asoslari deb ataladi. Yon qirralari asosiga nisbatan og'ma yoki perpendikulyar bo'lsa, prizma ham mos ravishda *og'ma* yoki *to'g'ri prizma* deb ataladi. Asosi muntazam ko'pburchak bo'lgan prizma, *muntazam prizma* deb yuritiladi. Asoslari o'zaro parallel tekisliklarda yotgan ikkita ko'pburchakdan va yon yoqlari esa asos uchlariidan o'tuvchi uchburchaklar va trapetsiyalardan iborat bo'lgan ko'pyoqliklar *prizmatoid* deyiladi (6.1.3-rasm). Ko'pyoqliklar bir jinsli qabariq, bir jinsli botiq, yulduzsimon hamda ularning birlashishidan hosil bo'lgan murakkab ko'pyoqliklarga bo'linadi. Bir jinsli qabariq ko'pyoqliklar muntazam va yarim muntazam ko'pyoqliklarga ajraladi. Muntazam qabariq ko'pyoqliklar o'zaro teng bir xil muntazam ko'pburchaklardan iborat yoqlarga, o'zaro teng ikki yoqli burchaklarga va o'zaro teng qirralarga ega bo'ladi. Bu ko'pyoqliklar asosan besh xil bo'lib *Platon jismlari* deb yuritiladi (6.1-jadval).



6.1.2-rasm



b)



6.1.3-rasm

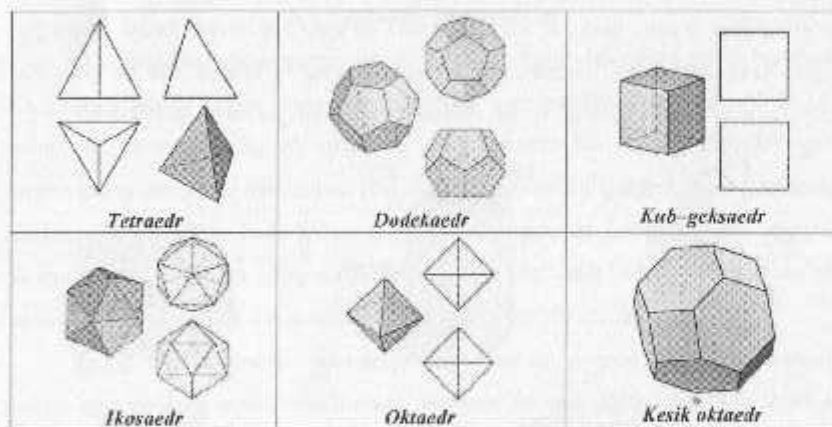
Ko'pyoqliklarning muhim xossalariidan birini Eyler quyidagisha bayon etgan: **Eyler teoremasi.** Har qanday qabariq ko'pyoqliklarda yoqlar bilan uchlari sonining yig'indisidan qirralar sonining ayirmasi ikkiga teng bo'ladi (ya'ni $YO+U-Q=2$).

Yon yoqlari turli rasmidagi muntazam ko'pburchaklardan iborat bo'lgan ko'pyoqliklarni *yarim muntazam ko'pyoqliklar* deb yuritiladi. Bu ko'pyoqliklar 18 xil bo'lib, ular *Arximed jismlari* deb yuritiladi. Ko'pyoqliklar texnikada turli

ko'rinishdagi mashina dyetallari, ko'pyoqli linzalar yasashda, hamda arxitektura va qurilish ishlarida keng ishlatiladi. Masalan, devor va poydevor bloklari, tom, ko'priklarning temir-beton panellari va inshootning boshqa qismlari ko'pyoqliklardan iborat bo'ladi. Ko'pyoqliklardan yana «geodezik» gumbazlar yasashda, keng oraliqli binolarni ustunsiz yopishda foydalaniladi. Qadimiy binolarda esa gumbaz, gumbaz osti, gumbazdan prizmatik qismiga o'tish joylarida ornament sifatida qo'llanilgan.

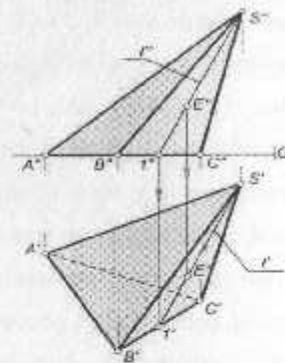
Jadval 6.1.

Muntazam ko'pyoqliklar



6.2-§. Ko'pyoqliklar va ularning yoyilmalarini tekis chizmada tasvirlash

Ko'pyoqliklar chizmada o'z aniqlashlarining to'g'ri burchakli proyeksiyalari orqali beriladi. 6.2.1-rasmda $SABC$ piramidaning tekis chizmasi o'z aniqlashlari: $S(S'')$ uchi, asosi $ABC(A'B'C', A''B''C'')$ uchburchakning proyeksiyalari orqali tasvirlangan. $SA, SB, \dots$ qirralarning proyeksiyalari S, A, B, C uchlarining bir nomli proyeksiyalarini birlashtiruvchi $S'A'$ va $S''A''$, $S'B'$ va $S''B''$ va h.k. kesmalar bo'ladi.



6.2.1-rasm

Yoqlarining proyeksiyalari esa qirralarning proyeksiyalari bilan chegaralangan $S'A'B'$ va $S''A''B''$, $S'A'C'$ va $S''A''C''$, ... tekis rasmlardan iborat bo'ladi. Ko'pyoqliklar sirtidagi ixtiyoriy (E') nuqtaning yetishmagan E' proyeksiyasi yon tekislikka tegishli ixtiyoriy $t(t', t'')$ to'g'ri chiziq vositasida yasaladi. Ko'pyoqliklar to'la yoyilmasini yasash uchun uning yon yoqlari va asoslarining yoyilmalari yasaladi. Bunday yoqlar (uchburchak yoki ko'pburchak) ni yoyilmada yasash ularga teng bo'lgan yoqlarni yasash demakdir. Bunday yoqlarni yoyilmada yasash uchun tomonlari ya'ni qirralarining xaqiqiy uzunliklari bo'lishi kerak. Agar ularning xaqiqiy uzunliklari chizmada bo'lmasa, ularni turli usullar orqali yasaymiz.

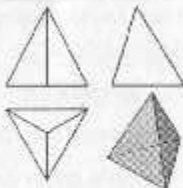
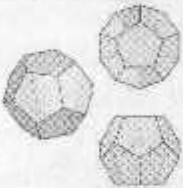
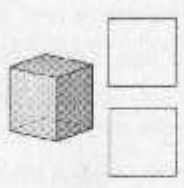
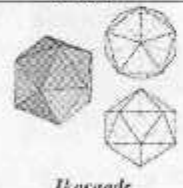
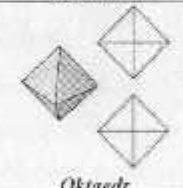
1-masala. Asosi II tekislikda yotgan uchburchakli to'g'ri prizmaning yoyilmasini yasash talab qilinsin (6.2.2-rasm).

Yechish. Prizmaning yon qirralari frontal proyeksiyada, asosidagi qirralari esa gorizontaal proyeksiyada xaqiqiy uzunlikda tasvirlangan. Prizmaning yoyilmasini yasash uchun dastlab uning biror masalan, AA' , qirradi bo'ylab xayolan kesish kerak. So'ngra uchta to'g'ri to'rtburchaklar (yon yoqlar) yonma-yon qo'yib

ko'rinishdagi mashina dyetallari, ko'pyoqli linzalar yasashda, hamda arxitektura va qurilish ishlarida keng ishlatiladi. Masalan, devor va poydevor bloklari, tom, ko'priklarning temir-beton panellari va inshootning boshqa qismlari ko'pyoqliklardan iborat bo'ladi. Ko'pyoqliklardan yana «geodezik» gumbazlar yasashda, keng oraliqli binolarni ustunsiz yopishda foydalaniladi. Qadimiy binolarda esa gumbaz, gumbaz usti, gumbazdan prizmatik qismiga o'tish joylarida ornament sifatida qo'llanilgan.

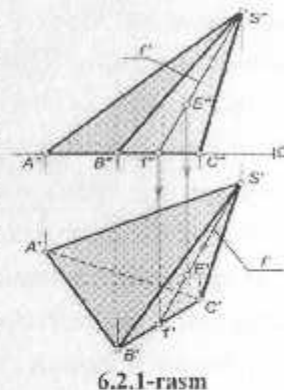
Jadval 6.1.

Muntazam ko'pyoqliklar

 <i>Tetraedr</i>	 <i>Dodekaedr</i>	 <i>Kub-geksaedr</i>
 <i>Ikosaedr</i>	 <i>Oktaedr</i>	 <i>Kesik oktaedr</i>

6.2-§. Ko'pyoqliklar va ularning yoyilmalarini tekis chizmada tasvirlash

Ko'pyoqliklar chizmada o'z aniqlashlarining to'g'ri burchakli proyeksiyalari orqali beriladi. 6.2.1 rasmda $SABC$ piramidaning tekis chizmasi o'z aniqlashlari: $S(S'S')$ uchi, asosi $ABC(A'B'C', A''B''C'')$ uchburchakning proyeksiyalari orqali tasvirlangan. $SA, SB, \dots$ qirralarning proyeksiyalari S_1A, B, C uchlarining bir nomli proyeksiyalarini birlashtiruvchi $S'A'$ va $S''A'', S'B'$ va $S''B''$ va h.k. kesmalar bo'ladi.



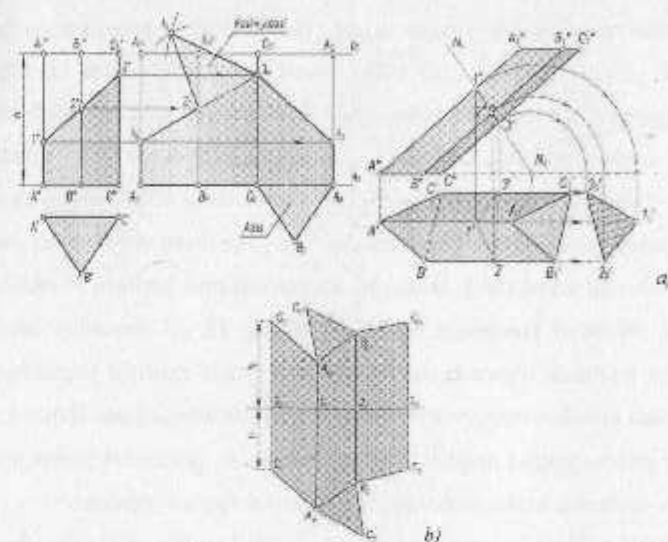
Yoqlarining proyeksiyalari esa qirralarning proyeksiyalari bilan chegaralangan $S'A'B'$ va $S''A''B'', S'A'C'$ va $S''A''C'', \dots$ tekis rasmlardan iborat bo'ladi. Ko'pyoqliklar sirtidagi ixtiyoriy (E'') nuqtaning yetishmagan E' proyeksiyasi yon tekislikka tegishli ixtiyoriy $l(l', l'')$ to'g'ri chiziq vositasida yasaladi. Ko'pyoqliklar to'la yoyilmasini yasash uchun uning yon yoqlari va asoslarining yoyilmalari yasaladi. Bunday yoqlar (uchburchak yoki ko'pburchak) ni yoyilmada yasash ularga teng bo'lgan yoqlarni yasash demakdir. Bunday yoqlarni yoyilmada yasash uchun tomonlari ya'ni qirralarining xaqiqiy uzunliklari bo'lishi kerak. Agar ularning xaqiqiy uzunliklari chizmada bo'lmasa, ularni turli usullar orqali yasaymiz.

1-masala. Asosi H tekislikda yotgan uchburchakli to'g'ri prizmaning yoyilmasini yasash talab qilinsin (6.2.2-rasm).

Yechish. Prizmaning yon qirralari frontal proyeksiyada, asosidagi qirralari esa gorizontal proyeksiyada xaqiqiy uzunlikda tasvirlangan. Prizmaning yoyilmasini yasash uchun dastlab uning biror masalan, AA_1 qirrasi bo'ylab xayolan kesish kerak. So'ngra uchta to'g'ri to'rtburchaklar (yon yoqlar) yonma-yon qo'yib

yasaladi. Bu to'rburchaklarning balandligi prizmaning balandligi h ga, asoslari esa mos ravishda $A'B'$, $B'A'$ va $C'A'$ kesmalarga teng bo'ladi. Hosil bo'lgan yon sirtning yoyilmasiga asoslari qo'shiladi va prizmaning to'la yoyilmasi hosil bo'ladi.

6.2.3,a,b-rasmlarda berilgan uch yoqli og'ma prizmaning yon qirralari frontal vaziyatda bo'lgani uchun ularning haqiqiy uzunliklari $A''A_1''$, $B''B_1''$ va $C''C_1''$ kesmalarga teng bo'ladi. Asoslari gorizontal vaziyatda bo'lganligi uchun asos qirralarining haqiqiy qiymati $A'B'$, $B'A'$ va $C'A'$ kesmalarga teng bo'ladi. Bunday og'ma prizmaning yoyilmasini normal kesim usulida yasash qulay hisoblanadi. Buning uchun og'ma prizmaning yon qirralariga perpendikulyar qilib ixtiyoriy $N(N_1)$ tekislik o'tkaziladi. Normal kesim 123 uchburchakning proyeksiyalari ($1'2'3'$, $1''2''3''$) ni hosil qilinadi. So'ngra normal kesimning haqiqiy kattaligi $\Delta 1_0 2_0 3_0$ aylantirish usulida yasaladi. Yoyilmani yasash uchun ixtiyoriy (bo'sh) joyda a_0 – yordamchi chiziqni ingichka qilib o'tkaziladi. Bu chiziqqa normal kesim tomonlarning haqiqiy uzunliklari biror (masalan, 3_c) nuqtadan boshlab o'lchab qo'yiladi (6.2.3,b-rasm). Hosil bo'lgan 3_c , 1_0 , 2_0 va 3_0 nuqtalardan a_0 chiziqqa perpendikulyar vaziyatda chiziq o'tkaziladi. Bu chiziqlarga qirralarning haqiqiy uzunliklari o'lchab qo'yiladi. Yoyilmada $C''3''=C_0 3_0$ va $3''C''=3_0 C_0$ qirraning o'lchab qo'yilishi ko'rsatilgan. Hosil bo'lgan qirralarning uchlari o'zaro tutashtiriladi. Prizma yon sirti va asosining haqiqiy kattaligi yoyilmasi qo'shilib to'la yoyilma hosil bo'ladi.



6.2.2-rasm

6.2.3-rasm

6.3-§. Ko'pyoqliklarning tekislik bilan kesishuvi

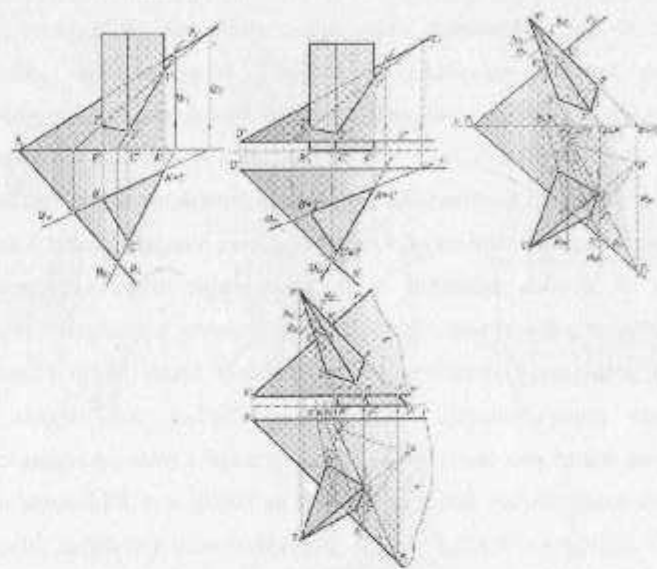
Ko'pyoqliklarni tekislik bilan kesilganda kesimda ko'pburchak hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan ko'pburchakning uchlari, ko'pyoqliklar qirralarining kesuvchi tekislik bilan kesishgan nuqtalari bo'ladi. Kesimning tomonlari esa ko'pyoqliklar yoqlarining kesuvchi tekislik bilan kesishish chiziqlari bo'ladi. Ko'pyoqliklarning tekislik bilan kesilgan qismini quyidagi ush usul bilan yasash mumkin:

- kesim tomonlarini, ya'ni ko'pyoqliklar yoqlarining kesuvchi tekislik bilan kesishish chizig'ini, yasash usuli.
- kesim uchlari, ya'ni ko'pyoqliklar qirralarining kesuvchi tekislik bilan kesishgan nuqtasini yasash usuli.
- aralash usul, bunda yuqoridagi ikkala usuldan foydalaniladi.

Bu usullardan qaysi birini qo'llash ko'pyoqliklar va tekislikni tekis chizmada berilishiga qarab tanlanadi.

Kesim tomonlarini yasash usuli. Bu usul ikki tekislikning kesishish chizig'ini yasash algoritmini bir nisha marta takrorlash asosida bajariladi. Bu usuldan proyeksiyalovchi vaziyatdagi prizmaning tekislik bilan kesishish chizig'ini yasashda foydalanish juda qulaydir. 6.3.1-rasmda uch yoqlik to'g'ri prizmaning umumiy vaziyatdagi $P(P_H, P_V)$ tekislik bilan kesishuvidan hosil bo'lgan kesimining proyeksiyalari yasalgan. Bunda prizmaning yon yoqlari orqali M_1 va M_2 gorizontal proyeksiyalovchi tekisliklar o'tkazilgan. Bu tekisliklarni berilgan P tekislik bilan kesishgan chiziqlari yordamida kesim yuzasining 12, 13 tomonlari aniqlangan. Aynan shu prizmani, o'zaro kesishuvchi h va f to'g'ri chiziqlar orqali berilgan P tekislik bilan kesishuv chizig'ini yasash 6.3.2-rasmda ko'rsatilgan. Bunda kesishish chiziqlari prizma yoqlari orqali o'tkazilgan M_1 va M_2 gorizontal proyeksiyalovchi tekisliklar vositasida kesim yuzasining $\Delta 123$ proyeksiyalari yasalgan.

Kesim uchlarini yasash usuli. Bu usul 1-usulga nisbatan umumiyroq hisoblanib, to'g'ri chiziq bilan tekislikning kesishish nuqtasini yasash algoritmi asosida bajariladi. 6.3.3, 6.3.4-rasmlarda asosi H proyeksiyalar tekisligida bo'lgan $SABC$ piramidani, izlari orqali berilgan P tekislik va kesishuvchi chiziqlar (h va f) orqali berilgan umumiy vaziyatdagi P tekislik bilan kesishishdan hosil bo'lgan kesimini yasash ko'rsatilgan.



6.3.1-rasm

6.3.2-rasm

6.3.3-rasm

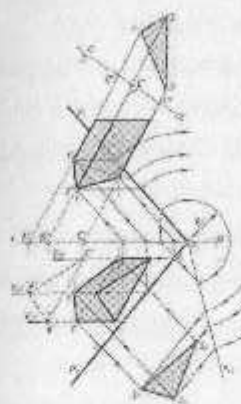
6.3.4-rasm

Kesim proyeksiyalari $\Delta 1'2'3'$ va $\Delta 1''2''3''$ ni yasash algoritmi quyidagicha:

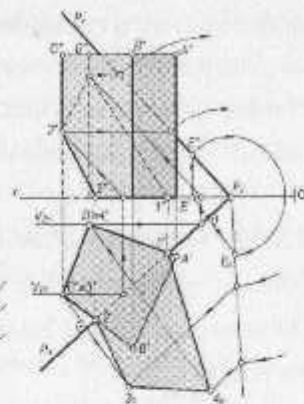
- SA, SB, SC qirralari orqali yordamchi N_1, N_2, N_3 frontal proyeksiyalovchi tekisliklar o'tkaziladi;
- bu tekisliklarning P tekislik bilan kesishgan chiziqlari E_1F_1, E_2F_2, E_3F_3 ning proyeksiyalari yasaladi;
- kesishuv chiziqlari E_1F_1, E_2F_2, E_3F_3 bilan piramida qirralari SA, SB, SC ning mos ravishda kesishuv nuqtalari $1, 2, 3$ larni proyeksiyalari aniqlanadi;
- hosil qilingan $1, 2, 3$ nuqtalar o'zaro birlashtirilib, kesim yuzasining proyeksiyalari $\Delta 1'2'3'$ va $\Delta 1''2''3''$ yasaladi.

6.3.5-rasmda aynan shu usul bilan og'ma prizmaning umumiy holatdagi $P(P_H, P_V)$ tekislik bilan kesishish chizig'ini proyeksiyalarini yasash prizma qirralari orqali V_1, V_2 va V_3 yordamchi frontal tekisliklar o'tkazish bilan aniqlash ko'rsatilgan. Kesim yuzasi $\Delta 123$ ning haqiqiy kattaligi P ni P_H izi atrofida

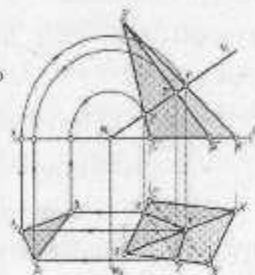
aylantirib H ga jipslashtirish usuli bilan aniqlangan. 6.3.6-rasmda to'g'ri prizmaning umumiy vaziyatdagi P tekislik bilan kesishish chizig'ining proyeksiyalarini yasash ko'rsatilgan. Kesimning 1 va 2 nuqtalari bevosita prizma asosi bilan R tekislikning P_h izi kesishgan nuqtalarida yotadi. C va D qirralar orqali o'tkazilgan yordamchi kesuvchi $V_1(V_{1H})$, $V_2(V_{2H})$ frontal tekisliklar vositasida 3,4 nuqtalar proyeksiyalari aniqlangan. Kesim yuzasining haqiqiy kattaligi R tekislikni uning P_v izi atrofida aylantirib N ga jipslashtirish usulida yasalgan. Agar ko'pyoqliklar proyeksiyalovchi tekisliklar bilan kesishsa, ularning kesim yuzasini proyeksiyalarini yasash yanada osonlashadi, shunki bunda kesim yuzaning bir proyeksiyasi proyeksiyalovchi tekislik izida bo'ladi. 6.3.7-rasmda og'ma piramidaning frontal proyeksiyalovchi $N(N_H, N_V)$ tekislik bilan kesishgan va kesim yuzasini va uning haqiqiy kattaligini yasash ko'rsatilgan. 6.3.8-rasmda ushbu qoqli piramidani $N_1(N_{1H})$ va $N_2(N_{2H})$ frontal proyeksiyalovchi tekisliklar bilan kesib, kesimda hosil bo'lgan o'yiq qismining gorizontaal proyeksiyasini yasash ko'rsatilgan.



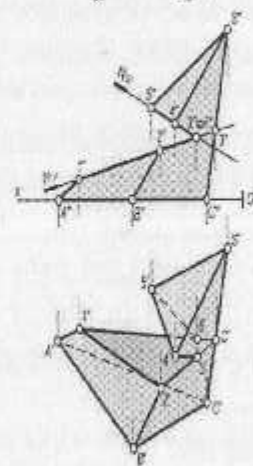
6.3.5-rasm



6.3.6-rasm



6.3.7-rasm



6.3.8-rasm

6.4-§. Ko'pyoqliklarning to'g'ri chiziqli bilan kesishuvi

To'g'ri chiziqli qavariq ko'pyoqliklarning yoqlari bilan ikki nuqtada kesishadi. Bular *kirish* va *shiqish* nuqtalari deb yuritiladi. To'g'ri chiziqli bilan ko'pyoqliklar sirtining kesishish nuqtalarini yasashda quyidagi usullardan foydalaniladi:

- to'g'ri chiziqli orqali xususiy vaziyatdagi tekislik o'tkazish usuli;
- to'g'ri chiziqli orqali umumiy vaziyatdagi tekislik o'tkazish usuli.

Quyida to'g'ri chiziqli bilan ko'pyoqliklarning kesishish nuqtalarini yasashga oid bir nisha misollarni ko'rib chiqamiz.

1-usul: To'g'ri chiziqli bilan ko'pyoqliklar sirtining o'zaro kesishish nuqtalarini xususiy vaziyatdagi tekislik vositasida yasash, qo'yidagi algoritmi asosida bajariladi:

- berilgan to'g'ri chiziqli orqali xususiy vaziyatdagi tekislik o'tkaziladi;
- xususiy vaziyatdagi tekislik bilan berilgan ko'pyoqliklarning o'zaro kesishuvidagi kesim yuza chizig'i aniqlanadi;
- kesim yuza chizig'i va berilgan to'g'ri chiziqli kesishish nuqtalari belgilanadi.

6.4.1-rasmda $\ell(\ell', \ell'')$ to'g'ri chiziqli ush yoqli $\Phi(\Phi', \Phi'')$ prizma sirti bilan kesishish nuqtalarini yasash tasvirlangan.

Yasash algoritmi qo'yidagicha:

- ℓ to'g'ri chiziqli orqali frontal proyeksiyalovchi $N(N_H, N_V)$ tekislik o'tkaziladi; $\ell'' \subset N_V$ va $N_H \perp OX$;
- N tekislik bilan Φ prizmaning kesishishidagi kesim yuza chizig'i proyeksiyalari $1'2'3'$ va $1''2''3''$ yasiladi. $N \cap \Phi = 23$;
- Kesim yuza chizig'i $\Delta 123$ bilan ℓ to'g'ri chiziqli chizig'ining ushrashish nuqtalari E_1 va E_2 belgilanadi. $12 \cap \ell = E_1$ va $23 \cap \ell = E_2$. Bunda avvalo $1'2'3' \cap \ell' = E'_1$ va E'_2 lar, so'ngra proyeksiyon bog'lanish chizig'i orqali E''_1 va E''_2 lar holati aniqlanadi.

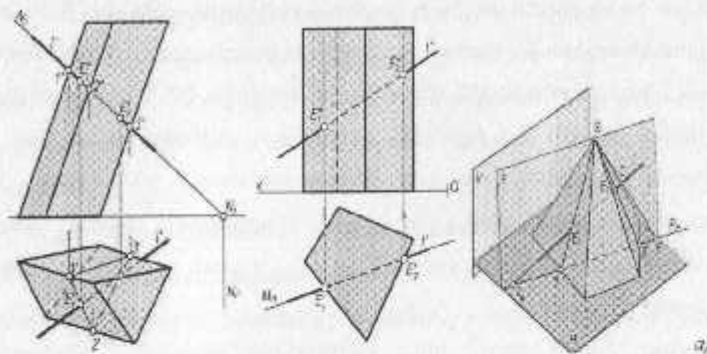
Agar ko'pyoqliklarning yon yoqlari proyeksiyalovchi tekisliklar bo'lsa, to'g'ri chiziqli bilan bunday sirtning kesishish nuqtalarini yasash juda soddalashadi.

6.4.2-rasmda to'rt yoqlik to'g'ri prizma sirti bilan $\ell(\ell', \ell'')$ to'g'ri chiziqli o'zaro kesishish $E_1(E'_1, E''_1)$, $E_2(E'_2, E''_2)$ nuqtalarini yasash tasvirlangan.

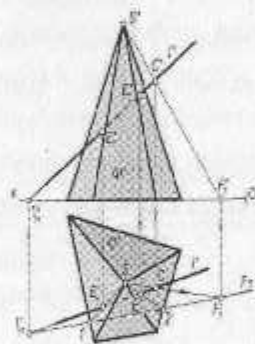
Bunda prizmaning yon yoqlari proyeksiyalovchi tekisliklardan iborat bo'lgani uchun ℓ orqali $M(M_H)$ gorizontali proyeksiyalovchi tekislik o'tkaziladi, kesishuv nuqtalari proyeksiyalari E'_1 va E'_2 belgilab, so'ngra E''_1 va E''_2 proyeksiyalari yasiladi.

2-usul: To'g'ri chiziqli bilan ko'pyoqliklar sirtining o'zaro kesishish nuqtalarini, umumiy vaziyatdagi yordamchi tekislik vositasida yasash. Bunda umumiy vaziyatdagi tekislik o'tkazish uchun markaziy yoki qiyshiq burchakli parallel proyeksiyalash usullarining biridan foydalaniladi. Bunda to'g'ri chiziqli ko'pyoqliklar sirtiga kirish va shiqish nuqtalarini yasash algoritmi quyidagicha:

- berilgan to'g'ri chiziqli orqali sirtning asosini kesuvchi umumiy vaziyatdagi yordamchi tekislik o'tkaziladi;
- yordamchi tekislik bilan sirt asosi tomonlarining kesishish nuqtalari belgilanadi;
- bu nuqtalar orqali yordamchi tekislik bilan sirt yon yoqlarining kesishish chiziqlari aniqlanadi;
- bu chiziqlar berilgan to'g'ri chiziqli bilan kesishib sirtga tegishli kirish va shiqish nuqtalarni hosil qiladi.



6.4.1-rasm.



6.4.2-rasm

b)

6.4.3-rasm

6.4.3a,b-rasmda $\ell(\ell',\ell'')$ to'g'ri chiziqlik bilan $\Phi(\Phi',\Phi'')$ piramidaning o'zaro kesishish nuqtasini yasash tasvirlangan. Bunda piramidaning S uchi va ℓ to'g'ri chiziqlik orqali o'tuvchi umumiy vaziyatdagi P tekislikning R_H izini o'tkazish uchun:

- berilgan ℓ to'g'ri chiziqlikning gorizontall ℓ_H izi yasaladi;
- piramidaning S uchidan ℓ to'g'ri chiziqlikni ixtiyoriy $C(C',C'')$ nuqtada kesib o'tuvchi $SC(S'C',S''C'')$ to'g'ri chiziqlik o'tkazib uning ham gorizontall F_H izi yasaladi;

• ℓ' va ℓ'' izlar orqali piramidani asosini kesuvchi umumiy vaziyatdagi P tekislikning gorizontall P_H izini o'tkazamiz. P_H bilan piramida asosining kesishish nuqtalari $1'$ va $2'$ ni belgilanadi.

• S' nuqtani $1'$ va $2'$ nuqtalar bilan birlashtirib, P tekislik bilan piramidaning kesishish chiziqlik $\Delta S'1'2'$ ni yasaladi;

• $\Delta S'1'2'$ bilan ℓ' to'g'ri chiziqlikning o'zaro ushrashish E'_1 va E'_2 nuqtalarini belgilanadi. Bu nuqtalardan foydalanib ularning frontal E'_1 va E'_2 proyeksiyalari aniqlanadi. Hosil bo'lgan E'_1 va E'_2 nuqtalar ℓ' to'g'ri chiziqlik bilan Φ piramida sirtining kesishishidagi kirish va shiqish nuqtalari bo'ladi.

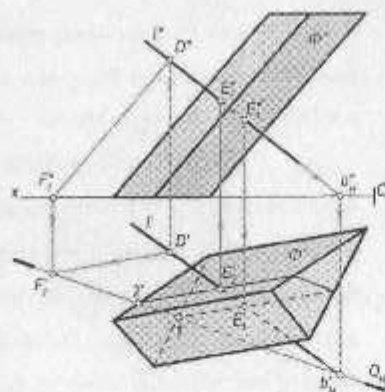
Yuqorida bayon etilgan usulni yordamchi markaziy proyeksiyalash usuli deb ham ataladi. Bu usuldan to'g'ri chiziqlik bilan konus sirtining kesishish nuqtalarini yasashda ham foydalaniladi. Prizma yoki silindr sirtlari bilan to'g'ri chiziqlikning kesishuv nuqtalarini yasashda ham umumiy vaziyatdagi tekisliklaridan foydalangan qulay. Bunda berilgan to'g'ri chiziqlik bilan ko'pyoqliklar sirtining o'zaro kesishish nuqtalari berilgan to'g'ri chiziqlik orqali ko'pyoqliklarning yon qirralariga parallel qilib o'tkazilgan umumiy vaziyatdagi tekislik vositasida aniqlanadi.

Proyeksiyalash yo'nalishi ko'pyoqliklar qirralariga parallel bo'lgani uchun uni *qiyshiq burchakli yordamchi parallel proyeksiyalash usuli* deb ham ataladi.

6.4.4-rasmda og'ma vaziyatdagi $\Phi(\Phi',\Phi'')$ prizma sirti bilan $b(b',b'')$ to'g'ri chiziqlikning o'zaro kesishish nuqtalarini yasash tasvirlangan. Bu misolni chizmada yechish algoritmi quyidagicha:

- berilgan b to'g'ri chiziqlikning gorizontall $b_H(b'_H,b''_H)$ izi yasaladi;
- b to'g'ri chiziqlikning ixtiyoriy $D(D',D'')$ nuqtasidan prizmaning yon qirralariga parallel to'g'ri chiziqlik o'tkaziladi va uning ham gorizontall $F_H(F'_H,F''_H)$ izi aniqlanadi.
- b'_H va F'_H izlar orqali, prizmaning qirralariga parallel kesuvchi umumiy

vaziyatdagi Q tekislikning Q_H izi o'tkaziladi. Bu tekislik prizmaning asosini $1'$ va $2'$ nuqtalarda kesadi. Ushbu nuqtalaridan prizma qirralariga parallel o'tkazilgan kesim chiziqlari l' to'g'ri chiziqni E_1' va E_2' nuqtalarida kesadi. Bu nuqtalarning frontal proyeksiyalari E_1'' va E_2'' nuqtalar, l'' to'g'ri chiziqda aniqlanadi. Natijada, to'g'ri chiziqni prizma sirti bilan kesishishidagi kirish va shiqish nuqtalari hosil bo'ladi.



6.4.4-pacm

6.5-§. Ko'pyoqliklarning o'zaro kesishuvi

Ko'pyoqliklar fazoda bir-biriga nisbatan o'zaro joylashuviga qarab, to'la, qisman kesishgan yoki butunlay kesishmagan vaziyatlarda ushraydilar. Ko'pyoqliklar o'zaro kesishganda bir yoki bir nesha yopiq fazoviy yoki tekis siniq chiziqlar hosil bo'ladi. Bu siniq chiziq uchlarini, ko'pyoqliklarning to'g'ri chiziq bilan kesishish nuqtalarini yasash usuli yordamida aniqlanadi. Ularning kesishuv chizig'ini yasash:

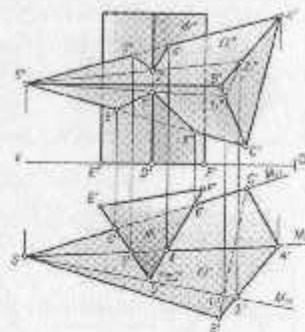
- Φ ko'pyoqliklar qirralarining Ω ko'pyoqliklar sirti yoqlari bilan kesishish nuqtalari yoki Ω ko'pyoqliklar qirralarining Φ ko'pyoqliklar yoqlari bilan kesishish nuqtalari aniqlanadi;
- Φ va Ω larning yon yoq tekisliklarini o'zaro kesishish chiziqlari yasaladi.

Hosil bo'lgan kesishish nuqtalarini yoki chiziqlarni tegishli tartibda birlashtirilsa berilgan ko'pyoqliklarning kesishish chizig'i hosil bo'ladi. Ko'pyoqliklarning o'zaro kesishish chiziqlarini yasashda avvalo ularning kesishishida qatnashmaydigan qirralari aniqlanadi; so'ngra ko'pyoqliklarning

ko'rinar, ko'rinmas qirralari aniqlanib, ularning ko'rinar qismlari asosiy tutash chiziq bilan chiziladi.

6.5-rasmda tasvirlangan prizma va piramida sirtlarining o'zaro kesishish chizig'ini yasash algoritmi quyidagicha bo'ladi:

- prizma qirralarining piramida sirti bilan kesishgan nuqtalari yasalgan. Rasmdan ko'rinib turibdiki, prizmaning faqat oldingi D qirrasigina piramida sirtini 1 va 2 nuqtalarda kesib o'tgan. Bu nuqtalar D nuqta orqali o'tgan $M_1(M_{1H})$ gorizontial proyeksiyalovchi tekislik yordamida yasaladi;



6.5-rasm.

- piramida qirralarining prizma sirti bilan kesishgan $3, 4, 5, 6$ nuqtalari yasaladi. Piramidaning faqat SA' va SC qirralari prizma bilan kesishadi. SA va SS qirralarining prizma bilan kesishgan $3(3', 3'')$, $4(4', 4'')$, $5(5', 5'')$, $6(6', 6'')$ nuqtalar 6.4.2-rasmdagidek $M_2(M_{2H})$ va $M_3(M_{3H})$ gorizontial proyeksiyalovchi tekisliklar yordamida topiladi;

- Aniqlangan $1'', 2'', 3'', 4'', 5'', 6''$ nuqtalar ko'rinar-ko'rinmasligini e'tiborga olib, tartib bilan birlashtirsak, kesishish chizig'ining frontal proyeksiyasini olamiz.

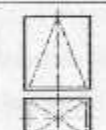
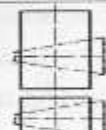
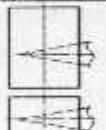
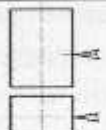
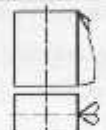
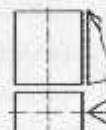
Mavzu bo'yicha geometrik modellashtrishga oid material

Ko'pyoqliklar mavzusini o'rganishda ularning tuzilishi va turli geometrik shakllar (nuqta, to'g'ri chiziq, tekislik va ko'pyoqlik) bilan o'zaro munosabatini geometrik modellashtrish yaxshi samara beradi. Buni amalga oshirishning yo'llaridan biri - turli toifadagi testlar ishlab chiqishdir. Bu esa mavzuni chuqurroq o'rganish va ijodiy qobiliyatlarni rivojlantirishda katta ahamiyatga ega. Quyidagi

testlarni yeching va uning boshqacha variantlarini geometrik modellashtirish asosida ishlab chiqing.²⁸

1. Ko'pyoqliklarning nomi, yoqlari, qimalari va uchlari sonini yozing					
					

2. Ko'pyoqlik va nuqtaning munosabatlarini yozing	3. Ko'pyoqlik va to'g'ri chiziqning munosabatlarini yozing	4. Ko'pyoqlik va tekislikning kesishuv munosabatlarini yozing	
			P1
			P2
			P3
			P4
			P5
			P6
			P7

5. Ko'pyoqliklarning o'zaro munosabatlarini yozing					
					

III-MODUL. EGRI SIRTLARNI MODELLASHTIRISH

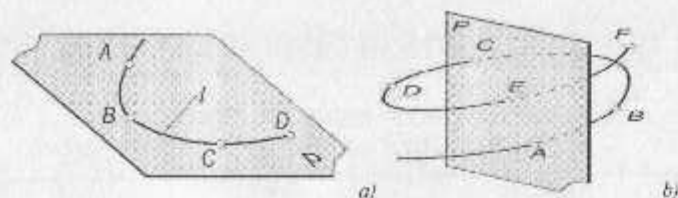
7. EGRI CHIZIQLAR VA SIRTLARNING BERILISHI.

7.1.-§. Tekis egri chiziqlar va ularning berilishi

Umumiy tushunchalar. Chizma geometriyada egri chiziqlarning geometrik va mexanik xususiyatlaridan grafik ravishda amaliy foydalanish e'tiborga olinib, ularga oddiy kinematik ta'rif beriladi. Shuning uchun egri chiziq fazoda yoki tekislikda ma'lum yo'nalishda uzluksiz harakatlanuvchi biror nuqtaning izi sifatida qabul qilinadi. Egri chiziqlar tekis (7.1.1,a-rasm) va fazoviy (7.1.1,b-rasm) egri chiziqlarga bo'linadi. Egri chiziqlar qonuniy va qonunsiz egri chiziqlarga bo'linadilar. Egri chiziqni tashkil qiluvchi nuqtalar to'plami ma'lum biror qonunga bo'ysunsa u *qonuniy*, aksinsha nuqtalar to'plami hech qanday qonunga asoslanmagan bo'lsa, bunday egri chiziq *qonunsiz egri chiziq* deyiladi. Boshqacha aytganda tekis yoki fazoviy egri chiziq har bir nuqtasining vaziyatini beruvchi qonuniyatini aniqlasak, bu chiziq qonuni bo'ladi. Qonuniy egri chiziqlar, masalan, 2-tartibli egri chiziqlar, vint chiziqlar va ulamalardan murakkab texnik sirtlarni loyihalashda sirt aniqlovchilari sifatida keng foydalaniladi²⁹. Qonuniy egri chiziqlarning dekart koordinatalar sistemasidagi tenglamalariga qarab algebraik va transcendent egri chiziqlarga bo'linadilar. Tenglamasi algebraik funksiya orqali ifodalangan egri chiziq *algebraik*, transcendent funksiya bilan ifodalangan egri chiziq esa *transcendent* egri chiziqdir.

²⁸ Jo'rayev T.X. "Developing of students' creativity by module "Surfacing using CAD technologies". Bitiruv-loyihalari. O'z.R.O va O'MTV BMM mulaka oshirish markazi, Toshkent, 2015.

²⁹ Жураев Т.Х. "Основы геометрического моделирования рабочих органов машинотракторной и сельскохозяйственной техники". Lambert Academic Publishing, Saarbrücken 2015. ISBN 978-3-659-66832-6.



7.1.1-rasm

Algebrik egri chiziqlar tartib va klass tushunchalari bilan xarakterlanadi. Egri chiziqlarning tartibi uni ifodalovshi tenglamaning darajasiga teng bo'ladi. Grafik jihatdan tekis egri chiziqlarning tartibi uning to'g'ri chiziq bilan, fazoviy egri chiziqning tartibi esa uning biror tekislik bilan maksimum kesishish nuqtalar soni orqali aniqlanadi. Tekis egri chiziqning klassi unga shu tekislikning ixtiyoriy nuqtasidan o'tkazilgan urinmalar soni bilan, fazoviy egri chiziqning klassi unga biror to'g'ri chiziq orqali o'tkazilgan urinma tekisliklar soni bilan aniqlanadi. Egri chiziqning tartibi va klassi har xil bo'ladi. Faqat ikkinshi tartibli egrikliklarning tartibi va klassi bir xil bo'lib, u 2 ga teng bo'ladi.

Tekis egri chiziqlar. Ularga urinma va normal o'tkazish.

Ta'rif. *Hamma nuqtalari bitta tekislikda yotgan egri chiziq tekis egri chiziq deyiladi.* Tekis egri chiziqlar analitik va grafik ko'rinishlarda berilishi mumkin. Analitik ko'rinishda quyidagi hollar bilan beriladi:

- dekart koordinatalar sistemasida $f(x, y) = 0$ ko'phad bilan;
- qutb koordinatalar sistemasida $r = f(\varphi)$ bilan;
- parametrik ko'rinishda $x = x(t)$ va $y = y(t)$ bilan.

Egri chiziqlarning grafik ko'rinishda berilishining turli xil usullari mavjud.

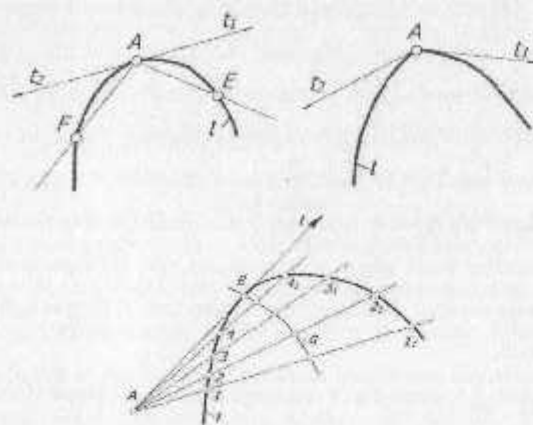
Tekislikka tegishli biror nuqtaning uzluksiz harakati natijasida tekis egri chiziq hosil bo'ladi. Tekis egri chiziqning har bir nuqtasidan unga bitta urinma va bitta normal o'tkaziladi.

7.1.2-rasmida berilgan ℓ tekis egri chizig'iga uning biror A nuqtasida urinma va normal o'tkazish ko'rsatilgan. Buning uchun A nuqta orqali egri chiziqni

kesuvchi AE va AF to'g'ri chiziqlarni o'tkazamiz. E nuqtani A nuqtaga egri chiziq bo'ylab yaqinlashtira boshlaymiz. Natijada, AE kesuvchi A nuqta atrofida burila boshlaydi. E nuqta A nuqta bilan ustma-ust tushganda AE kesuvchi t_1 urinmani hosil qiladi. Uni ℓ egri chiziqning berilgan nuqtasida o'tkazilgan **yarim urinma** deyiladi. F nuqtani ham egri chiziq ustida harakatlantirib A nuqta bilan ustma-ust tushiramiz. AF kesuvchi t_2 yarim urinmani hosil qiladi. Qarama-qarshi yo'nalgan t_1 va t_2 yarim urinmalar hosil qilgan to'g'ri chiziq egri chiziqqa berilgan nuqtada o'tkazilgan **urinma** deyiladi. Shunday nuqtalardan tashkil topgan egri chiziq **rayon egri chiziq** deyiladi.

Egri chiziqning A nuqtadagi ℓ urinmaga o'tkazilgan perpendikulyar n to'g'ri chiziq uning normali deb ataladi. Ba'zan yarim urinmalar o'zaro ustma-ust tushmasdan o'zaro kesishishi mumkin. Bunday nuqtalar **sinish nuqtasi** deyiladi (7.1.3-rasm). Amaliyotda egri chiziqlarga urinma va normal o'tkazish masalalari ko'p ushraydi, shuning uchun ularning ba'zi bir grafik usullarini ko'ramiz.

Egri chiziqqa undan tashqari olingan nuqta orqali urinma o'tkazish. Biror ℓ egri chiziq va undan tashqarida olingan A nuqta berilgan (7.1.4-rasm) A nuqtadan ℓ egri chiziqqa urinma o'tkazish talab qilinsin. Buning uchun A nuqta orqali ℓ egri chiziqni kesuvchi to'g'ri chiziqlar o'tkaziladi. Hosil bo'lgan vatarlarning uchlari $11, 22, 33, \dots$ nuqtalar bilan belgilab, har bir vatarning o'rta nuqtalari topiladi. Vatarlarning o'rta nuqtalarini birlashtirib q egri chiziqni hosil qilinadi. Bu egri chiziq **xatoliklar egri chizig'i** deyiladi va uning ℓ egri chizig'i bilan kesishish B nuqtasi A nuqtadan o'tuvchi urinmaning egri chiziqqa urinish nuqtasi bo'ladi. A va B nuqtalarni to'g'ri chiziq bilan birlashtirilsa, ℓ urinma hosil bo'ladi.



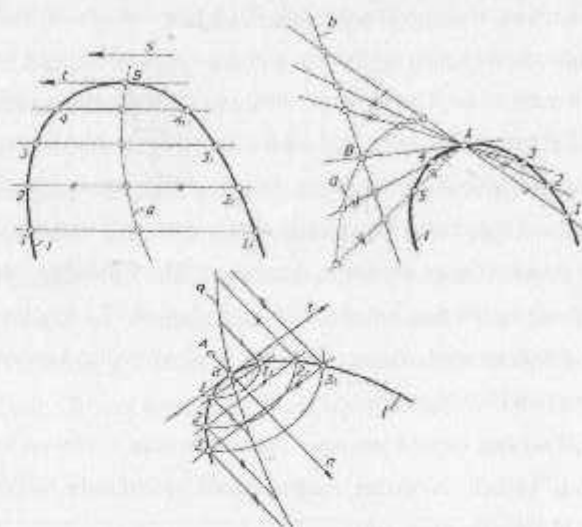
7.1.2-rasm

7.1.3-rasm

7.1.4-pasm

Berilgan yo'nalishga parallel urinma o'tkazish. Biror t egri chiziqa berilgan s yo'nalishga parallel urinma o'tkazish uchun t egri chiziqli s yo'nalishga parallel chiziqlar bilan kesiladi va hosil bo'lgan $11_1, 22_1, 33_1, \dots$ vatarlarni teng ikkiga bo'luvchi nuqtalar orqali q xatoliklar egri chizig'i o'tkaziladi (7.1.5-rasm). q egri chiziqlarning t bilan kesishish nuqtasi B topiladi. U orqali s yo'nalishga parallel qilib t urinmani o'tkaziladi.

Egri chiziq ustida yotgan nuqta orqali unga urinma o'tkazish. Berilgan t egri chiziqli uning ustida yotgan A nuqtadan chiquvchi to'g'ri chiziqlar bilan kesiladi (7.1.6-rasm). A nuqtadan o'tuvchi urinmaning taxminiy yo'nalishiga perpendikulyar qilib b to'g'ri chiziqli o'tkaziladi. Kesuvchi nurlarga b to'g'ri chiziqli kesib o'tgan nuqtalardan boshlab o'sha chiziqlarning t dagi vatar uzunligi o'lchab qo'yiladi. Nuqtalar to'plami q egri chiziqli hosil qiladi. q egri chiziqlarning b bilan kesishish nuqtasi B ni A nuqta bilan birlashtirganda t urinmaga hosil bo'ladi.



7.1.5-rasm

7.1.6-rasm

7.1.7-rasm

Egri chiziqdan tashqarida olingan nuqtadan unga normal o'tkazish. t egri chiziqlardan tashqaridagi A nuqtani konsentrik aylanalar markazi sifatida qabul qilib (7.1.7-rasm), undan berilgan egri chiziqli kesuvchi bir necha aylanalar chiziladi. Bu aylanalar t egri chiziqli $11_1, 22_1, 33_1, \dots$ nuqtalarda kesadi. Mos nuqtalarni o'zaro birlashtirib, egri chiziqlarning $11_1, 22_1, 33_1, \dots$ vatarlari hosil qilinadi. Vatarlar uchlari qarama-qarshi yo'nalishda unga perpendikulyar chiziqlar chiqariladi va ularga vatarlar uzunliklarini o'lchab qo'yiladi. Bu kesmalarning uchlari tartib bilan birlashtirib q chiziq hosil qiladi. q va t egri chiziqlar o'zaro B nuqtada kesishadilar. A va B nuqtalarni birlashtiruvchi n to'g'ri chiziqli t egri chiziqlarning normali bo'ladi.

Tekis egri chiziq nuqtalarining klassifikatsiyasi. Tekis egri chiziqlar monoton va ulama chiziqlarga bo'linadi. Monoton egri chiziqlarning qator nuqtalarida egrilik radiusi uzluksiz o'sib yoki kamayib boradi. Monoton egri chiziq yoylaridan

tashkil topgan chiziq *ulama* chiziq deyiladi. Bu yoylarning ulanish nuqtalari ulama chiziqlarning *uchlari*, ulanuvchi yoylarning o'zi esa ulama chiziqlarning tomonlari deb ataladi. Yoylarning ulanish xarakteriga qarab, ulama chiziqlarning uchlari *oddiy* va *maxsus* nuqtalar bo'lishi mumkin. Egri chiziqlarning oddiy nuqtasida yarim urinmalar qarama-qarshi yo'nalishda bo'lib, bitta to'g'ri chiziq ustida yotadi va egrilik markazlari ustma-ust tushadi. Egri chiziqlarning maxsus nuqtalari quyidagilar:

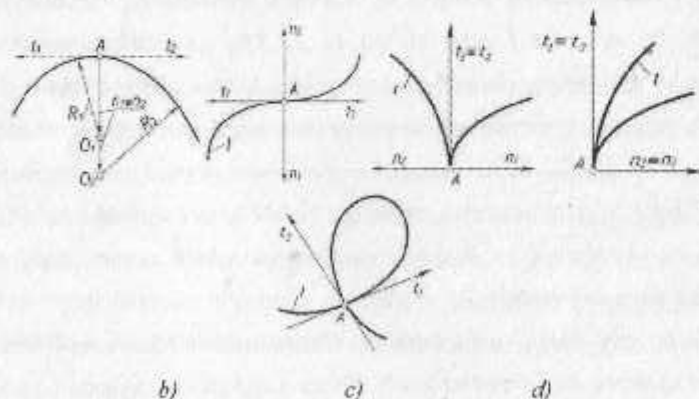
Qo'sh nuqta. Yarim urinmalar qarama-qarshi yo'nalishga ega, normallar ustma-ust tushadi, egrilik markazlari esa har xil joylashadi (7.1.8,a-rasm).

Egilib o'tish nuqtasi. Yarim urinmalar ham, normallar ham qarama-qarshi yo'nalishda bo'ladi (7.1.8,b-rasm).

Birinchi turdagi qaytish nuqtasi. Yarim urinmalar ustma-ust tushadi va bir xil yo'nalishda bo'ladi, normallar qarama-qarshi yo'nalishda bo'lib, bir chiziq ustida yotadi (7.1.8,c-rasm).

Ikkinchi turdagi qaytish nuqtasi. Yarim urinmalar va normallar juft-juft bo'lib bir xil yo'nalishga ega bo'ladi (7.1.8,d-rasm).

Tugun nuqta. Tugun nuqtada egri chiziq o'zini-o'zi bir va bir necha marta kesib o'tadi (7.1.8,e-rasm).



7.1.8-rasm

Ikkinshi tartibli egri chiziqlar.

Ta'rif Ikkinshi darajali tenglamalar bilan ifodalanuvchi egri chiziqlar *ikkinshi tartibli egri chiziqlar* deyiladi.

Bunday chiziqlar to'g'ri chiziq bilan eng ko'pi ikki nuqtada kesishadi. 2-tartibli egri chiziqlar va ularning xususiyatlaridan mashinasozlikda, binokorlikda, umuman muhandislik amaliyotining barcha tarmoqlarida keng foydalaniladi. Shu boisdan ham 2-tartibli egri chiziqlar mukammal o'rganilgan. Ularga aylana, ellips, parabola, giperbola va ularning xususiy hollari kiradi. Bu egri chiziqlarning tenglamalari va ularning shakllarini aniqlovchi parametrlari analitik geometriyada to'liq o'rganiladi. Chizma geometriyada esa ularni yasash va hosil bo'lish usullari o'rganiladi.

Jadval 7.1.

Aylana Berilgan nuqtadan teng masofalarda joylashgan nuqtalarning to'plami aylana deyiladi.		Giperbola Berilgan F_1 va F_2 ikki nuqtadan uzoqliklarining ayirmasi o'zgarmas miqdor bo'lgan nuqtalarning to'plami giperbola deyiladi. $F_1N - F_2N = A_1A_2 = \text{const}$	
Ellips Berilgan ikki F_1 va F_2 nuqtadan uzoqliklarining yig'indisi o'zgarmas miqdor bo'lgan nuqtalarning to'plami ellips deyiladi. $F_1N + F_2N = A_1B_1 = \text{const}$		Parabola Berilgan nuqtadan va d to'g'ri chiziqdan teng masofalarda joylashgan nuqtalarning to'plami parabola deyiladi. $FN = AN$	

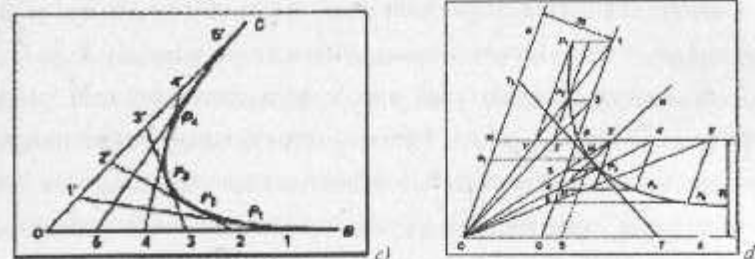
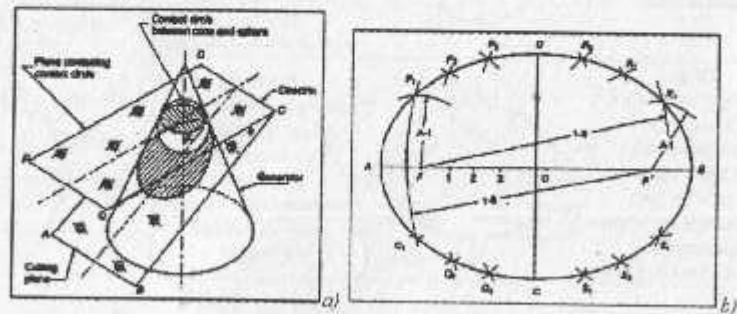
Ikkinshi tartibli egri chiziqlarning nomi, ta'rifi va ularning shakllari 7.1-jadvalda keltirilgan. Ma'lumki, ikkinchi tartibli egri chiziqlar (ellips, parabola va giperbola) konusni turli qiyalikdagi tekisliklar bilan kesish natijasida hosil bo'ladi

(7.1.9,a -rasm)³⁰. Kesuvchi tekislik bilan konus yasovchilari orasidagi munosabat kesimda hosil bo'ladigan ikkinchi tartibli egri chiziqlarini belgilaydi. Bu haqda turli manbalarda etarlicha ma'lumotlar bor. 2-tartibli egri chiziqlarni yasashning ko'pgina usullari mavjud bo'lib, ushbu ma'ruzaga yangi usullaridan havola qilinmoqda.

1-masala: Ellipsning katta va kichik o'qlarining qiymati berilgan. Ellipsni aylana yoylari usulida yasash (7.1.9,b -rasm). Yechim: Ellipsning katta o'qida uning fokusidan markazigacha 1,2,3,...nuqtalarni belgilaymiz. Fokuslarni markaz qilib $A1$ va $B1$ radius bilan yoylarni chizib P_1, Q_1, R_1, S_1 nuqtalarni aniqlaymiz. Ushbu yasashlarni etarlicha bajarib talab qilingan ellipsni yasaymiz.

2-masala: Parabolaning bazaviy va o'q bo'yicha o'lchamlari berilgan. Parabolani urinmalar usuli bilan yasash (7.1.9,c-rasm).

3-masala: Giperbola asimptotalari orasidagi burchak 70° . Berilgan P nuqtadan asimptotalardan biri 30 mm, ikkinchisi 36 mm masofada o'tgan giperbolani yasang, hamda talab qilingan nuqtalariga urinma va normalar o'tkazing (7.1.9,d-rasm).



7.1.9-rasm

7.2-§. Fazoviy egri chiziqlar va ularning berilishi

Ta'rif *Hamma nuqtalari bitta tekislikda yotmagan egri chiziq fazoviy egri chiziq deyiladi.* Fazoviy egri chiziqni ikki xil egrilikka ega chiziq ham deb yuritiladi. 7.2.1,a-rasm da tasvirlangan fazoviy ℓ egri chiziqqa uning C nuqtasida urinma o'tkazish ko'rsatilgan. Egri chiziq ustidagi C nuqta orqali CA va CB kesuvchi to'g'ri chiziqlarni o'tkazib, A nuqtani egri chiziq bo'ylab C nuqtaga yaqinlashtira boramiz. A nuqta C nuqtaga cheksiz yaqinlashganda CA kesuvchining limiti ℓ egri chiziqning C nuqtasidagi t_1 urinmaga aylanadi. Bunda t_1 urinma ℓ egri chiziqning C nuqtasida o'tkazilgan yarim urinma deyiladi. C nuqta orqali o'tuvchi t_2 yarim urinma ham CB kesuvchi orqali xuddi shunday yasaladi. U o'zining limit vaziyatida t_1 yarim urinma bilan bitta ℓ to'g'ri chiziqda yotadi (7.2.1,b-rasm). ℓ fazoviy egri chiziqqa o'tkazilgan urinma orqali tekisliklar dastasi o'tadi. Egri chiziqning xarakterini aniqlash uchun ana shu tekisliklar dastasidan yopishma, to'g'rilovshi va ularga perpendikulyar bo'lgan normal deb ataluvshi tekisliklar muhim rol o'ynaydi.

Egri chiziqning *yopishma* tekisligi quyidagicha yasaladi. Berilgan ℓ fazoviy egri chiziqda yotgan C nuqta orqali unga t_1, t_2 yarim urinmalar o'tkazilgan bo'lsin. 7.2.1,a-rasm da CA va CB kesuvchi to'g'ri chiziqlarni o'tkazib $t_1CA (Q_1)$ va $t_2CB (Q_2)$ kesuvchi tekisliklarni hosil qilamiz. A va B nuqtalarni C nuqtaga yaqinlashtirganda $Q1$ va $Q2$ tekisliklar t_1 va t_2 yarim urinmalar atrofida aylanib,

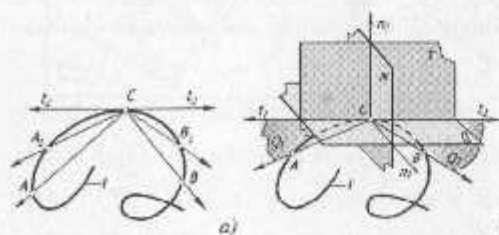
³⁰ Shah M.B., Rana B.C. Engineering Drawing, India, 2009, 24-32 betlar.

ular ustma-ust tushib, Q tekisligini hosil qiladi. Q tekislik t fazoviy egri chiziqqa uning berilgan C nuqtasida o'tkazilgan *yopishma* tekisligi deyiladi. Fazoviy egri chiziqning berilgan nuqtasida unga cheksiz ko'p normal o'tkazish mumkin. Normallar to'plami hosil qilgan N tekislik egri chiziqning berilgan nuqtasida o'tkazilgan *normal tekisligi* deyiladi. Normallar to'plamidagi chiziqlardan biri n_1 yopishma tekislik ustida yotadi ($n_1 \in Q$), boshqa biri n_2 esa unga perpendikulyar joylashgan ($n_2 \perp Q$) bo'ladi. Shulardan birinchisi n_1 -bosh normal, ikkinchisi n_2 -binormal deyiladi. Binormal n_2 va urinma t hosil qilgan T tekislik *to'g'rilovshi* (*rostlovshi*) tekislik deb ataladi.

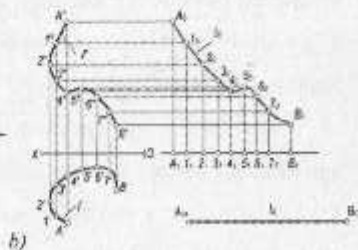
O'zaro perpendikulyar N, Q, T tekisliklar uchyoqlikni tashkil qiladi. Buni 1847 yilda birinchi bo'lib taklif qilgan fransuz matematigi *Jan Frederik Frene* nomi bilan *Frene uchyoqligi* deyiladi. Frene uchyoqligidan fazoviy egri chiziqni proektsiyalash uchun tekisliklar sistemasi o'rniida foydalaniladi. Shuningdek, Q -gorizontal, T -frontal va N -profil proektsiyalar tekisliklari sifatida qabul qilinadi. Biror fazoviy egri chiziq xossalari uning Frene uchyoqlik tekisliklaridagi proektsiyalari bo'yicha tekshiriladi.

Fazoviy egri chiziqning uzunligini orthogonal proektsiyalariga asosan aniqlash

Biror fazoviy t egri chiziqning t' va t'' to'g'ri burchakli proektsiyalari berilgan bo'lsin. (7.2.2-rasm). Uning uzunligini grafik usulda aniqlash uchun quyidagi yasash algoritmlari bajariladi.



7.2.1-rasm



7.2.2-rasm

Egri chiziqning t' -gorizontal proektsiyasi $A'B'$ ni har bir bo'lagini ixtiyoriy tanlangan a to'g'ri chiziqning A_1 nuqtadan boshlab unga ketma-ket qo'yib chiqiladi. Hosil bo'lgan A_1, B_1 kesma $A'B'$ gorizontal proektsiyani to'g'rilangani yoki uni uzunligini o'lchovchi kesma bo'ladi. So'ngra a to'g'ri chiziqning $A_1, I_1, 2_1, 3_1, \dots, V_1$ nuqtalaridan unga perpendikulyarlar chiqariladi. Bu perpendikulyarlarga ixtiyoriy tanlangan gorizontal OX chiziqdan $t''(A''B'')$ nuqtalarigacha bo'lgan masofalar o'lchanib qo'yiladi. Natijada t_0 egri chiziq hosil qilinadi. Chizmaning ixtiyoriy bo'sh joyida t_{01} to'g'ri chiziq olinib, bu to'g'ri chiziqqa t_0 egri chiziq nuqtalari ketma-ket o'lchab qo'yiladi, ya'ni t_0 to'g'rilanadi. Hosil bo'lgan A_{01}, B_{01} kesma t fazoviy egri chiziqning $AB(A'B', A''B'')$ bo'lagining uzunligi bo'ladi.

Vint chiziqlari

Ta'rif. Nuqtaning silindrik sirt bo'ylab aylanma va ilgariylanma harakati natijasida hosil bo'lgan traektoriyasi silindrik *vint chizig'i* deyiladi. 7.2.3,a-rasmda A_0S_0 yasovchining bir necha holatlari $A_1S_1, A_2S_2, A_3S_3, \dots$ tasvirlangan. Bunda yoylar $A_0B_1=B_1B_2=B_2B_3=\dots$ o'zaro teng bo'lib, ularning har biri $\pi d/n$ ga teng bo'ladi. Bunda d -silindr diametri, n -silindr asosi bo'laklarini sonidir. Agar A_0 nuqtaning holatlari $A_1, A_2, A_3, \dots$ deb belgilansa, uning har bir ko'tarilishi $A_2B_2=2A_1B_1, A_3B_3=3A_1B_1$ va x.k. bo'lib, A_0A_{12} yasovchi bir marta aylanma harakat qilganda $A_{12}V_{12}=12A_1V_1$ bo'ladi. A_0A_{12} -masofa *vint chizig'ining qadami*, t -vint chizig'ining o'qi, A nuqtadan i gacha bo'lgan masofa *vint chizig'ining radiusi* deb yuritiladi. Vint chizig'i chizilgan silindrning diametri va *vint chizig'ining qadami* uning parametrlari deyiladi. A nuqta yana bir marta aylanma harakatidan *vint chizig'ining ikkinshi o'rami* hosil bo'ladi. 7.2.3,b-rasm silindrik *vint chizig'ining* yasalishi ko'rsatilgan. Buning uchun o'qi N ga perpendikulyar, asos diametri d ga

va balandligi $2h$ ga teng bo'lgan silindrning gorizontaal va frontal proektsiyalari yasalanadi. Silindr asosi bo'lgan aylanani teng 12 bo'lakka bo'linadi.

Xuddi shuningdek, vint chizig'ining qadami h ga teng bo'lgan $A_0''A_{12}''$ kesma ham 12 bo'lakka bo'linadi. Vint chizig'ini hosil bo'lish jarayoniga asosan, ya'ni A nuqtani silindr yasovchisi bo'yicha harakati va bu yasovchini o'q atrofida aylanma harakatiga asosan aylananing har bir bo'lagidan, yasovchilar va $1-12$ kesmaning har bir bo'lagidan o'qqa perpendikulyar kesmalar (nuqtani aylanma harakatini frontal proektsiyasi) chiqarilsa l'' vint chizig'ining frontal proektsiyasi hosil bo'ladi. Uning gorizontaal proektsiyasi aylana bilan ustma-ust tushadi. Vint chizig'ining frontal proektsiyasi sinusoidagi o'xshash chiziq bo'ladi.

Silindrik vint chizig'ining yoyilmasi 7.2.3, b-rasmda keltirilgan. Buning uchun birer a to'g'ri chiziqqa silindr asosi aylanasi yoy uzunligi πd qo'yiladi va u 12 ta teng bo'lakka bo'linadi. Hosil bo'lgan $0, 1, 2, \dots, 12$ nuqtalardan a ga perpendikulyar chiziqlar chiqariladi. Bu perpendikulyarga vint chizig'i nuqtalarining applikatorlari mos ravishda o'lchab qo'yiladi. Hosil bo'lgan nuqtalar to'plami b to'g'ri chiziqni hosil qiladi. Bu to'g'ri chiziqni a bilan tashkil qilgan ϕ burchagi og'ish burchagi bo'ladi. Vint chizig'ining A_1 nuqtasidan boshlab hosil bo'lgan ikkinchi bo'lagini aylanmasi ham b_1 to'g'ri chiziq shaklida ko'rsatilgan.

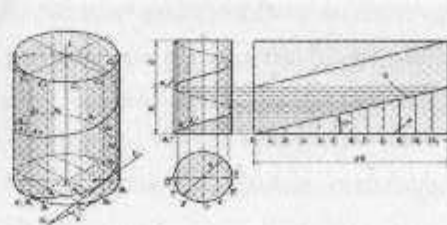
Vint chizig'ining ko'tarilish burchagi $tg\phi = h/\pi d$ formula bilan va uning bir o'ramining uzunligi $l = \pi d$ formula bilan aniqlanadi. Silindrning vint chizig'ini uning *geodezik chizig'i* deyiladi. Geodezik chiziqlar yordamida sirtidagi ixtiyoriy ikki nuqta orasidagi eng qisqa masofa o'lchanadi. Silindrik vint chiziqlar o'ng va chap yo'nalishda bo'ladi. Nuqtaning ko'tarilishida harakat chapdan o'ng tomonga bo'lsa, yoki tushishida o'ngdan chapga bo'lsa, hosil bo'lgan chiziq *o'ng yo'nalishli vint chiziq* deyiladi. Nuqtaning ko'tarilishida harakat o'ngdan chap tomonga bo'lsa, yoki tushishida chapdan o'ngga bo'lsa, hosil bo'lgan chiziq *chap yo'nalishli vint chiziq* deyiladi. Silindrik vint chiziqlar mashinasozlikda va qurilishda keng

qo'llaniladi. Vint chizig'iga o'tkazilgan urinmalarning barchasi uning o'qiga perpendikulyar bo'lgan tekislik bilan bir xil ϕ burchak hosil qiladi (7.2.3, a-rasm). Shuning uchun silindrik vint chiziqni *bir xil qiyaqlikdagi chiziq* deyiladi. Silindrik vint chizig'iga o'tkazilgan urinmalarning N tekislikdagi izlarining geometrik o'rni silindrik *sirt asosining evolventasi* bo'ladi. Asos aylanasi esa *evol्यूta* hisoblanadi. Agar silindr sirtidagi boshlang'ish A_0 nuqtaning ilgariylanma va aylanma harakati o'zaro proporsional bo'lmasa, o'zgaruvshi qadamli vint chiziq hosil bo'ladi.

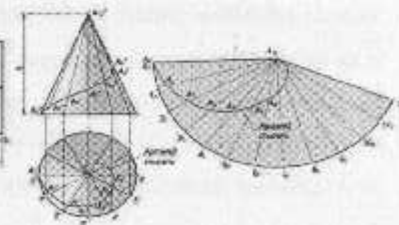
Ta'rif. To'g'ri doiraviy konus sirtidagi A nuqta ilgariylanma va aylanma harakat qilsa, unda A nuqta konus sirtiga fazoviy vint chiziq shizadi. Bu chiziq *konus vint chizig'i* deb yuritiladi.

Nuqtaning konus yasovchisi bo'ylab harakati shu yasovchining aylanish burchagiga proporsionaldir. 7.2.4, a-rasmda konusning 12 ta yasovchilarining holatlari shizilgan va ularga nuqtalarning holatlari mos ravishda belgilangan. A nuqtaning konus sirti bo'ylab bir marta aylanishidan hosil bo'lgan h masofa *konus vint chizig'ining qadami* deb yuritiladi.

Konus vint chizig'ining konus o'qiga parallel tekislikdagi frontal proektsiyasi to'liq balandligi kamayuvchi sinusoidaga o'xshash egri chiziq bo'ladi. Uning konus o'qiga perpendikulyar tekislikdagi proektsiyasi Arximed spirali bo'ladi. 7.2.4, b-rasmda aylanma konus yoyilmasi va unda konus vint chizig'ining yoyilmadagi holati yasalgan. Bu chiziq yoyilmada Arximed spirali ko'rinishida bo'ladi.



7.2.3-rasm.



7.2.4-rasm.

7.3-§. Sirtlar va ularning berilishi

Biror chiziqlarning fazodagi uzluksiz harakati natijasida sirtlar hosil bo'ladi. Sirtlarni hosil qilishning turli usullari ma'lum. Fazoda m egri chiziq va uni A nuqtada kesib o'tuvchi n egri chiziq berilgan (7.3.1,a-rasm). Agar n egri chiziqni m egri chiziq bo'ylab uzluksiz harakatlantirilsa, uning qator vaziyatlarining to'plamidan iborat biror Φ sirtni hosil bo'ladi. Bunda Φ sirtidagi m egri chiziq sirtning yo'naltiruvchisi, n egri chiziq uning yasovchisi deb ataladi. Aksincha, n egri chiziqni yo'naltiruvchi, m egri chiziqni yasovchi sifatida qabul qilish ham mumkin. Bunda m egri chiziq n egri chiziq bo'yicha harakatlangan bo'ladi.

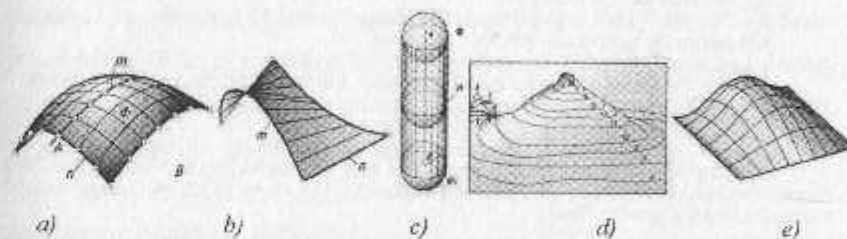
Yasovchilarning turiga qarab egri chiziqli yasovchi hosil qilgan sirt *egri chiziqli sirt* (7.3.1,a-rasm), to'g'ri chiziqli yasovchi hosil qilgan sirt *chiziqli sirt* (7.3.1,b-rasm) deb ataladi.

Ixtiyoriy sirtni uzluksiz harakatlantirish natijasida ham sirt hosil qilish mumkin. Bunda hosil bo'lgan Φ sirt harakatlanuvchi Φ_1 yasovchi sirtning har bir vaziyatida u bilan eng kamida bitta umumiy n chiziqqa ega bo'ladi. Masalan, o'zgarmas R radiusli sfera markazini (7.3.1,c-rasm) a to'g'ri chiziq bo'ylab uzluksiz harakatlantirilsa, Φ doiraviy silindr sirti hosil bo'ladi.

Sirt yasovchisi harakat davomida o'z shaklini uzluksiz o'zgartirib borishi yoki o'zgartirmasligi mumkin. Sirtlar hosil bo'lish jarayoniga qarab qonuniy va qonunsiz sirtlarga bo'linadi. Sirtning hosil bo'lishi biror matematik qonunga asoslangan bo'lsa, bunday sirt *qonuniy sirt* deyiladi. Doiraviy silindr, konus, sfera ikkinchi tartibli va hokazo sirtlar bunga misol bo'la oladi. Sirtning hosil bo'lishi hech qanday qonunga asoslanmagan bo'lsa, bunday sirt *qonunsiz sirt* deb ataladi. Bunga topografik (7.3.1,d-rasm) va empirik (tajriba asosida olingan) sirtlar (7.3.1,e-rasm) kiradi.

Qonuniy sirtlar o'z navbatda algebraik va transsendent sirtlarga bo'linadi.

Algebraik tenglamalar bilan ifodalangan sirt *algebraik*, transsendent tenglamalar bilan ifodalangan sirt *transsendent* sirt deyiladi. Sirtlarning tartibi va klassi mavjud. Chizma geometriyada sirtning tartibi uni tekislik bilan kesganda hosil bo'lgan kesimning tartibi bilan aniqlanadi. Biror to'g'ri chiziq orqali o'tib, sirtga uringan tekisliklar soni sirtning klassini aniqlaydi. Qonuniy sirtlar analitik yoki grafik usulda berilishi mumkin. Qonunsiz sirtlar faqat grafik va jadval usulida beriladi.



7.3.1-rasm.

Chizma geometriyada sirtlar asosan analitik, kinematik va karkas usullarida beriladi.

Sirtlarning analitik usulda berilishi. Analitik geometriyada sirtni bitta xususiyatga ega bo'lgan nuqtalar to'plami sifatida talqin qilinadi. Sirtidagi biror ixtiyoriy A nuqtaning x, y, z koordinatalari orasidagi bog'lanish orqali undagi hamma nuqtalarga tegishli xususiyatni ifodalovchi tenglama *sirtning tenglamasi* deyiladi. Uch o'lchamli fazoda sirt analitik usulda berilishi mumkin. Sirt umumiy ko'rinishdagi oshkormas funksiya tenglamasi orqali quyidagicha beriladi:

$$F(x, y, z) = 0. \quad (1)$$

7.3.2,a-rasmdagi sfera sirtida yotgan A nuqtaning x, u, z koordinatalari orasidagi bog'lanishni aniqlaydigan tenglama sferaning tenglamasini ifodalaydi. Markazi koordinata boshida joylashgan sferaning tenglamasi quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$x^2 + y^2 + z^2 - R^2 = 0. \quad (2)$$

Sirtni funksiyaning grafigi sifatida aniqlaydigan oshkor ko'rinishda berish mumkin

$$z = f(x, y). \quad (3)$$

$$\text{Sferaning tenglamasini } z \text{ applikataga nisbatan } z = \sqrt{R^2 - x^2 - y^2} \quad (4)$$

ko'rinishda yozish mumkin.

Sirt parametrlari orqali berilishi mumkin.

Sirtni $r = r(u, v)$ vektorlar orqali ifodalab, uni quyidagicha yozish mumkin:

$$x = x(u, v), y = y(u, v), z = z(u, v) \quad (5)$$

Bu tenglamalardagi u va v parametrlar bo'lib, ular (u, v) tekislikning ma'lum qismini uzluksiz bosib o'tadi.

Sferaning parametrik tenglamasi φ kenglik va ψ uzunlik (7.3.6-rasm) parametrlari orqali quyidagicha yoziladi:

$$\begin{aligned} x &= R \cos \varphi \cos \psi, \\ y &= R \cos \varphi \sin \psi, \\ z &= R \sin \varphi \end{aligned} \quad (6)$$

Agar (6) tenglamalar φ va ψ parametrlardan ozod qilinsa, sferaning x, y, z koordinatalari orqali ifodalangan (2) tenglamasiga ega bo'linadi.

Sirtlarning analitik usulda berilishi ularning chizmalarini kompyuterlarda chizish, sirtlarning differensial geometrik xossalarni tekshirish, shu jumladan, ularning yoyilmalarini aniq bajarish kabi imkoniyatlar.

Sirtlarning kinematik usulda berilishi. Biror chiziqlarning fazodagi uzluksiz harakatidan kinematik sirt hosil bo'lishi, unda sirtning o'zi ham uzluksiz bo'ladi. Kinematik harakatning oddiy asosiy turlari: ilgarilanma, aylanma va bu ikki harakatning yig'indisi vintsimon harakatlari.

Ta'rif. Yasovchisining kinematik harakati natijasida hosil bo'lgan sirt kinematik sirt deyiladi

Xarakatning turiga qarab, ilgarilanma harakat natijasida hosil bo'lgan sirt **tekis parallel ko'chirish sirti**, aylanma harakatdan hosil bo'lgan sirt **aylanish sirti** va vintsimon harakat natijasida hosil bo'lgan sirt **vint sirti** deb ataladi.

Chizma geometriyada, ko'pincha, sirtlarning kinematik usulda hosil bo'lishidan foydalanish va kinematik sirtlarning ko'rinishi uning yasovchisining shakliga va fazodagi harakat qonuniga bog'liq bo'lishi, chiziqli sirtlarda yasovchining shakli to'g'ri chiziqli bo'ylab, uning fazodagi harakat qonunini sirtning yo'naltiruvchisi belgilashi, aylanish sirtlarida yasovchining shakli ixtiyoriy chiziqli bo'lib, hosil bo'lish qonuni uning ma'lum o'q atrofida aylanishi. Vint sirtlarda yasovchining shakli to'g'ri yoki egri chiziqli bo'lib, hosil bo'lish qonuni vintsimon (aylanma va ilgarilama) harakatdir.

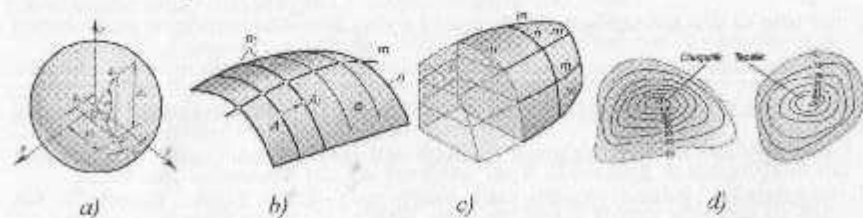
Tekis parallel ko'chirish sirtlari

Ta'rif. Yasovchining ma'lum yo'naltiruvchi bo'yicha doimo o'z-o'ziga parallel ravishda ko'pyoqliklardan hosil bo'lgan sirt **tekis parallel ko'chirish sirti** deyiladi

7.3.2, b-rasmda n tekis egri chiziqli yasovchining m egri chiziqli bo'ylab doimo o'z-o'ziga parallel ravishda ilgarilanma ko'pyoqliklari natijasida hosil bo'lgan Φ sirti ko'rsatilgan. Bu sirt tekis parallel ko'chirish sirtidir. n yasovchining hamma nuqtalari harakat davomida m yo'naltiruvchiga o'xshash tekis egri chiziqlar hosil qiladi. Agar m egri chiziqli n_1 egri chiziqli bo'ylab harakatlantirilsa, uning nuqtalari ham n_1 egri chiziqliga o'xshash egri chiziqlar hosil qiladi. Bu chiziqlar nuqtalarning yo'llari deyilib, sirt ustida to'r hosil qiladi. Kinematik sirt yasovchilarining uzluksiz harakati va sirtning uzluksizligidan quyidagi muhim xulosa kelib chiqadi: *kinematik sirtning ixtiyoriy nuqtasidan shu sirtga yotuvchi va to'r oilalarga kiruvchi ikkita egri chiziqli o'tkazish mumkin.* Agar m yo'naltiruvchi

to'g'ri chiziqli bo'lsa, silindri sirti hosil bo'ladi. Biror parabola boshqa parabola bo'yicha tekis siljitsa, giperbolik paraboloid sirti hosil bo'ladi. Demak, bu sirtlar ham tekis parallel ko'chirish sirtlari turiga kiradi.

Sirtlarning karkas usulida berilishi. Ba'zi bir sirtlarini aniq geometrik qonuniyatlar bilan berib bo'lmaydi. Bunday sirtlar shu sirt ustida yotuvchi bir nechta nuqtalar yoki chiziqlar bilan beriladi. Sirtning uning ustidagi bir nechta nuqtalar yoki chiziqlar bilan berilishi uning *karkas usulida berilishi* deb yuritiladi. Sirt ustida tanlangan chiziqlar to'plami *sirtning karkaslari* deyiladi (7.3.2,c-rasm). Sirtlarni uzluksiz karkaslar orqali hosil qilish qulaydir. Sirtlarning karkaslari fazoviy egri chiziqlar to'plamidan iborat bo'lishi mumkin. Ammo sirtlarni tekis egri chiziqlar (kesimlar) dan iborat karkaslari bilan berish qulayroqdir. Sirtlarning karkaslari bir, ikki va uch tekis kesimlari to'plamidan iborat bo'lishi mumkin (7.3.2,d-rasm). Bunda har bir to'plam sirtning asosiy karkasi bo'lib, qolganlari unga qo'shimcha karkas sifatida olinadi. Har bir sirt bir parametrli tekis egri chiziqlardan tashkil topgan bo'lib, bu egri chiziqlarning joylashishi va xossalari sirtning xossalarini aniqlaydi. Sirt nuqtali karkas yoki chiziqli karkaslari bilan berilishi mumkin. Sirt nuqtali karkas bilan berilsa bu nuqtalar to'plami shunday tanlanishi kerakki, unga asosan sirtning va uning har bir bo'lagining ko'rinishi va shaklini tasavvur qilish mumkin bo'lsin.

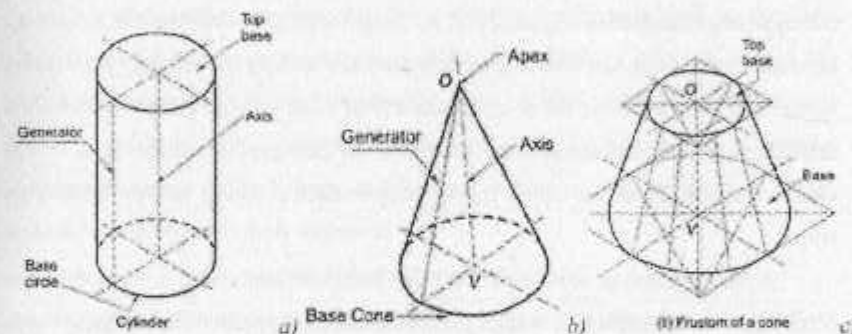


7.3.2-rasm.

7.4-§. Aylanish sirtlari. Vint sirtlar. Siklik sirtlar.

Ta'rif. Biror tekis yoki fazoviy chiziqlarning qo'zg'almas to'g'ri chiziqli atrofida aylanishidan hosil bo'lgan sirt *aylanish sirti* deb ataladi.

Aylanish sirtlari to'g'risida ko'plab xorijiy adabiyotlarda ma'lumotlar bo'lib, ularning ko'pchiligi aylanish silindri va konuslariga bag'ishlangan⁷¹. Bunda inglizcha nomlanishi quyidagicha: sirtlar *Cylinder*—silindri (a), *Cone*—konus (b) va *Frustum of cone*—kesik konus (c), hamda ularning elementlari: *Base*—asos, *Generator*—yasovchi, *Axis*—o'q, *Top base*—yuqori asos va *Apex*—uchi (7.4.1-rasm).



7.4.1-rasm.

Harakatlanuvchi chiziqli sirtning *yasovchisi*, qo'zg'almas to'g'ri chiziqli esa uning *aylanish o'qi* deyiladi. Yasovchi va aylanish o'qi aylanish sirtning aniqlovchilarini tashkil qiladi. 7.4.2,a-rasmda $m(m',m'')$ egri chiziqlarning $l(l',l'')$ aylanish o'qi atrofida aylanishidan hosil bo'lgan umumiy ko'rinishdagi aylanish sirti tekis chizmada tasvirlangan. Yasovchi va aylanish o'qi ma'lum bo'lsa, aylanish sirti to'la berilgan hisoblanadi. Sirtning berilishini uning aniqlovchilari orqali $\Phi(m,j)$ ko'rinishida yozish mumkin. Tekis chizmada aylanish sirti $\Phi'(m',j')$

⁷¹ Shah M.B., Rana B.C. Engineering Drawing, India, 2009, 121-122 betlar

$$x^2 + y^2 + z^2 - R^2 = 0. \quad (2)$$

Sirtni funksiyaning grafigi sifatida aniqlaydigan oshkor ko'rinishda berish mumkin

$$z = f(x, y). \quad (3)$$

$$\text{Sferaning tenglamasini } z \text{ applikataga nisbatan } z = \sqrt{R^2 - x^2 - y^2} \quad (4)$$

ko'rinishda yozish mumkin.

Sirt parametrlari orqali berilishi mumkin.

Sirtni $r = r(u, v)$ vektorlar orqali ifodalab, uni quyidagicha yozish mumkin:

$$x = x(u, v), y = y(u, v), z = z(u, v) \quad (5)$$

Bu tenglamalardagi u va v parametrlar bo'lib, ular (u, v) tekislikning ma'lum qismini uzluksiz bosib o'tadi.

Sferaning parametrik tenglamasi φ kenglik va ψ uzunlik (7.3.6-rasm) parametrlari orqali quyidagicha yoziladi:

$$\begin{aligned} x &= R \cos \varphi \cos \psi, \\ y &= R \cos \varphi \sin \psi, \\ z &= R \sin \varphi \end{aligned} \quad (6)$$

Agar (6) tenglamalar φ va ψ parametrlardan ozod qilinsa, sferaning x, y, z koordinatalari orqali ifodalangan (2) tenglamasiga ega bo'linadi.

Sirtlarning analitik usulda berilishi ularning chizmalarini kompyuterlarda chizish, sirtlarning differensial geometrik xossalarni tekshirish, shu jumladan, ularning yoyilmalarini aniq bajarish kabi imkoniyatlar.

Sirtlarning kinematik usulda berilishi. Biror chiziqlarning fazodagi uzluksiz harakatidan kinematik sirt hosil bo'lishi, unda sirtning o'zi ham uzluksiz bo'ladi. Kinematik harakatning oddiy asosiy turlari: ilgarilanma, aylanma va bu ikki harakatning yig'indisi vintsimon harakatlari.

Ta'rif. Yasovchisining kinematik harakati natijasida hosil bo'lgan sirt kinematik sirt deyiladi

Xarakatning turiga qarab, ilgarilanma harakat natijasida hosil bo'lgan sirt **tekis parallel ko'chirish sirti**, aylanma harakatdan hosil bo'lgan sirt **aylanish sirti** va vintsimon harakat natijasida hosil bo'lgan sirt **vint sirti** deb ataladi.

Chizma geometriyada, ko'pincha, sirtlarning kinematik usulda hosil bo'lishidan foydalanish va kinematik sirtlarning ko'rinishi uning yasovchisining shakliga va fazodagi harakat qonuniga bog'liq bo'lishi, chiziqli sirtlarda yasovchining shakli to'g'ri chiziqli bo'ylab, uning fazodagi harakat qonunini sirtning yo'naltiruvchisi belgilashi, aylanish sirtlarida yasovchining shakli ixtiyoriy chiziqli bo'lib, hosil bo'lish qonuni uning ma'lum o'q atrofida aylanishi. Vint sirtlarda yasovchining shakli to'g'ri yoki egri chiziqli bo'lib, hosil bo'lish qonuni vintsimon (aylanma va ilgarilama) harakatdir.

Tekis parallel ko'chirish sirtlari

Ta'rif. Yasovchining ma'lum yo'naltiruvchi bo'yicha doimo o'z-o'ziga parallel ravishda ko'pyoqliklardan hosil bo'lgan sirt **tekis parallel ko'chirish sirti** deyiladi

7.3.2, b-rasmda n tekis egri chiziqli yasovchining m egri chiziqli bo'ylab doimo o'z-o'ziga parallel ravishda ilgarilanma ko'pyoqliklari natijasida hosil bo'lgan Φ sirti ko'rsatilgan. Bu sirt tekis parallel ko'chirish sirtidir. n yasovchining hamma nuqtalari harakat davomida m yo'naltiruvchiga o'xshash tekis egri chiziqlar hosil qiladi. Agar m egri chiziqli n_1 egri chiziqli bo'ylab harakatlantirilsa, uning nuqtalari ham n_1 egri chiziqliga o'xshash egri chiziqlar hosil qiladi. Bu chiziqlar nuqtalarning yo'llari deyilib, sirt ustida to'r hosil qiladi. Kinematik sirt yasovchilarining uzluksiz harakati va sirtning uzluksizligidan quyidagi muhim xulosa kelib chiqadi: kinematik sirtning ixtiyoriy nuqtasidan shu sirtga yotuvchi va to'r oilalarga kiruvchi ikkita egri chiziqli o'tkazish mumkin. Agar m yo'naltiruvchi

va $\Phi''(m''J'')$ proyeksiyalari bilan hamda aniqlovchilarning istalgan ikki proyeksiyasi bilan berilgan. Aylanish jarayonida yasovchining hamma nuqtalari aylanalar bo'yicha harakat qilib, bu aylanalar sirtning *parallellari* deyiladi. Aylanish o'qidan o'tgan barcha tekisliklar *meridian tekisliklari*, ularning aylanish sirti bilan kesishish chiziqlari esa *sirtning meridianlari* deyiladi. Sirtning barcha meridianlari kongruent bo'ladilar. Frontal meridian tekisligi *bosh meridian tekisligi* hisoblanib, uning sirt bilan kesishish chizig'i *bosh meridian chizig'i* yoki sirtning *frontal ocherki* deb ataladi. 7.4.1-rasmdagi umumiy ko'rinishdagi aylanish sirtning aylanish o'qi gorizonttal proyeksiyalar tekisligi N ga perpendikulyar joylashganligi uchun sirdagi parallellarning ($n_1'', n_2'', n_3'', \dots$) frontal proyeksiyalari to'g'ri chiziq kesmasi ko'rinishida, gorizonttal proyeksiyalari esa haqiqiy kattalikda, ya'ni aylana ko'rinishida tasvirlanadi. Tekis chizmada $P(P_H)$ bosh va $P_1(P_{1H})$ oddiy meridian tekisliklari hosil qilgan meridian kesimlari ko'rsatilgan. Bosh meridian V ga parallel bo'lganligi uchun uning frontal proyeksiyasi o'zining haqiqiy kattaligiga teng.

Agar parallelning bosh meridian bilan kesishish nuqtasidan bosh meridianga o'tkazilgan urinma aylanish o'qiga parallel bo'lsa, bu parallel *ekvator* yoki *buyin chizig'i* deyiladi. Bu parallel ikki yon qo'shni parallellardan katta bo'lsa, *ekvator*, agar ulardan kichik bo'lsa, *buyin chizig'i* deyiladi. Demak, biror aylanish sirtida bir necha ekvator va buyin chiziqlari bo'lishi mumkin. 7.4.2,a-rasmdagi aylanish sirtida parallellardan $n_2(n_2', n_2'')$ buyin, $n_3(n_3', n_3'')$ esa ekvator chizig'i hisoblanadi. Boshqa sirtlar singari aylanish sirti ham cheksiz ko'p nuqtalar to'plamidan iboratdir. Bu nuqtalarni to'la to'kis chizmada tasvirlab bo'lmaydi. Shuning uchun ham H va V ga perpendikulyar qilib aylanish sirtiga urinma silindrlar o'tkaziladi. urinma silindrlarning N bilan kesishish chizig'i sirtning *gorizonttal ocherki*, V bilan kesishish chizig'i esa uning *frontal ocherki* deyiladi. Aylanish sirtlari, ko'pincha, o'zining gorizonttal va frontal ocherklari bilan tasvirlanadi. 7.4.2,a-rasmdagi

aylanish sirtning frontal ocherki bosh meridian m'' va n_1'', n_4'' parallellari bilan, gorizonttal ocherki n_2' va n_3' parallellari bilan tasvirlangan.

Gorizonttal va frontal ocherklar sirt proyeksiyalarining ko'rinadigan va ko'rinmaydigan qismlarini aniqlashga ham yordam beradi. Parallellar yordamida sirt ustida nuqtalarning proyeksiyalari topiladi. Masalan, aylanish sirtiga tegishli A_1 va A_2 nuqtalarning frontal proyeksiyalari A_1'' va A_2'' larning 7.4.2,a-rasm gorizonttal proyeksiyalari A_1' va A_2' n_4 parallelning gorizonttal proyeksiyasi n_4' da aniqlangan.

Ekvatorda yotuvchi B nuqtaning gorizonttal B' proyeksiyasi berilgan. Uning B'' frontal proyeksiyasi ekvatorning n_3'' frontal proyeksiyasida bo'ladi.

Aylanish sirtlari mashinasozlikda va qurilish amaliyotida keng qo'llaniladi. Chunki, ko'pchilik mexanizmlar aylanma harakat qiladi va aylanish sirtlari esa stanokda osongina yasaladi. Sirtning eng katta paralleli uning *ekvatori* va eng kichik paralleli uning *bo'yini* deb ataladi. Loyihalanadigan mashina mexanizmlarining vazifasi, unga qo'yiladigan texnik talablar va shakliga qarab, aylanish sirtining yasovchisi tanlanadi.

Ikkinchi tartibli aylanish sirtlari.

Ta'rif. Ikkinchi tartibli egri chiziqlarning o'z o'qlaridan biri atrofida aylanishidan hosil bo'lgan sirt *ikkinchi tartibli aylanish sirtlari* deyiladi.

Ikkinchi tartibli aylanish sirtlaridan quyidagilarni ko'rib chiqamiz.

Ta'rif. Aylananing o'z diametrlaridan biri atrofida aylanishidan hosil bo'lgan sirt *sfera* deb ataladi.

7.4.2,b-rasmda tasvirlangan sfera ustidagi A nuqtaning A'' frontal va B nuqtaning B' gorizonttal proyeksiyalari berilgan. A nuqtaning A_1' va A_2' gorizonttal proyeksiyalarini yasash uchun u orqali $O_A''I''$ radiusli parallel o'tkaziladi. A nuqtaning gorizonttal proyeksiyalari ana shu parallelning gorizonttal proyeksiyasida yotadi. A nuqta sferaning oldingi yoki orqa yarmida joylashgan bo'lishi mumkin. Shuning uchun uning gorizonttal proyeksiyalari A_1' va A_2' nuqtalar parallelning

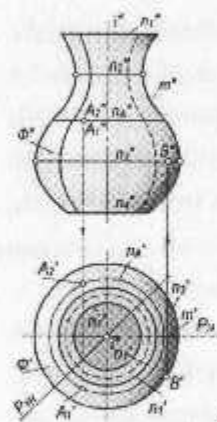
gorizontal proyeksiyasida topiladi. B nuqta sfera ekvatorida yotganligi uchun uning B'' frontal proyeksiyasi bir qiymatli bo'lib, u ekvatorning frontal proyeksiyasida topiladi.

Markazi koordinatalar boshida bo'lgan sferaning kanonik tenglamasi quyidagi ko'rinishda yoziladi:

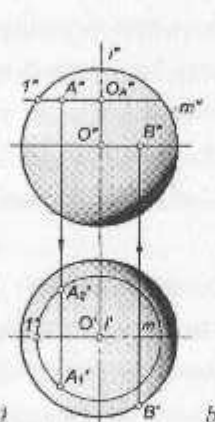
$$x^2 + y^2 + z^2 = R^2, R \neq 0$$

Markazi ixtiyoriy $A(x_1, y_1, z_1)$ nuqtada bo'lgan sfera tenglamasi

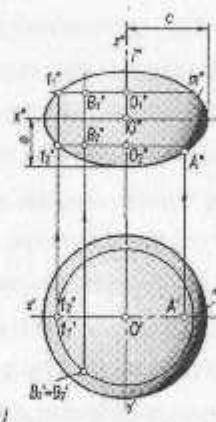
$$(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 + (z - z_1)^2 = R^2 \text{ bo'ladi.}$$



7.4.2-rasm



7.4.3-rasm.



7.4.4-rasm.

Ta'rif. Ellipsning o'z o'qlaridan biri atrofida aylanishidan hosil bo'lgan sirt aylanma ellipsoid deyiladi.

Bunda $m(m', m'')$ – ellips va $i(i', i'')$ aylanish o'qi y ellips o'qi bilan ustma-ust tushadi va sirt $\Phi(i, m)$ ko'rinishda yoziladi.

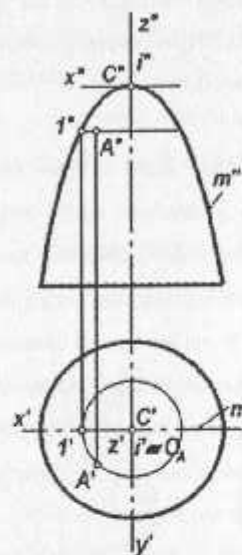
Ellipsning kichik o'qi atrofida aylanishidan *siqiq aylanma ellipsoid* (7.4.3-rasm), katta o'qi atrofida aylanishidan *cho'ziq aylanma ellipsoid* hosil bo'ladi

(7.4.4-rasm). 7.4.3 va 7.4.4-rasmlarda ellipsoidlar ustida berilgan A va B nuqtalarning bitta proyeksiyasi bo'yicha ularning yetishmaydigan proyeksiyalarini yasash ko'rsatilgan. Nuqtalarning yetishmaydigan proyeksiyalari parallel, meridian va proyeksion bog'lanish chiziqlari yordamida aniqlangan.

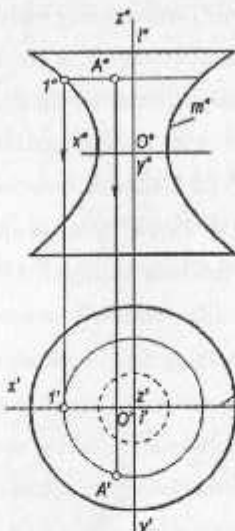
Ta'rif. Parabolaning o'z o'qi atrofida aylanishidan hosil bo'lgan sirt aylanma paraboloid deyiladi. 7.4.5-rasmda $m(m', m'')$ parabolani $i(i', i'')$ o'qi atrofida aylanishidan hosil bo'lgan $\Phi(i, m)$ aylanma paraboloidning proyeksiyalari berilgan va uning ustida nuqta tanlash ko'rsatilgan. Aylanma paraboloid parabolik oynalar sirti hisoblanib, proyektorlar, parabolik antennalar va avtomobil faralari uchun ishlatiladi. Bunda parabolaning fokal xossasiga asosan parabola fokusida o'rnatilgan nur manbaidan chiquvchi nurlar parabola sirtida sinib, o'zaro parallel bo'lib qaytadi (7.4.5,b-rasm). Parabolaning ushbu xossasiga nur yig'ish sirtlari, tovush ushlagichlar, radiolokatorlarni konstruksiyalash ham asoslangan.

Ta'rif. Giperbolaning o'z mavhum yoki haqiqiy o'qi atrofida aylanishidan hosil bo'lgan sirt aylanma giperboloid deyiladi. Giperbolaning mavhum o'q atrofida aylanishidan *bir pallali aylanma giperboloid* hosil bo'ladi. 7.4.6-rasmda $i(i', i'')$ o'qi atrofida $m(m', m'')$ giperbolaning aylanishidan hosil bo'lgan bir pallali $\Phi(i, m)$ giperboloid va uning ustida nuqta tanlash ko'rsatilgan.

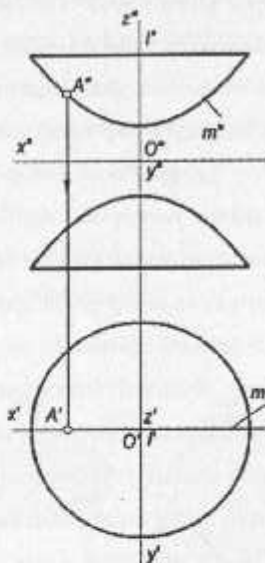
Giperbolaning o'z haqiqiy o'qi atrofida aylanishidan *ikki pallali aylanma giperboloid* hosil bo'ladi. Bu sirt qabariq tubi bilan bir-biriga qaratilgan qozonlarni eslatadi. Bunday sirt 7.4.7-rasmda tasvirlangan. $\Phi(i, m)$ ikki pallali giperboloid ustida A nuqtaning proyeksiyalari ko'rsatilgan.



7.4.5-rasm



7.4.6-rasm

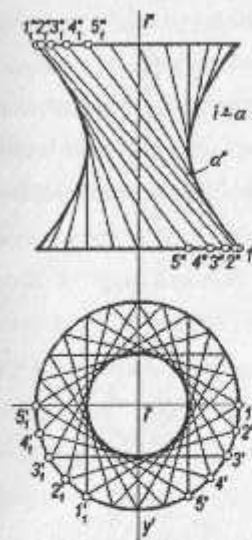


7.4.7-rasm

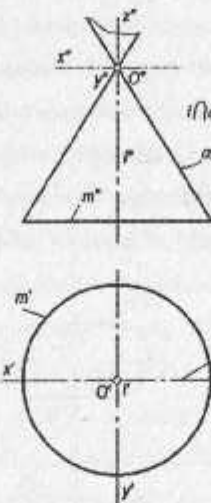
To'g'ri chiziqning aylanishidan hosil bo'lgan ikkinchi tartibli aylanish sirtlari

To'g'ri chiziqni biror to'g'ri chiziq atrofida aylanishidan ham 2-tartibli aylanish sirti hosil bo'lishi mumkin.

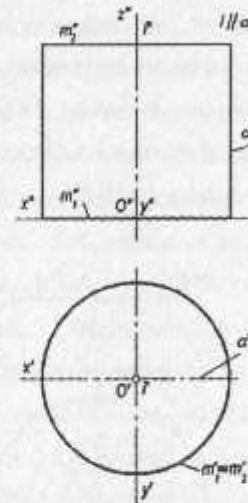
1. Aylanish o'qi $i(I, I'')$ atrofida u bilan ayqash $a(a', a'')$ to'g'ri chiziqning aylanishidan bir pallali aylanma giperboloid sirti $\Phi(I, a)$ hosil bo'ladi (7.4.8-rasm).
2. Yasovchi a to'g'ri chiziq aylanish o'qi i bilan kesishsa, ikkinchi tartibli aylanma konus sirti $\Phi(I, a)$ hosil bo'ladi (7.4.9-rasm).
3. $a(a', a'')$ yasovchi to'g'ri chiziq $I(I', I'')$ o'qqa parallel bo'lsa, ikkinchi tartibli aylanma silindr sirti $\Phi(I, a)$ hosil bo'ladi (7.4.10-rasm).



7.4.8-rasm



7.4.9-rasm



7.4.10-rasm

Bu silindrning tenglamasi $x^2 + y^2 = R^2$ bo'ladi. R miqdor a va i to'g'ri chiziqlar orasidagi masofadir.

Bir pallali giperboloid, konus, silindr sirtlari ham aylanish, ham chiziqli sirtlar turiga kiradi. **Ta'rif.** Biror aylananing shu aylana tekisligida yotuvchi, ammo aylana markazidan o'tmaydigan, ixtiyoriy i o'q atrofida aylanishidan hosil bo'lgan sirt tor sirti deyiladi.

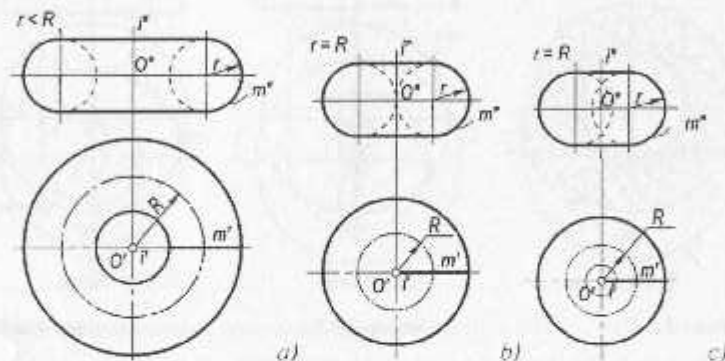
Yasovchi m aylana radiusi r va aylana markazidan i o'qqacha bo'lgan R masofalarning o'zaro nisbatiga ko'ra tor sirtlari turlicha bo'ladi.

- $r < R$ bo'lganda yasovchi $m(m', m'')$ aylana aylanish o'qi $i(I, I'')$ ni kesmaydi va hosil bo'lgan tor ochiq tor yoki halqa deyiladi (7.4.11,a-rasm).
- $r = R$ bo'lganda yasovchi $m(m', m'')$ aylana aylanish o'qi $i(I, I'')$ ga urinadi. Bunday tor yopiq tor deb ataladi (7.4.11,b-rasm).

• $r > R$ bo'lganda yasovchi $m(m', m'')$ aylana aylanish o'qi $i(i', i'')$ ni kesadi. Bu holda hosil bo'lgan tor ham yopiq tor deyiladi (7.4.11, c-rasm).

Tor sirtning aniqlovchilari i aylanish o'qi va m yasovchi aylana bo'ladi va $\Phi(i, a)$ tarzida yoziladi. Ixtiyoriy tekislik torni 4-tartibli egri chiziq bo'yicha kesadi, shuning uchun tor 4-tartibli sirtidir. Markazi koordinatalar boshida va $r=R$ bo'lgan tor sirtining tenglamasi quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$(z^2 + x^2 + y^2)^2 - 4R^2(x^2 + y^2) = 0.$$



7.4.11-rasm

Vint sirti. Biror doimiy o'qqa parallel holda ilgari lanma va shu o'qqa nisbatan aylanma harakatlar natijasida hosil bo'lgan harakat vintsimon harakat deyiladi.

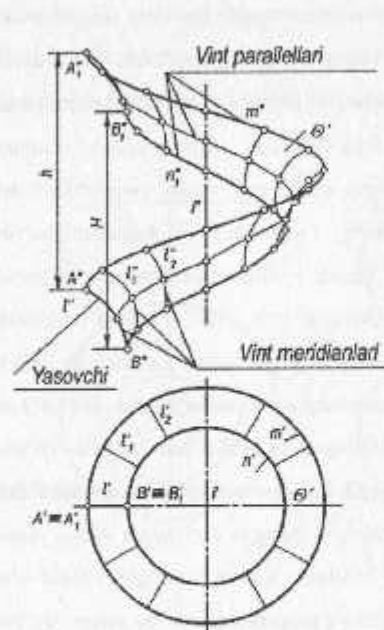
Ta'rif. Biror chiziqlarning vintsimon harakati natijasida hosil bo'lgan sirt vint sirti deyiladi.

Vintsimon harakatlanuvchi chiziq sirtning yasovchisi bo'ladi. Chiziqlarning ilgari lanma harakati va burilish burchagi $\Delta h = k \Delta \beta$ bog'lanishda bo'ladi. Bunda Δh yasovchining Δt vaqtidagi chiziqli va $\Delta \beta$ burchakli siljishlari, k -proporsionallik koeffitsientidir. Agar k koeffitsient o'zgarmas (yoki o'zgaruvchi) miqdor bo'lsa, o'zgarmas (yoki o'zgaruvchi) qadamli vint sirt hosil bo'ladi. Yasovchining bir

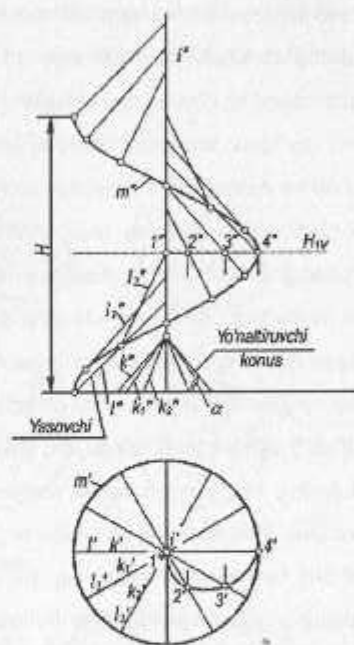
marta to'la aylanishida hosil bo'lgan h masofa vint sirtining qadami deb ataladi. Vintsimon harakat davomida yasovchining har bir nuqtasi vint chizig'ini hosil qilib, ular vint sirtining parallellari deb ataladi. Bu vint parallellarining qadami o'zaro teng bo'ladi va ayni bir vaqtda vint sirtining qadamiga ham tengdir. Vint sirtining karkasini yasovchi egri chiziqlar oilasi va vint parallellari oilasi bilan berish mumkin. Vint sirtini uning o'qiga perpendikulyar tekisliklar bilan kesganda hosil bo'lgan kesimlari sirtning normalari deyiladi. Sirt o'qidan o'tuvchi tekisliklar dastasi bilan kesganda hosil bo'lgan kesimlar sirtning meridianlari deb yuritiladi. Vint sirtining aniqlovchilari i -o'q, ℓ -yasovchi va h -qadam bo'lib, $\Phi(i, \ell, h)$ yoki $\Phi(i, \ell, r)$ ko'rinishida yoziladi. Bunda r vint sirtining parametri bo'lib $r = h/2\pi$ bo'ladi. 7.4.12-rasmda $i(i', i'')$ o'q chizig'i va u orqali o'tuvchi tekislikda yotgan $\ell(\ell', \ell'')$ egri chizig'i berilgan. ℓ yasovchining vintsimon harakati natijasida hosil bo'lgan $\theta(\theta', \theta'')$ vint sirti chizmada tasvirlangan. ℓ yasovchining $A(A', A'')$ va $B(B', B'')$ uchlari hosil qilgan vint parallellarining h qadami o'zaro tengdir. To'g'ri chiziqlarning vintsimon harakati natijasida hosil bo'lgan vint sirlari gelikoid deb yuritiladi. Vint sirtining yasovchi to'g'ri chizig'i uning o'qini kesib o'tsa, yopiq vint sirt va kesmasa ochiq vint sirt deb yuritiladi. Yasovchi to'g'ri chiziq vint sirtining o'qiga perpendikulyar bo'lsa, to'g'ri va perpendikulyar bo'lmasa, og'ma vint sirt deb yuritiladi. Vint sirtining yasovchi to'g'ri chiziqlarini uning o'qiga nisbatan joylashishiga qarab arximed, evolventa va konvolyuta vint sirlari deb yuritiladi.

7.4.13-rasmda sirtni aniqlovchi yo'naltiruvchilar sifatida i o'q chiziq, m vint chizig'i va yo'naltiruvchi konus sirt berilgan. Uchinchi yo'naltiruvchining vaziyati yasovchilari gorizontallik tekislik bilan α burchak hosil qiluvchi konus orqali berilgan. Bu konus yo'naltiruvchi konus deyiladi. α burchak vint chizig'ining ko'tarilish burchagi β ga teng emas ($\alpha \neq \beta$). ℓ yasovchining $\ell_1, \ell_2, \ell_3, \dots$ vaziyatlari yo'naltiruvchi konusning $k_1, k_2, k_3, \dots$ yasovchilariga mos ravishda parallel o'tkazish

orqali yasalanadi. Bu gelikoidni uning o'qiga perpendikulyar biror gorizontol $H_1(H_{11})$ tekisligi Arximed spirali bo'yicha kesadi. Shuning uchun ham bu sirtni arximed vint sirti deyiladi.



7.4.12-rasm



7.4.13-rasm

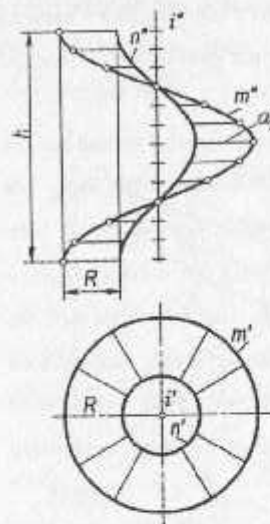
Parallelizm tekisligiga ega to'g'ri gelikoid 7.4.14-rasmida ko'rsatilgan. U ikki silindr bilan cheklangan. Bunda, fazoviy egri chiziqli sirtning yo'naltiruvchisi, urinma chiziqlar esa uning yasovchilari bo'ladi. Sirtning cheksiz ikki yaqin urinma chiziqlari o'zaro kesishganligi uchun qaytish qirrali sirt yoyiluvchi bo'ladi. Silindr yasovchilari orasidagi masofa bo'lgan R kesmaga vintsimon harakat berilsa, uning ikki uchi $m(n'm'')$ va $n(n',n'')$ chiziqlari hosil qiladi. Silindrlar orqali sirtidagi ana shu ikki vint chizig'i bilan cheklangan qismini *vint lentasi* deyiladi.

O'q tekisligida yotgan T trapesiyaga silindr bo'ylab vintsimon harakat berilsa, u vint hosil qiladi (7.4.15-rasm). Bu vint Arximed gelikoidi, vint lentasi, to'g'ri gelikoidlar bilan cheklangan bo'ladi.

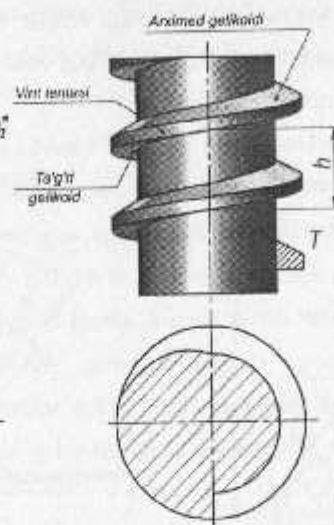
7.4.16-rasmida ochiq og'ma gelikoid tasvirlangan. Bunda yo'naltiruvchi konusning gorizont tekislik bilan hosil qilgan burchak vint chizig'ining (m yo'naltiruvchining) ko'tarilish burchagi β ga teng ($\alpha=\beta$). Shuning uchun ham yasovchilar hamma vaziyatlarida yo'naltiruvchi vint chizig'iga urinadi. Bunday holda yo'naltiruvchi vint chiziq qaytish qirrali bo'ladi. Hosil bo'lgan sirt esa yoyiladigan chiziqli sirtga (torsga) aylanadi. Bunday gelikoid *tors-gelikoid* deyiladi. Uning o'qiga perpendikulyar $T(T_0)$ tekislik sirt bilan $m(m',m'')$ evolventa egri chizig'i bo'yicha kesishadi. Shuning uchun bu sirtni *evolventali gelikoid* ham deb ataladi.

Agar yo'naltiruvchi konus yasovchilarining H bilan hosil qilgan burchagi vintaviy yo'naltiruvchi chiziqning ko'tarilish burchagiga teng bo'lmasa (ya'ni $\alpha \neq \beta$ va $\alpha \neq 90^\circ$) hosil bo'lgan vint sirti *korvolyutli gelikoid* deyiladi.

Vint sirlari kurilish va texnikada keng qo'llaniladi. Ulardan vint, shnek, burg'u, prujina, trubina parraklarining yassi sirti, ventilyator, kema va havo vintlarning ish organlari, zinalar va bokazolarni loyihalashda foydalaniladi.

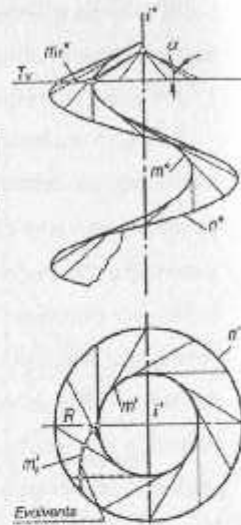


7.4.14-rasm



7.4.15-rasm

Siklik sirtlar



7.4.16-rasm

Ta'rif. Aylana markazi biror chiziq bo'ylab ko'pyoqliklardan hosil bo'lgan sirt siklik sirt deyiladi.

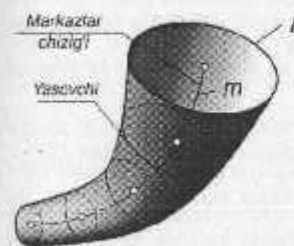
Siklik sirtlarda harakatlanuvchi aylana siklik sirtning yasovchisi, yasovchi aylananing markazi harakatlanadigan chiziq sirtning yo'naltiruvchi chizig'i yoki sirtning markazlar chizig'i deb yuritiladi. Harakat davomida yasovchi aylananing radiusi o'zgaruvchan va o'zgarmas bo'lishi mumkin. Siklik sirt aniqlovchilari bilan $\Phi(m, R)$ ko'rinishida yoziladi. Siklik sirtni berish uchun uning yasovchisi markazining harakat qonuni va radiusining o'zgarish funksiyasi berilgan bo'lishi zarur. Siklik sirtlarning karkasi aylanalardan iborat. Aylanish sirtlari ham siklik sirtlar turiga kiradi. Aylanish sirtlarining o'zgaruvchi yoki o'zgarmas parallellari siklik sirtning yasovchilari bo'ladi, aylanish o'qi sirtning markazlar chizig'i hisoblanadi.

Ikkinchi tartibli aylanish sirtlarini va doiraviy kesimga ega bo'lgan umumiy holdagi ikkinchi tartibli sirtlarni ham siklik sirt deb qarash mumkin.

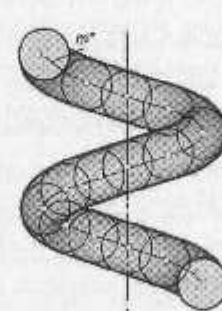
Agar yasovchi aylananing tekisligi yo'naltiruvchi m chiziqqa doim perpendikulyar bo'lsa, hosil bo'lgan sirt naysimon sirt bo'ladi (7.4.17-rasm). Naysimon sirt siklik sirtning xususiy holdir. O'zgaruvchan radiusli naysimon sirtni berish uchun markazlar chizig'i m va yasovchi l aylana radiusining o'zgarish qonuniyati berilgan bo'lishi zarur.

Naysimon sirt yasovchisining radiusi o'zgarmas bo'lsa, hosil bo'lgan sirtning truba deb yuritiladi (7.4.18-rasm). Aylanma silindrni o'qi to'g'ri chiziq bo'lgan trubali sirt deyish mumkin. Sferaning vint chizig'i bo'yicha harakatidan vintli truba sirti hosil bo'ladi (7.4.18-rasm). Vintsimon trubali sirtga prujina misol bo'la oladi.

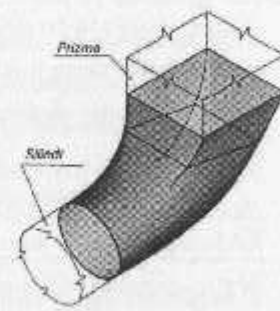
Siklik sirtning yana bir turi kanal sirtidir. Kanal sirtning rasmi bir tekis uziqsiz shakli o'zgarib boruvchi yopik chiziqning harakatidan hosil bo'ladi. 7.4.19-rasmda ikkinchi tartibli silindr va to'rtburchakli prizma sirtlarini ulaydigan mufta vazifasini bajaruvchi kanal sirtning yaqqol tasviri ko'rsatilgan.



7.4.17-rasm



7.4.18-rasm



7.4.19-rasm

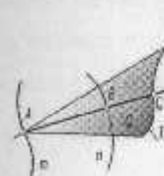
7.5-§. Chiziqli sirtlar

Ta'rif To'g'ri chiziqlarning fazoda berilgan uchta (m , n va l) yo'naltiruvchi chiziqlarni kesib o'tib, uzluksiz ko'pyoqliklaridan hosil bo'lgan sirt **chiziqli sirt** deyiladi.

Bu sirtning uch yo'naltiruvchi chiziqli sirt deb yuritiladi. Bu chiziqli sirt aniqlovchi parametrlar orqali $\Phi(m, n, l)$ ko'rinishda yoziladi. 7.5.1, a-rasmda umumiy holdagi chiziqli sirtning hosil qilish ko'rsatilgan. Chiziqli sirtning bunday umumiy holi **qiyshiq silindr** deyiladi. 7.5.1, b-rasmda qiyshiq silindrning yaqqol tasviri berilgan.

Bu sirtning hosil bo'lish jarayoni quyidagichadir. m, n va l egri chiziqli yo'naltiruvchilar berilgan bo'ladi m chiziqda ixtiyoriy A nuqta tanlaymiz (7.5.1, a-rasm). l chiziqni yo'naltiruvchi qilib, (A, l) konus sirti hosil kilamiz. Bu konus n chiziq bilan biror B nuqtada kesishadi. A, B, C nuqtalarni tutashtiruvchi to'g'ri chiziqli uch yo'naltiruvchi sirt (qiyshiq silindr) ning yasovchilaridan biri bo'ladi. Shuningdek, m ga tegishli bo'lgan barcha nuqtalarni konuslarning uchi deb qabul qilib, l chiziqli shu konuslarning yo'naltiruvchisi bo'lganda, bu konuslar n chiziqli bilan kesishib, uning ustida konusga tegishli nuqtalar hosil qiladi. Bu nuqtalardan o'tuvchi chiziqlar qiyshiq silindr sirtining to'g'ri chiziqli yasovchilari to'plamini hosil qiladi.

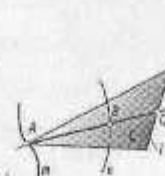
Xususiy hollarda yo'naltiruvchi m, n va l egri chiziqlarning ba'zilari (7.5.1, 7.5.2-rasmlar) yoki hammasi (7.5.5-rasm) to'g'ri chiziqli bo'lishi mumkin. Bu to'g'ri chiziqlardan birontasi cheksiz uzoqlikda (xosmas) bo'lishi yoki ba'zilari nuqta ko'rinishida bo'lishi ham mumkin. Cheksiz uzoqlikda bo'lgan to'g'ri chiziqli yo'naltiruvchining vaziyati biror tekislik bilan beriladi va sirtning barcha yasovchilari unga parallel bo'ladi. Bu tekislik **parallelizm tekisligi** deyiladi. Cheksiz uzoqlashtirilgan nuqtaning vaziyati biror to'g'ri chiziqli bilan beriladi va sirtning barcha yasovchilari uning yo'nalishiga parallel bo'ladi.



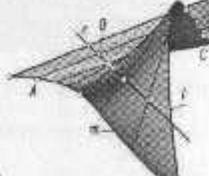
7.5.1-rasm



b)



a)



b)

7.5.2-rasm

Agar fazoda ixtiyoriy biror S nuqta tanlab u orqali Φ_2 qiyshiq silindr sirtining yasovchilariga parallel to'g'ri chiziqlar o'tkazilsa, biror Φ_1 konus sirti hosil bo'ladi. Bu konus sirt **yo'naltiruvchi konus** deb yuritiladi. Demak, qiyshiq silindr sirtini ikki egri chiziqdan iborat yo'naltiruvchilar (m, n) va yo'naltiruvchi konus Φ_1 bilan ham berish mumkin. Bunday holda sirtning yasash algoritmi quyidagicha bo'ladi. m va n egri chiziqli yo'naltiruvchilar hamda S uchli Φ_1 yo'naltiruvchi konus berilgan bo'lsin (7.5.4-rasm). m chiziqli ustidagi ixtiyoriy A nuqtani biror Φ_1 konusning uchi deb olib, $\Phi_2 \parallel \Phi_1$ konus yasaladi. So'ngra $\Phi_2 \cap n = B$ nuqta aniqlanadi. A va B nuqtalar to'g'ri chiziqli orqali tutashtirilib, qiyshiq silindrning to'g'ri chiziqli yasovchisi hosil qilinadi. A nuqtani m egri chiziqli bo'yicha harakatlantirib, n chiziqli ustida B nuqta singari qator nuqtalar hosil qilish mumkin. Qiyshiq silindrning bu usul bilan hosil bo'lishini geometrik tomondan quyidagicha analiz qilish mumkin. Sirtning m va n egri chiziqli yo'naltiruvchilari xos chiziqlar bo'lib, l yo'naltiruvchi egri chiziqli cheksiz uzoqlashtirilgan bo'ladi. Cheksiz uzoqlashtirilgan l yo'naltiruvchining vaziyati yo'naltiruvchi konus orqali beriladi, ya'ni sirtning har bir to'g'ri chiziqli yasovchisi m va n chiziqlarni kesib, yo'naltiruvchi konusning mos yasovchisi bilan cheksiz uzoqlikda kesishadi.

Chiziqli sirtlar yoyiladigan va yoyilmaydigan sirtlarga bo'linadi.

Ta'rif. Cheksiz yaqin turgan ikki qo'shni yasovchilar (to'g'ri chiziq) o'zaro parallel yoki kesishuvchi bo'lib, tekis element hosil kilsa, bunday chiziqli sirtlar yoyiladigan sirtlar deyiladi. Yoyiladigan sirtlarga konus, silindr sirtlarini misol bo'la oladi. Agar cheksiz yaqin turgan ikki qo'shni yasovchi (to'g'ri chiziq) o'zaro uchrashmas vaziyatda bo'lsa, bunday chiziqli sirtlar yoyilmaydigan sirtlar deyiladi.

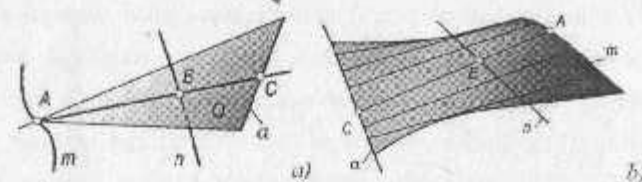
Yoyilmaydigan chiziqli sirtlar

Qiyshiq silindr. Qiyshiq silindr uchxala yo'naltiruvchisi ham egri chiziq ko'rinishida bo'lganda hosil bo'ladi. Uning aniqlovchilari m, n, a egri chiziqlardan iborat bo'lib $\Phi(m, n, a)$ ko'rinishida yoziladi (7.5.1, a, b-rasmlar).

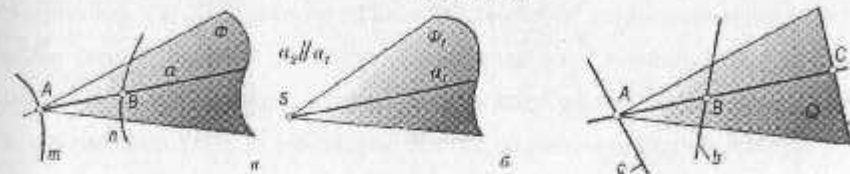
Ikki marta qiyshiq silindroid. Ikki marta qiyshiq silindroid yo'naltiruvchilarning ikkitasi m, n egri chiziq va uchinchi l to'g'ri chiziq bo'lgan holda hosil bo'ladi. 7.5.2, a, b-rasmda bunday sirtning chizmalari berilgan. Bu sirt aniqlovchilar bilan $\Phi(m, n, a)$ ko'rinishida yoziladi.

Ikki marta qiyshiq konoid. Ikki marta qiyshiq konoid (7.5.3, a-rasm) yo'naltiruvchilarning ikkitasi a, n to'g'ri chiziq bo'lib, uchinchi m egri chiziq bo'lgan holda hosil bo'ladi. 7.5.3, b-rasmda ikki marta qiyshiq konoidning fazoviy tasviri ko'rsatilgan. Bu sirt aniqlovchilar bilan $\Phi(m, a, b)$ ko'rinishida yoziladi.

Bir pallali giperboloid. Bir pallali giperboloid (7.5.5-rasm). Bu sirt yo'naltiruvchilarining uchasi ham bir tekislikda yotmaydigan a, b, c to'g'ri chiziqlarda iborat bo'lgan holda hosil bo'ladi. Bir pallali giperboloid sirtida ikki to'g'ri chiziqlar oilasi mavjud bo'lib, ularning har biriga mansub biror to'g'ri chiziq ikkinchi oiladagi hamma to'g'ri chiziqlarini kesib o'tadi.



7.5.3-rasm



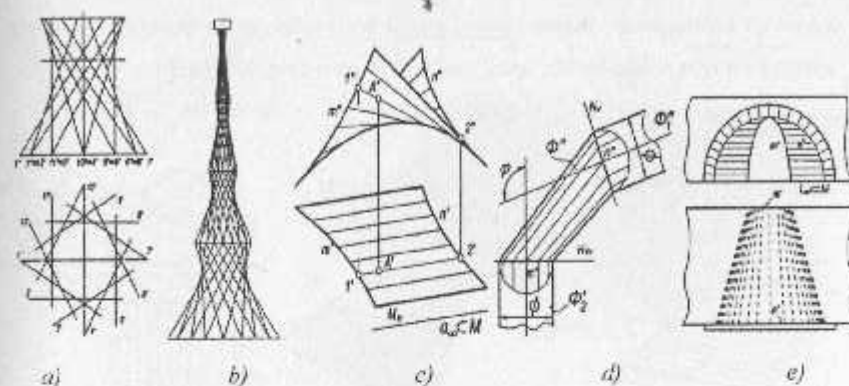
7.5.4-rasm

7.5.5-rasm

Teorema Bir pallali giperboloidning har bir nuqtasidan uning ikkita to'g'ri chiziqli yasovchisi o'tadi. Sirtning yo'naltiruvchilari sifatida bitta oilaga mansub bo'lgan xohlagan uchta to'g'ri chiziqni qabul qilish mumkin. Sirt aniqlovchilari bilan $\Phi(a, b, c)$ ko'rinishida yoziladi. 7.5.6, a-rasmda bir pallali giperboloid o'zining ikki oilaga mansub bo'lgan to'g'ri chiziqli yasovchilari bilan tekis chizmasida tasvirlangan. Bu sirt yasovchilarining xossalari qurilish texnikasida foydalanishni birinchi marta akademik V.G.Shuxov (1853-1939) tavsiya qilgan. Bir pallali aylanma giperboloiddan radio-machta, suv minorasi kabi inshootlarni konstruksiyalashda foydalanilgan. Bu konstruksiyalar o'zining mustahkamligi va yengilligi tufayli qurilish texnikasida keng tarqalgan. 1921 yili Moskvada V.G.Shuxov loyihasi asosida 160 metrli 6 seksiyali (6 ta giperboloid) radio-machta qurildi (7.5.6, b-rasm). Hozirgi kunlarda ham bu sirtidan qurilish amaliyotida keng foydalaniladi.

Silindroid. Ikki yo'naltiruvchi m, n xos egri chiziq bo'lib, uchinchi a cheksiz uzoqlashtirilgan, ya'ni xosmas a_∞ to'g'ri chiziq bo'lsa, hosil bo'lgan chiziqli sirt silindroid deyiladi. Silindroid ikki marta qiyshiq silindroidning xususiy

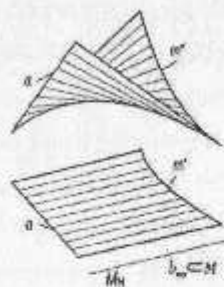
holidir. Sirtning hamma to'g'ri chiziqli yasovchilari xosmas to'g'ri chiziqli yasovchining vaziyatini aniqlaydigan parallelizm tekisligiga parallel bo'ladi. silindroidni aniqlovchilari bilan $\Phi(m, n, a_\infty)$ yoki $\Phi(m, n, P)$ ko'rinishda yozish mumkin. 7.5.6, c-rasmda m va n yo'naltiruvchilari egri chiziqlar va gorizontal proyeksiyalovchi parallelizm tekisligi $M(M_H)$ bilan berilgan silindroid sirti chizmasida tasvirlangan. Silindroid sirti ustidagi ixtiyoriy $A(A', A'')$ nuqtaning A' proyeksiyasiga asosan uning ikinchi A'' proyeksiyasi vaziyatini aniqlash uchun shu nuqta orqali sirtning parallelizm tekisligiga parallel bo'lgan yasovchisi o'tkaziladi. So'ngra yasovchining ikkinchi proyeksiyasi va uning ustida berilgan A nuqtaning A'' proyeksiyasi yasaladi. Silindroid sirtlari mashinasozlikda va qurilish amaliyotida keng qo'llaniladi. Truboprovodlarning o'tish qismlarini ulash konstruksiyalarida (7.5.6, d-rasm), plug agdarchilari sirtlarini hosil qilishda, ba'zi bir gumbaz va arkalarini loyihalashda (7.5.6, e-rasm) silindroidlardan foydalanish mumkin. 7.5.6, d-rasmda bir xil diametrli va o'qlari ϕ burchak hosil qiluvchi Φ_1 va Φ_2 aylanma silindrlarning Φ silindroid sirti orqali birlashtirilishi chizmada tasvirlangan. Bunda H_H va N_V tekisliklarda yotuvchi m va n aylanalar-silindroid sirtining yo'naltiruvchilari, V tekislik uning parallelizm tekisligidir. Bu silindroid sirtining chizmasini yasash qulay bo'lishi uchun m va n yo'naltiruvchilarni teng 12 bo'lakka bo'lish yo'li bilan sirtning yasovchilari o'tkazilgan. 7.5.6, e-rasmda $n(n', n'')$ aylana va $m(m', m'')$ ellips yo'naltiruvchilari proyeksiya tekisliklariga nisbatan frontal joylashgan hamda N tekislik parallelizm tekisligi bo'lgan silindroid sirti tasvirlangan. Bu tipdagi silindroidlar tonellar, arkalar va gumbazlarni qurishda qo'llaniladi.



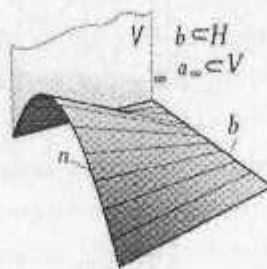
7.5.6-rasm

Konoid. Konoid ikki marta qiyshiq konoidning xususiy holi bo'lib, u to'g'ri chiziqli yo'naltiruvchilarning birini cheksiz uzoqlashtirganda hosil bo'ladi. Konoidning to'g'ri va egri chiziqli xos yo'naltiruvchilarini kesib o'tuvchi yasovchilari parallelizm tekisligiga parallel bo'ladi, ya'ni parallelizm tekisligini xosmas chizig'ini ham kesib o'tadi. 7.5.7-rasmda a to'g'ri chiziq va m egri chiziqli yo'naltiruvchilar hamda $M(M_H)$ parallelizm tekisligi bilan berilgan konoid chizmada tasvirlangan. Konoid sirti aniqlovchilari bilan $\Phi(m, a, b_\infty)$ yoki $\Phi(m, a, M)$ ko'rinishda yoziladi. a to'g'ri chiziq ixtiyoriy vaziyatda berilishi, m egri chiziq tekis yoki fazoviy qilib olinishi mumkin. Ular bir tekislikda yotmasligi shart, aks holda sirt tekislikka aylanadi. Agar yo'naltiruvchi a to'g'ri chiziq proyeksiyalar tekisliklarining birortasiga perpendikulyar bo'lsa, hosil bo'lgan sirt *to'g'ri konoid* deb va perpendikulyar bo'lmasa, *og'ma konoid* deb yuritiladi. 7.5.8-rasmda n parabola va b to'g'ri chiziqli yo'naltiruvchilari bilan berilgan konoidning yaqqol tasviri berilgan. Bu sirt uchun V tekisligi parallelizm tekisligi vazifasini o'taydi. Konoidning bunday xususiy hollari ba'zi bino va inshootlar yopmalarida ishlatiladi. 7.5.9-rasmda tasvirlangan konoid UNESKOning binosiga kirishdagi ayvonchanning

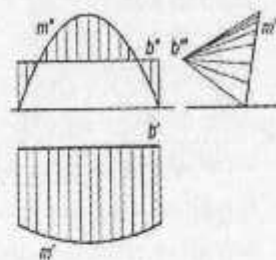
sxematik ko'rinishidir. Bunda konoid sirtini hosil qiluvchi aniqlovchilar b to'g'ri chiziqliq va n egri chiziqliq bo'lib, uning tekisligi W ga perpendikulyardir.



7.5.7-rasm

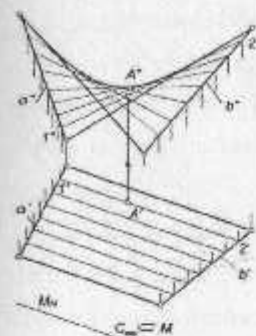


7.5.8-rasm

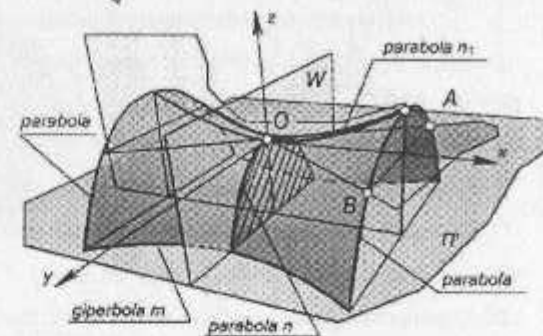


7.5.9-rasm

Giperbolik paraboloid - qiyshiq tekislik sirti bir pallali giperboloid sirtining xususiy holi bo'lib, bunda to'g'ri chiziqli yo'naltiruvchilarning bittasi cheksiz uzoqlashtirilganda (xosmas to'g'ri chiziqliq) hosil bo'ladi. Bu sirt aniqlovchilar bilan $\Phi(a,b,c_0)$ yoki $\Phi(a,b,M)$ ko'rinishida yoziladi (7.5.10-rasm). Giperbolik paraboloid sirtini biror parabolaning ikkinchi parabola bo'yicha ko'pyoqliklaridan ham hosil qilish mumkin. 7.5.11-rasmda tasvirlangan giperbolik paraboloid sirti n parabolaning YOZ tekisligiga parallel bo'lib, uchi doim n , parabola bo'yicha ko'pyoqliklaridan hosil bo'lgan yoki bu sirtni XOY tekisligiga parallel tekisliklardagi m giperbolalarning karkasidan hosil bo'lgan deyish ham mumkin. Shunga ko'ra bu sirtni giperbolik paraboloid yoki parabolik giperboloid deb yuritiladi. Bu sirdan qurilish amaliyotida, arxitektura binolari va inshootlarining yopmalari sifatida keng foydalaniladi. Parallellizm tekisligiga ega sirtlarni Belgiyalik geometr nomi bilan **Katalan sirtlari** ham deyiladi.



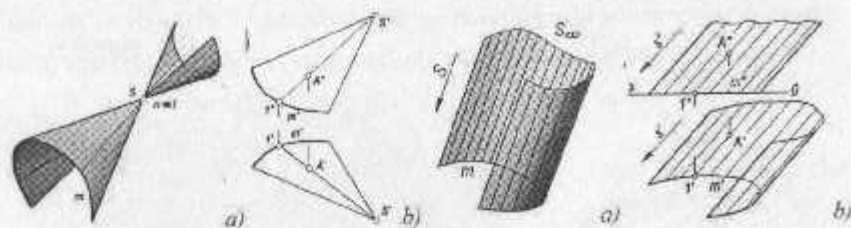
7.5.10-rasm



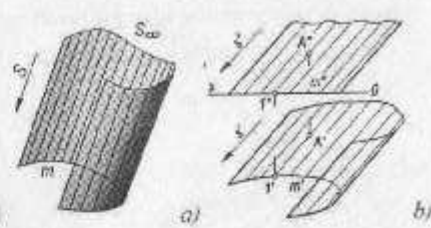
7.5.11-rasm

Yoyiladigan chiziqli sirtlar

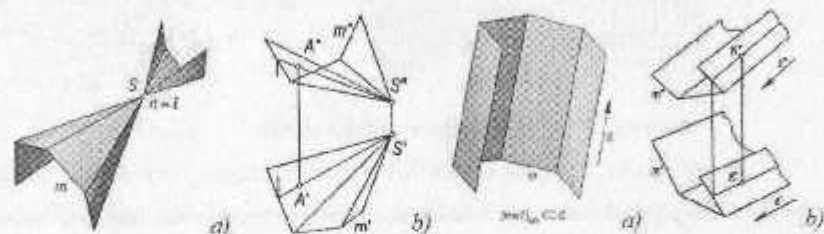
Ta'rif. Cheksiz yaqin yasovchilari o'zaro kesishgan yoki o'zaro parallel bo'lgan sirt **yo'yiluvchi sirt** deyiladi. Uch yo'naltiruvchi sirtning m,n,l yo'naltiruvchilardan n va l nuqta bo'lib, ular ustma-ust tushsa, uning yasovchilari konus sirtini hosil qiladi (7.5.12,a-rasm). Shuning uchun konus m egri chiziqliq va S nuqta bilan beriladi va uning aniqlovchilari $\Phi(m,S)$. 7.5.12,b-rasmda $m(m',m'')$ yo'naltiruvchi va $S(S',S'')$ uchi bilan berilgan konusning tekis chizmada berilishi va sirt nuqta tanlash ko'rsatilgan. Agar S nuqtani biror s yo'nalishda cheksiz uzoqlashtirilsa, m egri chiziqliqni kesib o'tuvchi to'g'ri chiziqlar (yasovchilar) s yo'nalishiga parallel bo'lib qoladi. Konusning bu xususiy holi **silindr** deyiladi (7.5.13,a-rasm). 7.5.13,b-rasmda silindrning tekis chizmada berilishi ko'rsatilgan. Silindr o'z yo'naltiruvchisi va yasovchisining yo'nalishi bilan beriladi: 7.5.12,a-rasmda m yo'naltiruvchi sinii chiziqliq bo'lsa, hosil bo'lgan sirt piramida (7.5.14,a-rasm) bo'adi. 7.5.14,b-rasmda uning ortogonal proyeksiyalarda berilishi ko'rsatilgan. Agar uchi biron s yo'nalishda cheksiz uzoqlashtirilsa, piramidaning qirralari o'zaro parallel bo'lib qoladi va bu sirt **prizma** deb ataladi (7.5.15,a-rasm). Prizmaning chizmada berilishi 7.5.15,b-rasmda ko'rsatilgan.



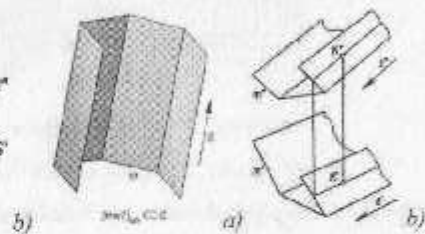
7.5.12-rasm



7.5.13-rasm



7.5.14-rasm



7.5.15-rasm

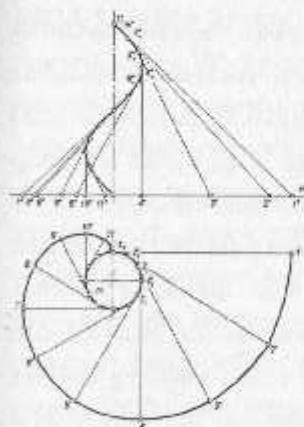
Qaytish qirrali yoyiladigan chiziqli sirtlar.

Ta'rif. Biror fazoviy egri chiziqqa urinib o'tuvchi chiziqlar to'plamidan hosil bo'lgan sirt qaytish qirrali sirt yoki torlar deb ataladi. Bunda, fazoviy egri chiziq sirtning yo'naltiruvchisi, urinma chiziqlar esa uning yasovchilaridir (7.5.16-rasm). Sirtning cheksiz ikki yaqin urinma chiziqlari o'zaro kesishganligi uchun qaytish qirrali sirt yoyiluvchi bo'ladi. Tors ham 7.5.16-rasmidagi umumiy holda berilgan chiziqli sirtning xususiy holidir. Bunda m va n egri chiziqlar ustma-ust tushadi va l cheksiz uzoqlashgan, ya'ni xosmas $l = \infty$ egri chiziq bo'lib, uning vaziyati yo'naltiruvchi konus orqali beriladi. Tors to'g'ri chiziqning egri chiziqqa uzluksiz urinib ko'pyoqliklari davomida qoldirgan izidir. Qaytish qirrali sirt biror chekli nuqta bo'lganda konus, cheksiz nuqta bo'lsa, silindrik sirt hosil bo'ladi.

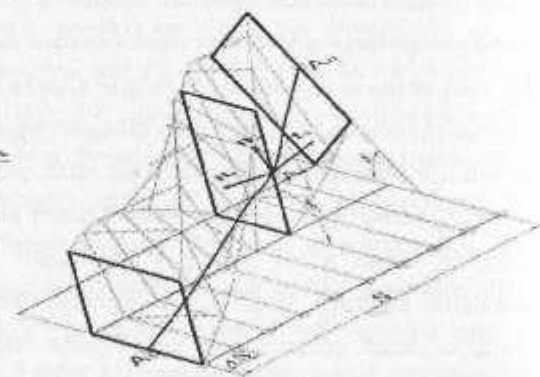
Mavzu bo'yicha geometrik modellashtrishga oid material

Fazoviy egri chiziqdan murakkab texnik sirtlarni loyihalashda yo'naltiruvchi sifatida foydalaniladi. Masalan, ag'dargich sirtini loyihalashda sirt bo'ylari o'tayotgan tuproq palaxsasi trayektoriyasini fazoviy egri chiziq orqali berib kerakli sirt olinadi¹².

Bunda har bir δS masofada palaxsa ko'ndalang kesimi vaziyatlari (7.5.17-rasm) joylashtirilib, berilgan S masofada kerakli ishchi sirt hosil qilinadi. Bu kinematik usulda beriladigan vint sirt hisoblanadi. Ko'ndalang kesimning pastki chizig'i yasovchi sisatida qaralib, uning har bir vaziyatdagi $A_0, A_1, A_2, \dots, A_n$ nuqtalari tutashtirilsa sirt yo'naltiruvchisi hosil bo'ladi. Yo'naltiruvchi chiziqning har bir nuqtasiga urinmalar o'tkazib tor sirtini ham hosil qilish mumkin. Bu modeldan turli texnologik mashina va jihozlarni loyihalashda foydalanish mumkin.



7.5.16-rasm



7.5.17-rasm

¹² Журнев Т.Х. Моделирование пространственной нелинейной кривой рабочей поверхности винта. Журнал «Агроинженер». Выпуск № 4 (26), 2011. Там же стр. 62-63 бетлар.

8. SIRTLARNING TO'G'RI CHIZIQ VA TEKISLIK BILAN KESISHUVI.

8.1-§. Umumiy ma'lumotlar

Sirtlarning tekislik bilan kesishish chizig'i to'g'ri chiziq, siniq chiziq va egri chiziq tarzidagi tekis shakllardan iborat bo'lishi mumkin. Bu hol tekislik bilan qanday sirtning kesishishiga va sirt bilan tekislikning o'zaro vaziyatiga bog'liq. Sirt bilan tekislikni kesishish chizig'ining shaklini uni yasashdan oldin bilish mumkin. Shunga ko'ra uni yasashning biror usuli tanlash. Agar kesishish chizig'i to'g'ri chiziq bo'lsa, uning ikki nuqtasini, siniq chiziq bo'lsa, uning sinish nuqtalari (uchlari) ni, egri chiziq bo'lsa, uning tayanch (xarakterli) va bir necha ixtiyoriy nuqtalarini topib, ular o'zaro tutashtirish. Egri chiziqli sirtlarning tekislik bilan kesishish chizig'i, umumiy holda, egri chiziqdan iborat bo'ladi, bu chiziqni yasash uning tayanch nuqtalarini topishdan boshlanadi. Tayanch nuqtalarga sirtlarning chetki yasovchilari – ocherklariga tegishli nuqtalar va proyeksiyalar tekisliklaridan eng uzoq va eng yaqin masofalarda bo'lgan nuqtalar kiradi. Qolgan nuqtalar oraliq nuqtalar hisoblanadi. Yuqorida qayd qilingan nuqtalar sirtga tegishli bo'lganligi sahabli ular shu sirtning yasovchilari, karkaslari, parallellari, meridianlari va x.k. chiziqlariga ham tegishli bo'ladi. Shuning uchun sirtning tekislik bilan kesishish chizig'ini yasash uchun sirtning shu chiziqlari bilan tekislikning kesishish nuqtalarini topishdan iborat bo'ladi. Chiziqli sirtning tekislik bilan kesishish chizig'ini yasash uchun sirtning har bir yasovchisi bilan tekislikning kesishish nuqtalarini aniqlash lozim. Tekislikning ko'pyoqliklar yoki egri chiziqli sirtlar bilan kesishish chizig'ini yasash to'g'ri chiziq yoki egri chiziqning tekislik bilan kesishish nuqtalarini topishga asoslanadi.

8.2-§. Sirtlarning proyeksiyalovchi tekisliklar bilan kesishuvi

Odatda, kesim chizig'i konturining proyeksiyalarini yasash uning tayanch nuqtalarini topishdan boshlanadi. Agar sirtni kesuvchi tekislik proyeksiyalovchi bo'lsa, kesim chizig'ining proyeksiyalarini yasash soddalashadi, chunki bu holda kesishish chizig'ining proyeksiyalaridan biri to'g'ri chiziq kesmasidan iborat.

Ba'zi sirtlarning proyeksiyalovchi tekisliklar bilan kesishishini ko'rib chiqamiz.

1-masala. Og'ma elliptik konusning $H_1(H_{IV})$ gorizont tekislik bilan kesishish chizig'i yasalsin (8.2.1-rasm).

Yechish. Konusning bir necha yasovchilari o'tkaziladi va ularning kesuvchi tekislik bilan kesishish nuqtalari belgilanadi. Kesishish chizig'ining $A''B''$ frontal proyeksiyasi kesuvchi tekislikning frontal izi bilan ustma-ust tushadi. $A(A',A'')$ va $B(B',B'')$ nuqtalar kesimni o'ng va chap tomondan chegaralovchi nuqtalardir. Ularning A' va B' gorizont proyeksiyasi ular orqali o'tuvehi $S1$ va $S2$ yasovchilarning gorizont proyeksiyalari $S'1'$ va $S'2'$ larda bo'ladi. Konusning gorizont ocherk yasovchilari $S'3'$, $S'4'$ bilan H_1 tekislikning kesishish nuqtalarini yasash uchun bu yasovchilarning frontal $S''3''$ va $S''4''$ proyeksiyalari bilan tekislikning H_{IV} izining kesishish nuqtalari C'' va D'' lar belgilab olinadi. Bu nuqtalardan proyeksion bog'lanish chiziqlari o'tkaziladi va ularning $S'3'$, $S'4'$ yasovchilar bilan kesishgan nuqtalari C' va D' nuqtalar topiladi. Kesimning oraliq nuqtalarini yasash uchun $A''B''$ kesmada ixtiyoriy $E''=F''$ nuqtalar belgilab olinadi. Bu nuqtalar orqali $S''5''=S''6''$ yasovchilarning frontal proyeksiyalari o'tkaziladi, so'ngra ularning $S'5'$ va $S'6'$ gorizont proyeksiyalari ustida E' va F' belgilab olinadi. Shu tarzda yana bir necha nuqtalarning gorizont proyeksiyalari yasaladi. Gorizont proyeksiyada kesimning ko'rinishligi quyidagicha aniqlanadi. Konusning $4',6',1',5'$ va $3'$ nuqtalaridan o'tgan yasovchilarga tegishli D',F',A',E' va C' nuqtalar ko'rinadi. Qolgan nuqtalar esa ko'rinmaydi. Shunga usosan kesimning

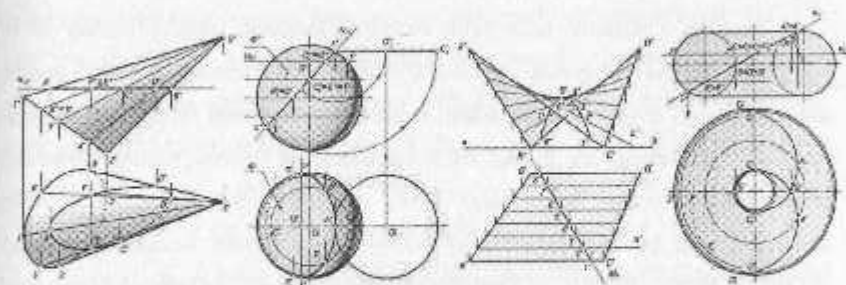
D', F', A', E', C' qismi uzluksiz tutash chiziq bilan, D', B', C' qismi esa shtrix chiziq bilan tekis tutashtiriladi.

2-masala. Sferaning N frontal proyeksiyalovchi tekislik bilan kesishuv chizig'i proyeksiyalari yasalsin (8.2.2-rasm).

Yechish. Kesimning $A''C''$ frontal proyeksiyasi tekislikning N_F frontal izi bilan ustma-ust tushadi. Kesimning gorizontaal proyeksiyasi esa nuqtalarning sferaga tegishlilik shartiga ko'ra yasaladi. B va B_1 nuqtalar sferaning ekvatoriga tegishli bo'lganligi uchun ularning B' va B_1' gorizontaal proyeksiyalari gorizontaal proyeksiyaning ocherkida belgilab olinadi. A va C nuqtalarning gorizontaal proyeksiyalari A' va C' nuqtalar esa sfera bosh meridianining gorizontaal proyeksiyasida yotadi. Kesimga tegishli ixtiyoriy D va D_1 nuqtalarning D' va D_1' gorizontaal proyeksiyalarini yasash uchun $D'' \equiv D_1''$ nuqta orqali gorizontaal tekislikning H_F frontal izi o'tkaziladi. Bu tekislik sferani radiusi $0''1''$ ga teng bo'lgan aylana bo'yicha kesadi. Bu aylanani gorizontaal proyeksiyasida D' va D_1' nuqta xosil qilinadi. Oraliqdagi boshqa ixtiyoriy nuqtalarning gorizontaal proyeksiyalari ham xuddi shunday yasaladi. Gorizontaal proyeksiyada sferaning ekvatoridan yuqorida joylashgan hamma nuqtalar ko'rinadi, ekvatoridan pastki qismida joylashgan nuqtalar esa ko'rinmaydi. Shunga ko'ra ekvatoridan yuqorida joylashgan A, D, D_1, E, F, B va B_1 nuqtalarning gorizontaal proyeksiyalari A', D', D_1', E', F', B' va B_1' nuqtalar ko'rinadi. Qolgan nuqtalar esa ekvatorning pastki qismida yotganligi uchun ko'rinmaydi. Bu yerda A, B, B_1 va C lar tayanch nuqtalar bo'ladi. Rasmda kesim yuzining haqiqiy kattaligini yasash aylantirish usulida bajarib ko'rsatilgan.

3-masala. V parallellizm tekisligiga ega bo'lgan giperbolik paraboloidning $M(M_H)$ gorizontaal proyeksiyalovchi tekislik bilan kesishish chizig'i proyeksiyalari yasalsin (8.2.3-rasm).

Yechish. Kesishish chizig'ining gorizontaal proyeksiyasi tekislikning M_H izi bilan ustma-ust tushadi. Uning frontal proyeksiyasini yasash uchun giperbolik paraboloid (qiyshiq tekislik) ning bir necha yasovchilari o'tkazilib, ularning M tekislik bilan kesishish nuqtalari belgilanadi. Masalan, qiyshiq tekislik $a(a', a'')$ yasovchisining M tekislik bilan kesishish nuqtasini yasash uchun a' yasovchi va kesuvchi tekislikning M_H gorizontaal izining kesishish nuqtasi $2'$ belgilab olinadi. So'ngra $2'$ nuqtadan proyeksion bog'lanish chizig'i chiqarilib a'' dagi frontal proyeksiyasi $2''$ aniqlanadi. Kesimning $3(3', 3'') \dots 7(7', 7'')$ nuqtalarini yasash $2(2', 2'')$ nuqtani yasash kabi bajariladi.



8.2.1-rasm.

8.2.2-rasm.

8.2.3-rasm.

8.2.4-rasm.

4-masala. Torning frontal proyeksiyalovchi $N(N_F)$ tekislik bilan kesishish chizig'i proyeksiyalari yasalsin (8.2.4-rasm).

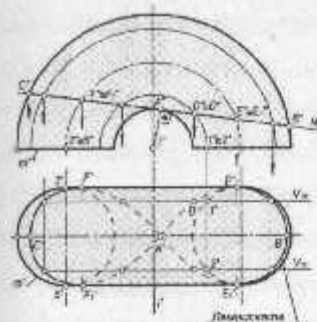
Yechish. Kesishish chizig'ining frontal proyeksiyasi tekislikning frontal izi N_F bilan ustma-ust tushgan. Uning gorizontaal proyeksiyasini yasash uchun frontal proyeksiyada tayanch nuqtalarning $A'' \equiv A_1'', B'', D'' \equiv D_1'' \equiv D_2''$ va F'' frontal proyeksiyalari belgilab olinadi. Bu nuqtalar torga tegishli bo'lganligi uchun ularning gorizontaal proyeksiyalarini yasash qiyin emas. Oraliqdagi ixtiyoriy nuqtalarning proyeksiyalari esa quyidagicha yasaladi. Kesimning frontal proyeksiyasida ixtiyoriy $C'' \equiv C_1'' \equiv C_2'' \equiv C_3''$ nuqtalar belgilanadi. Keyin ular orqali

yordamchi gorizonttal H_1 tekislikning H_{1V} izi o'tkaziladi. Bu tekislik torni radiuslari $\theta''1''$ va $\theta''2''$ kesmalarga teng bo'lgan aylanalar (parallellar) bo'yicha kesadi. Bu aylanalarning gorizonttal proyeksiyalarini yasab, $C''=C_1''=C_2''=C_3''$ nuqtalardan tushirilgan proyeksion bog'lovchi chiziq bilan kesishish nuqtalari C', C'_1, C'_2 va C'_3 lar belgilab olinadi. Xuddi shuningdek boshqa oraliq nuqtalar ham yasaladi. Hosil bo'lgan nuqtalarning ko'rinishligini torniing ekvatoriga nisbatan aniqlab, ularni tekis egri chiziq bilan tutashtirsak, bu holda **Paskal chig'anog'i** deb nomlangan egri chiziq hosil bo'ladi.

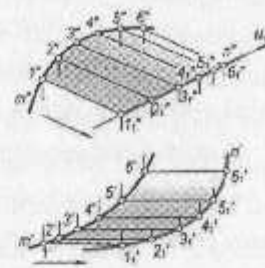
5-masala. Berilgan tor sirtining $N(N_1)$ tekislik bilan kesishish chizig'i proyeksiyalari yasalsin (8.2.5-rasm).

Yechish. Chizmada n ko'rinib turibdiki, kesuvchi tekislik torniing ichki konturiga urinma vaziyatda o'tkazilgan. Bu holda torniing bunday kesimi **lemniskata** egri chizig'i deb yuritiladi. Kesishish chizig'ining frontal proyeksiyasi kesuvchi tekislikning N_V frontal izi bilan ustma-ust tushadi. Uning gorizonttal proyeksiyasini yasash uchun torni V_1, V_2 yordamchi frontal tekisliklar bilan kesiladi. Hosil bo'lgan parallellarni $N(N_1)$ tekislik bilan kesishish nuqtalari A'', B'', C'', D'', E'' va F'' lar belgilanadi. So'ngra bu nuqtalarning gorizonttal proyeksiyalari tegishli tekisliklar izlarida topiladi va o'zaro silliq chiziq bilan tutashtiriladi. Gorizonttal proyeksiyada kesishuv chizig'ining ko'rinishligi aniqlanadi. Bu lemniskata deb nomlangan egri chiziqdur. Bunda tor yasovchisi $m(m', m'')$ ning m' gorizonttal proyeksiyasiga tegishli $3', 4', 5', \dots$ nuqtalardan o'tgan parallellardagi F_1', C', F' va E_1', B', E' nuqtalar ko'rinadi. Qolganlari esa ko'rinmaydi.

6-masala. Ixtiyoriy silindrik sirtning $m(m', m'')$ yo'naltiruvchisi va yasovchilarining yo'nalishi bilan berilgan. Mazkur sirtning $N(N_1)$ frontal proyeksiyalovchi tekislik bilan kesishish chizig'i proyeksiyalari yasalsin (8.2.6-rasm).



8.2.5-rasm.



8.2.6-rasm.

Yechish. Bu sirtning $N(N_1)$ tekislik bilan kesishish chizig'ining proyeksiyalarini yasash uchun $m(m', m'')$ yo'naltiruvchi chiziqda ixtiyoriy $1(1', 1'')$, $2(2', 2'')$, $3(3', 3'')$... nuqtalarni belgilab, ular orqali silindrning yasovchilari o'tkazilib, bu yasovchilarning berilgan $N(N_1)$ tekislik bilan kesishish nuqtalari $1_1(1'_1, 1''_1)$, $2_1(2'_1, 2''_1)$, $3_1(3'_1, 3''_1)$ belgilab olinadi va ular $n(n', n'')$ egri chiziq bilan tutashtiriladi.

8.3-§. Sirtlarni to'g'ri chiziq bilan kesishuvi

To'g'ri chiziq bilan sirtlarning kesishish nuqtalari sirtlarning tekislik bilan kesishish chizig'ini yasashga asoslanib topiladi. Umuman, biror to'g'ri chiziq bilan sirtning kesishish nuqtasi aniqlanadi (8.3.1-rasm):

- Berilgan a to'g'ri chiziq orqali ixtiyoriy yordamchi P tekislik o'tkaziladi.
- Φ sirt bilan P tekislikning kesishish chizig'i m yasaladi. $\Phi \cap P = m$
- m chiziq bilan berilgan a to'g'ri chiziqning kesishish nuqtasi B belgilab olinadi: $a \cap m = B$.

Ma'lumki, berilgan to'g'ri chiziq orqali istalgancha tekislik o'tkazish mumkin. Masalalarni osonroq yechish uchun to'g'ri chiziq orqali yordamchi tekislik proyeksiyalovchi vaziyatda o'tkaziladi. Bu holda masalaning yechilishi soddalashtadi. Silindrik yoki konus sirt berilganda, to'g'ri chiziq orqali silindr

yasovchilariga parallel yoki konus uchidan umumiy vaziyatdagi tekislik o'tkazish qulay.

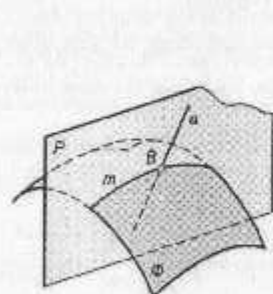
1-masala. Berilgan a to'g'ri chiziq bilan Φ og'ma elliptik silindrning kesishish nuqtalari yasalsin (8.3.2, 8.3.3-rasmlar).

Yechish. Kesishish nuqtalari E va E_1 larni yasash quyidagicha bajariladi:

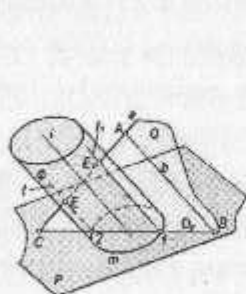
- berilgan a to'g'ri chiziq orqali silindrning yasovchilariga parallel qilib ixtiyoriy Q tekislik o'tkaziladi. Buning uchun a to'g'ri chiziqqa tegishli ixtiyoriy A nuqtani belgilab olib, u orqali b to'g'ri chiziqni silindrning yasovchilariga parallel o'tkaziladi. Kesishuvchi a va b to'g'ri chiziqlar yordamchi Q tekislikni ifodalaydi;

- Q tekislik bilan Φ silindrning kesishish chiziqlari l va l_1 yasovchilar yasaladi. Buning uchun Q tekislik va silindrning asos tekisligi P ning o'zaro kesishish chizig'i BC yasaladi. BC to'g'ri chiziqning silindr asosi m bilan kesishish nuqtalari 1 va 2 orqali l va l_1 yasovchilar (kesishish chiziqlari) o'tkaziladi;

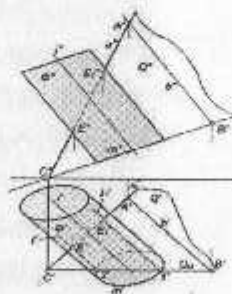
- berilgan a bilan l va l_1 yasovchilarning kesishish nuqtalari E va E_1 olinadi.



8.3.1-rasm



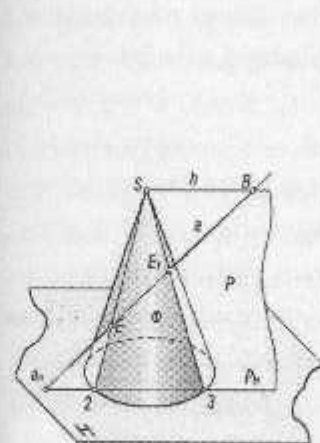
8.3.2-rasm



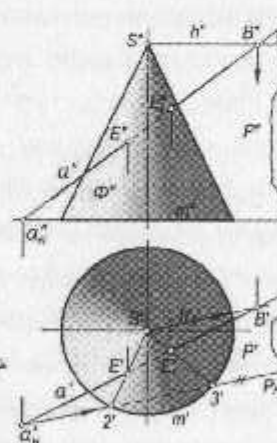
8.3.3-rasm

2-masala. Asosi H tekislikka tegishli bo'lgan to'g'ri doiraviy konus sirti bilan a to'g'ri chiziqning kesishish nuqtalari aniqlansin (8.3.4, 8.3.5-rasmlar).

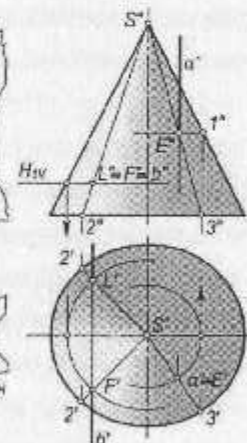
• **Yechish.** Bu holda a to'g'ri chiziq orqali o'tuvchi yordamchi tekislik konusning uchidan o'tkaziladi. Rasmlarda bunday P tekislik o'zaro kesishuvchi a va h to'g'ri chiziqlar orqali berilgan. Bunda h gorizontaal to'g'ri chiziq konusning S uchidan o'tkazilgan; $h \in \Phi$. Ushbu h gorizontaal to'g'ri chiziq berilgan a to'g'ri chiziq bilan B nuqtada kesishadi. P tekislikning P_H gorizontaal izini yasab o'lamiz. Buning uchun a to'g'ri chiziqning a_H (a_H', a_H'') gorizontaal izini topib, u orqali gorizontaalning gorizontaal proyeksiyasi h ga parallel qilib P_H iz o'tkaziladi. Konusning m' asosi tekislikning P_H izi bilan $2'$ va $3'$ nuqtalarda kesishadi. $2'$ va $3'$ nuqtalarni S' bilan ulashtirib, $S'2'$ va $S'3'$ yasovchilar hosil qilinadi. Ular a' to'g'ri chiziq bilan kesishib, E' va E_1' nuqtalarni hosil qiladi. E' va E_1' nuqtalardan proyeksion bog'lanish chiziqlari o'tkazilib, a'' bilan kesishish nuqtalari E'' va E_1'' belgilab olinadi.



8.3.4-rasm



8.3.5-rasm



8.3.6-rasm

3-masala. Xususiyl holda berilgan $a(a', a'')$ va $b(b', b'')$ to'g'ri chiziqlarning to'g'ri doiraviy konus bilan kesishish nuqtalari aniqlansin (8.3.6-rasm).

Yechish. Berilgan a to'g'ri chiziq gorizontall proyeksiyalovchi, b to'g'ri chiziq frontal proyeksiyalovchi bo'lganligi sababli kesishish nuqtalarining bittadan proyeksiyalari E' va $F'' \equiv L''$ (mos ravishda gorizontall va frontal proyeksiyalari) ma'lum bo'lib qoladi. Bu nuqtalar orqali o'tuvchi yasovchilarning avvalo $S'3', S'2'' \equiv S'2_1''$, so'ngra $S''3'', S'2'$ va $S'2_1'$ proyeksiyalari o'tkaziladi. a'' va $S''3''$ larning o'zaro kesishish nuqtasi E'' hamda b' bilan $S'2'$ va $S'2_1'$ larning kesishish nuqtalari F' va L' belgilab olinadi.

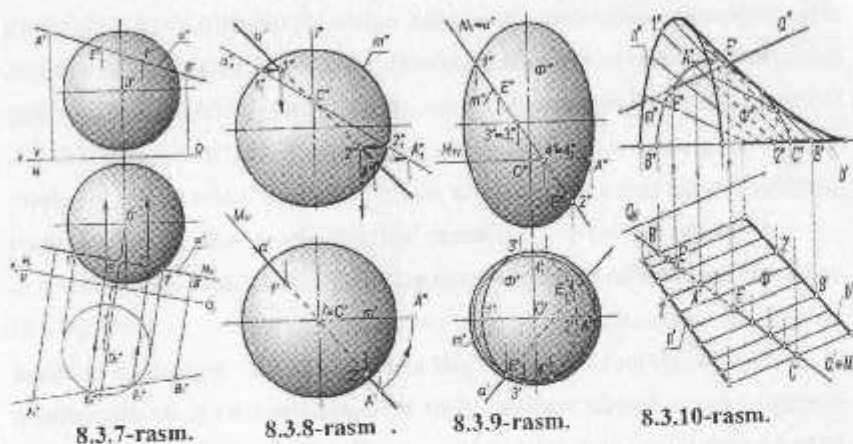
4-masala. To'g'ri chiziq va sferaning kesishish nuqtalari aniqlansin (8.3.7-rasm). **Yechish.** Berilgan $a(a', a'')$ to'g'ri chiziqning sfera bilan kesishish nuqtalarini yasash uchun bu to'g'ri chiziq orqali $M(Mn)$ gorizontall proyeksiyalovchi tekislik o'tkaziladi. Bu tekislik sferani diametri $I'2'$ kesmaga teng bo'lgan aylana bo'yicha kesadi. $I'2'$ diametrli aylananing gorizontall proyeksiyasi tekislikning M_H izi bilan ustma-ust tushadi: $I'2' \equiv M_H$. Berilgan a to'g'ri chiziq bilan $I2$ diametrli aylananing kesishish nuqtalari E va F larning proyeksiyalari quyidagicha yasaladi: V tekislik M ga parallel bo'lgan ixtiyoriy V_1 tekislik bilan almashtiriladi. Berilgan a to'g'ri chiziq va $I2$ diametrli aylanani V_1 tekislikka proyeksiyalar tekisliklarini almashtirish usuliga asosan proyeksiyalanadi. Hosil bo'lgan θ_1'' markazli aylana va a'' to'g'ri chiziqning kesishish nuqtalari E'' va F'' lar belgilab olinadi. Bu nuqtalardan O_1X_1 proyeksiyalar o'qiga perpendikulyarlar o'tkazilib, ularning a' to'g'ri chiziq bilan kesishish nuqtalari E' va F' lar aniqlanadi. Bu nuqtalardan esa OX o'qiga perpendikulyarlar chiqarilib, ularning a'' to'g'ri chiziq bilan kesishish nuqtalari E'' va F'' lar belgilab olinadi. Agar $a(a', a'')$ to'g'ri chiziq biror aylanish sirtining aylanish o'qi bilan kesishadigan vaziyatda berilgan bo'lsa (8.3.8-rasm), u holda to'g'ri chiziqni bu o'q atrofida aylantirib, uning aylanish sirti bilan kesishish nuqtalarini osongina yasash mumkin. Berilgan

$a(a', a'')$ to'g'ri chiziq orqali o'tgan gorizontall proyeksiyalovchi $M(M_H)$ tekislik sferani $m(m', m'')$ meridiani aylana bo'yicha kesadi (chizmada m'' ko'rsatilmagan). Bu meridian frontal tekislikka ellips bo'lib proyeksiyalanadi. Bu ellipsni chizmaslik maqsadida $m(m', m'')$ meridian va $a(a', a'')$ to'g'ri chiziq sirtning $i(i', i'')$ o'qi atrofida frontal vaziyatga kelguncha aylantiriladi. U holda a to'g'ri chiziq a_1 vaziyatga, m meridian esa m_1 vaziyatga keladi. a_1'' to'g'ri chiziq bilan m_1'' bosh meridianing kesishish nuqtalari $I_1'', 2_1''$ lar yordamida $I'', 2''$ hamda $I', 2'$ nuqtalar belgilab olinadi.

5-masala. Umumiy vaziyatdagi $a(a', a'')$ to'g'ri chiziqning $\Phi(\Phi', \Phi'')$ aylanma ellipsoid bilan kesishish nuqtalari $E(E', E'')$, $E_1(E_1', E_1'')$ aniqlansin (8.3.9-rasm).

Yechish. Bunda a to'g'ri chiziqning ellipsoid aylanish o'qi bilan kesishmaydigan vaziyati berilgan. Agar berilgan a to'g'ri chiziq ellipsoidning aylanish o'qi bilan kesishadigan bo'lsa, u holda bunday masalani 8.3.9-rasmida ko'rsatilgandek yechishimiz mumkin. Berilgan a to'g'ri chiziqning ellipsoid bilan kesishish nuqtalari E va E_1 larni yasash uchun to'g'ri chiziq orqali frontal proyeksiyalovchi $N(N_1)$ tekislik o'tkaziladi. $N(N_1)$ tekislikning ellipsoid bilan kesishish chizig'i m yasaladi. Bu chiziqning berilgan to'g'ri chiziq bilan kesishuvida izlanayotgan nuqtalar hosil bo'ladi. Tekislikning N_1 frontal izi, to'g'ri chiziqning a'' frontal proyeksiyasi va kesishish chizig'ining frontal proyeksiyasi m'' lar ustma-ust tushadi. Kesishish chizig'ining m' gorizontall proyeksiyasini yasash uchun m'' ga tegishli ixtiyoriy nuqtalarni belgilab, ularning gorizontall proyeksiyasini topish va ularni tekis egri chiziq bilan tutashirish kerak. Ellipsoidning frontal konturiga tegishli 1 va 2 nuqtalarning gorizontall proyeksiyalari $1'$ va $2'$ nuqtalar bevosita belgilab olinadi. Ixtiyoriy olingan 4 va 4_1 nuqtalarning $4''$ va $4_1''$ gorizontall proyeksiyalarini yasash uchun $4'' \equiv 4_1''$ nuqta orqali gorizontall tekislikning frontal izi H_{1V} o'tkaziladi. So'ngra gorizontall proyeksiyada

radiusi $O'A' = O''A''$ bo'lgan aylana chizamiz. $4 = 4_1$ nuqtadan proyeksiya bog'lanish chizig'ini tushirib, $O'A'$ radiusli aylana bilan kesishish nuqtalari $4'$ va $4_1'$ lar olinadi.



6-masala. n va b yo'naltiruvchilari va Q parallellizm tekisligi bilan berilgan konoidning a to'g'ri chiziq bilan kesishuv nuqtalari proyeksiysi yasalsin (8.3.10-rasm).

Yechish. Bunda berilgan to'g'ri chiziq orqali gorizontal proyeksiyalovchi M tekislik o'tkaziladi. Uning konoid bilan kesishish chizig'i m yasalanadi. a to'g'ri chiziq va m chiziqning o'zaro kesishish nuqtalari E va E_1 lar belgilab olinadi.

Muhandislik grafiikasi ("Engineering Drawing") ga oid xorijiy adabiyotlarda sirtlarning tekislik bilan kesishuviga oid masalalar asosan geometrik jismlarning xususiy vaziyatdagi tekisliklar bilan kesishuviga bag'ishlangan ("Descriptive Geometry" bundan mustasno). Shuning uchun qo'shimcha material sifatida qisman

"Konus kesimi"ga (sahabi "Egri chiziqlar" mavzusida konus kesimlari to'g'risida ba'afsil ma'lumot berilgan) deir inglizcha ma'lumot keltirildi (8.3.11-rasm)¹³.

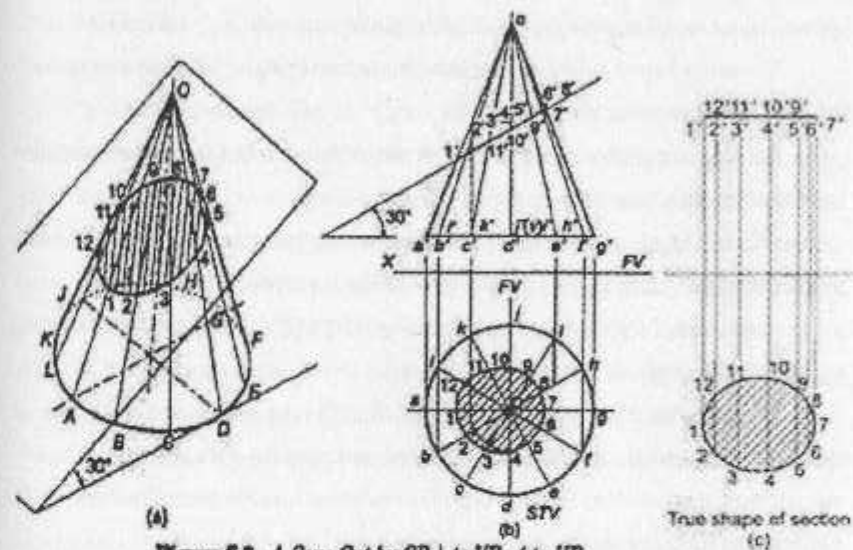


Figure 7.3 A Cone Cut by $CP \perp$ to VP , $\perp$ to HP

8.3.11-rasm.

8.4-§. Sirtlarning umumiy vaziyatdagi tekisliklar bilan kesishuvi

Sirtlarning umumiy vaziyatdagi tekislik bilan kesishish chiziqlari quyidagi algoritim asosida bajariladi:

- berilgan Φ sirt va Q tekislik yordamchi kesuvchi P_1 tekislik bilan kesiladi (8.4.1-rasm). P_1 yordamchi tekislikni shunday o'tkazish kerakki, uning Φ sirt bilan kesishish chizig'i to'g'ri chiziq yoki aylana singari sodda chiziq bo'lsin.
- yordamchi P_1 tekislik bilan Φ sirtning kesishish chizig'i m_1 yasalanadi:
 $\Phi \cap P_1 = m_1$

¹³ Shah M.B., Rana B.C. Engineering Drawing. India. 2009, 168-170 betlar.

- berilgan Q va P_i tekisliklarning o'zaro kesishish to'g'ri chizig'i yasalanadi: $Q \cap P_i = a_i$;

- a_i va m_i chiziqlarning kesishish nuqtasi A_i ni belgilab, $(A_i = a_i \cap m_i)$ olinadi. a_i va m_i chiziqlarining kesishish nuqtalari bitta yoki ko'p bo'lishi mumkin.

Yuqorida bayon qilingan yasashlarga asosan $P_2, P_3, \dots$ tekisliklar o'tkazilib $A_2, A_3, \dots$ nuqtalar xolati aniqlanadi.

Bu nuqtalar o'zaro tutashtirilib, Φ sirt bilan Q tekislikning kesishishidan hosil bo'lgan tekis egri chizig'i ℓ hosil qilinadi.

Φ sirtning Q tekislik bilan kesishish chizig'ini shu sirt yasovchilarning tekislik bilan kesishish nuqtalarini topish orqali ham yasash mumkin.

1-masala. To'g'ri doiraviy silindrning $Q(Q', Q'')$ tekislik bilan kesishish chizig'ini proyeksiyalari yasalsin (8.4.2-rasm).

Yechish. Bunda $A(A', A'')$ yuqori va $B(B', B'')$ quyi nuqtalarni topish ikki xil usulda ko'rsatilgan. Bu usullardan biri-urinma gorizontallar o'tkazishdir. Yuqori va quyi nuqtalar kesuvchi tekislikning silindrga urinma vaziyatda o'tkazilgan h_1 va h_2 gorizontallarga tegishli bo'ladi.

Ikkinchisi A va B nuqtalarni silindrning $i(i', i'')$ o'qi orqali o'tuvchi va Q tekislikka perpendikulyar bo'lgan $M(M_H)$ tekislik yordamida ham topish mumkin. Buning uchun Q tekislikning ixtiyoriy h gorizontali o'tkaziladi. Uning h' gorizental proyeksiyasiga perpendikulyar ravishda silindrning i o'qi orqali M tekislikning gorizental M_H izi o'tkaziladi. Bu tekislik silindrni ℓ va ℓ_i yasovchilari bo'yicha, berilgan Q tekislikni esa $3, 4$ to'g'ri chiziq bo'yicha kesadi. $3, 4$ kesishish chizig'i va ℓ, ℓ_i yasovchilarning frontal proyeksiyalari $3'' 4''$ hamda $1', 1''$ larning o'zaro kesishuvidan A'' va B'' nuqtalar hosil bo'ladi. Yuqori va quyi nuqtalarning A' va B' proyeksiyalari silindr asosining proyeksiyasiga tegishli bo'ladi.

Silindr ocherkiga tegishli C va D nuqtalar shu ocherkni ifodalovchi I_2 va I_3 yasovchilarning Q tekislik bilan kesishuvida hosil bo'lgan, oraliqdagi E va F nuqtalar esa C hamda D nuqtalar singari topiladi.

2-masala. To'g'ri doiraviy konusning berilgan tekislik bilan kesishuvidagi kesim yuza proyeksiyalari yasalsin (8.4.3-rasm).

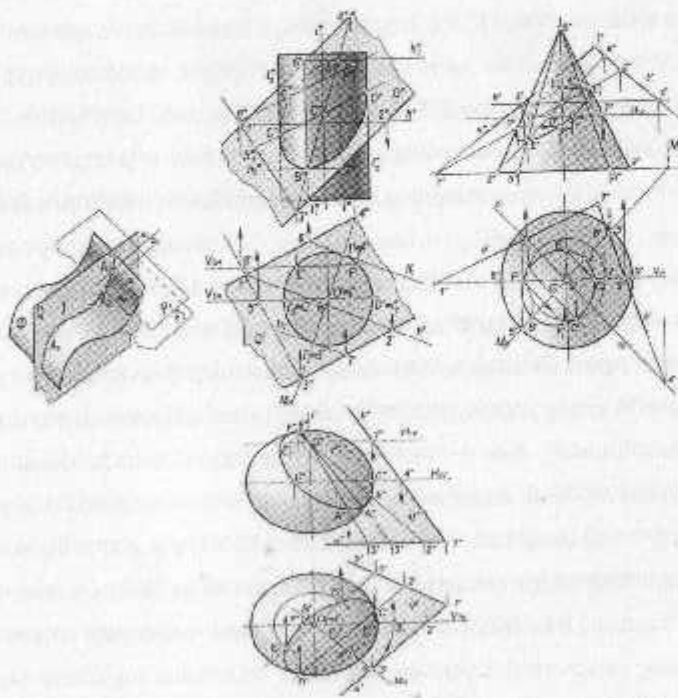
Yechish. Kesuvchi tekislik o'zaro kesishuvchi $a(a', a'')$ va $b(b', b'')$ to'g'ri chiziqlar bilan berilgan. Dastlab tayanch nuqtalarning topilishini ko'rib chiqamiz. Kesishish chizig'ini konus ocherkiga tegishli, ya'ni konus chetki yasovchilari $S9$ va $S8$ larning berilgan tekislik bilan kesishish nuqtalari E, F lar quyidagicha topiladi: $S9$ va $S8$ yasovchilar orqali yordamchi V_{III} frontal tekislik o'tkaziladi. U berilgan $(a \cap b)$ tekislikni $12(1' 2', 1'' 2'')$ to'g'ri chiziq, konusni esa $S8(S' 8', S'' 8'')$ va $S9(S' 9', S'' 9'')$ yasovchilar bo'yicha kesadi. I_2 to'g'ri chiziq bilan $S8$ va $S9$ yasovchilarning kesishuvidan $E(E', E'')$ va $F(F', F'')$ nuqtalar hosil bo'ladi.

Kesimning yuqori va quyi nuqtalar esa konusning i o'qi orqali o'tuvchi va berilgan tekislikka perpendikulyar bo'lgan yordamchi $M(M_H)$ tekislikdan foydalanib topiladi. Buning uchun berilgan tekislikning ixtiyoriy $h(h', h'')$ gorizontali o'tkaziladi. Bu gorizontalling h' proyeksiyasiga perpendikulyar qilib, S' nuqta orqali yordamchi M tekislikning M_H izini o'tkazamiz. M tekislikning konus bilan kesishishi chiziqlari $S5$ va $S5_i$ yasovchilar hamda berilgan tekislik bilan kesishish chizig'i $S_i 6(S_i' 6', S_i'' 6'')$ larning frontal proyeksiyalari o'tkaziladi. Ular o'zaro kesishib, mos ravishda quyi B va yuqori A nuqtalarning frontal proyeksiyalari B'' va A'' nuqtalarni hosil qiladi. A va B nuqtalar orasidagi masofa kesim yuza – ellipsning katta o'qi bo'ladi. Uning kichik o'qi CD ni topish uchun AB kesmani teng ikkiga bo'luvchi O_i nuqta orqali AB ga perpendikulyar to'g'ri chiziq o'tkaziladi. Bu holda CD kichik o'q gorizental vaziyatdagi to'g'ri chiziq bo'lib uning proyeksiyasini yordamchi $H_i(H_{iH})$ tekislikdan foydalanib topamiz. Gorizental proyeksiyada kesuvchi tekislikning M_H izi kesishish chizig'ining

simmetriya o'qi bo'ladi. Oraliqdagi E_1 va F_1 nuqtalarning gorizontal proyeksiyalari E_1' va F_1' nuqtalar shu simmetriya o'qiga asosanib yasalgan. So'ngra ular orqali E_1'' va F_1'' nuqtalar topilgan. Hosil bo'lgan nuqtalarning ko'rinishligi V_{1H} simmetriya tekisligi frontal bo'yicha aniqlanib, tekis egri chiziqli tutashtiriladi.

3-masala. Shar sirtining $Q(a \cap b)$ tekislik bilan kesishishidagi kesim yuzaning proyeksiyalari yasalsin (8.4.4-rasm).

Yechish. Kesishish chizig'ining quyi va yuqori nuqtalarini aylantirish usuli bilan topish qulay. Dastavval sferaning markazidan o'tuvchi yordamchi $M(M_H)$ tekislik berilgan $Q(Q', Q'')$ tekislikka perpendikulyar qilib o'tkaziladi.



8.4.1-rasm.

8.4.2-rasm.

8.4.3-rasm.

8.4.4-rasm.

So'ngra $M(M_H)$ yordamchi tekislikning sfera va berilgan $Q(Q', Q'')$ tekislik bilan kesishish chiziqlari sferaning $i(i', i'')$ o'qi atrofida frontal vaziyatga kelguncha aylantiriladi. Bu holda $M(M_H)$ tekislikning sfera bilan kesishish chizig'i (aylana) ning frontal proyeksiyasi sferaning ocherki bilan ustma-ust tushadi. M va berilgan tekislikning kesishish chizig'i $0_1 3$ ning frontal proyeksiyasi $0_1'' 3''$ esa $0_1'' 3_1''$ vaziyatni egallaydi. Demak, sferaning frontal proyeksiyadagi ocherki bilan $0_1'' 3_1''$ to'g'ri chiziqli kesishish nuqtalarini belgilab (rasmda faqat A_1'' nuqta belgilangan), ularni teskari yo'nalishda α burchakka burish kerak bo'ladi. Buning uchun A_1'' nuqtadan gorizontal vaziyatda to'g'ri chiziqli o'tkazib, uning $0_1'' 3''$ to'g'ri chiziqli bilan kesishish nuqtasi A'' ni belgilash yetarli bo'ladi. B'' nuqta ham xuddi shunday topiladi. Ocherklarning berilgan tekisliklar bilan kesishish nuqtalari C, D, E va F lar H_2 hamda V_1 tekisliklar yordamida topilgan. Oraliqdagi ixtiyoriy nuqtalardan E_1 va E_2 lar esa yordamchi H_1 tekislikdan foydalanib topilgan.

4-masala. H tekislikda joylashgan to'g'ri doiraviy silindrning ixtiyoriy vaziyatdagi $P(P_H, P_V)$ tekislik bilan kesishishidagi kesim yuzaning proyeksiyalari yasalsin (8.4.5-rasm).

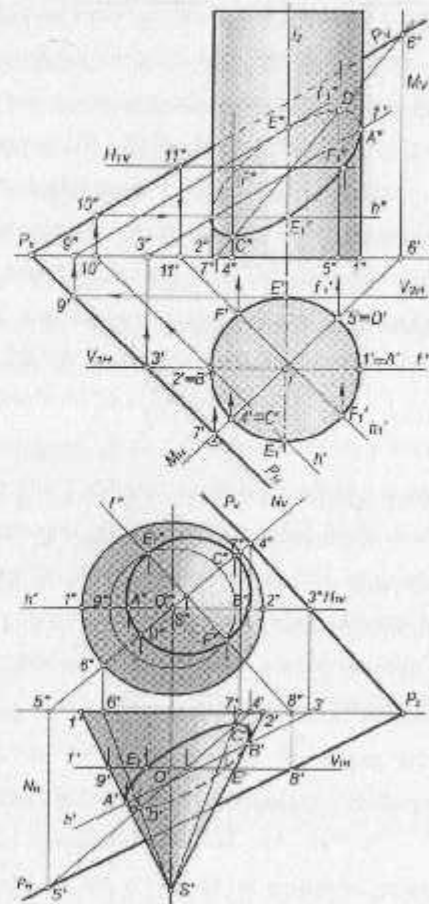
Yechish. Kesim yuzasining gorizontal proyeksiyasi silindrning gorizontal proyeksiyasi (asosi) bilan ustma-ust tushadi. Shuning uchun kesimning faqat frontal proyeksiyasi topiladi. Dastlab silindrning chetki 1, 2 yasovchilari bilan P tekislikning kesishish nuqtalari A va B ning frontal proyeksiyalari A'' va B'' nuqtalari topiladi. Buning uchun chetki yasovchilar orqali $V_1(V_{1H})$ frontal tekislik o'tkaziladi. Bu tekislik berilgan P tekislikni frontal chiziqli bo'yicha kesadi. Kesishish chizig'ining frontal proyeksiyasi J'' silindr chetki yasovchilarining frontal proyeksiyalari bilan kesishib, A'' va B'' nuqtalarni hosil qiladi. Kesimning eng yuqori va eng quyi nuqtalarning frontal proyeksiyalari D'' va C'' nuqtalarni topish uchun silindrning o'qidan o'tuvchi va P tekislikka perpendikulyar bo'lgan

$M(H_H, M_V)$ gorizontaal proyeksiyalovchi tekislik o'tkaziladi: $i \in M_H \perp H$. Bu tekislik silindrni $4(4', 4'')$ va $5(5', 5'')$ yasovchilari, P tekislikni esa $6(6', 6'')$ to'g'ri chiziqli bo'yicha kesadi. Yasovchilarning frontal proyeksiyalari $6''$ to'g'ri chiziqli bilan kesishib, D'' va C'' nuqtalarni hosil qiladi. Kesimning boshqa nuqtalarini kesuvchi tekislikning gorizontaal yoki frontal chiziqlaridan foydalanib topish mumkin. Masalan, E nuqtaning frontal proyeksiyasi E'' ni topish uchun E nuqtadan o'tkazilgan $V_2(V_{2H})$ tekislik silindrni yasovchisi bo'yicha, P tekislikni $f_1(f_1', f_1'')$ frontal chiziqli bo'yicha kesadi. Frontalning frontal proyeksiyasi f_1'' va E'' nuqtadan o'tuvchi yasovchi o'zaro kesishib, E''' nuqtani hosil qiladi. F' va F_1'' nuqtalar ixtiyoriy $H_1(H_{1V})$ gorizontaal yordamchi tekislik o'tkazish yo'li bilan topiladi. Yordamchi tekislikning H_{1V} izi C'' va D'' nuqtalar oralig'ida o'tkaziladi. Bu tekislik silindrni aylana bo'yicha kesadi. Bu aylananing gorizontaal proyeksiyasi silindrning asosi bilan ustma-ust tushadi. Berilgan $P(P_H, P_V)$ tekislik $H_1(H_{1V})$ tekislik bilan $1_1(1_1', 1_1'')$ nuqtadan o'tuvchi $h(h', h'')$ gorizontaal bo'ylab kesishadi. h_1' gorizontaalning gorizontaal proyeksiyasi h_1' va silindrning asosi o'zaro kesishib, F' va F_1' nuqtalarni hosil qiladi. Bu nuqtalardan proyeksion bog'lanish chiziqlari o'tkazilib, H_{1V} izda F'' va F_1'' nuqtalar belgilab olinadi. Silindrning kuzatuvchiga karatilgan oldingi yarim qismi ko'rinadi, orqa tomondagi qismi esa ko'rinmaydi. Shunga asosan, kesimning frontal proyeksiyasidagi $A''F_1''E_1''C''B''$ qismi ko'rinadi, $B''F''E''D''A''$ qismi esa ko'rinmaydi. Bu nuqtalarni tartibi bilan tutashtirib, tekis egri chiziqli - ellips hosil qilinadi.

5-masala. Asosi V tekislikda joylashgan to'g'ri doiraviy konusning $P(P_H, P_V)$ tekislik bilan kesishishidagi kesim yuza proyeksiyalari yasalsin (8.4.6-rasm).

Yechish. Kesim yuza - ellipsning proyeksiyalarini yasash konusning $S_1(S_1', S_1'')$ va $S_2(S_2', S_2'')$ yasovchilari bilan $P(P_H, P_V)$ tekislikning kesishish nuqtalari (A', A'') va $B(B', B'')$ larni topishdan boshlanadi. S_1 va S_2 yasovchilarning frontal proyeksiyalari S''_1 va S''_2 lar orqali $H_1(H_{1V})$ gorizontaal tekislik izi

o'tkaziladi. Bu tekislik berilgan P tekislikni $3(3', 3'')$ nuqtadan o'tgan $h(h', h'')$ gorizontaal chiziqli bo'yicha kesadi. Bu gorizontaalning h' gorizontaal proyeksiyasi konusning S'_1 va S'_2 chetki yasovchilari bilan kesishib, A' va B' nuqtalarni hosil qiladi. Bu nuqtalardan proyeksion bog'lanish chiziqlari o'tkazib, S''_1 va S''_2 yasovchilarda A'' va B'' nuqtalar belgilab olinadi.



8.4.5-rasm.

8.4.6-rasm.

V tekislikka eng yaqin $C(C',C'')$ va eng uzoq $D(D',D'')$ nuqtalarning proyeksiyalari quyidagicha topiladi. Konusning o'qi orqali o'tuvchi va berilgan $P(P_H, P_V)$ tekislikka perpendikulyar bo'lgan $N(N_H, N_V)$ frontal proyeksiyalovchi tekislik o'tkaziladi. Bu tekislik konusni $S_6(S'6', S''6'')$ va $S_7(S'7', S''7'')$ yasovchilari bo'yicha kesadi. $P(P_H, P_V)$ va $N(N_H, N_V)$ tekisliklar esa $45(4'5', 4''5'')$ to'g'ri chiziq bo'yicha kesishadi, ya'ni $P \cap N = 45$. Bu to'g'ri chiziqning $4'5'$ gorizontaal proyeksiyasi S_6 va S_7 yasovchilarning gorizontaal proyeksiyalari $S'6'$ va $S'7'$ lar bilan kesishib, D' va C' nuqtalarni hosil qiladi. Bu nuqtalardan proyeksion bog'lanish chiziqlari o'tkazilib, $S''6''$ va $S''7''$ yasovchilarda D'' va C'' nuqtalar belgilab olinadi. Oraliqdagi ixtiyoriy nuqtalar esa konusning o'qiga perpendikulyar yordamchi frontal tekisliklar o'tkazish bilan topiladi. Masalan, C' va D' nuqtalar oraligida V_1 frontal tekislikning V_{1H} gorizontaal izi o'tkaziladi. Bu tekislik konusni radiusi $0'9'$ ga teng aylana bo'yicha, P tekislikni esa $8(8', 8'')$ nuqtadan o'tuvchi $f(f', f'')$ frontal bo'yicha kesadi. Frontal proyeksiyada chizilgan $0'9' = 0''9''$ radiusli aylana va f'' to'g'ri chiziq o'zaro kesishib, E'' va E_1'' nuqtalarni hosil qiladi. Bu nuqtalardan proyeksion bog'lanish chiziqlari o'tkazilib, f' to'g'ri chiziqda E' va E_1' nuqtalar belgilab olinadi. Hosil bo'lgan nuqtalar silliq tutashtirilib kesim yuza – ellips chiziladi. Frontal proyeksiyada kesimga tegishli bo'lgan hamma nuqtalar ko'rinadi. Gorizontaal proyeksiyada esa konusning yuqori yarimda joylashgan kesimning $A'E', C'B'$ qismi ko'rinadi, $B'E'D'A'$ qismi ko'rinmaydi. Bu nuqtalarni tartibi bilan tutashtirib, ellipsni hosil qilamiz.

Sirtlarning to'g'ri chiziq va tekislik kesishuvini yasashda ba'zi qo'shimcha usullar

Piramida yoki konus sirtlar qatnashgan pozitsion masalalarni yechishda markaziy proyeksiyalashdan foydalanish maqsadga muvofiq bo'ladi.

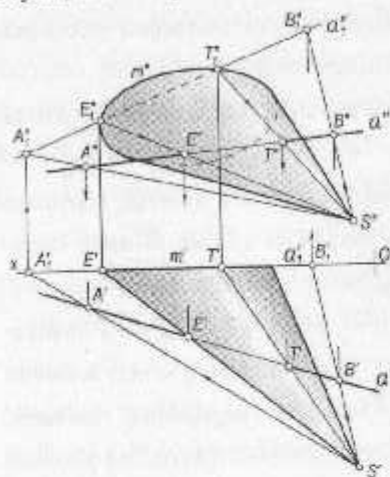
1-masala. Konus sirt bilan ixtiyoriy a to'g'ri chiziqning kesishish nuqtalarini yasash kerak bo'lsin (8.4.7-rasm).

Yechish. Konusning V asos tekisligini proyeksiyalar tekisligi, konusning uchi S nuqtani esa proyeksiyalash markazi deb qabul qilamiz. U holda konus sirtning V dagi markaziy proyeksiyasi uning m asosi bilan ustma-ust tushadi. a to'g'ri chiziqning V tekislikdagi markaziy proyeksiyasi a_1 esa A va B nuqtalar orqali aniqlanadi. Konusning m'' asosi va a_1'' to'g'ri chiziqning o'zaro kesishish nuqtalari E_1'' va T_1'' lar izlanayotgan kesishish nuqtalarining markaziy proyeksiyalari bo'ladi. E_1'' va T_1'' nuqtalarni S proyeksiyalash markazining frontal proyeksiyasi S'' bilan tutashtiriladi. Natijada ular a'' bilan kesishib E'' va T'' nuqtalarni hosil qiladi. E'' va T'' nuqtalarning gorizontaal proyeksiyalari E' va T' , a' to'g'ri chiziq ustida aniqlanadi.

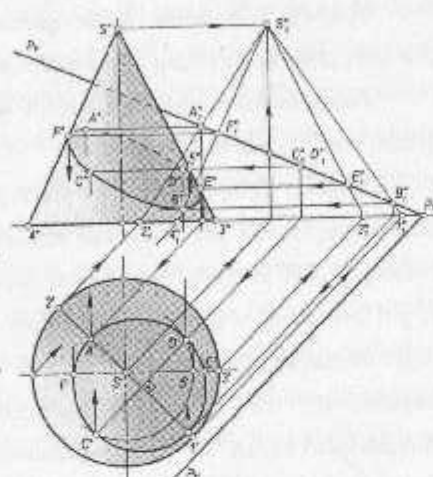
2-masala. To'g'ri doiraviy konusning umumiy vaziyatdagi $P(P_H, P_V)$ tekislik bilan kesishish chizig'ini yasash talab qilinsin (8.4.8-rasm).

Yechish. Konus va P tekislik V frontal proyeksiyalar tekisligiga P tekislikning gorizontali yo'nalishi bo'yicha proyeksiyalangan. Bunday proyeksiyalashda kesishish chizig'ining yordamchi proyeksiyasi $A_1'' B_1''$ kesma bo'lib, u tekislikning P_V izi bilan ustma-ust tushadi. Kesishish chizig'ining A_1'' , B_1'' , $C_1'' = D_1''$, E_1'' va F_1'' nuqtalari orqali konusning yordamchi yasovchilari o'tkaziladi. So'ngra bu yasovchilarning gorizontaal va frontal proyeksiyalari yasaliib, ularga izlanayotgan nuqtalarning avval A'' , B'' , C'' , D'' , E'' , F'' frontal proyeksiyalari, so'ngra A' , B' , C' , D' , E' , F' gorizontaal proyeksiyalari aniqlanadi. Bunda A - kesishuv chizig'ining yuqori, B - quyi, E va F nuqtalar esa konusning

o'chirkiga tegishli nuqtalardir. Kesishish chizig'i AB kesma ellipsning katta o'qi bo'lib, kichik o'qi esa CD kesma bo'ladi.



8.4.7-rasm.



8.4.8-rasm.

8.5-§. Sirtlarning yoyilmalarini yasash

Umumiy ma'lumotlar Sirtning egilish deformatsiyasi yordamida tekislikka aylantirish mumkin bo'lsa, bunday sirt *yoyiladigan sirt* deyiladi. Sirtning biror bo'lagi tekislikning ma'lum bir sohasiga yoyilishi mumkin. Masalan, silindrik sirt tekislikning o'zaro parallel ikki to'g'ri chizig'i orasidagi sohasida yoyiladi. Konus sirti esa tekislikka tegishli ikki kesishuvchi to'g'ri chiziqlar orasidagi sohada yoyiladi.

Ta'rif. Sirtning biror bo'lagining cho'zilmasdan, yirtilmasdan tekislikka yoyilishidan hosil bo'lgan tekis shakl uning *yoyilmasi* deyiladi.

Yoyiladigan sirtlarga to'g'ri chiziqli sirtlardan faqat yondosh yasovchilari xos yoki xosmas nuqtalarda kesishadigan sirtlar kiradi. Torslarda yondosh yasovchilarning kesishish nuqtalari qaytish qirrasida, konus sirtlarda esa uning

uchida va silindrik sirtlarda cheksiz uzoqlikdagi nuqtada bo'ladi. Sirtlarning yoyilmalarini yasash muhandislik amaliyotida katta ahamiyatga ega. Mashinasozlik, samolyotsozlik va qurilishda turli-tuman konstruksiyalarning shakllarini hosil qilish uchun yaxlit listlarda sirtlarning yoyilmalari yasaliib, ishlab chiqarish uchun zarur bo'lgan turli andozalar yasaladi. Sirtlarning yoyilmalarini yasashda uchburchaklar, dumalatish va normal kesim usullari mavjud. Uchburchaklar usuli bilan qirrali sirtlar, konus va tors sirtlarning yoyilmalari yasaladi. Dumalatish usuli bilan proyeksiyalar tekisliklariga nisbatan og'ma vaziyatda berilgan qirrali, konus va silindrik sirtlarning yoyilmalarini yasash qulaydir. Yasovchilari yoki qirralari proyeksiya tekisliklariga nisbatan og'ma vaziyatda bo'lgan silindrik yoki prizmatik sirtlarning yoyilmalarini normal kesim usulida yasash osonroqdir. Yoyilmaydigan sirtlarning yoyilmalari taqriban yasaladi. Sirt va uning yoyilmasi elementlari orasida quyidagi o'zaro bir qiymatli moslik o'rnatilgan bo'lishi kerak, ya'ni sirtga tegishli har bir nuqta va shaklga, shu sirt yoyilmasiga tegishli nuqta va shakl mos keladi yoki aksincha, yoyilmaga tegishli har bir nuqta va shaklga sirtga tegishli nuqta va figura mos kelishi kerak (8.5.1-rasm). Bu moslikka asosan quyidagi xossalarni keltirish mumkin.

1-xossa. Sirt va uning yoyilmasiga tegishli mos yoylarning uzunliklari o'zaro teng bo'ladi: $l = l_0$.

Natija. Sirt va uning yoyilmasiga tegishli mos yopiq egri chiziqlar bir xil yuzaga ega bo'ladi: $S_m = S_{m0}$.

2-xossa. Sirtga tegishli ikki chiziq orasidagi burchak yoyilmaga tegishli mos chiziqlar orasidagi burchakka tengdir: $\varphi = \varphi_0$.

3-xossa. Sirtga tegishli to'g'ri chiziqqa yoyilmada ham to'g'ri chiziq mos keladi. Ammo yoyilmaga tegishli to'g'ri chiziqqa sirtning biror to'g'ri chizig'i hamma vaqt ham mos kelmaydi.

4-xossa. Sirtga tegishli o'zaro parallel to'g'ri chiziqlarga yoyilmada ham o'zaro parallel to'g'ri chiziqlar mos keladi.

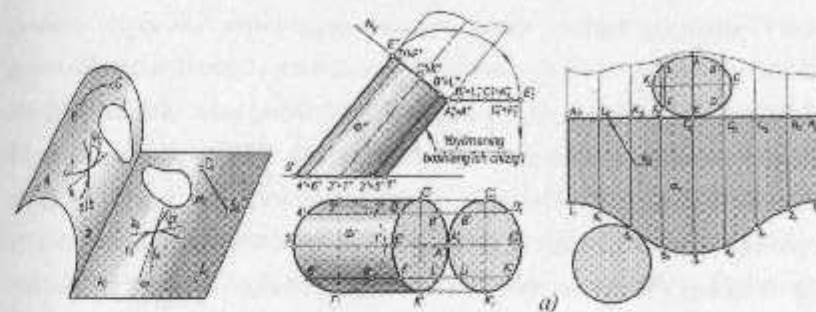
5-xossa. Agar sirtga tegishli egri chiziqa yoyilmada to'g'ri chiziq mos kelsa, bunday chiziq sirtning *geodezik chizig'i* deyiladi. 8.5.1-rasmda ko'rsatilgan sirtning BC chizig'i uning geodezik chizig'i bo'la oladi.

Ta'rif. Sirtga tegishli ikki nuqta orasidagi eng qisqa masofada tutashtiruvchi chiziq sirtning *geodezik chizig'i* deb ataladi.

Sirtning yoyilmasini yasash deganda uni yirtmasdan, uzmasdan yoki g'ijimlamasdan faqat egib bir tekislikka jipslashtirish tushuniladi. Albatta bunday jarayon sirtning biror chizig'i (qirasi, yasovchilari va shu kabilar) bo'yicha kesib amalga oshirilishi mumkin. Lekin amaliyotda sirtlarning yoyilmalari yasaliib, so'ngra egish deformatsiyasi yordamida bu yoyilmalardan kerakli konstruksiyalar yasaladi. Shuning uchun sirtlarning yoyilmalarini tekislik (qog'oz) da yasash muhim kasb etadi.

Silindrik sirtlarning yoyilmalarini yasash. Silindrik sirtlarning yoyilmalarini yasashda nogʻmal kesim va dumalatish usullaridan foydalaniladi. Har ikkala usul bilan ham yoyilmani yasashda silindrik sirtni approksimasiya qilib prizmatik sirtga keltiriladi va masala prizmaning yoyilmasini yasash kabi bajariladi. Umuman biror silindrning yoyilmasini yasash uchun: silindr yoyilmasida qatnashadigan yasovchilarning haqiqiy uzunliklari aniqlanadi; qoʻshni yasovchilar orasidagi asos yoylarning haqiqiy uzunliklari topiladi; planimetrik yasashlarga asosan silindr elementlari ketma-ket yoyilmada yasaladi. 8.5.2.a-rasmda yasovchilari frontal vaziyatda va asosi H tekislikda yotgan ogʻma, elliptik silindr tasvirlangan. Bunday silindrning yoyilmasi (8.5.2,b-rasm) normal kesim usulida bajarilgan. Silindrik sirt prizmatik sirtga approksimasiya qilinadi. Buning uchun silindr asosini ixtiyoriy boʻlaklarga boʻlinadi (rasmda 8 ta teng boʻlakka boʻlingan). Bu holda silindrni 8

yoqli prizmaga almashtiriladi. Silindring yasovchilariga perpendikulyar bo'lgan $N(N_v)$ tekislik bilan kesishish chizig'i vasaladi.

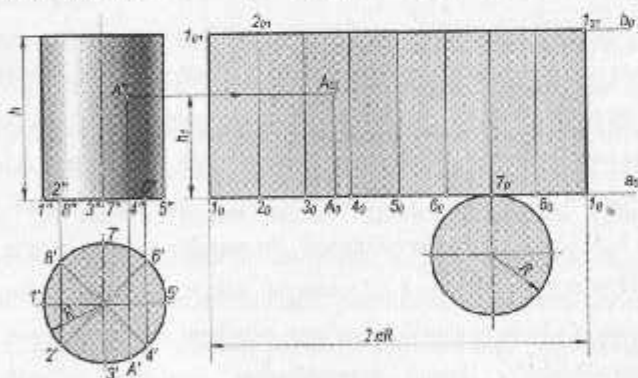


8.5.1-rasm.

8.5.2-rasm

Kesishish chizig'i, ya'ni normal kesimning haqiqiy kattaligi aylantirish usuli bilan topiladi. Silindrik sirtning yoyilmasini yasash uchun chizma qog'ozining bo'sh joyida ixtiyoriy α_0 to'g'ri chiziq o'tkaziladi. Yoyilmaning boshlanish chizig'i deb 1A yasovchi olingan. α_0 to'g'ri chiziqqa uzunligi noq'mal kesimning perimetriga teng bo'lgan $[A_0A_0]$ kesma o'lchab qo'yiladi. Bu kesmaga A_0 nuqtadan boshlab $A_0L_0=A_0'L_0'$, $L_0K_0=L_0'K_0'$, $K_0F_0=K_0'F_0'$,... kesmalar o'lchab qo'yilib oraliqdagi L_0 , K_0 , F_0 , ... nuqtalar aniqlanadi. Bu nuqtalar orqali α_0 to'g'ri chiziqqa perpendikulyarlar o'tkaziladi. 8.5.2,a-rasmda silindr yasovchilarining frontal proyeksiyalari o'z haqiqiy uzunliklariga teng ekanligini ko'rish mumkin. Shuning uchun yasovchilarning frontal proyeksiyadagi uzunliklari o'lchab olinib, yoyilmadagi mos perpendikulyarlarga qo'yiladi. O'lchab qo'yilgan kesmalarning ikkinchi uchlari tekis egri chiziq bilan tutashtiriladi. Hosil bo'lgan Φ_0 figura Φ silindr yon sirtining yoyilmasi bo'ladi. Φ_0 figura silindrning asosi va normal kesimning haqiqiy kattaligi bilan to'ldirilib, to'la yoyilma hosil qilinadi. Asoslari aylanish o'qiga perpendikulyar bo'lgan to'g'ri doiraviy silindr yon sirtining

yoyilmasi to'g'ri to'rtburchakdan iborat bo'lib, bunday to'rtburchakning tomonlari $2\pi R$ va h_0 ga teng bo'ladi. Bu yerda R — asosning radiusi, h — silindrning balandligi. Asosi H tekisligiga tegishli va o'qi unga perpendikulyar bo'lgan to'g'ri doiraviy silindrning to'la yoyilmasini yasash 8.5.3-rasmda ko'rsatilgan. Bunda silindrning $l_0 2_0$ ($l' 2', l'' 2''$) yasovchisi yoyilmaning boshlanish chizig'i deb olingan. Ixtiyoriy a_0 to'g'ri chiziq o'tkazib, unga $[l_0 l_0] - 2\pi R$ kesma o'lchab qo'yiladi va u teng 8 bo'lakka bo'linadi. Kesmaning har ikkala uchidan a_0 to'g'ri chiziqa perpendikulyarlar chiqarilib, ularga $l_0 l_{01} - h$ kesma, ya'ni silindrning balandligiga teng kesmalar o'lchab kuyiladi. Hosil bo'lgan $l_0 l_{01} l_{01} l_0$ to'g'ri to'rtburchak berilgan silindr yon sirtining yoyilmasi bo'lib, to'la yoyilmani yasash uchun $l_0 l_{01}$ va $2_0 2_{01}$ tomonlarga urinuvchi qilib silindrning asoslari chiziladi. Sirtga tegishli A nuqtaning yoyilmadagi o'rnini aniqlash 8.5.3-rasmdan ko'rinib turibdi. Bunda $3'A' = 3_0 A_0$, $A_0 A_{01} = h_1$, ya'ni A nuqtaning applikatasiga teng bo'ladi.



8.5.3-rasm.

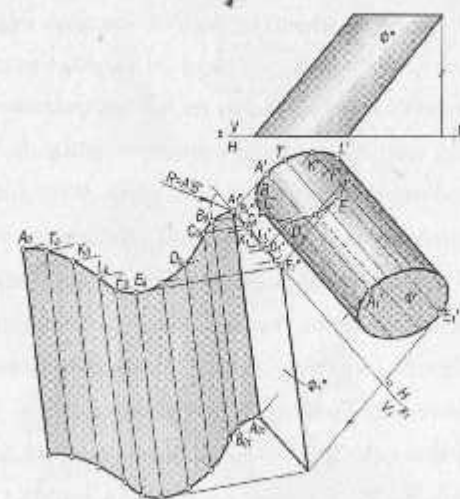
8.5.4-rasmda tasvirlangan og'ma elliptik silindr yon sirtining yoyilmasi dumalatish usulida bajarilgan. Dastavval silindr uning yasovchilariga parallel bo'lgan V tekislikka, proyeksiyalar tekisliklarini almashtirish usuli bilan proyeksiyalanadi.

Silindrning $AA_1(A'A'_1, A''A''_1)$ yasovchisi yoyilmaning boshlanish chizig'i deb olingan. Φ silindr o'zining AA_1 yasovchisi orqali o'tgan tekislikka yoyiladi. Buning uchun silindrik sirt yana prizmatik sirtga approksimasiya iqlinadi va prizmaning yoyilmasini yasash kabi bajariladi. Silindr yasovchilaridan biri $BB_1(B'B'_1, B''B''_1)$ ning yoyilmadagi o'rnini $B_0 B_{01}$ ni yasashni ko'rib chiqaylik. Markazi A_1'' nuqtada va radiusi $A'B'$ ga teng bo'lgan aylana yoyi chiziladi. B_1'' nuqtadan esa $A_1'' A_{01}''$ yasovchiga perpendikulyar to'g'ri chiziq o'tkaziladi. Ular o'zaro kesishib, yoyilmaga tegishli B_0 nuqtani hosil qiladi. B_0 nuqta orqali $A_1'' A_{01}''$ ga parallel qilib $B_0 B_{01}$ ($B_0 B_{01} = A_1'' A_{01}''$) yasovchi o'tkaziladi. Yoyilmadagi $C_0 D_0, \dots$ nuqtalar va ular orqali o'tuvchi yasovchilar ham B_0 nuqta va $B_0 B_{01}$ yasovchi singari yasaladi.

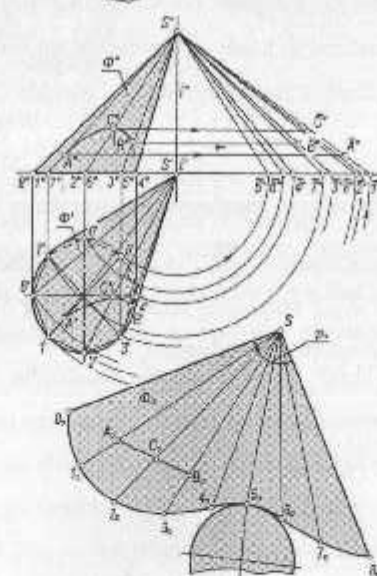
Konus sirtlarning yoyilmalarini yasash. Umumiy holdagi konus sirtining yoyilmasi ham piramida yoyilmasini yasashdagidek, uchburchaklar usuli bilan bajariladi. Buning uchun konus o'ziga ichki chizilgan ko'pyoqliklar piramidaga approksimasiya qilinadi va shu piramidaning yoyilmasi konus sirtining yoyilmasi deb qabul qilinadi. Ichki chizilgan ko'pyoqliklar piramidaning yoqlari qanchalik ko'p bo'lsa, konus sirtining yoyilmasi shunchalik aniq bo'ladi. Umuman, konusni yoyish uchun uning bir necha yasovchilarining haqiqiy uzunliklari va yunaltiruvchi egri chizig'i (yoki uning bo'laklarining) — asosining haqiqiy uzunligi topiladi, so'ngra konus yasovchilari va asosining bo'laklari birin ketin yoyilmaga ko'chiriladi.

8.5.5,a-rasmda asosi H tekislikka tegishli Φ og'ma konus tasvirlangan. Bu konusning yoyilmasini yasashda uchburchaklar usulidan foydalanamiz. Konusni o'ziga ichki chizilgan piramidaga approksimasiyalaymiz. Konus yasovchilari yoki ichki chizilgan piramida qirralarining xaqiqiy uzunliklarini yasash rasmda aylantirish usulida bajarilgan.

S8 yasovchini yoyilmaning boshlanish chizig'i deb olamiz. Chizma qog'ozining bo'sh joyida ixtiyoriy S_0 nuqtani belgilaymiz (8.5.5,b-rasm). 8.5.5,a-rasmdan S8 yasovchining haqiqiy uzunligi bo'lgan $S''8_1$ kesmani o'lchab va uni S_0 nuqtadan chiqarilgan ixtiyoriy a_0 to'g'ri chiziqqa qo'yib, 8_0 nuqtani hosil qilamiz. So'ngra S_0 nuqtani markaz, $S''1_1$ ni radius qilib yoy chizamiz. Markazi 8_0 nuqtada va radiusi $8'1'$ bo'lgan ikkinchi yoy chizamiz. Har ikkala yoylar o'zaro kesishib 1_0 nuqtani hosil qiladi. Yoyilmaning qolgan $2_0, 3_0, 4_0, \dots$ nuqtalari ham shu tartibda yasaladi. Hosil bo'lgan Φ_0 figura berilgan konus yon sirtining yoyilmasi bo'ladi. Uni konusning asosi – ellips bilan to'ldirib, to'la yoyilmani hosil qilamiz. $\Phi(\Phi', \Phi'')$ konus sirtidagi AB egri chiziqqa Φ_0 figurada A_0B_0 to'g'ri chiziq mos kelgan. Shuning uchun AB – konusning geodezik chizig'i bo'ladi. Shuningdek, konusning hamma yasovchilari uning geodezik chizig'i bo'la oladi.

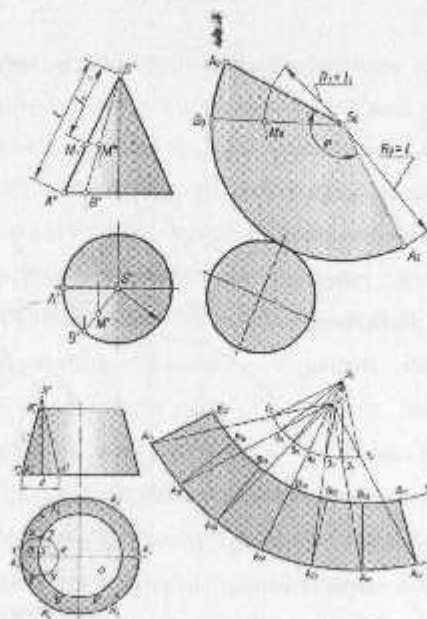


8.5.4-rasm.



8.5.5-rasm

8.5.6-rasmda asosi H tekislikka tegishli va o'qi unga perpendikulyar bo'lgan to'g'ri doiraviy $\Phi(\Phi', \Phi'')$ konus Monj chizmasida berilgan. Bunday konus yon sirtining yoyilmasi doira sektoridan iborat bo'ladi. Doiraviy sektorning radiusi konus yasovchisining uzunligi L ga teng, markaziy burchagi, bo'ladi. Bu yerda r – konus asosining radiusi, l – konusning yasovchisi. 8.5.7-rasmda uchi chizma maydonidan tashqarida joylashgan kesik konus tasvirlangan. Bunday konusning yoyilmasini yasash uchun shunday yordamchi konus chizish kerakki, unda $K=d/D$ nisbat butun son orqali ifodalansin. Bunda D – berilgan kesik konus katta asosining diametri, d – yordamchi konusning diametri. Rasmda bu nisbat 3 ga teng qilib olingan. Dastlab yordamchi konusning yoyilmasini yasaymiz. Keyin $l_0 S_0 l_0$ ning bissektrisasiga tegishli ixtiyoriy O_0 nuqta orqali $O_0 l_0$, $O_0 2_0$, $O_0 3_0, \dots$ nurlarni o'tkazamiz. Bu nurlarga O_0 nuqtadan boshlab $O_0 A_{01} = K \times O_0 l_0$, $O_0 A_{02} = K \times O_0 2_0$, $O_0 A_{03} = K \times O_0 3_0, \dots$ kesmalarni o'lchab qo'yamiz. Hosil bo'lgan $A_{01}, A_{02}, A_{03}, \dots$ nuqtalarni tekis egri chiziqli bilan tutashtiramiz. Amalda bunday egri chiziqli markazi O_0 nuqtada radiusi $O_0 A_{01}$ bo'lgan aylana yoyi ko'rinishida chiziladi. So'ngra $A_{01}, A_{02}, A_{03}, \dots$ nuqtalar orqali $S_0 l_0$, $S_0 2_0$, $S_0 3_0, \dots$ yasovchilarga mos ravishda parallel to'g'ri chiziqlar o'tkazib, ularga kesik konusning $A''B''$ yasovchisiga teng bo'lgan $A_{01} B_{01}$, $A_{02} B_{02}$, $A_{03} B_{03}, \dots$ kesmalarni o'lchab qo'yamiz. Hosil bo'lgan $B_{01}, B_{02}, B_{03}, \dots$ nuqtalarni tekis egri chiziqli bilan tutashtirib, kesik konus yon sirtining yoyilmasini hosil qilamiz.



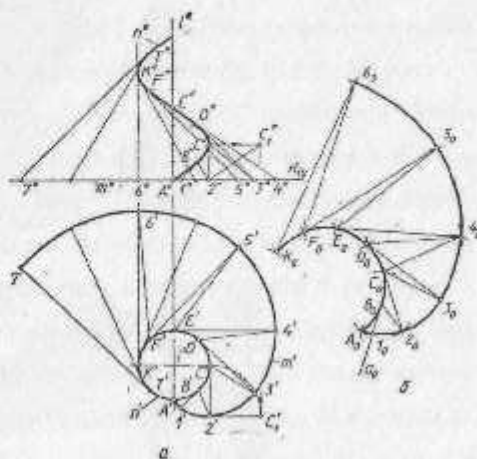
8.5.6-rasm

8.5.7-rasm

Qaytish qirrali sirtlarning yoyilmalarini yasash. Qaytish qirrali sirtlarning yoyilmalarini yasash ham konus sirtlarining yoyilmalarini yasashdagidek uchburchaklar usulida bajariladi. 8.5.8,a-rasmda yoyiladigan gelikoid va 8.5.8,b-rasmda uning yoyilmasini yasash ko'rsatilgan. Qaytish qirrali silindrik vint chizig'ida $A, B, C, \dots$ nuqtalarni belgilab olamiz. Ular orqali vint chizig'iga urinmalar o'tkazib, sirt yasovchilarini hosil qilamiz. Sirtning o'qiga perpendikulyar bo'lgan H_1 tekislik bilan sirtini kesamiz. Bu holda berilgan sirt n -vint chizig'i va m -evolventa bilan chegaralangan bo'ladi. Urinmalarning $H_1(H_{1V})$ tekislik bilan kesishish nuqtalari $1, 2, 3, \dots$ ni belgilab olamiz. Sirtning qo'shni yasovchilari orasidagi bo'laklarining, ya'ni egri chiziqli to'rtburchaklarning bittadan diagonalini o'tkazib, ularni ikkita uchburchakka ajratamiz. Masalan, $BC21$ bo'lakning $B2$ diagonalini o'tkazib, uni $B12$ va $B2C$ uchburchaklarga ajratamiz.

Agar $A, B, C, \dots$ nuqtalar orasidagi masofalar qisqa bo'lsa, uchburchaklarning egri chiziqli tomonlari to'g'ri chiziqqa aylanadi.

Shunday qilib, qaytish qirrali sirt ko'pyoqliklar sirtga approksimasiya qilinadi. Bu holda sirt yoyilmasini yasash ko'pyoqlik sirtining yoyilmasini yasash kabi bajariladi. Buning uchun uchburchaklar uchala tomonlarining haqiqiy uzunliklari yasaladi. Shunday tomonlardan biri, masalan, C_2 ning haqiqiy uzunligini yasash 8.5.8,a-rasmda aylantirish usulida bajarilib ko'rsatilgan.



8.5.8-rasm

Uchburchaklar tomonlarining haqiqiy uzunliklari bo'yicha yoyilmada uchburchaklar ketma-ket yasaladi. 8.5.8,b-rasmda yoyilma $A_0B_0I_0$ uchburchakni yasashdan boshlangan. Bu uchburchak quyidagicha yasaladi: ixtiyoriy a_0 to'g'ri chiziq o'tkazib, unga B_1 tomonning haqiqiy uzunligiga teng bo'lgan B_0I_0 kesma o'lchab qo'yiladi. Markazlari I_0 va B_0 nuqtalarda bo'lgan va radiuslari mos ravishda A_1I_0 , A_0B_0 tomonlarning haqiqiy uzunliklariga teng bo'lgan ikki aylana yoylari chiziladi. Bu yoylarning o'zaro kesishuvidan A_0 nuqta hosil bo'ladi. Qolgan uchburchaklarning haqiqiy kattaliklari ham shu tarzda bir-biriga yondashtirib yasaladi.

Yoyilmaydigan sirtlarning shartli yoyilmalarini yasash. Muhandislik amaliyotida ko'pgina hollarda yoyilmaydigan sirtlar yoki ularning bo'laklaridan ba'zi konstruksiyalarni yasashga to'g'ri keladi. Ammo ularning faqat taqribiy yoyilmalarini yasash mumkin. Taqribiy yoyilmalarni yasashning umumiy usuli shundan iboratki, berilgan sirt yoyiladigan sirtlardan biriga (ko'pyoqliklar, silindrik yoki konussimon) approksimasiya qilinadi.

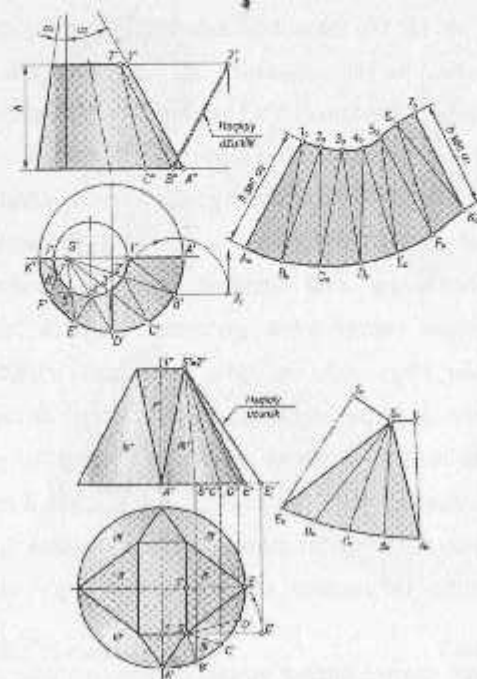
Sirtlarning yoyilmalarini taqribiy yasashning uch usuli:

- Yordamchi uchburchaklar usuli.
- Yordamchi silindrik sirtlar usuli.
- Yordamchi konus sirtlar usuli mavjud.

Yordamchi uchburchaklar usuli. Bu usulning mohiyati qo'yidagidan iborat. Dastlab yoyilmaydigan sirt uchburchaklarga bo'lib chiqiladi, ya'ni berilgan sirt ko'pyoqliklar sirtga approksimasiya qilinadi. Keyin ko'pyoqliklar sirtning yoyilmasi yasaladi. Buning uchun uchburchak tomonlarining haqiqiy uzunliklari proyeksiyalarda yasaladi. Har bir uchburchakning yoyilmadagi vaziyati uchala tomonining haqiqiy uzunliklari bo'yicha yasaladi.

Amalda og'ma konus sirtlarning yoyilmalari umuman taqribiy usulda yasaladi. 8.5.9,a-rasmda Monj chizmasida og'ma konus tasvirlangan. Uning yoyilmasini yasash uchun berilgan konus sirti $A_1B_1, B_1C_1, B_2C_2, \dots$ uchburchaklarga ajratiladi. Bu uchburchaklarning bittadan tomonlari konusning uchidan o'tadigan qilib olinadi. Uchburchaklar tomonlarining haqiqiy uzunliklari yasaladi. Ulardan biri B_2 ning haqiqiy uzunligi aylantirish usulida yasalgan. Yoyilmani hosil qiluvchi uchburchaklarni ularning uchala tomonlarining haqiqiy uzunliklari bo'yicha yasash qiyin emas. Bunda yoyilmadagi uchburchaklar tomonlarining o'zaro joylashuv tartibi proyeksiyadagi joylashuv tartibi bilan bir xil bo'lishi kerak. 8.5.9,b-rasmda og'ma konus yon sirti yoyilmasining yarmi ko'rsatilgan. 8.5.10,a-rasmda tasvirlangan sirt silindrik trubadan to'rtburchakli trubaga o'tish elementi bo'lib, u

ikkita I ko'rinishdagi, ikkita II ko'rinishdagi tekis uchburchaklardan hamda to'rtta III ko'rinishdagi elliptik konus sirtlardan tashkil topgan. Bunday sirtning yoyilmasini yasash uchun dastlab konus sirtlarni piramida sirtlariga approssimasiya qilamiz (rasmda faqat bitta konus sirtining piramidaga approssimasiya qilinishi ko'rsatilgan). Buning uchun konusning asosida bir necha A, B, C, D, E nuqtalarni belgilab olib, ularni konusning uchi bilan tutashtiramiz. Hosil bo'lgan uchburchaklar tomonlarining haqiqiy uzunliklarini yasaymiz. 8.5.10,a-rasmda SE tomonning haqiqiy uzunligini yasash ko'rsatilgan. Bu sirt yoyilmasini yasash uchun tomonlarning haqiqiy uzunliklari bo'yicha uchburchaklar yasaymiz. Berilgan sirtning $S2E41$ choragining yoyilmasini yasash 8.5.10,b-rasmda ko'rsatilgan. Qolgan choraklarining yoyilmasi ham yuqorida bayon qilinganidek yasaladi.

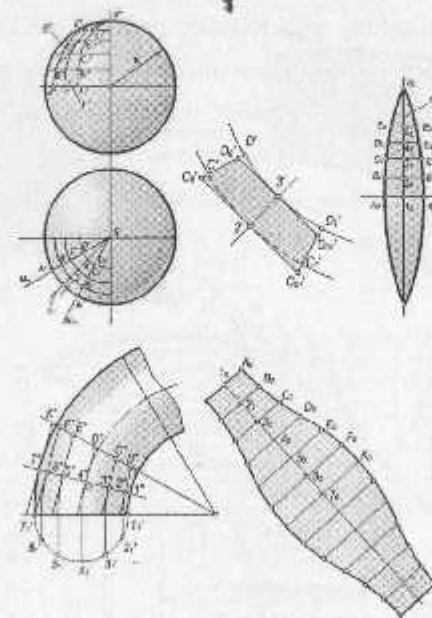


8.5.9-rasm.

8.5.10-rasm.

Yordamchi silindrik sirtlar usuli. Bu usul yoyilmaydigan aylanish sirtlarining taqribiy yoyilmalarini yasashda qulay. Uning mohiyati qo'yidagidan iborat. Berilgan sirtni meridianlari bo'yicha bir necha o'zaro teng bo'laklarga bo'lib chiqiladi. Bu bo'laklar o'z navbatida silindrik sirtlar bilan almashtiriladi. Bunday silindrik sirtlar berilgan sirtga har bo'lagining o'rtta meridiani bo'yicha urinib o'tishi shart. 8.5.11,a-rasmda proyeksiyalari bilan berilgan sferik sirt bo'lagining taqribiy yoyilmasi 8.5.11,b-rasmda tasvirlangan. Dastavval sferik sirtni meridianlar bo'yicha kesuvchi V_1, M, M_1 va W_1 tekisliklar bilan teng bo'laklarga bo'lamiz. Bunda bo'laklar soni qancha ko'p bo'lsa, sferaning yoyilmasi shuncha

aniqroq bo'ladi. M va M_1 tekisliklar orasidagi sferaning $\Phi(\Phi', \Phi'')$ bo'lagi yoyilmasini yasashni ko'rib chiqamiz. Bu bo'lakni silindrik sirt bilan almashtiramiz. Bunday almashtirish 8.5.11, c-rasmda kattalashtirib ko'rsatilgan. M va M_1 meridional tekisliklar orasidagi masofalar silindrik sirt yasovchilarining uzunliklari bo'ladi. Demak, bu yasovchilar gorizontaal vaziyatdagi kesmalar bo'lib, ularning gorizontaal proyeksiyalari haqiqiy uzunliklarida tasvirlanadi. Bunday silindrik sirt Φ bo'lakning o'rta meridiani f bo'yicha urinuvchi bo'ladi. Φ bo'lakning yoyilmasini yasash uchun gorizontaal vaziyatda ixtiyoriy t_0 to'g'ri chiziqli o'tkazamiz. Unga A_0I_0 va I_0A_0 kesmalarni o'lchab qo'yamiz. Bu kesmaning o'rtasidan unga perpendikulyar qilib f_0 to'g'ri chiziqli o'tkazamiz. Bu to'g'ri chiziqli o'rta meridional kesim uzunligining yarmi I_0 nuqtadan boshlab o'lchab qo'yib, S_0 nuqtani belgilab olamiz. 1, 2, 3, 4, 5 va 5 nuqtalar orasidagi masofalarning haqiqiy uzunliklarini aniqlab f_0 to'g'ri chiziqli $1_0, 2_0, 3_0, 4_0$ va 5_0 nuqtalarni belgilaymiz. Bu nuqtalar orqali gorizontaal to'g'ri chiziqlar o'tkazib, ularga f_0 vertikal to'g'ri chiziqdan boshlab har ikkala tomonga 1', 2', 3', 4' va 5' nuqtalar orqali o'tgan yasovchilarning yarmini o'lchab qo'yamiz. Hosil bo'lgan $A_0, B_0, C_0, D_0, E_0, S_0$ va $S_{01}, A_{01}, B_{01}, C_{01}, D_{01}, E_{01}$ nuqtalarni tekis egri chiziqli bilan tutashtiramiz. $A_0S_0A_{01}$ figura Φ bo'lak yoyilmasining yarmi hisoblanadi. Ikkinchi yarmining yoyilmasi ham xuddi shu tarzda yasaladi. Sfera sirtining to'la yoyilmasini hosil qilish uchun shunday yoyilmadan yana $n-1$ tasini yasash kerak bo'ladi. Bunda p – sferik sirt bo'laklarining soni. Yuqorida ko'rilgan hol uchun $n=12$. 8.5.12-rasmda tor halqaning taqribiy yoyilmasini yasash uchun uni 12 teng bo'lakka bo'lib, bir bo'lagingini yoyilmasini yasash ko'rsatilgan.



8.5.11-rasm.



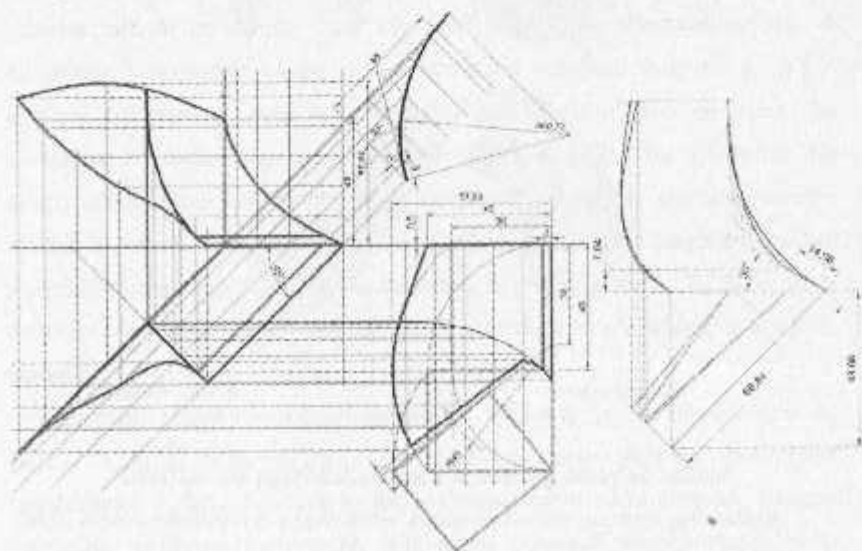
8.5.12-rasm

Mavzu bo'yicha geometrik modellashga oid material

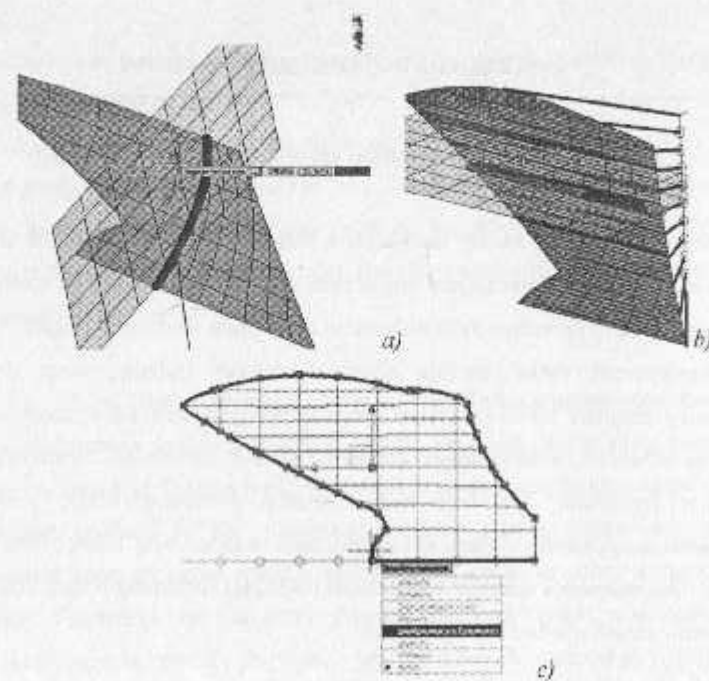
Sirtlarning, ayniqsa murakkab texnik sirtlarning yoyilmalarini yasash ishlab chiqarishda turli texnologik mashina va jihozlarni loyihalash uchun juda muhim hisoblanadi. Masalan, shudgorlash plugining ag'dargichini tayyorlash uchun po'lat listdan andaza kesib olish maqsadida bu buyumning ishchi sirtining yoyilmasini yasash kerak bo'ladi (8.5.14-rasm, c)³⁴. Masalaning ahamiyatli tomoni shunda-ki, ag'dargich yoyilmaydigan sirt – silindroiddan iborat. Bunday hollarda yoyilmaydigan sirtlarni taqribiy yoyish uchun kesuvchi tekisliklar usulidan foydalanamiz. Buning uchun oldindan berilgan parametrlar asosida

³⁴ T.X. Jo'rayev. Ag'dargich sirtli ishchi organlarni AutoCAD tizimida loyihalashda geometrik modellashni qo'llash bo'yicha uslubiy ko'rsatmalar. TMI, Toshkent, 2012, 32 b.

loyihalanayotgan buyumning proyeksiyalari yasaladi (8.5.13-rasm) va yetarli miqdorda kesim chiziqlar olinadi. Kesim chiziqlar soni qancha ko'p bo'lsa yoyilma shuncha aniq chiqadi. Masalani yechish oson bo'lishi uchun komputerdan uch o'lchamli modellashtirishdan foydalanishimiz ham mumkin (8.5.14-rasm). Bunda 3D model H (8.5.14,a-rasm) va V (8.5.14,b-rasm) tekisliklar bilan kesilib, kesim chiziqlari (shablon) aniqlanadi.



8.5.13-rasm



8.5.14-rasm

9. SIRTLARNING O'ZARO KESISHUVI

9.1-§. Sirtlarning o'zaro kesishuviga oid umumiy ma'lumotlar

Insoniyat o'zining amaliy faoliyatida konus, silindr, shar, ko'pyoqliklar yoki boshqa ko'rinishdagi sirtlar va ularning o'zaro kesishishidan turli xil ko'rinishdagi arkalar, gumbazlar va muhandislik inshootlari qurilishida foydalanib kelgan.

Kesishuvchi sirtlar asosida o'zaro kesishgan trubalar, keng oraliqli binolarning ustunsiz tomlari, neft va gaz saqlanadigan sistemalar, rezervuarlar, medisina asboblari, mashinasozlik detallari, qurilish inshootlari elementlari va hokazolar tayyorlash. Shu bois muhandislardan sirtlarning o'zaro kesishish chiziqlarini aniq yasash va ularni sirt yoyilmasida aniq tasvirlay bilish bilimi talab qilinadi. Shu maqsadda ushbu bobda turlicha shakldagi sirtlarning o'zaro kesishish chiziqlarini yasash usullari bayon qilinadi.

Ta'rif. Ikki sirtning kesishish chizig'i deb, ular uchun umumiy bo'lgan nuqtalarning geometrik o'rniga aytiladi.

Kesishuvchi sirtlarning hosil bo'lishiga qarab ularning kesishish chizig'i quyidagi ko'rinishlarda uchraydi:

- Kesishuvchi sirtlar egri chiziqli yoki to'g'ri chiziqli sirtlar bo'lsa, ularning kesishish chizig'i umumiy holda fazoviy egri chiziq.
- Kesishuvchi sirtlarning biri egri chiziqli ikkinchisi ko'pyoklik sirt bo'lsa, u holda ularning kesishish chizig'i tekis egri chiziqlar.
- Kesishuvchi sirtlarning ikkalasi ham ko'pyoqliklar sirt bo'lsa, ularning kesishish chizig'i fazoviy yoki tekis sinq chiziq.

Kesishuvchi sirtlar analitik usulda o'z tenglamalari bilan berilsa, ularni birga yechib, kesishish chiziqlarining tenglamasi hosil qilinadi. Kesishish chizig'ining tartibi umumiy holda kesishuvchi sirtlarning tartibiga qarab belgilanadi. Agar

sirtlardan biri m tartibli, ikkinchisi n tartibli bo'lsa, ularning kesishish chizig'ining tartibi $m \times n$ ga teng bo'ladi, ya'ni $\Phi_1^m \cap \Phi_2^n = a^{m \times n}$. Kesishuvchi sirtlarning ikkalasi ham 2-tartibli bo'lsa, ular 4-tartibli egri chiziq bo'yicha kesishadi, ya'ni $\Phi_1^2 \cap \Phi_2^2 = a^4$. Kesishuvchi sirtlardan biri 2-tartibli va ikkinchisi ko'pyoqli sirt bo'lsa, ular 2-tartibli egri chiziqlar bo'yicha kesishadilar, ya'ni $\Phi_1^2 \cap \Phi_2^k = ka^2$. Bunda, k 2-tartibli egri chiziqlarlar soni. Buni ko'pyoqli sirtning yoqlari soni orqali aniqlanadi.

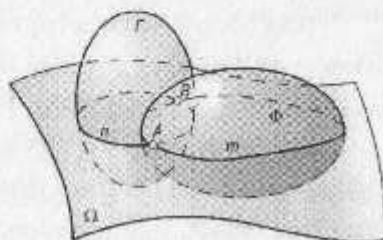
9.2-§. Sirtlar kesishuv chizig'ini yasashning umumiy algoritmi

Ikki sirtning kesishish chizig'i, odatda kesishish chizig'ining nuqtalarini ketma-ket yasash yo'li bilan hosil qilinadi. Kesishish chizig'ining nuqtalari ikkala sirtga ham taaluqli bo'lib, yordamchi kesuvchi sirtlar yordamida yasaladi. Yordamchi kesuvchi sirtlar sifatida tekislik, sfera, konus va silindr sirtlarini olish mumkin. Yordamchi kesuvchi sirtlar shunday tanlanishi kerakki, u berilgan sirtlar bilan kesishganida kesimda chizilishi oddiy va qulay chiziqlar-to'g'ri chiziq yoki aylanalar hosil bo'lsin. Yordamchi kesuvchi sirtlar kitobning oldingi boblarida yordamchi kesuvchi tekislik ko'rinishida ishlatilgan edi. Masalan, to'g'ri chiziq va tekislikning kesishuv nuqtasini hamda tekisliklarning kesishish chizig'ini yasashda, tekislik va sirtlarning, hamda to'g'ri chiziq va sirtlarning kesishuvida yordamchi kesuvchi tekisliklar o'tkazilgan edi. Yordamchi kesuvchi sirtlar usulida yasash algoritmi quyidagicha (9.2.1-rasin):

- Berilgan ikki Φ va Φ sirtlar kesishish chizig'ining xarakterli nuqtalari yasaladi. Ular yordamchi kesuvchi sirtlarni o'tkazish chegarasini aniqlaydi.
- Yordamchi kesuvchi Ω sirt o'tkaziladi. Bunda Φ va Ω sirtlar o'zaro kesishib n ($\Phi \cap \Omega = n$) chiziqni, Φ sirt bilan Ω sirt kesishib m ($\Phi \cap \Omega = m$) chiziqni hosil qiladi.
- n va m chiziqlar kesishib ($n \cap m = A, B, \dots$) $A, B, \dots$ nuqtalarni hosil qiladi.

Bu nuqtalar berilgan Φ va Φ sirtlar kesishish chizig'ining nuqtalaridir. Bunday yasash algoritmi yetarli marta takrorlansa, kesishish chizig'ini yasash uchun yetarli nuqtalari hosil qilinadi. Bu nuqtalar ma'lum tartibda lekalo yordamida silliq tutashtirilsa, berilgan ikki sirtning kesishish chizig'i hosil bo'ladi. Agar yordamchi kesuvchi sirt tekislik bo'lsa, xosmas o'qli tekisliklar dastasi hosil bo'ladi.

Agar yordamchi kesuvchi sirt sferadan iborat bo'lsa, konsentrik yoki eksentrik sferalar oilasi hosil bo'ladi. Shunga ko'ra kesishish chiziqlarini yasashda yordamchi kesuvchi tekisliklar dastasi, yordamchi kesuvchi konsentrik va eksentrik sferalar usullari qo'llaniladi.



9.2.1-rasm

9.3-§. Umumiy o'qqa ega bo'lgan aylanish sirtlarining o'zaro kesishuvi

Ta'rif. Umumiy o'qqa ega bo'lgan aylanish sirtlari chekli sondagi aylanalar bo'yicha kesishadi.

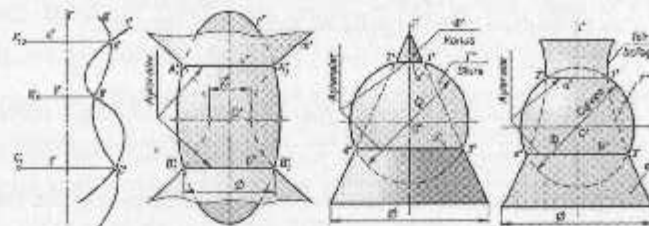
Isboti. Ikki aylanish sirtning $m(m'')$ va $n(n'')$ meridianlari (yasovchilari) hamda ular uchun umumiy bo'lgan $l(l'')$ o'q berilgan bo'lsin (9.3.1.a-rasm). m'' va n'' meridianlarning kesishish nuqtalarini $A'', B'', C'', \dots$ harflar bilan belgilaymiz. Agar m va n egri chiziqlar l o'q atrofida aylantirilsa, Φ va Φ aylanish sirtlari hosil bo'ladi (shaklda bu sirtlar tasvirlanmagan). Unda m'' va n'' egri chiziqlarning aylanishi natijasida ularga umumiy bo'lgan $A'', B'', C'', \dots$ nuqtalar $a'', b'', c'', \dots$ aylanalar chizadi. Bu aylanalar esa ikkala sirt uchun umumiydir. Demak, $a'', b'', c'', \dots$ aylanalar umumiy o'qli Φ va Φ aylanish sirtlarining kesishish chiziqlari bo'ladi.

9.3.1.b-rasmda umumiy o'qqa ega bo'lgan aylanma ellipsoid va bir pallali giperboloidlarning kesishish chiziqlari a'' va b'' aylanalar frontal proyeksiyada ko'rsatilgan. 9.3.1.c va 9.3.1.d rasmlarda sferaning doiraviy silindr va doiraviy konus sirtlari bilan kesishish chiziqlari tasvirlangan. Bu sirtlarning o'qlari proyeksiyalar tekisliklarining biriga perpendikulyar qilib olingan.

Yuqoridagi teoremdan quyidagi natijani chiqarish mumkin:

Natija: Markazi aylanish sirtining o'qida bo'lgan har qanday $\Phi(\Phi'')$ sfera shu aylanish sirti bilan aylanalar bo'yicha kesishadi (9.3.1.e-rasm).

Haqiqatan, $\Phi(\Phi'')$ aylanish sirti $l(l'')$ o'qining ixtiyoriy $O(O'')$ nuqtasini markaz qilib olib, Φ'' sfera chizilgan. Φ va Φ sirtlar a'' va b'' aylanalar bo'yicha kesishgan (tasvirlar faqat frontal proyeksiyada keltirilgan). Yuqorida keltirilgan xulosalar va misollar aylanish sirtlari kesishish chizig'ini yasashda qo'llaniladigan konsentrik va eksentrik sferalar usullarining asosi hisoblanadi



a) b) c) d) e)

9.3.1-rasm

9.4-§. O'qlari umumiy nuqtaga ega aylanish sirtlarining o'zaro kesishuvi

Markazi biror aylanish sirtining o'qida bo'lgan sfera bu sirtning chekli sondagi aylanalar bo'yicha kesadi. Bu aylanalar proyeksiyalar tekisliklarining biriga to'g'ri chiziqli kesmasi shaklida, ikkinchisiga aylana yoki ellips ko'rinishida proyeksiyalash. Aylanish sirtlari bilan sferaning o'zaro kesishish chizig'i haqidagi bu muhim xulosa ikkita aylanish sirtining o'zaro kesishish chiziqlarini yasashga imkon beradi. Yordamchi kesuvchi sferalar to'plami konsentrik yoki eksentrik ko'rinishlarda bo'ladi. Kesishuvchi sirtlarning xarakteriga qarab, yordamchi kesuvchi sferalarning biror usuli ishlatiladi.

Konsentrik sferalar usuli. Ikki aylanish sirtining o'qlari umumiy nuqtaga ega bo'lsa, bu o'qlar bitta tekislikni tashkil qiladi. Bu tekislik har ikkala sirt uchun simmetriya tekisligi bo'ladi. Yordamchi kesuvchi konsentrik sferalar usulini quyidagi shartlar qanoatlantirgan hollardagina qo'llash mumkin:

- o'zaro kesishuvchi sirtlar aylanish sirtlari bo'lishi shart;
- aylanish sirtlarining o'qlari o'zaro kesishgan bo'lishi kerak;
- aylanish sirtlarining o'qlari (yoki simmetriya tekisligi) proyeksiyalar tekisliklarining biriga parallel bo'lishi yoki sirt o'qlarining biri proyeksiyalar tekisliklarining biriga parallel, ikkinchi o'q esa ikkinchi proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar bo'lishi kerak.

Yordamchi kesuvchi konsentrik sferalarning markazi sirtlarning o'qlari kesishgan nuqtasida bo'ladi. 9.4.1-rasmda o'qlari umumiy $O(O', O'')$ nuqtada kesishuvchi va simmetriya tekisligi V ga parallel bo'lgan $\Phi(\Phi', \Phi'')$ aylanma konus va $\Phi(\Phi', \Phi'')$ silindr sirtlari berilgan. Bu sirtlarning kesishish chizig'ini yasash uchun O'' nuqtani markaz qilib, R radiusli $\Omega(\Omega'')$ sfera chiziladi. Ω sfera Φ sirt bilan umumiy o'qqa ega bo'lgani uchun ular $l_1(I_1', I_1'')$ va $l_2(I_2', I_2'')$ aylanalar bo'yicha kesishadi. Shaklda bu aylanalar V tekislikdagi proyeksiyalari $A_1'' A_2''$ va $B_1'' B_2''$ kesmalar tarzida tasvirlangan. Shuningdek, bu sfera Φ sirt bilan umumiy

o'qqa ega bo'lgani uchun $C_1' C_2''$ va $D_1' D_2''$ kesmalar ko'rinishidagi aylanalar bo'yicha kesishadi. Bu aylanalar o'zaro kesishish 7'', 8'', 9'' va 10'' nuqtalari har ikkala Φ va Φ sirtlar uchun umumiy bo'lgan nuqtalarning frontal proyeksiyalari bo'ladi. Xuddi shuningdek, O'' nuqtani markaz qilib, konsentrik sferalar chiziladi, ular yordamida Φ va Φ sirtlar uchun umumiy bo'lgan nuqtalarini yasash mumkin. Bu nuqtalarning geometrik o'rni bo'lgan m'' va n'' egri chiziqlar Φ va Φ sirtlarning kesishish chiziq bo'ladi. Φ va Φ sirtlarning frontal ocherklarining 1'', 2'', 3'', 4'' kesishish nuqtalari bu sirtlar kesishish chizig'ining xarakterli nuqtalaridan hisoblanadi. O'' nuqtadan eng uzoqda joylashgan 4'' xarakterli nuqtadan o'tuvchi sferaning radiusi R_{max} bo'ladi. Kesishish chizig'ining xarakterli nuqtalaridan yana bir juftini Φ va Φ sirtlarining birortasiga R_{min} radiusli urinma sfera o'tkazish bilan aniqlanadi. Eng kichik sferaning R_{min} radiusi quyidagicha aniqlanadi: O'' nuqtadan berilgan sirtlarning birini chekka yasovchisiga $O''E''$ va $O''F''$ perpendikulyarlar o'tkaziladi. Bunda $O''E'' > O''F''$ bo'lsa $R_{min} = O''E''$ bo'ladi. Agar $O''E'' < O''F''$ bo'lsa, $R_{min} = O''F''$ bo'ladi, $O''E'' = O''F'' = R_{min}$ bo'lgan holda eng kichik sfera ikkala sirtga urinib, kesishish chizig'i ikkita tekis egri chiziqqa ajraladi. Shunday qilib, urinma sferani shunday o'tkazish kerakki, u sirtlarning biriga urinsin va ikkinchisini kesib o'tsin. 9.4.1-rasmda Φ sirtga urinma bo'lgan R_{min} radiusli sfera o'tkazish bilan yasalgan egri chiziqning 5, 6 xarakterli nuqtalari aniqlangan. Bu nuqtalarda egrilik buriladi yoki yo'nalishini o'zgartiradi. Kesishish chizig'ining boshqa nuqtalari R_{max} va R_{min} radiusli sferalar orasida ixtiyoriy sferalar o'tkazish bilan aniqlanadi. Konus va silindrlarning o'zaro kesishish chizig'i $m(m'')$ va n larga tegishli nuqtalarning gorizontali proyeksiyalari konus o'qiga perpendikulyar bo'lgan parallel kesuvchi gorizontali tekisliklar orqali aniqlanadi. Shunday qilib, konsentrik sferalar usuli bilan ikki aylanish sirtining kesishish chiziqlarini yasash quyidagi sxema bo'yicha bajariladi:

- ikki aylanish sirti o'qlarining kesishish nuqtasi konsentrik sferalar markazi sifatida qabul qilinadi;

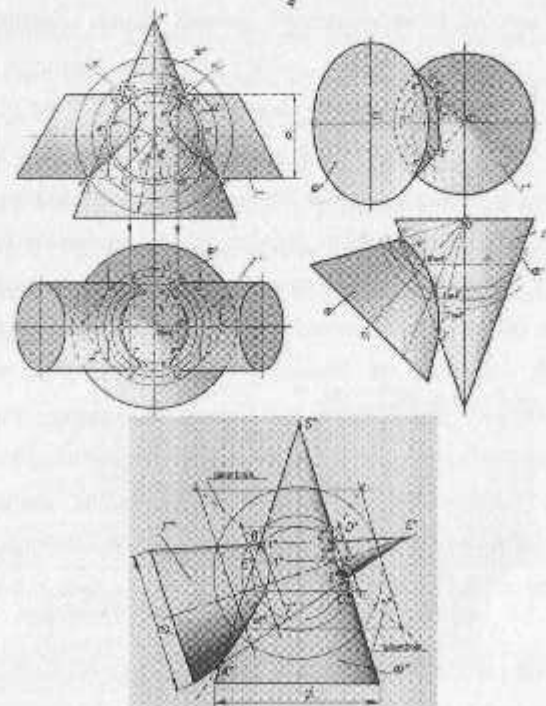
- sirtlarning frontal (yoki gorizonta) ocherklarining kesishish nuqtalari xarakterli nuqtalar sifatida belgilanadi va R_{max} radiusli sfera aniqlanadi;

- R_{min} radiusli sfera chiziladi va yana bir juft xarakterli nuqtalar aniqlanadi;

- R_{max} va R_{min} lar orasida sferalar o'tkazilib, oraliq nuqtalar topiladi.

9.4.2-rasmda o'qlar $O(O', O'')$ nuqtada kesishuvchi va simmetriya tekisligi H proyeksiyalar tekisligiga parallel bo'lgan ikki doiraviy konusning kesishish chizig'i konsentrik sferalar usuli bilan yasalgan. Bunda avvalo kesishish chizig'ining xarakterli $1(1', 1'')$ va $2(2', 2'')$ nuqtalari aniqlanadi. So'ngra O' nuqtani markaz qilib olib, ikkala konusni kesadigan qilib Φ_1' sfera o'tkaziladi, Φ_1' sfera Φ' konus bilan a' aylana bo'yicha, Φ' konus bilan b' aylana bo'yicha kesishadi. Bu aylanalarning kesishish nuqtalari $5'-6'$ ikki konusning kesishish chizig'iga tegishli bo'ladi. a' aylananing a'' proyeksiyasi yasaliib, uning ustida $5''$ va $6''$ nuqtalar yasaladi. Kesishish chizig'ining qolgan nuqtalari ham yuqoridagidek yasaladi va ular o'zaro tutashtiriladi.

9.4.3-rasmda simmetriya tekisligi proyeksiyalar tekisligi V ga parallel bo'lgan ikki aylanma konusning kesishish chizig'i konsentrik sferalar usuli bilan frontal proyeksiyalar tekisligida tasvirlangan.



9.4.1-rasm.

9.4.2-rasm

9.4.3-rasm

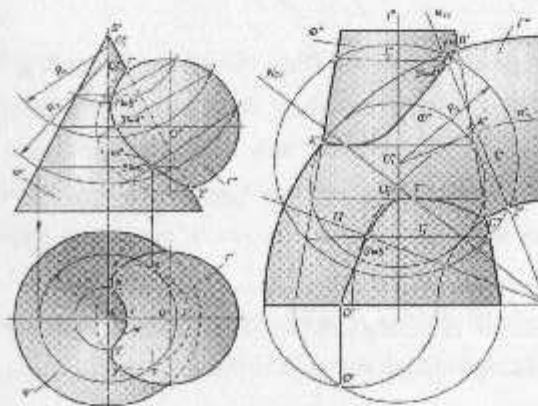
Ekssentrik sferalar usuli. Markazlari biror aylanma sirti o'qini turli nuqtalarida joylashgan sferalar ekssentrik sferalar deb yuritiladi. 9.4.4-rasmda konus o'qi va sfera markazi $O(O', O'')$ bitta frontal simmetriya tekisligida joylashgan.

Bu ikki sirtning kesishish chizig'ini yasash uchun avvalo ularning frontal ocherklarning kesishishdagi xarakterli nuqtalari $1''$ va $2''$ belgilanadi. Ma'lumki, har qanday ikki sfera aylana bo'yicha kesishadi. Markazi konus o'qida bo'lgan sfera ham konus bilan aylana bo'yicha kesishadi. Shuning uchun konus o'qining biror nuqtasini markaz qilib olib, ixtiyoriy radius bilan yordamchi sferalar yasash yo'li

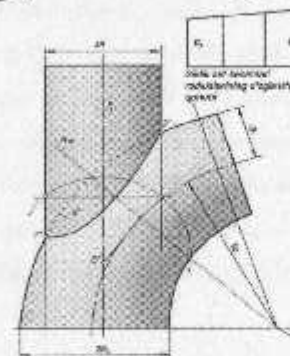
bilan bu ikki sirtning kesishish chizig'i yasalanadi. Konus o'qidagi O_1'' nuqtani markaz qilib olib, R_1 radiusli sfera yordamida kesishish chizig'ining $3(3',3'')=4(4',4'')$ nuqtalari yasalgan. Shuningdek, konus o'qidagi O_2'' nuqtani markaz qilib olib, R_2 radiusli sfera yordamida $5(5',5'')=6(6',6'')$ nuqtalarning vaziyati aniqlangan. Xuddi shu tarzda konus o'qidagi ixtiyoriy nuqtalarni markaz qilib olib, ixtiyoriy radiuslar bilan sferalar chizish yordamida ikkala sirtning kesishish chizig'i $m(m'')$ yasalgan. m ning gorizontal m' proyeksiyasi konus o'qiga perpendikulyar bo'lgan pallel kesuvchi gorizontal tekisliklar orqali aniqlanadi. Aylanma kesik konus va tor sirtlarning kesishish chizig'ini yasash frontal proyeksiya tekisligida ko'rsatilgan (9.4.5-rasm). Konusning o'qi i'' va tor yasovchilarining markazlari yotuvchi n'' chiziq bitta frontal tekislikda joylashgan. Bu sirtlarning kesishish chizig'ini yasash uchun torning frontal proyeksiya tekisligidagi i_1'' o'qi orqali N_{11} frontal proyeksiyalovchi tekislikning izi o'tkaziladi. Bu tekislik tori n'' markazlar chizig'ini ixtiyoriy A_1'' nuqtada kesadi. Bunda N_{11} tekislik tori i_1'' aylana bo'yicha kesadi. i_1'' aylananing markazi A_1'' nuqtadan aylana tekisligiga perpendikulyar chiqariladi. Uning aylanma konus o'qi i'' bilan kesishish nuqtasi O_1'' belgilanadi. O_1'' nuqtani markaz qilib olib, torning i_1'' aylanasi bilan o'tuvchi R_1 radiusli sfera chiziladi. Bu yordamchi sfera konus bilan i_2'' va i_3'' aylanalar bo'yicha va tor sirti bilan i_1'' va i_4'' aylanalar bo'yicha kesishadi. i_1'' va i_2'' aylanalarining kesishish nuqtalari $3''=4''$ hamda i_3'' va i_4'' aylanalarining kesishish nuqtalari $5''=6''$ izlanayotgan egri chiziqning nuqtalari bo'ladi. Chunki $3''=4''$ va $5''=6''$ nuqtalar konus va tor sirtlari uchun umumiy nuqtalardir.

Aylanma konus va tor sirtlar kesishish chizig'ining xarakterli A'' , B'' va C'' nuqtalari bu sirtlarni frontal ocherklarining kesishish nuqtalari yordamida aniqlangan. Sirtlar o'qlarining kesishish nuqtasi O_2'' orqali tor sirtga urinma qilib o'tkazilgan Φ'' sfera sirti orqali A'' va B'' xarakterli nuqtalar aniqlangan. Bu nuqtalar egriklikning burilish nuqtalari bo'ladi. Torning i_1'' aylanish o'qi orqali bir necha

frontal proyeksiyalovchi tekisliklar izlarini o'tkazib va bu tekisliklarda hosil bo'lgan aylanalar orqali markazi konus o'qida turlicha joylashgan yordamchi sferalar o'tkazib, egri chiziqning qolgan oraliq nuqtalari yasalanadi. 9.4.6-rasmda siklik va silindrik sirtlardan tashkil topgan truboprovodning bir qismi frontal proyeksiyada tasvirlangan. Bunda aylanish silindri bilan naysimon siklik sirtning n'' kesishish chizig'ini yasash eksentrik sferalar usuli bilan ko'rsatilgan. Har ikkala sirt uchun umumiy bo'lgan n'' egri chiziqning nuqtalarini yasash yuqorida keltirilgan misolga asosan bajarilgan.



9.4.4-rasm.



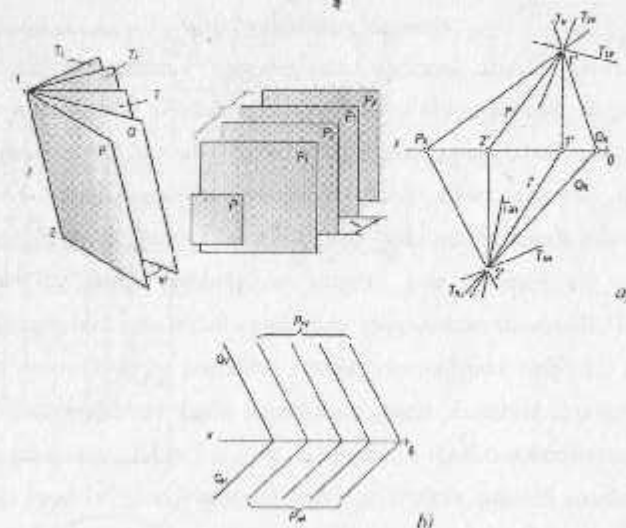
9.4.5-rasm

9.4.6-rasm

9.5-§. Kesishuv chizig'ini kesuvchi tekisliklar dastasi usuli bilan yasash

Tekisliklar dastasi. Birta to'g'ri chiziqdan o'tuvchi tekisliklarni tekisliklar dastasi deyiladi. To'g'ri chiziq tekisliklar dastasining o'qi deb yuritiladi. Tekisliklar dastasi xos (9.5.1-rasm) yoki xosmas o'qqa (9.5.2-rasm) ega bo'ladi. Xos o'qli tekisliklar dastasining chizmada gi bir ismli izlari bir nuqtadan o'tuvchi to'g'ri chiziqlar dastasini tashkil qiladi (9.5.3,a-rasm). Shu izlar dastasining 1^o va 2^o nuqtalari tekisliklar dastasi i o'qining izlaridan iborat bo'ladi. Dasta tekisliklarining vaziyati esa, bitta parametr, ya'ni aylanish burchagi ϕ ning kattaligi orqali aniqlanadi.

Xosmas o'qqa ega bo'lgan tekisliklar dastasining chizmada gi bir ismli izlari o'zaro parallel to'g'ri chiziqlar dastasidan iborat bo'ladi (9.5.3,b-rasm). Bu dasta tekisliklarining vaziyati bitta parametr, ya'ni tekisliklar orasidagi l masofa bilan aniqlanadi. Xosmas o'qqa ega bo'lgan tekisliklar dastasining yo'nalishi esa biror Q yo'naltiruvchi tekislik orqali beriladi. Bu tekislik parallelizm tekisligi deb ham yuritiladi. Tekisliklar dastasi, asosan, tekislik bilan sirtning, sirt bilan sirtning va sirt bilan ko'pyoqliklar sirtining o'zaro kesishish chiziqlarini yasashda yordamchi kesuvchi tekisliklar dastasi usuli nomi bilan ishlatiladi.



9.5.1-rasm

9.5.2-rasm

9.5.3-rasm

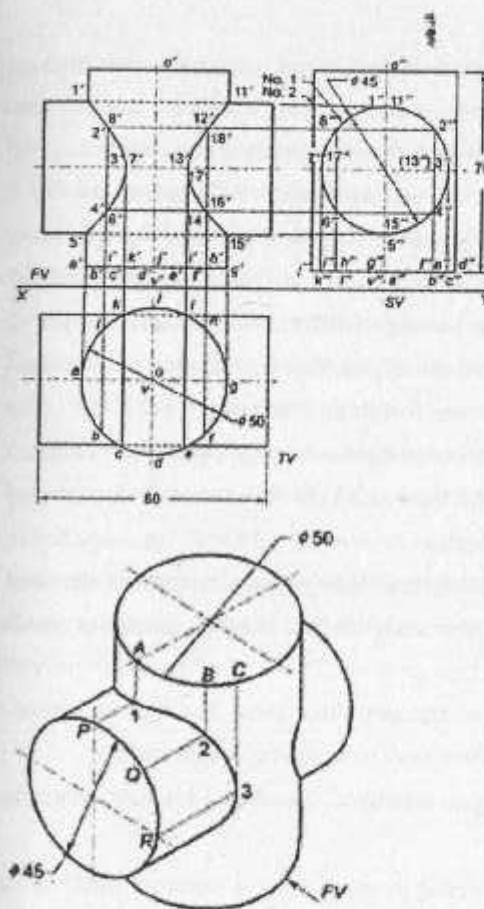
Sirtlarning o'zaro kesishuv chizig'ini yasovchi usulda aniqlash³⁵

Bir jismning sirti ikkinchi jismniki bilan uchrashganda ikkala sirtlardagi chiziqlar kesishuvidan hosil bo'lgan egri chiziq ikki jism sirtining kesishuv egri chizig'i deyiladi. Shu tartibda, jismda o'yiqlik ochilgan bo'lsa, o'yiqlik sirtidagi chiziqlar jism sirtidagi chiziqlar bilan kesishib sirtlarning kesishuv egri chizig'ini beradi. Agar jism ikkinchi bir jism bilan to'liqlik kesishsa (bu sirtini kesib o'tsa) bu ikki sirt bo'ylab yo'nalgan chiziqlarning kesishuvidan hosil bo'lgan egri chiziq o'zaro o'tish chiziqlari yoki bular ham sirtlarning kesishuv chizig'i deyiladi (9.5.4-rasm). Ikki jismning o'zaro kesiguv chiziqlarini aniqlashning 2 xil usuli mavjud: a) yasovchi usuli; b) Kesuvchi tekisliklar usuli

³⁵ Shah M.B., Rana B.C. Engineering Drawing. India. 2009.

Yasovchi yoki chiziqli usul

Sirtlarning o'zaro kesishuv chizig'i ikki kesishuvchi jism sirtidagi chiziqlarning kesishuvidan hosil bo'lgan deb qaraladi, va huning natijasida hosil bo'lgan nuqtalar ikkala jisimga ham tegishli bo'ladi. Boshqacha aytganda kesishuv chizig'idagi har bir nuqta ikkala jism sirtida ham yotadi. 9.5.4-rasmda ko'rsatilganidek kesim chizig'idagi 1, 2, 3 va h.k.z. nuqtalar ikkala jism sirtida yotgan. har bir jismning sirti misolda berilganidek silindr yoki konusning yasovchilari sifatida bir nechta qulay chiziqlarga bo'lib chiqilishi mumkin. Ikkala jismlarning chiziqlari kesishsa, ular albatta sirtlarning o'zaro kesishuv chizig'iga tegishli nuqtalarda kesishadi. Rasmda gorizontaal silindr sirtidagi P-1, Q-2, R-3 va h.k.z. chiziqlar vertikal tsilindr sirtidagi A-1, V-2, S-3 va h.k.z. chiziqlar 1, 2, 3, va h.k.z. nuqtalarda kesishib sirtlarning o'zaro kesishuv chizig'ini hosil qiladi. Ikki jismda qulay sirt chiziqlarini chizib ularning kesishuv nuqtalarini topamiz. Odatda, silindr va konuslar uchun ularning yasovchilari sirt chiziqlari sifatida chiziladi.



9.5.4-rasm

Chiziqli sirtlarning o'zaro vaziyatini ularning kesishish chiziqlarini yasamasdan aniqlash. Har bir chiziqli sirtning yasovchilari orqali o'tgan tekisliklar dastasi sirtning asos tekisligida izlar dastasi to'plamini hosil qiladi. Bu izlar dastasi sirt asosiga urinuvchi izlari orasida bo'ladi.

Asoslari bir tekislikda yotgan sirtlarning o'zaro vaziyatini shu sirtlarning yasovchilari orqali o'tgan, umumiy o'qli kesuvchi tekisliklar dastasi izlari to'plamining o'zaro vaziyati aniqlaydi. Agar izlar dastasi o'zaro kesishsa, sirtlar ham kesishadi. Ular kesishmasa, sirtlar ham kesishmaydi. 9.5.5-rasmda asoslari H tekislikda yotgan ikki konus sirtining o'zaro vaziyati aniqlangan. S_1 va S_2 konus uchlari orqali o'tgan kesuvchi tekisliklar $P_{1H} \dots P_{mH}$ va $Q_{1H} \dots Q_{nH}$ izlar to'plamini hosil qilgan. Bu to'plamlar qisman kesishgani uchun konus sirtlari ham qisman kesishib, bitta m fazoviy egri chiziq hosil qilgan. Izlar to'plamining bu xususiyati, berilgan o'zaro kesishuvchi sirtlarning kesishish chiziqlarini yasamasdan oldin uning xarakterini aniqlash imkonini beradi. Buni asoslari bir tekislikda (masalan, H da) yotgan kesishuvchi sirtlarning 9.5.1-jadvalda keltirilgan sxematik chizmalardan kuzatish mumkin.

Yordamchi kesuvchi tekisliklar dastasi usuli bilan yasashning umumiy algoritmi

- Ikki sirtning proyeksiyalar tekisliklariga nisbatan vaziyatiga qarab kesuvchi tekisliklar dastasining vaziyati tanlanadi. Bunda kesuvchi sirtlarning hosil bo'lish qonuniyatlariga asosan ular berilgan sirtlar bilan kesishganda kesimda to'g'ri chiziqlar yoki aylanalarda to'plami hosil bo'ladigan qilib tanlanadi.

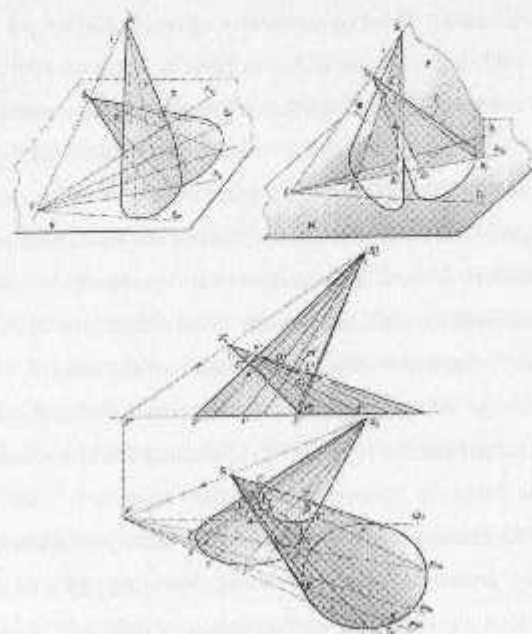
- Sirtlarning asoslari yotgan tekislikda kesuvchi tekisliklar izlarining dastasi yasaladi.

- Kesishuvchi sirtlar asoslarining o'zaro vaziyati va kesuvchi tekisliklar izi dastasining vaziyati 9.5.1-jadvalga asosan aniqlanadi.

- Kesishuvchi sirtlar kesishish chizig'ining xarakterli nuqtalari belgilanadi.
- Kesishish chizig'ining oralik nuqtalari yasaladi.
- Hosil bo'lgan nuqtalar ketma-ket ravon tutashtiriladi.

Konus bilan konusning o'zaro kesishish chizig'ini yasash. (9.5.6-9.5.7-rasmlar). Konus uchidan o'tgan har qanday tekislik konusni yasovchilari bo'yicha kesadi. Berilgan Φ va Γ konuslarni kesib o'tuvchi tekisliklar dastasining i o'qi

kesishuvchi konuslarning S_1 va S_2 uchlari o'tuvchi S_1S_2 to'g'ri chiziq bo'ladi (9.5.6-rasm). i o'qi orqali o'tkazilgan P tekislik yordamida ikki sirtga umumiy bo'lgan 1,2,3 va 4 nuqtalarni yasash ko'rsatilgan. Bu konuslarning asosi va xos o'qli yordamchi kesuvchi tekisliklar dastasining izlari 9.5.1-jadvalning 1-punktidagidek bo'ladi. Shuning uchun berilgan Φ va Γ sirtlar qisman kesishib, ikkita fazoviy egri chiziq hosil qilishini oldindan jadval yordamida aniqlab olamiz. 9.5.7-rasmda asoslari H tekislikda yotgan ikki konusning kesishish chizig'ini yasash tekis chizmada ko'rsatilgan. Bunda avvalo kesishish $A(A',A'')$, $B(B',B'')$, $C(C',C'')$, $D(D',D'')$ nuqtalari yasaladi. Kesishish chizig'ining A va B , C va D nuqtalari T_H va Q_H urinma tekisliklar yordamida aniqlanadi. S_2I' va S_1I' yasovchilarning nuqtalaridir. E' , E_1' va F' , F_1' nuqtalar konus sirtlarning gorizontaal proyeksiyasidagi ixtiyoriy yasovchilar ustidagi nuqtalardir. Bu nuqtalar esa kesuvchi tekisliklar dastasining $P_{1H}, P_{2H}, P_{3H}, \dots$ kabi izlari yordamida hosil qilingan. Konus sirtlarning joylashishi 9.5.1-jadvalning 2-punktiga to'g'ri kelgani uchun ularning kesishish chizig'i bitta fazoviy egri chiziq bo'ladi.



9.5.5-rasm

9.5.6-rasm

9.5.7-rasm

Kesishish chizig'ining oraliq nuqtalarini yasash uchun yordamchi kesuvchi tekisliklarning istalgan birini, masalan, P_{2H} tekislik har ikkala konuslarda $S_1'5'6'$ va $S_1'7'8'$ uchburchaklar hosil qiladi. Bu uchburchaklar o'zaro kesishib 9', 10', 11' va 12' kesishish nuqtalarini hosil qiladi. Bu nuqtalarning frontal proyeksiyalari mos yasovchilarning frontal proyeksiyalari ustida topiladi. Xuddi shu yasash tartibini boshqa kesuvchi tekisliklar uchun yetarli marta takrorlansa, ikki konus sirtning o'zaro kesishish chizig'ining qolgan nuqtalari ham hosil bo'ladi.

Hosil bo'lgan barcha kesishish nuqtalari yasovchilarning ko'rinishligi qoidasiga amal qilgan holda ketma-ket ravon tutashtiriladi.

Konus bilan piramidaning o'zaro kesishish chiziqlarini yasash. Konus bilan piramida sirtlari fazoviy siniq egri chiziq hosil qilib kesishadi. Bu sirtlarning

o'zaro vaziyati 9.5.1-jadvaldan foydalanib aniqlanadi. Kesishish chizig'ining sinish nuqtalari piramida qirralarining konus sirti bilan kesishgan nuqtalardir. Kesishish chizig'ining tekis egri chiziqlari piramida yoqlarining konus sirti bilan kesishgan chiziqlaridir. Bu chiziqlar ikkinchi tartibli tekis egri chiziqlar hisoblanib, tekislik bilan sirtning o'zaro kesishish chizig'ini yasash algoritmidan foydalanib yasalsa ham bo'ladi. Konus bilan piramida sirtning o'zaro kesishish chizig'ini yasash algoritmi umuman olganda, konus bilan konusning kesishish chizig'ini yasash algoritmining o'zginasidir. Faqat xarakterli nuqtalar qatoriga piramida qirralarining konus sirti bilan kesishgan nuqtalarini ham yasashni kiritish yetarli.

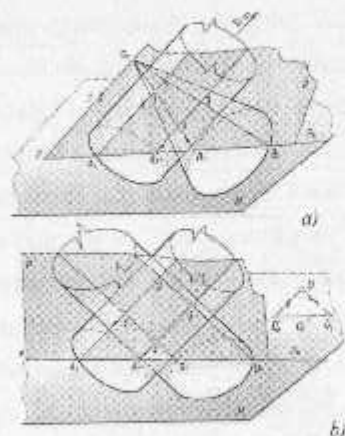
Jadval 9.1.

№	Kesishuvchi sirtlar asoslarining o'zaro vaziyati va kesuvchi tekisliklar dastasining izlari		Kesishish chiziqning sxematik ko'rinishi	Kesishuvchi sirtlarning o'zaro vaziyati
	Xos o'qli	Xosmas o'qli		
1.				Φ va Γ sirtlar o'zaro to'liq kesishib, ikkita fazoviy egri chiziq hosil qiladi.
2.				Φ va Γ sirtlar o'zaro qisman kesishib, bitta fazoviy egri chiziq hosil qiladi.
3.				Φ va Γ sirtlar o'zaro qisman kesishib, bitta kesishish nuqtasiga ega bo'lgan bitta yopiq egri chiziq hosil qiladi. A nuqta sirtlarning urinish nuqtasi bo'ladi.
4.				Φ va Γ sirtlar o'zaro to'liq kesishib, ikkita tekis egri chiziq hosil qiladi. Kesishish chiziqlari A_1' va A_2' nuqtalarda bir-biri bilan kesishadi. A_1' va A_2' nuqtalar Φ va Γ sirtning

			urinish nuqtalari bo'ladi
5.			Φ va Γ sirtlar o'zaro kesishmaydi
6.			Φ sirt bilan Γ ko'pyoqliklar sirti o'zaro to'liq kesishib, ikkita fazoviy siniq egri chiziqli hosil qiladi.
7.			Φ sirt bilan Γ ko'pyoqlik sirti qisman kesishib, bitta fazoviy siniq egri chiziqli hosil qiladi.
8.			Φ sirt bilan Γ ko'pyoqlik sirti qisman kesishib, urinish nuqtasiga ega bo'lgan bitta fazoviy siniq egri chiziqli hosil qiladi. A nuqta Φ va Γ sirtlarning o'zaro urinish nuqtasi bo'ladi.
9.			Φ sirt bilan Γ ko'pyoqlik sirti o'zaro to'liq kesishib, A_1 va A_2 urinish nuqtalariga ega bo'lgan ikkita fazoviy siniq chiziqli hosil qiladi. A_1 va A_2 nuqtalar Φ va Γ sirtlarning o'zaro urinish nuqtalari bo'ladi.
10.			Φ sirt bilan Γ ko'pyoqlik o'zaro kesishmaydi

Konus bilan silindrning o'zaro kesishish chizig'ini yasash. Konus bilan silindr sirtlari o'zaro kesishganda fazoviy, xususiyl hollarda esa tekis egri chiziqli hosil bo'ladi. Asosi bir tekislikda yotuvchi konus va silindr sirtlarini kesishish chizig'ini yasash uchun konusning S_2 uchidan silindr yasovchilariga parallel qilib kesuvchi tekisliklar dastasining i o'qi o'tkaziladi (9.5.8-rasm). Bu dastaning istalgan P tekisligi konusni $S_2B_1B_2$ uchburchak va silindrni esa A_1, A_2 nuqtalardan o'tuvchi yasovchilari bilan kesadi. Bularni o'zaro kesishishi natijasida kesishish chizig'ining 1, 2, 3, 4 nuqtalari hosil bo'ladi. 9.5.9-rasmda asoslari H tekislikda yotgan konus bilan silindr sirtlarining kesishish chizig'ini yasash tekis chizmada ko'rsatilgan. Buning uchun sirtlarga urinuvchi yordamchi kesuvchi P_1, P_4 tekisliklarning P_{1H}, P_{4H} izlari yasaladi. 9.5.1-jadvalning 2-punktiga asosan konus va silindrning butunlay kesishib, bitta yopiq egri chiziqli hosil qilinishi aniqlanadi. Konus bilan silindrning xarakterli nuqtalarini aniqlash 9.5.9-rasmda ko'rsatilganidek bajariladi. Kesishish chizig'ining oraliq nuqtalari P_1 va P_4 tekisliklar orasidagi yordamchi tekisliklar orqali yasaladi. Hosil bo'lgan barcha kesishish nuqtalari ketma-ket ravon tutashtiriladi.

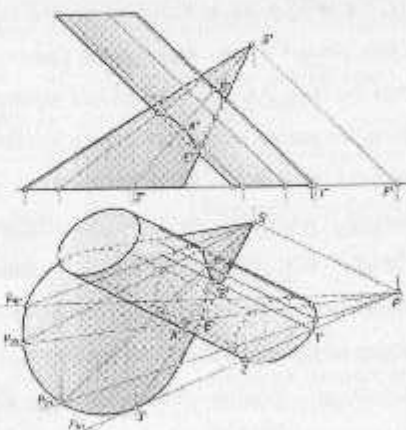
Konus bilan prizmaning o'zaro kesishish chizig'ini yasash. Konus bilan prizma sirti o'zaro kesishib, fazoviy siniq egri chiziqli hosil qiladi. Bu kesishish chizig'ining sinish nuqtalari prizma qirralarining konus sirti bilan kesishish nuqtalaridir. Kesishish chizig'ining tekis egri chiziqlari prizma yoqlarining konus sirti bilan kesishuvidan hosil bo'ladi. Xususiyl holda konus bilan prizmaning kesishish chizig'ini tekislik bilan sirtning kesishish chizig'ini yasash algoritmini bir necha marta qo'llash yo'li bilan aniqlanadi. Umumiy holda esa, konus bilan prizmaning kesishish chizig'ini yasash algoritmi konus bilan silindrning kesishish chizig'ini yasash algoritmining o'zginasi bo'lib, faqat xarakterli nuqtalar soniga qo'shimcha ravishda prizma qirralarining konus bilan kesishish nuqtalarini yasash kifoyadir.



9.5.8-rasm

Silindr bilan silindrning o'zaro kesishish chizig'ini yasash. Silindr bilan silindr sirti o'zaro kesishib, fazoviy egri chiziqli hosil qiladi. Bu silindrlarning to'g'ri chiziqli yasovchilari orqali o'tgan kesuvchi yordamchi tekisliklar dastasi o'zaro parallel bo'lib, xosmas o'qqa ega bo'ladi. Bunda yordamchi tekisliklar dastasining yo'nalishi berilgan silindrlar yasovchilariga parallel bo'lgan yo'naltiruvchi tekislikni aniqlaydi va bu tekislik parallelizm tekisligi deb yuritiladi. Berilgan silindrlarning o'zaro vaziyati 9.5.1-jadvaldan aniqlah olinadi. 9.5.8-rasmda ikki silindr sirti kesishish chizig'ining 1,2,3,4 nuqtalarini yasash ko'rsatilgan. Bu nuqtalar Q tekislikka parallel bo'lgan ixtiyoriy yordamchi va ikki silindrni kesuvchi P tekislikni o'tkazish yo'li bilan yasalgan.

9.5.10-rasmda asoslari H tekislikda yotgan ikki silindrning kesishish chizig'ini yasash tekis chizmada ko'rsatilgan. Silindr sirtlarining biriga urinib, ikkinchisini kesuvchi yordamchi P_1 va P_2 tekisliklar dastasining gorizontali P_{1H} , P_{2H} izlari o'tkaziladi. Bunda $P_{1H} \parallel P_{2H} \parallel Q_H$ bo'ladi. Silindrlarning o'zaro vaziyati 9.5.1-jadvalning 1-punktiga mos kelgani uchun bu silindrlar qisman kesishib, ikkita



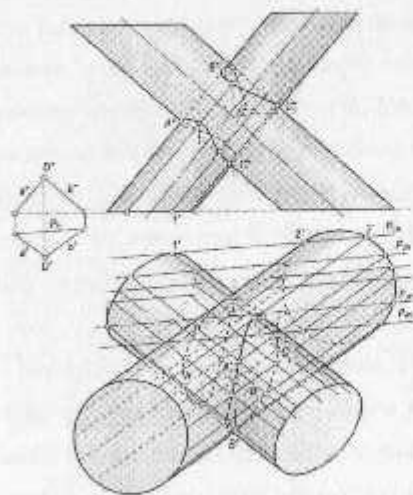
9.5.9-rasm

fazoviy egri chiziqli hosil qiladi. Kesishish chizig'ining xarakterli nuqtalari xuddi konus bilan konusning yoki konus bilan silindr kesishish chizig'ining xarakterli nuqtalari kabi bo'ladi. Bu $A(A',A'')$, $B(B',B'')$, $C(C',C'')$ nuqtalarning gorizontali proyeksiyalari P_{2H} , P_{1H} , ... tekislik izlari yordamida yasalgan. Kesishish chizig'ining boshqa oraliq nuqtalari P parallel yordamchi tekisliklar o'tkazish yo'li bilan yasalgan. Hosil bo'lgan barcha kesishish nuqtalari o'zaro ravon birashtiriladi. Prizma bilan silindrning o'zaro kesishish chizig'ini yasash algoritmi xuddi yuqorida berilgan ketma-ketlikda bo'ladi.

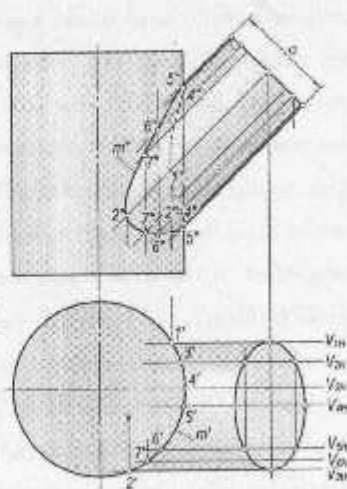
O'qlari bir tekislikda yotmaydigan aylanish sirtlarining o'zaro kesishishi.

Agar ikki kesishuvchi sirtlarning o'qlari o'zaro kesishmasdan, ulardan biri biror proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar bo'lib, ikkinchi sirtning o'qi ikkinchi proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar yoki parallel bo'lsa, u holda bu sirtlarning kesishish chizig'ini yasashda parallel kesuvchi tekisliklar usulidan foydalanish. Parallel kesuvchi tekisliklarni proyeksiyalar tekisliklaridan biriga parallel olinadi. Parallel kesuvchi tekisliklar usulining qulayligi shundaki, bunda yordamchi kesuvchi tekisliklar kesishuvchi sirtlarni aylanalar va to'g'ri chiziqlar bo'yicha kesadi. Parallel kesuvchi tekisliklar usulida tekisliklar dastasining o'qi xosmas bo'ladi. Parallel kesuvchi tekisliklar usuli bilan yechiladigan bir necha masalalarni ko'rib chiqamiz.

Ikki silindrning o'zaro kesishishi. 9.5.11-rasmda kesishuvchi silindrlarning biri gorizontali proyeksiyalovchi, ikkinchisining o'qi frontal proyeksiyalar tekisligiga parallel bo'lgan holda silindrlar tasvirlangan.



9.5.10-rasm.



9.5.11-rasm

Bu sirtlarning kesishish chizig'ini yasashda yordamchi kesuvchi tekisliklar V tekislikka parallel bo'ladi. Ularning o'zaro vaziyati chizmaning gorizontaal proyeksiyasidan ko'rinib turibdi. Kesishish chizig'ining xarakterli $1(1',1'')$, $2(2',2'')$, $4(4',4'')$, $5(5',5'')$ nuqtalari yordamchi kesuvchi frontal V_{1H} , V_{2H} , V_{3H} ,... tekisliklar yordamida hosil qilingan. Bunda yordamchi parallel tekisliklar har ikkala silindrga yasovchilari bo'yicha kesadi. Bir tekislikda yotuvchi ikki silindrga mapsub bo'lgan yasovchilarning kesishish nuqtalari ikkala sirt uchun umumiy bo'lib, yasaladigan m (m' , m'') egri chiziqlarning nuqtalari bo'ladi. m egri chiziqlarning kolgan nuqtalari V_{1H} va V_{2H} tekisliklar orasida yordamchi kesuvchi tekisliklar o'tkazish yo'li bilan yasalgan. Kesishish chizig'ining frontal silindrning V_s simmetriya tekisligidan kuzatuvchi tomondagi nuqtalari ko'rinadi, uning orqasidagi nuqtalari esa ko'rinmaydi.

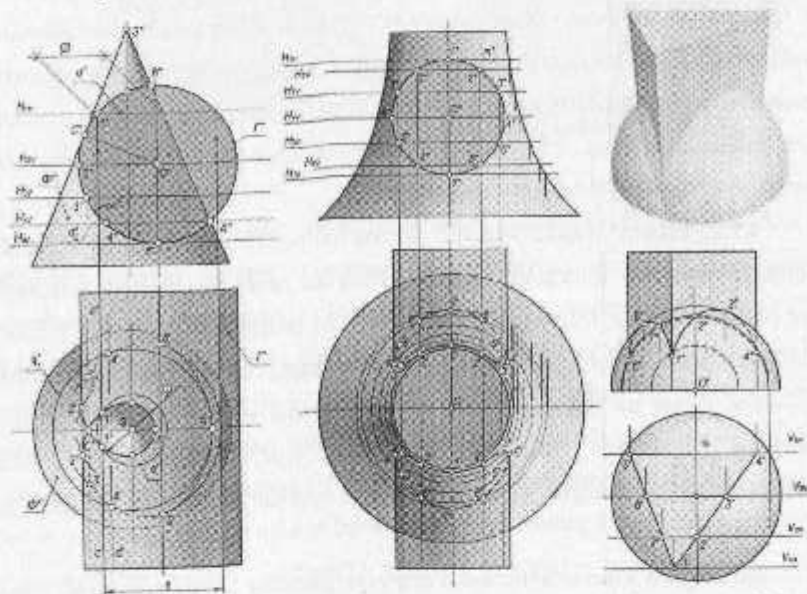
O'qlari uchramas va H yoki V ga perpendikulyar bo'lgan aylanish sirtlarining o'zaro kesishish chizig'ini yasash (9.5.12-rasm). Kesishuvchi sirtlardan doiraviy silindr o'qi V tekislikka va doiraviy konus o'qi H tekislikka

perpendikulyar bo'lganda yordamchi parallel kesuvchi tekisliklar gorizontaal tekisliklar bo'ladi. Bu tekisliklar konusni aylanalar va silindrga yasovchilari bo'yicha kesadi. Hosil bo'lgan aylana va yasovchilar o'zaro kesishib, kesishish chizig'ining nuqtalarini hosil qiladi. Kesishish chizig'ining $A(A',A'')$, $B(B',B'')$, $C(C',C'')$, nuqtalari xarakterli nuqtalardir. Ular bevosita sirtlar frontal ocherklarining kesishish nuqtalarida belgilanadi. Qolgan nuqtalar kesuvchi tekisliklar yordamida yasaladi. Masalan, $1,2,3,4,5$ nuqtalar $H_1 \parallel H, \dots$ va $H_5 \parallel H$ tekisliklar o'tkazib, gorizontaal proyeksiyadagi q' va q'' aylanalarining va a' , b' , c' va d' to'g'ri chiziqlar bilan chegaralangan to'rtburchak kesimlarining kesishuvidan hosil qilingan. Qolgan nuqtalar ham shu tartibda hosil qilinadi. $2(2',2'')$ xarakterli nuqta Φ silindrning $H_2(H_{2V})$ simmetriya tekisligini o'tkazish yo'li bilan topiladi. Kesishish chizig'ining ko'rinadigan va ko'rinmaydigan nuqtalari ham H_2 simmetriya tekisligi yordamida aniqlanadi.

9.5.13-rasmida o'qlari kesishib o'zaro perpendikulyar bo'lgan aylanish silindri bilan tor sirti bo'lagining kesishish chizig'ini yasash tasvirlangan. Kesishish egri chizig'ini yasash $H_1(H_{1V})$, gorizontaal kesuvchi tekisliklar o'tkazish yo'li bilan yasalgan. Bunday holda sirtlarning kesishish egri chizig'i ikkita simmetrik bo'lakdan iborat bo'ladi. $1,4,7$ xarakterli nuqtalarni yasash H_{1V} , H_{4V} va H_{7V} tekisliklar yordamida yasalgan. Kesishgan egri chiziqlarning gorizontaal proyeksiyasini ko'rinadigan va ko'rinmaydigan qismlari H_4 simmetriya tekisligi yordamida aniqlanadi.

Yarim sfera bilan uchburchakli to'g'ri prizmaning o'zaro kesishishi. Sfera bilan prizma sirti fazoda sinq egri chiziq bo'yicha kesishadi. 9.5.14-rasmida yarim sfera va qirralari H tekislikka perpendikulyar bo'lgan uchburchakli prizma tasvirlangan. Yordamchi kesuvchi tekisliklar frontal tekisliklardan iborat bo'ladi. Bu tekisliklar sferani parallellari bo'yicha, prizmani esa yon qirralariga parallel to'g'ri chiziqlar bo'yicha kesadi. Rasmdan ko'rinib turibdiki, prizma sirti sharni

to'la kesadi va uchta aylanalar hosil bo'ladi. Ularning V dagi proyeksiyalari ellipslar va aylana bo'lib proyeksiyalanadi. Shar va prizma sirti o'zaro kesishish chizig'ining xarakterli 1,4,5,6 va 3 nuqtalari frontal $V_1(V_{1H})$, $V_4(V_{4H})$ va $V_3(V_{3H})$ tekisliklar yordamida yasalanadi. 1,4,5 nuqtalar kesishish chizig'ining sinish nuqtalari bo'lib, prizma qirrasining sfera bilan kesishgan nuqtalardir. V_3 tekislik sharning simmetriya tekisligidir, undagi 3 va 6 nuqtalar frontal proyeksiyada kesishish chizig'ining ko'rinadigan qismini ajratib turuvchi nuqtalardir. Bu misolda yordamchi parallel kesuvchi tekisliklarni gorizontal tekislik qilib olsa ham bo'ladi.



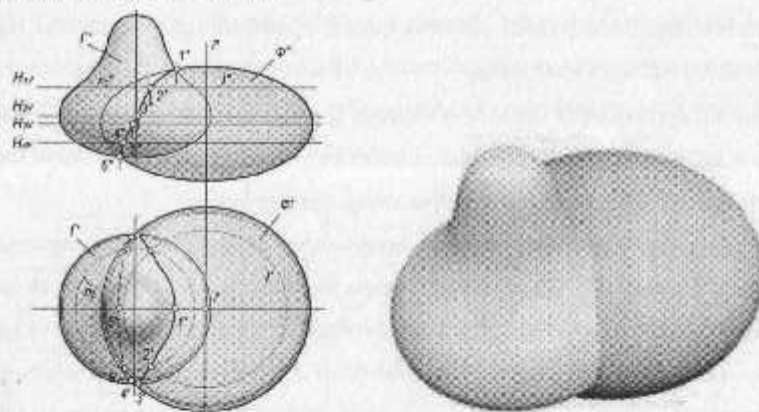
9.5.12-rasm.

9.5.13-rasm.

9.5.14-rasm.

O'qlari o'zaro parallel bo'lgan aylanish sirtlarining o'zaro kesishishi. O'qlari parallel bo'lgan Φ siqiy aylanma ellipsoid bilan Γ aylanish sirti 9.5.15-shaklda tasvirlangan. Bu sirtlarning o'qlari H tekisligiga perpendikulyar joylashgan. Sirtlarning fazoda bunday berilishida yordamchi kesuvchi tekisliklarni berilgan sirtlarning o'qlariga perpendikulyar qilib o'tkaziladi. Dastlab kesishuv

chizig'ining 1(1',1'') va 6(6',6'') xarakterli nuqtalari belgilanadi. Qolgan nuqtalar $H_2(H_{2V})$, $H_3(H_{3V})$... kesuvchi tekisliklar yordamida yasalanadi. Kesuvchi gorizontal yordamchi tekisliklar berilgan ikkala aylanish sirtini aylanalar bo'yicha kesadi. Kesimlarda hosil bo'lgan bu aylanalar o'zaro kesishib, ikkala sirlarga oid bo'lgan kesishish chizig'ining nuqtalarini beradi. Masalan, $2(2',2'')$, $2_1(2_1',2_1'')$ nuqtalarni hosil qilishda H_{2V} tekisligi o'tkazilgan. Bu tekislik sirtlarning birini $l(l',l'')$ ikkinchisini $n(n',n'')$ aylanalar bo'yicha kesgan. Hosil bo'lgan l va n aylanalar o'zaro kesishib, $2(2',2'')$ va $2_1(2_1',2_1'')$ nuqtani hosil qiladi, ya'ni gorizontal proyeksiyalar tekisligidagi l' va n' aylanalarning kesishidan $2'$ va $2_1'$ nuqtalar hosil bo'ladi so'ngra ularning V dagi proyeksiyalari H_{2V} -da yasalanadi. Qolgan barcha nuqtalar shu usulda aniqlanadi.



9.5.15-rasm.

Ikkinchi tartibli sirtlarning o'zaro kesishishidagi maxsus hollari

Ikkinchi tartibli sirtlarning o'zaro kesishishi ko'pgina geometrik va muhandislik amaliyotidagi masalalarni o'z ichiga oladi.

Ikkinchi tartibli sirtlar algebraik sirtlar turkumiga kiradi. Shuning uchun ularning kesishish chiziqlari ham algebraik egri chiziqlar bo'ladi.

Ta'rif. Ikki sirt kesishish chizig'ining tartibi sirtlar tartibining ko'paytmasiga tengdir. Shunga ko'ra, ikkita ikkinchi tartibli sirt kesishganda to'rtinchi tartibli kesishish chizig'i hosil bo'ladi. Sirtlarning kesishish chizig'i, kesishuvchi sirtlarning vaziyati va shakliga qarab, turli tartibli egriliklarga ajraladi.

Masalan, 4-tartibli egri chiziq $4=3+1$, $4=2+1+1$, $4=2+2$, $4=1+1+1+1$ tartibdagi egri chiziqlarga ajralishi mumkin. Bularning geometrik ma'nosi quyidagicha:

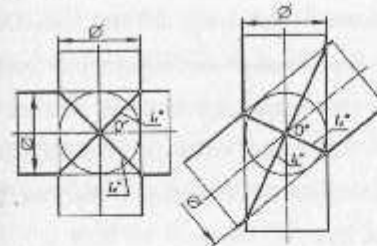
- 4-tartibli egri chiziq 1 ta 3-tartibli egri chiziqqa va to'g'ri chiziqqa ajralgan. Umumiy to'g'ri chiziqli yasovchiga ega bo'lgan har qanday chiziqli 2-tartibli ikki sirtning kesishuvida bu holni ko'rish mumkin.
- 4-tartibli egri chiziq 1 ta 2-tartibli egri chiziq va 2 ta to'g'ri chiziqqa ajraladi.
- 4-tartibli egri chiziq ikkita ikkinchi tartibli egri chiziqqa ajralgan. Bu holni keyinroq batafsil ko'rib chiqamiz.
- 4-tartibli egri chiziq to'rtta to'g'ri chiziqqa ajraladi. Bu holni umumiy o'qqa ega bo'lgan aylanma va elliptik silindrlar misolida ko'rish mumkin.

Monj teoremasi va uning xususiy hollari

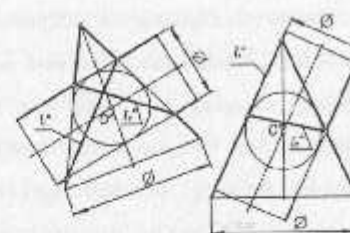
Teorema: Agar ikki o'zaro kesishuvchi ikkinchi tartibli sirtlarning tashqarisida yoki ichkarisida biror uchinchi ikkinchi tartibli sirtni urinma vaziyatda chizish mumkin bo'lsa, u holda berilgan sirtlar ikkita tekis egri chiziqlar bo'yicha kesishadi. Egri chiziqlarning tekisliklari urinish nuqtalarini tutashtiruvchi to'g'ri chiziq orqali o'tadi. Monj teoremasi muhandislik amaliyotida ikkinchi tartibli ikki sirtning tashqarisida yoki ichkarisida sfera chizish mumkin bo'lgan hollarda ularning kesishish chizig'ini yasash uchun qo'llaniladi. Monj teoremasiga doir bir necha misollarni ko'ramiz. Chizmalarni frontal proyeksiyalar tekisligidagi tasvirlar orqali berilgan. Masalan, 9.5.16-rasmda o'qlari kesishuvchi holda joylashgan ikki aylanma kesishuvchi silindrlar ichiga sferalar chizilgan. Teoremaga asosan bu silindrlar ikki I_1'' va I_2'' ellipslar bo'yicha kesishadi. 9.5.17-rasmda

aylanma silindr bilan konusning kesishish chizig'ini yasash ko'rsatilgan. Bunda silindr va konusga urinuvchi sirt sfera, sirtlarning kesishish chiziqlari I_1'' va I_2'' ellipslardir.

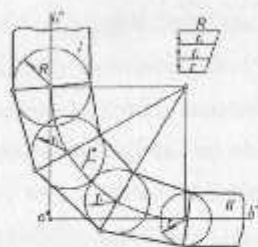
Monj teoremasining truboprovodlarni loyihalashda qo'llanilishi mumkin. O'qlari o'zaro O'' nuqtada kesishuvchi har xil diametrli ikki silindrik I va II trubalar berilgan. Ularni tutashtiruvchi oraliq truba yasash kerak bo'lsin (9.5.18-rasm). Buning uchun avvalo trubaning i_1'' va i_2'' o'qlarini I'' aylana yoyi bilan tutashtiramiz. So'ngra bu yoyi teng bo'laklarga bo'lib, bo'linish nuqtalarini sferalarning markazi sifatida qabul qilamiz. r va R radiuslarni proporsional o'zgartirilgan holda sferalar chiziladi. Har ikki yonma-yon sferalarga urinmalar o'tkazib, konuslar hosil qilinadi. Ikkita yonma-yon konuslar umumiy ichki sferaga ega bo'lgan uchun ellipslar bo'yicha kesishadi. Ular chizmada kesma tarzida tasvirlangan. 9.5.19-rasmda xuddi 9.5.18-rasmdagidek va Monj teoremasiga asosan har xil diametrli uchta 1, 2 va 3 aylanma silindrlarning bir-biriga 13 va 23 konus sirti orqali o'tishi ko'rsatilgan.



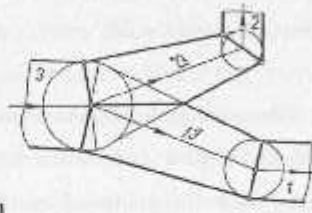
9.5.16-rasm



9.5.17-rasm



9.5.18-rasm



9.5.19-rasm

Umumiy simmetriya tekisligiga ega bo'lgan ikkinchi tartibli sirtlarning kesishuvi

Teorema: Agar kesishuvchi ikkinchi tartibli ikki sirt umumiy simmetriya tekisligiga ega bo'lsa, u holda ularning kesishish chizig'i simmetriya tekisligida ikkinchi tartibli chiziq bo'lib proyeksiyalanadi

Isboti. Umumiy simmetriya tekisligiga ega bo'lgan 2-tartibli ikki sirt berilgan bo'lsin. Ma'lumki, ular 4-tartibli m^4 egri chiziq bo'yicha kesishadi. Sirtlarning simmetriya tekisligi ularning kesishish chizig'ining ham simmetriya tekisligi bo'ladi. Bu tekislikka perpendikulyar bo'lgan biror tekislik bilan 4-tartibli egri chiziq kesilsa, unda 4 ta nuqta hosil bo'ladi. Shu nuqtalardan bir jufti simmetriya tekisligining bir tomonida, ikkinchi jufti uning ikkinchi tomonida yotadi. Bu nuqtalar ham simmetrik joylashadi. Demak, 4-tartibli egri chiziqning shunday 2 nuqtasi mavjudki, ular simmetriya tekisligiga nisbatan simmetrik joylashadi. Shu uchun ularning simmetriya tekisligidagi ortogonal proyeksiyalari ustma-ust tushadi. 4-tartibli egri chiziqning hamma nuqtalari shu tarzda proyeksiyalansa, 2-tartibli egri chiziq hosil bo'ladi.

Ikkinchi tartibli sirtlarning o'zaro kesishishiga old teoremlar

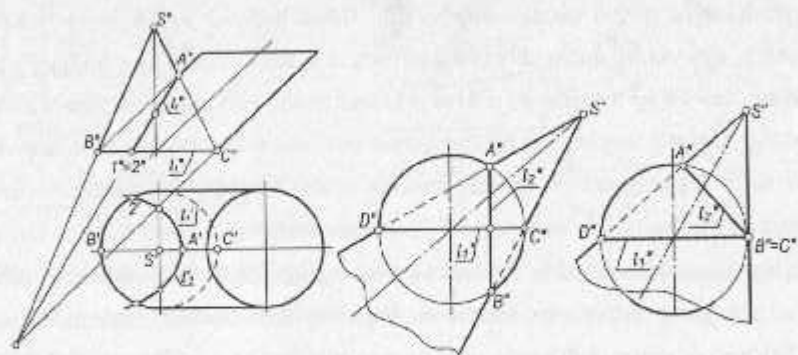
1-teorema: Agar 2-tartibli ikki sirt 1 ta tekis egri chiziq bo'yicha kesishsa, u holda ular yana biror egri chiziq bo'yicha kesishadi va bu ham tekis egri chiziq bo'ladi.

Isboti. Teorema birinchi qismining shartiga asosan ikkinchi tartibli ikki sirt bitta tekis egri chiziq bo'yicha kesishadi. Bu egri chiziq faqat ikkinchi tartibli bo'lishi mumkin. Chunki ikkinchi tartibli sirtlarni ixtiyoriy tekislik bilan kesganda

ham ikkinchi tartibli chiziq xosil bo'ladi. Ikkita ikkinchi tartibli sirt to'rtinchi tartibli egri chiziq bo'yicha kesishgani uchun ikkinchi noma'lum bo'lgan egri chiziq ham Monj teoremasiga asosan ikkinchi tartibli egri chiziq bo'ladi. 9.5.20-rasmda umumiy asosi aylana bo'lgan silindr va konus sirtlari berilgan. Kesishuvchi bu sirtlar ikkinchi tartibli va bitta umumiy aylana bo'yicha kesishgan. Teorema shartiga asosan bu sirtlarga tegishli yana bitta tekis egri chiziq bo'lishi lozim. Izlanayotgan ikkinchi tekis egri chiziq ellips $\ell_1(\ell_2, \ell_2')$ bo'ladi. Shunday qilib, konus va silindr sirtlari bir aylana va bir ellips bo'yicha kesishadi. Teorema natijasi sifatida quyidagilarni keltiramiz.

Ta'rif. Agar sfera biror sirt bilan aylana bo'yicha kesishsa, u holda bu sfera shu sirt bilan yana bir aylana bo'yicha kesishadi.

9.5.21.a.b-rasmda sfera bilan konusning kesishishi V tekislikka tasvirlangan. Bunda sfera va konus uchun umumiy bo'lgan tekis egri chiziqlardan biri sferaning katta ℓ_1 gorizontall kesimidir. Teorema shartiga ko'ra, yana bir tekis kesim mavjud. Izlangan tekis keim ℓ_2 aylana bo'ladi. Ikkinchi tartibli sirtlarning kesishuvdagi to'rtinchi tartibli egri chiziq ikkita tekis chiziqqa ajraladigan va ulardan biri mavhum bo'lgan hollar ham uchraydi. 9.5.22-rasmda har xil diametrlı sferalarning kesishishi tasvirlangan. Ular bitta tekis egri chiziq – $A'B'$ aylana bo'yicha kesishgan. Bunda ikkinchi tekis egri chiziq mavhum deb qaraladi. O'qlari parallel bo'lgan 2-tartibli ikki aylanma silindr ikkita parallel yasovchi (yoki bitta tekis egri chiziq) bo'yicha kesishadi. Ikkinchi tekis egri chiziq (2 ta yasovchi) mavhumdir (9.5.23-rasm).



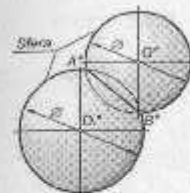
9.5.20-rasm.

9.5.21-rasm

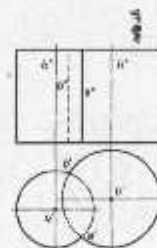
2-teorema. Agar ikkinchi tartibli ikki sirt ikkita nuqtada urinsa, u holda ularning kesishish chiziqlari ham ikkinchi tartibli ikki tekis egri chiziqqa ajraladi.

Bu tekis egri chiziqlarning tekisliklari urinish nuqtalarini tutashtiruvchi to'g'ri chiziq orqali o'tadi. 9.5.24-rasmida ikkita urinish nuqtasiga ega bo'lgan aylanma va elliptik silindrlarning kesishishi tasvirlangan. Bu sirtlar l_1'' va l_2'' ellipslar bo'yicha kesishadi. 9.5.25-rasmida ikkita urinish nuqtasiga ega bo'lgan elliptik konus va sferaning kesishishi tasvirlangan. Teorema shartiga ko'ra, bu sirtlar l_1'' va l_2'' aylanalar bo'yicha kesishadi, chunki sferaning tekis kesimlari faqat aylanalardir. 2-teorema shartidan foydalanib, umumiy ko'rinishdagi 2-tartibli sirtlarning doiraviy kesimlari yo'nalishini aniqladi. 9.5.25-rasmida G_{1W} va G_{2W} profil proyeksiyalovchi tekisliklarning yo'nalishi elliptik konus doiraviy kesimlarining yo'nalishini aniqlaydi.

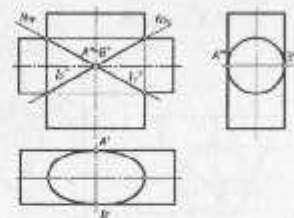
3-teorema. 2-tartibli sirtlarning ocherki (konturi) 2-tartibli egri chiziqdan iboratdir. Bu teorema 2-tartibli sirtlarni tasvirlashda alohida ahamiyatga ega, chunki 2-tartibli sirtlar ko'pincha, chizmada o'zlarining ocherklari bilan beriladi.



9.5.22-rasm

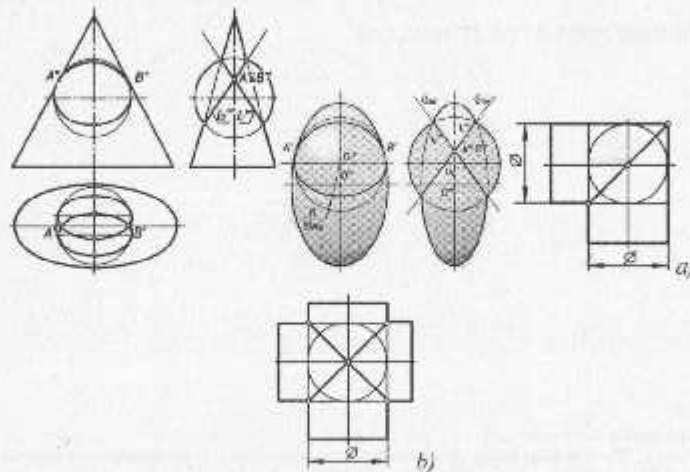


9.5.23-rasm



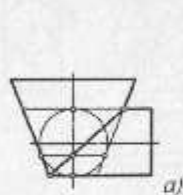
9.5.24-rasm

9.5.26-rasmida uch o'qli ellipsoid doiraviy kesimlarining yo'nalishi aniqlangan. Bunda berilgan ellipsoidning ichida ikki A'' va B'' nuqtalarga urinuvchi ixtiyoriy R radiusli sfera chiziladi. 2-teorema shartiga asosan sfera va ellipsoid sirtlari l_1'' va l_2'' aylanalar bo'yicha kesishadi. G_{1W} va G_{2W} aylanalar tekisliklarining yo'nalishi uch o'qli ellipsoid doiraviy kesimlarining yo'nalishi bo'ladi. 9.5.27, a, b-rasmlarda shar atrofida chizilgan ikki aylanma silindrlarning kesishishi V tekislikka tasvirlangan. Silindrik sirtlar 2 tekis egri chiziqlar-ellipslar bo'yicha kesishadi. Qurilish amaliyotida silindrlarning shunday vaziyatda kesishishi *novali gumbaz* deyiladi. 9.5.28, a, b, c, d-rasmlarda o'qlari o'zaro kesishgan o'tish trubalarini yasash misollari ko'rsatilgan.

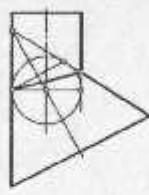


263

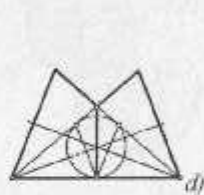
9.5.25-rasm



9.5.26-rasm



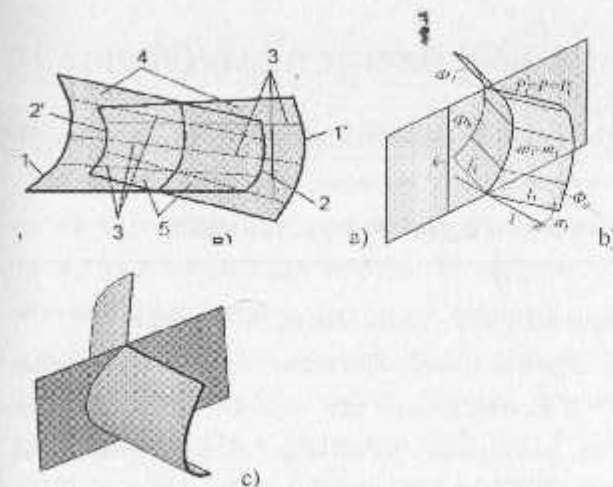
9.5.27-rasm



9.5.28-rasm

Mavzu bo'yicha geometrik modellashirishga oid materiallar

Sirtlarning o'zaro kesishuvidan muhandislik masalalarini yechishda keng foydalaniladi¹⁶. Masalan, ikkita konus sirtining kesishuvidan hosil bo'lgan sirt kombinasiyalashgan ishchi sirt sifatida ma'lum bir texnologik jarayonni amalga oshirish uchun loyihalanaishi mumkin (9.5.29-rasm,a). Bunda 1,2-yo'naltiruvchilar, 3-yasovchi, 4-loyiha uchun qo'llanilgan sirtlar, 5-loyihalangan sirt. Qo'yiladigan masala shartiga qarab kechishuvchi sirtlar sifatida silindr va boshqa sirtlardan ham variantlar olish mumkin. Bunda kesishuvchi silindrlarni, Φ silindrik sirtini P tekisliklar dastasi bilan kesib, hosil bo'lgan bo'laklarni α ga burish natijasida hosil qilinadi (9.5.29-rasm,b,c).



9.5.29-rasm.

¹⁶ Т.Х. Жо'яев. "Дизайн-разработка концентральной модели отвала с геометрически комбинированной поверхностью" Теория та практика дизайну. Київ - 2012 №4. 41-46 бетлар.

II-BO'LIM. MASHINASOZLIK CHIZMACHILIGI

V-MODUL. DETALNING KOMPLEKS CHIZMASINI BAJARISH

10. AKSONOMETRIK PROEKSIYALAR

10.1-§. Aksonometriya to'g'risida umumiy ma'lumotlar

Ma'lumki, ortogonal proyeksiyalarda chizmalarni chizish birmuncha qulay bo'lib, buyumning metrik xarakteristikalarini ham saqlanadi, chunki ortogonal proyeksiyalashda buyum proyeksiyalar tekisliklariga nisbatan qulay holda joylashtiriladi. Ortogonal proyeksiyalash usulida tuzilgan chizmalarda qirg'im va kesimlardan foydalanib buyumning ichki va tashqi ko'rinishini yetarlicha aniqlash mumkin. Ammo ortogonal proyeksiyalardagi chizmalariga ko'ra ularning fazoviy shakllarini tasavvur qilish qiyin. Bunday hollarda buyum chizmasini uning yaqqol tasviri bilan to'ldirish zaruriyati tug'iladi. Bunday tasvirlar aksonometrik proyeksiyalar bo'la oladi. Lekin aksonometrik proyeksiyalarning hammasi ham yaqqol bo'lavermaydi. Buyumni yaqqol qilib tasvirlash proyeksiyalash yo'nalishi va proyeksiyalar tekisligining vaziyatlariga bog'liq bo'ladi. Aksonometrik proyeksiya (O'z RST 2.317-96) qisqacha aksonometriya deb yuritiladi (aksonometriya grekcha so'z bo'lib, axon – o'q, metrien – o'lchayman, ya'ni o'qlar bo'yicha o'lchash degan ma'noni bildiradi.)

Ta'rif. Dekart koordinatalar sistemasida joylashtirilgan buyum va uning proyeksiyalarining shu sistema bilan birgalikda berilgan S yo'nalish bo'yicha ixtiyoriy olingan biror P tekislikdagi proyeksiyasi uning **aksonometriyasi** deyiladi.

P tekislik aksonometriya tekisligi deb yuritiladi (10.1.1-rasm). Aksonometrik proyeksiyalar ikki xil bo'ladi:

- Parallel proyeksiyalash asosida qurilgan aksonometrik proyeksiyalar.
- Markaziy proyeksiyalash asosida qurilgan aksonometrik proyeksiyalar yoki ular perspektiv proyeksiyalar deb ham yuritiladi.

Parallel aksonometrik proyeksiyalar to'g'ri burchakli va qiyshiq burchakli bo'ladi. S proyeksiyalash yo'nalishi bilan P tekislik orasidagi burchak $\varphi=90^\circ$ bo'lsa, to'g'ri burchakli; agar $0^\circ < \varphi \neq 90^\circ$ bo'lsa, qiyshiq burchakli aksonometriya deb ataladi. Biror figuraning aksonometrik proyeksiyasini yasash uchun figuraning o'zi va uning ortogonal proyeksiyalaridan birini aksonometrik proyeksiyalar tekisligiga proyeksiyalash yetarlidir. Masalan, fazodagi A nuqta ortogonal proyeksiyalaridan biri A' proyeksiyasi bilan birga P aksonometriya tekisligida tasvirlangan (10.1.1-rasm). Bunda A_p nuqta A nuqtaning aksonometrik proyeksiyasi bo'ladi. A'_p nuqta esa A nuqtaning **ikkilamchi proyeksiyasi** deb yuritiladi. Shakldagi $OA_pA'A$ sinik chiziq tomonlari A nuqtaning x , y va z koordinatalaridan iborat bo'lganligi uchun uni **koordinatalar sinik chizig'i** deb yuritiladi. Uning aksonometrik proyeksiyasi $O_pAX_pA'_pA_p$ bo'ladi.

O_pX_p , O_pY_p , O_pZ_p lar aksonometrik proyeksiyalar o'qlari, O_p esa O koordinatalar boshining aksonometriyasi bo'ladi.

Aksonometrik proyeksiyalar parallel proyeksiyalar turiga mansub bo'lganligi sababli ular parallel proyeksiyalarning hamma xossalari ega.

Shunga ko'ra $AA' \parallel OZ$, $A'A_p \parallel OY$, $A'A_p \parallel OX$ bo'lganligi uchun $A_pA'_p \parallel O_pZ_p$, $A'_pA_p \parallel O_pY_p$, $A'_pA_p \parallel O_pX_p$ bo'ladi.

Aksonometrik o'qlar va ular bo'yicha o'zgarish koeffitsientlari.

Dekart koordinatalar sistemasidagi uchala koordinata o'qlari uchun umumiy bo'lgan e uzunlikni masshtab birligi sifatida qabul qilamiz (10.1.1-rasm). Buni **natural masshtab birligi** deb ataymiz. Natural masshtab birligi e kesmani OX , OY va OZ koordinata o'qlariga qo'yib, ularni P tekislikka proyeksiyalasak, e_x , e_y , e_z kesmalar hosil bo'ladi. Bu kesmalar aksonometrik masshtab birliklari deb

yuritiladi. Ularning e ga nisbatlari aksonometrik o'qlar bo'yicha o'zgarish koefitsientlari deb yuritiladi va quyidagicha belgilanadi:

$$\frac{e_x}{e} = k_x, \quad \frac{e_y}{e} = k_y, \quad \frac{e_z}{e} = k_z, \quad (1)$$

$$10.1.1\text{-rasmdan} \quad \frac{O_p A_p}{O A_x} = \frac{e_x}{e} = k_x, \quad \frac{O_p A_p}{O A_y} = \frac{e_y}{e} = k_y, \quad \frac{O_p A_p}{O A_z} = \frac{e_z}{e} = k_z, \quad (2)$$

tengliklarni yozish mumkin.

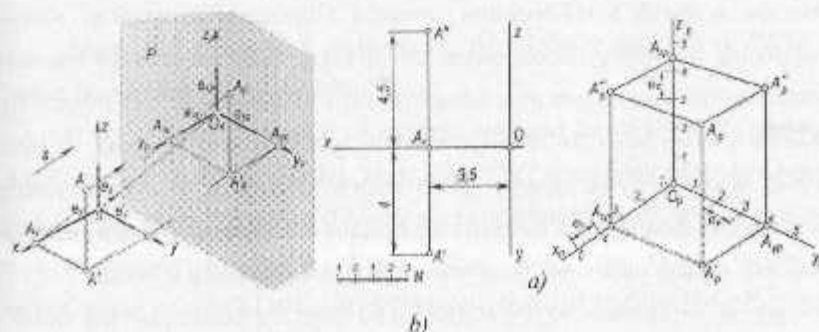
Demak, A nuqtaning dekart va aksonometrik koordinatalari orasidagi bog'lanishni quyidagicha yozishimiz mumkin:

$$\frac{x_p}{x} = k_x \text{ yoki } x_p = k_x x, \quad \frac{y_p}{y} = k_y \text{ yoki } y_p = k_y y, \quad \frac{z_p}{z} = k_z \text{ yoki } z_p = k_z z. \quad (3)$$

Aksonometrik o'qlarning vaziyatlari va shu o'qlar bo'yicha o'zgarish koefitsientlari berilgan bo'lsa, fazodagi har qanday nuqtaning aksonometriyasini yasash mumkin. Buning uchun nuqtaning x , y va z koordinatalarini mos o'zgarish koefitsientlariga ko'paytirib, aksonometrik o'qlar bo'yicha (yoki ularga parallel) o'lchab qo'yiladi va uch zvenoli koordinatalar siniq chizig'ining aksonometriyasi yasaladi. Masalan, fazodagi koordinatalari 3,5; 4 va 4,5 sonlarga teng bo'lgan A nuqtaning aksonometriyasini yasash kerak bo'lsin (10.1.2,a-rasm). Buning uchun $O_p X_p$ o'qiga O_p nuqtadan boshlab $O_p A_{x_p} = 3,5e_x$ kesmani o'lchab qo'yiladi va A_{x_p} nuqtani belgilab olinadi (10.1.2,b-rasm). Bu nuqtadan $O_p Y_p$ o'qiga parallel qilib $A_{x_p} A'_{x_p} = 4e_y$ kesmani o'lchab qo'yiladi va hosil bo'lgan A'_{x_p} nuqtadan $O_p Z_p$ o'qiga parallel qilib $A'_{x_p} A''_{x_p} = 4,5e_z$ kesmani o'lchab qo'yiladi. Hosil bo'lgan A''_{x_p} nuqta A nuqtaning aksonometrik proyeksiyasi, A_p esa A nuqtaning ikkilamchi proyeksiyasi bo'ladi.

Aksonometrik proyeksiyalar uch turga bo'linadi.

- Agar uchala o'qlar bo'yicha o'zgarish koefitsientlari o'zaro teng bo'lsa, ya'ni $k_x = k_y = k_z$, hosil bo'lgan aksonometriya *izometrik proyeksiyalar* deyiladi.
- Agar o'zgarish koefitsientlaridan ikkitasi o'zaro teng bo'lib, uchinchi ulardan farqli bo'lsa, ya'ni $k_x = k_y \neq k_z$, $k_x = k_z \neq k_y$, yoki $k_y = k_z \neq k_x$ bo'lganda, hosil bo'lgan aksonometriya *dimetrik proyeksiyalar* deyiladi.
- Uchala o'qlar bo'yicha o'zgarish koefitsienti turlicha bo'lgan aksonometriyalar ($k_x \neq k_y \neq k_z$ bo'lsa), *trimetrik proyeksiyalar* deyiladi.



10.1.1-rasm

10.1.2-rasm.

10.2-§. Aksonometriyaning asosiy teoremasi

Qiyshiq burchakli aksonometrik proyeksiyada aksonometrik o'qlar va ular bo'yicha o'zgarish koefitsientlari ixtiyoriy tanlab olinishi mumkin. Aksonometrik proyeksiyalardagi bunday xususiyatni 1853 yilda avstriyalik matematik Karl Polke aniqlab, quyidagi xulosaga kelgan:

Teorema. Tekislikka tegishli bitta nuqtadan chiquvchi ixtiyoriy uchta kesma fazoda joylashgan bitta nuqtadan chiquvchi o'zaro perpendikulyar va teng uchta kesmaning parallel proyeksiyasi bo'lishi mumkin.

1864 yilda K. Polkening shogirdi G.A. Shvars bu teoremani umumlashtirdi va uning sodda isbotini berdi. Keyinchalik aksonometriyaning bu teoremasini Polke-Shvars nomi bilan yuritiladigan asosiy teoremasi quyidagicha ta'riflanadi.

Teorema. *Diagonallari bilan berilgan har qanday tekis to'rtburchakni ixtiyoriy olingan tetraedrga o'xshash tetraedrning parallel proyeksiyasi deb qabul qilish mumkin.*

Ushbu teoremadan quyidagi **natija** kelib chiqadi: *Bir nuqtadan chiqqan uchta har qanday to'g'ri chiziqli aksonometrik o'qlar bo'la oladi.*

Bu teoreмага binoan aksonometriya o'qlari orasidagi burchaklarni va ular bo'yicha o'zgarish koeffitsientlarini, umuman ixtiyoriy olish mumkin. Ammo buyumning har qanday aksonometrik tasviri uning tabiiy ko'rinishiga butunlay o'xshamay qolishi yoki juda oz o'xshashi mumkin. Shuning uchun ham buyumning aksonometriyasi tabiiy ko'rinishiga mumkin qadar ko'proq o'xshash bo'lishi, hamda aksonometriyani osonroq yasash maqsadida, amalda, aksonometriyaning ba'zi xususiy turlarigina qo'llaniladi. Ular *standart aksonometrik proyeksiyalar* deb yuritiladi. Bunday aksonometrik proyeksiyalar 10.4-§ paragrafda ko'riladi.

O'zgarish koeffitsientlari va proyeksiyalash burchagi orasidagi o'zaro bog'lanish

Aksonometriyaning asosiy teoremasiga asosan aksonometrik proyeksiyalar o'qlari va ular bo'yicha o'zgarish koeffitsientlarini ixtiyoriy olish mumkin. Ammo ular bir-biri bilan o'zaro uzviy bog'liq bo'ladi. OX , OY va OZ koordinatalar o'qlarini P aksonometrik proyeksiyalar tekisligiga φ burchak ostida proyeksiyalaymiz (10.2.1-rasm). Bunda koordinatalar boshi O nuqtaning P tekislikdagi proyeksiyasi O_p bo'ladi. Bunday qiyshiq burchakli aksonometrik proyeksiyalashning proyeksiyalanish burchagi φ ni chizmada hosil qilish uchun O nuqtadan P tekislikka OO_p perpendikulyarni tushiramiz. OO_p va O_pO_p to'g'ri chiziqlar orasidagi φ burchak proyeksiyalash burchagi bo'ladi.

1-teorema. *Qiyshiq burchakli aksonometrik proyeksiyada o'qlar bo'yicha o'zgarish koeffitsientlari kvadratlarining yig'indisi 2 soni bilan proyeksiyalash burchagi kotangensi kvadratining yig'indisiga teng.*

$$k_x^2 + k_y^2 + k_z^2 = 2 + \operatorname{ctg}^2 \varphi \quad (1)$$

Ushbu teoremaning isboti Sh. Murodov tahriri ostida 1988 yil chop etilgan «Chizma geometriya kursi», kitobida keltirilgan.

2-teorema. *To'g'ri burchakli aksonometrik proyeksiyalashda o'qlar bo'yicha o'zgarish koeffitsientlari kvadratlarining yig'indisi 2 ga teng*

$$k_x^2 + k_y^2 + k_z^2 = 2. \quad (2)$$

Isboti. 10.2.1-rasmda P aksonometrik proyeksiyalar tekisligi va $OXYZ$ -Dekart koordinatalar sistemasi keltirilgan.

O koordinatalar boshini P tekislikdagi ortogonal proyeksiyasi O_p nuqtani A, B, C nuqtalar bilan tutashtrilsa, O_pA , O_pB , O_pC aksonometriya o'qlari hosil bo'ladi. Bu o'qlarni OX , OY va OZ hosil qilgan burchaklarini mos ravishda α , β va γ bilan belgilaymiz. Bunda OO_pA , OO_pB , OO_pC lar to'g'ri burchakli uchburchaklar bo'lganligi uchun $O_pA:OA=\cos\alpha$, $O_pB:OB=\cos\beta$ va $O_pC:OC=\cos\gamma$ (3) bo'ladi.

OO_p proyeksiyalash yo'nalishi bilan OX , OY va OZ o'qlar orasidagi burchaklar α , β va γ yo'naltiruvchi burchaklar deyiladi. Analitik geometriyadan ma'lumki, aylantiruvchi burchaklar kosinuslari kvadratlarining yig'indisi 1 ga teng:

$$\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta + \cos^2 \gamma = 1 \quad (4)$$

Chizmadan ko'rinib turibdiki, $\alpha_1=90^\circ-\alpha$, $\beta_1=90^\circ-\beta$ va $\gamma_1=90^\circ-\gamma$ bo'lgani uchun ularni (4) ifodaga qo'yib soddalashtirilsa, $\sin^2 \alpha + \sin^2 \beta + \sin^2 \gamma = 1$ (5) bo'ladi.

$\sin^2 \alpha = 1 - \cos^2 \alpha$, $\sin^2 \beta = 1 - \cos^2 \beta$, $\sin^2 \gamma = 1 - \cos^2 \gamma$ ekanligini e'tiborga olgan holda (5) ifodani soddalashtirishdan so'ng quyidagicha yozish mumkin:

$$\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta + \cos^2 \gamma = 2 \quad (6)$$

$K_x = O_P A : OA = \cos \alpha$; $K_y = O_P B : OB = \cos \beta$ va $K_z = O_P C : OC = \cos \gamma$ bo'lgani uchun (2) ifodaning to'g'riligi isbotlandi.

To'g'ri burchakli aksonometrik proyeksiyalarda keltirilgan o'zgarish ko'effitsientlari

Aksonometrik masshtablardan foydalanmasdan aksonometrik proyeksiyalar yasash juda ko'p vaqtni oladi. Chunki dekart koordinatalar o'qlariga parallel bo'lgan har bir kesma aksonometriyalarning uzunliklarini hisoblab topishga to'g'ri keladi. Shuning uchun keltirilgan o'zgarish ko'effitsientlaridan foydalaniladi. Masalan, ixtiyoriy to'g'ri burchakli trimetrik proyeksiyalar quyidagi o'zgarish ko'effitsientlari bilan berilgan bo'lsin: $k_x = 0.92$, $k_y = 0.47$, $k_z = 0.96$.

Bularni (2) ifodaga qo'yilsa,

$$k_x^2 + k_y^2 + k_z^2 = (0.92)^2 + (0.47)^2 + (0.96)^2 = 1.9889 \approx 2 \text{ hosil bo'ladi.}$$

Bu ko'effitsientlarni $\frac{1}{0.92} = 1.09$ ga ko'paytirsak, $k_x = 1.0028$, $k_y = 0.5123$,

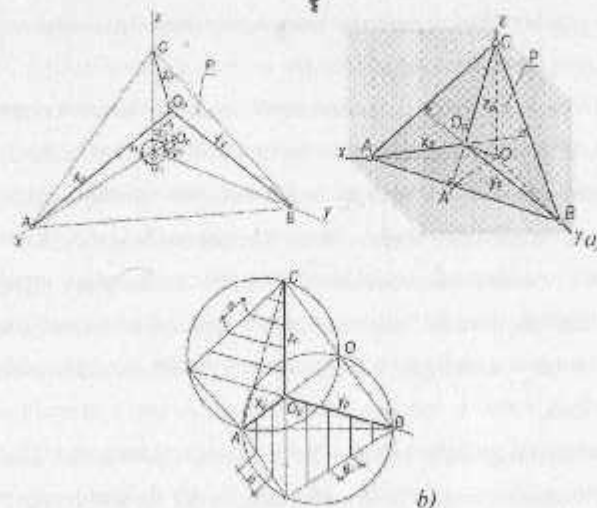
$k_z = 1.0464$ bo'ladi. Bularni yaxlitlab $k_x^* = 1$, $k_y^* = 0.5$ va $k_z^* = 1$ deb olsak,

$k_x^* = k_x \cdot 1.09$, $k_y^* = k_y \cdot 1.09$, $k_z^* = k_z \cdot 1.09$ bo'ladi. Bunda K_x^A , K_y^A va K_z^A o'qlar bo'yicha keltirilgan o'zgarish ko'effitsientlari deb belgilangan. Bunda 1,09 keltirish ko'effitsienti bo'lib, uni m bilan belgilaymiz. U holda

$$k_x = \frac{k_x^*}{m}, \quad k_y = \frac{k_y^*}{m}, \quad k_z = \frac{k_z^*}{m}, \text{ yoki } (k_x^*)^2 + (k_y^*)^2 + (k_z^*)^2 = 2m^2 \text{ hosil bo'ladi.}$$

Demak, keltirilgan ko'effitsientlari bo'yicha bajarilgan aksonometrik proyeksiyalarda o'qlar bo'yicha aksonometrik masshtablari keltirish ko'effitsientiga proporsional ravishda o'zgaradi.

To'g'ri burchakli aksonometriyada izlar uchburchagi. Dekart koordinatlar sistemasi $OXYZ$ da P aksonometriya tekisligini joylashtirganda u koordinata tekisliklari bilan kesishib ABC uchburchakni hosil qiladi. Bu uchburchak aksonometriyada *izlar uchburchagi* deb yuritiladi (10.2.2-rasm, a).



10.2.1-rasm.

10.2.2-rasm

1-teorema. To'g'ri burchakli aksonometriyada aksonometriya o'qlari *izlar uchburchagining* bulandliklari bo'ladi.

Isboti: OZ koordinatalar o'qi XOY tekislikka perpendikulyar va $OO_P \perp LP$ bo'lganligi sababli $A'OC$ uchburchak tekisligi XOY va P tekisliklarga ham perpendikulyar bo'ladi. $\Delta A'OC \perp XOY$ bo'lganligi uchun $A'C \perp AB$ yoki $Z_P \perp AB$ bo'ladi. Xuddi shuningdek, $Y_P \perp AC$ va $X_P \perp BC$ ekanligini ham isbot qilish mumkin.

2-teorema. To'g'ri burchakli aksonometriyada *izlar uchburchagi* o'tkir burchakli uchburchakdir.

Isboti: XOY , XOZ va YOZ koordinatalar tekisliklari to'g'ri burchakli uchyoqlikni hosil qiladi. Bu uchyoqliklarning P tekislik bilan kesishuvidan hosil bo'lgan ABC uchburchakda $A'C \perp AB$ bo'lishi 1-teoremadan ma'lum. Demak, $AA'C$ uchburchak to'g'ri burchakli bo'lganligi sababli $\angle CAA' < 90^\circ$ bo'ladi. Shuningdek, $\angle A'BC < 90^\circ$ va $\angle ACB < 90^\circ$ bo'ladi.

3-teorema. To'g'ri burchakli aksonometriyada aksonometriya o'qlari orasidagi burchaklar o'tmas burchaklardir.

Isboti: 1-teoremada aksonometriya o'qlari izlar uchburchagining balandliklari, 2-teoremada esa izlar uchburchagining o'tkir burchakli bo'lishini isbot qilingan edi. Planimetriyadan ma'lumki, har qanday o'tkir burchakli uchburchakning balandliklari o'zaro o'tmas burchak ostida kesishadi.

To'g'ri burchakli aksonometriyada izlar uchburchagi teng tomonli uchburchak bo'lsa, bunday aksonometriya izometriya bo'ladi, teng yonli uchburchak bo'lsa - *dimetriya*, tomonlari har xil bo'lgan uchburchak bo'lsa - *trimetriya* bo'ladi.

Izlar uchburchagi ABC berilgan bo'lsa, OpA , OpB va OpC , kesmalarning uzunliklarini aniqlash mumkin. Izlar uchburchagida X_p , Y_p va Z_p o'qlar o'tkazilgan. Bunday chizmani XOY , XOZ , YOZ tekisliklar bilan ifodalangan uchyovlikning P tekislikka to'g'ri burchakli proyeksiyasi deyish mumkin. Jipslashtirish usulidan foydalanib, AO_pB uchburchakning proyeksiyasiga ko'ra, uning haqiqiy kattaligi AO_pB ni yasaymiz (10.2.2-rasm, b). Buning uchun $\angle AOB=90^\circ$ bo'lganligi uchun diametri AB ga teng bo'lgan aylana chizamiz. O_p nuqtadan AB ga perpendikulyar tushirib, O_1 nuqtani belgilab olamiz. Uni A va B nuqtalar bilan tutashtiramiz.

$\frac{O_pA}{O_1A}$ va $\frac{O_pB}{O_1B}$ nisbatlar X_p va Y_p o'qlar bo'yicha o'zgarish koeffitsientlaridir:

$$k_x = \frac{O_pA}{O_1A}, \quad k_y = \frac{O_pB}{O_1B}.$$

Xuddi shuningdek, O_2 nuqtani aniqlab, Z_p o'q bo'yicha o'zgarish koeffitsienti $k_z = \frac{O_pC}{O_2C}$, ni aniqlash mumkin. AO_1B va AO_2S uchburchaklarning tomonlariga O_1 va O_2 nuqtalardan boshlab natural uzunlik birliklarni qo'yib, ularning mos aksonometrik o'qlardagi proyeksiyalarini aniqlash va aksonometrik masshtablarni yasash mumkin.

10.3-§. Aksonometriyada aylananing priyeksiyalari

Aylana tekisligining aksonometriya tekisligiga nisbatan vaziyatiga qarab aylana aksonometriyasi ellips, aylana yoki to'g'ri chiziq kesmasidan iborat bo'lishi mumkin. Umumiy hollarda aylananing aksonometriyasi ellips bo'ladi.

Ta'rif. Aylananing har qanday o'zaro perpendikulyar diametrlarining aksonometriyasi - ellipsning qo'shma diametrlaridan iborat bo'ladi. Aksonometriya o'qlariga parallel bo'lgan qo'shma diametrining uzunligi aylana diametrining mos o'qlar bo'yicha o'zgarish koeffitsientiga ko'paytirilganiga teng.

Qiyshiq hurchakli aksonometriyada ellips kichik o'qining uzunligi θ (nol) dan aylana diametri d gacha, katta o'qining uzunligi d dan ∞ gacha o'zgarishi mumkin. To'g'ri burchakli aksonometriyalarda ellips katta o'qining uzunligi d ga, kichik o'qining uzunligi $d \cos \varphi$ ga, teng. Bu yerda φ aylana tekisligi bilan aksonometrik proyeksiyalar tekisligi orasidagi burchak.

Aylananing to'g'ri burchakli aksonometriyasi. Chizmachilikda aylananing to'g'ri burchakli aksonometriyasi bo'lgan ellipsni chizish ko'p hollarda uchraydi.

Aylana tekisligi Q aksonometrik proyeksiyalar tekisligi P bilan o'zaro o'tkir burchak φ hosil qilib kesishganda aylananing aksonometriyasi ellips bo'ladi (10.3.1-rasm). Bu ellipsning katga o'qi A_pB_p aylananing AB diametriga, kichik o'qi C_pD_p esa aylana diametrini φ burchak kosinusiga ko'paytirilganiga teng bo'ladi.

$$A_pB_p=AB, \quad C_pD_p=CD \cos \varphi.$$

Parallel proyeksiyalarining xossalari ko'ra ellipsning A_pB_p katta o'qi Q va P tekisliklarning o'zaro kesishish chizig'i a ga parallel, C_pD_p kichik o'qi esa bu to'g'ri chiziqqa perpendikular bo'ladi, ya'ni: $A_pB_p \parallel a$, $C_pD_p \perp a$.

Shunday qilib, aylananing aksonometrik proyeksiyasini yasash uchun aylana markazining proyeksiyasi e_p nuqta yasab va bu nuqtadan ellipsning katta

va kichik o'qlari o'tkaziladi. Ellipsni uning katta va kichik o'qlari bo'yicha yasash qiyin emas.

Ko'pincha, H , V , W yoki ularga parallel tekisliklarda yotuvchi aylanalarining aksonometrik proyeksiyalarini yasashga to'g'ri keladi. Bunday aylanalar aksonometriyalarini yasashni batafsil ko'rib chiqamiz.

Ma'lumki, to'g'ri burchakli aksonometriyada P aksonometrik proyeksiyalar tekisligi H , V , W tekisliklar bilan kesishadi. P tekislikning bu tekisliklar bilan kesishish chiziqlari izlar uchburchagining tomonlaridan iborat bo'ladi. Demak, H tekislikka tegishli aylanani P tekislikka proyeksiyalashdan hosil bo'ladigan I -ellipsning katta o'qi izlar uchburchagining AB tomoniga, V tekislikka tegishli aylana proyeksiyasi II -ellipsning katta o'qi AC tomoniga, W tekislikka tegishli aylana proyeksiyasi III -ellipsning katta o'qi BC tomoniga parallel bo'ladi (10.3.2-rasm). To'g'ri burchakli aksonometriyada aksonometriya o'qlari izlar uchburchagining balandligidan iborat bo'ladi. Shunga ko'ra, I -ellips uchun $A_p B_p \perp O_p C(O_p)$, II -ellips uchun $A_p B_p \perp O_p B(O_p)$, III -ellips uchun $A_p B_p \perp O_p A(O_p)$ bo'ladi. Ellipsning $C_p D_p$ kichik o'qlari $A_p B_p$ katta o'qlariga doim perpendikulyar bo'ladi.

To'g'ri burchakli aksonometriyada ellipsning katta o'qi doim tegishli aylanalarining diametrlariga teng bo'ladi. Kichik o'qlari aksonometriyaning turiga qarab o'zgaradi. Kichik o'qining uzunliklarini hisoblash mumkin. Buning uchun 10.3.3-rasmga murojaat qilamiz. O_z o'qidan o'tuvchi va izlar uchburchagining AB tomoniga perpendikulyar qilib o'tkazilgan tekislik P tekislikni CB_p to'g'ri chiziq bo'yicha, XOY tekislikni esa eng katta og'ma chizig'i $O_1 B_p$ bo'yicha kesib o'tadi. Natijada $CO_1 B_p$ to'g'ri burchakli uchburchak hosil qilinadi. Bu uchburchakning $CO_1 B_p$ jipslashgan vaziyati rasmda ko'rsatilgan. Buning uchun diametri CB_p kesma bo'lgan yarim aylana chiziladi va O_p nuqtadan O_z o'qqa perpendikulyar chiqarib, uning yarim aylana bilan kesishish nuqtasi O_1 ni belgilab olinadi. O_1

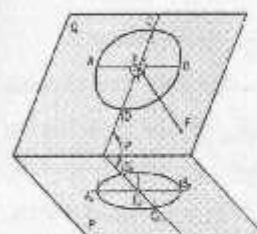
nuqtani C va B_p nuqtalar bilan tutashirib γ va φ burchaklar aniqlanadi. Bu burchaklar mos ravishda P tekislik bilan O_z o'qi va XOY tekislik orasidagi burchaklar bo'ladi. Bundan O_z o'qi bo'yicha o'zgarish koeffitsienti $k_z = \cos \gamma$ ekanligi ma'lum. XOY tekislikning eng katta qiyalik chizig'i $O_1 B_p$ ning yo'nalishi bo'yicha o'zgarish koeffitsienti $k_{xoy} = \cos \varphi$ bo'ladi. To'g'ri burchakli $CO_1 B_p$ uchburchakdan $\cos^2 \varphi = 1 - \cos^2 \gamma$ bo'lgani uchun

$$k_{xoy} = \sqrt{1 - k_z^2}$$

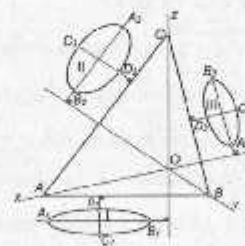
Xuddi shuningdek, XO_z va YO_z tekisliklarining eng katta qiyalik chiziqlari yo'nalishlari bo'yicha o'zgarish koeffitsientlar qiymatlarini keltirib chiqarish mumkin: $k_{yoz} = \sqrt{1 - k_z^2}$, $k_{xoz} = \sqrt{1 - k_z^2}$.

Yuqorida ellipsning kichik o'qi $C_p D_p = CD \cos \varphi$ ekanligini ko'rib chiqqan edik. Bunda CD - proyeksiyalanayotgan aylananing diametri, φ esa aylana tekisligi bilan P tekislik orasidagi burchakdir. Shunga ko'ra:

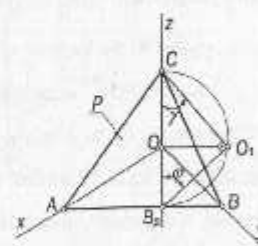
- XOY tekislikka tegishli aylanani proyeksiyasi bo'lgan ellips uchun $C_p D_p = CD \sqrt{1 - k_z^2}$;
- XOZ tekislikka tegishli aylananing proyeksiyasi uchun $C_p D_p = CD \cdot \sqrt{1 - k_z^2}$;
- YOZ tekislikka tegishli aylanani proyeksiyasi uchun $C_p D_p = CD \cdot \sqrt{1 - k_z^2}$ bo'ladi.



10.3.1-rasm.



10.3.2-rasm.



10.3.3-rasm.

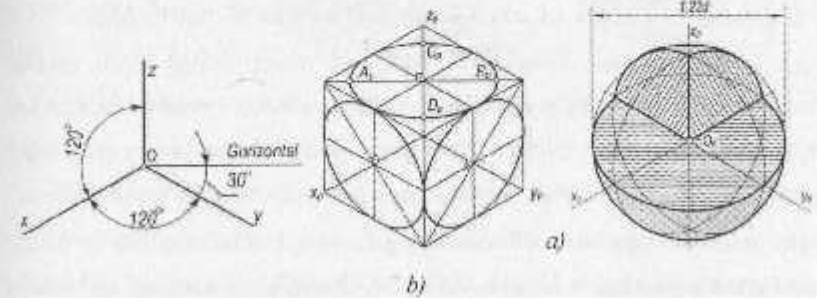
10.4-§. Aksonometriyaning standart turlari

To'g'ri burchakli standart izometriya. To'g'ri burchakli aksonometriyada aksonometrik proyeksiyalar tekisligi P koordinatalar tekisliklari bilan bir xil burchak hosil qilsa, ular uchburchagi teng tomonli bo'lib, uning balandligi bissektressasi ham bo'ladi. Shuning uchun to'g'ri burchakli izometriyada aksonometrik o'qlar orasidagi burchaklar 120° ga teng (10.4.1-rasm). Bu holda o'qlar bo'yicha o'zgarish ko'effitsientlari $k_x=k_y=k_z$ bo'lib, $k_x^2+k_y^2+k_z^2=2$ tenglikdan $3k_x^2=2$ yoki $k_x=\sqrt{2/3}=0.82$ hosil bo'ladi. Demak, $k_x=k_y=k_z=0.82$ bo'lib, u natural o'zgarish ko'effitsienti deyiladi. Buyumning aniq izometriyasini yasash uchun dastlab undagi har bir nuqtani x, y, z koordinatalari yoki uning eni, bo'yi va balandligini 0.82 ga ko'paytirib, chizishga to'g'ri keladi. Lekin buyumlarning to'g'ri burchakli izometriyasini yasashda o'qlar bo'yicha o'zgarish ko'effitsientlari 1 ga teng qilib olinsa, chizish sur'ati tezlashadi. Bu holda $k_x=k_y=k_z=1$ bo'lib, ular izometriyada keltirilgan o'zgarish ko'effitsientlari deb yuritiladi. Bunda keltirish ko'effitsienti $m=1/0.82=1.22$ ga teng bo'lib, buyumning aksonometriyasi asliga nisbatan 1.22 marta kattalashadi. 10.4.2,a-rasmda kub va uning yoqlariga ichki chizilgan aylanalarning izometriyalari bo'lgan ellipslar tasvirlangan. Aylananing tekisliklari (kubning yoqlari) H, V va W proyeksiyalar tekisliklariga parallel. Natural o'zgarish ko'effitsientlari 0.82 bo'yicha ellipslarning katta va kichik o'qlari quyidagicha bo'ladi:

$$A_p B_p = d, C_p D_p = \sqrt{1 - 0.82^2} d = 0.58 \cdot d \text{ bunda } d - \text{berilgan aylana diametri.}$$

Keltirilgan o'zgarish ko'effitsientlari bo'yicha standart izometriyada ellipslarning katta o'qlari $A_p B_p = 1.22d$ ga kichik o'qlari $C_p D_p = 1.22 \cdot 0.58d = 0.71d$ ga teng bo'ladi. Shunday qilib, diametri d ga teng bo'lgan aylanalar gorizontaal, frontal va profil yoki ularga parallel bo'lgan tekisliklarda joylashgan bo'lsa, bunday aylanalarning izometriyasidagi ellipsning $A_p B_p$ katta o'qi d ga, $C_p D_p$

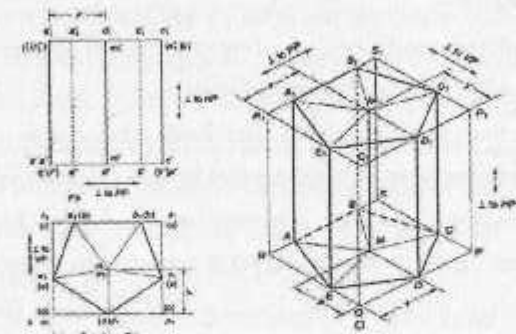
kichik o'qi esa $0.58d$ ga teng, keltirilgan o'zgarish ko'effitsientlar bo'yicha esa $A_p B_p = 1.22d$, $C_p D_p = 0.71d$ bo'ladi. 10.4.2,b-rasmda to'g'ri burchakli izometriyada tasvirlangan sferaning diametri $1.22d$ ga teng. Bunda d sferaning diametri.



10.4.1-rasm.

10.4.2-rasm.

Muhandislik grafikasiga doir ko'pgina xorijiy adabiyotlarda aksonometrik proyeksiyalarning asosan izometriya turiga e'tibor berilgan, shuning uchun va mavzuga oid inglizcha belgilanishlarni o'rganish maqsadida quyida izometrik proyeksiya to'g'risida qo'shimcha material keltirilgan (10.4.3-rasm)³⁷



10.4.3-rasm.

³⁷ Shah M.B., Rana B.C. Engineering Drawing, India, 2009, 359-384 betlar.

To'g'ri burchakli standart dimetriya. Agar aksonometrik proyeksiyalar tekisligi koordinatalar tekisliklaridan ikkitasi bilan bir xil burchak hosil qilsa, bunday aksonometriya to'g'ri burchakli dimetriya deyiladi. Bunda o'qlar bo'yicha o'zgarish koeffitsientlari $k_x=k_y \neq k_z$, $k_x=k_z \neq k_y$ yoki $k_y=k_z \neq k_x$ bo'lishi mumkin.

To'g'ri burchakli dimetriyaning juda ko'p turlari mavjud bo'lib, ulardan aksonometrik o'qlarning o'zaro joylashuvi 10.4.4-rasmda ko'rsatilgan vaziyatdagi holati standartda tavsiya qilingan. Bu o'qlarni α va β burchaklarning tangenslari orqali oson yasash mumkin, chunki $\operatorname{tg} \alpha = 1/8$, $\operatorname{tg} \beta = 7/8$. Standart dimetriyada o'qlar bo'yicha o'zgarish koeffitsientlarining $k_x=k_y \neq k_z$ holi qabul qilinib $k_x=k_y=2k_z$ yoki $k_y=1/2k_x$ deb olingan. U holda $k_x^2+k_y^2+k_z^2=2$ tenglikka yuqoridagi qiymatlarni qo'yib, $k_x^2+k_y^2+k_z^2/4=2$ yoki $9k_z^2=8$ ga ega bo'lamiz. Bundan, $k_z=\sqrt{8/9}=2\sqrt{2}/3=0.94$ ni hosil qilamiz. Demak, $k_x \approx 0.94$; $k_y \approx 0.94$; $k_z \approx 0.47$ hosil bo'ladi.

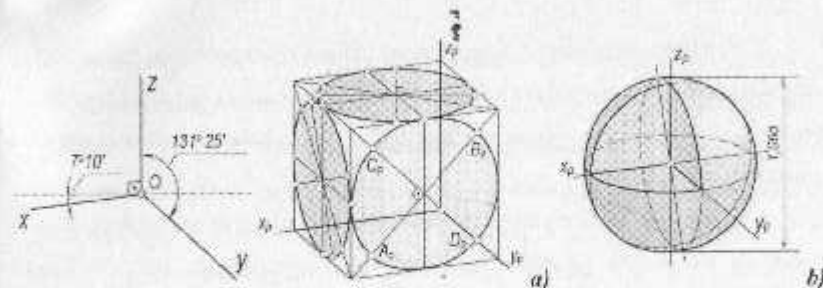
Amaliyotda to'g'ri burchakli dimetrik proyeksiyalarni yasash uchun quyidagi keltirilgan o'zgarish koeffitsientlaridan foydalaniladi:
 $k_x=1$, $k_y=1$, $k_z=0.5$

U holda keltirish koeffitsienti $m=1/0.94=1.06$ bo'ladi. Bu holda buyumning aksonometriyasi asliga nisbatan 1,06 marta kattalashadi.

10.4.5.a-rasmda to'g'ri burchakli dimetriyada kub va uning yoqlarida ichki chizilgan aylanalarning dimetrik proyeksiyalari bo'lgan ellipslar tasvirlangan.

To'g'ri burchakli standart dimetriya uchun $k_x=k_y=0.94$ va $k_z=0.47$ bo'lganligi uchun $H(XOY)$ hamda $W(YOZ)$ tekisliklarga tegishli aylananing proyeksiyalari bo'lgan ellipslar uchun $C_x D_x = CD\sqrt{1-0.94^2} = 0.33d$ bo'ladi.

$V(XOZ)$ tekislikka tegishli aylananing proyeksiyasi ellips uchun esa $C_y D_y = d\sqrt{1-0.47^2} = 0.88d$ bo'ladi.



10.4.4-rasm.

10.4.5-rasm.

Keltirilgan o'zgarish koeffitsientlari bo'yicha XOY va YOZ tekisliklariga parallel bo'lgan yoqlardagi ellipslar (aylananing dimetriyasi) uchun katta o'qlar $A_p B_p = 1.06d$, kichik o'qlar $C_p D_p = 0.35d$ bo'ladi. Chunki $C_p D_p = 1.06 \times 0.33d$. XOZ tekislikka parallel bo'lgan yoqdagi ellips uchun $A_p B_p = 1.06d$, $C_p D_p = 0.93d$. Chunki $C_p D_p = 1.06 \times 0.88d = 0.93d$.

Sferani to'g'ri burchakli dimetriyasini keltirilgan o'zgarish koeffitsientlari bo'yicha chizish, 10.4.6.b-rasmda ko'rsatilgan. Sferaning dimetriyasi D_f diametri aylan bo'lib, $D_f = 1.06d$ ga teng. Diametri d ga teng aylanalar gorizont va profil tekisliklarda joylashgan bo'lsa, ularning dimetriyasidagi ellipsning katta va kichik o'qlari mos ravishda $1.06d$ va $0.35d$ ga teng. Agar diametri d ga teng aylanalar frontal tekislikda joylashgan bo'lsa, bunday aylananing dimetriyasidagi ellipsning katta va kichik o'qlari mos ravishda $1.06d$ va $0.94d$ ga teng bo'ladi.

10.5-§. Detallarning aksonometrik proyeksiyasini bajarish

1. Detal konstruksiyasi (tuzilishi) ortogonal chizmadan o'rganiladi va taxlil qilinadi. Detailning ichki tuzilishini ko'rsatish uchun aksonometriyadagi kerakli qirgimlar tanlanadi.

2. Aksonometrik proektsiya turi tanlanadi va o'qlar chiziladi. 10.5.1-rasmda detailning izometrik proektsiyasini chizilishi ko'rsatilgan. X, Y, Z o'qlar joylashuvi detal tuzilishiga nisbatan tanlab olinadi.

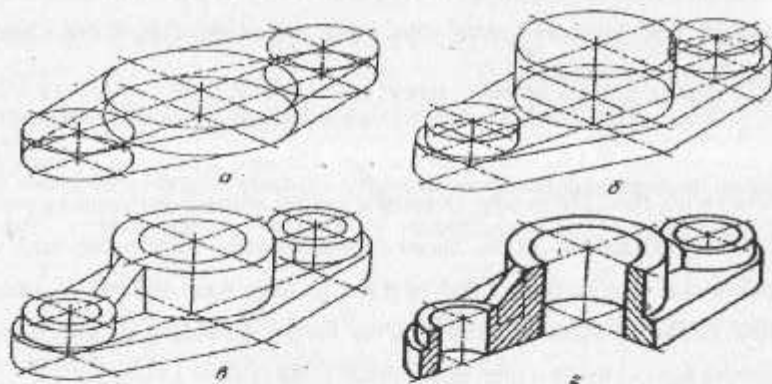
3. Yasashlar detalning asosidan hamda gabarit o'lchamlardan iborat bo'lgan oddiy geometrik jismlar (paralellipiped, silindr va boshqalar) tasvirdan boshlanadi. Detal uzunligi X o'qi bo'yicha eni Y o'qi bo'yicha, balandligi Z o'qi bo'yicha olinadi.

4. Detalning katta elementlari chiziladi. Ko'rinadigan yuzasidagi ellipslar o'qlari va yordamchi yasashlar bajariladi. Qirqim tekisligida hosil bo'ladigan chizmalar belgilab qo'yiladi.

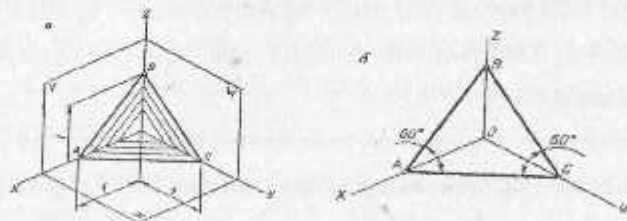
5. Detalning boshqa elementlari va ellipslar chiziladi.

6. Bajarilgan izometrik proektsiya sinchiklab tekshiriladi, qirqimlardagi shtrixlash bajariladi. 10.5.2-rasmida izometriyada shtrixlash yo'nalishi ko'rsatilgan.

7. Asosiy chiziqlar yo'g'onlashtiriladi.



10.5.1-rasm



10.5.2-rasm

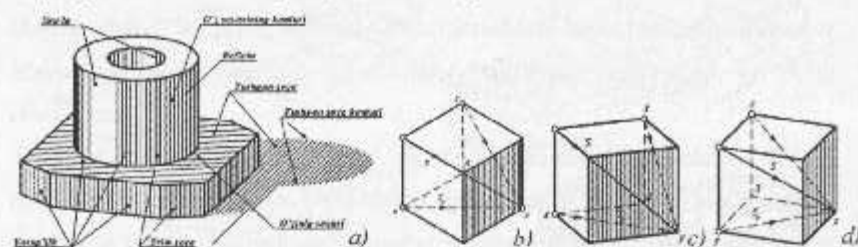
Detallarning aksonometrik proektsiyalarini - yaqqol tasvirini chizish o'rganilsa, bu keyinchalik, texnik rasmlarni bajarishda ham qo'llaniladi. Chunki, detalning texnik rasmi bu qo'l bilan chizma qurollarisiz bajariladigan aksonometrik proektsiyadir.

10.6-§. Detallarning texnik rasmlarini bajarish

Texnik rasm - bu detalning, *yorug'lik-soyani* qo'llagan holda, aksonometriya qoidalariga bo'yicha, qo'lda yoki chizmachilik asboblari yordamida bajarilgan yaqqol tasviridir. Texnik rasmini bajarishdan maqsad talabaning chizmani o'qiy olish malakasini tekshirish va yaqqol tasvirni bajarish ko'nikmasini mustahkamlashdir. Yaqqol tasvirni qo'lda, aksonometrik proyeksiyalarni yasamasdan bajarish, detal shakllarini fazoviy tasavvur qilish, bu shakllarni tahlil qilish va ko'rgazmali tasvirlash qobiliyatlarini rivojlantiradi. Konstruktorlik amaliyotida *sanoat dizaynining* joriy qilinishi texnik rasmining ahamiyatini yanada oshirdi. Odatda texnik rasm detal chizmasini tayyorlash vaqtida bajariladi. Texnik rasmining asosi sifatida, ko'rgazmaliligi va bajarilishi oson bo'lgani uchun, asosan to'g'ri burchakli izo- va dimetrik proyeksiyalar qo'llaniladi. Bunda o'qlarning "chap" koordinatalar tizimini ko'zda tutuvchi vaziyatini qo'llash yaxshiroqdir (10.6.1-rasm,a).

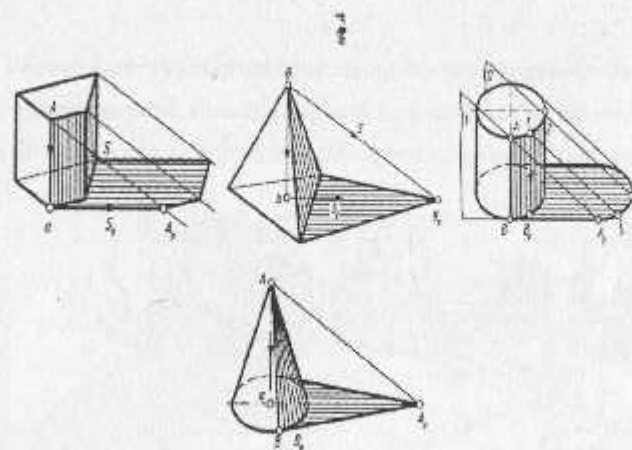
Yorug'lik-soya, detalning hajmini ko'rsatuvchi qo'shimcha vosita sifatida, tasvirni jonlantirish uchun, ma'lum qoidalar asosida qo'llaniladi. *Yorug'lik-soya* - bu detal sirtida yorug'likning taqsimlanishidir. Detalning shakliga bog'liq holda, yorug'lik nurlari detal sirtiga tushganda, uning yuzasi bo'ylab notekis taqsimlanadi, hamda shuning evaziga u tasvirni jonlantiradi. Yorug'lik-soyaning quyidagi elementlarini ko'rsatishimiz mumkin: *yorug'lik*, *yarim soya* va *soya* (*o'zining va tushgan*), hamda *soya tomonda reflex* va *yorug' tomonda shu'la*. Yorug'lik - detal

sirtining yoritilgan qismi. Sirtning yoritilganligi ungq tushayotgan nurlarning burchagiga bog'liq. Detal sirtining nur yo'nalishiga perpendikulyar qismi eng ko'p yoritilgan hisoblanadi. *Yarim soya* – sirtning o'rtacha yoritilgan qismi. Yorug'likdan yarim soyaga o'tish qirrali sirtlarda keskin, egri sirtlarda esa asta-sekin boradi. Detalning o'z soyasi – detal sirtining yorug'lik tushmagan qismi. *Tushgan soya* – detalning tushayotgan nurlarni to'sishi natijasida undan keyingi yuzaga tushgan soyasi. *Refleks* – detalning o'z soyasini, udan keyingi yuzadan qaytgan nur bilan yoritilishidir. Yorug'lik-soyani qo'llashda chizma geometriyaning soyalar nazariyasi qismi bilan tanishish tavsiya qilinadi. Texnik rasmda yorug'lik-soya soddalashtirilgan holda beriladi. Odatda quyoshdan, detalning chap tomonidan tushayotgan parallel nurlar kub diagonali bo'ylab izometriyada (*b*), o'ng (*c*) va chap (*d*)yo'nalishli dimetriyada (10.6.1-rasm) yo'naltiriladi.



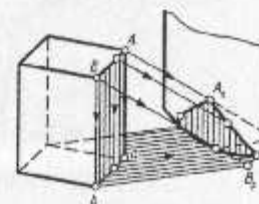
10.6.1-rasm.

10.6.2-rasmda prizma, piramida, silindr va konus soyasining konturuni bajarish ko'rsatilgan. Bunda nafaqat nurning yo'nalish S , balki uning ikkilamchi proyeksiyasi S_p ning yo'nalishini ham bilish kerak. Tushgan soyani bajarishda S va S_p yo'nalishlarning kesishuv nuqtalari olinadi.



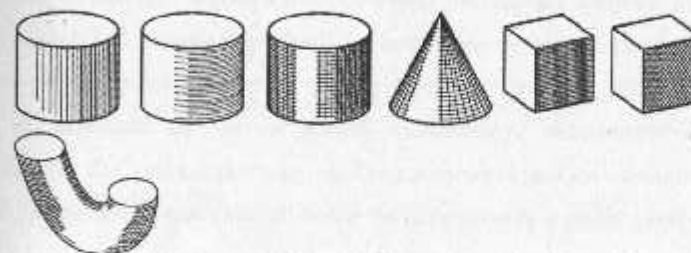
10.6.2-rasm

Agar nur yo'nalishida bir nechta detal joylashsa bir detaldan tushgan soya ikkinchi detal sirtiga ham tushishi mumkin, bunda tushgan soya konturi 10.6.3-rasmda ko'rsatilgandek bajariladi.



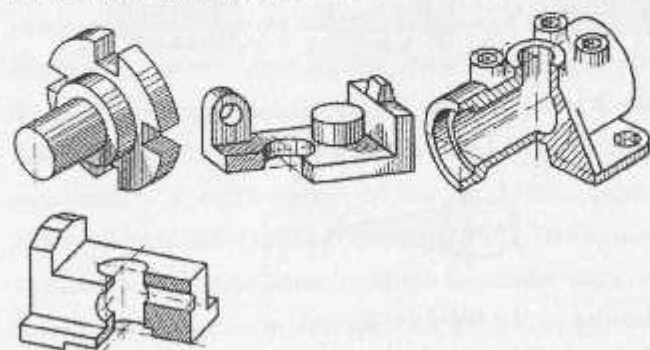
10.6.3-rasm

Texnik rasmda yorug'lik-soyani qalam bilan qo'lda shtrixlas va chizma asboblari bilan shraffirlash (10.6.4-rasm) yordamida beriladi. Bunda kerakli natijaga erishish uchun chiziqlar soni, qalinligi va yo'nalishiga e'tibor berish kerak.



10.6.4-rasm.

Texnik rasmda detalning hajmini ko'rsatuvchi qo'shimcha vosita bo'lmish yorug'lik-soya chiziqlardan kerak bo'lganda, e'tiborlik bilan va me'yorda (10.6.5-rasm, *a*) foydalanish, zarurat bo'lmaganda ularsiz (10.6.5-rasm, *b*) bajarish kerak.



a)

b)

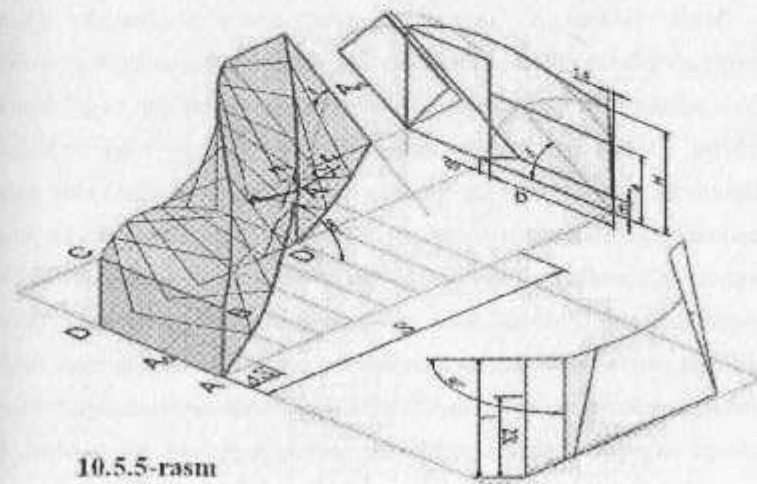
10.6.5-rasm.

Mavzu bo'yicha geometrik modellashga oid materiallar

Yuqorida aytilganidek ba'zan orthogonal proyeksiyalar ob'ektlarni tasavvur qilish, o'rganish yoki loyihalash uchun yetarli bo'lmaydi, ayniqsa ular murakkab sirtidan iborat bo'lsa. Masalan, ag'dargich sirtini loyihalashda shudgorlash jarayonining yaqqol tasvirini hosil qilishni ko'raylik¹⁸. Bunda frontal va gorizontal proyeksiyalarda berilgan shudgorlash jarayonining texnologik sxemalarini ikki yo'nalishda proyeksiyalaymiz. Buning uchun x bo'yicha palaxsasining ag'darilish sikli uzunligi S o'lcham, y va z bo'yicha palaxsa ko'ndalang kesim eni b va balandligi a o'lchamlardan foydalanamiz. Bunda har bir ΔS masofada $\Delta\phi$ burchakka burilgan ko'ndalang kesimga tegishli bir qator nuqtalarning uch zvenoli koordinatalar siniq chizig'i aksonometriyasi yasab tutashiriladi (10.5.5-rasm). Bunday fazoviy geometrik modellashdan turli texnologik mashina va

¹⁸ Журиев Г.Х. Основы геометрического моделирования рабочих органов механизмов и сельскохозяйственной техники. Монография. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, ISBN 978-3-659-66832-6. 2015 – 97-105 b.

jihozlar, hamda ular bilan bog'liq texnologik jarayonlarni tasavvur qilish, o'rganish yoki loyihalashda foydalanish yaxshi samara berishi mumkin.



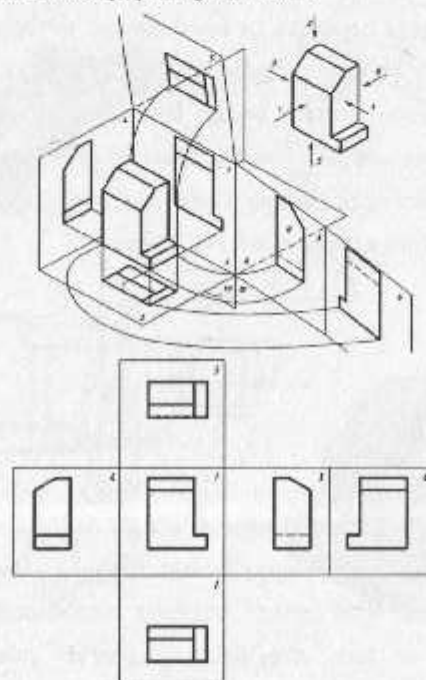
10.5.5-rasm

11. TASVIRLAR VA KO'RINISHLAR

11.1-§. Tasvirlar

Texnik chizmalarni yasashning nazariy asosi hisoblangan chizma geometriyada geometrik jismlar va va ular asosidagi oddiy buyumlarning tasvirlari ikki yoki uchta asosiy o'zaro perpendikulyar proyeksiya tekisliklari va qo'shimcha proyeksiya tekisliklariga parallel ortogonal proyeksiyalash bilan bajarilgan. Loyihalash jarayonida predmetlar (mashina va jihozlarning detallari) ning texnik chizmalarini bajarishda uchta asosiy proyeksiya tekisliklari ko'p hollarda yetarli bo'lmaydi. Chizmalarda tasvirlarni bajarishda bundan tashqari, KHYT standartlarida keltirilgan, bir qator qoida va shartliliklar qo'llaniladi. Texnik chizmalarda buyumlar o'zaro perpendikulyar proyeksiya tekisliklariga to'g'ri burchakli proyeksiyalash usuli bilan tasvirlanadi. Bunda tasvirlanadigan buyum kuzatuvchi va tegishli proyeksiya tekisligi orasida joylashgan deb qaraladi. Bu proyeksiyalash usuli birinchi burchak usuli ham deb yuritiladi (11.1.1-rasm). Asosiy proyeksiya tekisliklari sifatida kubning oltita yoqlari qabul qilinib, ular bitta tekislikka jipslashtiriladi. 6-yoqni 4-yoq yonida joylashtirilishi ham mumkin (11.1.2-rasm). Tasvir – bu belgilangan proyeksiyalash usulida va ma'lum bir mashtabda bajarilgan ko'rinish, qirqim yoki kesimdan iborat har qanday chizma bo'lib, buyumning shakli va barcha kerakli o'lchamlarini aniqlashga xizmat qiladi. Frontal proyeksiya tekisligida bajarilgan tasvir chizmada bosh tasvir sifatida qabul qilinadi. Buyum frontal proyeksiya tekisligiga shunday joylashtirilishi kerak-ki, u buyumning shakli va o'lchamlari to'g'risida eng ko'p ma'lumot berishi kerak. Buyumlarni funktsional holatda yoki tayyorlash qulay bo'lgan holatda tasvirlanadi. Bir necha qismlardan iborat buyumlar funktsional holatda tasvirlanadi. Har qanda holatda foydalaniladigan buyumlar tayyorlash qulay bo'lgan holatda tasvirlanadi. Funktsional holati og'ma buyumlar vertikal yoki gorizontal holatda tasvirlanadi.

Funktsional holati vertikal bo'lgan uzun (baland) buyumlar, pastki qismi o'ng tomonda qilib gorizontal tasvirlanadi. Chizmadagi tasvirlar ularning mazmuniga qarab ko'rinishlar, kesimlar, qirqimlarga bo'linadi.



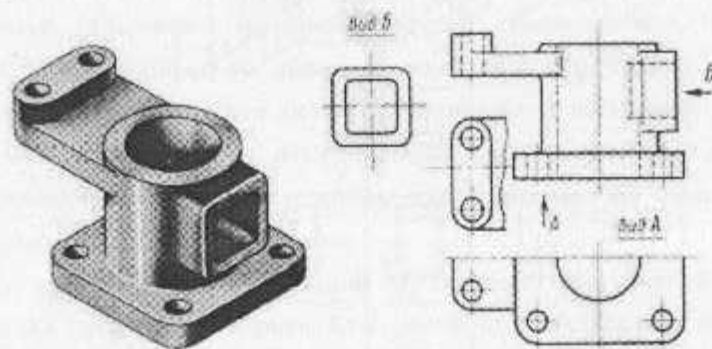
11.1.1-rasm

11.1.2-rasm

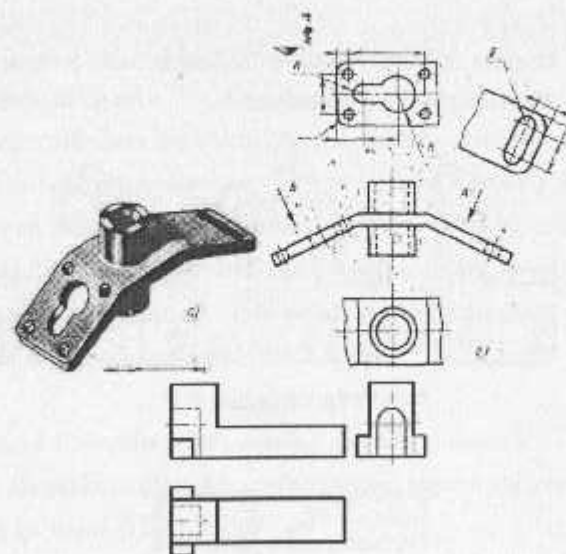
11.2-§. Asosiy ko'rinishlar

Ko'rinish - buyumning ko'rinadigan yuzasi kuzatuvchiga qaratilgan tomonining tasviridir. Asosiy proyeksiya tekisliklarida hosil qilinadigan ko'rinishlar quyidagilar: 1. Olddan ko'rinish (bosh ko'rinish); 2. Yuqoridan ko'rinish; 3. Chapdan ko'rinish; 4. O'ngdan ko'rinish; 5. Ostidan ko'rinish; 6. Orqadan ko'rinish. Asosiy ko'rinishlar 11.1.2-rasmdagidek joylashtiriladi. Qurilish chizmalarida zarur hollarda mos ko'rinishlarga boshqa nomlar berilishi ham

mumkin, masalan "Fasad". Agar yuqoridan, chapdan, o'ngdan, ostidan, orqadan ko'rinishlari bosh ko'rinishga nisbatan (frontal proyeksiya tekisligiga tasvirlangan ko'rinish yoki qirg'imga nisbatan) siljigan bo'lsa, ular chizmada "B ko'rinish" yozuvi bilan belgilanishi kerak (11.2.1-rasm). Qarash yo'nalishi, bosh harf bilan belgilangan yo'nalish (strelka) bilan ko'rsatilishi lozim (11.2.2-rasm). Chizma asosiy ko'rinishlar bosh tasvirdan boshqa tasvirlar bilan ajratilgan holda yoki boshqa varaqlarda ham bajarilishi mumkin. Tasvirlar sonini kamaytirish maqsadida ko'rinishlarda buyumning yuzasining kerakli ko'rinmaydigan qismlarini shtrix chiziqlar bilan ko'rsatishga ruxsat etiladi (11.2.3-rasm).



11.2.1-rasm



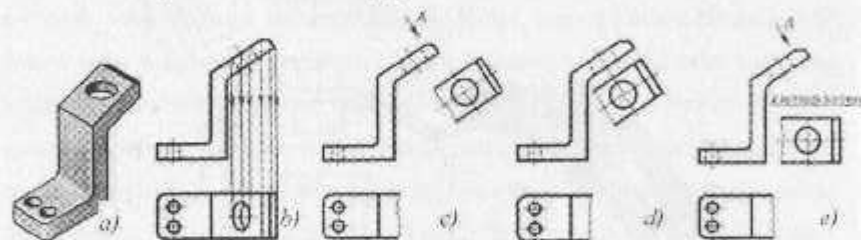
11.2.2-rasm

11.2.3-rasm

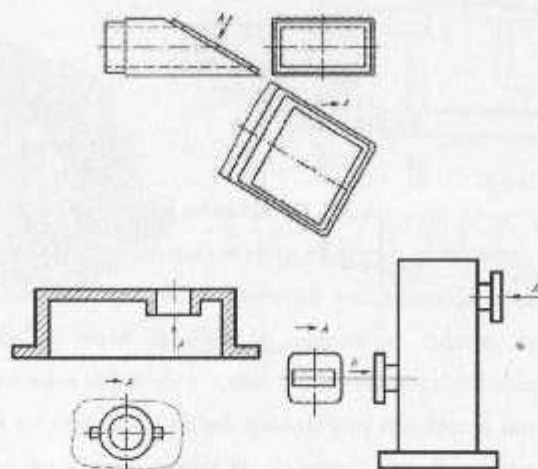
11.3-§. Qo'shimcha ko'rinish

Agar buyumning qandaydir qismini yuqoridagi ko'rinishlarini, chizmani va o'lchamlarini o'zgartirmasdan tasvirlash imkoni bo'lmasa, asosiy proyeksiya tekisliklariga parallel bo'lmagan tekisliklarda hosil bo'ladigan qo'shimcha ko'rinishlardan foydalaniladi (11.3.2-rasm). Agar qo'shimcha ko'rinish mos tasvir bilan bevosita proyeksion bog'lanishda bo'lsa, yo'nalishi va ko'rsatish ustidagi yozuv ko'rsatilmaydi (11.3.1-rasm,c). Qo'shimcha ko'rinishni burish mumkin. Bu holda yozuvning o'ng tomonida "*burilgan*" so'zi qo'shib yoziladi (11.3.1-rasm,e). *A ko'rinish* osti chiziladi, *burilgan* so'zi osti chizilmaydi. Agar chizmada detalning uch asosiy ko'rinishda: olddan, yuqoridan va chapdan, yon elementlari yuqoridan va chapdan ko'rinishlarda o'zgarib tasvirlansa, bu tasvirlarda o'lcham ham qo'yib bo'lmaydi. Bu holda olddan ko'rinish va ikkita qo'shimcha ko'rinishlarni bajarish

o'rinlidir (11.2.2-rasm *A* va *B* strelkalar bo'yicha) hosil bo'lgan qo'shimcha ko'rinishlarda ayrim o'lchamlari ko'paytiriladi.



11.3.1-rasm



11.3.2-rasm

11.4.1-rasm

11.4-§. Mahalliy ko'rinish

Mahalliy ko'rinish - buyumlarning alohida chegaralangan joyi tasviridir (11.4.1-rasm). Mahalliy ko'rinish, sinish chizig'i, simmetriya o'qi bilan chegaralangan yoki chegaralanmagan bo'lishi mumkin. Mahalliy ko'rinish faqat buyum ma'lum bir qismining chizmasini aniqlash zarur bo'lgan hollardagina ishlatiladi (11.2.1-rasm, *B ko'rinish*). Agar tasvir simmetrik bo'lsa uning yarmini tasvirlash mumkin (11.2.1-rasm, *A ko'rinish*). Mahalliy ko'rinish sinish chizig'i bilan chegaralanmasligi ham mumkin (11.2.2-rasm).

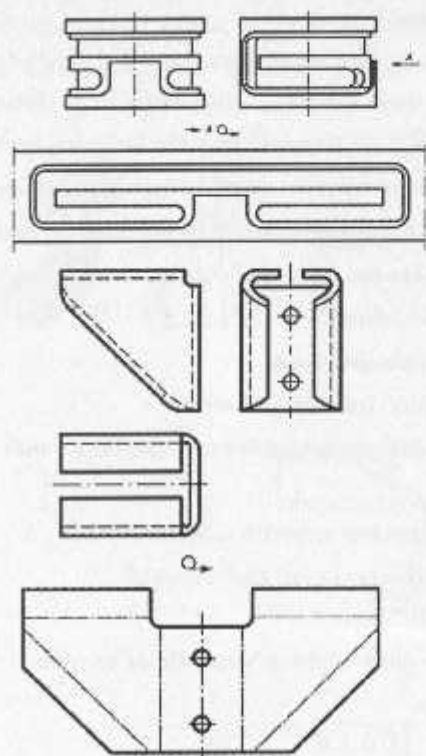
11.5-§. Yoyilgan ko'rinish

Yoyilgan ko'rinishlar odatda quyidagi hollarda qo'llaniladi:

1) Bir tekislikka buzilmasdan yoyiladigan egri buyumlarni, masalan sovutish tizimining *A ko'rinishi* (11.5.1-rasm);

2) Bir tekislikka yoyiladigan bukilgan buyumlarni, bunday tasvirlashda konturlar tutash chiziq bilan bajariladi, bukilgan joylari esa ikki nuqtali shtrixpunktir chiziq bilan belgilanadi (11.5.2-rasm).

Yoyilgan tasvir yuqori qismida yoyilma belgisi qo'yiladi. Qoida bo'yicha buyum yakunlangan shaklda tasvirlanadi.



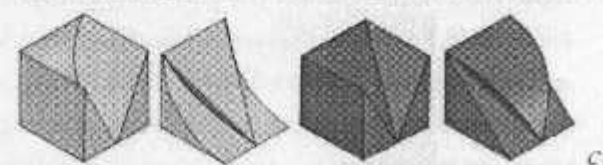
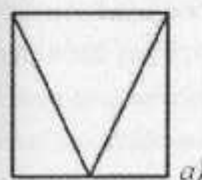
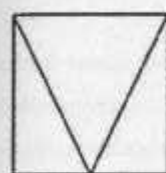
11.5.1-rasm

11.5.2-rasm

Mavzu bo'yicha geometrik modellashga oid materiallar

Ko'rinishlar bir qarashda oddiy masala bo'lib ko'rinsa-da, ularga doir ayrim "Boshqotirma" lar bor-ki, ularni yechish mavzuga doir bilimlarni mustahkamlaydi va fazoviy tasavvurni rivojlantiradi. Masalan, berilgan ikki ko'rinishiga qarab jismning uchinchi ko'rinishi qanday shakllarda bo'lishi aniqlansin (11.5.3-

rasm.a)³⁰. Ushbu masalaning yechimi soni nechta, uni yechishda nimalarga asoslanish kerak?



11.5.3-rasm

"Boshqotirma" masala "Case-study" ko'rinishda bo'lib, uni yechishda "topishmoq topish" emas, balki mantiqiy yondoshuv talab qilinadi. Buning uchun berilgan jism yuzalari va qirralarining shakli va vaziyati geometrik modellash orqali berilsa masalaning yechimini topishda yaxshi samara beradi (11.5.5-rasm,b). Xo'sh ushbu masalaning yechimida qanday geometrik model qo'llanilgan va yakuniy javob nima? Bunda kompyuterda uch o'lchamli modelni yaratish yaqqollik (vizualizatsiya) ni oshiradi va savollarga javob osonroq topiladi (11.5.3-rasm,c).

³⁰ Io'riyev T.X. "Developing of students' creativity by module Surfacing using CAD technologies-Sirlarni loyihalash moduli bo'yicha CAD texnologiyalardan foydalanib talabalar (jediy qobiliyatini rivojlantirish". Bitiruv loyiha isi. O'zRO va O'MTV BIMM malaka oshirish markazi, Toshkent, 2013.

12. QIRQIMLAR. KESIMLAR.

12.1-§. Oddiy qirqimlar

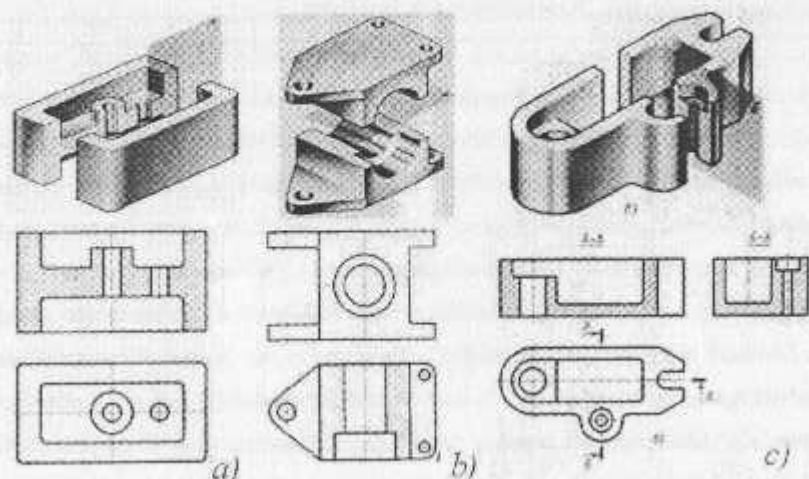
Ma'lumki buyum-chizmasi va xususiyatlari to'g'risida aniq tasavvur olish uchun, qo'shimcha, uning tekislikdagi tasviridan-chizmasidan foydalaniladi. Buyum tasviri aniq qonun-qoidalar bilan bajariladi, Buni ko'rinishlarini bajarish misolida ko'rish mumkin. Lekin amalda shunday murakkab mashina detallari borki, ularni nafaqat tashqi, balki ichki tuzilishi haqida ham chizmada ma'lumot berish zarur. Bu uchun qirqimlar bajariladi. Qirqimlar ham O'zDST 2.305-97 ga muvofiq bajariladi. Qirqim shartli tasvirlash bo'lib, u buyumning ko'zimizga ko'rinmaydigan ichki tuzilishini aniqlash maqsadida bajariladi. Ma'lumki, chizmalarda detallarning ichki ko'rinmas chiziqlarini shtrix chiziqlar bilan chiziladi. Bunda tashqi, ichki chiziqlarning bir yo'la chizmalarda ko'rsatilishi chizmani o'qishni qiyinlashtiradi va ko'pincha xatoliklarga olib keladi. Bundan qutulish uchun shtrix chiziqlarni ko'rinar kontur chiziqlar bilan almashtiriladi, ya'ni qirqim beriladi. Biror detal yoki uzeln tekislik bilan fikran qirqib tekislikda hosil bo'lgan yozuvni hamda tekislik orqasida ko'rinib qolgan teshik chiziqlari, qirra, qovurg'a va hokazolarni kesib ko'rsatish qirqim deyiladi.

Kesuvchi tekislik soniga qarab qirqim oddiy va murakkab qirqimga bo'linadi.

Oddiy qirqim. Chizmada birta kesuvchi tekislik bilan hosil qilingan qirqim oddiy qirqim deyiladi. Qirqimlar kesuvchi tekislikning proyeksiyalar tekisligiga nisbatan joylashishiga qarab gorizonta, vertika va og'ma qirqimlarga bo'linadi. Vertika qirqim fronta va profil qirqimlarni o'z ichiga oladi.

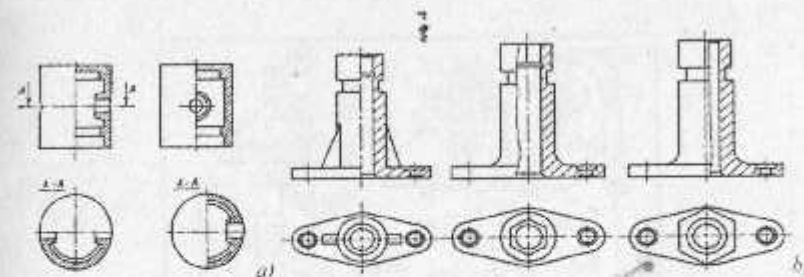
12.1.1-rasm,a da detalning profil proyeksiyalar tekisligiga paralle bo'lgan A tekislik gorizonta proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar bo'lib, deltani simmetriya o'qi bo'yicha kesib o'tsa uning vaziyati chizmada belgilanmaydi va

qirqim yozuv bilan izohlanmaydi. Detalning oldingi kesilgan qismi, ya'ni kuzatuvchi bilan kesuvchi tekislik orasidagi qism fikran olib tashlanadi, qolgan qismi esa fronta proyeksiyalar tekisligida to'liq tasvirlanadi. Detalning kesilgan yuzasi shtrixlab qo'yiladi. Bu bilan chizmani o'qish osonlashadi. 12.1.1-rasm,b da detalning kompleks chizmasi berilgan. Bu erda detalning bosh ko'rinishi o'rnida uning gorizonta oddiy qirqimi tasvirlangan. Gorizonta proyeksiyalar tekisligiga paralle kesuvchi tekislik bilan hosil qilingan qirqim gorizonta qirqim deb ataladi. Bunda detalning ustki yarim qismi fikran olib tashlanadi va qolgan pastki qismi gorizonta proyeksiyalar tekisligida tasvirlanadi. Bu qirqim ham yuqorida ko'rsatilgan mosliklardagi kabi, kesuvchi tekislik detalning simmetriya tekisligi bilan qo'shib qoladi, tegishli tasvirlar bir formatda bevosita proeksion boglanishdali uchun kesuvchi tekislikning vaziyati belgilanmaydi va qirqim yozuv bilan izohlanmaydi. 12.1.1-rasm,c da detalning chapdan ko'rinishi o'rniga profil qirqimi tasvirlangan. Bunda qirqim kesish chizig'i bilan ko'rsatilib, strelka yozuv bilan belgilangan, chunki kesuvchi tekislik detailni nosimmetrik qismlarga bo'ladi. Kesim chizig'i uzoq chiziq bilan belgilanib tasvir konturini kesmaydigan qilib o'tqaziladi va asosiy tutash chiziq yo'g'onligida chiziladi.



12.1.1-rasm

O'zDST talabiga asosan simmetrik detallarga oddiy qirqim berishda ko'rinishning yarmi bilan qirqimning yarmini birlashtirib tasvirlashga ruxsat beriladi. Bunda ko'rinish bilan qirqimni simmetriya o'qi ajratib turadi. 12.1.2-rasm, a da qirqim ko'rinishning bir qismi bilan qo'shib tasvirlangan, ko'rinish qismidagi ko'rinmas kontur chiziqlar ko'rsatilmaydi. Gorizontal qirqimning yarmi simmetriya o'qidan pastda yoki o'ng tomonda joylashtirilishi mumkin.⁴⁰ Shuningdek detalning ko'rinishi bilan qirqimni, butun tasvirini emas, balki uning bir qisminigina, agar bu qismi aylanish sirtidan iborat bo'lsa, simmetriya tekisligi izi bilan qo'shib qoluvchi shtrix-punktir chiziq bilan ajratib chizishga ruxsat etiladi. Agar simmetriya o'qiga buyumning biron bir qirrasi to'g'ri kelsa ko'rinish va qirqimni ingichka to'lqinsimon chiziq bilan ajratish kerak. Ichki qirrani tasvirlashda ingichka to'lqinsimon chiziq ko'rinishni va tashqi qirrani tasvirlashda qirqimni cheklashi lozim (12.1.2-rasm, b).



12.1.2-rasm

Qirqimlarga oid xorijiy adabiyotdan keltirilayotgan materiallarda ham buni ko'rish mumkin: "Mashina qismlarining ichki va tashqi detallari mavjud. Ichki qirralar tashqi ko'rinishida ko'rinmaydi va ko'rinmas chiziqlar shtrix chiziqlar bilan chiziladi. Shtrix chiziqlar bilan tasvirlangan bunday ko'rinmas chiziqlar ko'p bo'lsa chizma chalkash bo'ladi. Bunday chalkashliklardan qutulish uchun obyektlarga qirqim beriladi" (12.1.3-rasm, a-e)⁴⁰.

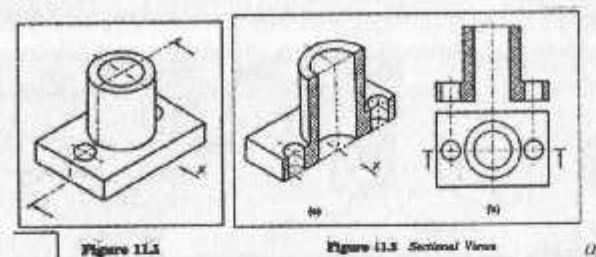


Figure 12.3

Figure 12.3 Sectional Views

a)

⁴⁰ Shah M.R., Rana B.C. Engineering Drawing. India. 2009, 259-265 betlar.

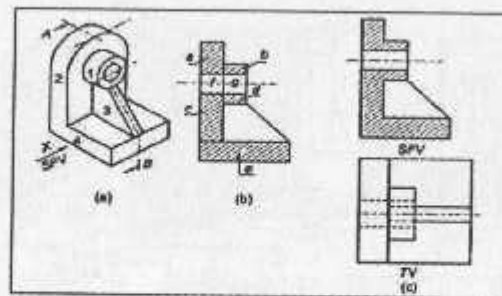


Figure 11.19 Process of Drawing Sectional View

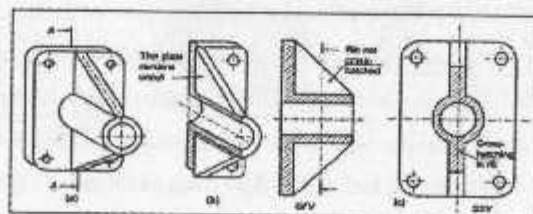


Figure 11.18 Ribs Not Sectioned if CP Parallel to Largest Surface

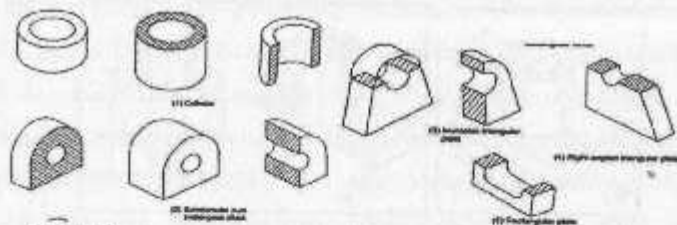


Figure 11.17 Basic Solid Shapes Cut by Cutting Planes Parallel to Reference Planes

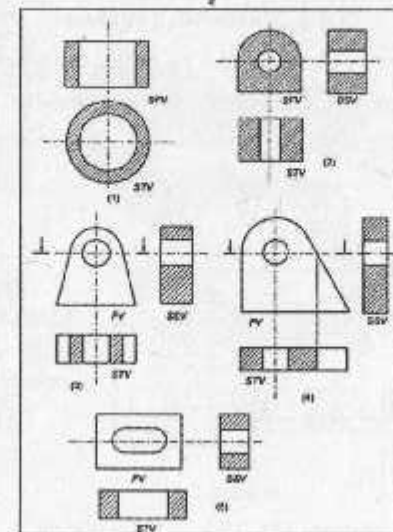
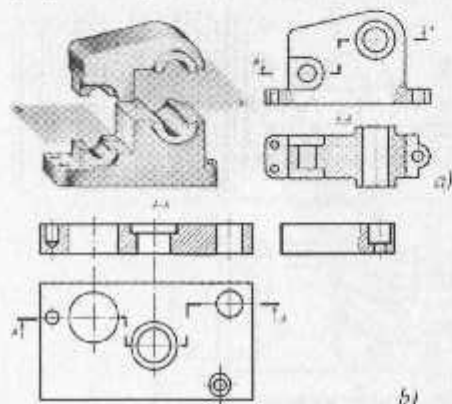


Figure 11.16 Sectional Views Basic of Basic Solid Shapes

12.1.3-rasm: a) qirgim; b) qirgimni bajarish tartibi; c) kesuvchi tekislik katta yuziga parallel bo'lsa qovurg'aga qirgim berilmaydi; d) keng tarqalgan shakliga ega jismlarda proyeksiya tekisliklariga parallel qirgim; e) keng tarqalgan shakliga ega jismlarda qirgim berish qoidalar.

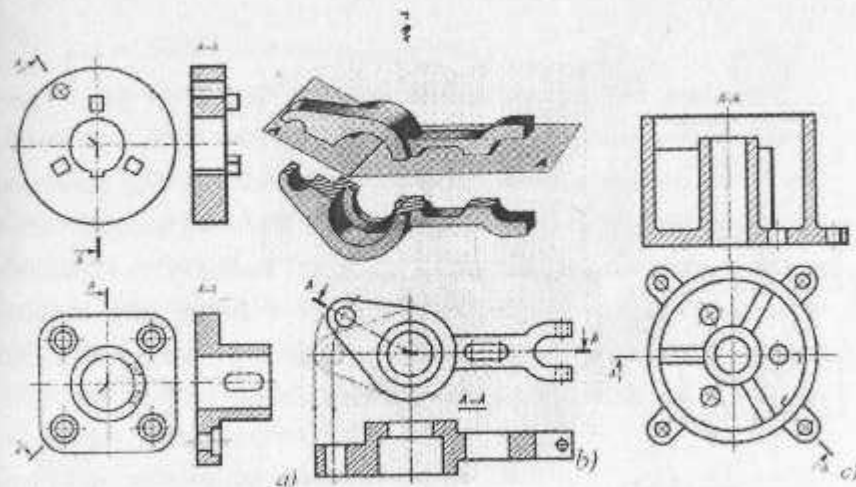
12.2-§. Murakkab qirqimlar

Murakkab qirqim – buyumni ikki va undan ortiq kesuvchi tekislik bilan kesib hosil qilinadi. Agar kesuvchi tekisliklar o'zaro parallel joylashsa pog'onali qirqim hosil qilinadi (12.2.1-rasm, a, b).



12.2.1-rasm

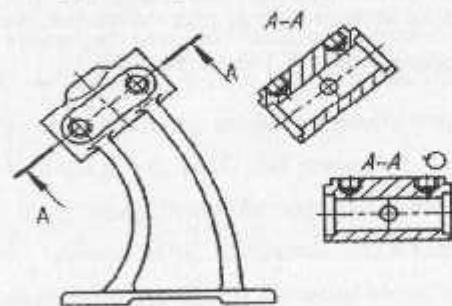
Agar kesuvchi tekisliklar o'zaro ma'lum bir burchak ostida o'tkazilsa siniq qirqim hosil qilinadi (12.2.2-rasm, a). Bunda kesuvchi tekisliklar bir tekislikka jipslashtiriladi. Zarur holda proyeksiya siniq qirqim asosida bajariladi (12.2.2-rasm, b). Ayrim hollarda siniq qirqimni pog'nali ko'rinishda berish mumkin (12.2.2-rasm, c).



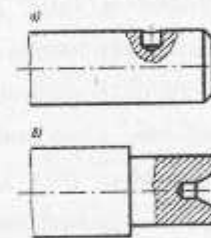
12.2.2-rasm

12.3-§. Qiya va mahalliy qirqimlar

Chizmalarda ba'zi bir hollarda **qiya** (og'ma) va **mahalliy** qirqimlar ham beriladi. Kesuvchi tekislik proyeksiyalar tekisliklaridan biriga nisbatan biror burchak ostida bo'lganda detalda qiya qirqim hosil bo'ladi (12.3.1-rasm). Bunda ham qirqim A-A tipidagi yozuv bilan belgilanadi. Buyum ko'rinishining ma'lum bir qismini qirqib tasvirlanishi mahalliy qirqim deyiladi. Bunday chizmalarda qirqim chegarasi ingichka to'liqinsimon chiziq bilan chegaralanadi (11.3.2-rasm, a, b).



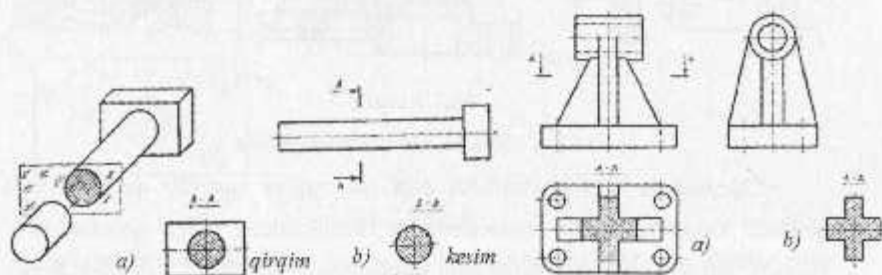
12.3.1-rasm



12.3.2-rasm

12.4-§. Kesimlar

Detalning tekislik bilan kesilgan yuzasining ko'rsatilgan tasviri kesim deyiladi. Kesimar ham ko'rinish va qirqimlar singari O'zDST 2.305-97 ga muvofiq bajariladi. Kesimning qirqimdan farqi shundaki bunda detalning kesishuvchi tekislik orqasida ko'rinib qolgan qismi chizilmaydi. Kesimning qirqimdan farqini yaxshiroq tushunish uchun 12.4.1-rasm *a* va *b* lardagi, shuningdek, 12.4.2-rasm *a, b* lardagi tasvirlarni taqqoslab ko'rishning o'zi kifoya. Demak kesim detalning tekislik kesib o'tgan joyining chizmasini (dumaloqligi, to'g'ri turtburchakligi, oval yoki biror boshqa shakldaligini) ko'rsatish uchun ishlatiladi.

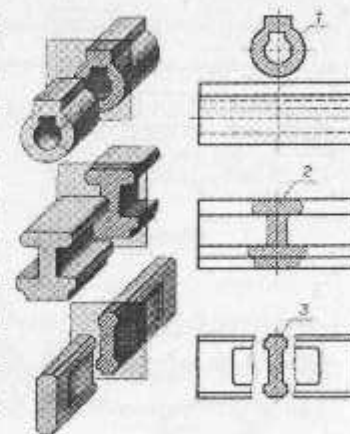


12.4.1-rasm

12.4.2-rasm

Kesim deb, buyumni birta yoki bir nechta tekisliklar bilan fikran kesganda hosil bo'ladigan chizmaning tasviriga aytiladi. Kesimda kesuvchi tekislikda nima bo'lsa, faqat o'shani ko'rsatiladi va kesimga tushgan yuza shtrixlanadi. Kesuvchi tekislik deb, detalni fikran kesiladigan yordamchi tekislikka aytiladi.

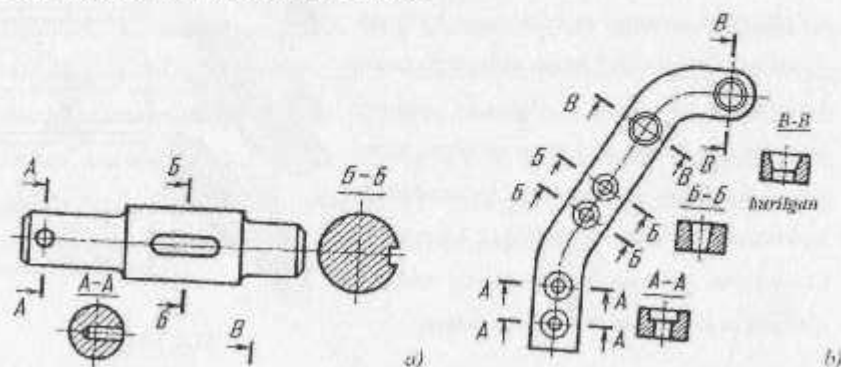
Kesim asosan, buyumning ko'ndalang kesimi chizmasini ko'rsatish uchun qo'llaniladi. Joylashuviga qarab kesim tashqariga ustiga qo'yilgan va chiqarilgan kesimlarga bo'linadi. Tashqariga chiqarilgan kesim deb detal tasviri konturidan tashqarida joylashgan kesimga aytiladi (12.4.3-rasm, *a*). Ustiga qo'yilgan kesim deb, bevosita chizmaning ko'rinishlarida joylashgan kesimga aytiladi (12.4.3-rasm, *b*). Chiqarilgan kesimni buyum tasviri tushurib qoldirilgan joyda ham tasvirlash mumkin.



12.4.3-rasm

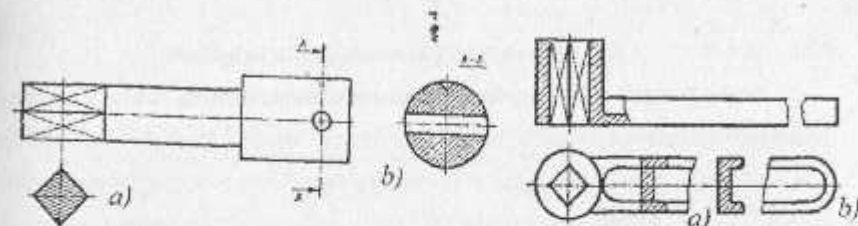
Tashqariga chiqarilgan kesim konturi tutash yo'g'on asosiy chiziq bilan chiziladi, bu chiziqning yo'g'onligi tasvirning ko'rinar konturi uchun tanlab olingan yo'g'onlikka teng qilib olinadi (12.4.3-rasm, *b*). Ustiga qo'yilgan kesim konturi ingichka tutash chiziq ($S3+S2$) bilan chiziladi (12.4.3-rasm, *a*). Agar kesim ko'rinishning kontur chiziqlarini to'sib qolsa, ular uzilishsiz tasvirlanadi. Chizmadagidek kesim shakli simmetrik bo'lgan hol uchun kesuvchi tekislik holati ko'rsatilmaydi. Ustiga qo'yilgan yoki tasvirning uzun joyida joylashtirilgan simmetrik bo'lmagan kesimda kesuvchi tekislikning holati uzun chiziq va yo'nalish bilan ko'rsatiladi lekin harf bilan belgilanmaydi (12.4.3-rasm, *a* va *b*). Boshqa barcha hollardagi kesimlarda kesuvchi tekislikning holati ko'rsatiladi, ular belgilanadi va kesimning ustida harf yozilib u ostiga chiziladi (12.4.4-rasm, *a, b*). Agar kesuvchi tekislik teshik yoki chuqurlikni chegaralovchi aylanish sirti o'qidan o'tsa, uning konturi kesuvchi tekislikka tushmasa ham teshik yoki chuqurlik konturi kesimda to'la ko'rsatiladi (12.4.4-rasm, *b*), yoki xuddi qirqimdek rasmiylashtiriladi. Bir detalda bir nechta bir xil kesimlar bajarilganda, faqat birta kesim tasvirlanadi, kesish chiziqlari esa birta harf bilan belgilanadi (12.4.4-rasm, *b*).

Zarur holda kesimni burish mumkin, unda **B-B** kesim belgisi yonida "**burilgan**" so'zi qo'yiladi. Agar kesuvchi tekisliklar o'zaro parallel bo'lmasa "**burilgan**" so'zi yozilmaydi (12.4.4-rasm a, b, A-A kesim).

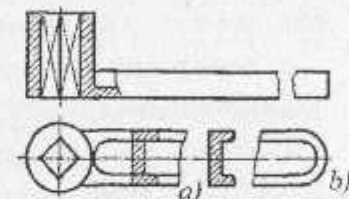


12.4.4-rasm

Kesim yuzasini 12.4.5-rasm, a da ko'rsatilgandek yozuvsiz joylashtirish mumkin, bunda kesimning simmetriya o'qi shtrix-punktir chiziqlari ko'rsatiladi yoki 12.4.5-rasm, b da ko'rsatilgandek chizmaning bo'sh va qulay joyiga joylashtirilishi lozim. Bunday vaqtda chizma kesuvchi tekislik vaziyatini ko'rsatuvchi shtrix chiziqlar, streika va harf bilan belgilanadi. Kesim yuzasi streika bilan ko'rsatilgan yo'nalishga mos holda A-A tipidagi yozuv bilan to'ldiriladi. Kesuvchi tekislik teshik yoki chuqurcha o'qi orqali o'tkazilsa, unda chuqurcha yoki teshikning konturi to'liq ko'rsatiladi (12.4.5-rasm, b). Ustiga qo'yilgan kesimlar bevosita ko'rinishning o'zida tasvirlanadi. Bunday kesimlarni buyumning ko'rinishida kontur chiziqlar ko'p bo'lmagan hollardagina qo'yilgan kesimning kontur chizig'i ingichka chiziq bilan chiziladi. Ko'rinishning asosiy chizig'i tutash asosiy chiziqligicha qoladi (12.4.6-rasm, a). Kesim konturi asosiy tutash chiziq bilan chiziladi (12.4.6-rasm, b).

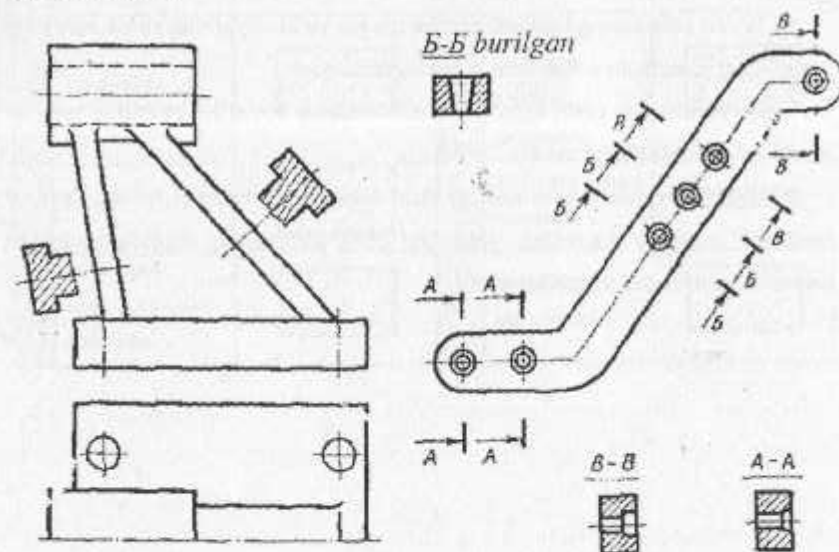


12.4.5-rasm

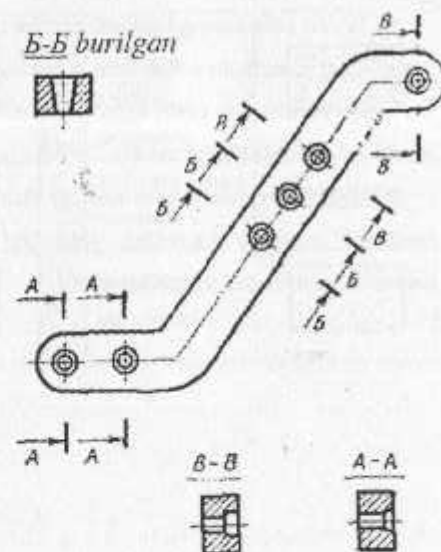


12.4.6-rasm

Kesimlarni chizishda detalning konstruktiv chizmasini saqlash maqsadida 2 ta kesuvchi tekislik normal ko'ndalang kesim olinadigan qilib o'tqaziladi (12.4.7-rasm). Bir buyumga tegishli bo'lgan bir necha bir xil kesimlar uchun kesim chizig'i bir xil harf bilan belgilanadi va bir kesim chizib ko'rsatiladi. (12.4.8-rasm A-A, B-B, C-C kesimlar).



12.4.7-rasm



12.4.8-rasm

12.5-§. Materiallarni kesimda grafik belgilash

O'zDST 2.306-96 standartdagi chizmalarda buyumlarning kesim yuzalarini ularning materialiga qarab belgilashni talab etadi. Qurilish va sanoat korxonalarining barcha tarmoqlari chizmalarida tasvirlangan materiallarning kesim yuzalari uning turiga qarab, O'zDST talab va qoidalariga muvofiq, grafik ko'rinishda belgilanadi (Jadval-12.5). Kesim yuzasining grafik belgisi chizmani o'qishni engillashtiradi, detal materialining turini aniqlashga yordam beradi.

Materiallarni kesim yuzasini shtrixlashda quyidagi talablarga rioya qilinadi:

1) Kesim yuzasini shtrixlash chiziqlari kontur chizig'iga yoki asosiy yozuvga nisbatan 45°, 30°, 60° qiyalatib o'tkaziladi.

2) Parallel' shtrixlash chiziqlari orasidagi masofa 1-10 mm oralig'ida olinadi.

3) Bir chizmaning o'zidagi barcha qir'qim va kesimlarning shtrix chiziqlari oralig'idagi masofa bir xil bo'lishi ta'minlanishi lozim.

4) Yonma-yon joylashgan ikki turli detalning kesimlari bir-biriga qarama-qarshi yo'nalishda shtrixlanadi.

5) Ikki turli detal uchunchi bir detal bilan yondashadigan bo'lsa, shtrixlar orasidagi oraliq o'zgartiriladi yoki bir detal kesimining shtrixlash chizig'i ikkinchisiga nisbatan siljitib bajariladi.

Materiallarning grafik belgilanishi

№	Materialning nomlanishi	Materialning grafik belgilanishi	№	Materialning nomlanishi	Materialning grafik belgilanishi
1.	Metallar va qattiq qotishmalar		7.	Shisha va boshqa shaffof materiallar	
2.	Presslangan va metallmas materiallar		8.	Suyuqliklar	
3.	Yog'och		9.	Tabiiy grunt	
4.	Tabiiy tosh		10.	To'kilgan grunt va shunga o'xshash materiallar	
5.	Beton		11.	To'r va to'qima materiallar	
6.	Teriladigan keramik va silikat materiallar		12.	Temir-beton aralashmasi	

13. QO'ZG'ALMAS BIRIKMALARNING CHIZMADA TASVIRLANISHI

13.1-§. Birikish usullari. Shponkali birikmalar

Ma'lum-ki, texnologik mashina va jihozlar ularni tashkil etuvchi detallarning yig'indisidan iborat bo'ladi. Ammo bu oddiy yig'indi emas, balki texnologik mashina va jihozlarning belgilangan vazifalarni bajarishlarini ta'minlash maqsadida ularni tashkil qiluvchi detallarning ma'lum bir talablar, usullar va vositalar asosida biriktirilishidan hosil bo'lgan yig'indi hisoblanadi. Biriktirish talablari asosan texnologik bilimlar asosida amalga oshiriladi. Ammo texnologik mashina va jihozlarning chizmalarini o'qish, ularning chizmalarini tayyorlash va ularni loyihalash jarayonida ularni tashkil etuvchi detallarni biriktirish vositalari (biriktirish detallari) va usullarini bilish talab qilinadi. Detailarni yig'ish jarayonida hosil bo'ladigan birikish usullari *ajraladigan* va *ajralmaydigan* bo'ladi. Agar biriktirilgan detallarni buzmasdan va ularga shikast yetkazmasdan bir necha bor qayta ajratib-yig'ish imkoni bo'lsa, bunday birikmalar *ajraladigan birikmalar* deyiladi. Ajraladigan birikmalar *qo'zg'aluvchan* va *qo'zg'almas* turlarga bo'linadi. O'z-o'zidan kelib chiqadi-ki, qo'zg'aluvchan birikmalar ma'lum bir texnologik operatsiyalarni bajarish maqsadida detallarning birgalikda, lekin geometrik bog'lanish orqali qo'zg'alishga asoslangan birikish demakdir. Bularga misol qilib *shponkali*, *shitsali* va *prijinali* birikmalarni keltirish mumkin. Qo'zg'almas birikmalar esa ishlash jarayonida o'zaro qo'zg'almas bo'ladi. Bularga misol qilib *rezbali* va *podshipnikli* birikmalarni keltirish mumkin. Ajraladigan birikish usullariga asoslanib birikish vositalari sifatida *geometrik bog'lanish elementlari* (*o'yiqlar*, *yuzalar* va *detaillar*) va *mahkamlash detallari* ishlatiladi. Ajraladigan

birikmalar texnologik mashina va jihozlarni ishlatish (eksploatatsiya qilish) va ta'mirlashda katta ahamiyatga ega. Agar biriktirilgan detallarni qayta ajratish natijasida ularga shikast yetsa yoki buzilsa bunday birikmalar *ajralmaydigan birikmalar* deyiladi. Bularda ham qo'zg'aluvchanlik va qo'zg'almaslik terminlarini ishlatish mumkin, lekin aksariyat ajralmaydigan birikmalar qo'zg'almas bo'lib, ular asosan texnologik mashina va jihozlarning mustahkamligini ta'minlashni ko'zda tutadi. Ajralmaydigan birikish vositalari sifatida *texnologik vositalar* (*kavshar*, *yelim* va *payvand choklar*) va *detaillar* (*parchin mix* va *h.k.z.*) ni aytilish mumkin. Shu asosda *payvandli*, *parchinli* va *boshqa birikmalarni* misol keltirish mumkin. Quyida birikmalarining ayrim turlari va elementlari bilan tanishib, ularning chizmalarini o'qish, tayyorlash va ulardan foydalanishni ko'rib chiqamiz.

Shponkali birikmalarni tasvirlash. Shponka shakli va turlari 13.1.1-rasmda keltirilgan, ularning o'lchamlari standart bilan beriladi. Detailarni prizmatik shponka bilan biriktirish 13.1.2-rasmda berilgan. Chizmada bo'ylama qirg'imni chizishda shponka shartli ravishda qirgilmagan holda ko'rsatilgan. Prizmatik shponkali (2) birikma chizmada shponkaning ustki va shponka ariqchasining (3) vtulka ichida) tubi orasida zazor qoldirib ko'rsatiladi. Val 1 da shponka ariqchasini ko'rsatish uchun mahalliy qirg'im berilgan. Ponasimon va segmentli shponka bilan biriktirish prizmatik shponkali biriktirishdan biroz farq qiladi. Ponasimon shponkali birikmada zazorlar yon tomondan joylashadi. Segmentli shponka birikmasida valdagi ariqcha chizmasi o'zgaradi.

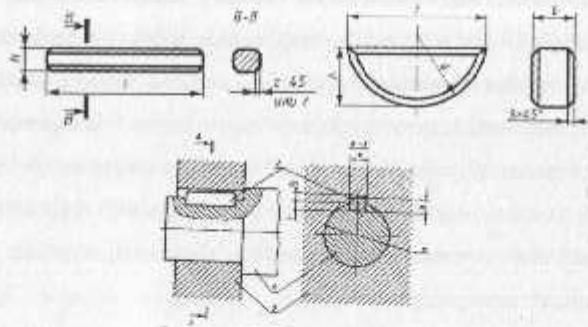
Shponkalarining shartli belgilariga misollar.

1-variantdagi (uchlari yumaloqlangan) oddiy prizmatik shponka: *Shponka 18x11x100 GOST 23360-78*, bunda o'lchamlari: eni $b=18\text{ mm}$, balandligi $h=11\text{ mm}$, uzunligi $l=100\text{ mm}$.

2-variantidagi xuddi shunday shponka (uchlari yassi kesilgan) quyidagicha belgilanadi: *Shponka 2-18x11x100 GOST 23360-78*, o'lchamlari: eni $b=18\text{ mm}$, balandligi $h=11\text{ mm}$, uzunligi $l=100\text{ mm}$.

Segmentli shponka o'lchamlari eni $b=6\text{ mm}$, balandligi (segment) $h=10\text{ mm}$ bo'lganda, *Shponka 6x10 GOST 24071-80* ko'rinishda belgilanadi.

Shponkalar o'lchamlari standartlashtirilgan. Shponkalarining standart jadvalida quyidagilar ko'rsatiladi: val diametri D va bu diametrga mos keladigan shponkaning o'lchamlari (eni b , balandligi h va shponka ariqchasining uzunligi: t - val uchun, t_f - Vtulka uchun). Shponka uzunligi l standartlar jadvalidan tanlab olinadi.



13.1.1-rasm

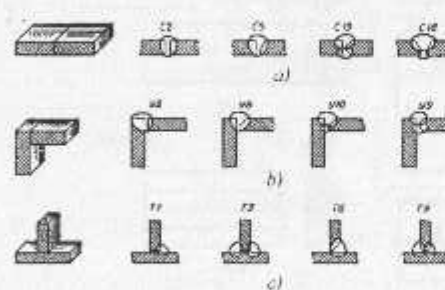
13.1.2-rasm

13.2-§. Payvandli va parchinli birikmalar

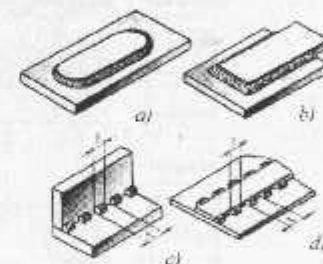
Payvand birikmalar. Ularning quyidagi turlari mavjud: uchma-uch bir tekislikda yoki bita sirtida joylashgan ikki element birikmasi (13.2.1-rasm,a); burchakli to'g'ri burchak ostida joylashgan va qirralari bir-biriga tegib turgan ikki element birikmasi (13.2.1-rasm,b); Tavrli bir detal yon sirtiga ikki detal to'retsini to'g'ri burchak ostida payvandlab biriktirish (13.2.1-rasm,c); ustma-ust bu birikmalarda payvandlanadigan elementlar o'zaro parallel joylashadi va bir-birini qoplaydi;

Payvand choklar quyidagilarga bo'linadi, uchma-uch chok - uchma-uch birikmalarining payvand choki; burchakli chok burchakli, ustma-ust va tavr birikmalarining payvand choki, nuqtaviy chok-ustma-ust biriktirishning payvand choki, bunda payvandlanadigan qismlar ayrim nuqtalar orqali bog'lanadi. Payvand choklar quyidagi belgilari bo'yicha turlarga bo'linadi: uzunligi bo'yicha, tashqi ko'rinishi bo'yicha, qirralarining chizmasi bo'yicha, ya'ni payvandlanadigan detallarning to'retslarining yuzalari bo'yicha bajarilgan chokning harakteri bo'yicha.

Uzunligi bo'yicha payvand choklar uzluksiz va uzuq-uzuq bo'lishi mumkin. Uzluksiz-uzunligi bo'yicha payvandlangan chok (13.2.2-rasm,a,b); uzuq-uzuq chok, bunda uzunlik bo'ylab payvandlanamagan oraliqlar bo'ladi (13.2.2-rasm,c,d).



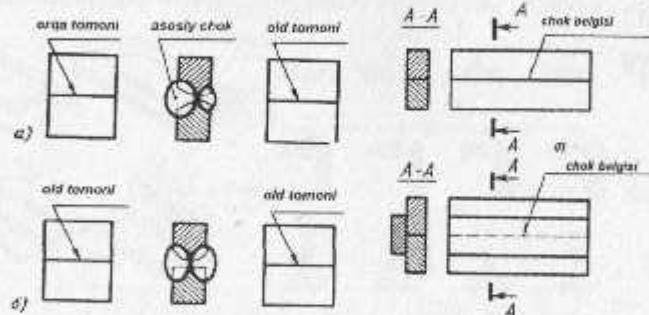
13.2.1-rasm



13.2.2-rasm

Payvand birikma choklarida chokning o'ngi va teskari tomonlari bo'ladi. Bir tomonlama ishlanadigan payvand birikma choklarida qirralari simmetrik ravishda tayyorlanadigan payvand birikmalardagi ikki tomonlama solingan chokning o'ngi sifatida ular har ikki tomonini qabul qilishi mumkin (13.2.3-rasm).

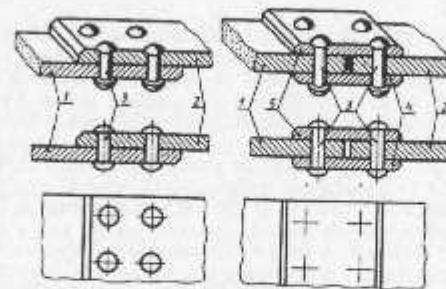
Payvand choklarini tasvirlash va belgilash. Payvand birikma choklari ularning payvand usulidan qat'iy nazar DST 2.312- ga muvofiq shartli ravishda quyidagicha tasvirlanadi: ko'rinadigan chok-tutash chiziq bilan (13.2.4-rasm, a) ko'rinmas chok shtrix chiziq bilan (13.2.4-rasm, b). Ko'rinadigan yakka payvand nuqtalari, ularni payvandlash usullaridan qat'iy nazar, tutash yo'g'on chiziq bilan chiziladigan "+" ishora bilan shartli belgilanadi. Ko'rinmaydigan yakka payvand nuqtalari tasvirlanmaydi. Konstruktiv elementlarining o'lchamlari standart tomonidan belgilanmagan choklar (nostandart choklar) ularni shu chizma bo'yicha tayyorlash uchun kerakli konstruktiv elementlarning o'lchamlarini ko'rsatib tasvirlanadi. Payvand birikma chokining joylashgan o'rnini ko'rsatish uchun bir tomonlama strelkasi bo'lgan ingichka chiziq bilan chiziladigan chetga chiqarish chizig'i qo'llaniladi. Chetga chiqarish chizig'ining ikkinchi uchiga ingichka tutash chiziq bilan chiziladigan gorizontal tokcha qo'yiladi.



13.2.3-rasm

13.2.4-rasm

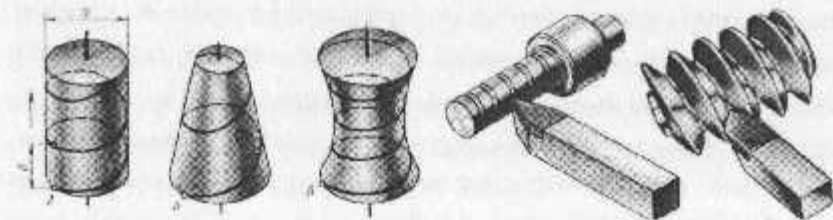
Detallarni parchin mixlar bilan biriktirish. Parchin mixli birikmalarning quyidagi turlari qo'llaniladi: *Ustma-ust* biriktirish (13.2.5-rasm, a) bunda biriktiriladigan elementlar biri ikkinchisining ustiga qo'yiladi va *uchma-uch* taglik qo'yib biriktiriladi (13.2.5-rasm, b) bu holda biriktiriladigan detallar ustiga bita yoki ikkita qo'shimcha polesalar-tagliklar qo'yiladi. Parchin mixlarni bir qatorli qilib joylashtiriladi. Agar kesuvchi tekislik parchin mix o'qi orqali o'tsa, u holda parchin mixlar qirqimda kesilmagan holda, shtrixlanmasdan ko'rsatiladi. Agar parchin mixlarning faqat joylashishini ko'rsatish zarur bo'lsa, u holda parchin mixlar kallagi o'nida kalta qilib o'q chiziqlar tasvirlanadi (13.2.5-rasm, b). Parchin mix belgisida uning diametri, uzunligi va parchin mixning shakli va o'lchamini aniqlovchi standart nomeri ko'rsatiladi. Masalan, **Parchin mix 8x20.00 GOST 10299-80** belgilashni shunday tushuniladi: yarim yumaloq kallakli parchin mixning diametri $d=8\text{mm}$ uzunligi $l=20\text{mm}$, 00 grupp materialidan qoplamasiz ishlangan. **Parchin mix 8x20.38.M3.036 GOST 10300-80** belgilanishni shunday tushunish kerak: yashirin kallakli parchin mix, diametri $d=8\text{mm}$, uzunligi $l=20\text{mm}$, 38 gruppada D18 markali materialdan ishlangan, qalindigi 6mm, 03 qoplama



13.2.5-rasm.

13.3-§. Rezba birikmalar.

Rezba birikma - ikki va undan ortiq detalni qo'zg'almas ajraladigan biriktirish usulida yig'ish hisoblanadi. Ma'lumki, rezba keskichning aylanish sirtiga ega detalning ichki yoki tashqi sirtida vintsimon harakati (aylanma va ilgariylanma harakatning qo'shiluvi) asosida o'yiqli kesish natijasida hosil bo'ladi. Uning hosil bo'lish jarayoniga asoslanib uning nomi ruscha "нарезка" - kesmoq so'zidan olingan (inglizchada esa "thread" - "ip o'rami shaklidagi chiziqli o'yiqli" ma'nosidan kelib chiqadi). Vint chiziqning hosil bo'lishiga asoslanib rezbalar faqat ba'zi aylanish sirtlarida: asosan silindr sirtida, ayrim hollarda esa konus, sfera, bir pallali giperboloid va paraboloid sirtlarida ham ochiladi (13.3.1-rasm).



13.3.1-rasm.

Vint chiziq va rezba R qadam bilan farqlanadi. Qadam deb yasovchi bir marta o'q atrofida aylanganda undagi A nuqtaning bosib o'tgan yo'liga yoki qo'shni o'ramlarning yasovchi bo'ylab yurgan masofasiga aytiladi.

Rezbalar: 1) profilning shakli bo'yicha: uchburchakli, trapetsiodal, tirak, yumaloq, to'g'ri burchakli, kvadrat; 2) sirti bo'yicha: silindrik, konus va h.k.z.; 3) joylashishi bo'yicha: ichki va tashqi; 4) kirimlar soni bo'yicha: bir kirimli va ko'p kirimli; 5) vint chizigining yo'nalishi bo'yicha: o'ng va chap bo'lishi mumkin.

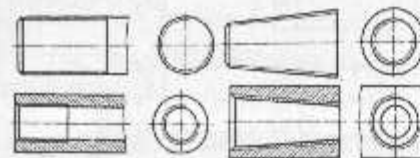
Rezba quyidagicha tasvirlanadi:

a) sterjenda - rezbaning tashqi diametri bo'ylab asosiy tutash chiziqlar bilan va ichki diametri bo'ylab ingichka tutash chiziqlar bilan.

b) teshikda - rezbaning ichki diametri bo'ylab asosiy tutash chiziqlar bilan va tashqi diametri bo'ylab ingichka tutash chiziqlar bilan.

Sterjen o'qiga parallel bo'lgan tekislikka proektsiyalab olingan tasvirlarda rezbaning ichki diametri bo'ylab ingichka tutash chiziqni rezbaning chikishsiz xamma uzunligi bo'ylab chiziladi, sterjen o'qiga perpendikulyar bo'lgan tekislikka proektsiyalab olingan ko'rinishlarda esa, rezbaning ichki diametri bo'ylab aylananing taxminan $\frac{1}{4}$ qismiga teng ixtiyoriy joyidan ajratilgan yoy o'tqaziladi (13.3.2-rasm).

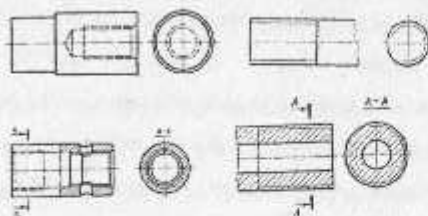
Teshik o'qiga parallel bo'lgan qirgimlarda ingichka tutash chiziqni rezbaning tashqi diametri bo'ylab rezbaning xamma uzunligi bo'yicha o'tqaziladi, teshik o'qiga perpendikulyar bo'lgan tekislikka proektsiyalab olingan tasvirlarda rezbaning tashqi diametri bo'ylab aylananing taxminan $\frac{1}{4}$ qismiga teng bo'lgan ixtiyoriy joyida ajratilgan yoy o'tqaziladi (13.3.3-rasm).



13.3.2-rasm

13.3.3-rasm

Rezbaning tasvirlashda ingichka tutash chiziq asosiy chiziqdan 0,8 mm dan kam bo'lmagan va rezba qadamining kattaligidan ko'p bo'lmagan masofada o'tqaziladi. Ko'rinmaydigan qilib ko'rsatiladigan rezbaning tashqi va ichki diametri bo'yicha bir qalinlikdagi shtrix chiziqlar bilan tasvirlanadi (13.3.4-rasm). Sterjen va teshikdagi rezbada rezba chegarasini belgilovchi chiziq, rezbaning to'liq profilining oxirida o'tqaziladi (chiqish boshlanishidan oldin). Rezbaning chegarasi asosiy tutash chiziq bilan tasvirlanadi va rezbaning tashqi diametrigacha o'tqaziladi. Rezba ko'rinmas qilib tasvirlanganida esa shtrixli chiziq bilan tasvirlanadi (13.3.5-rasm).



13.3.4-rasm

13.3.5-rasm

13.3-Judval

Rezbalarning turlari va ularni belgilash

Silindrik metrik rezba	Trubali silindrik rezba	Trubali konussimon rezba	Tirak rezba	Trapetsional rezba	To'g'ri burchakli rezba

Quyida rezbali birikmalarga oid inglizcha terminologiyani o'rganish maqsadida xorijiy adabiyotdan tarjima qilib keltirilmoqda (13.3.6, 13.3.7-rasmlar)⁴¹.

1. **External thread - Tashqi rezba.** Bu silindr yuzasida uzluksiz spiralsimon o'yoq. Bolt, shpilka, vint va boshqalarda tashqi rezba ochiladi.

2. **Internal thread - Ichki rezba.** Bu silindrik o'yoq ichki yuzasidagi rezba. Gayka tegishli yuzasidagi rezba ichki rezba. Bolt yoki shpilkadagi tashqi rezba gaykadagi ichki rezba bilan qo'shiladi. Tashqi va ichki rezbalarga ega ikki bunday elementlar vint juftini tashkil etadi. Bir yoki bir nechta bunday juftlar detallarni birlashtirish uchun ishlatiladi.

3. **Right-hand and left-hand threads - O'ng va chap rezbalar.** Rezbali element o'qi bo'ylab qaralganda rezba soat mili bo'ylab harakatlanuvchi nuqta o'ng rezba bo'lsa, kuzatuvchidan uzoqlashadi. Agar rezba bo'ylab soat miliga teskari tarzda aylanayotgan nuqta kuzatuvchiga yaqinlashsa, bu rezba chap rezba.

4. **Pitch (P) - Modul.** Qo'shni rezbalardagi birlashgan nuqtalar o'rsatidagi o'qqa parallel o'lchanadigan masofa.

5. **Lead - Qadam.** Rezba bo'ylab bir aylanishda nuqtaning o'q bo'ylab masofasi.

6. **Single and multistart threads - Bir va ko'p kirimli rezbalar.** Agar rezba elementi faqat bitta spiralsimon o'yoqqa ega bo'lsa, bir kirimli deyiladi. Agar bir nechta spiralsimon o'yoqlar rezba uchidan boshlanib, rezba uzunligida parallel harakatlansa, ko'p kirimli deyiladi. Bir kirimli rezbada rezba qadami uning modaliga teng.

7. **Slope - Qiyalik.** Bu rezba bo'ylab yarim aylansa harakatdagi nuqtaning aksial masofasi. Bunda nishab yarim harakatga teng.

8. **Crest - Cho'qqisi.** Bu tashqi rezbalarda o'zidan eng uzoq va ichki rezbalarda o'qqa eng yaqin rezbaning yuzasi uchi.

9. **Root - Tubi.** Bu tashqi rezbada o'qqa eng yaqin va ichki rezbada o'qdan eng uzoq rezba yuzasining uchi.

10. **Flank and Form of screw thread - Rezba profili va shakli.** Bu cho'qqi va tubni birlashtiruvchi yuza va o'q bo'ylab tekislik yordamida kesiladigan rezba bo'lagi.

⁴¹ Shah M.B., Rana B.C. Engineering Drawing. India. 2009, 416-439 betlar.

11. *Thread angle* - *Rezba burchagi*. Aksial tekislikda o'lchanadigan rezba profilari o'rtasidagi burchak rezba burchagi deyiladi.

12. *Depth of thread* - *Rezba chuqurligi (balandligi)*. O'qqa perpendikulyar o'lchanadigan cho'qqi va tub o'rtasidagi masofa rezba tubi deyiladi.

13. *Major diameter* - *Tashqi diametr*. Bu tashqi rezba cho'qqisi yoki ichki rezba tubiga tegib turuvchi hamaksial silindr diametri. Bu rezbaning eng katta diametri. Tashqi rezbalarda katta diametr yoki choqqi diametri ham deyiladi.

14. *Minor diameter* - *Ichki diametr*. Tashqi rezba tubi yoki ichki rezba cho'qqisiga tegib turuvchi hamaksial silindr diametri kichik diametr. U rezbaning eng kichik diametri. Tashqi rezbada kichik diametr yadro yoki tub diametri ham deyiladi.

15. *Nominal diameter* - *Nominal diametr*. Bu uning yordamida rezba aniqlanadigan diametr. Umuman, undan tashqi rezba kesib olinadigan silindr diametri.

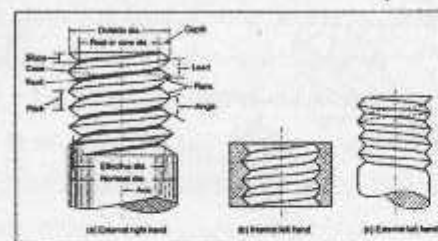


Figure 13.3 Screw Threads

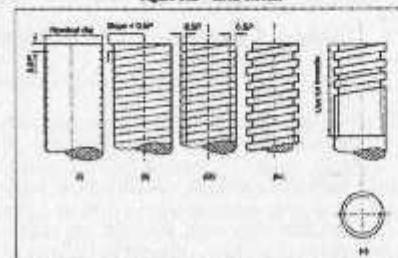
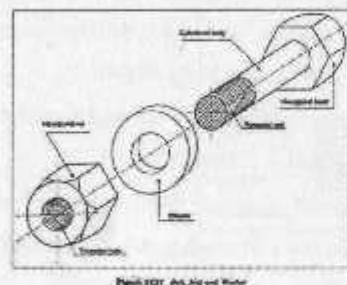


Fig 13.6 Procedure for Drawing Conventional External Right Hand Square Thread

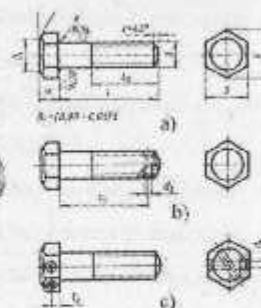
13.3.6-rasm.

13.3.7-rasm.

Boltlarlar kallakli, rezbali sterjendan iborat (13.3.8-rasm). Kaliakning shakli va o'lchamlari bolni standart gayka yordamida burish imkonini beradi. Odatda bolt kallagi konussimon faska yordamida qirralari silliqilnadi va uni boshqa detal bilan mahkamlash oson kechadi. Boltning turlari juda ko'p. Ular kallagi va sterjenning shakli, o'lchamlari va tayyorlanish aniqlik darajasi (normal, o'ta aniq va qo'pol) bilan farqlanadi. GOST 7798-70 boltlarni uch xil bajarilishini tavsiya etadi: kallagida va sterjenda teshigi yo'q (1-bajarilish 13.3.9-rasm,a); bolt sterjenning rezbali qismida shplint uchun teshigi bor (2-bajarilish 13.3.9-rasm,b); boltlar guruhi kallagini sim bilan qotirishga mo'ljallangan ikkita teshigi bor (3-bajarilish 13.3.9-rasm,c).

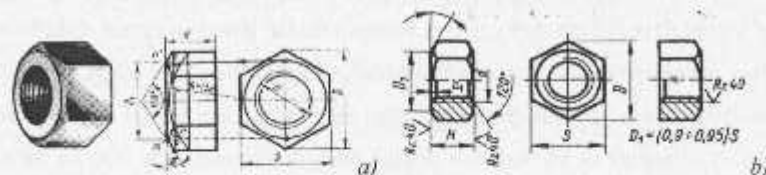


13.3.8-rasm.



13.3.9-rasm

Gaykalar (13.3.10-rasm, a) bolt yoki shpilkaning rezbali uchiga tovlab kiritiladi. Tovlash vaqtida birlashtirilayotgan detallar bolt kallagi va gayka orasida qisiladi. Gaykalar shakli jixatidan oltiyogʻli, kvadrat va doiraviy boʻlishi mumkin. Gaykalar normal, yuqori va qoʻpol aniqlikda bajarilishi mumkin. Keng tarqalgan gaykalar GOST 5915-70 boʻyicha 2-bajarilishdagi olti qirrali gaykalardir (13.3.10-rasm, b). Ularning birida ichi va tashqarisida bittadan faska boʻlib, ikkinchisida ichi va tashqarisida ikkita faska boʻladi. Gayka oʻlchamlari GOST lardan olinadi.



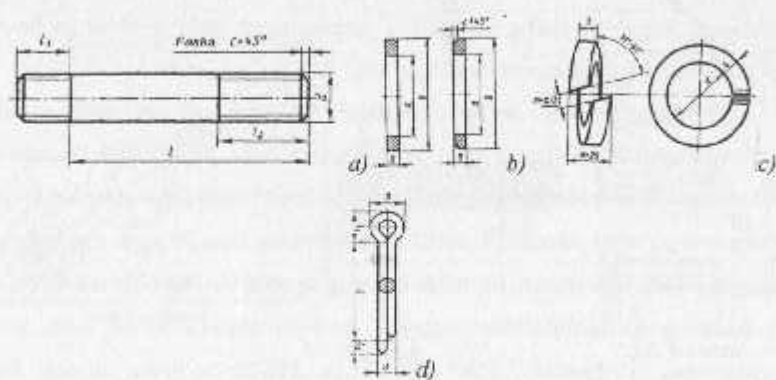
13.3.10-rasm.

Shpilka boltning kallagi uchun joy boʻlmagan va birlashtirilgan detallardan birining oʻlchami katta boʻlgan hollarda ishlatiladi. Shpilka ikkala tomondan ham rezba boʻlgan silindrik sterjendir (13.3.11-rasm, a). Bir tomonida chiqarilgan rezba detallarning birida yasalgan rezbali teshikka tovlab kiritiladi. U shpilka

uzunligiga kirmaydi. Uning uzunligi u kiritilayotgan detal materialiga bogʻliq. Qolgan oʻlchamlar bolt sterjenidek bajariladi.

Shaybalar quyidagi hollarda ishlatiladi: a) Agar bolt yoki shpilka uchun teshik doira shiklida boʻlmasa (oval, toʻgʻri turtburchak), gayka uchun tayanch sirt gaykani kalit bilan mahkamlash paytida detal tayanch sirtida timalishlardan saqlash uchun; b) Agar detal yumshoq materialdan (alyuminiy, latun, bronza, yogʻoch va b) yasalgan boʻlsa bu holda gayka ostida kattaroq tayanch sirti boʻlishi lozim, chunki bu detailning pachaqlanishdan saqlaydi. Bolt va shpilka uchun tekis poʻlat shaybalarining oʻlchamlari GOST 280-76 va 281-76 boʻyicha olinadi. Koʻp tarqalgan shaybalar ikki xil bajarilishda boʻladi: 1-bajarilish faskasiz, 2-bajarilish-faska bilan (13.3.11-rasm, b). Bolt shpilka va gaykalarining oʻz-oʻzidan ochilib ketmasligi uchun prujinasimon shaybalardan foydalanadilar. Uning shakli xuddi kvadrat profilni rezbaning birta oʻramidek boʻlib, tayanch tekislikka nisbatan 70°-85° burchak ostida koʻndalang kesilgan (13.3.11-rasm, c). Ularning oʻlchamlari, materiali va qoplamalari GOST 6402-70 dan olinadi.

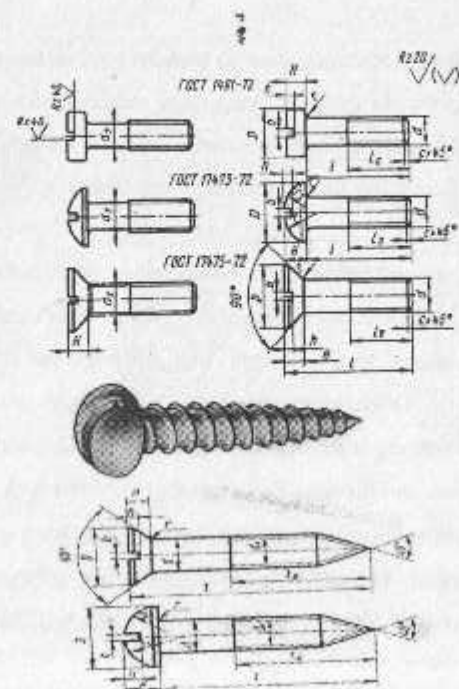
Shplintlar gaykalarining ochilib ketmasligi uchun ishlatiladi. Shplintlar maxsus kesimli (yarim doiraviy) yumshoq poʻlat simlardan tayyorlanadi. Shplint halqasimon sirtmoqqa ega boʻlib ikkita uchi boʻladi (koʻp hollarda biri katta biri esa kichik) (13.3.11-rasm, d). Belgilani: Shplint 5x28,2.019 GOST 397-79. Bunda d—diametr, l—28 uzunlik, materiali markali, qoplamasi va qalinligi GOST boʻyicha.



13.3.11-rasm

Vintlar odatda biriktirilayotgan detallardan biriga tovlab kiritiladi. Metal uchun mo'ljallangan vintlarning kallagi shakli va o'lchamlari bolt kallagidan farq qiladi. Vint kallagining shakliga qarab ular kalitlar yordamida tovlab kiritilishi mumkin yoki ochgich bilan kallagidagi maxsus shlitlar yordamida tovlanadi. 13.3.12-rasmda keng qo'llaniladigan vintlar tasvirlangan. Har biri ikki bajarilishda tasvirlangan, a) 1-bajarilish, b) 2-bajarilish. Unda silindr kallakli (GOST 1491-72), yarim doiraviy (sferik) kallakli (GOST 17473-72) va yashirin (konussimon) kallakli vintlar (GOST 17475-72) tasvirlangan.

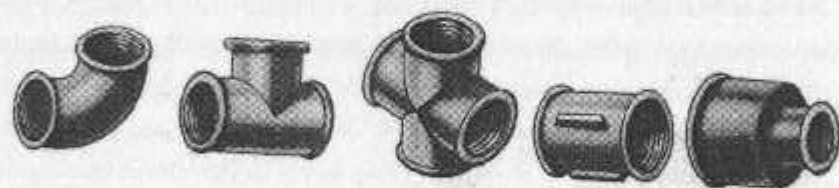
Shuruplar uchi o'tkir bo'lib, ulardan yog'och va ba'zi polimer materiallarga tovlab kiritish uchun foydalaniladi. 13.3.13-rasmda keng tarqalgan yashirin (konussimon) kallakli (GOST 1145-70) va yarim doiraviy (sferik) kallakli (GOST 1144-70) shuruplar tasvirlangan. Yashirin kallali vint va shuruplarning kallagi konussimon bo'ladi va ular biriktirilayotgan detalda bajarilgan maxsus chuqurgacha tovlab kiritiladi va uning kallagi detal sirtidan tashqariga chiqmaydi.



13.3.12-rasm

13.3.13-rasm

Fitinglar cho'yandan yasalgan standart birlashtirish qismlar bo'lib, truhalarni o'zaro birlashtirishda bog'lanuvchi vazifasini o'taydi. Ularning turlari 13.3.14-rasmda keltirilgan.



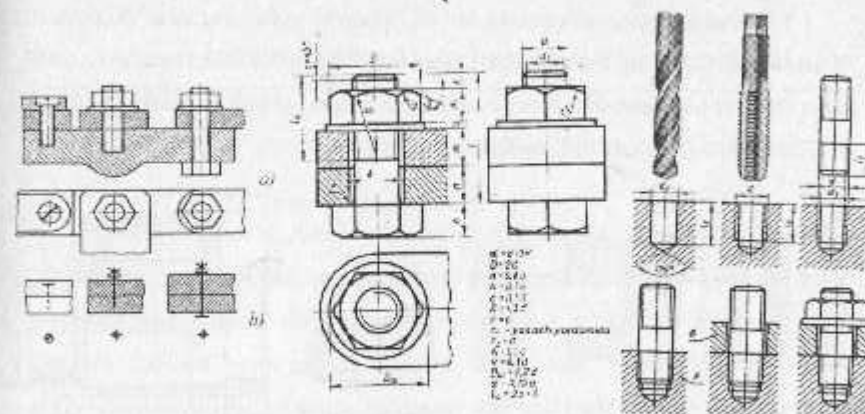
13.3.14-rasm

Rezballi (boltli, shpilkali, vintli va trubali) birikmalarni chizish.

Yig'ish chizmalarida qulaylik maqsadida rezballi birikmalar soddalashtirib (13.3.15-rasm, *a*) va mahkamlash detallarini shartli tasvirlash ham mumkin (13.3.15-rasm, *b*). Bunda ko'rinish chizma masshtabiga qarab GOST 2.315-68 bo'yicha olinadi.

Boltli birikmalarni tasvirlashda bolt, gayka va shaybaning o'lchamlari standartlaridan olinadi. Oo'quv chizmalari, vaqtni tejash maqsadida, bundan mustasno, bunda ularga yaqin bo'lgan bolt uzunligi va diametri yordamida aniqlanishi mumkin. O'lchamlar chizmada ko'rsatilgan nishatlar yordamida aniqlanadi. 13.3.16-rasmda boltli birikma chizmasi tasvirlangan, o'lchamlar asosan rezba diametri bilan aniqlanadi. Bolt uzunligi $L=m+n+s+h+k$ formula bilan aniqlanadi, bunda: m va n - biriktirilayotgan detal qalinliklari, s - shayba qalinligi, h - bolt kallagi balandligi, k - gaykadan chiqib turgan bolt uchining uzunligi. Rezba uzunligi taxminan $L_0=2d+2r$ ga tenglashtirilib olinadi. Rezbaning ichki diametri $d_1=d-2r$, bunda r - rezba qadami.

Shpilkali birikmalarni chizganda, gayka va shayba o'lchamlarini xuddi boltli birikmalardagidek aniqlanadi. Shpilkaning tovlab kiritiladigan uchi l , uzunligini detal materialiga qarab tanlanadi. Shpilka uchun rezballi teshikni bajarish ketma-ketligi va shpilkali birikmani yig'ish tartibi 13.3.17-rasmda ko'rsatilgan. $l=AB$ va diametri d , chuqurligi $l_2=l_1+6r$ (r - rezba qadami) yoki qisqacha $l_2=l_1+0,5d$ teshik parmalanadi. Teshik uchidagi burchagi 120° li konus sirti bilan tugaydi. Detal teshigidagi rezba tashqi diametri d ga teng metchik yordamida kesiladi. Rezba chuqurligi $l_3=l_1+2r$. Rezbaning chegarasi teshik o'qiga perpendikulyar asosiy tutash chiziq yordamida tasvirlanadi. Shpilka A detalning rezballi teshigiga tovlab kiritiladi. Yuqoridan B detal o'rnatiladi. Uning teshigi shpilka diametri bilan o'zgina kattaroq bo'ladi. Shpilkaning bo'sh uchiga shayba kirgiziladi va gayka yordamida mahkamlanadi.



13.3.15-rasm

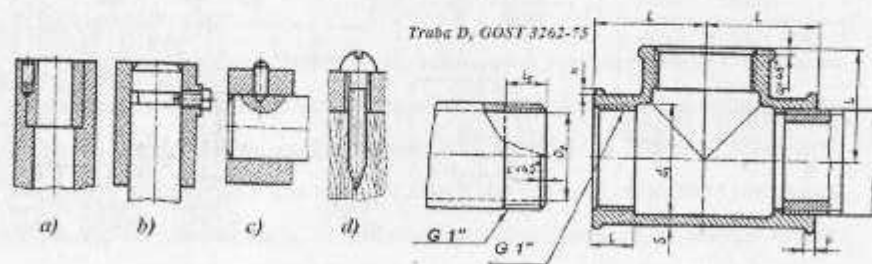
13.3.16-rasm

13.3.17-rasm

Vintlar bilan biriktirishda xuddi shpilka yordamida biriktirishdagidek rezballi teshik hosil qilinadi, boltga o'xshash vint yordamida mahkamlanadi. 13.3.18-rasmda mahkamlashning turli usullari ko'rsatilgan *a*) da ikki detal orasida umumiy rezballi teshik chiqariladi va vint tovlab kiritiladi, *b*) da val vtulka bilan vint yordamida mahkamlangan, *c*) sterjen va vtulka vint yordamida mahkamlangan, *d*) da ikki detal shurup yordamida mahkamlangan. Vintlarning otvertka uchun mo'ljallangan o'yiqlari bo'lsa, ular bitta tutash yo'g'on chiziq bilan chiziladi, ustidan ko'rinishda esa bu chiziq 45° burchak ostida chiziladi.

Trubalarning rezballi birikmalari o'lchamlari GOST bo'yicha tanlanadigan po'lat quvurlar bo'lib, isitish tizimlarida, suv va gaz quvurlarida, hamda boshqa joylarda keng qo'llaniladi. Bu trubalar amalda ichki diametriga teng shartli o'tish bilan harakterlanadi.

Trubalarda hamda fittinglarda bir xil silindrik trubali rezbelar chiqariladi. Shartli o'tish fittingning shartli belgisi bilan belgilanadi. Masalan, shartli o'tish 40 mm trubalarni birlashtirish uchun ishlatiladigan to'g'ri uchtalik (troynik) "Uchtalik 40 GOST 8948-75" shaklida belgilanadi (13.3.19-rasm).



13.3.18-rasm

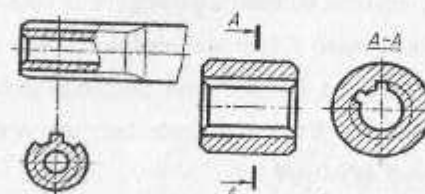
13.3.19-rasm.

14. QO'ZG'ALUVCHAN BIRIKMALARNING CHIZMADA TASVIRLASHI

14.1-§. Shlitsli birikmalar

Shlitsli birikmalar tishli val silindrik shakldagi detal bo'lib, uning tashqi sirtida bir tekisda botiqlar (shlitslar) joylashgan. Botiqlar orasida tishlar joylashtirilgan. Tishlar unga o'rnatilgan detalning o'yiqlariga kiradi va tishli (shlitsli) birikma hosil qiladi. Tishlar o'yiqlarning profilari to'g'ri yonli, evolventasimon (tish profilining yon tomonlari evolventa bo'yicha ishlangan) va uchburchakli bo'ladi. GOST 2.409-68 ga muvofiq vallarning va val bilan birikadigan detal teshigining tishli sirtlari soddalashtirib chiziladi (14.1.1-rasm).

14.1.1-rasm, a da val, to'g'ri yonli profilga ega bo'lgan tishli qismi bilan ko'rsatilgan: botiqlar silindrining yasovchilari, faska chegarasini kesishi va uning tasviri bo'ylab o'tishi kerak. Val ko'ndalang qirqimda tasvirlanganda, botiqlar silindrining yasovchilari asosiy tutash chiziq bilan ko'rsatiladiki, tishlari esa chizma tekisligi bilan jipslashtiriladi. Val kesilmagan holda tasvirlanadi (14.1.1-rasm, a). Val toresi tishli qismining tasvirida faqat bitta tishning va ikkita botiqning profili ko'rsatiladi; chiziqlarni chegaralovchi aylana tutash yo'g'on asosiy chiziq bilan tasvirlanadi. Botiqlarni chegaralovchi aylana yoyi tutash ingichka chiziq bilan tasvirlanadi (14.1.1-rasm, a), bu ko'rinishda faska tasvirlanmaydi. Zarur bo'lsa tish va botiqlar sonini ko'prog'ini ko'rsatish mumkin.



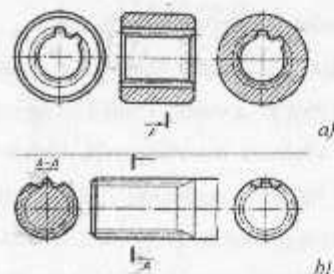
14.1.1-rasm

Val tishli qismining o'qqa perpendikulyar kesimda (14.1.2-rasm, a) bitta tish va ikkita botiq chiziladi va shuningdek, botiq aylanasi o'tqaziladi.

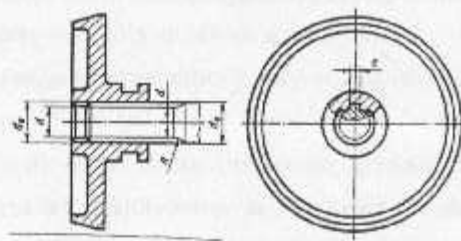
Agar teshigida tishi bo'lgan detallar bo'ylama qirgimda chizilsa, botiqlar shartli ravishda chizma tekisligi bilan jipslashtiriladi (14.1.2-rasm, a, b).

Tishli teshik to'retsi tasvirida bita tish va ikkita botiq profilni ko'rsatiladi: botiqlar aylanasi yeyi tutash ingichka chiziqlar bilan chiziladi (14.1.3-rasm).

Yuqorida ko'rib o'tilgan barcha qoidalar uchburchak profilni tishli birikmalar detallarini tasvirlashda ham qo'llaniladi. Bu detallarning chizmalari, bo'luvchi silindrlar yasovchilari va bo'luvchi aylanalar tasvirlari bilan to'ldiriladi (14.1.3-rasm); bunda ular ingichka shtrix-punktir chiziqlar bilan chiziladi.



14.1.2-rasm.



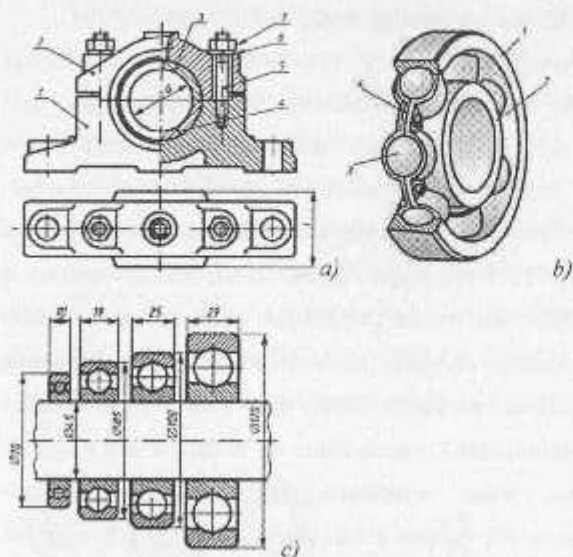
14.1.3-rasm.

Tishli (shlitsli) birikmani xuddi ko'p shponkali birikma deb qarash mumkin. Ikki detalning shlitsli birikmasiga misol 14.1.3-rasmida ko'rsatilgan. Yig'ish chizmalarida to'g'ri yonli tishli birikmalar quyidagi tartib belgilanadi (DSt).

Shartli belgilashga misol: Tishlar soni $m=8$, ichki diametri $d=36 \text{ mm}$, tashqi diametri $D=40 \text{ mm}$, tishning eni $B=7 \text{ mm}$, bo'lganda ichki diametr bo'yicha markazlashtirish $M7/e8$ va $D9/f8$ o'lcham bo'yicha o'tqazish quyidagicha belgilanadi $d-8x36 \text{ h7/e8 } 40x \text{ D9/f8}$

14.2-§. Podshipnikli birikmalar.

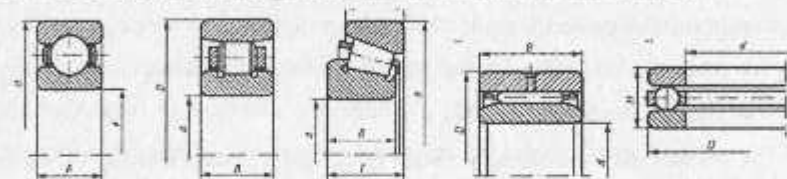
Podshipniklarning tasvirlanishi. Podshipniklar (yoki tayanchlar) siljish yoki dumalash ko'rinishida bo'lib, turli uzatmalarning aylanuvchi vallari yoki o'qlarining yelkalarini tutib turish uchun xizmat qiladi. Standart **siljish podshipniklari** korpus-1, qopqoq-2, vkladishlar-3 va 4, hamda moylash elementlari: shpilka 5, shayba-6 va gayka-7dan tuzilgan (14.2.1-rasm, a). Nostandart siljish podshipniklari esa korpus tayanchlarida, masalan avtomobil dvigatelida joylashtiriladigan faqat ikkita vkladishdan iborat bo'lishi mumkin. Siljish podshipniklari maxsus moylash tizimini talab qiladi. **Dumalash podshipniklari** quyidagi standart uzellardan iborat: ichki-1 va tashqi-2 halqalar, ularning orasida sharik yoki roliklar-3, hamda ularni bir-birida ma'lum masofada ushlab turuvchi maxsus halqa 4-separator (14.2.1-rasm, b). Dumalash podshipniklari turli radial va o'q bo'ylab yuklamalarni qabul qiladi, hamda bir necha millimetrdan bir necha metrgacha diametrda tayyorlanadi. Ularning turlari juda ko'p bo'lib (14.2.2-rasm), qabul qiladigan yuklama bilan belgilanadi: radial (a, b), radial-tirak (c) va tirak (e) podshipniklar. Ignasimon podshipniklar (d) nisbatan kichik gabaritlarga ega. 14.2.1-rasm, c da diametri 45 mm val uchun tashqi diametri turlicha bo'lgan bir qatorli radial sharikli podshipniklar ko'rsatilgan.



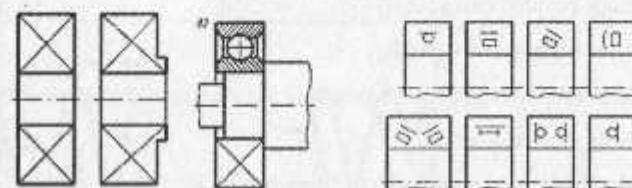
14.2.1-rasm

Dumalash podshipniklari yig'ish chizmalarida GOST 2.420-69 bo'yicha, odatda o'q bo'ylab kesimda soddalashtirilgan holda, turi va konstruktiv xususiyatlari ko'rsatilmasdan, faqat konturi asosiy chiziqlar bilan, ingichka chiziq bilan diagonali o'tkazilib tasvirlanadi (14.2.3-rasm,a). O'quv chizmalarida "aralash" tasvirlash maqsadga muvofiqdir (14.2.3-rasm,b), bunda GOST 2.109-73 ruxsat bergan soddalashtirishlar bilan: faska, galtel, separator va boshqa elementlarni ko'rsatmasdan bajariladi. Zarur hollarda podshipnik konturiga, GOST

2.770-68 bo'yicha, shartli grafik belgilanishi kiritiladi (14.2.3-rasm, o).



14.2.2-rasm



14.2.3-rasm

14.3-§. Prujinali birikmalar.

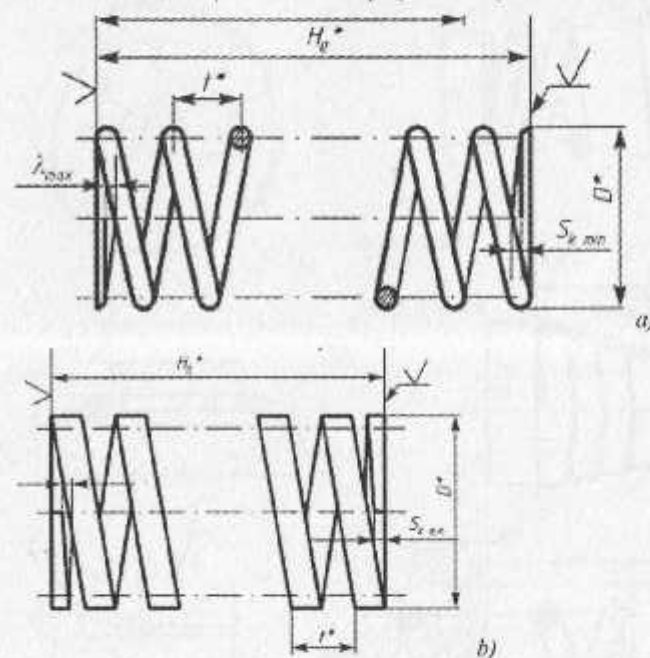
Prujinalarning chizmalari GOST 2.401–68 bo'yicha bajariladi. Vintsimon siqilish va cho'zilish prujinalari o'ng yo'nalish o'rami bilan tasvirlanadi, char yo'nalish o'rami texnik talablarda ko'rsatiladi. Buralish prujinalari talab qilingan yo'nalish o'rami bilan tasvirlanadi. Prujinalarning quyidagi asosiy belgilanishlari qabul qilingan:

- prujina balandligi (uzunligi): erkin holatda - H_0 ; ilgaklari bilan - H'_0 ; likopchasimon prujina uchun - h_0 ; yuklangan holda - H_1, H_2, H_3 ; o'q bo'ylab deformatsiya (bukilish) - F_1, F_2, F_3 ; likopchasimon prujina uchun maksimal - f_3 ; burchak ostidagi deformatsiya - $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$;
- prujina diametri: tashqi - D ; ichki - D_1 ; konussimon prujina uchun tashqi kichik diametr - D^k ;
- nazorat sterjenining diametri - D_s ; gilzaning - D_g ;

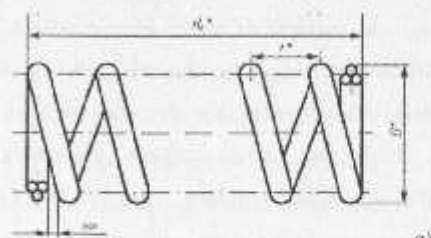
- yoyilgan prujina uzunligi - L ;
- plastinkali prujinaning erkin holdagi uzunligi - L_0 ;
- tayanch o'ram uchi va qo'sni ishchi o'ram orasidagi oralig' - λ ;
- kuch momenti - M_1, M_2, M_3 ;
- kuchlanish: buralishdagi urinma - τ_1, τ_2, τ_3 ; egilishdagi normal - $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$;
- prujina kuchi - P_1, P_2, P_3 ;
- o'ramlar orasidagi kuch - P_0 ;
- kesim qalinligi (balandligi) - s ;
- tayanch o'ram uchi qalinligi - s_u ;
- yuklangan holdagi buralish prujinasi ilgaklari orasidagi burchak $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$;
- trosdagi torlar soni - i ;
- paketdagi ishchi o'ramlar yoki likopchalar - n ;
- to'liq o'ramlar soni yoki spiral prujinaning erkin holdagi o'ramlar soni - n_i ;
- spiral prujina barabanining aylanishlar soni - ψ_1, ψ_2, ψ_3 ;
- prujina qadami - t ;
- tros qadami - t_0 ;
- kesim kengligi - B ;
- likopchasimon prujina tayanch tekisligining kengligi - b .

Indeksda prujinaning: **1**-dastlabki, **2**-ishchi va **3**-maksimal deformatsiyasini ko'rsatishda ishlatiladi. 14.3.1–14.3.3-rasmlarda siqilish prujinalarining chizmalarining namunalari keltirilgan. 14.3.1-rasm,*a* da uchi 1/4 o'ramda qisilgan va aylanasiining 3/4 qismi jilvirlangan tayanch yuzali siqilish prujinasi berilgan. 14.3.1-rasm,*b* da to'rtburchak kesimli o'ramning 3/4 qismi qisilgan va aylanasiining 3/4 qismi jilvirlangan tayanch yuzali siqilish prujinasi berilgan. 14.3.2-rasm,*a* da uchlari 3/4 o'ramda qisilgan uch torli siqilish prujinasi berilgan. 14.3.2-rasm,*b* da uchlari 3/4 o'ramda qisilgan va aylanasiining 3/4 qismi jilvirlangan tayanch yuzali, ko'ndalang kesimi aylana simdan tayyorlangan konussimon siqilish prujinasi

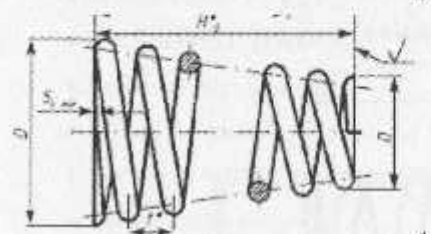
berilgan. 14.3.3-rasm,*a* da aylanasiining 3/4 qismi jilvirlangan tayanch yuzali, ko'ndalang kesimi to'rtburchak materialdan tayyorlangan konussimon (teleskopik) siqilish prujinasi berilgan. 14.3.3-rasm,*b* da uchlari to'liq bir o'ramda qisilgan: jilvirlanmagan, aylanasiining 3/4 qismi jilvirlangan, hamda uchlari 3/4 o'ramda qisilgan, aylanasiining 3/4 qismi jilvirlangan siqilish prujinasi berilgan. 14.3.4-rasm,*a* da cho'zilish, 14.3.4-rasm,*b* da spiralsimon, 14.3.5-rasm,*a* da likopchasimon va 14.3.5-rasm,*b* da plastinkasimon prujinalarning chizmalari berilgan.



14.3.1-rasm

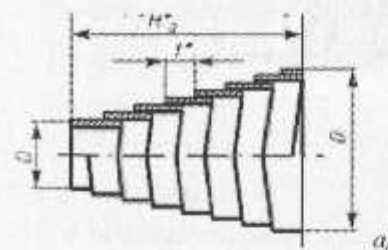


a)

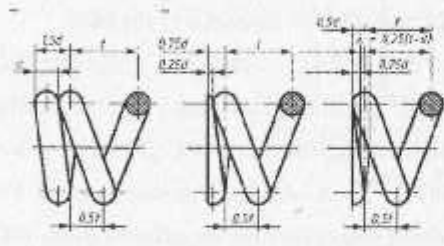


b)

14.3.2-rasm

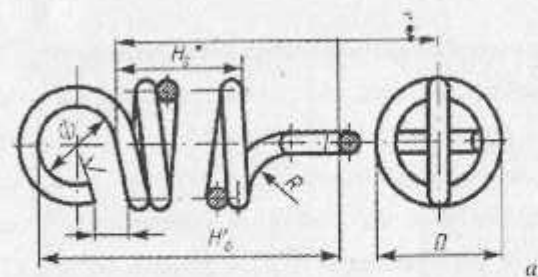


a)

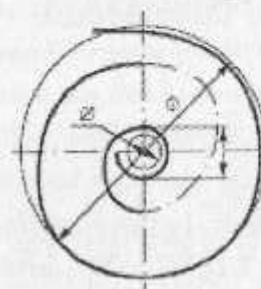


b)

14.3.3-rasm

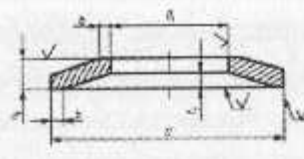


a)

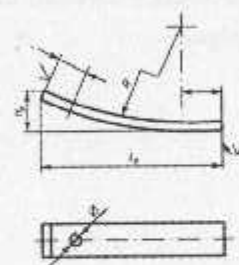


b)

14.3.4-rasm



a)

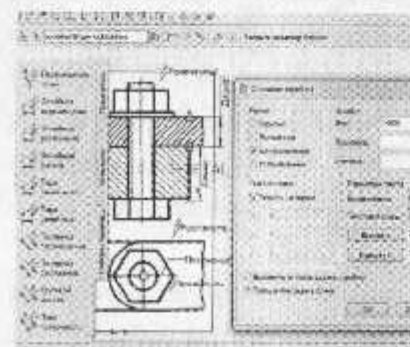
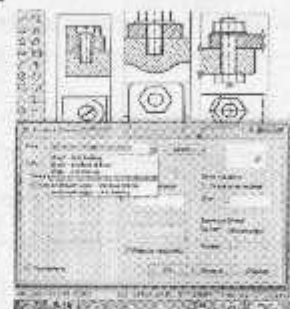
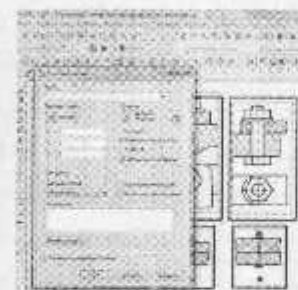


b)

14.3.5-rasm

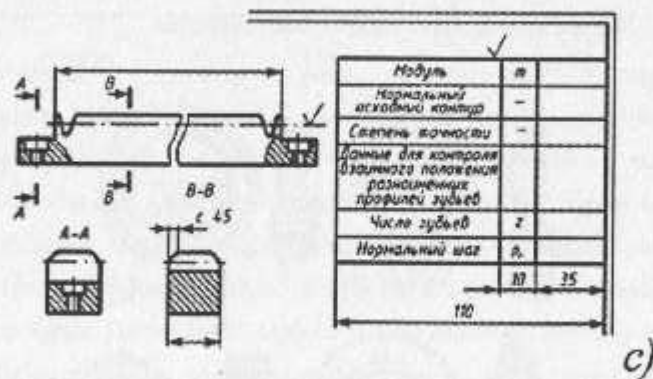
Mavzu bo'yicha geometrik modellashtrishga oid materiallar

Ushbu mavzuni o'zlashtirishda ham, oldingi mavzularda bo'lgani kabi geometrik modellashtrishdan foydalanish juda yaxshi samara beradi. Chunki ushbu fanni o'zlashtirish darajasi, undan olingan bilimlarni amalda qo'llay olish, ya'ni geometrik modellashtrishdan foydalana olish malakasi bilan belgilanadi. Bu esa fanni o'zlashtirishda geometrik modellashtrishni qo'llash zaruratini tasdiqlaydi⁴². Bu zarurat ushbu mavzuni o'zlashtirishda nimasi bilan namoyon b'ladi? Avvalo birlashtirish usullari va turlari, hamda buyumlari ko'pligini, so'ngra ularning parametrlari (shakli, o'lchami va vaziyatlari) standart asosida olinishi ular uchun umumiy geometrik model yaratishga asos bo'ladi. Bunda birlashtirish usulu boshlang'ich "parameter" - tanlov sifatida olinadi, masalan, ajraladigan birlashtirish usuli. Birikma turi, masalan, rezbali birikma keying tanlov bo'ladi. Navbatdagi tanlov sifatida birlashtiriladigan detallarning qalinliklari *A* va *B*, hamda materiali, masalan po'lat olinadi. Keyingi tanlovlarni amalga oshirish uchun **"Rezbali birikmalarning soddalashtirilgan va shartli tasvirlari"** nomli oddiy bloklar bazasini yaratib (14.3.6-rasm, a) undan masshtablash yordamida foydalanish mumkin (14.3.6-rasm, b). Agarda dinamik blok yaratilsa, rezbali birikmalarning parametrlarini boshqarish imkoniga ham ega bo'lamiz. Masalan, 14.3.6-rasm, c da soddalashtirilgan boltli birikma uchun birlashtiriladigan detallarning o'lchamlari va birlashtirish o'qining vaziyatini boshqaruvchi dinamik blok berilgan.

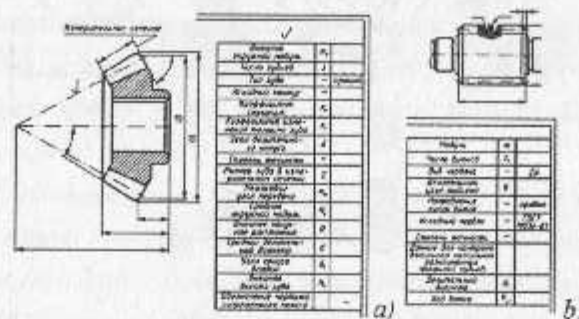


14.3.6-rasm.

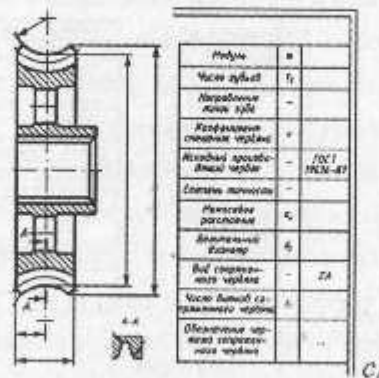
⁴² Jo'rayev T.X. Определение количественных характеристик компонентов курса для адаптации учебных программ при моделировании учебного процесса подготовки инженеров. "Fan va texnologiyalar taraqqiyoti" IlmMII ilmiy-texnikaviy jurnali №3 2017, 126-132 b.



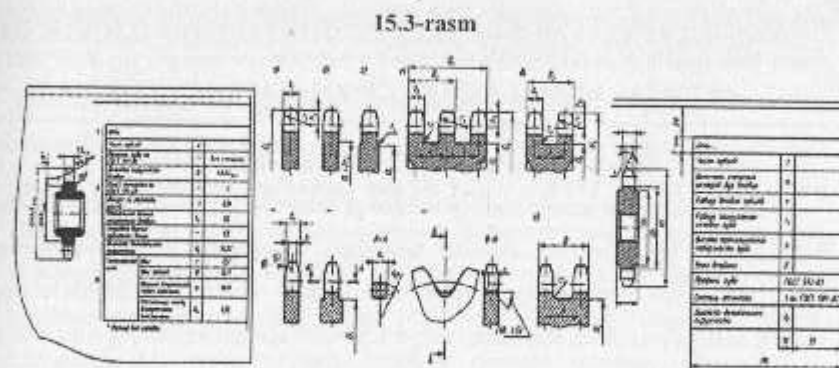
15.2-rasm



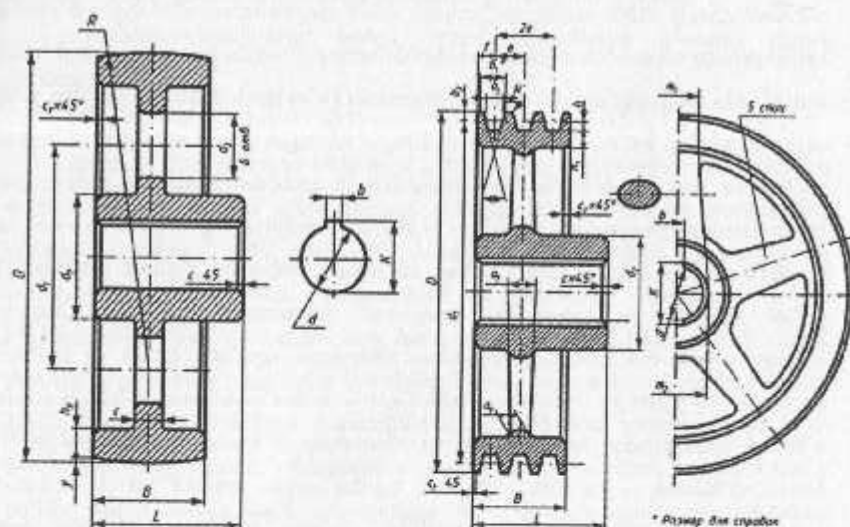
15.3-rasm



15.4-rasm



15.5-rasm



15.6-rasm

VI-MODUL. MASHINASOZLIK CHIZMACHILIGI ASOSLARI

16. ORIGINAL DETALLARNING CHIZMALARINI TAYYORLASH

16.1-§. Detallarni o'lchash asboblari va usullari

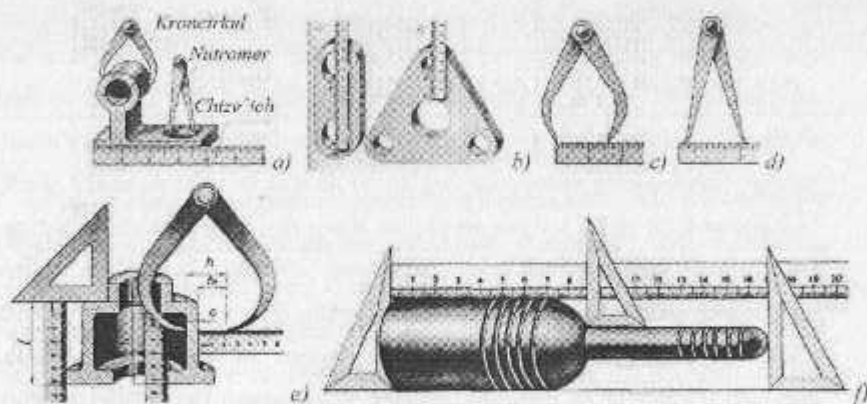
Ishlab chiqarish jarayonida buyumlarning chizmalarida va texnik talablarida belgilangan o'lchamlarni va sifatlarni ta'minlash, shuningdek, brak chiqishining oldini olish uchun barcha sanoat korxonalarida o'lchash asboblari yordamida texnik nazorat amalga oshiriladi. Buyumlarining o'lchamlari normal temperaturada (20°C) bir o'lchovli yoki universal asboblarda yordamida o'lchanadi. Bir o'lchovli o'lchash asboblari ko'plab va seriyalab ishlab chiqariladigan detallar ayrim yuzalarining o'lchamlarini nazorat qilish o'lchash uchun ishlatiladi. Masalan val diametrining o'lchami chekli kalibr-skoba yordamida, teshik diametrining o'lchami esa chekli kalibr-probka bilan o'lchanadi. Bunda kalibrlarning o'tuvchi tomoni (*ha*) teshikdan o'tishi yoki valga sig'ishi, o'tmaydigan tomoni (*Yo'q*) esa teshikdan o'tmasligi yoki valga sigmasligi lozim. Aks holda detalning o'lchangan yuzasi noto'g'ri ishlangan bo'ladi va brak hisoblanadi. Universal o'lchash asboblari ishlab chiqarilayotgan buyumlarning, shuningdek eskizlari tuziladigan detallarning barcha chiziqli va burchak o'lchamlarini o'lchash uchun ishlatiladi. Universal o'lchash asboblari po'lat lineyka va ruletkalar, kronsirkul, nutromer, burchak o'lchagich, shtangensirkul, mikrometr, reysmus va shtangenreysmular, rezbali va radiusli shablonlar to'plami va boshqalar kiradi. Detailarning o'lchamlarini o'lchash uchun o'lchash asboblardan foydalanishni va o'lchashda qo'llanadigan usullarni bilish lozim. **O'lchash** – bu fizik kattalikni, tajriba orqali, maxsus texnik vositalar yordamida aniqlashdir. Mashinasozlikda o'lchov aniqligi $0,1\ldots 0,001$ mm hisoblanadi. Turli konstruksiyadan iborat o'lchov asboblari mavjud bo'lib, o'lchash aniqligiga qarab 2 guruhga bo'linadi. Birinchi guruh asboblari $0,5\ldots 1,0$ mm aniqlikda o'lchaydi. Ikkinchi guruh asboblari $0,1\ldots 0,02$ mm aniqlikda o'lchaydi.

Metall chizg'ich o'lchanayotgan kattalikni bevosita aniqlaydi. Ular 150 mm dan 1000 mm gacha bo'ladi (16.1.1-rasm, a) Katta uzunliklarni o'lchash uchun gayrilma lineykalar va egiluvchan po'lat lentalar ishlatiladi. Ular 2 metrli va katta o'lchashli uzunliklarda ishlab chiqariladi. Po'lat lineyka va ruletka bilan o'lchash aniqligi olchovchining mahoratiga bog'lik bo'lib u $0,5\pm l$ mm ni tashkil qiladi. 16.1.1-rasm, b da po'lat lineyka yordamida diametrlari teng va turlicha bo'lgan teshiklarning o'qlari orasidagi masofalarni o'lchash ko'rsatilgan. Agar teshiklarning diametrlari teng bo'lsa, o'qlar oralig'iga teng bo'lgan mn masofa o'lchanadi. Aks holda, teshiklar teshiklar diametri nutromer bilan ulchanib, lineykada o'lchangan ek masofaga teshiklar radiuslarining qiymatlarini qo'shib, ikki teshik o'qlari orasidagi masofa aniqlanadi. 16.1.1-rasm, f da pog'onali detal uzunligi lineyka va uchburchakliklar yordamida o'lchash ko'rsatilgan.

Kronsirkul detallarning tashqi yuza o'lchamlarini o'lchash uchun qo'llaniladi.

Nutromer–detailarning ichki yuza o'lchamlarini o'lchash uchun qo'llaniladi.

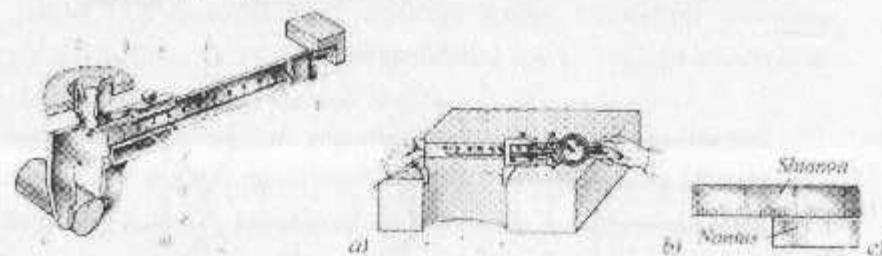
Kronsirkul va nutromer bilan detal o'lchamlarini to'g'ri hamda aniq o'lchash uchun ularning oyoqlari o'lchanadigan sirtlarga tegib turishi va mazkur sirt yuzalaridan erkin o'tishi zarur (16.1.1-rasm, a). Shu holatida kronsirkul va nutromer oyoqchalarining vaziyatlarini o'zgartirmay lineykaga qo'yib o'lchamlarning son qiymatlari mm larda aniqlanadi (16.1.1-rasm, c, d). Detal devorlari va tubining qalinligini lineykalar hamda nutromer yordamida aniqlash 16.1.1-rasm, e da ko'rsatilgan. Bunda l dan l_1 ni ayirib detal tubining, h dan h_1 ni ayirib devorining qalinlik o'lchamlari e aniqlanadi. Bu o'lchash asboblari oddiy bo'lib, yuqori aniqlik talab qilmaydigan va o'quv yurtlarida eskiz tuzishda foydalanadigan detallarning o'lchamlarini o'lchash uchun ishlatiladi. Ishlab chiqarishda esa aniqlik darajalari yuqori bo'lgan o'lchash asboblari ishlatiladi.



16.1.1-rasm

Shtangensirkul-detallarning tashqi va ichki yuzalari, hamda chuqurliklarining o'lchamlarini o'lchash uchun qo'llaniladi (16.1.2-rasm, a, b). Shtangensirkul millimetrlri lineyka shtanga 1, shtanga bo'ylab erkin suriladigan ramka 3 va ramkaga mahkamlangan (shtanga pazida erkin siljiydigan) uzunlik o'lchagich turkidan iborat. Vint 2 dan foydalanib ramkani xoxlagan vaziyatda shtangaga mahkamlab qo'yish mumkin. Shtanga va ramka chap tomonlaridan ikkitadan yuqorigi va pastki jag'lar bilan tugallangan. Pastgi jag'lar yordamida esa ichki o'lchamlar o'lchanadi. O'lchamlarni shtangensirkul yordamida aniqlashda o'lcham sonining butun qiymati shtanga lineykasidan mm ning o'ndan (yoki yuzdan) bir ulushlari nonius shkalasi olinadi. 0,1 aniqlikdagi shtangensirkulning shkalasi uzunligi 9 mm yoki 18 mm li bo'lib, har biri 0,9 mm yoki 1,9 mm ga teng 10 ta bo'linmaga ega bo'ladi. Shunday qilib, nonius shkalasining har bir bo'linmasi shtanga lineykasining 1 mm yoki 2 mm dan 0,1 mm ga qisqa bo'ladi. Shuning uchun shtangensirkul jag'larini 0,1 mmga sursak (ochsak), boshqacha qilib aytganda 0,1 mm qalinlikda o'lchayotgan bo'lsak, nonius shkalasining faqat birinchi bo'linma chizig'i asosiy lineyka chizig'iga (1 mm yoki 2 mmga) to'g'ri

keladi. Shunga o'xshash qalinlik o'lchami 0,2 mm bo'lsa, noniusning faqat ikkinchi bo'linma chizig'i, qalinlik 0,3 mm bo'lganda noniusning faqat uchinchi bo'linma chizig'i shtanga lineykasini chiziqlarining birontasiga to'g'ri kelib koladi. Agar shtangensirkulda qiymati butun son bo'lgan o'lcham o'lchansa, noniusning 0 va 10 bo'linma chiziqlari lineyka chiziqlari to'g'ri kelib keladi. Shunday qilib, shtangensirkul yordamida birorta o'lcham aniqlanganda o'lcham sonining butun qiymati (noniusning boshlangich 0 bo'linma chizig'iga) shtanga lineykasidan olinadi (16.1.2-rasm, c). Agar noniusning 0 va 10 bo'linma chiziqlari asosiy lineyka chiziqlariga - 4 asosiy lineyka chizig'iga to'g'ri kelsa, o'lcham qiymati butun songa noniusning mazkur chiziq nomerini 0,1 ga ko'paytirib qo'shilgan yigindisiga, ya'ni $18+0,4=18,4$ mm ga teng.

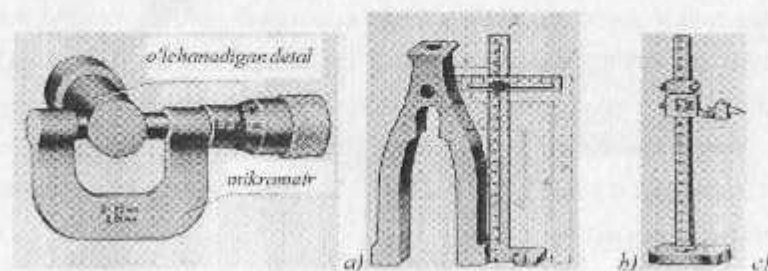


16.1.2-rasm

Mikrometrning skobasi 7 da joylashgan baraban 3 aylanganda mikrometrik vint 2 baraban o'qi bo'ylab suriladi, uning toretsi bilan tovon 1 orasiga o'lchanadigan detal joylashtiriladi. Mikrometrik vintining qadami 0,5 mm ga teng, barabanning chap tomonidagi konussimon sirti 60 ga teng bo'linmaga ega. Shuning uchun barabanning bir bo'linmaga burilishi vintning 0,01 mm surilishiga to'g'ri keladi. Tana (stebel) 5 da 0,5 mm oraliqda o'lchamlarni aniqlash shkalasi o'yilgan. O'lchash vaqtida kuch o'zgarmas bo'lishini ta'minlash uchun baraban shaqildiq 4 yordamida buriladi, shuningdek, mikrometrik vintning vaziyatini o'zgartirmay saqlashga mahkamlovchi moslama 6 dan foydalaniladi (16.1.3-rasm, a).

Reysmas—detallarning egri chiziqli konturining shakli va o'lchamlarini aniqlash uchun, uning nuqtalarining koordindtalarini aniqlashda qo'llaniladi (16.1.3-rasm,b).

Shtangenreysmas noniusli reysmas bo'lib detallarning tashqi yuzalarining o'lchamlarini o'lchash uchun qo'llaniladi (16.1.3-rasm,c).



16.1.3-rasm

Radiusomer—yumaloqlanish va g'altellarning radiuslarini o'lchash uchun qo'llaniladi (16.1.4-rasm,a).

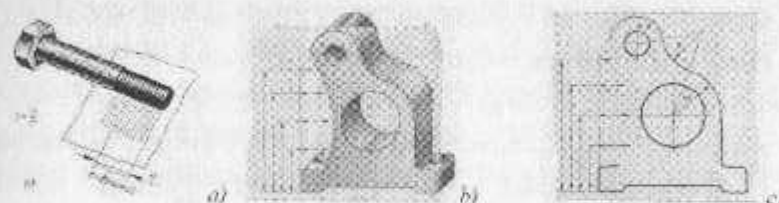
Rezbomer—detallardagi rezbaning profili va qadamini o'lchashda qo'llaniladi (16.1.4-rasm,b).

Uglomer—detaldagi burchaklarni o'lchash uchun (16.1.5-rasm,c).



16.1.4-rasm

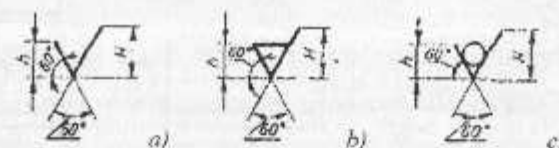
Ayrim hollarda detal konturi oddiy qog'ozga izini olish bilan ham aniqlanishi mumkin (16.1.5-rasm).



16.1.5-rasm.

16.2-§. Detal yuzalarida g'adir-budirlik, qoplama va termik ishlov belgilari

Detallar yuzalarini kattalashtirib qaralsa, yuzalarining notekisligini ko'ramiz. Ayrim yuzalarning mikronotekisligini lupasiz ham ko'rish mumkin. GOST 2789-ga muvofiq yuzalarning g'adir-budirligi deb l baza uzunligidagi nisbatan kichik qadamlı yuza notekisliklarining to'plamiga aytiladi. Chizmalarda yuzalarning g'adir - budirligi GOST 2.309-68 ga muvofiq uch xil belgi bilan ko'rsatiladi (16.2.1-rasm). Bu yerda $h=3.5 \text{ mm}$; $II=1.5h$.

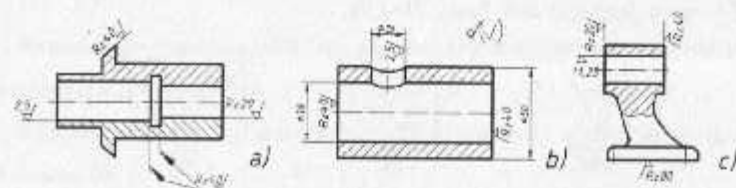


16.2.1-rasm

- a) yuzalarga ishlov berish usuli ko'rsatilmagan hollarda qo'llaniladi;
- b) yuza qatlamlari yo'nilgan yuzalarning g'adir-budirligini ko'rsatishda foydalaniladi;
- c) belgi detallarda yuza qatlami yo'nilmay (ishlov berilmay) hosil bo'lgan yuzalarning (ya'ni quyish, bolg'alash, shtampovkalash, prokat qilish va valsovkalash) yo'li bilan hosil qilinadi.

G'adir-budirlik belgisi qavs ichida chizmaning yuqorigi o'ng burchagida ko'rsatilgan bo'lsa, detalning g'adir-budirligi ko'rsatilgan yuzalaridan qolgan

yuzalari qavs oldida ko'rsatilgan 80 mkm g'adir-budirlikka ega ekanligini ko'rsatadi. Agar buyumlar sirtining hammasi bir xil g'adir-budirlikka ega bo'lsa g'adir-budirlik belgisi yuzalarga emas, balki chizmaning yuqorigi o'ng burchagiga qo'yiladi (16.2.2-rasm, a). Chizmalarning yuqorigi o'ng burchagiga qavsdan oldin qo'yiladigan belgilar o'lchami tasvirida qo'yilgan belgilar o'lchamidan taxminan 1,5 marta katta bo'lishi va bu belgilar chizma ramkasidan 5...10 mm uzoqlikda joylashishi lozim. Buyumlar tasvirida yuzalarining g'adir-budirlik belgilari kontur chiziqlariga, chiqarish chiziqlariga (o'lcham chizig'iga yaqinroq qilib) va chiqarish chiziqlar tokchasiga qo'yiladi. Agar detal yuzalarining bir qismiga ishlov berilmay o'z holicha qoldiriladigan bo'lsa, chizmaning yuqorigi o'ng burchagida maxsus belgi qo'yiladi. 16.2.2-rasm, b bunday yo'zuylarning g'adir-budirlik parametrlari ma'lum qiymatga 500 mkm cheklangan bo'lsa, mazkur belgi 16.2.2-rasm, c da ko'rsatilgandek ifodalanadi.

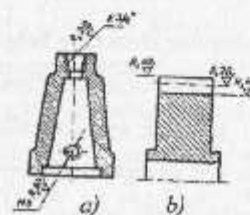


16.2.2-rasm

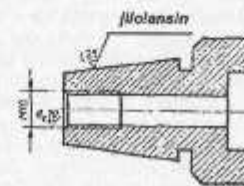
Detallarning takrorlanadigan elementlarida (bir xil teshiklar, pazlar va tishlarda) yuzalarining g'adir-budirlik belgisi faqat bir marta qo'yiladi. Rezkali yuzalarga g'adir-budirlik belgilari 16.2.3-rasm, a va 16.2.4-rasm, b da ko'rsatilgandek qo'yiladi. 16.2.13-rasm, b da tishli g'ildirak tishlari ish yuzalarining g'adir-budirlik shartli ravishida cho'qqilar, botiqlar va bo'luevi silindrlar yasovchisi bo'ylab qo'yilgan.

Mashina detallarini loyihalashda yuzalarining g'adir-budurlik, ularning ishlash sharoitlarini va estetik ko'rinishlarini hisobga olgan holda belgilanadi.

Masalan, ora zazorli qo'zg'almas birikma detallari yuzalarining qadir-budurlik 3...4 klassda oraliqsiz (zazorsiz) bo'lganda esa 4...5 klassda bo'lishi lozim. Qo'zg'aladigan birikmadagi detallarning bir-biriga tegib turadigan yuzalarining qadir-budurlik 6...8 klasslarida bo'lishi kerak. 16.2.5-rasm, a metall kesuvchi asboblarda detallarga ishlov berilganda, yuzalarda qanday o'rta qadir-budurlik qosil bo'lishi ko'rsatilgan. Detallar va buyumlar ish chizmalarida yuzalarining qoplamalari, termik va boshqa ishlov berish turlari GOST 2.312-68 qoidalariga asosan belgilanadi.

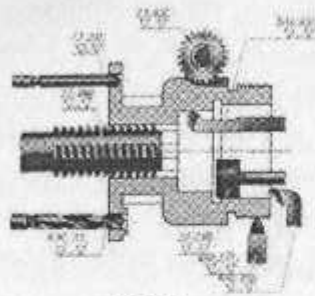


16.2.3-rasm

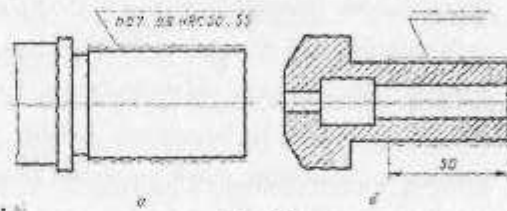


16.2.4-rasm

Qoplamalarning shartli ifodalari GOST 7991-68 va GOST 9825-73 ga muvofiq chizmaning texnik talablarida ko'rsatiladi. Detaillarning termik ishlov beriladigan yoki qoplash lozim bo'lgan yuzalari (yaqqol ko'rinadigan tasvirida) yo'g'on shtrix-punktir chiziq bilan (taxminan yuza konturidan 1 mm masofada) yurgizib chiziladi (16.2.6-rasm). Termik ishlov berish natijasida erishiladigan chuqurlik h va Rokvel shkalasi bo'yicha qattiqlik (masalan, HRC 45...50) chiqarish chizig'ining tokchasiga yoziladi.



16.2.5-rasm



16.2.6-rasm

16.3-§. Detallarda dopusk va o'tqazishlar, ularning chizmada belgilanishi

Ko'plab va seriyalab ishlab chiqariladigan hozirgi zamon mashinasozligi va asbobsizligi detallari o'zaro almashinuvchanlik printsipli asosida yasaladi, yani ishlab chiqarilgan bir partiyadagi bir xil detallarning istalgan uzeli mexanizm va mashinalarga o'rnatilganda o'z o'rniga qo'shimcha ishlov bermay va moslamay yig'iladi. Loyihash natijasida aniqlanib va GOST 6636-69 ga muvofiq o'ziga yaqin bo'lgan katta qiymatga yaxlitlab olingan asosiy o'lcham nominal o'lcham deb ataladi. Detailning o'zaro almashinuvchanligini ta'minlash uchun ularni chizmalarda ko'rsatilgan nominal o'lchamlariga muvofiq ishlab chiqarish zarur. Biroq ishlov berishda detalning birorta ham o'lchami nominal o'lchamiga teng bo'la olmaydi. Bunga stanok, kesuvchi asbob va o'lchov asboblarning ndaniqligi, keskich uchining eyilishi, keskich bilan detalning kesuvchi kuchlar ta'sirida deformatsiyalanishi va boshqa bir qancha sabablar bo'ladi. Shuning uchun, detallarning o'zaro almashinuvchanligini ta'minlash maqsadida, ularning asosiy o'lchamlariga (nominal o'lchamlar) texnologik va texnik mulchazalar asosida eng katta va eng kichik chekli o'lchamlar belgilanadi (16.3.1-rasm).

Detailni bevosita o'lchash natijasida (o'lchash asbobining aniqligi bilan) olingan o'lcham haqiqiy o'lcham deb ataladi. Haqiqiy o'lchamning nominal o'lchamga nisbatan ilki chekli qiymati chekli o'lcham deb, ularning kattasi eng

katta chekli o'lcham, kichik qiymati esa, eng kichik chekli o'lcham deb ataladi. Eng katta chekli o'lcham bilan nominal o'lcham orasidagi algebratik ayirma yuqorigi chekli chetga chiqish deb, eng kichik chekli o'lcham bilan nominal o'lcham orasidagi algebratik ayirma pastki chekli chetga chiqish deb ataladi. Bu chekli chetga chiqishlar musbat (+), manfiy (-), ishorali va nolga teng bo'lishi mumkin. Chekli o'lcham oraliqlaridagi o'lchamlar qiymati dopusk maydoni va eng katta va eng kichik chekli o'lchamlar orasidagi ayirma o'lcham dopuski deb ataladi. Chekli chetga chiqishlar va dopusklar mikrometrlar hisobida ($1 \text{ mkm} = 0,001 \text{ mm}$) o'lchanadi. 16.3.2- rasmida tasvirlangan detal kichik pog'onasining nominal o'lchami 40 mm, eng katta chekli o'lcham ($40+0,05$) 40,05 mmga, eng kichik chekli o'lchami ($40-0,02$) 39,98 mm ga teng. Shu detal o'rta pogonasining nominal o'lchami 50 mm bo'lsa eng katta chekli o'lchami ($50-0,02$) 49,98 mm ga, eng kichik chekli o'lchami esa ($50-0,04$) 49,96 mm ga teng bo'ladi. Detal toresiga (yon tomoni) o'yilgan teshik diametrining nominal o'lchami 55 mm ga eng katta chekli o'lchami 55,017 mmga va eng kichik chekli o'lchami esa 55,00 mm ga teng.

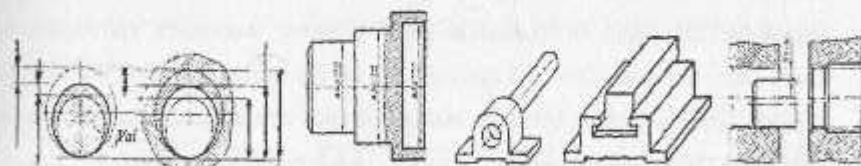
Har qanday uzul, mexanizm va mashina detallari o'zaro birikmada bo'lib, biri ikkinchisiga kirgan (joylashgan) yoki o'tkazilgan bo'ladi. Birikmadagi qamrovchi va qamraluvchi detallarning tutash sirtlari tegishlicha qamrovchi va qamraluvchi sirtlarga bo'linadi (16.3.3- rasm).

GOST ga muvofiq qamrovchi sirt shartli ravishda teshik, qamraluvchi sirt esa val deb ataladi. Teshik va val uchun umumiy bo'lgan va birikmani tashkil qiluvchi nominal o'lcham birikmaning nominal o'lchami deb ataladi. Birikmadagi detallar tutash yuzalarining haqiqiy o'lchamlari orasidagi farq bo'lganligidan ular bir-biriga nisbatan erkin harakatlanishi yoki xuddi bitta detaldek mahkam birikishi mumkin. Birikma detallarining tutash sirtlarida hosil bo'lgan zazor yoki taranglik qiymati bilan aniqlanadigan harakteri o'tqazish deb ataladi. Teshik bilan val

o'lchamlari orasidagi musbat ayirma zazor, val bilan orasidagi manfiy ayirmaga esa taranglik deyiladi (16.3.4-rasm). Zazor biriktirilgan detallarning bir - biriga nisbatan erkin qo'zg'aluvchanlik darajasini, taranglik esa ularning qozg'almaslik darajasini harakterlaydi. GOST 7713-62 ga muvofiq o'tqazishlar uch gruppaga: taranglik bilan, o'tadigan qilib va zazor bilan o'tqazishlarga bo'linadi. Taranglik bilan o'tqazishda biriktirma detallarining bir-biriga nisbatan qo'zg'almasligini tutash yuzalarning (sirtlarning) tarang holatda bo'lishi bilan ta'minlanadi. Taranglik bilan o'tqazishda detallar presslash va teshikli detalni qizdirish usuli bilan yigiladi. Taranglik bilan o'tqazishlar uch turga bo'linadi: qizdirib o'tqazish, presslab o'tqazish va yengil presslab o'tqazishlar. O'tadigan o'tqazishda birikma detallari yig'ilganda zazor bo'lishi ham, taranglik bo'lishi ham mumkin. Shuningdek, birikma zazor bilan taranglik o'rtasidagi holatda ham (ya'ni tutash sirtlar jips) o'tkazilgan bo'lishi mumkin. Bu o'tqazishga qo'zg'almaydigan o'tqazish *G*, tig'iz o'tqazish *T*, tarang o'tqazish *N* va jips o'tqazish *P* lar kiradi. Zazor bilan o'tqazishda birikma detallarining bir-biriga nisbatan qo'zg'aluvchanligini ta'minlovchi zazor bo'lishi garantiyalangan bo'ladi. Zazor bilan o'tqazish quyidagi olti turga bo'lingan: sirpanuvchan *S*, qo'zgaluvchan *D*, harakatlanuvchi *X*, yengil harakatlanuvchan *Y*, bemalol (keng) harakatlanuvchan *B* va issiqalayin harakatlanuvchan *IX* o'tqazishlar. Eng katta va eng kichik zazorlar orasidagi yoki eng katta va eng kichik tarangliklar orasidagi (tegishlicha zazor yoki taranglik bilan o'tqazishda) farq o'tqazish dopuski deyiladi. O'tadigan o'tqazishlarda o'tqazish dopuski eng katta taranglik va eng katta zazor yigindisi bilan aniqlanadi.

Hisoblash va tajriba asosida ma'lum qonuniyat bilan tuzulgan va standartlashtirilgan dopusklar hamda o'tqazishlar dopusklar sistemasini tashkil qiladi. Dopusklar sistemi: sistema asosiga ko'ra teshik sistemi va val sistemasiga; dopusklarning qiymatlariga ko'ra aniqlik klasslariga; zazorlar va tarangliklarning qiymatiga ko'ra o'tqazishlar qatoriga bo'linadi. Teshik sistemasida

aniqlik klassi bir xil bo'lgan barcha o'tqazishlar uchun teshikning chekli chetga chiqishi o'zgarmas bo'lib, o'tqazishlar faqat valning chekli chetga chiqishi o'lchamlarini o'zgartirish hisobiga erishiladi. Bunday teshik asosiy teshik deyiladi. Teshik sistemasida teshikning pastki chekli chetga chiqishi nolga teng bo'lib, birikmaning nominal o'lchami teshikning eng kichik chekli o'lchami hisoblanadi.



16.3.1-rasm

16.3.2-rasm

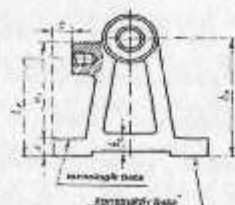
16.3.3-rasm

16.3.4-rasm

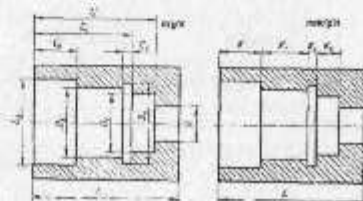
16.4-§. Detaillarning o'lchamlari, shakliy ko'rinish va elementlari

Detaillarning o'lchamlari ularni yasash texnologiyasi oson va arzon bo'lishini, shuningdek, mazkur o'lchamlarni nazorat qilishning qulayligini ta'minlaydigan qilib GOST 2.307-68 ga muvofiq qo'yiladi. Detaillarning o'lchamlari tutashtiriluvchi va erkin, ya'ni tutashtirilmaydigan bo'lib, ular baza deb ataluvchi yuzalardan, chiziqlardan yoki nuqtalardan boshlab qo'yiladi. Bu bazalar konstruktiv va texnologik bazalarga bo'linadi. Odatda, buyumlarda detaillarning ishlov berilgan yondosh yuzalari biriktiriladi. Detaillarning buyumdagi vaziyatlarini aniqlovchi bunday yuzalar va chiziqlar yoki nuqtalar to'plami konstruktiv baza deb ataladi. Konstruktiv bazalar qilib: detaillarning birikmadagi o'rnatish, yo'naltirish va yon-to'rets tekisliklari; uning simmetriya o'qi, teshiklarning o'qi va biror qirrasining o'zaro perpendikulyar bo'lgan ikki chizig'i yoki aylanuvchi detaillarning markazi olinadi. Bir detalda bir necha konstruktiv bazalar, uning ishlov beriladigan tutash yuzalarining o'zaro joylashishini aniqlovchi o'lchamlari qaysi konstruktiv baza bilan bog'liq bo'lsa, o'sha konstruktiv bazadan beriladi (16.4.1-16.4.12 rasmlar). Detaillarning konstruktiv bazalariga uning biror tekisligidan, chizig'idan yoki nuqtalari to'plamidan zarur qiymatli o'lchamlar saqlanib ishlov beriladi.

Detallarning bunday tekisliklari, chiziqlari va nuqtalari to'plami texnologik bazalar deb ataladi. Masalan 16.4.1-rasmda texnologik bazadan α o'lchamning qiymati saqlangan holda konstruktiv bazaga ishlov berish ko'rsatilgan. Bunda α o'lchamining qiymati Ushbu detal lampasining mustaxkamligini ta'minlovchi zaruriy o'lchamidir. Tutashtirilmaydigan, ya'ni erkin o'lchamlar texnologik bazalardan qo'yiladi. 16.4.2-rasmda biror detalning yon torets tekisligidan - konstruktiv bazasidan har xil chuqurlikda va diametrlarda ishlov beriladigan silindrik sirtlarga o'lcham berish ko'rsatilgan. Bunda chuqurlik o'lchamlar umumiy bazalardan (16.4.2-rasm,a) va zanjir usulida (16.4.2-rasm,b) qo'yilgan.



16.4.1-rasm

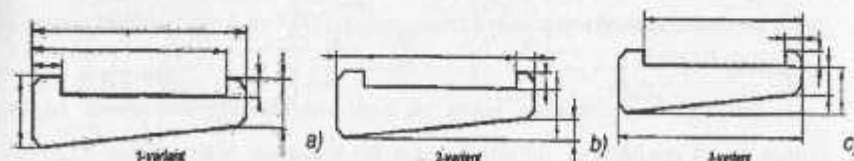


16.4.2-rasm

Ushbu detalning silindrik sirtlariga quyidagi tartibda ishlov beriladi: a , b va l uzunlikdagi teshik D diametrigacha yo'niladi, agar quyma teshik bo'lmasa, ushbu teshik D diametrli parma bilan teshiladi. Shundan keyin D diametrli teshik S chuqurlikkacha D_1 gacha yo'nib kengaytiriladi va o'z navbatida D_1 diametrli teshik S_1 chuqurlikkacha yo'nilib D_2 gacha kattalashtiriladi, S_1 chuqurlikda kengligi S_2 va diametri D_4 bo'lgan ariqcha yo'niladi. So'ngra D_2 diametr S_2 chuqurlikda D_3 gacha yo'niladi. 16.4.2-rasm,a da o'lcham mazkur detalning yuqorida hayon qilingan yasash texnologiyasiga muvofiq qo'yilganligi uchun to'g'ri qo'yilgan, 16.4.2-rasm,b da esa o'lchamlar noto'g'ri qo'yilgan, chunki D_1 , D_2 va D_4 diametrli silindrik sirtlarga ishlov berish uchun ularning chuqurliklarini hisoblab topishga

to'g'ri keladi. Shuningdek, bu chuqurliklarni kontrol qilish uchun ularni hisoblash ham zarur bo'ladi.

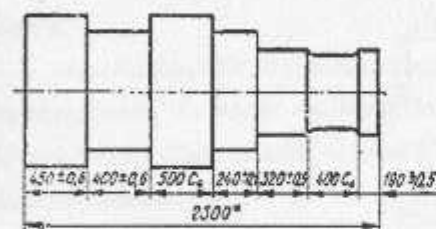
Bir detalga bir nechta variantlarda o'lchamlar qo'yish mumkin, masalan, 16.4.3-rasmda bir detalning o'lchamlari uch variantda qo'yib ko'rsatilgan. Shuning uchun konstruktor detallarning bir-birini almashtira olishligi, yasashining arzonligi va soddaligi, ya'ni texnologikligini qaysi variant ta'minlanishini aniqlay bilishi lozim.



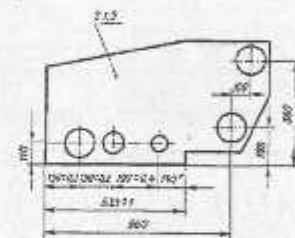
16.4.3-rasm

To'g'ri o'lcham qo'yish mas'uliyatli bo'lganligi uchun o'lchamlar qo'yish qoidalarini puxta o'rganib olish kerak. Chizmada detallarning o'lchamlari uch xil usulda: koordinata, zanjir va aralash usullarda qo'yiladi. Koordinata usulida o'lchamlar detallarning tanlab olingan bazalaridan boshlab alohida-alohida qo'yiladi (16.4.1, 16.4.2-rasm,a ga qarang).

Zanjir usulida o'lcham qo'yish detallarning tanlab olingan bazasidan ketma-ket qilib, 16.4.4, 16.4.6 va 16.4.7 rasmlarda ko'rsatilgan.



16.4.4-rasm

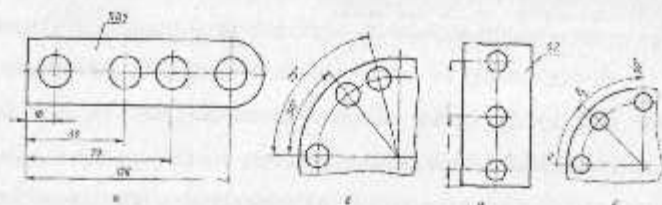


16.4.5-rasm

Aralash usulda o'lchamlar koordinata va zanjir usullaridan foydalanib qo'yiladi. 16.4.5- rasmda o'lchamlar shu usulda ko'rsatilgan. Koordinata usulida umumiy bazadan qo'yiladigan o'lchamlarni 16.4.6- rasmda ko'rsatilgandek qo'yish ham mumkin. Bunda nol O nuqtadan bitta o'lcham chizig'i o'tkazilib, o'lchamlar qiymati chiqarish chiziqlarining uchiga yaqinroq yozib ko'rsatiladi.

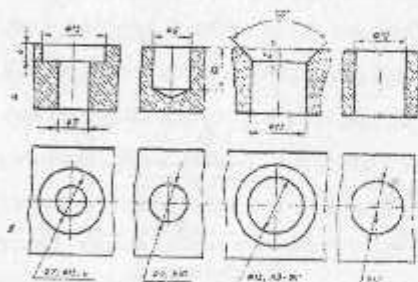
Bir xil va kichik qalinlikdagi detallarning qalinlik o'lchamlari 16.4.5, 16.4.6 a va 16.4.7-rasm, a da ko'rsatilgandek qo'yiladi. Chizmalardagi $S1,5$; $S0,5$ va $S2$ yozuvlar mazkur tasvirlardagi detallarning mos $1,5$; $0,5$ va 2 mm qalinlikka tengligi ko'rinadi.

Qirgimlarda detallardagi teshik va berk teshiklarning o'lchamlari 16.4.8-rasm, a da ko'rsatilgandek qo'yiladi. Agar bu detalning faqat ustidan ko'rinishi chizmada tasvirlangan bo'lsa, uning yuqoridagi elementlarining o'lchamlari 16.4.8-rasm, b da ko'rsatilgandek qo'yiladi.



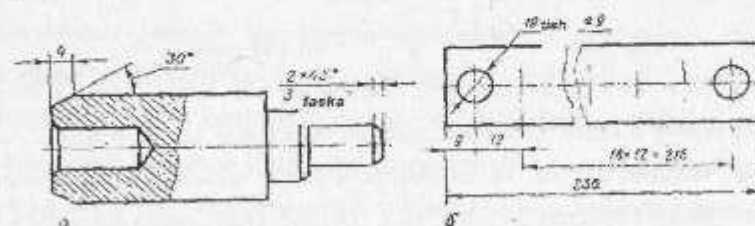
16.4.6-rasm

16.4.7-rasm



16.4.8-rasm

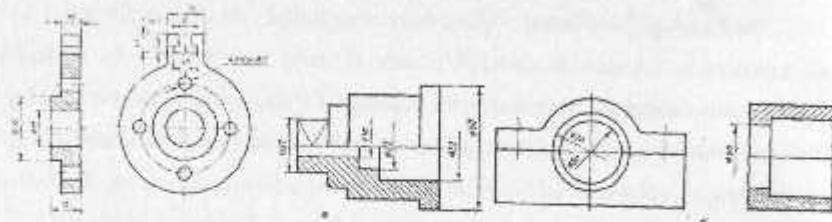
Detaillardagi faskalarning o'lchamlari teng bo'lsa, ularning o'lchamlari bir marta qo'yilib (bundan simmetrik faskalar istisno), faskalar soni ko'rsatilgan bo'ladi (16.4.9-rasm, a). Agar faskaning burchagi 45° dan boshqacha bo'lsa, uning o'lchami shu chizmada ko'rsatilgandek chiziqli va burchak o'lchamlari bilan ko'rsatiladi.



16.4.9-rasm

O'lchamlari teng bo'lib, bir-biridan bir xil masofada yotuvchi o'yiqlar yoki chiqiqlar va teshiklarning oraliq o'lchamlari 16.4.9-rasm, b da ko'rsatilgandek qo'yiladi, ya'ni hama oraliq o'lchamlari qo'yilmay, faqat bitta qo'shni element orasidagi o'lcham va eng chetki elementlar orasidagi o'lcham oraliqlar soni bilan oraliq o'lchami qiymatining ko'paytmasi ko'rinishida qo'yiladi. Agar bunday elementlar to'g'ri chiziq bo'ylab joylashmay, biror aylana bo'yicha joylashgan bo'lsa, bu elementlarning faqat soni 16.4.10-rasmda ko'rsatilgandek qo'yiladi (4 tesh. d7).

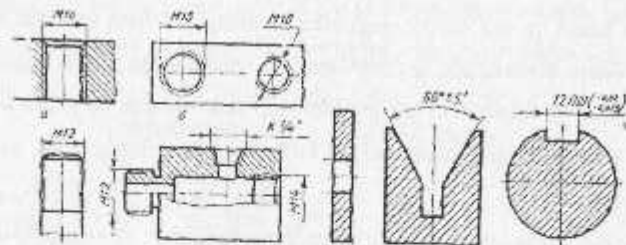
Agar detallarda bir xil elementlardan tashqari boshqa elementlari ham bo'lsa, ularning barcha o'lchamlari shu elementlarning chizmalari to'laroq tasvirlangan ko'rinishida qo'yiladi. Silindrik va kvadrat sirtlarning o'lchamlari 16.4.11-rasmda ko'rsatilgandek qo'yiladi.



16.4.10-rasm

16.4.11-rasm

Diametr va kvadrat belgilari o'lchamlar qiymati oldiga qo'yiladi. Bunda diametrlarning o'lcham chiziqlarni aylanali markazidan bir oz o'tkazib yozib qo'yish mumkin. Sterjen va teshiklarga o'yilgan rezbalarga 16.4.12-rasmda ko'rsatilgandek o'lchamlar qo'yiladi. 16.4.13-rasmda chekli chetga chiqishlar bilan o'lcham qo'yish ko'rsatilgan. Detallarning erkin va tutashtiriladigan o'lchamlaridan tashqari ularning yig'ma birliklariga o'rnatish va bog'lash o'lchamlari ko'rsatiladi. Yig'ma birliklarning gabarit o'lchamlari ulardagi ayrim detallarning ishlash jarayonida eng chetga chiqish vaziyatlarini hisobga olgan holda qo'yiladi.

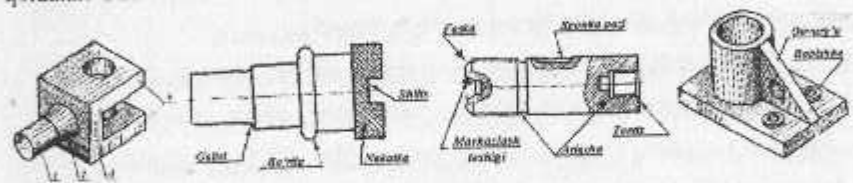


16.4.12-rasm

16.4.13-rasm

Detallarning shakili ko'rinish va elementlari. Mashina detallarining chizmalari asosiy konstruktorlik hujjati bo'lib, ularda detallarni yasash uchun zarur bo'lgan hama o'lchamlar va ma'lumotlar ko'rsatilgan bo'ladi. Mashina detallarining chizmalarini tuzish uchun detallarning eng ko'p uchraydigan elementlarini, yuzalarining gadir-budirlik belgilarini o'lcham va chizmalarining

chetga chiqishlarini, texnik talablarning mazmuni, materiallarning belgilanishlarini, o'lcham asboblari va usullarini, shuningdek, o'lcham qo'yishlarni va mashina detallarining eskizi hamda ish chizmalarini tuzishni va boshqa ma'lumotlarni bilish zarur. Mashina detallarini loyihalash juda ko'p texnik ma'lumotlarni bilishni talab qiladigan murakkab ijodiy jarayondir. Bunda detallarning mustahkamligini, chidamliligini, yasash texnologiyasining soddaligini, yig'ish va ajratish qulayligini, yengil bo'lishini va shunga o'xshash qulayliklarni ta'minlash kerak. Shuningdek, mashina detallari elementlarining chizmalarini loyihalashda ularni oddiy va qulay geometrik sirtlar bilan chegaralab olish katta ahamiyatga egadir. Shunday sirtlar bilan detal elementlari chegaralab olinsa, har qanday murakkab shaklli detallarni osonlik bilan loyihalash mumkin. Mashina detallarining eskizini yoki ish chizmasini tuzish uchun uni analiz qilib, fikran oddiy geometrik elementlarga yoki ularning qismiga ajaratiladi. 16.4.14-rasmda tyaga bir uchining analizi ko'rsatilgan. Tyaga quyidagi geometrik elementlarning: to'g'ri doiraviy silindr-1, doiraviy kesik konus-2, to'g'ri to'rtburchak asosli prizma-3 va silindrik teshikli ikki prizma-4 dan iborat. 16.4.15-rasm, a-c larda mashina detallarida ko'p uchraydigan elementlarining nomi va tasviri ko'rsatilgan. Detallar yuzalarining gadir-budirlikiga oid terminlar, klassifikatsiyalar va belgilanishlar hamda sanoat tarmoqlari buyumlarining chizmalarida gadir-budirliklar belgilanishlarni qo'yish qoidalar GOST 2789-73 va GOST 2.309-68 da belgilangan.



16.4.14-rasm

16.4.15-rasm

uning elementlarining o'qlari va ichki konturlari proeksion bog'lanishda tasvirlanadi.

3-bosqich. Chizmani o'qishni (tasvirdagi detalni tasavvur qilishni) osonlashtirish va shtrix chiziqlarni kamaytirish maqsadida zarur bo'lgan qirqim va kesimlar bajariladi. Bunda detalning kesuvchi tekislikda yotuvchi yuzalari shtrixlanadi. Ko'rinishlarda mazkur detalni yasash uchun zarur bo'lgan barcha o'lchamlarning chiqarish va o'lcham chiziqlari o'tqaziladi. O'lcham chiziqlari iloji boricha tasvir konturidan tashqarida joylashtirilishi lozim. O'lcham chiziqlari gruppalariga bo'linib, avval detal elementlarining va ularni bog'lovchi oraliq o'lchamlarning, so'ngra gabarit o'lchamlarning o'lcham chiziqlari qo'yiladi. O'lcham chiziqlariga strelkalar, detal sirtlarining ifodalovchi shartli belgilar (d - diametr, q - kvadrat, R - radius va xokuzolar) va yuzalarning g'adir-budirlik belgilari qo'yiladi.

4-bosqich. O'lcham asboblari yordamida detalning barcha o'lchamlari o'lchanib, ularning son qiymatlarini o'zgartirmay eskizga qo'yib chiqiladi. Zarur bo'lgan yozuvlar, texnik talablar va burchak shtamplarining grafalari yoziladi.

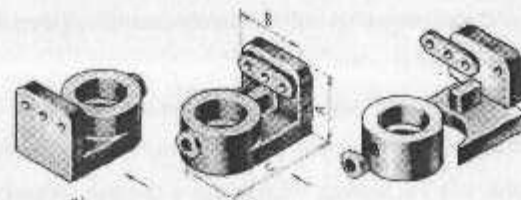
5-bosqich. Eskiz taxt qilinadi, ya'ni mas'ul shaxslar tomonidan eskiz tekshirilib, uning to'g'ri tuzulganligini tasdiqlovchi imzolar qo'yilgandan so'ng, GOST 2.303-68 ga muvofiq chizmadagi barcha chiziqlar va harfli hamda raqamli yozuvlar yumshoq qalam bilan yurgizib chiqiladi. Shuni unutmastlik kerak-ki, eskiz tuzishning har bir bosqichida ortiqcha chiziqlar o'chirib boriladi. 17.39-rasmda misol tariqasida ventill qopqog'ining eskizi ko'rsatilgan.

Quyida "Tayanch" nomli oddiy detal eskizini tayyorlash bosqichlari keltirilgan:

1. *Detal bilan tanishib chiqish.* Bunda detalning va uni fikran bo'laklarga ajratish mumkin bo'lgan asosiy elementlarining shakli aniqlangan. Imkon qadar detalning qo'llanilishi va uning materiali, ishlov berilishi va alohida yuzalarining

g'adir-budirliklari, detalni tayyorlash texnologiyasi, uning qoplamasi va boshqalar to'g'risidagi ma'lumotlar asosida umumiy tushuncha hosil qilingan (16.5.1-rasm, a)

2. *Bosh ko'rinish va boshqa zarur tasvirlarni tanlanish.* 17.40-rasm, a da bosh ko'rinishni tanlash uchun, detalni joylashtirish variantlari berilgan va proyeksiyalash yo'nalishi strelkalar bilan ko'rsatilgan. Bulardan o'ng vaziyat yaxshiroq hisoblanadi, chunki, chap yondan ko'rinishda detalning ko'pgina elementlarining konturlari ko'rinadi, Bosh ko'rinish esa detalning shakli to'g'risida yaqqolroq tasavvurni beradi. Ushbu vaziyatda detal shakli to'g'risida tasavvurga ega bo'lish uchun uchta tasvir: bosh ko'rinish, yuqoridan ko'rinish va chapdan ko'rinish yetarli. Bosh ko'rinishda frontal qirqim berish tavsiya etiladi. Bosh ko'rinish shunday tanlangan-ki, bu mazkur detal shakli va o'lchamlari to'g'risida mumkin qadar to'liqroq tushuncha hosil qilishni, hamda detalni tayyorlashda eskizdan foydalanishni yengillashtirgan.



16.5.1-rasm

3. *Varaq formatini tanlash.* Varaq formati GOST 2.301-68 ga asosan, 2-bosqichda tanlangan ko'rinishlar qanday kattalikka ega bo'lishiga bog'liq holda tanlanadi. Bizning misolimizda A3 formatni tanlash tavsiya etilgan. Tasvir kattaligi va masshtabi barcha elementlarni aks ettirish, hamda zarur o'lchamlar va shartli belgilar qo'yish imkonini bergan. Ayrim hollarda 1 yoki 2 ta ko'rinishdan iborat oddiy detallarning eskizini chizish uchun A4 format qo'llaniladi.

4. *Varaқni tayyorlash.* Dastlab A3 format ichida chizma ramkasi qoidaga binoan format chetlaridan 5 mm, chap tomondan esa varaқni tikish uchun 20 mm joy qoldirib chizilgan. So'ngra asosiy yozuv ramkasining konturi chizilgan.

5. *Varaқda tasvirlarni joylashtirish.* Tasvirlarning ko'z bilan chamalangan masshtabi tanlanib, detalning gabarit o'lchamlari nisbati o'rnatilgan. Ushbu vaziyatda, detalning balandligi A, uning eni B=A, uzunligi esa C=2A deb olingan (16.5.1-rasm). Shundan so'ng eskizda ingichka chiziqlar bilan, detalning gabarit o'lchamlariga teng to'g'ri to'rtburchaklar chizilgan (16.5.2-rasm,a). To'g'ri to'rtburchaklar shunday joylashtirilgan-ki, ularning orasi va ramka chetidagi masofa o'lcham chiziqlari va shartli belgilarni qo'yish, hamda texnik talablarni joylashtirish uchun etarli bo'lgan. Tasvirlarni joylashtirishni osonlashtirish uchun, qalin qog'ozdan, o'lchamlari detalning gabarit o'lchamlariga mos qilib tayyorlangan, to'g'ri to'rtburchaklardan foydalanish ham mumkin. Bunda ushbu to'rtburchaklarni chizma maydoni bo'ylab harakatlantirilib, tasvirlarning eng qulay joylashuvini osongina tanlay olamiz.

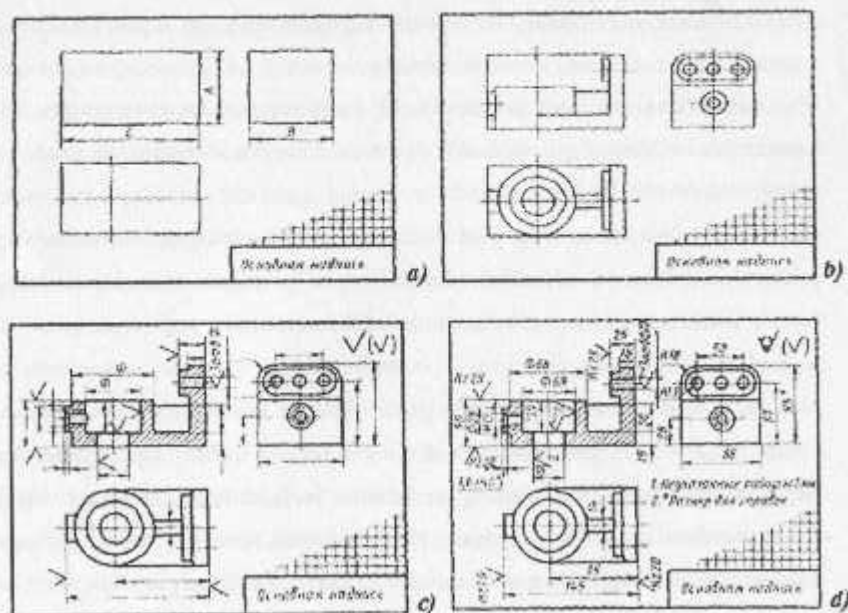
6. *Detal elementlarini tasvirlash.* To'rtburchaklar ichiga ingichka chiziqlar bilan detal elementlari tasvirlangan (16.5.2-rasm,b). Bunda o'lchamlar nisbati saqlangan, tegishli o'q va markaz chiziqlarini o'tkazgan, proyeksiya bog'lanish ta'minlangan.

7. *Ko'rinishlar, qirgimlar va kesimlarni bajarish.* Ushbu bosqichda barcha ko'rinishlarda (16.5.2-rasm,c), 4-bosqichda e'tiborga olinmagan elementlarga aniqlik kiritilgan (masalan, yumaloqlashlar, faskalar), hamda yordamchi yasash chiziqlari o'chirilgan. GOST 2.305-68 ga muvofiq qirgim va kesimlar bajarilgan, so'ngra GOST 2.306-68 bo'yicha materiallarning grafik tasvirlanishi (kesimlarning shtrixovkasi) berilgan va GOST 2.303-68 bo'yicha chizma chiziqlari yurgizib chiqilgan.

8. *O'lcham chiziqlari va shartli belgilarni qo'yish.* Yuza xarakterini (diametr, radius, kvadrat, konuslik, qiyalik, rezba turi va boshqalar) belgilovchi o'lcham chiziqlari va shartli belgilar GOST 2.307-68 bo'yicha qo'yilgan (16.5.2-rasm,e). Bir vaqtning o'zida detal alohida yuzalarining g'adir-budirliligi aniqlanib shartli belgilari qo'yilgan.

9. *O'lcham sonlarini qo'yish.* O'lchov asboblari yordamida elementlarning o'lchamlari aniqlangan va eskizda o'lcham sonlari qo'yilgan. Agar detalda rezba bo'lsa, uning parametrlari aniqlanadi va eskizda rezbaning tegishli belgilanishi ko'rsatiladi (16.5.2-rasm,d).

10. *Eskizni yakuniy rasmiylashtirish.* Eskizni yakuniy rasmiylashtirishda asosiy yozuv to'ldirilgan. Zarur yuzalarning o'lchami, shakli va joylashuvining chekli chetga chiqishlari to'g'risida ma'lumotlar berilgan; texnik talablar tuzilgan va tushuntiruv yozuvlari berilgan (16.5.2-rasm,f). So'ngra eskiz yakuniy tekshiruvdan o'tkazilgan va zarur aniqlik va tuzatishlar kiritilgan.



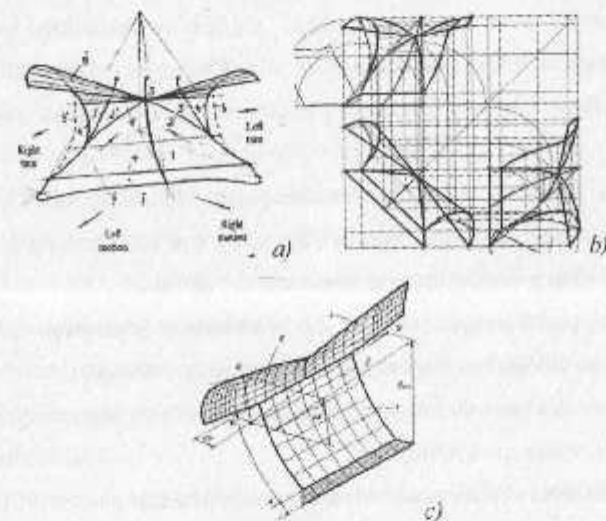
16.5.2-rasm

Mavzu bo'yicha geometrik modellashirishga oid materiallar

Ma'lum-ki, detallarning eskizlari nafaqat tayyor buyumning o'ziga qarab, balki yangidan loyihalangan buyumlar uchun ham tuziladi. Ayniqsa yangi loyiha intellektual mulk sifatida ishlab chiqilganda yning ahamiyati yanada seziladi. Chunki, bunda eskiz soda, tushunarli va buyumni tayyorlash uchun etarli ma'lumotlarni berishi talab qilinadi. Bunday vaqtlarda loyihani geometrik modellashirish asosida ishlab chiqish qulay hisoblanadi. Masalan, yer haydash plugi ag'dargichining asosiy detal hisoblanadigan korpusning yangi loyihasi eskizini olib qaraylik. Loyihaning g'oyasi quyidagicha: An'anaviy korpusning ishchi yuzasi sifatida, "ag'darish" texnologik operatsiyasini bajarishi uchun, yoyilmaydigan sirt - *silindroid* olingan, bu esa korpusni tayyorlash texnologiyasining murakkabligiga sabab bo'ladi. Agar ishchi sirt sifatida

300

yoyiladigan sirt - *silindr* olinga korpusni tayyorlash texnologiyasini soddalasadi, lekin bunda korpusning "ag'darish" texnologik operatsiyasini bajarish sifati pasayadi. Yechim sifatida "ag'darish" texnologik operatsiyasini bajara oladigan yoyiladigan - silindr va konus sirtlari kombinatsiyasidan foydalanish taklif qilingan. Bu geometrik kombinatsiyalangan korpusning eskizini tuzish uchun talab qilingan ma'lumotlarni bera oladigan geometrik modellardan (*a-sketch eskizi*, *b-proyeksiya eskiz*, *c-model eskizi*) foydalanilgan (16.5.3-rasm)⁴³. Bu usuldan turli texnologik mashina va jihozlarni yaratishda foydalanish yaxshi samara beradi.



16.5.3-rasm. Yangidan loyihalangan detal eskizlari.

⁴³ Jo'rayev T.X. Корпус штыра. Патент на полезную модель. FAP № 00897.

17. BUYUMNING UMUMIY KO'RINISH CHIZMASINI TAYYORLASH.

17.1-§. Umumiy ko'rinish chizmalarini tayyorlash tartibi.

GOST 2.102-68 ga muvofiq mashina pribor, stanok va boshqa buyumlarni ishlab chiqarish uchun konstruktorlik hujjatlari tuziladi. Bu hujjatlar loyiha va ish hujjatlariga bo'lingan bo'lib, ular buyum va uni tashkil qiluvchi qismlarni tayyorlash, qabul qilish, ishga tushirish va ta'mirlash kabi buyumga tegishli barcha ma'lumotlarni o'z ichiga oladi. Umumiy ko'rinish chizmalariga spetsifikatsiya bilan birga buyumlar yoki ularning qismlari yig'ma birliklarining, gidromontaj, pnevmontaj va elektromontaj chizmalari kiradi. Umumiy ko'rinish chizmalari buyum tarkibiga kiruvchi detallarning eskizlari yoki ish chizmalariga muvofiq tuziladi.

Umumiy ko'rinish chizmalari quyidagilardan iborat:

- a) yig'ma birlikning tasviri (ko'rinishlari, kerakli qirqim va kesimlari);
- b) yig'ma birlikni kontrol qilishni ta'minlovchi ko'rsatmalar;
- c) o'lchamlar, chekli chetga chiqishlar, shu bo'yicha boshqa parametr va talablar;
- d) detallarni biriktirish xarakteri va usuli to'grisidagi ko'rsatmalar;
- e) buyum tarkibiga kiruvchi tashkiliy qismlarining pozitsiya nomerlari;
- f) buyumning asosiy xarakteristikalar;
- g) gabarit, o'rnatish, ulanish va kerakli ma'lumot o'lchamlar

Umumiy ko'rinish chizmalari, odatda, yangi buyumlarni loyihalashda va mavjud buyumlarning o'ziga qarab tuziladi. Buyumning o'ziga qarab uning umumiy ko'rinish chizmalarini quyidagi tartibda tuzish tavsiya etiladi:

1. Buyum diqqat bilan ko'zdan kechiriladi, uning vazifasi, ishlash printsiplari va konstruktiv xususiyatlari aniqlanadi.

2. Buyum yig'ma birliklar va detallarga ajratiladi. Buyum tarkibiga kiruvchi barcha detallarning shakli, elementlari, ularning bir-biri bilan o'zaro birikish usullari aniqlanadi.

3. Buyumning tarkibiga kiruvchi yig'ma birliklar va barcha detallarning spetsifikatsiyasi tuziladi.

4. Buyumning tarkibiga kiruvchi har bir (standart detallardan tashqari) detalning eskizi tuziladi.

5. Buyumning asosiy va qo'shimcha tasvirlari soni, ko'rinishlari, qirqimlari va kesimlari belgilanadi.

6. Buyumning murakkabligi va katta-kichikligiga qarab umumiy ko'rinish chizmasining masshtabi tanlanadi.

7. O'zDSt 2.301-96 ga muvofiq varaqning formati tanlanadi, varaqning ramka chiziqlari ingichka qilib chiziladi va asosiy yozuvga joy qoldiriladi.

8. Varraq rejalashtiriladi, har bir tasvirning simmetriya o'qlari o'tkaziladi.

9. Har bir ko'rinish qirqim va kesim, shuningdek, qo'shimcha ko'rinishlarning joylashuvi aniqlanadi.

10. Asosiy (buyumning korpusi va shu kabi) detalning bir vaqtda hamma tasvirlarning, so'ngra maydaroq detallarning barcha tasvirlari konturi ingichka chiziqlar bilan chiziladi.

11. Chizmaning barcha qirqim va kesimlari bajariladi, hamda shtrixlanadi.

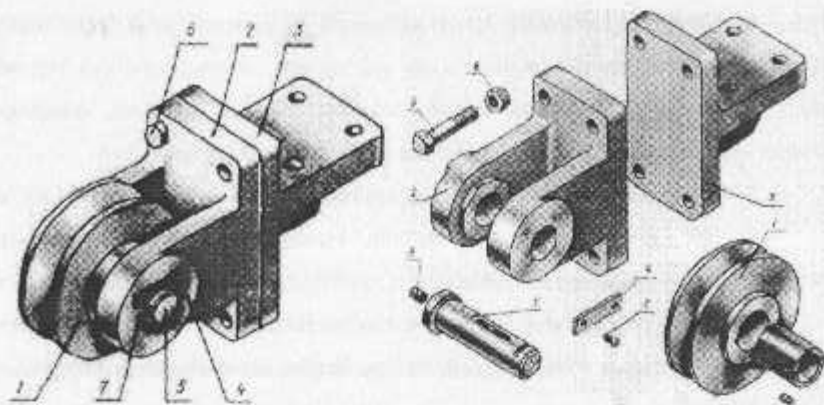
12. Chizma o'lchamlari va zarur hollarda detallarni o'tqazish usullari qo'yiladi.

13. Chizma kontur chiziqlari O'zDSt 2.303-96 ga muvofiq yo'g'onlashtiriladi, avval o'q, markaz va o'lcham chiziqlari, aylana va egri chiziqlar, so'ngra asosiy tutash to'g'ri chiziqlar yo'g'onlashtiriladi.

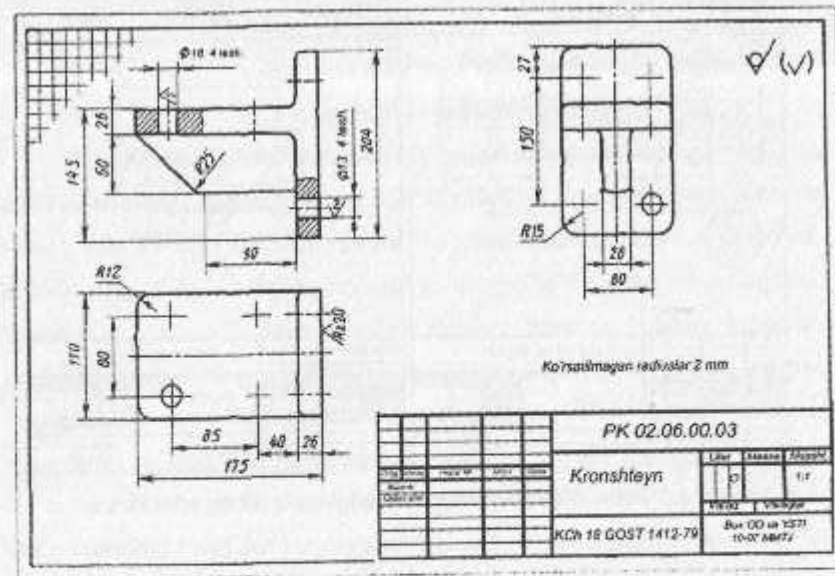
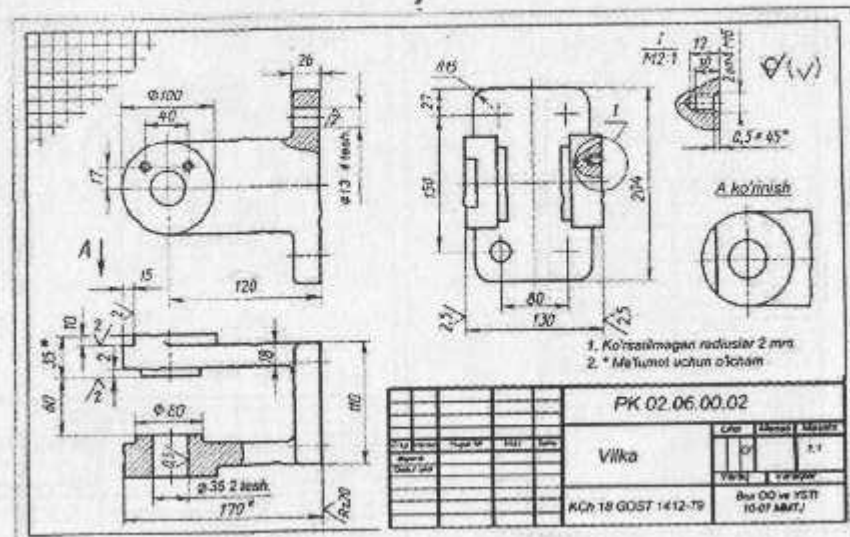
14. Detaillarning pozitsiya nomerlari qo'yiladi.

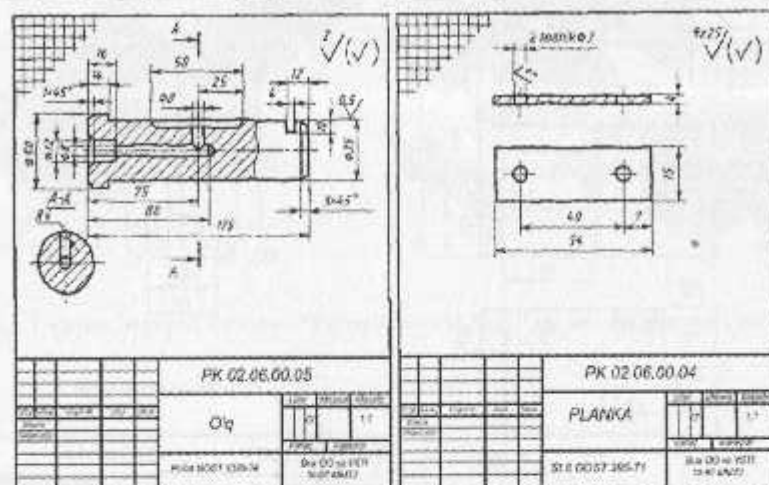
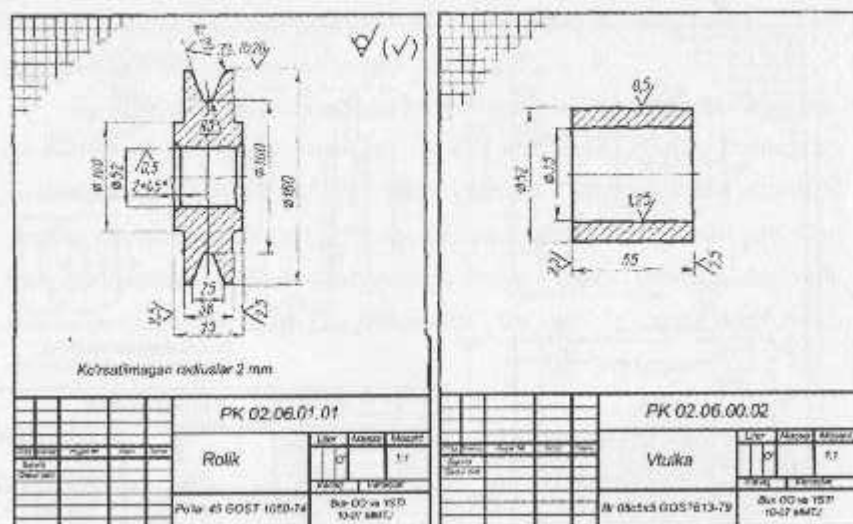
15. Chizmaning asosiy yozuvi va spetsifikatsiyasi to'lg'aziladi. Zarur hollarda texnik shartlar yozib qo'yiladi.

Umumiy ko'rinish chizmasidagi har bir detal o'zining barcha tasvirlaridagi qirgim va kesimlarida bir tomonga qaratib shtrixlanishi kerak. Buyumning harakatlanuvchi qismlarining eng chetki vaziyatlari (klapan, dasta, shpindel, porshen va shunga o'xshash) yig'ish chimalarida ingichka shtrix-punktir chiziqlar bilan chizib ko'rsatilishi kerak. Buyumning o'ziga qarab umumiy ko'rinish chizmasini tuzishni 17.1.1-17.1.3-rasmlarda berilgan "Yo'naltiruvchi blok" misolida ko'rish mumkin.

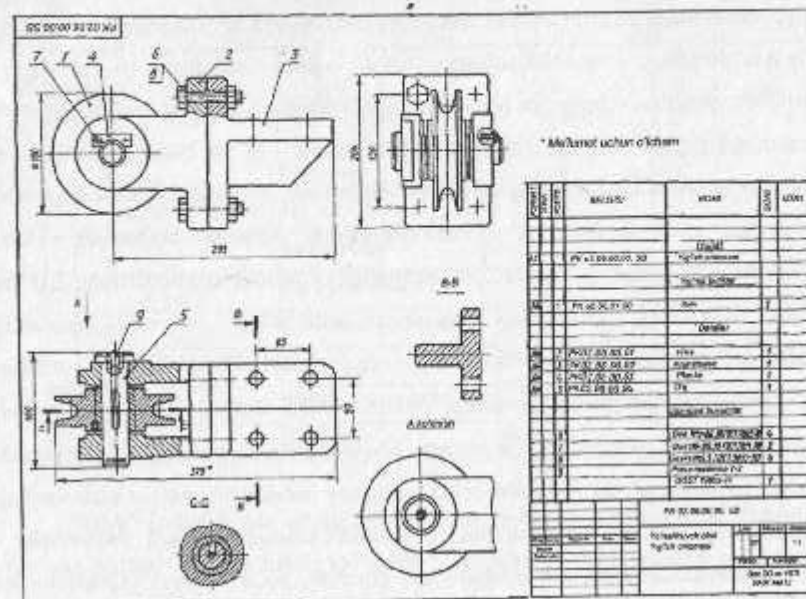


17.1.1-rasm. Mavjud buyum - "Yo'naltiruvchi blok" va uni detallarga ajratish.





17.1.2-rasm. "Yo'naltiruvchi blok" detallarining eskizlari.



17.1.3-rasm. "Yo'naltiruvchi blok"ning umumiy ko'rinish chizmasi.

17.2-§. Spetsifikatsiyalarni tuzish.

Spetsifikatsiya asosiy konstruktorlik hujjati hisoblanib, yig'ma birlikning tarkibini aniqlaydi. Standartga binoan spetsifikatsiya A4 formatda, 1-shakl (sarlavha varaq), yoki 1a-shakl (keyingi varaq) bo'yicha bajariladi. Umumiy vaziyatda spetsifikatsiya (1-jadval) quyidagi tartibda joylashgan bo'limlardan iborat: hujjatlar, komplekslar, yig'ma birliklar, detallar, standart buyumlar, boshqa buyumlar, materiallar, komplektlar. U yoki bu bo'limlarning mavjudligi buyumning tarkibini belgilaydi. Har bir bo'limning nomi "Nomi" grafasida ko'rsatilib ingichka chiziq bilan tagiga chiziladi. Har bir sarlavhadan keyin bo'sh qator, bundan tashqari har bir bo'lim oxirida, qo'shimcha yozuvlar uchun, kamida birta qator tashlanadi. Qator balandligi 8 mm dan kam bo'lmasligi kerak. O'quv chizmalari uchun har bir bo'limning mazmuni: **Hujjat** – konstruktorlik hujjatlarining asosiy tashkil etuvchisi

(yig'ish chizmasi va strukturaviy sxema-buyumning tarkibiy qismlarga bo'linishi). **Yig'ma birliklar** – spetsifikasiyalanayotgan buyum tarkibiga kiruvchi yig'ma birliklar. **Detallar** – bevosita buyum tarkibiga kiruvchi detallar (ya'ni, yuqorida keltirilgan yig'ma birliklar tarkibiga kirmaydigan). Yig'ma birliklar va detallar, ularni belgilovchi raqamlarning oshib borishi tartibida yoziladi. **Standart buyumlar** – davlat, soha va korxona (yordamchi ishlab chiqarish buyumlari uchun) standartlari bo'yicha qo'llaniladigan buyumlar. Yozuvlar standartlarning har bir toifasi doirasida, detallarning funksional qo'llanilishi bo'yicha (dumalash podshipniklari, mahkamlash buyumlari va h.k.z.) birlashtiruvchi guruhlari bo'yicha, har bir *guruh doirasida*, nomlari alifbo tartibida (masalan, boltlar, gaykalar, vintlar, shaybalar), har bir *nom doirasida* standartlarning belgilari oshib borishi tartibida, har bir *belgi doirasida* esa asosiy parametrlar yoki o'lchamlarning oshib borishi tartibida (masalan diametr, uzunlik) amalga oshiriladi. **Materiallar** – spetsifikasiyalanayotgan buyum tarkibiga kiruvchi (ya'ni, buyum yig'ma birligi tarkibiga kirmaydigan) materiallar. Ularni quyidagi tartibda yozamiz: qora metallar, rangli metallar, simlar, iplar, plastmassalar va h.k.z. Har bir turi bo'yicha material alifbo tartibida, har bir nom bo'yicha esa o'lcham yoki boshqa parametrlarning oshib borishi bilan yoziladi. Buyumdagi miqdori konstruktor tomonidan belgilana olmaydigan materiallar (masalan, bo'yoq, yelim, kavshar va h.k.z.) yozilmaydi. Bunday hollarda ularning miqdorini texnolog belgilaydi, ularning qo'llanilishi bo'yicha ko'rsatmalar esa, chizmada yozilgan texnik talablarda beriladi. Material nomi bir qatorga sig'masa, ikkinchi qatorga ham o'tiladi, lekin nomer qo'yilmaydi. **"Bichim"** grafasida, nomlari keltirilgan hujjatlarning bichimi (formati) ko'rsatiladi. Agar hujjat bir necha varaqlarda berilgan bo'sa, yulduzcha belgisi qo'yiladi.

Bichim	Zona	Vaziyat	Belgisi	Nomi	Material	Soni	Izoh
				Hujjatlar			
A3			MC.GI.007.000.YC	Yig'ish Chizmasi			
				Komplekslar			
				Yig'ma birliklar			
				Detallar			
A3	I		MC.GI.007.001	Korpus	Cho'yan	I	
				Standart buyumlar			
		5		Gayka M6	Po'lat		

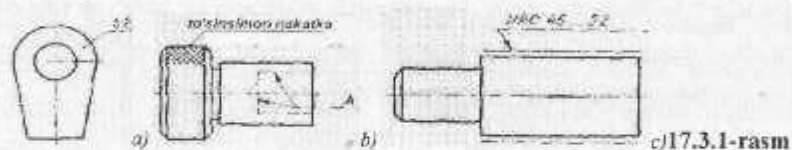
"Izoh" grafasida esa barcha bichimlar, oshib borish tartibida (agar bichimlar turlicha bo'lsa) sanab o'tiladi. Qo'shimcha bichim qo'llanilganda ham shunday qilinadi. Chizmasi berilmagan detallar uchun **"Chizmasiz"** deb yoziladi. **"Zona"** – grafasida buyumning tashkiliy qismi vaziyat raqami joylashgan zona (chizma maydoni zonalarga ajratilganda) belgisi ko'rsatiladi. **"Vaziyat"** – grafasida buyumning tashkiliy qismi vaziyat raqami spetsifikatsiyada yozilish tartibi bo'yicha ko'rsatiladi. **"Hujjat"** bo'limi uchun bu grafa to'ldirilmaydi. **"Hujjat"** bo'limining **"Nomi"** grafasida yoziladigan hujjatlarning nomi, **"Yig'ma birliklar"** va **"Detallar"** bo'limlarida asosiy konstruktorlik hujjatlarining nomi ko'rsatiladi. **"Standart buyumlar"** va **"Materiallar"** bo'limlarida nomi va standartlarga muvofiq belgilanishi, **"Soni"** grafasida esa buyum soni yoziladi.

17.3-§. Chizmada yozuv va texnik talablar, shartlilik va soddalashtirishlar.

Yozuvlar va texnik talablar. Barcha sanoat tarmoqlari buyumlarining chizmalaridagi yozuvlari texnik talablari va jadvallari GOST 2.316-68 da belgilangan qoidalarga muvofiq bajariladi. Chizmada buyumning tasviri va o'lchamlaridan tashqari quyidagilar bo'lishi mumkin:

- a) chizmaning texnik talab va harakteristikalaridan tashkil topgan matn qismi;
- b) tasvirlarni, buyumning ayrim elementlariga tegishli belgilash yozuvlari;
- c) o'lchamlar va boshqa parametrlar keltirilgan jadvallar, texnik talablar va boshqa ko'rsatmalar hamda shartli belgilar.

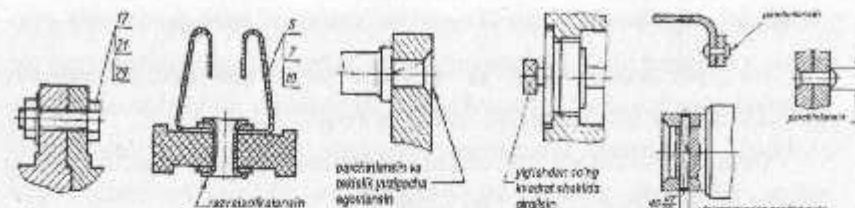
Chizmaning asosiy yozuvi (burchak shtampi) GOST 2.104-68 va GOST 2.109-79 talablariga muvofiq bajarilishi lozim. Matn va yozuvlarning mazmuni qisqa va aniq bo'lishi kerak. Chizmalarning yozuvlarida standart tomonidan qisqartirilgan yo'l qo'yilgan so'zlardan tashqari barcha so'zlar to'liq yozilishi lozim. Yuqorida *a*, *b* va *c* punktlarda bayon etilgan ma'lumotlarning barcha yozuvlari asosiy yozuvga (burchak shtampiga) parallel joylashtiriladi. Buyum tasviriga bevosita tegishli qisqa yozuvlar, masalan, detal elementlarining xususiyatini va sonini ko'rsatuvchi yozuvlar 17.3.1-rasmlarda ko'rsatilgandek yoziladi. Chiqarish va tokcha chiziqlari ingichka tutash chiziq bilan chizilib, tokchani yuqorisida va ostida joylashtirilgan yozuvlar ikki qatardan ortiq bo'lmasligi lozim.



Tasvir konturini kesib o'tuvchi va uning biror chizig'idan chiqarilmagan chiqarish chiziqlarining uchiga nuqta qo'yiladi. Agar chiqarish chiziqlari konturdan yoki ko'rinmas-kontur-shtrix chiziqlardan chiqarilsa, ularga uchiga strelka qo'yiladi. Boshqa chizmalarda chiqarilgan chiqarish chizig'ining uchiga nuqta

ham, strelka ham qo'yilmaydi. Chiqarish chiziqlarining bir marta sinishiga va bir marta tokchadan bir nechta chiqarish chiziqlari o'tqazishga yo'l qo'yiladi. Chiqarish chiziqlari o'zaro kesishmasligi, shtrixlash chiziqlariga parallel bo'lmasligi va tasvirdagi barcha chiziqlarni, shuningdek o'lcham chiziqlarini ham kesib o'tmasligi kerak. Texnik talablarning matn qismi asosiy yozuvning yuqorisiga (enini 185 mm dan ortiq qilmasdan) joylashtiriladi. Bunda matn qismi bilan asosiy yozuv o'rtasiga birorta tasvir joylashtirilmassligi kerak. Chizma A4 formatdan katta formatlarda bajarilgan bo'lsa, matnlar ikki va undan ortiq ustunlarda yozilishi mumkin. Chizmada standart parametrlar jadvali (masalan, tishli g'ildirak, chervyak va shlitlarning parametrlari) standartda belgilangandek joylashtiriladi. Boshqa jadvallar esa tasvirning o'ng tomonidagi yoki ostidagi ochiq maydonlarga joylashtiriladi.

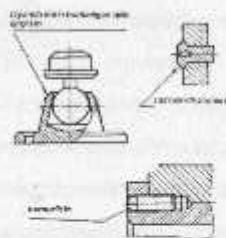
Yig'ish chizmalarini sifatli tuzish uchun GOST 2.109-79 da belgilangan shartliliklardan va soddalashtirishlardan foydalaniladi (17.3.2-17.3.9-rasmlar).



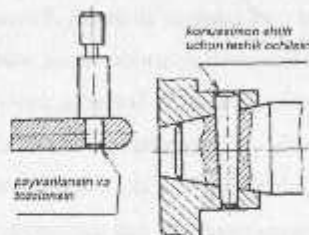
17.3.2-rasm.

17.3.3-rasm.

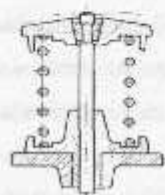
17.3.4-rasm.



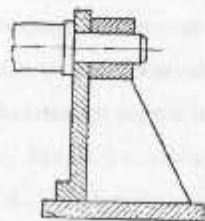
17.3.5-rasm.



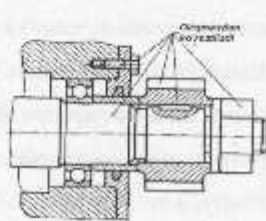
17.3.6-rasm.



17.3.7-rasm.



17.3.8-rasm.



17.3.9-rasm.

Bu grafik soddalashtirish va shartliklar buyum detallarining konstruktiv tuzilishini tasavvur qilishga xalaqit bermasligi kerak.

Quyidagi hollarda yig'ish chizmalarida buyumning ayrim detallari va uning elementlarini ko'rsatmaslikka yo'l qo'yiladi:

1) ko'rinishlarda buyumning qismlarini tasvirlashga xalaqit beradigan qopqoq, gilof, chamberaklar va shunga o'xshashlar;

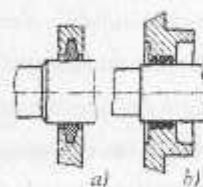
2) buyumning kesib tasvirlangan prujina orqasida jondashgan qismi va detallari shartli ravishda ko'rinmaydi deb hisoblanadi va ular prujina o'rni kesimining tashqi konturi yoki o'ram kesimining o'q chizig'igacha tasvirlanadi;

3) to'r orqasida ko'rinuvchi, shuningdek, oldida boshqa tarkibiy qismlar bilan to'silib qo'yilgan buyumning qismlari va elementlari;

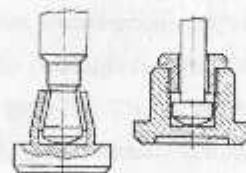
4) buyumlarda ularni ishlab chiqargan korxona tomonidan qilingan chizma va belgilar, texnik ma'lumotlarning tasvirlari.

Shaffof materiallardan qilingan buyumning qismlari va detallari chizmalarda ko'rinmaydigan materiallar kabi tasvirlanadi. Yig'ish chizmalarining qir-qimlarida buyumning tarkibiga kiruvchi standart buyumlar va uzellarni qir-qilmagan holda tasvirlanadi, masalan, bolt, vint, gayka, shayba, shtift, parchin mix, elektr dvigatellari, nasoslar, lampalar va boshqalar.

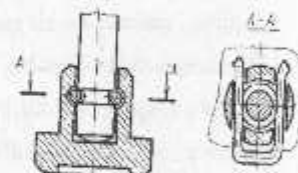
Agar yig'ma birlik tarkibida bir xil detallar bo'lsa, yig'ish chizmalarida ularning bittasini chizib, qolganlarini esa soddalashtirib shartli ravishda tasvirlash mumkin, masalan, o'lchamlari teng bo'lgan biriktirish detallari, dvigatellarning porshen gruppasi, forsunkalar va boshqalar. Yig'ish chizmalarida va umumiy ko'rinish chizmalarida olti qirrali va kvadrat gaykalar, shuningdek, boltlarning kallaklarini soddalashtirib faskasiz tasvirlash mumkin. Sterjen va teshiklar orasidagi kichik zazorlarni ko'rsatmaslikka yo'l qo'yiladi. Yig'ish chizmalarida tasvirlangan va pozitsiya nomeri berilgan yupqa qistirma plastinkalarni qalinroq qilib bitta chiziq bilan tasvirlash mumkin. O'zaro payvandlangan detalarning payvand choklarini ko'rsatmasdan, ularni bir butun jism kabi tasvirlash mumkin. 17.3.10-rasmda yig'ish chizmalarida ko'p uchraydigan zichlagich halqalardan bir donaligi (a) va bir nechta halqalar (b) tasvirlangan. Shuningdek, 17.3.11 va 17.3.12-rasmlarda ventill klapanlarining shpindellarni uchiga mahkamlash usullari ko'rsatilgan.



17.3.10-rasm.



17.3.11-rasm.



17.3.12-rasm.

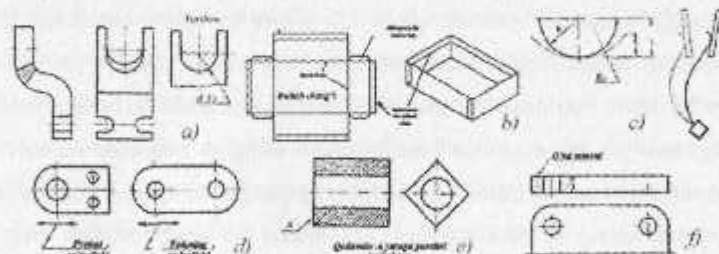
17.4-§. Yig'ma birlikni detallarga ajratib chizish.

Buyumni ishlab chiqarish, ekspluatatsiya qilish va ta'mirlash jarayonida uni tashkil etuvchi detallarni tayyorlash, almashtirish va ta'mirlashga to'g'ri keladi. Bunday hollarda uning umumiy ko'rinish chizmasidan yig'ma birlikni detallarga ajratib ularning ish chizmalarini tayyorlash kerak bo'ladi. Agar detalning ish chizmasi uning mavjud eskiziga muvofiq bajarilsa, eskizni masshtabga rioya qilmay chizilganligini nazarda tutish lozim. Odatda, buyum tarkibiga kiruvchi barcha detallar uchun ish chizmalari bajariladi. Bunday chizmalarga muvofiq har bir detal ishlab chiqariladi, yig'ish yo'li bilan ulardan uzal, mexanizm va mashinalar, ya'ni buyumlar tayyorlanadi. Barcha sanoat tarmoqlarida ishlab chiqariladigan har bir detal uchun alohida ish chizmalari GOST 2.109-73 da belgilangan qoidalarga muvofiq tuziladi. Ish chizmalari eskizdan farq qilib, ular chizma asboblari yordamida, belgilangan ma'lum masshtablarda kattalashtirib, haqiqiy o'lchamda yoki kichiklashtirib chizilgan bo'ladi. Detailarning ish chizmalari asosiy konstruktorlik hujjati bo'lib, ularda detallarni yasash uchun zarur bo'lgan hamma o'lchamlar va ma'lumotlar ko'rsatilgan bo'ladi. Ish chizmalarini tuzish uchun detallarning eng ko'p uchraydigan elementlarini, yuzalarining g'adir-budirlik belgilarini, o'lcham va chetga chiqishlarni (dopusk), texnik talablarning mazmuni, materiallarning belgilanishlarini, o'lcham asboblari va usullarini, shuningdek, o'lcham qo'yishlarni va mashina detallarining eskizi hamda ish chizmalarini tuzishini va boshqa ma'lumotlarni bilish zarur. Ishlab chiqarishda har bir detal harflar va arab raqamlaridan iborat buyum indeksi va olti xonali sonlar bilan belgilanadi. Masalan, paxta tolalarini chigiltan ajratish mashinasi arralarini kesuvchi shtampning staninasiga ShP 06.01.0001 belgi qo'yilgan bo'lsin. Bunda ShP 06 shtampning indeks belgisi, 01- shtamp tarkibiga kiruvchi yig'ma birlikning belgisi, 0001- esa 01- yig'ma birlikdagi birinchi detal -staninaning belgisidir.

Tuzilishi sodda bo'lgan detallarning ish chizmalarini faqat bitta ko'rinishda tasvirlash mumkin. Bunday hollarda detalning qalinligi yoki uzunligi yozib qo'yiladi. Sortli po'lat prokatlardan to'g'ri burchak ostida va aylana bo'ylab (list ko'rinishidagi materiallar uchun) qirqib tayyorlanadigan va keyinchalik ishlov berilmaydigan detallarning ish chizmalari tuzilmaydi. Shuningdek, sotib olinib, qo'shimcha ishlov berilmaydigan va konstruksiyasi murakkab bo'lmagan yog'och detallarga ham ish chizmalari tuzilmaydi. Bukish va egish usuli bilan ishlanadigan detallarning ish chizmalari ularning tuzilishi va o'lchamlari haqida aniq, tasavvur bera olmasa, bunday detallarning to'la yoki qisman yoyilmasi chiziladi. Yoyilma tasvirining ustiga "*Yoyilma*" so'zi yozib qo'yiladi. Yoyilmalar asosiy tutash chiziq yo'g'onligida bajarilib, ularda ish chizmalarida ko'rsatishning iloji bo'lmagan o'lchamlar qo'yiladi (17.4.1-rasm,a). Zarur bo'lgan hollarda yoyilma tasvirida bukish chiziqlari ingichka tutash chiziq bilan chiziladi va chiqarish chizig'ining tokchasiga "*Bukish chizigi*" so'zi yozib qo'yiladi (17.4.1-rasm,b). Chizmaning yaqqolligini buzmasdan detal ko'rinishida uning yoyilmasini joylashtirishga ruxsat etiladi. Bunday hollarda yoyilma ikki nuqtali ingichka shtrix-punktir chiziq bilan tasvirlanadi va "*Yoyilma*" so'zi yozib ko'rsatilmaydi. Deformatsiyalanuvchi elementlari bor detallarning ish chizmalarida ularning erkin vaziyati asosiy tutash chiziq bilan, ushbu elementning boshlang'ich vaziyatidan o'zgargan holati esa ingichka shtrix-punktir chiziq bilan tasvirlanadi va bunday holatni aniqlovchi o'lchamlar qo'yiladi (17.4.1-rasm,c).

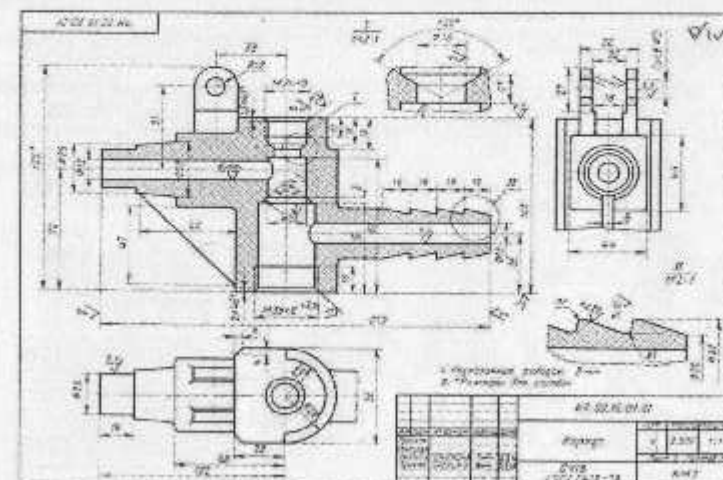
Detailar tolasi ma'lum yo'nalishdagi (yog'och, qog'oz, metall lentasi, prokat va boshqa) materiallardan ishlangan bo'lsa, zarur hollarda ish chizmalarida prokatning yoki tolaning yo'nalishi ikki yoqli strelka bilan ko'rsatiladi va tegishli izoq beriladi (17.4.1-rasm,d). Qattamlı (tekstolit, fibra va shunga o'xshash) materiallardan yasaladigan detallarning bunday qatlamlarining joylashishi texnik talablarda ko'rsatiladi (17.4.1-rasm,e). O'ng va teskari tomonli (charm, texnik

matolar, klyonka va boshqa) materiallardan tayyorlangan detallarning chizmalarida, zarur hollarda chiqarish chizig'ining tokchasiga "O'ng tomoni" so'zi yozib qo'yiladi (17.4.1-rasm,f).

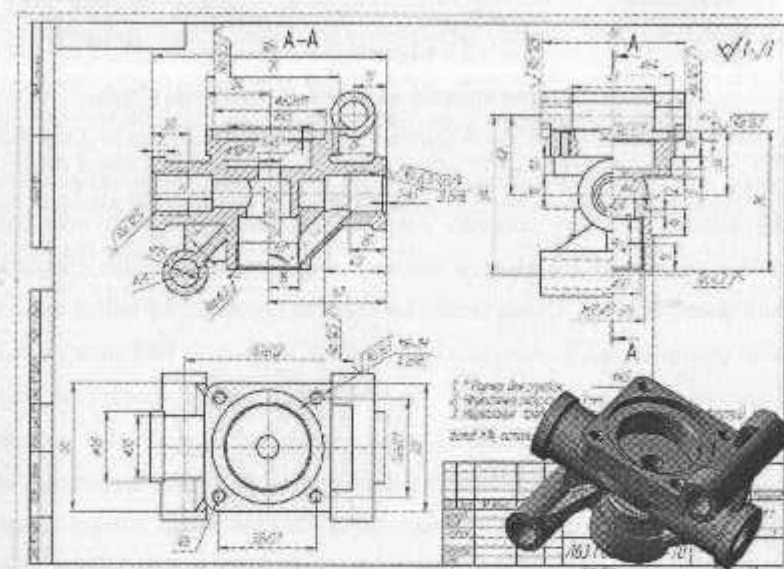


17.4.1-rasm.

Barcha davlatlarning muhandislik sohalarida detallarning ish chizmalariga qo'yiladigan talablar xalqaro standartlarga moslashtiriladi. O'zbekistonnig ko'plab korxonalarida konstruktorlik hujjatlari, jumladan detallarning ish chizmalarini tayyorlash, an'anaviy uslubda (17.4.2-rasm,a) yuritilsada, zamonaviy korxonalarda ilg'or kompyuterda loyihalash texnologiyalari asosida ham olib borilmoqda. Bu sohada rivojlangan davlatlar, masalan, Rossiyada konstruktorlik hujjatlarini tayyorlash tizimida "ASKON" kompaniyasiga tegishli "KOMIACC" ALT da detallarning ish chizmalari 2D va 3D modellashirish hamohangligida olib boriladi (17.4.2-rasm,b). Buyuk Britaniyada kompyuterda loyihalashga asoslangan "Production drawing"-detal ish chizmalarini tayyorlash tizimida, chizmada detal to'g'risida maksimal informatsiya beriladi (17.4.2-rasm,c)⁴⁴.

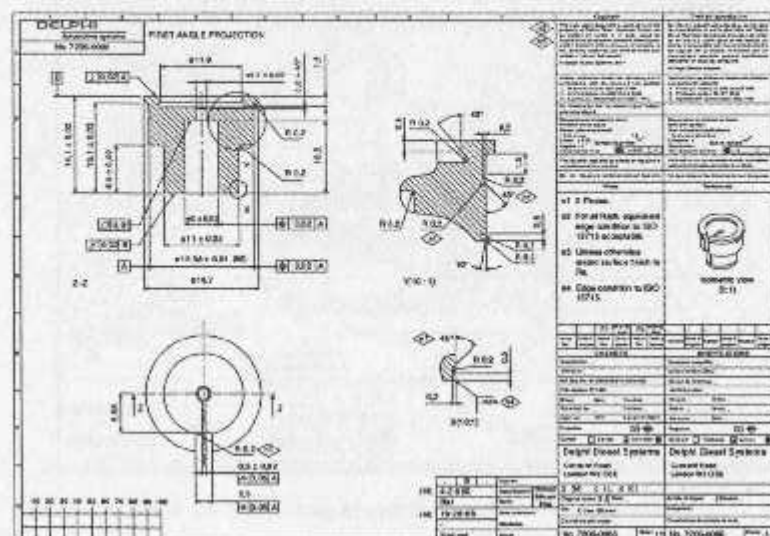


17.4.2-rasm,a



17.4.2-rasm,b

⁴⁴ Simmons C.H. (Colin H.), Maguire D.E. (Dennis E.). Manual of engineering drawing. UK. 2009.

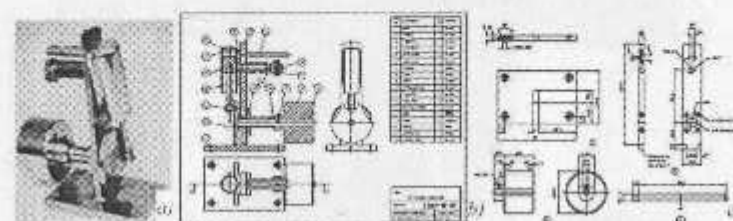


17.4.2-rasm,c

17.5. Buyumlarning umumiy ko'rinish chizmalarini o'qish.

Buyumning umumiy ko'rinish chizmasidan doim foydalanishga to'g'ri keladi. Masalan, uyda foydalanish uchun sotib olingan chang yutgich komplektiga albatta uning umumiy ko'rinish chizmasi ilova qilinadi. Korxona uchun olinadigan buyumlar (texnologik mashina va jihozlar) ning umumiy ko'rinish chizmalari muhim ahamiyatga ega. Ularda kerakli ko'rinish va qirgimlar, uni tashkil qiluvchi detallar (raqamlangan), hamda gaharit va o'rnatish o'lchamlari kabi zarur va etarli ma'lumotlar bo'ladi. Buyumdan foydalanishda uning umumiy ko'rinish chizmasidan kerakli ma'lumotlarni olish, ya'ni uni o'qish talab qilinadi. Foydalanuvchi buyumning tuzilishi va ishlash prinsipi to'g'risida ma'lumotga ega bo'lgan holda uni o'rnatishi va ekspluatatsiya qilishi osonlashadi. Bundan tashqari foydalanuvchi umumiy ko'rinish chizmasidan foydalanib yig'ma birlikni fikran detallarga ajratib, ish chizmalarini tayyorlashi mumkin. Bu esa ishdan chiqqan

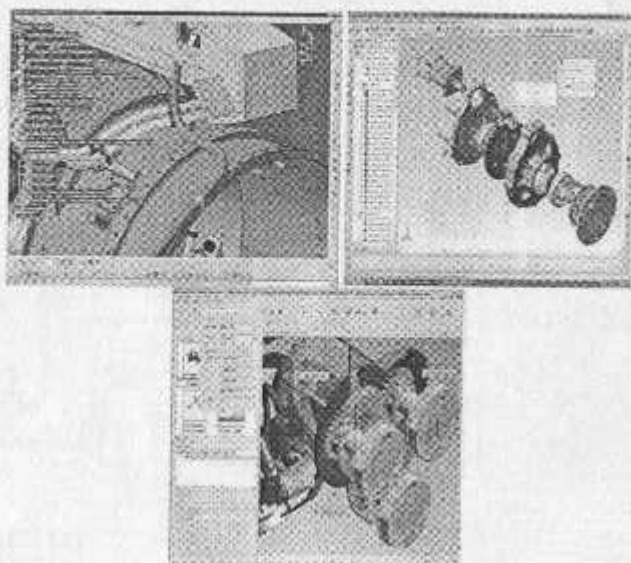
detailarni almashtirish, ta'mirlash yoki yangisini tayyorlash imkonini beradi. Umumiy ko'rinish chizmasini o'qish qulay bo'lishi uchun detallarning eskizlari ham berilishi mumkin. 17.5.1-rasmda *Air engine* - Havo klapani (a), uning *assembly-yig'ima birlik* (b) va *component parts-detallarining* eskizlari (c) ham berilgan⁴⁵.



17.5.1-rasm

Bugungi kunda turli CAD tizimlarda umumiy ko'rinish chizmalarini tayyorlash buyum detallarining uch o'lchamli modellari yaratish va ularni virtual yig'ish (*assembly design* texnologiyasi) orqali ham amalga oshiriladi. Bu esa ulardan foydalanish qulayliklarini yanada oshiradi. 17.5.2-rasmda CATIA V5R18 (a), KOMPASS 3D (b) va AutoCAD Inventor (c) tizimlarida yaratilgan 3D yig'ish chizmalari keltirilgan.

⁴⁵ C.H. Simmons, Maguire D.E. Manual of engineering drawing. U.K. 2009, 135-150 betlar.

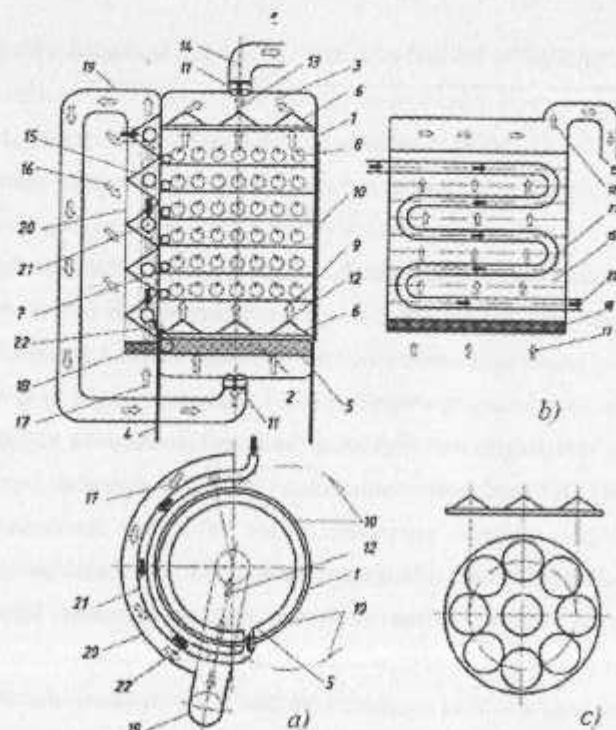


17.5.2-rasm

Mavzu bo'yicha geometrik modellastirishga oid material

Umumiy ko'rinish chizmalarini tuzish yangi texnologik mashina va jihozlarni loyihalashda katta ahamiyatga ega. Masalan, meva-sabzavotlarni quyosh energiyasidan foydalanib quritish uchun yangi qurilmani loyihalash jarayonini ko'rish mumkin⁴⁶. Bunda buyumni tashkil qilishi mumkin bo'lgan detallarning dastlabki eskizlari ishlab chiqiladi. Konstruksiyaning umumiy ko'rinish chizmasi tuzib chiqilayotganda, uni texnik-texnologik ixchamlashtirish uchun, detallarning komponentlari, shakli va o'lchamlari qayta ko'rib chiqiladi. Bunda konstruktiv geometrik modellastirish usulidan foydalanib barcha detallarni silindrik korpus atrofida komponentlaymiz (17.5.3-rasm.).

⁴⁶ Jo'rayev T.X. Конструктивное геометрическое моделирование устройства для сушки сельскохозяйственной продукции с использованием солнечной энергии. Журнал «Агрономия». Выпуск № 3 (47), 2017. Ташкент, 94-95 с.



17.5.3-rasm

18. MASHINA VA JIHOZLARNING SXEMALARINI TAYYORLASH.

18.1-§. Sxemalar to'g'risida umumiy tushunchalar

Komplekslar, ya'ni texnologik mashina va jihozlar, ularning uzellari, masalan dvigatel, tezliklar qutisi va h.k.z, hamda ularni bog'lovchi uzatmalar soddalashtirilgan holda tasvirlanadi. Chunki ularning tuzilishi, ulanishi (montaj) va texnologik jarayonlarni amalga oshirish tartibi murakkab bo'ladi. Shuning uchun ularni soddalashtirilgan maxsus tasvirlar, ya'ni *sxemalardan* foydalanib tushunamiz. Sxemalar -buyumlarning tarkibiy qismlari va ular orasidagi bog'lanishlarni shartli tasvirlar yoki belgilar ko'rinishida beriladigan konstruktorlik xujjatlaridir (GOST 2.102-68). Hozirgi zamon mashinalari, stanoklari, apparatlari va priborlarining ko'pchiligida mexanik, pnevmatik, elektr va boshqa konstruksiyalar bo'ladi. Mashinalarning ishlash printsipini ularning yig'ish chizmalariga qarab o'rganish juda qiyin, shuning uchun ko'pincha ularning sxemalari bajariladi. Elektr, pnevmatik, gidravlik, prinsiplar va boshqa sxemalarda buyum elementlari raqamlar (piztsion belgilari) bilan belgilanadi va ular to'g'risida elementlar ro'yxaliga yozib qo'yiladi. Elementlar ro'yxati jadval ko'rinishida bajariladi va uni yuqoridan pastga qarab to'lg'aziladi. Sxemalarda uzellar, birikmalar va uzatmalar (tishli, tasmali, zanjirli va h.k.z.) shartli ravishda tasvirlanadi. Uzatmalarni sxemalarda soddalashtirilgan holda tasvirlanadi. Bu soddalashtirishlar kinematik sxemalarda keltiriladi. Rivojlangan davlatlarda texnika va texnologiyalarning rivojlanib borishi natijasida sxemalarga oid standartlarga yangi turdagi belgilar ham kiritilib boriladi⁴⁷.

Mashinasozlik chizmachiligida sxemalar bajarish tizimlari. Concept Draw PRO sxemalarni tuzish va vector grafikasiga asoslangan bo'lib, Concept Draw Solution Park tizimining muhandislik sohasida mashinasozlik masalalarini

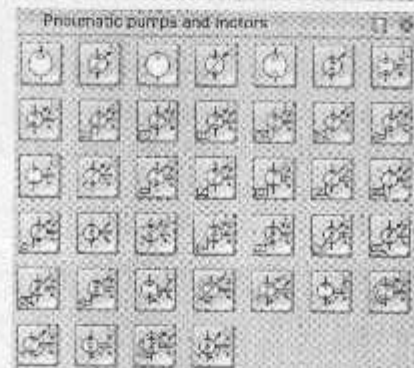
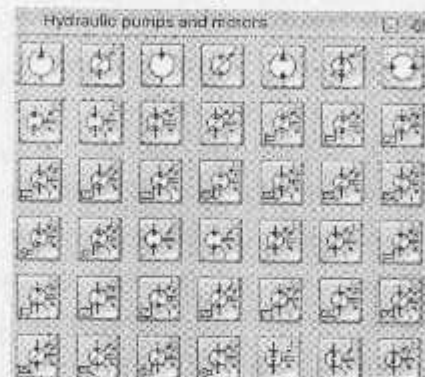
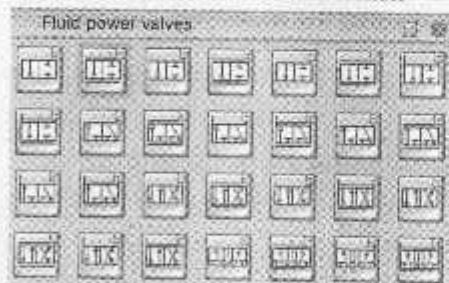
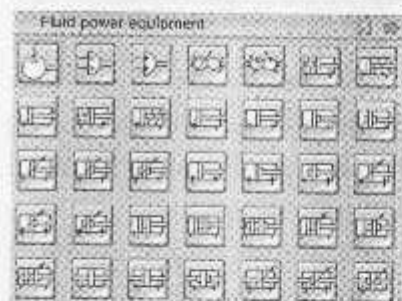
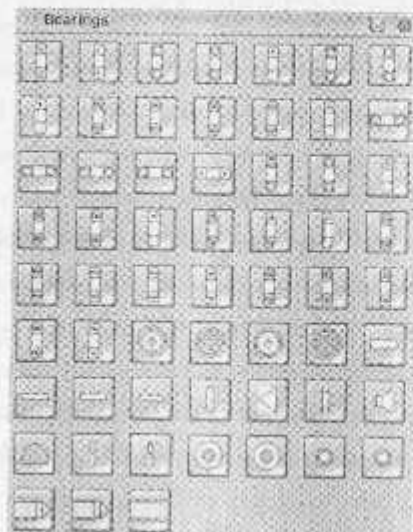
⁴⁷ Simmons C.H. (Colin H.), Maguire D.E. (Dennis E.). Manual of engineering drawing UK. 2009, 237-272 bet.

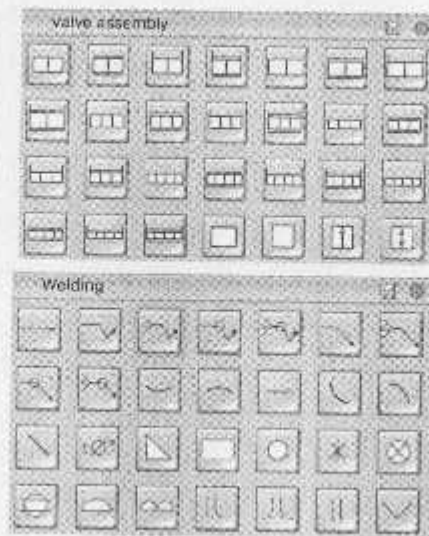
yechishga mo'ljallangan dasturiy mahsuloti hisoblanadi. U chizish asboblari panellari va oldindan tayyorlab qo'yilgan mashinasozlik chizmachiligini sxemalariga oid belgilar yordamida mashinasozlik chizmachiligiga oid turli mashina va jihozlarning yig'ish chizmalari va sxemalarini tez, oson va aniq bajarish imkonini beradi⁴⁸.

Mashinasozlik chizmachiligini bo'yicha tizimda, professional darajada ishlab chiqilgan va 8 ta bazaga guruhlangan, 602 ta umumiy qo'llaniladigan mashinasozlik chizmachiligini belgilari va ob'ektlardan iborat:

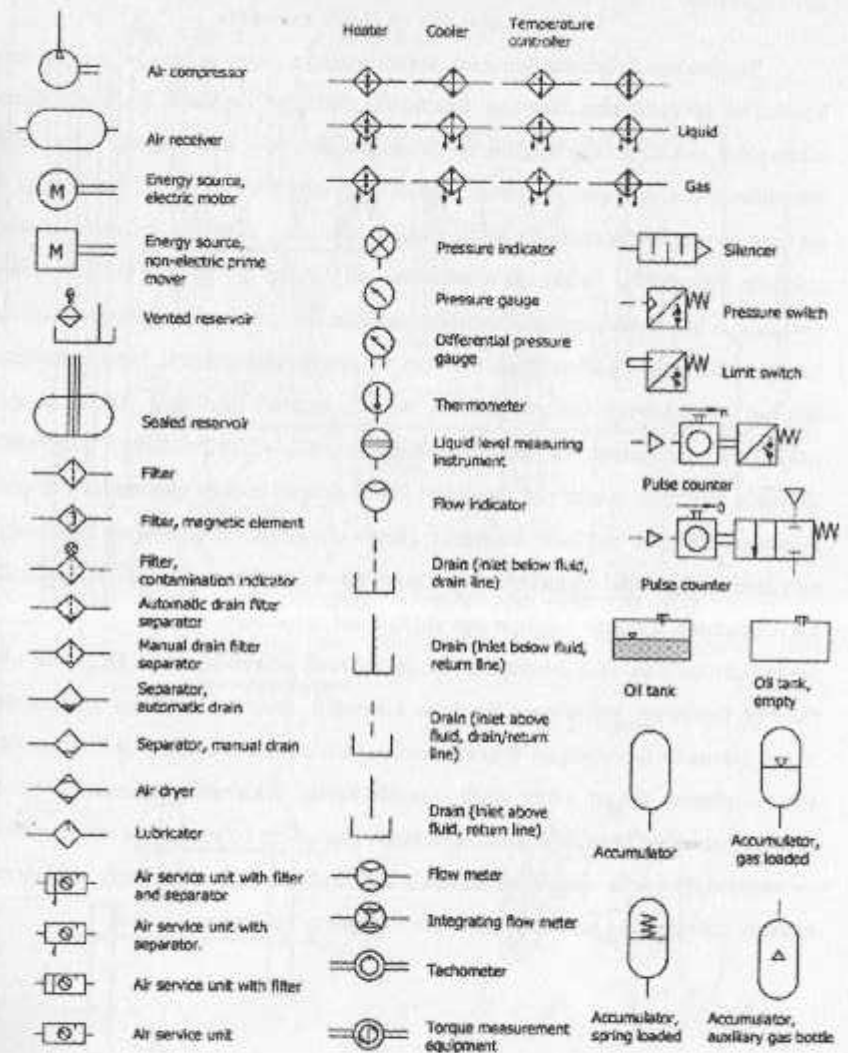
1. Podshipniklar (*Bearings*) bazasi 59 belgidan iborat;
2. Dopusk va posadkalar (*Dimensioning and tolerance*) 45 belgidan iborat;
3. Suyuqlik tizim jihozlari (*Fluid power equipment*) bazasi 113 belgidan iborat;
4. Suyuqlik zichlagichlari (*Fluid power valves*) 93 belgidan iborat;
5. Gidravlik nasoslar va motorlar 74 belgidan iborat
6. Pnevmatik nasoslar va motorlar 39 belgidan iborat
7. Zichlagich komplektlari 141 belgidan iborat
8. Payvand choklar 38 belgidan iborat

⁴⁸ <http://www.conceptdraw.com>



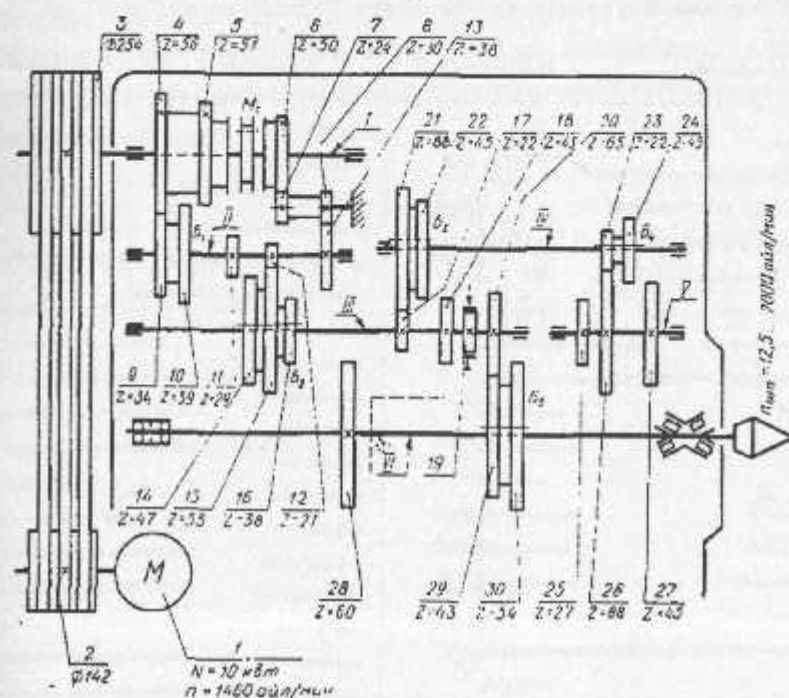


Gidravlik tizim bazasidagi mashinasozlik chizmachiligi belgilari

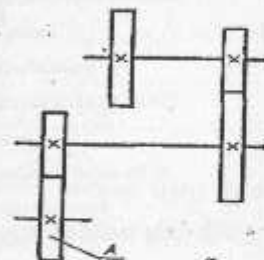


18.2-§. Kinematik va elektr sxemalar

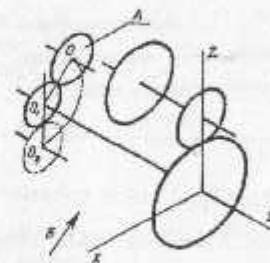
Buyumdagi detallarning o'zaro boglanishini va ularning bir - biriga nisbatan harakatini ko'rsatuvchi sxemalar kinematik sxemalar deyiladi. Sxemada hama elementlar shartli grafik belgilar ko'rinishida chiziladi (18.2 jadval). Kinematik sxemalarda vallar, o'qlar, sterjenlar, shatunlar va shunga o'xshashlar yo'g'onligi S ga teng asosiy tutash chiziqlar bilan, tishli g'ildiraklar, chervyaklar, yulduzchalar, shkvilar, kulachoklar va shunga o'xshashlar yo'g'onligi $S/2$ ga teng bo'lgan tutash chiziqlar bilan tasvirlanadi. Kinematik sxemada kinematik elementlarning asosiy karakteristikalari va parametrlari, masalan, dvigatelning nomi, tipi, karakteristikasi, tishli g'ildiraklarning tishlari soni va moduli, tasmali uzatmada yulduzchaning tishlari soni va qadami ko'rsatiladi va hokazo (18.2.1-18.2.2-rasmlar). Kinematik sxemada vallar va o'qlar rim raqamlari bilan, qolgan boshqa elementlar esa arab raqamlari bilan ko'rsatiladi. Raqamlar chetga chiqarish chiziqlarining tokchasiga qo'yiladi. Kinematik elementlarning parametrlari tokchani ostida ko'rsatiladi. 18.3.1-rasmda tokarlik stanogining shpindelini harakatga keltiruvchi kinematik sxema ko'rsatilgan. 18.3.2-rasmda tishli uzatmaning proyeksiyasi va 18.2.3-rasmda fazoviy ko'rinishi keltirilgan. Berilgan kinematik sxemani o'qishga kirishishda, avval sxemada tasvirlangan mexanizmning tuzilishi va ishlashini tushuntiruvchi yozuv tekstinii diqqat bilan o'qib chiqish kerak. Kinematik sxemani o'qishni dvigatel tabiridan boshlash kerak. Kinematik zanjirning bo'ylamasiga nazar tashlab va sxemadagi grafik belgilarini jadvalda keltirilganlar bilan solishtirib, mexanizm tarkibiy qismlarining harakat uzatish usuli va uning vazifasi aniqlanadi.



18.2.1-rasm



18.2.2-rasm



18.2.3-rasm

Jadval 18.2

Nomlanishi	Belgilanishi	Nomlanishi	Belgilanishi
22. Kresli tishli uzatmalar: umumiy belgilanishi		silindrik tishli	
23. Chetiyakli tishli tishli uzatma		konusimon tishli	
24. Belyak tishli uzatma		silindrik tishli (yulasma harakati)	
25. Sektor tishli uzatma		qisqartirilgan tishli (yulasma harakati)	
26. Harakat etuvchi: sirt		17. Vaga kiydirilgan motor (shantirak)	
27. Harakat etuvchi: ventilyon		18. Valni mahkamlangan poroshli shov	
28. Projektor		19. Tasmali uzatmalar:	
silindrik tishli		umumiy belgilanishi	
silindrik chetiyakli		tekis tasmali	
konusimon tishli		poroshimon tasmali	
silindrik boshlovchi		yumaloq tasmali	
qisqartirilgan		tishli tasmali	
29. Laki projektor		20. Kresli uzatma:	
bir yuqum		umumiy belgilanishi	
resorli		yumaloq resorli	
Ekspansiyor		plastika resorli	
30. Almashtirish ritsagi		tishli resorli	
31. Valning asta kiydirilgan uchi		21. Silindrik tishli uzatmalar:	
		umumiy belgilanishi	
		to'g'ri tishli	
		qiyshiq tishli	
		shovimon tishli	

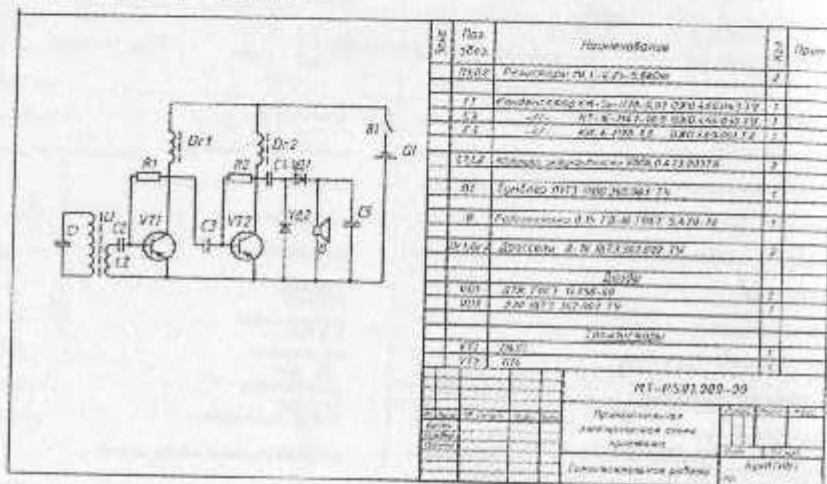
Printsiptial elektr sxemalarda elementlar shartli grafik belgilar ko'rinishida chiziladi. KHYT da elektr sxemalarning shartli grafik belgilanishiga anchagina standartlar bag'ishlangan, shuning uchun bu belgilar bilan "Elektrotexnika" kursini o'zlashtirgandan keyingina to'la tanishib chiqish mumkin. Buyumlar uchun elektr sxemalar elektr tarmoqlaridan uzulgan holatida chiziladi. Elektr boglanishi

chiziqlari sxema formatiga qarab 0,2 mm dan 0,6 mm gacha yo'g'onlikda chiziladi. Elementning harfiy belgisi elementning qisqartirilgan nomidan iborat bo'lishi kerak. 18.2 jadvalda buyum elementlarining elektrik sxemalarda KHYTga muvofiq shartli tasviri keltirilgan.

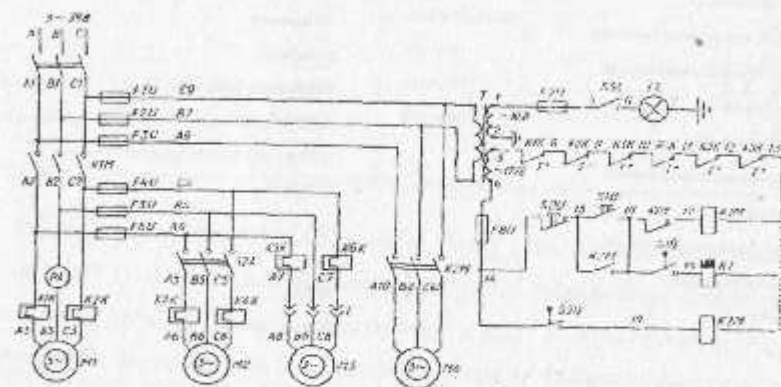
Jadval 18.2

Nomlanishi	Belgilanishi
G - generator, M - motor, GS - statson generator,	umlashtirilgan
MS - statson motor, ZU - zetsin,	moslashtirilgan o'qaruvchi
C - o'qaruvchi uch fasil generator chulg'ami,	12. Kondensator: umumiy belgilanishi
yulasma usulda ulangan uch fasil motor	qisqartirilgan
Transformator, avtotransformator, drossel va magnit k...	qisqartirilgan
0. Induktiv g'ulak:	o'qaruvchi
tarmoqli induktiv g'ulak:	o'qaruvchi bo'lin
uzaytiruvchi kontaktli induktiv g'ulak	shovimon rezistor
magnit dielektrik induktiv g'ulak	moslashtirilgan
magnit dielektrik magnit o'qaruvchi	13. Elektr o'chash asboblari:
induktiv g'ulakka moslashtirilgan	ko'rsatuvchi (ampmetr, voltmetr, vattmetr)
zinni magnit o'qaruvchi induktiv	qayd qiluvchi
g'ulakka moslashtirilgan	elektr energiya hisoblovchi (elektr hisoblovchi)
ferromagnitli magnit o'qaruvchi drossel	14. Galvanometr
6. Magnit o'qaruvchi transformator:	15. O'qalag'raf
dimiy bog'lanishli	16. Diod (umumiy belgilanishi)
o'qaruvchi bog'lanishli	17. PNP turdagi tranzistor
magnit o'qaruvchi magnit dielektrik	18. Elektr - yulasma asboblari (alkoni)
transformator	19. Elektriklar:
1. Avtotransformator (ferromagnitli bir	mos
fasil magnit o'qaruvchi)	katal
2. Kontaktlar:	20. Diod
yuqoridagi	to'g'ri chulg'ami

Ma'lum-ki sxemalar uchun spetsifikatsiya ham tuziladi. Bu esa ularni o'qishni osonlashtiradi. 18.2.4-rasmda o'quv maqsadlarida qo'llaniladigan oddiy "Qabul qilgich" ("Priyomnik") ning principal elektr sxemani bajarish tartibi ko'rsatilgan. 18.2.5-rasmda esa 1K62 markali tokarlik stanogining elektrik sxemasi misol tariqasida ko'rsatilgan.



18.2.4-rasm



18.2.5-rasm

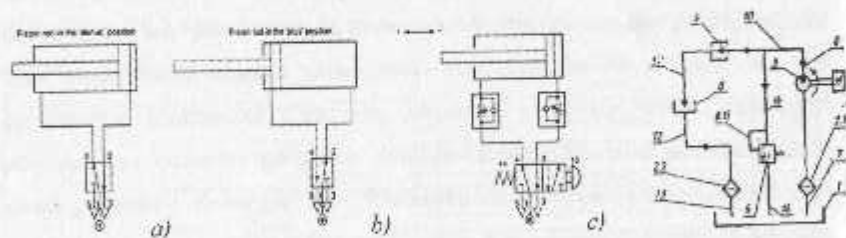
18.3-§. Pnevmatin va gidravlik sxemalar

Pnevmatik va gidravlik sxemalar GOST 2.704-68 da belgilangan qoidalarga asosan bajariladi. Printsipial sxemalarda elementlar va tuzilmalar shartli grafik belgilar ko'rinishida tasvirlanadi. Sxemalardagi boglovchi chiziqlar asosiy tutash chiziqlar bilan ko'rsatiladi, boglovchi chiziqlarning ulangan joylari nuqta bilan belgilanadi. Havo oqimining yo'nalishi pnevmatik sxemalarda bo'yalmagan uchburchakliklar bilan belgilanadi, suyuqlik oqimining yo'nalishi esa gidravlik sxemalarda qoraga bo'yalgan uchburchakliklar bilan belgilanadi. Sxemaning hama elementlari arab raqamlari bilan, odatda, ish muhiti oqimining yo'nalishi bo'ylab ketma-ket nomerlanadi. Elementlar bilan tuzilmalarga nomerlar berilgandan keyin bog'lanish chiziqlariga nomerlanadi.

18.3.1-rasmda ikki tomonlama ishlaydigan silindrlı, besh portli klapanlarga ega pnevmatik tizim berilgan. Klapanlar korpusi pastki qismida uchta, yuqori qismida ikkita port mavjud. Siqilgan havo 1-markaziy "ta'minlash" porti orqali beriladi. 3- va 5- "bo'shatish" portlaridan havo chiqadi. Havoning silindrga ta'siri 2- va 4- "ulanish" klapanlari orqali amalga oshadi. Klapanlar korpusidagi yo'nalish chiziqlari tizimning ishlash tartibini ko'rsatadi. 18.3.1-rasm, a da silindr porshenining "Kiritish" yoki "minus" holati berilgan bo'lib, unda porshenni siljitadigan havo bosimi mavjud. Bunda havo ta'minoti 1-klapan orqali 4-klapan bilan silindrga kirib, 2-klapaning 3-klapanga ulanishi orqali chiqariladi. Silindr porsheni "Chiqarish" yoki "plus" holatiga o'tishi uchun klapanlarning vaziyatlari o'zgarishi kerak, bu esa 18.3.1-rasm, b da ko'rsatilgan. Ta'kidlash joiz-ki, shu korpusning o'zida, shu bog'lanish ko'rinishida, faqat ulanish yo'nalishini o'zgartirib, 5/2 (beshta port/ikkita holat) tizimini ikki holatda ham ishlatish mumkin. Bunda "Kiritish" yoki "Chiqarish" holatlariga bo'liq holda klapanlar korpusining faqat bir qismi portlari ulanadi. Klapanlarning ish uslubiga asoslanib

bosish tugmasi, richag, oyoq pedali va h.k.z. lardan iborat qaytarish prujinali 5/2 tizimli ikki tomonlama ishlaydigan silindrni loyihalash mumkin (18.3.1-rasm,c)⁴⁶.

18.3.2-rasmda tokarlik dastgohida detallarni sovitish tizimi tasvirlangan.



18.3.1-rasm

18.3.2-rasm

18.4-§. Texnologik mashina va jihozlarning sxemalari.

Ma'lum-ki, texnologik mashina va jihozlarda kinematik, elektrik, pnevmatik, gidravlik va boshqa turdagi tizimlarning bir yoki bir nechta mavjud bo'lib, ularning tuzilishi va ishlash prinsipini o'rganish uchun tegishli tizimlar va jarayonlarni sxema ko'rinishida berish maqsadga muvofiqdir. Buning uchun har bir turga oid tizimlarning standart bo'yicha qabul qilingan maxsus belgilaridan foydalanish talab qilinadi. Bu borada ayniqsa rivojlangan davlatlarning standartlardan o'rganish muhim ahamiyatga ega, masalan Britaniya standartlari⁵⁰. Quyidagi ro'yxatda turli xil muhandislik sxemalarini tayyorlashda qo'llaniladigan tavsiyaviy materiallar asosiy manbasi hisoblangan standartlar va nashrlarning mazmuni berilgan.

BS 1553 - Umumiy muhandislikning grafik belgilari uchun spesifikasiya

1-qism. Quvur tizimlari va qurilmalari: Bunda suyuqlik va quvr qurilmalari hamda isitish va shamollatish qurilmalarini loyihalash uchun grafik belgilardan iborat.

⁴⁶ Simmons C.H. (Colin H.), Maguire D.E. (Dennis E.). Manual of engineering drawing. UK. 2009, 262 bet.

⁵⁰ Simmons C.H. (Colin H.), Maguire D.E. (Dennis E.). Manual of engineering drawing. UK. 2009, 237-272 bet.

2-qism. Kuch yig'ish qurilmalari uchun grafik belgilar: bug' va ichki yonuv dvigatellari, turbinalar va qo'shimcha qurilmalarni loyihalash uchun grafik belgilardan iborat.

3-qism. Compressor qurilmalar uchun grafik belgilar: havo bilan ishlovchi taqsimlash qurilmalaridan iborat. *Suyuqlik energiyasi (1) va Elektrik energetika (2) tizimlari va tashkil etuvchilari: 1) BS 2917*–Grafik belgilar uchun spesifikasiya; *2) IEC 60617*–Sxemalar uchun grafik belgilar.

Eslatma: 2002 yilda IEC - XEK (Xalqaro Elektrotexnika Komissiyasi) belgilar kutubxonasi (XEK veb-saytida badal to'lovli amalga oshirilishi orqali ishga tushadi) uchun online formatdagi ma'lumotlar bazasini ishga tushirdi. Ushbu tadbirga binoan 2002 yilda CENELEC (Elektrotexnik Standartlashtirish bo'yicha Evropa Komissiyasi) IEC ma'lumotlar bazasidan, kelgusida joriy qilish maqsadida, Evropada bepul foydalanish uchun uning EN 60617 qog'oz shaklidagi nashrini chiqarishga qaror qildi. U Britaniya Standartlari seriyasiga binoan ishlab chiqilgan. Bu baza IEC 60617 ning rasmiy manbasi hisoblanib, hozirda quyidagi ko'rinishdagi 1750 belgilarni o'z ichiga olgan: **BS 1553-seriya** umumiy muhandislik belgilari (*Jadval 18.3*), **BS 2917-seriya** pnevmatik va gidravlik tizimlar uchun belgilar (*Jadval 18.4*), **BS 1533-seriya** maxsus grafik belgilar (*Jadval 18.4*).

Quyida ushbu belgilardan foydalanib tuzilgan sxemalarni ko'rib chiqamiz. Korxonalarning pnevmatik tizimlari silindrlar, asboblari, klapanli qurilmalar, havo bilan boshqaruv elementlari va boshqa jihozlarni ishlatish uchun siqilgan toza havo bilan ta'minlashni talab qiladi. 18.4.1-rasmda kompressor qurilmasi namunasi ko'rsatilgan. 18.4.2-rasmda esa korxonani siqilgan havo bilan ta'minlash tizimi ko'rsatilgan. Texnologik mashina va jihozlarning umumiy ko'rinishini sxematik tarzda berganda, tasvirni "seksiya(larga)" (inglizcha cell) bo'lib, individual raqamlash, undan foydalanishni osonlashtiradi. 18.4.3-rasmda **Ford Motor**

kompaniyasi *Page numbering system* prosedurasi bo'yicha avtomobil saloni componentlarning joylashuvi ko'rsatilgan.

Jadval 18.4.1

TABLE 26.3

	Direct current		Battery of accumulators or primary cells		Conductor, group of conductors, line cable, circuit, transmission path, for example, air line, antenna
	Alternating current		Fuse, general symbol		Form 1 These conductors
	Positive polarity		Fuse with the supply side indicated		Form 2 These conductors
	Negative polarity		Grounding symbol		Conductor in a cable, three conductors shown
	Isolation, energy line, signal flow, one way		Connecting link, closed		Earth or ground, general symbol
	Terminal plug, example shown with technical markings		Connecting link, open		Antenna
	Function of conductors		Circuit resistor		Asymmetry
	Double function of conductors		Capacitor		Oscilloscope
	Grounding of conductors with no electrical connection		Cathode		Voltage
	Data highway		Primary cell or accumulator		Galvanometer

Notes: The letters *h* and *g* are the position code, the

Note: The longer line represents the positive pole, the shorter line the negative pole. The short line must be thicker than the longer line.

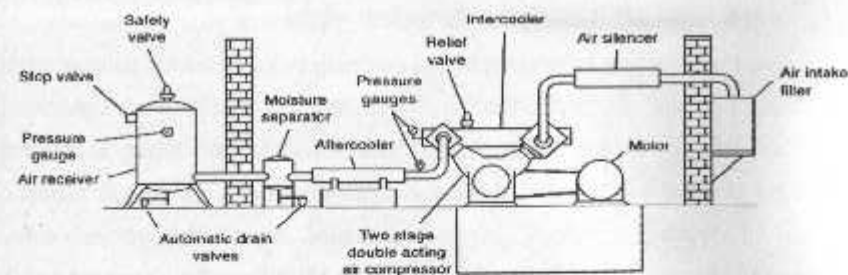
Jactva 18.4.2

TABLE 11.2 Selected symbols for fluid power systems (from BS 2917).

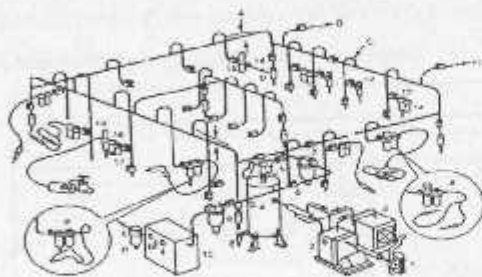
Description	Symbol	Description	Symbol	Description	Symbol
General symbols		central actuator (hydropneumatic pressure) pressure does not act uniformly equal from both pressure or vice versa		spring loaded means if the inlet pressure is greater than the outlet pressure and the spring pressure	
Basic symbols		directional control valve		pilot controlled opens if the inlet pressure is higher than the outlet pressure but no pilot control it is possible to prevent.	
actuated by solenoid		flow path:			
unaffected by viscosity		one flow path			
Function symbols		two closed ports		closing of the valve	
hydraulic flow		two flow paths			
mechanical flow or exhaust to atmosphere		two flow paths and one closed port		opening of the valve	
energy conversion		two flow paths with cross connection			
Pumps and compressors		one flow path in a bi-port position, two closed ports		with relief (that allows free flow in one direction but restricts flow in the other)	
fixed capacity hydraulic pump with one direction flow					

TABLE 31.3 (Continued)

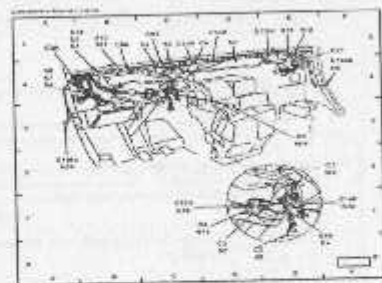
System's symbols		System's symbols	
	heating energy, energy demand		valve control
	heat exchanger, general with substance flows crossing		electromagnetic actuator
	heat exchanger, general without substance flows crossing		example: magnetic valve showing flow
	tank, general (pressureless)		liquid pump, circulating pump, general
	tank with covers/bottoms, general (for high pressure)		fan (general)
	isolating valve (general) two way valve		compressor (general)
	three way valve		compressor, 4 step



18.4.1-rasm



18.4.2-rasm



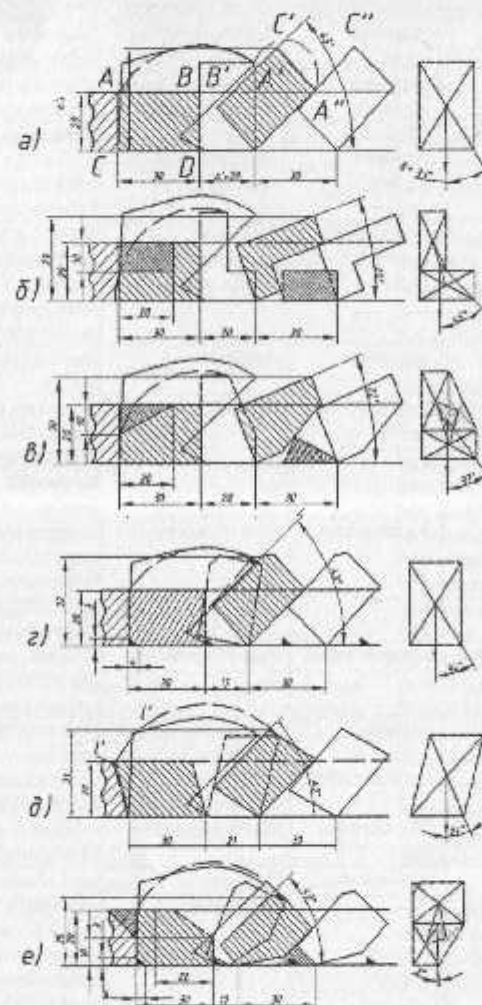
18.4.3-rasm

Mavzu bo'yicha geometrik modellashtrishga oid material

Texnologik jarayonlarni o'rganish, tahlil va tadqiq qilishda ularni sxematik tarzda tasvirlash qulay, oson va tushunarli bo'ladi. Masalan, texnologik jarayon yordamida o'rganilayotgan ob'yektning geometrik parametrlari bilan ishlashda bu muhim ahamiyatga ega⁵¹. 18.4.4-rasmda shudgorlash jarayoni uchun "Palaxsaning ag'darilish sxemasi" keltirilgan. Bu sxema yordamida plug korpusining old ko'rinishi, palaxsaning ko'ndalang kesimi va shudgorning geometrik parametrlarini nafaqat o'rganish va tahlil qilish mumkin, balki geometrik modellashtrishni qo'llab, berilgan korpus old ko'rinishi asosida palaxsa ko'ndalang kesimining optimal shaklini topish orqali shudgorlash ko'rsatkichlarini yaxshilash mumkin. Bunda shudgorlash texnologik jarayonining mavjud sxemasidan foydalanib uning geometric modeli ishlab chiqilgan. Geometrik modellashtrish jarayonida plug korpusining old ko'rinish konturi o'zgarmas qilib olingan (sxemada u qizil rang bilan berilgan). Shudgorlashning bir nechta sxemalari qiyoslanib, ularning yutuq va kamchiliklari tahlil qilingan (18.4.4-rasm, a-e). Tahlil natijalari bo'yicha ko'rib chiqilgan texnologik sxemalarning ijobiy parametrlari asosida palaxsa ko'ndalang

⁵¹ Jo'rayev T.X. "Геометрическое моделирование поперечного сечения обрабатываемого листа" «Книжка по су» художественно-педагогический музей-мастерская на территории ИХ-Республики Узбекистан. Ташкент 20-21 май 2010 йил, ТИМИ. 203-205 б

kesimining optimal shakli tanlangan (18.4.4-rasm, f). Bu usul yordamida turli texnologik jarayonlarni nafaqat o'rganish, balki ularni geometrik modellashtrish asosida tadqiq qilib kerakli natijalarni ham olish mumkin.



18.4.4-rasm

GLOSSARIY

№	Atamaning a'zbek tilida nomlanishi	Atamaning ingliz tilida nomlanishi	Atamaning rus tilida nomlanishi	Atamaning ma'nosi
1	2	3	4	5
1.	Algebraik egri chiziq	Algebraic curve	Алгебраическая кривая	tenglama algebraik funktsiya orqali ifodalangan egri chiziq
2.	Algebraik sirt	Algebraic surface	Алгебраическая поверхность	algebraik tenglamalar bilan ifodalangan sirt
3.	Algebraik sirt klassi	Class of an algebraic surface	Класс алгебраической поверхности	ixtiyoriy to'g'ri chiziqdan o'tib sirtga urinuvchi tekisliklarning eng ko'p soni bilan aniqlanadi
4.	Algebraik sirt tartibi	Order of an algebraic surface	Порядок алгебраической поверхности	sirtni to'g'ri chiziq bilan kesishishidan hosil bo'lgan nuqtalarning eng ko'p soni bilan aniqlanadi yoki sirtni ifodalovchi tenglama darajasi
5.	Algoritim	Algorithm	Алгоритм	masalani yechish ketma-ketligi
6.	Arximed jismlari	Archimedean solids	Архимедова тела	muntazam ko'pyoqliklarning uchlari kesilganda hosil bo'lgan yarim muntazam ko'pyoqliklar Arximed jismlari deb yuritiladi
7.	Aylanish o'qi	Rotation axis	Ось вращения	fazodagi shaklni biror proyeksiyalar tekisligiga qulay holga keltirishda uni aylantirish uchun tanlangan to'g'ri chiziq
8.	Aylanish radiusi	Rotation radius	Радиус вращения	aylanish markazidan harakatlanuvchi nuqtagacha bo'lgan masofa
9.	Aylanma yoki aylanish sirt	Circular surface or rotation surface	Круговая поверхность или поверхность вращения	biror to'g'ri chiziqni, tekis yoki fazoviy egri chiziqni qo'zg'almas o'q atrofida aylanishidan hosil bo'lgan sirt
10.	Aylantirish markazi	The rotation centre	Центр вращения	aylanish o'qi bilan aylantirish tekisligining kesishuv nuqtasi
11.	Aylantirish tekisligi	Rotation plane	Плоскость вращения	biror shaklning nuqtasi orqaliqali o'tuvchi va aylanish o'qiga perpendikulyar tekislik
12.	Aylantirish usuli	Rotation method	Метод вращения	proyeksiyalar tekisliklarini o'zgartirmay, berilgan shaklni biror o'q atrofida aylantirib, proyeksiyalar tekisliklartga nisbatan qulay holatga

				keltirish
13.	Binormal	Binormal	Бинормал	fazoviy chiziqning biror nuqta-sidan unga o'tkazilgan yopishma tekislik va urinmaga perpen-dikulyar bo'lgan to'g'ri chiziq
1	2	3	4	5
14.	Bir pallali giperboloid	one-sheet hyperboloid	Однополостный гиперболоид	uch yo'naltiruvchisi xos to'g'ri chiziq bo'lgan chiziqli sirt
15.	Birinchi turdagi qaytish nuqtasi	Point of return of the first type	Точка возврата первого типа	bu nuqtada egri chiziqning yarin urinmalari ustma-ust tushadi va bir xil yo'nalishda bdi.
16.	Bissektor tekisligi	Bisector plane	Биссекторная плоскость	H va V proeksiyalar tekisliklaridan barobar uzoqlikdagi nuq-talarning geometrik o'rni yoki H va V tekisliklar orasidagi bissektor tekislik. Bissektor tekisligi I, III choraklar va II, IV choraklarni teng ikkiga bo'ladi
17.	Bo'ym chizig'i	Mouth	Горловина	aylanish sirtning eng kichik paralleli bo'lib, uning bosh meridiani bilan kesishgan nuqtasida bosh meridianga o'tkazilgan urinma aylanish o'qiga parallel bo'ladi.
18.	Bosh meridian	The main meridian	Главный меридиан	aylanish sirtning bosh meridian tekisligi bilan kesishgan chizig'i
19.	Bosh meridian tekisligi	Plane of the main meridian	Плоскость главного меридиана	aylanish o'qi orqali o'tgan frontal kesuvchi tekislik
20.	Bosh normal	Main a normal	Главный нормаль	fazoviy chiziqning biror nuqtasidan unga o'tkazilgan yopishma tekislikda yotuvchi va urinmaga perpendikulyar bo'lgan to'g'ri chiziq
21.	Diskret karkas	Discrete skeleton	Дискретный каркас	uzaq-uzaq karkas
22.	Dodekaedr	Dodecahedron	Додекаэдр	yon yoqlari 12 muntazam uchburchaklardan iborat bo'lgan qavariq ko'pyoqlik sirt yoki muntazam o'n ikki yoqlik
23.	Egri chiziq	Curve	Кривая	fazoda yoki tekislikda ma'lum

				yo'nalishda uzluksiz xarakatla-nuvchi hiroz nuqtaning qoldirgan izi
24.	Egri chiziq klassi	Curve class	Класс кривой	fazoviy egri chiziqda biror to'g'ri chi-ziq orqali unga o'tkazilgan eng ko'p urinma tekisliklar soni bilan aniqlanadi. Tekis egri chiziqlarda tekislikdagi biror nuqtadan unga o'tkazilgan eng ko'p urinmalar soni bilan aniqlanadi
1	2	3	4	5
25.	Egri chiziq normali	Curve normal	Нормаль кривой	egri chiziqning urinish nuqtasi-dan urinmaga perpendikulyar to'g'ri chiziq
26.	Egri chiziq tartibi	Curve order	Порядок кривой	fazoviy egri chiziqlarda tekislik bilan egri chiziqning eng ko'p kesishish nuqtalar soni bilan aniqlanadi, tekis egri chiziqda to'g'ri chiziq bilan eng ko'p kesishish nuqtalar soniga teng
27.	Egri chiziq urinmasi	Curve tangent	Касательная кривой	egri chiziq bilan umumiy nuqtaga ega bo'lgan to'g'ri chiziq
28.	Egri chiziqning egriligi	Curvature of a curve	Кривизна кривой	egri chiziqqa o'tkazilgan qo'shni yarim urinmalar orasidagi burchakning ular orasidagi yoy uzunligiga nisbati limiti
29.	Eksentrik sferalar usuli	Method of eccentric spheres	Метод эксцентрических сфер	murakkab aylanma sirlarning kesishuv chizig'ini aniqlashda qo'llaniladigan usul
30.	Ekvator	Equator	Экватор	aylanish sirtidagi eng katta parallel bo'lib, uning bosh meridian bilan kesishish nuqtasida bosh meridianga o'tkazilgan urinmalar aylanish o'qiga parallel bo'ladi
31.	Elliptik kesim	Elliptic section	Эллиптическое сечение	konusni barcha yasovchilarini kesib, uning o'qiga perpendikulyar bo'lmagan tekislik kesishishidan hosil bo'lgan shakl
32.	Epyur	Drawing	Эпюль (чертеж)	fransuz so'zi bo'lib, chizma degan ma'noni bildiradi

33.	Evolventa	evolvent	Эвольвента	evolyutani hosil qilgan egri chiziq unga nisbatan evolventa deb ataladi. Evolyuta urinmalarida cheksiz ko'p evalventalar hosil qilish mumkin
34.	Evolyuta	evolute	Эволюта	egri chiziqning hamma nuqtalari uchun yasalgan egrilik markazlarining geometrik o'rni
35.	Fazoviy egri chiziq	Spatial curve	Пространственная кривая	hamma nuqtalari bitta tekislikda yotmagan egri chiziq
36.	Frene uch yoqligi	Tribedron of Frene	Трёхгранный Френе	o'zaro perpendikulyarlar yopishma, normal va rostlovchi tekisliklardan iborat uch yoqlik
1	2	3	4	5
37.	Frontal proyeksiyalovchi tekislik	Frontal projecting plane	Фронтально-проецирующая плоскость	frontal (V) proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar bo'lgan tekislik
38.	Frontal proyeksiyalovchi to'g'ri chiziq	Frontal projecting straight line	Фронтально-проецирующая прямая	frontal (V) proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar bo'lgan to'g'ri chiziq
39.	Frontal tekislik	Frontal plane	Фронтальная плоскость	frontal (V) proyeksiyalar tekisligiga parallel bo'lgan tekislik
40.	Frontal to'g'ri chiziq	Frontal (vertical)	Фронталь	frontal (V) proyeksiyalar tekisligiga parallel bo'lgan to'g'ri chiziq
41.	Giperbolik kesim	Hyperbolic section	Гиперболическое сечение	konusni ikkita yasovchiga parallel tekislik bilan kesishishidan hosil bo'lgan shakl
42.	Giperbolik nuqtalar	Hyperbolic points	Гиперболические точки	sirlning bunday nuqtasida unga o'tkazilgan urinma tekislik sirtini kesib o'tadi
43.	Gorizontal proyeksiyalar tekisligi	Plane of horizontal projections	Плоскость горизонтальных проекций	shaklning gorizontal proyeksiyalari yotgan gorizontal tekislik (H)
44.	Gorizontal proyeksiyalovchi tekislik	Horizontally projecting plane	Горизонтально-проецирующая плоскость	gorizontal (H) proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar bo'lgan tekislik
45.	Gorizontal proyeksiyalovchi to'g'ri chiziq	Horizontally projecting straight line	Горизонтально-проецирующая прямая	gorizontal (H) proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar bo'lgan to'g'ri chiziq
46.	Gorizontal	Horizontal	Горизонтальная	gorizontal (H) proyeksiyalar

	tekislik	plane	плоскость	tekisligiga parallel bo'lgan tekislik
47.	Gorizontal to'g'ri chiziq	Horizontal	Горизонталь	gorizontal (H) proyeksiyalar tekisligiga parallel bo'lgan to'g'ri chiziq
48.	Geksoedr	Hexahedron	Гексаэдр	muntazam 6 yoqlik
49.	Ikki karra qiyshiq kanoid	Twice crooked conoid	Дважды кривой канонид	ikki yo'naltiruvchisi xos to'g'ri chiziq va uchinchi yo'naltiruvchisi xos egri chiziq bo'lgan chiziqli sirt
50.	Ikki karra qiyshiq silindroid	Twice crooked cylindroid	Дважды кривой цилиндронид	ikki yo'naltiruvchisi xos egri chiziq va uchinchi yo'naltiruvchisi xos to'g'ri chiziq bo'lgan chiziqli sirt
51.	Ikkinchi qaytish nuqtasi	Reversal point of second type	Точка возврата второго типа	egri chiziqlarning bunday nuqtasida urimalar va normalar ustma-ust tushib bir tomonga yo'nalgan bo'ladi
1	2	3	4	5
52.	Ikkinchi tartibli aylanish sirtlar	Surfaces of rotation of the second order	Поверхности вращения второго порядка	ikkinchi tartibli egri chiziqlarning o'z o'qlaridan biri atrofida aylanishidan hosil bo'lgan sirtlar
53.	Ikkinchi tartibli sirtlar	Surfaces of the second order	Поверхности второго порядка	biror to'g'ri chiziq bilan maksimum ikki nuqtada kesishgan sirtlar yoki tenglamasining darajasi ikkiga teng sirtlar
54.	Ikosedr	Icosahedron	Икосаэдр	yon yoqlari 20 muntazam uchburchaklardan iborat bo'lgan qavariq ko'pyoqlik sirt yoki muntazam 20 yoqlik
55.	Jipslashtirish usuli	Overlapping method	Метод совмещения	aylantirish usulining xususiy holi bo'lib, bunda aylanitirish o'qi sifatida tekislikning biror izi qabul qilinadi va uning atrofida aylanitirib tekislik shu proyeksiyalar tekisligiga jipslashtiriladi
56.	Kanal sirti	Canal surfaces	Канальные поверхности	tekis kesimlardan iborat uzluksiz karkasdan tashkil topgan sirt. Tekis kesim fazoda ma'lum yo'nalishga ega bo'lib, harakat jarayonida o'z shaklini bir me'yorda o'zgartirishi mumkin
57.	Karkas	Frame	Каркас	sirtlarni aniqlaydigan nuqtalar

				yoki chiziqlar to'plami
58.	Kinematik sirt	Kinematic surface	Кинематическая поверхность	yasovchisining kinematik harakatlanishi natijasida hosil bo'lgan sirt
59.	Kirish va chiqish nuqtalari	Entrance and exit points	Точки входа и выхода	to'g'ri chiziqlarni sirt bilan kesishish nuqtalari
60.	Ko'pyoq	Side	Грань	bir necha tekisliklarni kesishuvidan hosil bo'lgan shakl
61.	Ko'pyoq qirrasi	Polyhedron edge	Ребро многогранника	ko'pyoqlik yoqlarining kesishuv chiziqlari
62.	Ko'pyoqlik	Polyhedron	Многогранник	tomonlari tekis uchburchak yoki ko'pburchaklar bilan chegaralangan qirrali sirt
63.	Ko'pyoqlik uchi	Polyhedron top	Вершина многогранника	ko'pyoqlik qirralarining kesishuv nuqtalari
64.	Konkurent nuqtalar	Competitive points	Конкурентные точки	bir proyeksiyalovchi aurga yotgan nuqtalar
1	2	3	4	5
65.	Konsentrik sferalar usuli	Method of concentric spheres	Метод концентрических сфер	aylanma sirtlarning o'zaro kesishuv chizig'ini yasashda qo'llaniladigan usul
66.	Konus kesimlari	Conic section	Конусные сечения	konus sirtini biror tekislik bilan kesishishidan hosil bo'lgan kesim yuzasi
67.	Koordinata o'qlari	Axes of coordinates	Оси координат	proyeksiyalar tekisliklarining kesishgan chiziqlari
68.	Kub	Cube	Куб	yoqlari 6 ta kvadratlardan iborat bo'lgan qavariq ko'pyoqlik sirt
69.	Markaziy proektsiyalash	The central projection	Центральное проектирование	proektsiyalash markazi nuqta bo'lib u orqali tekislikda hosil qilingan proektsiya
70.	Monotonlik egri chiziq	Monotonous curve	Монотонная кривая	egriligi bir me'yordan oshib yoki kamayib boruvchi egri chiziq
71.	Muntazam ko'pyoqlik	regular polyhedron	Правильный многогранник	muntazam ko'pburchaklardan iborat yoqlarga va o'zaro teng qirralarga ega bo'lgan ko'pyoqlik
72.	Meridian	Meridian	Меридиан	aylanish o'qi orqali o'tgan tekislikning aylanish sirti bilan kesishgan chizig'i
73.	Meridian tekislik	Meridian plane	Меридианная плоскость	aylanish o'qi orqali o'tgan tekislik
74.	Metrik masala	Metric problem	Метрическая задача	berilgan shakllarni o'zaro vaziyatiga nisbatan ularni

				metrikasini aniqlash yoki oldidan berilgan metrik shartni qanoatlantiruvchi shakllarni o'zaro vaziyatini aniqlash.
75.	Normal	Normal	Нормаль	egri chiziqlarning biror nuqtasida unga o'tkazilgan urinmaga perpendikulyar to'g'ri chiziq. Sirtning normalini uning biror nuqtasiga unga o'tkazilgan urinma tekislikka perpendikulyar bo'lgan to'g'ri chiziq.
76.	Normal kesim	Normal section	Нормальное сечение	biror sirtning uning o'qiga perpendikulyar tekislik bilan kesganda hosil bo'lgan kesim
77.	Normal tekislik	Normal plane	Нормальная плоскость	fazoviy egri chiziqlarning biror nuqtasida unga o'tkazilgan urinmaga perpendikulyar bo'lgan normalni
1	2	3	4	5
78.	Oktedr	Octahedron	Октаэдр	asosi kvadrat va yon yoqlari 8 ta muntazam uchburchaklardan iborat qavariq ko'pyoqlik sirti
79.	Oktant	Octant	Октант	uchta o'zaro perpendikulyar tekisliklarning fazoni fazoni 8ta bo'lakka bo'lishi.
80.	Ortogonal proyeksiyalarni almashtirish	Replacement of orthogonal projections	Замена ортогональных проекций	masala yechishda grafik amallarni soddalashtirish uchun qo'llaniladigan chizmani qayta tuzish usullari.
81.	Ortogonal proyeksiyalash	Orthogonal displaying	Ортогональное проецирование	to'g'ri burchakli proyeksiyalash.
82.	Parabolik kesim	Parabolic section	Параболическое сечение	konusni bitta yasovchisiga parallel tekislik kesishishidan hosil bo'lgan shakl
83.	Parabolik nuqtalar	Parabolic points	Параболические точки	urinma tekislik sirtga to'g'ri chiziq bo'yicha urinsa bu urinish chiziqlarining nuqtalari
84.	Parallel proyeksiyalash	Parallel displaying	Параллельное проецирование	proyeksiyalovchi nurlar o'zaro parallel bo'lgan proyeksiyalash
85.	Parametr	Parametre	Параметр	narsaning holati va shaklini aniqlashda qatnashadigan ko'rsatkichlar
86.	Parametrlashtirish	Parametrization	Параметризация	narsalar to'plamining holati va shakl parametrlarini aniqlash

87.	Piramida	Pyramid	Пирамида	asosi uchburchak yoki ko'pburchak yon yoqlari umumiy uchiga ega bo'lgan uchburchaklardan iborat bo'lgan qirrali sirt
88.	Platon jismlari	Platon solids	Платоновы тела	muntazam ko'pburchaklardan iborat yonlarga, o'zaro teng ikki yoqli burchaklarga va o'zaro teng qirralarga ega bo'lgan (tetraedr, kub, oktaedr, dodekaedr, ikkosa-edr) qavariq ko'pyoqlik sirtlar
89.	Pozitsion masala	Position problem	Позиционная задача	berilgan shakllarni o'zaro tegishiligi, ya'ni o'zaro umumiy elementlarni aniqlaydigan masala
90.	Prizma	Prism	Призма	asoslari o'zaro parallel bo'lib, uchburchak yoki ko'pburchaklardan yon yoqlari to'rtburchaklardan iborat qirrali sirt
1	2	3	4	5
91.	Prizmatoid	Prismatoid	Призматойд	asoslari parallel tekisliklarda yotgan ikkita ko'pburchakdan yon yoqlari esa ikkala asos uchlaridan iborat uchburchaklar va trapetsiyalardan iborat bo'lgan qavariq ko'pyoqlik sirt
92.	Profil proyeksiyalovchi tekislik	Profile-projecting plane	Профильно-проецирующая плоскость	profil (W) proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar bo'lgan tekislik.
93.	Profil proyeksiyalovchi to'g'ri chiziq	Profile-projecting straight line	Профильно-проецирующая прямая	profil (W) proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar bo'lgan to'g'ri chiziq
94.	Profil tekislik	Profile plane	Профильная плоскость	profil (W) proyeksiyalar tekisligiga parallel bo'lgan tekislik.
95.	Profil to'g'ri chiziq	Profile	Профиль	profil (W) proyeksiyalar tekisligiga parallel bo'lgan to'g'ri chiziq.
96.	Proyeksiya	Projection	Проекция	narsani proyeksiyalovchi nurlarning proyeksiyalar tekisligi bilan kesishuvidan hosil bo'lgan tasvir.
97.	Proyeksiyalar tekisligi	Plane of projections	Плоскость проекций	proyeksiyalar yotgan tekislik
98.	Proyeksiyalar	Replacement of	Замена	narsaning holatini

	tekisliklarini almashtirish	planes of projections	плоскостей проекций	o'zgartirmas-dan, balki unga nisbatan proyeksiyalar tekisliklarining holatini qulay qilib o'zgartirish
99.	Proyeksiyalash	Displaying	Проецирование	bu jarayon bo'lib, unda proyeksiyalanuvchi ob'ekt nuqtalari orqali nurlar o'tkazib ularning proyeksiyalar tekisligi bilan kesishuv nuqtalari aniqlanadi
100.	Proyeksiyalash markazi	The displaying centre	Центр проецирования	proyeksiyalovchi nurlar chiqadigan xos yoki xosmas nuqta
101.	Proyeksiyalash nuri	Displaying beam	Луч проецирования	proyeksiyalanuvchi nuqta bilan proyeksiyalash markazini bog'lovchi to'g'ri chiziq
102.	Qavariq ko'pyoqlik	Convex polyhedron	Выпуклый многогранник	yoqlari bir tomonida joylashgan ko'pyoqlik
103.	Qirrali sirt kesim yuzasi	The section area of surfaces	Площадь сечения граней поверхностей	qirrali sirt bilan tekislik kesishuvidan hosil bo'lgan shakl
104.	Qiyshiq burchakli proyeksiyalash	Oblique-angled displaying	Косоугольное проецирование	proyeksiyalovchi nurlar proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar bo'lmagan holda hosil bo'lgan proyeksiyalash
1	2	3	4	5
105.	Qo'sh nuqta	Double points	Двойные точки	egri chiziqning bu nuqtasida yarim urimlar bir to'g'ri chiziqni tashkil qilib, qarama-qarshi yo'nalishga ega, normallar esa ustma-ust tushib bir yo'nalishga ega bo'ladi
106.	Qonuniy egri chiziq	Natural curve	Законмерная кривая	muayyan bir qonunga bo'ysunuvchi nuqtalar to'plami
107.	Qonuniy sirt	Natural surface	Законмерная поверхность	hosil bo'lishi jarayoni biror qonunga asoslangan sirt
108.	Qonunsiz egri chiziq	Irregular curve	Незаконмерная кривая	o'z harakati bilan biror qonunga bo'ysunuvchi nuqtalar to'plami
109.	Qonunsiz sirt	Irregular surface	Незаконмерная поверхность	hosil bo'lishi jarayoni biror qonunga asoslanmagan sirt
110.	Ravon egri chiziq	Smooth curve	Плавная кривая	hamma nuqtalarida qarama-qarshi yo'nalgan yarim urimlar bir to'g'ri chiziqda yotuvchi egri chiziq

111.	Rostlovchi tekislik	Straightening plane	Выпрямляющая плоскость	fazoviy egri chiziqning biror nuqtasida urinma va binormal orqali o'tuvchi tekislik
112.	Siklik sirt	Cyclic surface	Цилиндрическая поверхность	markazlari egri chiziqli yo'naltiruvchi bo'ylab harakatlanuvchi aylana hosil qilgan sirt
113.	Sinish nuqtasi	Crisis point	Точка перелома	egri chiziqning bu nuqtasida yarim urimlar o'zaro burchak hosil qiladi
114.	Sirt	Surface	Поверхность	biror chiziq yoki sirtning fazoda uzluksiz harakatlanishi natijasida hosil bo'lgan geometrik shakl
115.	Sirt kesim yuzasi	The area of section of a surface	Площадь сечения поверхности	biror sirt bilan tekislikning kesishishidan hosil bo'lgan shakl
116.	Sirt yasovchisi	generatrix of surfaces	Образующая поверхности	o'z harakati bilan sirtni hosil qiluvchi chiziq yoki sirt
117.	Sirt yo'naltiruvchisi	Director surface	Направляющая поверхности	sirt yasovchisining harakatlanishini belgilovchi chiziq
118.	Sirtga urinma tekislik	Tangent a surface plane	Касательная плоскости поверхности	sirtning biror nuqtasidan o'tgan ikki kesim chiziq'iga o'tkazilgan urimlardan tashkil bo'lgan tekislik
119.	Sirtlarning o'zaro kesishish chiziq'i	Intersection line of surfaces	Линия взаимного пересечения поверхностей	ikki kesishuvchi sirtlar uchun umumiy bo'lgan nuqtalarning geometrik o'rni
1	2	3	4	5
120.	Sirtning klassi	Surface class	Класс поверхности	biror to'g'ri chiziqdan sirtga o'tkazilgan urinma tekisliklarning eng ko'p soni bilan aniqlanadi
121.	Sirtning normal	Surface normal	Нормаль поверхности	sirtning biror nuqtasida unga o'tkazilgan urinma tekislikka perpendikulyar bo'lgan to'g'ri chiziq
122.	Sirtning tartibi	Surface order	Порядок поверхности	biror to'g'ri chiziq bilan sirtni kesishgan nuqtalarining eng ko'p soni bilan aniqlanadi
123.	Tekis egri chiziq	Flat curve	Плоская кривая	hamma nuqtalari bitta tekislikda yotgan egri chiziq
124.	Tekis parallel ko'chirish sirti	Surface of parallel displacement	Поверхность параллельного смещения	yasovchisi o'z harakati davomida o'z-o'ziga parallel bo'lib qoladigan sirt
125.	Tekis parallel	Method of	Метод	aylantirish usulining xususiy

	ko'chirish usuli	parallel displacement	параллельного смещения	hali bo'lib, unda aylanish o'qining holati ko'rsatilmaydi
126.	Tekislikka perpendikulyar to'g'ri chiziq	Normal straight line to a plane	Прямая перпендикулярная к плоскости	tekislikdagi o'zaro kesishuvchi ikki to'g'ri chiziqqa perpendikulyar to'g'ri chiziq
127.	Tekislikning eng katta og'ish chizig'i	Grade line of plane	Линия наибольшего уклона плоскости	tekislikka tegishli bo'lib, uning gori-zontallari va frontallariga yoki profil-lariga perpendikulyar to'g'ri chiziq
128.	Tekislikning frontali	Vertical of plane	Фронталь плоскости	tekislikda yotgan va V ga parallel to'g'ri chiziq
129.	Tekislikning gerizontali	Horizontal of plane	Горизонталь плоскости	tekislikda yotgan va N ga parallel to'g'ri chiziq
130.	Tekislikning izlari	Traces of plane	Следы плоскости	tekislikning proyeksiyalar tekisliklari bilan kesishgan chiziqlari
131.	Tekislikning profili	Profile of plane	Профиль плоскости	tekislikda yotgan va W ga parallel to'g'ri chiziq
132.	Tetraedr	Tetrahedron	Тетраэдр	yoqlari to'rtta munazam uchbar-chaklardan iborat piramida
133.	To'g'ri burchakli proektsiyalash	Orthogonal projection	Прямоугольное проектирование	proektsiyalovchi nurlarning proek-siyalar tekisligiga perpendikulyar holda hosil bo'lgan proektsiyalash
134.	To'g'ri burchakning proyeksiyalanish xususiyati	Property of a right angle	Свойство прямого угла	to'g'ri burchakning bir tomoni tekislikka parallel bo'lib, ikkin-chi tomoni unga perpendikulyar bo'lmasa, uning proyeksiyasi ham to'g'ri burchak bo'ladi.
1	2	3	4	5
135.	To'g'ri burchakli uchburchak usuli	Method of a right triangle	Метод прямоугольного треугольника	kesmaning proyeksiyalari bo'yicha uning haqiqiy uzunligini va proyeksiyalar tekisliklari bilan hosil qilgan burchaklarni aniqlashda qo'llaniladi-gan usul. Uchburchakning bir kateti sifatida kesmaning proyeksiyasi, ikkinchi kateti sifatida esa kesma uchlarining shu tekislikdan uzoqliklar ayirmasi olinadi.
136.	To'g'ri	Traces of line	Следы прямой	to'g'ri chiziqning

	chiziqning izlari			proyeksiyalar tekisliklari bilan kesishgan nuqtalari
137.	To'g'ri chiziqning tekislikka paralleligi	Parallelism of a straight line to a plane	Параллельность прямой к плоскости	tekislikda yotgan biror to'g'ri chiziqqa parallel bo'lgan to'g'ri chiziq
138.	To'g'ri kanoid	Straight conoid	Прямой канонд	bitta yo'naltiruvchisi xos egri chiziq ikkinchisi to'g'ri chiziq va uchinchisi xosmas to'g'ri chiziq bo'lgan chiziqli sirt
139.	To'g'ri silindroid	Straight cylindroid	Прямой цилиндронд	ikki yo'naltiruvchisi xos egri chiziq uchinchisi esa xosmas to'g'ri chiziq bo'lgan chiziqli sirt
140.	Tors	Trunk	Торс	fazoviy egri chiziqqa urinuvchi to'g'ri chiziqlar hosil qilgan yayiluvchi chiziqli sirt
141.	Transsendent egri chiziq	Transcendental curve	Трансцендентная кривая	transsendent tenglama bilan ifodalangan egri chiziq
142.	Transsendent sirt	Transcendental surface	Трансцендентная поверхность	transsendent tenglamalar bilan ifodalangan sirt
143.	Triangulyatsiya	Triangulation	Триангуляция	sirkul yordamida uchburchaklar foydalanib yasash usuli
144.	Umumiy vaziyatdagi tekislik	General provisions plane	Плоскость общего положения	proyeksiyalar tekisliklarining birortasiga ham parallel va perpendikulyar bo'lmagan tekislik
145.	Umumiy vaziyatdagi to'g'ri chiziq	Straight line of general position	Прямая общего положения	proyeksiyalar tekisliklarining birorta-siga ham parallel yoki perpendikulyar bo'lmagan to'g'ri chiziq
1	2	3	4	5
146.	Vint chizig'i	Helix, helical line	Винтовая линия	silindr yoki konus sirtida bir me'yorda aylanma va ilgarilama harakat qiluvchi nuqtaning troektoriyasi
147.	Vint sirti	Helix, helical surface	Винтовая поверхность	biror chiziq yoki sirtning vintsimon harakati natijasida hosil bo'lgan sirt
148.	Xosmas nuqta	Infinite point	Бесконечно-удаленная точка	to'g'ri chiziqning cheksiz uzunlashgan nuqtasi
149.	Xosmas tekislik	Infinite plane	Бесконечная плоскость	uch o'lchamli fazoning cheksiz uzunlashgan nuqtalar to'plami

150.	Xosmas to'g'ri chiziq	Line of infinity	Бесконечно-удаленная прямая	tekislikning cheksiz uzoglashgan chizig'i
151.	Xususiy vaziyatdagi tekislik	Plane of private position	Плоскость частного положения	proyeksiyalari tekisliklarining biriga parallel yoki perpendikulyar bo'lgan tekislik.
152.	Xususiy vaziyatdagi to'g'ri chiziq	Straight line of private position	Прямая частного положения	proyeksiyalari tekisliklarining biriga parallel yoki perpendikulyar bo'lgan to'g'ri chiziq
153.	Yopishma tekislik	Tangential plane	Соприкасающаяся плоскость	fazoviy egri chiziq ustida yotgan nuqta va unga cheksiz yaqin bo'lgan ikki nuqtadan o'tgan tekislik.
154.	Yordamchi proyeksiyalash	Auxiliary projection	Вспомогательное проецирование	asosiy proyeksiyalash yo'naltishiga qo'shimcha ravishda bajariladigan proyeksiyalash.
155.	Yoyilmaydigan sirt	Not developed surface	Неразвертываемая поверхность	cheksiz yaqin qo'shni ikki yasovchisi o'zaro ayqash bo'lgan chiziqli sirt
156.	Yoyiluvchi sirt	Developed surface	Развертываемая поверхность	cheksiz yaqin qo'shni ikki yasovchisi o'zaro kesishgan chiziqli sirt
157.	Chiziq	Line	Линия	nuqtaning tekislik yoki fazodagi harakatlanshidadan qoldirgan troektoriyasi
158.	Chiziqli sirt	Ruled surface	Линейчатая поверхность	uchta fazoviy egri chiziqni bir vaqtda kesib harakatlanuvchi to'g'ri chiziq hosil qilgan sirt
159.	Chorak	Quarter	Четверть	Ikki o'zaro perpendikulyar tekisliklarning fazoni 4 ta bo'lakka bo'lishi
160.	O'zaro parallel tekisliklar	Parallel planes	Взаимно-параллельные плоскости	bir tekislikda yotgan va o'zaro kesishgan 2 chiziq 2-tekislikda yotgan va o'zaro kesishuvchi 2 to'g'ri chiziqqa mos ravishda parallel bo'lgan tekisliklar.

ADABIYOTLAR.

1. Murodov Sh.K. va boshqalar. Chizma geometriya. – T.: Iqtisod-moliya, 2008.
2. Yodgorov J.Y. va boshqalar. Geometrik va proektsion chizmachilik. – T.: Yangi asr avlodi, 2008.
3. N.D.Bhatt. Engineering Drawing. Plane and solid geometry. 51- edition. Anand 388001 Gujarat, India. 2012.
4. Shah M.B., Rana B.C. Engineering Drawing. India. 2009.
5. Hawk M.C. Theory and problems of Descriptive Geometry. USA. New York. McGraw Hill Book Company. 1962.
6. Yu.Kirgizboev, Z.Inomova, T.Rixsiboev "Texnik chizmachilik kursi".
7. B.C. Левитский "Машиностроительное черчение".
8. Yodgorov J.Y. Chizma geometriya. – T.: 2006.
9. Чесмарев А.А. Начертательная геометрия и черчение. Учебник для ВУЗов – М.: Владос, 2002.
10. Simmons C.H. (Colin H.), Maguire D.E. (Dennis E.). Manual of engineering drawing. UK. 2009.

O'QUV ADABIYOTINING NASHR RUXSATNOMASI

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus
ta'lim vazirligining 20 21 yil "23" noyabr dagi
"500" -sonli buyrug'iga asosan

O'.T.Yadgarov

(muallifning familiyasi, ismi-sharifi)

60730100 – Arxitektura (turflari bo'yicha)

(ta'lim yo'nalishi) (mutaxassisligi)

ning

talabalari (o'quvchilari) uchun tavsiya etilgan

Chizma geometriya va muhandislik grafikasi

(o'quv adabiyotining nomi va turi, darslik, o'quv qo'llanma)

nomli darsligi

ga

O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi tomonidan
litsenziya berilgan nashriyotlarda nashr etishga ruxsat
berildi.



Vazir

A. Toshkulov

(imzo)

Ro'yxatga olish raqami

500-526





Yadgarov O'ktam Tursinovich t.f.n., dosto.

1979 yilda Buxoro Davlat Pedagogika instituti "Badiiy grafika" fakultetini rasm va chizmachilik bo'yicha tugatib, Bux OO va YeSTI "Chizma geometriya va muhandislik grafikasi" kafedrasida mehnat faoliyatini boshlagan.

1999 yil 05.23.17- "Qurilish mexanikasi" ixtisosligi bo'yicha "Динамика систем, взаимодействующих с вязкоупругими опорами" mavzusida nomzodlik dissertatsiyasini himoya qilgan. 60 dan ortiq ilmiy-texnik va ilmiy-uslubiy maqolalari yurtimiz va xorij nashriyotlarida e'lon qilingan. Monografiya, darslik, o'quv qo'llanmalar muallifi. Ayni vaqtda BuxMTI "Chizma geometriya va muhandislik grafikasi" kafedrası mudiri.