**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI**

**OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

**T.X. Jo'rayev, I.I. Toshev**

# MUHANDISLIK GRAFIKASI

**Oliy texnik o’quv yurtlar uchun darslik**

**Toshkent 2020**

# Muhandislik grafikasi. T.X. Jo'rayev, I.I. Toshev

## ANNOTATSIYA

“Muhandislik grafikasi” fanidan ushbu darslik 5450300 – “Suv xo’jaligi va melioratsiya ishlarini mexanizatsiyalashtirish” ta’lim yo’nalishining talabalari uchun tavsiya etilgan. Darslikdan “Ishlsb 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 adaiyotlardan havolalar va fanning ilmiy sohasi bo’lmish geometrik modellashtirish bo’yicha qo’shimcha materiallar bilan boyitilgan.

# Инженерная графика. Т.Х.Жураев, И.И.Тошев

## АННОТАЦИЯ

Учебник «Инженерная графика» предназначена для студентов направления 5450300 – “Механизация водного хозяйства и мелиоративных работ”. Учебником также могут ползоватся студенты других направлений отрасли “Производство – Отрасли техники”. Учебник содержит основные темы по начертательной геометрии и машиностроительному черчению, которые входят в структуру предмета. В учебнике темы расставлены в оптимальной последовательности, позволяющая эффективно изучить предмет на основе модульного обучения. По каждой теме приводятся дополняющие материалы из зарубежной литературы и дополнительные материалы по геометрическому моделированию, что является инновационным решением в преподавание данного предмета.

# Engineering Drawing. T.X.Juraev, I.I.Toshev

## ANNOTATION

"Engineering Drawing" textbook intended for students on speciality 5450300 – “Mechanization water management and meliorative works”. Other speciality students of “Production – Technical fields" can use this textbook. The textbook contains main subjects on Descriptive Geometry and Engineering Drafting, which fall into structure of the subject. The textbook contains optimal placement of themes, allowing effectively study the subject on base of the module system, also have complementing materials from foreign literatures and additional materials about geometric modeling for each themes, those are innovation decision in teaching this subject.

# MUNDARIJA


**KIRISH**..... **9**

**I-BO'LIM. CHIZMA GEOMETRIYA**

**I-MODUL. CHIZMA ELEMENTLARINI MODELLASHTIRISH**

**1. Chizmalarda rasmiylashtirish qoidalari** ..... **11**

**1.1.** Chizmachilik asboblari ..... 11

**1.2.** Buyumlar va ularning turlari ..... 16

**1.3.** Konstruktorlik hujjatlarining yagona tizimi ..... 17

**1.4.** Chizmalarga oid standartlar ..... 18

**1.5.** Konstruktorlik hujjatlarining turlari..... 26

**2. Chizmalarda geometrik yasashlar**..... **29**

**2.1.** Parallel va perpendikulyar to'g'ri chiziqlar va ularning kesmasi..... . 29

**2.2.** Burchaklar, aylana va uning yoyi..... 31

**2.3.** Qiyalik, konuslik va teng tomonli ko'pburchaklar..... .. 33

**2.4.** Tutashmalar..... 36

**2.5.** Sirkul va lekalo yordamida chiziladigan egri chiziqlar..... 37

**3. Chizmalarda geometrik elementlarning berilishi** ..... **41**

**3.1.** Shakllarni tasvirlash va proyeksiyalash usullari..... 41

**3.2.** Nuqtaning ikki o'zaro perpendikulyar tekisliklardagi proyeksiyalari..... 51

**3.3.** To'g'ri chiziqning ortogonal proeksiyalari..... 56

**3.4.** To'g'ri chiziqning izlari va kesmasining haqiqiy uzunligini aniqlash..... 63

**3.5.** Ikki to'g'ri chiziqning o'zaro vaziyatlari..... 66

**II-MODUL. TEKIS SIRTLARNI MODELLASHTIRISH**

**4. Tekisliklar va ularning berilishi**..... **71**

**4.1.** Tekislikning berilishi va uning izlarini yasash..... 71

**4.2.** Tekisliklarning proyeksiyalar tekisliklariga nisbatan vaziyatlari..... 73

**4.3.** Tekislikning bosh chiziqlari..... 77

**4.4.** To'g'ri chiziq va tekisliklarning o'zaro vaziyatlari..... 80

**4.5.** Tekisliklarning o'zaro vaziyatlari..... 83

**5. Epyurni qayta tuzish usullari** …….. **89**
**5.1.** Epyurni qayta tuzish usullari to’g’risida umumiy ma’lumotlar…… 89
**5.2.** Tekis–parallel harakatlantirish usuli……..... 90
**5.3.** Proyeksiyalar tekisliklarini almashtirish usuli…….. 95
**5.4.** Aylantirish usuli……. 102
**5.5.** Jipslashtirish usuli…….. 110
**6. Ko`pyoqliklar**……..... **115**
**6.1.** Ko’pyoqliklar to’g’risida umumiy ma’lumotlar…… 115
**6.2.** Ko’pyoqliklar va ularning yoyilmalarini tekis chizmada tasvirlash……. 118
**6.3.** Ko’pyoqliklarning tekislik bilan kesishuvi…… 120
**6.4.** Ko’pyoqliklarning to‘g‘ri chiziq bilan kesishuvi……..... 123
**6.5.** Ko’pyoqliklarning o‘zaro kesishuvi…….. 127

**III-MODUL. EGRI SIRTLARNI MODELLASHTIRISH**

**7. Egri chiziqlar va sirtlarning berilishi**. …… **129**
**7.1.** Tekis egri chiziqlar va ularning berilishi……. 129
**7.2.** Fazoviy egri chiziqlar va ularning berilishi……. 136
**7.3.** Sirtlar va ularning berilish…… 140
**7.4.** Aylanish sirtlari. Vint sirtlar. Siklik sirtlar……... 145
**7.5.** Chiziqli sirtlar……. 157
**8. Sirtlarning to`g’ri chiziq va tekislik bilan kesishuvi**……... **167**
**8.1.** Umumiy ma’lumotlar…… 167
**8.2.** Sirtlarning proyeksiyalovchi tekisliklar bilan kesishuvi……... 167
**8.3.** Sirtlarni to‘g‘ri chiziq bilan kesishuvi…….. 172
**8.4.** Sirtlarning umumiy vaziyatdagi tekisliklar bilan kesishuvi…… 178
**8.5.** Sirtlarning yoyilmalarini yasash…….. 185
**9. Sirtlarning o`zaro kesishuvi**…… **199**
**9.1.** Sirtlarning o`zaro kesishuviga oid umumiy ma’lumotlar…….. 199
**9.2.** Sirtlar kesishuv chizig‘ini yasashning umumiy algoritmi…… 200
**9.3.** Umumiy o‘qqa ega bo‘lgan aylanish sirtlarining o‘zaro kesishuvi ……. 201
**9.4.** O‘qlari umumiy nuqtaga ega aylanish sirtlarining o‘zaro kesishuvi ……... 202
**9.5.** Kesishuv chizig‘ini kesuvchi tekisliklar dastasi usuli bilan yasash……. 207

## II-BO’LIM. MASHINASOZLIK CHIZMACHILIGI

## IV-MODUL. DETALLARNING KOMPLEKS CHIZMALARI


**10. Aksonometrik proyeksiyalar** ..... **227**
**10.1.** Aksonometriya to’g’risida umumiy ma’lumotlar ..... 227
**10.2.** Aksonometriyaning asosiy teoremasi ..... 230
**10.3.** Aksonometriyada aylananing proyeksiyalari ..... 235
**10.4.** Aksonometriyaning standart turlari ..... 238
**10.5.** Detallarning aksonometrik proyeksiyasini bajarish ..... 242
**10.6.** Detallarning texnik rasmlarini bajarish ..... 243
**11. Tasvirlar. Ko’rinishlar** ..... **247**
**11.1.** Tasvirlar ..... 247
**11.2.** Asosiy ko’rinishlar ..... 248
**11.3.** Qo’shimcha ko’rinishlar ..... 249
**11.4.** Mahalliy ko’rinishlar ..... 250
**11.5.** Yoyilgan ko’rinishlar ..... 251
**12. Qirqimlar. Kesimlar** ..... **253**
**12.1.** Oddiy qirqimlar ..... 253
**12.2.** Murakkab qirqimlar ..... 257
**12.3.** Qiya va mahalliy qirqimlar ..... 258
**12.4.** Kesimlar ..... 259
**12.5.** Materiallarni grafik belgilanishi ..... 263


## V-MODUL. STANDART DETALLARNING CHIZMADA TASVIRLANISHI


**13. Qo’zg’almas birikmalarning chizmada tasvirlanishi** ..... **265**
**13.1.** Birikish usullari. Shponkali birikmalar ..... 265
**13.2.** Payvandli va parchinli birikmalar ..... 267
**13.3.** Rezbali birikmalar ..... 270
**14. Qo’zg’aluvchan birikmalarning chizmada tasvirlanishi** ..... **281**
**14.1.** Shlitsali birikmalar ..... 281
**14.2.** Podshipnikli birikmalar ..... 283
**14.3.** Prujinali birikmalar ..... 284
**15. Uzatmalarning chizmada tasvirlanishi** ..... **289**

## VI-MODUL. BUYUMLARNING CHIZMA HUJJATLARINI BAJARISH


**16. Original detallarning chizmalarini tayyorlash** ..... **293**

**16.1.** Detallarni o'lchash asboblari va usullari..... 293

**16.2.** Detal yuzalarida g'adir-budirlik, qoplama va termik ishlov belgilari..... 298

**16.3.** Detallarda dopusk va o'tqazishlar, ularning chizmada belgilanishi..... 301

**16.4.** Detallarning o'lchamlari, shakliy ko'rinish va elementlari..... 304

**16.5.** Detallarning eskizlarini tuzish..... 310

**17. Buyumlarning umumiy ko'rinish chizmalarini tayyorlash** ..... **317**

**17.1.** Umumiy ko'rinish chizmalarini tayyorlash tartibi..... 317

**17.2.** Spetsifikasiyalarni tuzish..... 322

**17.3.** Chizmalarda yozuv va texnik talablar, shartlilik va soddalashtirishlar ..... 324

**17.4.** Yig'ma birlikni detallarga ajratib chizish..... 328

**17.5.** Buyumlarning umumiy ko'rinish chizmalarini o'qish..... 332

**18. Mashina va jihozlarning sxematik chizmalarini tayyorlash**..... **335**

**18.1.** Sxemalar to'g'risida umumiy tushunchalar..... 335

**18.2.** Kinematik va elektr sxemalar ..... 337

**18.3.** Pnevmatik va gidravlik sxemalar..... 344

**18.4.** Texnologik mashina va jihozlarning sxemalari..... 345

**GLOSSARIY**..... **351**

**ADABIYOTLAR**..... **363**

# ОГЛАВЛЕНИЕ


**ВВЕДЕНИЕ…… 9**

**I-РАЗДЕЛЬ. НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ**

**I-МОДУЛЬ. МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЧЕРТЕЖЕЙ**

1. **Правила оформления в чертежах …… 11**
2. **Геометрические построения в чертежах …… 29**
3. **Задание геометрических элементов на чертежах …… 41**

**II-МОДУЛЬ. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛОСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ**

4. **Плоскость и ее задание…… 71**
5. **Способы преобразования эпюра ……... 89**
6. **Многогранники …… 115**

**III-МОДУЛЬ. МОДЕЛИРОВАНИЕ КРИВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ**

7. **Задание кривых линий и поверхностей…… 129**
8. **Пересечение прямой и плоскости с поверхностью. ……. 167**
9. **Взаимное пересечение поверхностей …… 199**

**II-РАЗДЕЛЬ. МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ**

**IV-МОДУЛЬ. КОМПЛЕКСНЫЙ ЧЕРТЕЖ ДЕТАЛЕЙ**

10. **Аксонометрические проекции ……... 227**
11. **Изображения. Виды.…… 247**
12. **Разрезы. Сечения. …… 253**

**V-МОДУЛЬ. ИЗОБРАЖЕНИЕ СТАНДАРТНЫХ ДЕТАЛЕЙ**

13. **Изображение неподвижных соединений …… 265**
14. **Изображение подвижных соединений …… 281**
15. **Изображение передач …… 289**

**VI-МОДУЛЬ. ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ИЗДЕЛИЙ**

16. **Выполнение чертежей оригинальных деталей ……. 293**
17. **Выполнение чертежей общего вида изделий …….. 317**
18. **Выполнение схем машин и оборудований …….. 335**

**ГЛОССАРИЙ…… 351**

**ЛИТЕРАТУРА…….. 363**

# CONTENTS


INTRODUCTION ..... 9

PART ONE. DESCRIPTIVE GEOMETRY

I-MODULE. ELEMENTAR MODELING

1. Engineering drawing standards ..... 11
2. Geometrical constructions ..... 29
3. Defining geometric elements in drawings ..... 41

II-MODULE. PLANAR MODELING

4. Defining the planes ..... 71
5. Reconstruction of projections ..... 89
6. Polyhedrons ..... 115

III- MODULE. SURFACE MODELING

7. Defining the curves and surfaces ..... 129
8. Surface Sections. ..... 167
9. Intersections of Surfaces ..... 199

PART TWO. ENGINEERING DRAFTING

IV- MODULE. DRAFTING THE GEOMETRIC DETAILS

10. Auxiliary and Isometric projections ..... 227
11. Images and Views ..... 247
12. Sections and sectional views ..... 253

V- MODULE. DRAFTING THE STANDARD DETAILS

13. Drafting the fixed joints ..... 265
14. Drafting the movable joints ..... 281
15. Drafting the transmissions ..... 289

VI-MODULE. DRAFTING THE PRODUCTS

16. Sketching and Part Design ..... 293
17. Assembly Design. Specifications. ..... 317
18. Engineering Diagrams ..... 335

GLOSSARY ..... 351

REFERENCES ..... 363

# 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'nalashlarini o'zlashtirish nazarda tutilgan.

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

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

Chizmalar asosida yangi ob'ektlarni yaratish yoki mavjud ob'ektlarni takomillashtirish geometrik modellashtirish 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 pozision 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 modellashtirish sohasidagi bilimlarga ega bo’lish mumkin. Fanning asosiy maqsadi undan olgan bilimlarga tayanib kelgusi faoliyatda qo’yilgan masalalarni yechishda geometrik modellashtirishdan foydalanish hisoblanadi. Shuning uchun ushbu darslikda geometrik modellashtirish elementlaridan foydalanishga harakat qilingan. Har bir mavzu bo’yicha geometrik modellashtirishga oid materiallar berilgan. Darslikni tayyorshda amaliy geometriya sohasida mamlakatimiz va xorijlik yetuk olimlarning ishlaridan foydalanilgan.

Ushbu darslik Respublikamizda muhandislarni, ayniqsa “Texnologik mashina va jihozlar” yo’nalishi mutaxassislarini tayyorlashda “Muhandislik grafikasi” faniga doir o’quv adabiyotlariga bo’lgan ehtiyojni qondiradi.

# I-BO'LIM. CHIZMA GEOMERIYA

## I-MODUL. CHIZMA ELEMENTLARINI MODELLASHTIRISH

### 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 adadiyotlarda etarlicha bo`lsa-da, fanga oid inglizcha terminlarni o'rganish maqsadida xorijiy adabiyotdan materiallar keltirildi. Muhandislik chizmalari chizma asboblari yig`masi (qotovalnaya) yordamida tayyorlanadi[1]. chizmalarni amalga oshirishning batartib va tez bo`lishi asboblar sifatiga bog`liq. Talabalarning yaxshi sifatli asboblarni ishlatishi maqsadga muvofiq.

Odatda quydagi asboblar ishlatiladi:[2]

1. Chizma taxtasi (doska)
2. Kichik chizmachilik asbobi (reysshina)
3. Chizmachilik asboblari qutisi (gotovalnya)
4. $45^0$ va $30^0 – 60^0$ uchburchak chizg`ichlar
5. Shkalali muhandisllk chizg'ichlari
6. Transportir
7. Egri chiziqlar chizish uchun lekalo
8. Chizma qisqichlari
9. Chizma qog`ozi
10. Qalamlar
11. O`chirg`ich

[1] Shah M.B., Rana B.C. Engineering Drawing. India. 2009, 1-7 betlar.
[2] Shah M.B., Rana B.C. Engineering Drawing. India. 2009, 1-7 betlar.
* Mavzuga doir inglizcha atamalarni o'rganish maqsadida rasmlardagi yozuvlar ataylab inglizcha qoldirildi.

12. O’chirg’ich qipiqlarini 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 qistiriladi va ishchi qirralar holatlari 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 gorizontal 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`lgich, kichik prujinali bo`lgich, 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 birkitiladi (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`lgichlar.*** Katta va kichik bo`lg`ichlar katta va kichik sirkullarga o`xshash. Unda faqat qalam o`rniga 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`shimchalar talab qilingan qalinlikdagi chiziqlar chizish imkoniyatlini 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 $45^0$ va boshqa holatga $30^0$ va $60^0$ 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 gorizontaliga $30^0$,$45^0$ va $60^0$ li chiziqlarni chizish uchun ishlatiladi. 2ta uchburchak chizg`ichni to`g`ri ishlatganda gorizontaliga $15^0$, $75^0$, $105^0$ li va boshqa chiziqlarni ham chizish mumkin. Uchburchak chizg`ichlar $45^0$ yoki $60^0$ li burchak va to`g`ri burchagi uzunroq bo`lgan burchak uzunligida yasalgan. Masalan, $45^0$x150 yoki $60^0$x200 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 shaklda 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`ozi.*** Chizma qog`ozi qalin, silliq, mustahkam, pishiq va qalinlik meyoriga mos bo`lishi kerak. Yaxshi o`chirg`ich ishlatilganda chizma

qog`ozi to`qimasi ochilib ketmasligi kerak. Standart bo'yicha jadvalda berilganidek chizma qog`ozlarining meyoriy o`lchovlarni qo`llash tavsiya qilinadi.

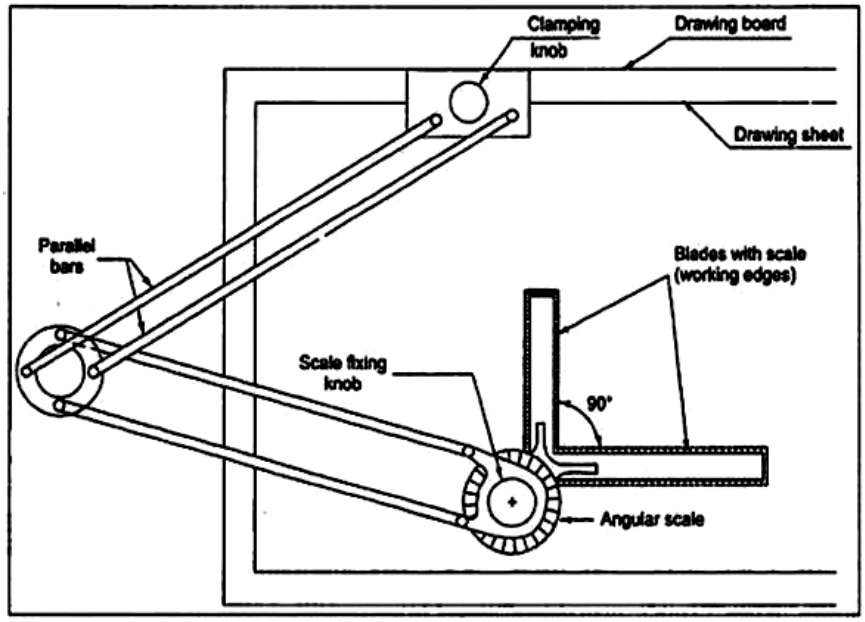



Figure 1.2 *Mini drafter*

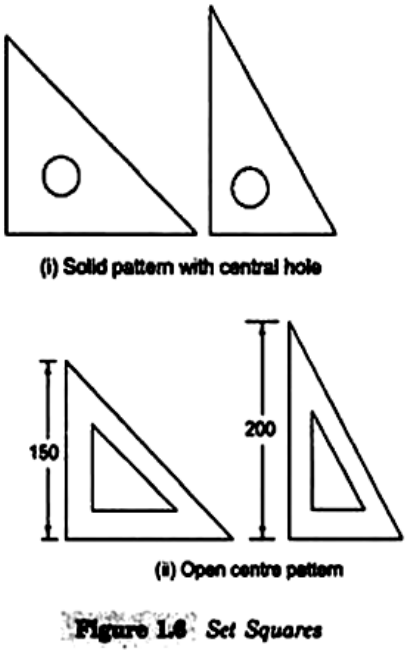



Figure 1.6 *Set Squares*

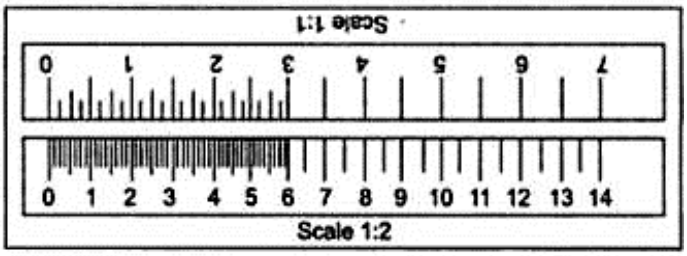



Figure 1.7 *Scales*

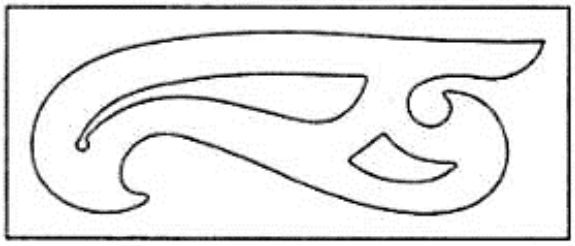


Figure 1.9 *Irregular Curve*

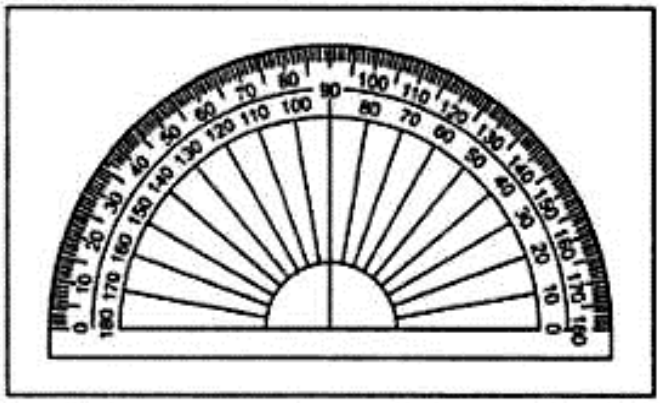


Figure 1.8 *Protractor*

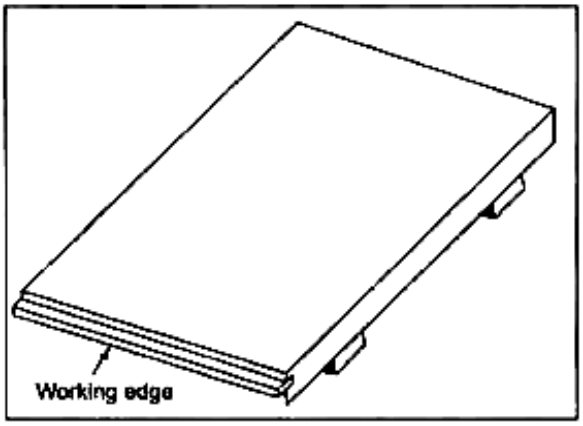



Figure 1.1 *Drawing Board*

**1.1.1-rasm. Chizmachilik asboblari.**

***Prujinali to`g`noqichlar.*** Prujina to`g`nogichlar 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 charxlash zarurati bo`lmagani uchun qulay. Odatda o`rta qattiqlikdagi HB, yumshoq F, qattiq H va yuqori qattiqlikdagi 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 asboblar ham ish boshlanganda va ish davomida tez-tez tozalanishi lozim[3].

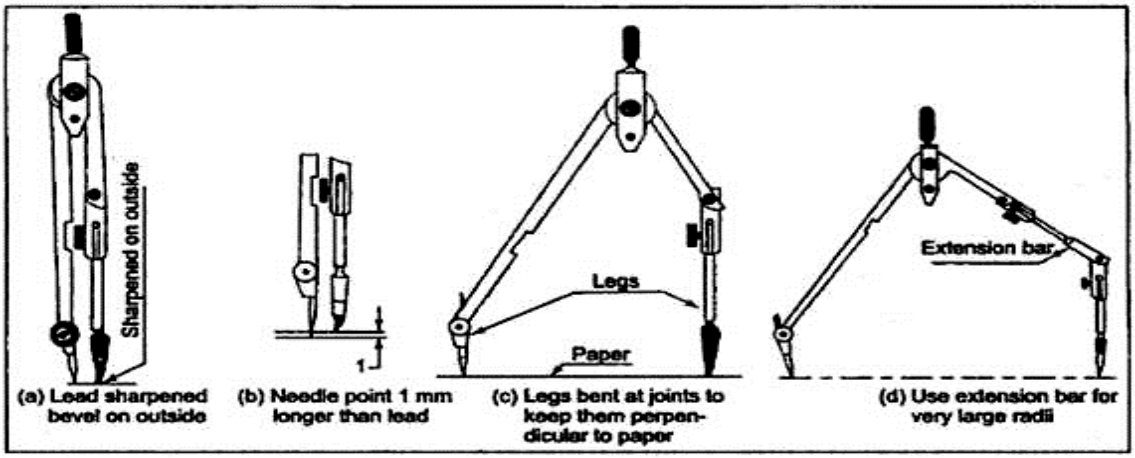



**Figure 1.3** *Large Compass*

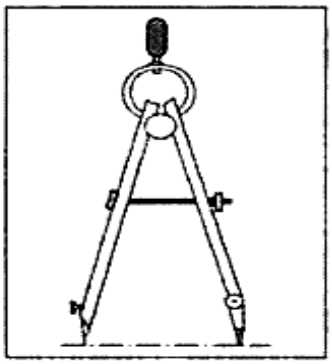


**Figure 1.4** *Small Spring Bow Compass*

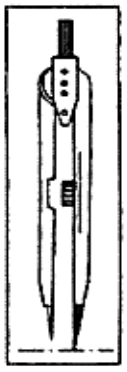


**Figure 1.5** *Large Divider*

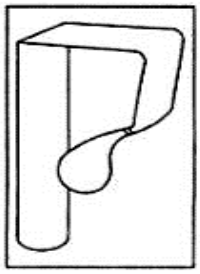


**Figure 1.10** *Spring Clip*

**1.1.2-rasm. Chizmachilik asboblari.**

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

## 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 qarab 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.

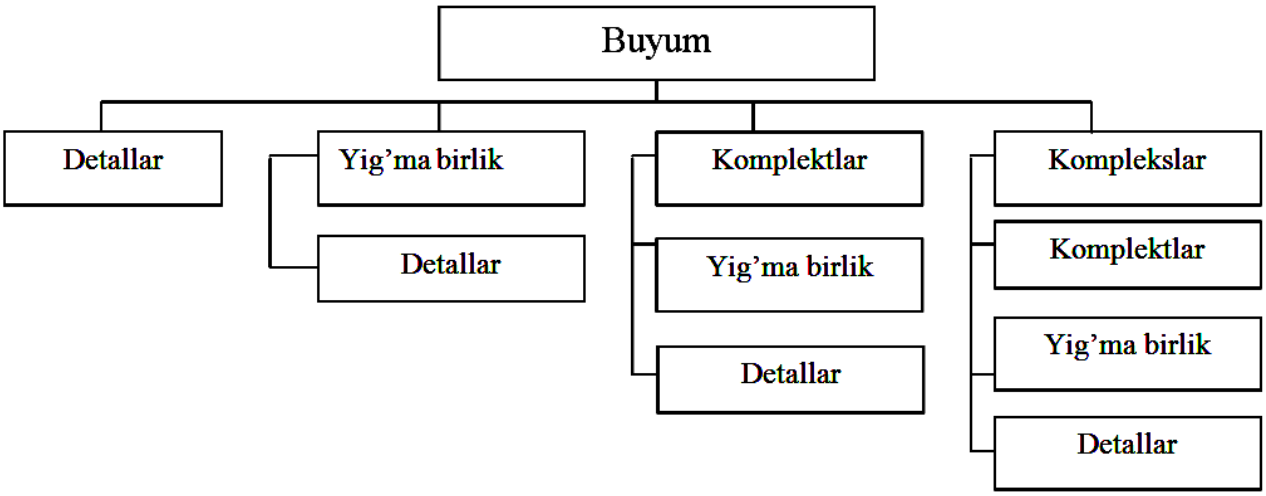
Yordamchi ishlab chiqarish buyumlariga asosiy ishlab chiqarish buyumlari ishlab chiqarishda faqat korxonaning ehtiyoji uchun ishlab chiqariladigan buyumlar kiradi. GOST 2.101-68 ga muvofiq buyumlar turlari belgilangan (1.2-rasm): detallar; yig'ma birliklari; komplektlar; komplekslar.

***Detal*** - bir xil nomli 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 ehtiyot qismlar komplekti, asboblar 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 funktsiyalarni 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**

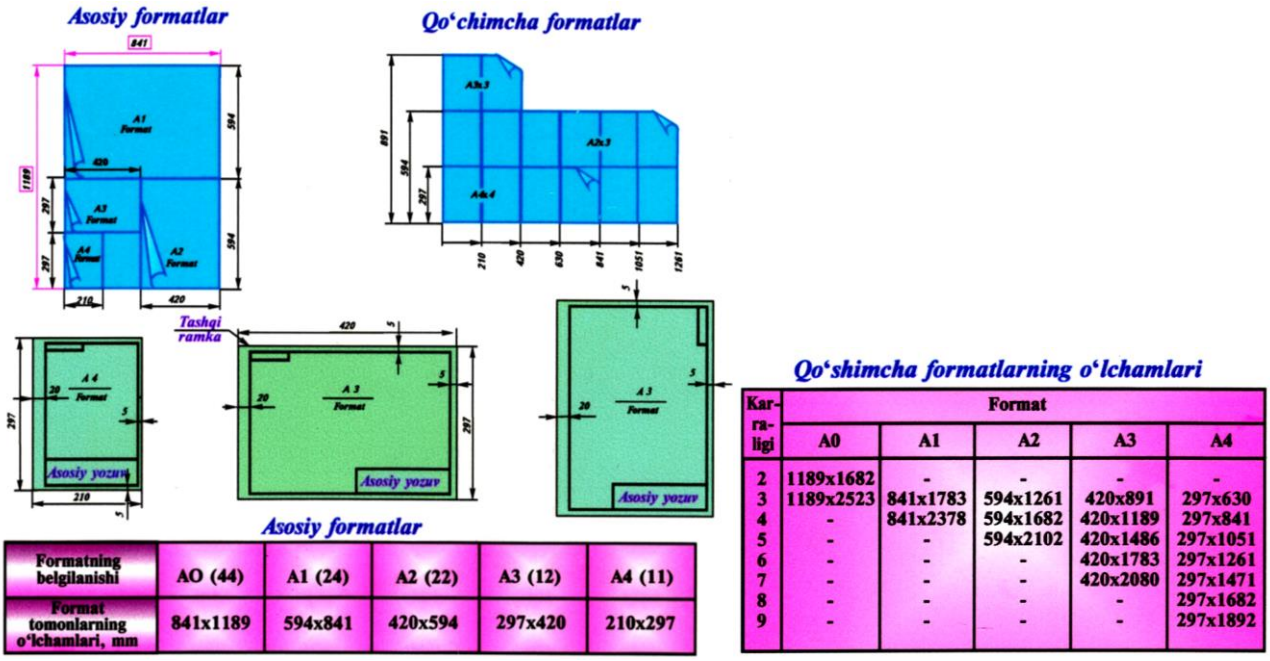
### 1.3-§. Konstruktorlik hujjatlarining yagona tizimi.

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 qoidalardir. 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 hujjatlarning 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 $1m^2$ 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 l.4.1-rasmda ko'rsatilgan.




| Formatning belgilanishi | A0 (44) | A1 (24) | A2 (22) | A3 (12) | A4 (11) |
|---|---|---|---|---|---|
| Format tomonlarning o'lchamlari, mm | 841x1189 | 594x841 | 420x594 | 297x420 | 210x297 |

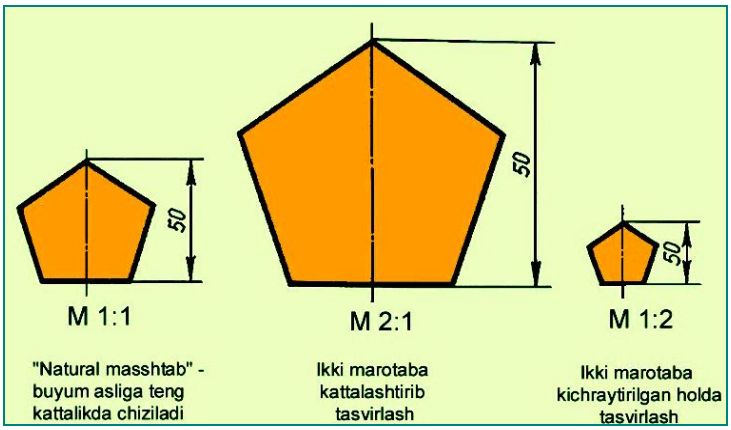
| Karralligi | Format | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | A0 | A1 | A2 | A3 | A4 |
| 2 | 1189x1682 | - | - | - | - |
| 3 | 1189x2523 | 841x1783 | 594x1261 | 420x891 | 297x630 |
| 4 | - | 841x2378 | 594x1682 | 420x1189 | 297x841 |
| 5 | - | - | 594x2102 | 420x1486 | 297x1051 |
| 6 | - | - | - | 420x1783 | 297x1261 |
| 7 | - | - | - | 420x2080 | 297x1471 |
| 8 | - | - | - | - | 297x1682 |
| 9 | - | - | - | - | 297x1892 |

**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)

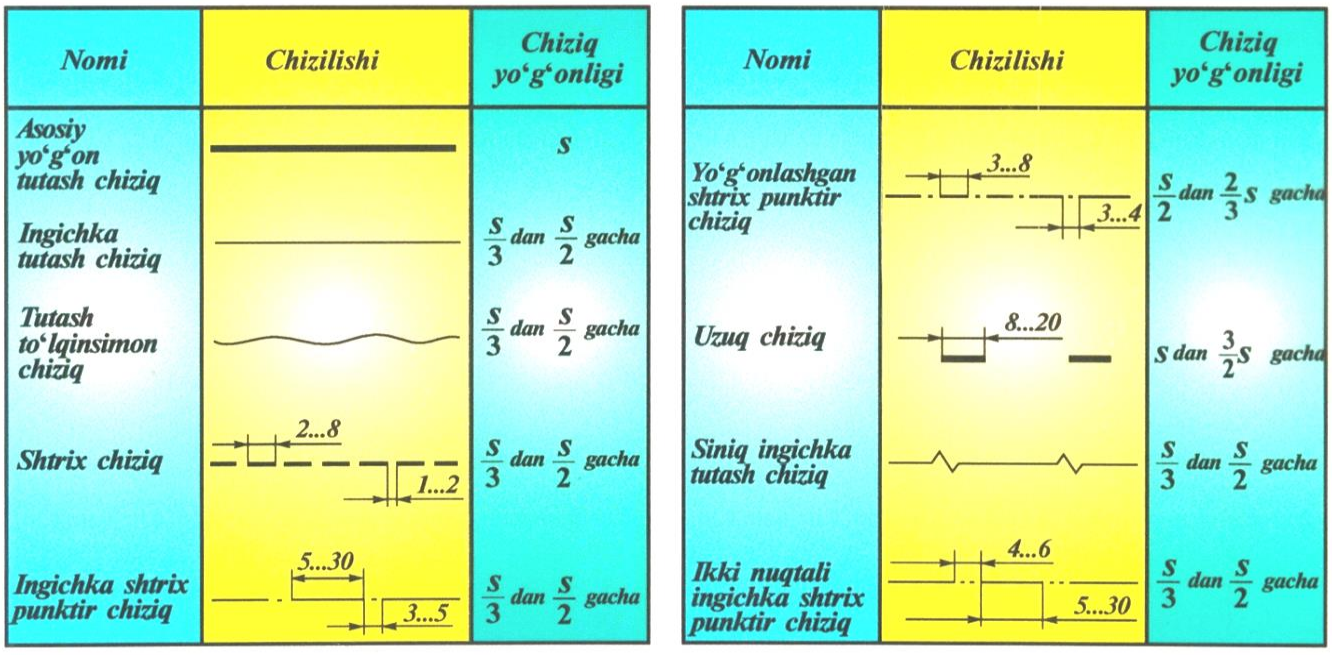
**Masshtablar**

| | |
|---|---|
| Kichraytirish masshtablari | 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000 |
| Haqiqiy kattaligi | 1:1 |
| Kattalashtirish masshtablari | 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1 |




**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) l.4.3-rasmda berilgan.

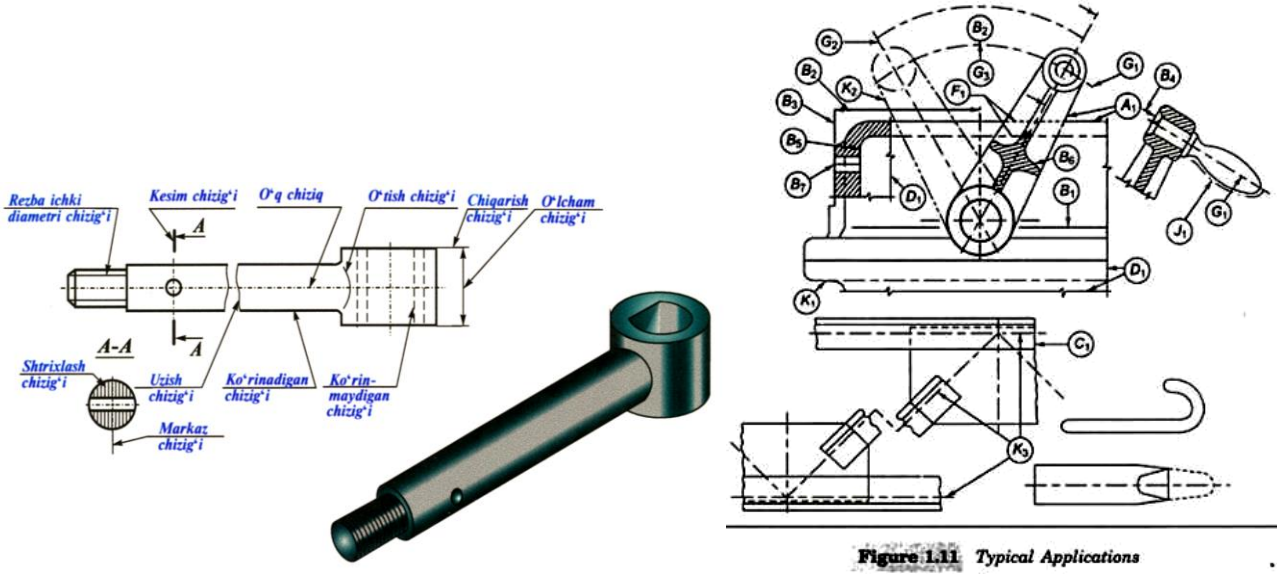



**1.4.3,a-rasm.**

***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 shrifti bilan yoziladi. O'zDSt 2.304-97 da shriftlarning quyidagi o'lchamlari belgilangan: 1,8; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40. Shriftlarning o'lchami bosh harflarning millimetr hisobidagi balandligi ***h*** bilan aniqlanadi. O'zDSt 2.304-97 ga muvofiq shriftlar A va B turlarga bo'lingan, ulardagi harf va raqamlar qatorlar asos chizig'iga qiyalatib va qiyalatmay yoziladi. Shriftning A turida harf va raqam chizmalarning yo'g'onligi ***d*** ularning balandligi ***h*** ning 1/14 qismiga, B turida esa 1/10 qismiga teng olinadi. l.4.4-rasmda A turdagi shrift o'lchamlari keltirilgan.




**1.4.4-rasm.**




**1.4.3,b-rasm.**

Chiziq turlarining inglizcha nomlanishi va ishlatilishini o'rganish uchun quyida xorijiy adabiyotdan material keltirilgan[4].

**Table 1.4** *Indian Standard Symbolic Lines for General Engineering Drawing*

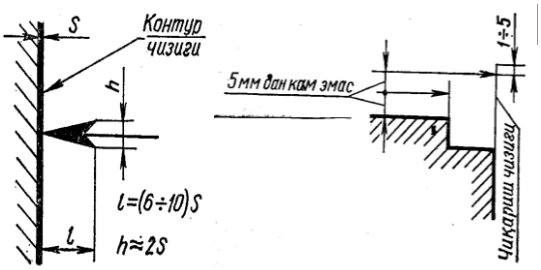
| *Line* | *Description* | *General applications* |
|---|---|---|
| A ——————— | Continuous thick | A1 Visible outlines<br>A2 Visible edges |
| B ——————— | Continuous thin (straight or curved) | B1 Imaginary lines of intersection<br>B2 Dimension lines<br>B3 Projection lines<br>B4 Leader lines<br>B5 Hatching<br>B6 Outlines of revolved section in place<br>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<br>E2 Hidden edges |
| F - - - - - - - - - - - - | Dashed thin | F1 Hidden outlines<br>F2 Hidden edges |
| G ——·——·—— | Chain thin | G1 Centre lines<br>G2 Line of symmetry<br>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<br>K2 Alternatives and extra positions of movable parts<br>K3 Centroidal lines<br>K4 Initial outlines prior to forming<br>K5 Parts situated in front of the cutting plane |

***O'zDSt 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.

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

Buyumlar ularning o’lchamlari asosida yasaladi. Chizmalarning o’lchamlarini to’g’ri qo’yish va o’zaro bog’lab berish muhim qoidalardan hisoblanadi. O’zDSt 2.307-97 O’lchamlar qo’yish va ularni o’zaro bog’lash qoidalarini mukammal o’rgatadi.

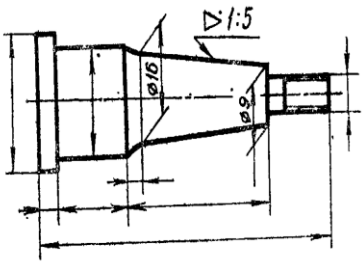
1. Chizmalarda o’lchamlar o’lcham sonlari va o’lcham chiziqlari bilan ko’rsatiladi. O’lcham chiziqlari uchlariga strelkalar qo’yiladi. Strelka elementlarining o’lchamlari 1.4.5-rasmda ko’rsatilgan.




**1.4.5.-rasm**



**1.4.6.-rasm**

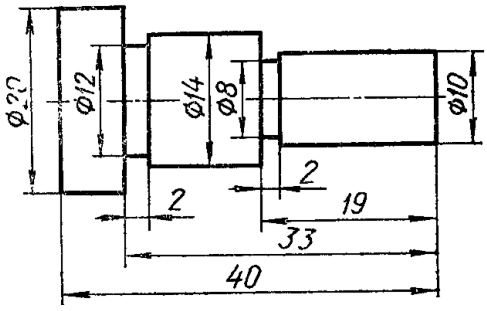



**1.4.7.-rasm**

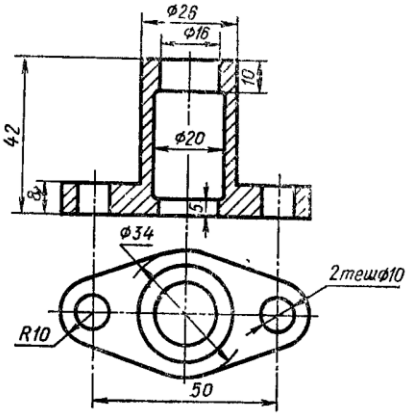
2. To’g’ri chiziq kesmasi o’lchamlarini shu kesmaga parallel bo’lgan o’lcham chizig’i bilan ko’rsatiladi, chiqarish chiziqlari esa unga perpendikulyar o’tqaziladi (1.4.5, 1.4.6, 1.4.7.-rasmlar). O’lcham va chiqarish chiziqlari o’lchanayotgan kesma bilan parallelogramm tashkil qiladigan qilib o’tqaziladi.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



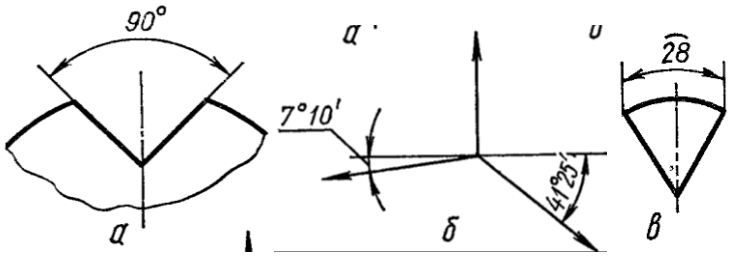

**1.4.8-rasm`**



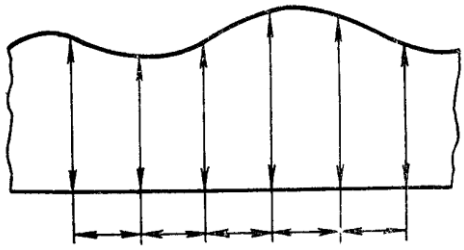

**1.4.9.-rasm**

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.

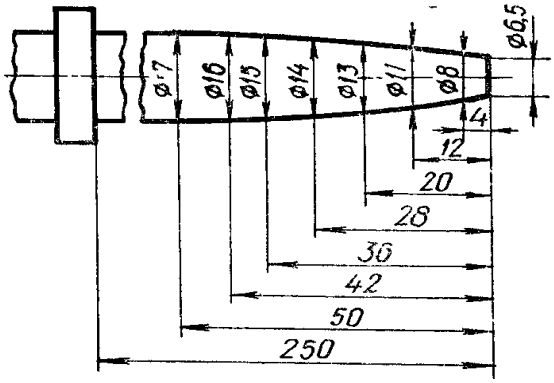



**1.4.10-rasm**

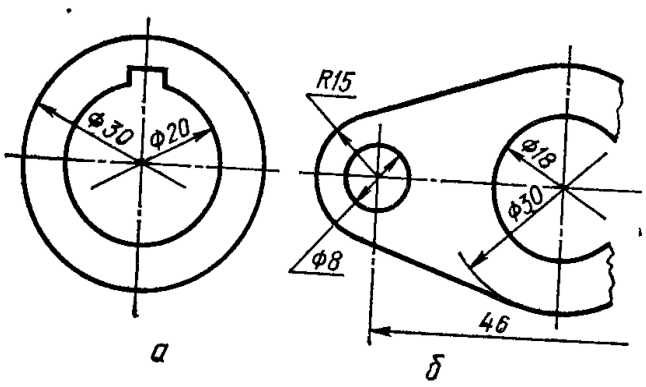


**1.4.11.-rasm**

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




**1.4.12-rasm.**



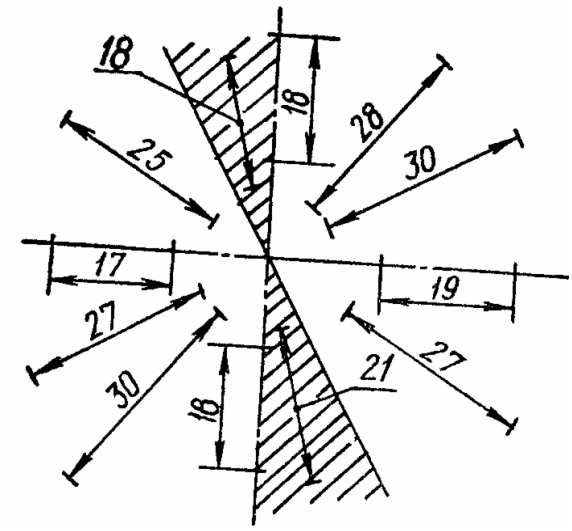

**1.4.13.-rasm**

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

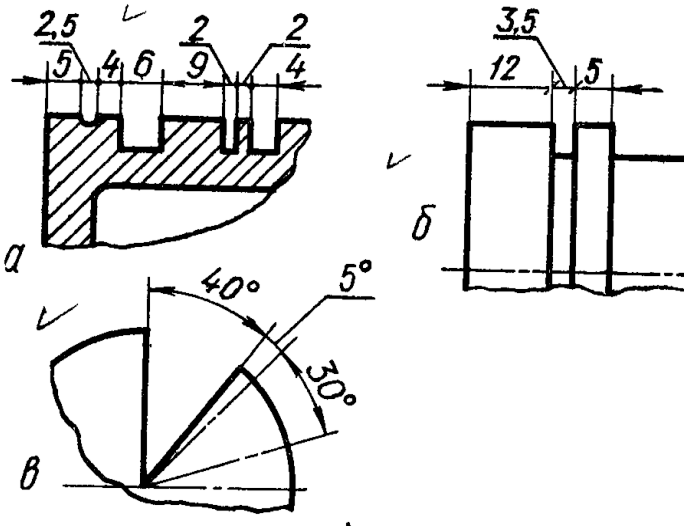
9. Diametr o’lchamini ko’rsatuvchi son oldida hamma hollarda ham diametr belgisi ko’rsatiladi.

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**

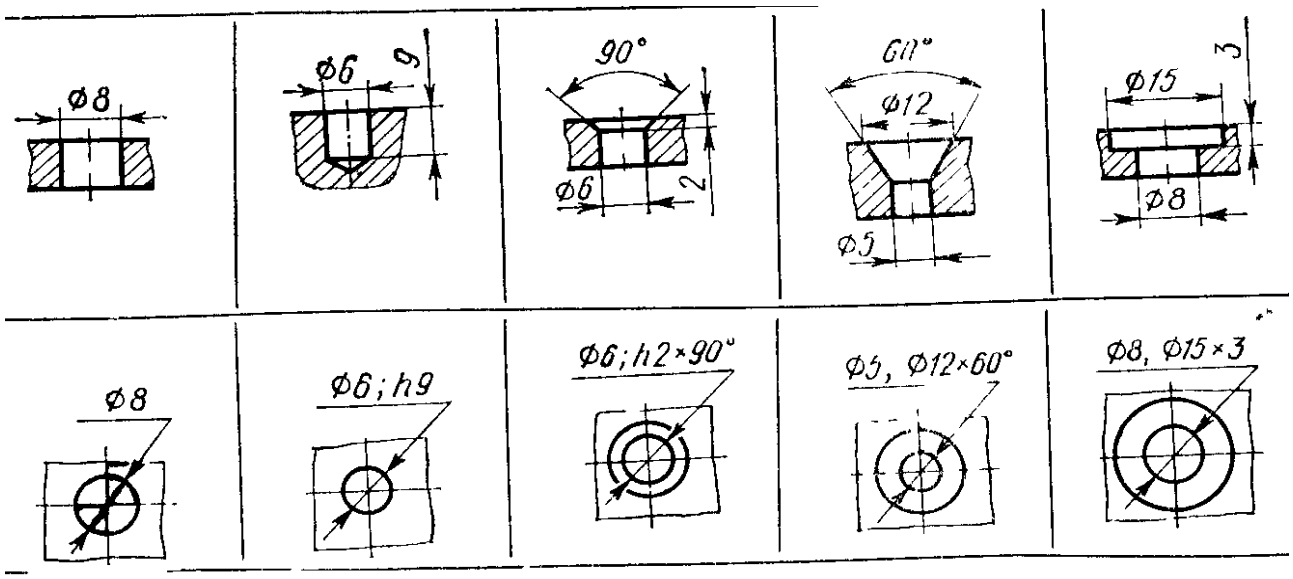



**1.4.15-rasm**

12. Burchaklarning o’lchami 1.4.15-rasmda ko’rsatilgandek qo’yiladi. Bunda 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 ostida 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 qirqimidagi (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.

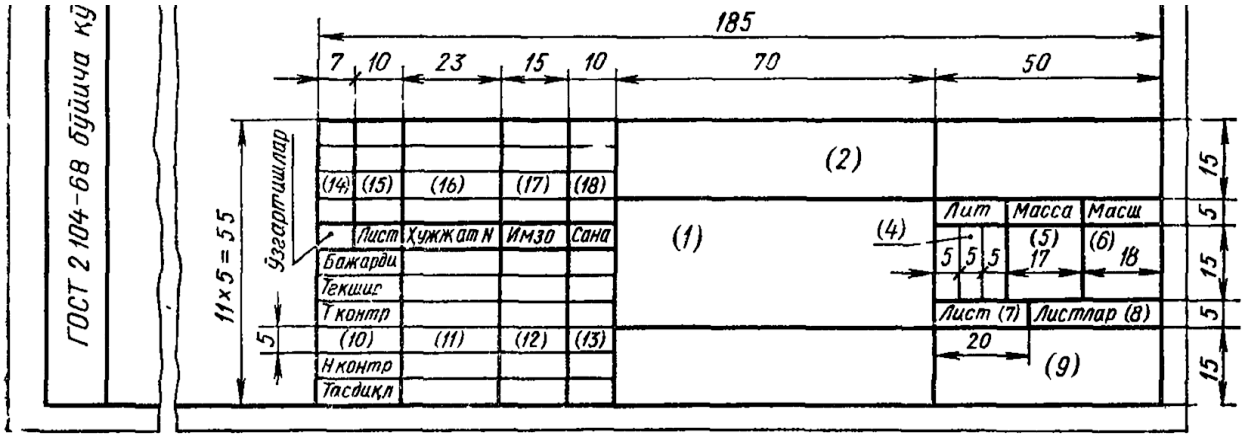
1.Ushbu standart sanoatning barcha tarmoqlari va qurilish chizmalarida ishlatiladigan asosiy yozuvlar va konstruktorlik hujjatlarida ko'rsatib o'tilgan qo'shimcha grafalarning cizmasi, o'lchamlari va ularni to'ldirish tartibini belgilaydi.

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 biriktirish 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’ma 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 hujjatlat 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 modellashtirishga oid material

“Muhandislik grafikasi” fanining ilmiy va amaliy tadbiqi “Amaliy geometriya” yoki “Muhandislik geometriyasi” fani hisoblanadi. Ob’yekt, jarayon va hodisalarni geometrik modellashtirish “Muhandislik geometriyasi” fanining tadqiqot usuli hisoblanadi. Bugungi kunda amaliy geometriya uch o’lchamli va ko’p o’lchamli fazodagi ob’yektlarni matematik modellashtirishning 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[5]. Taraqqiyot shuni ko’rsatdi-ki, ob’yektlar, shu jumladan ularning shakli, olchamlari va fazodagi o’rnini tadqiq qilishda, geometrik modellashtirishni 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 goemetrik modellashtirish hisoblanadi. “Chizma geometriya va computer grafikasi” fani ham geometrik modellashtirish usullariga tayanadi. Ushbu fanni o’zlashtirish muhandislarga o’z sohasida turli texnologik ob’yekt, jarayon va hodisalarni geometrik modellashtirish imkonini beradi. Msalan, qishloq xo’jaligini mashinasozligi sohasida texnologik mashina va jihozlarni loyihalashda geometrik modellashtirisni qo’llashni olib ko’raylik[6]. Bu sohada olib borilgan tadqiqotlar natijasida ishlab chiqilgan modellar, algoritmlar va uslubiyotdan turli sohalarga oid texnologik mashina va jihozlarni loyihalash, ishlab chiqarish va ekspluatasiya qilish jarayonlarida foydalanish mumkin.

---

[5] Кучкарова Д.Ф. Теория топографических поверхностей и её приложения: Дис. … док. тех. наук. - Бухара, 2001. 10-12 стр.

[6] Жураев Т.Х. Основы геометрического моделирования рабочих органов мелиоративной и сельскохозяйственной техники. Монография. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, ISBN 978-3-659-66832-6. 2015.

# 2. CHIZMALARDA GEOMETRIK YASASHLAR

## 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, barcha 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 gorizontal, 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 yoylari 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.

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

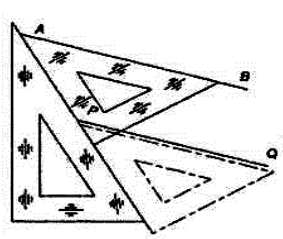
2.1.4,*b*-rasmda faqat uchburchak chizg`ich yordamida berilgan to`g`ri chiziq ichki yoki tashqi nuqtasidan berilgan unga perpendikulyar to`g`ri chiziq chizish ko'rsatilgan. ***Yechim:*** *AB berilgan to`g`ri chiziq va P AB chiziq ichida berilgan nuqta (yoki P AB chiziq tashqarisida berilgan nuqta). Rasmda 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 qirrasi P nuqtaga tegib tursin va talab qilingan PQ chizig`ini AB chizig`iga perpendikulyar holda chizing*[8].

***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 yoylar o'tqaziladi bu yoylar kesishib 1 va 2 nuqtalarni hosil qiladi. 1 va 2 nuqtalar tutashtiriladi. Bu chiziq AB kesmani teng ikkiga bo'ladi.

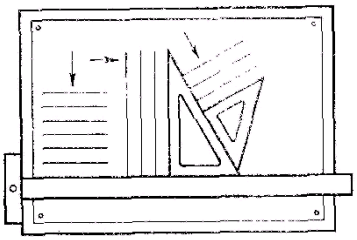
***3-misol.*** MN to'g'ri chiziq kesmaning M uchidan shu kesmaning o'ziga perpendikulyar chiqarilgan sirkuldan foydalanib MN kesmada N uchidan R radius bilan aylana yoyi chizib MN kesmada 1 nuqtani aniqlab, unda yana R radius bilan aylana yoyi o'tkazamiz. O yoylar kesishuvi nuqtasi bilan bir nuqtani tutashtiramiz (2.1.6-rasm) va O nuqtadan R radiusli yana aylana yoyi o'tkazamiz, aylana yoyi bilan 01 to'g'ri chiziq kesishib K nuqtani hosil qiladi. KM nuqtalarni tutashtirib MN to'g'ri chiziqga 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'i R radius 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.

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

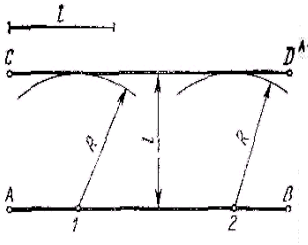


*a)*

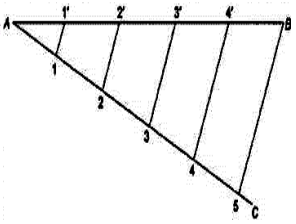


**2.1.1-rasm**

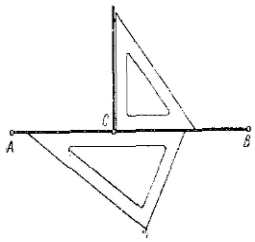
*b)*



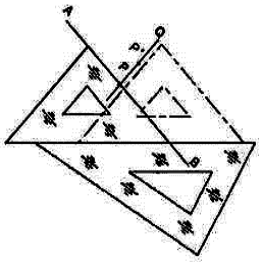
**2.1.2-rasm**



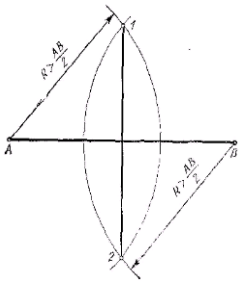
**2.1.2-rasm**



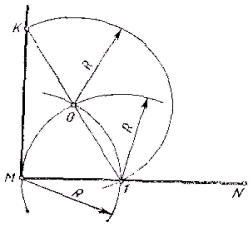
**2.1.4-rasm. a,b**



**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.

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

***1-misol.*** Berilgan ABC burchak teng ikkiga bo'linsin, ya'ni bu burchakning bissektrissasi 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.

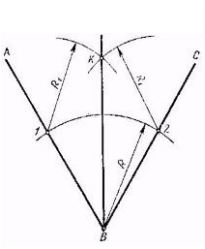
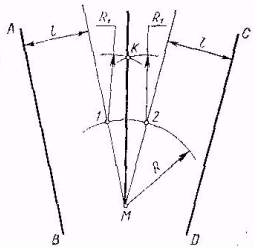
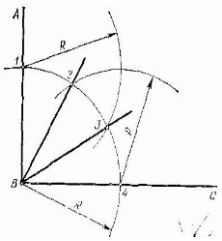
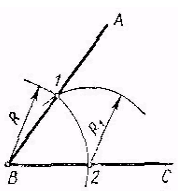
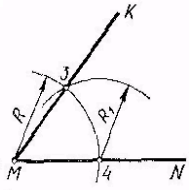
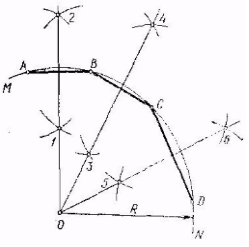
***2-misol.*** O'zaro kesishuvchi AB va CD to'g'ri chiziqlar orasida hosil bo'lgan, lekin 2.2.2.-rasmda tasvirlanmagan burchakning bissektrissasi o'tkazilsin. Ixtiyoriy *l* masofada burchakning AB va CD tomonlariga parallel qilib to'g'ri chiziqlar o'tqaziladi va ularning o'zaro kesishgan M nuqtasi aniqlanadi, so'ngra hosil bo'lgan burchakning bissektrissasi MK 2.2.1-rasmda 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 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) vatarning 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 yoyi markazini aniqlash.*** Chizmalarda ba'zan aylana yoki yoy markazini aniqlash zarur bo'lsa, quyida ko'rsatilagn 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** **2.2.5-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 ***i*** 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 qaragan bo’lishi kerak.

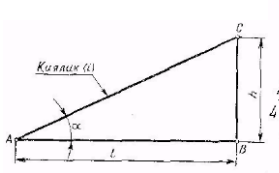
***1-misol***. 1:4 nisbatli qiyalik yasalsin. 2.3.2-rasm,a da ko’rsatilgandek O nuqta o’ng va chap tomonga 4 birlik yoki 40 mm o’lchab qo’yib AC nuqtadalarni aniqlaymiz. AC to’g’ri chiziqqa perpendikulyar chiqaramiz va unga 10 mm o’lchab qo’yib B nuqtani aniqlaymiz. B nuqtani A va C nuqtalar bilan birlashtirsak 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.

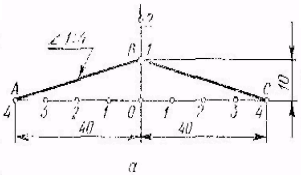
***Konuslik.*** To'g'ri doiraviy konus asosi diametrining shu konus balandligiga bo'lgan nisva ti ya'ni $K=\frac{D}{L}$ konuslik deyiladi. Kesik konusda esa ikki asos, ya'ni ikki ko'ndalang kesim diametrlari ayirmasining bu asoslar orasidagi masofaga bo'lgan nisbatiga teng (2.3.3-rasm) ya'ni $K=\frac{D-d}{l}$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

***1-misol***. Konussimon detal uzunligi l=100mm, asoslari D=50mm va d=30mm, uning konusligi K ni aniqlang. Formulaga asosan $K=\frac{50-30}{100}=\frac{20}{10}=\frac{1}{5}$ (2.3.4–rasm,a).

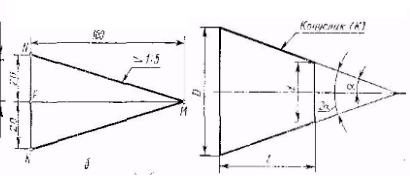
***2-misol***. Konussimon teshikning (2.3.4-rasm,b) bo'yi l=60 mm, konusligi $K=\frac{1}{3}$ kichik asosning diametri d=30; Teshik kata asosining diametri aniqlansin. Konuslik formulasidan D=Kl+d= $\frac{1}{3}\cdot 60+30+50$. Teshik katta diametrining asosi D=50 mm.



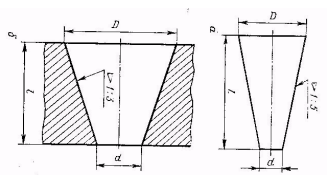
**2.3.1-rasm**



**2.3.2-rasm**



**2.3.3-rasm**



**2.3.4 –rasm**

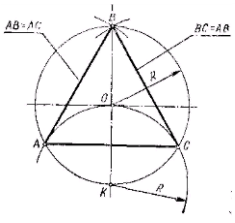
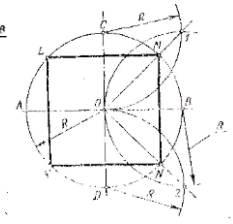
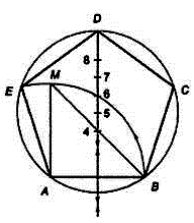
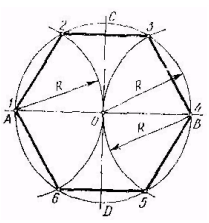
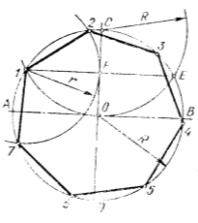
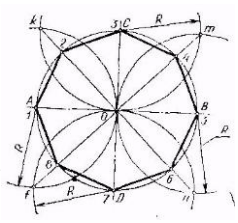
***Teng tomonli ko'pburchaklar yasash.*** Chizma geometriya va chizmachilikda chizmalarni chizishda muntazam ya'ni teng tomonli ko'pburchaklarni yasashga to'g'ri keladi. Quyidagi misollarda bularni yasashni ko'rib chiqamiz. Muntazam ko'pburchaklarni yasash, aylanalarni teng bo'laklarga bo'lishga asoslangan.

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

***2-misol.*** 2.3.6-rasmda radiusi R va markazi O nuqtada bo'lgan aylana ichida kvadrat yasalishi ko'rsatilgan.

***3-misol.*** 2.3.7-rasmda[10] *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 chizing. BM chizig`ini 4 nuqtada va BM yoyini 6 nuqtada kesib o`tuvchi AB ning perpendikulyar bissektrissasini 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. Aylanada 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.

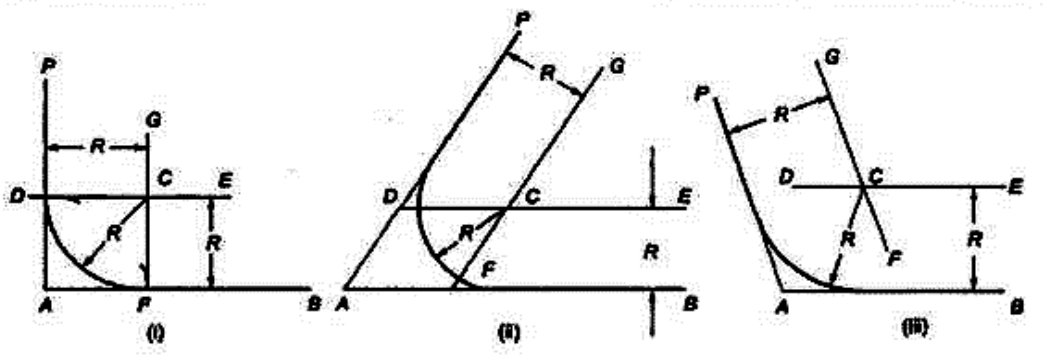







**2.3.5-rasm** **2.3.6-rasm** **2.3.7-rasm** **2.3.8-rasm** **2.3.9-rasm** **2.3.10-rasm**

[10] Shah M.B., Rana B.C. Engineering Drawing. India. 2009, 16 bet.

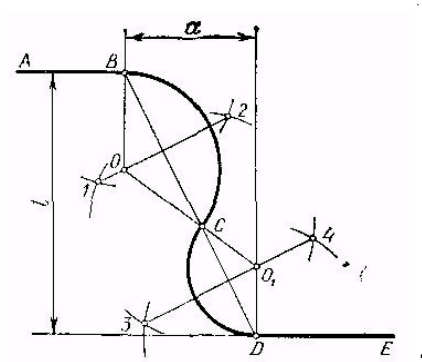
## 2.4-§.Tutashmalar

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'rsatilgan[11]. 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.

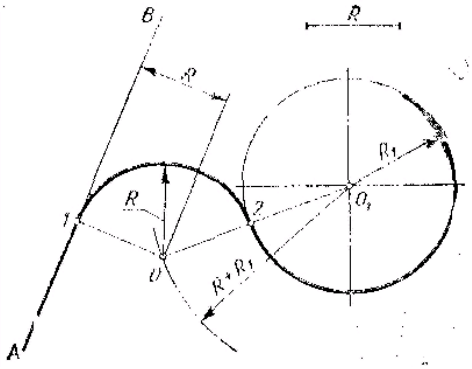



**2.4.1-rasm**

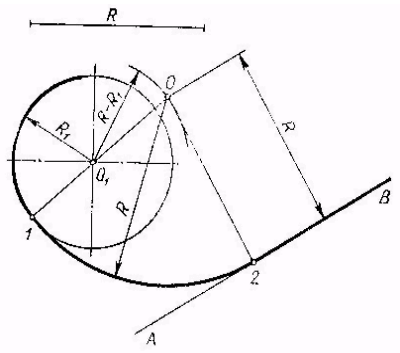
Tutashmalarni bajarishda asosiy yasash tutashma markazini topishga olib kelinadi va topilgan tutashma radiusi bo'yicha tutashma bajariladi. 2.4.2-rasmda bir-biridan *l* masofada joylashgan DE parallel to'g'ri chiziqlar tutashmasi ko'rsatilgan. 2.4.3-rasm va 2.4.4-rasmda aylana va undan tashqarida joylashgan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




**2.4.2-rasm.**



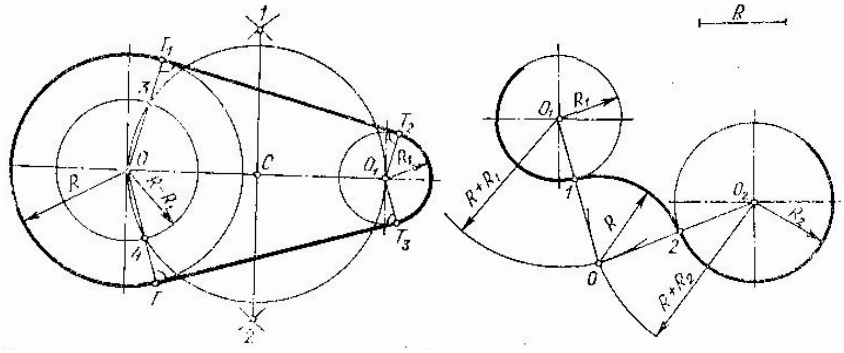

**2.4.3-rasm**



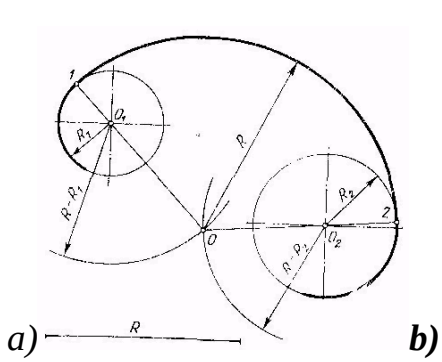

**2.4.4-rasm**

[11] Shah M.B., Rana 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 R1 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 R1 va $R_2$ hamda markazlari $O_1$ va $O_2$ nuqtalarda joylashgan aylanalar R radius bilan ichki tutashtirilsin.



**2.4.5-rasm**



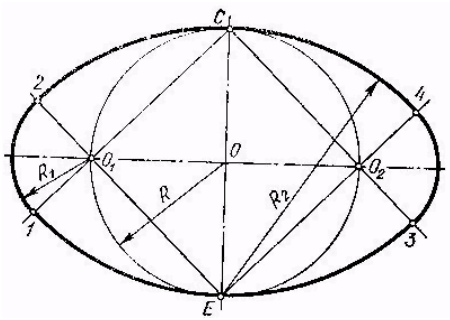

**2.4.6-rasm**

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

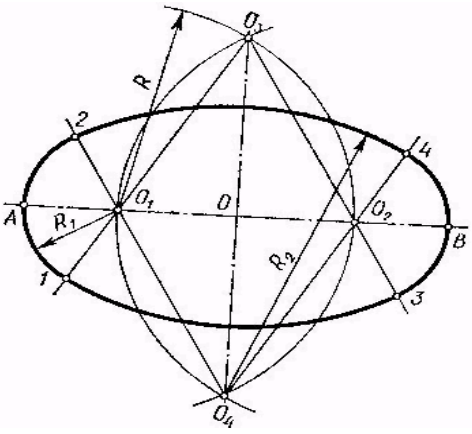
***Sirkul yordamida chiziladigan egri chiziqlar.*** Chizma geometriyadan ma'lumki egri chiziqlar nuqtaning harakat traektoriyasi deb qaraladi. Sirkul yordamida chiziladigan tekis egri chiziqlarning yasalishini ko’rib chiqamiz. Oval kichik o’qining uzunligi CE berilgan shu o’q bo’yicha oval yasalishi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

***Lekalo yordamida chiziladigan egri chiziqlar.*** Lekalo yordamida chiziladigan tekis egri chiziqlarga lekal egriliklar deyiladi. Ularga ellips, parabola, giperbola, aylana evolventasi, Arximed spirali, tsikloida, epitsikloida, gipotsikloida va kosinusoidalar kiradi. Katta o’qi uzunligi AB kesmaga, kichik o’qining uzunligi CE

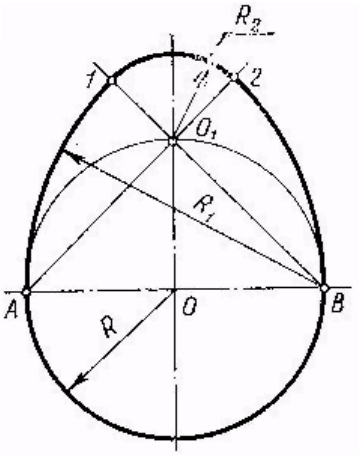
kesmaga teng bo'lgan ellipsni yasash 2.5.4-rasmda ko'rsatilgan[12]. O'qlarning o'zaro kesishgan nuqtasi ellips markazidan $\frac{AB}{2}$ va $\frac{CE}{2}$ radiuslar bo'yicha aylanalar o'tkazamiz. Keyin katta aylanani teng 12 bo'lakka bo'lamiz va markazlar bilan tutashtiramiz unda kichik aylana ham teng 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.



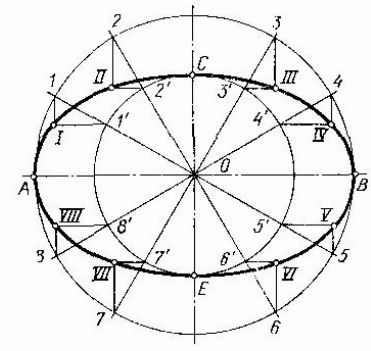
**2.5.1-rasm.**



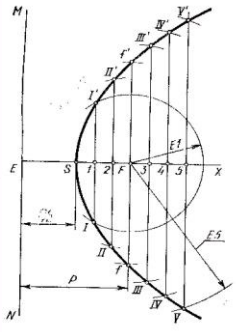
**2.5.2-rasm**



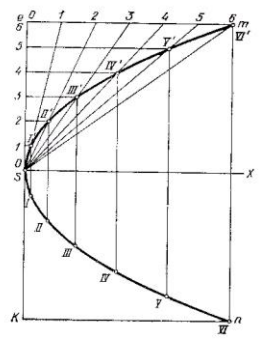
**2.5.3-rasm**



**2.5.4-rasm**



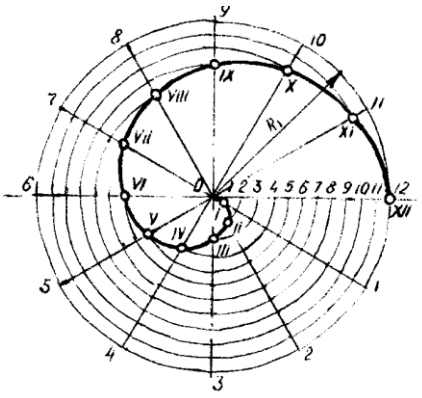
**2.5.5-rasm**



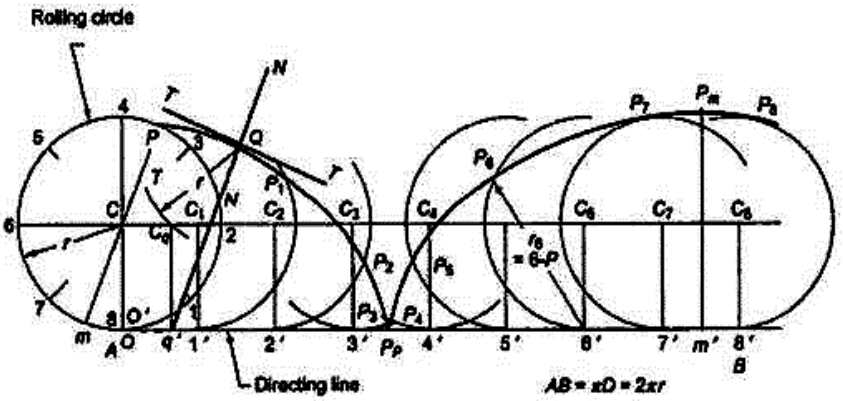
**2.5.6-rasm**

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

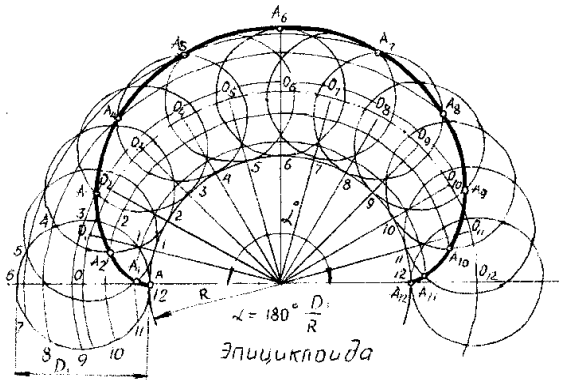
2.5.5-rasmda parabola, 2.5.6-rasm giperbola 2.5.7-rasmda Arximed spirali, 2.5.8-rasmda sikloida, 2.5.9-rasmda epitsikloida[13], 2.5.10-rasmda gipotsikloida, 2.5.11-rasmda aylana evolventasi va 2.5.12-rasmda sinusoida va kosinusoidalar ko'rsatilagan.



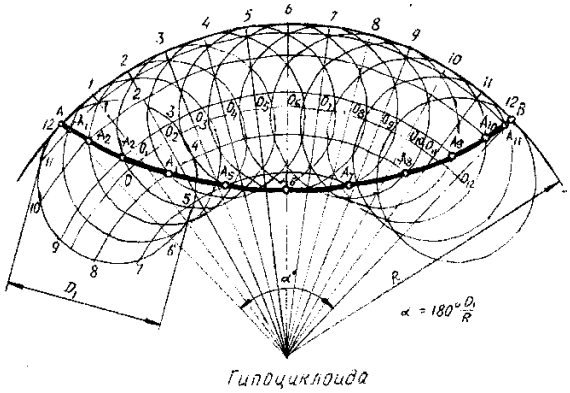
**2.5.7-rasm**



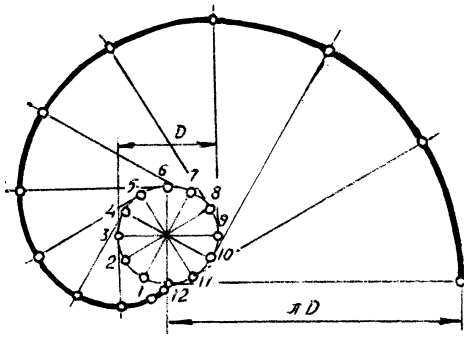

**2.5.8-rasm**



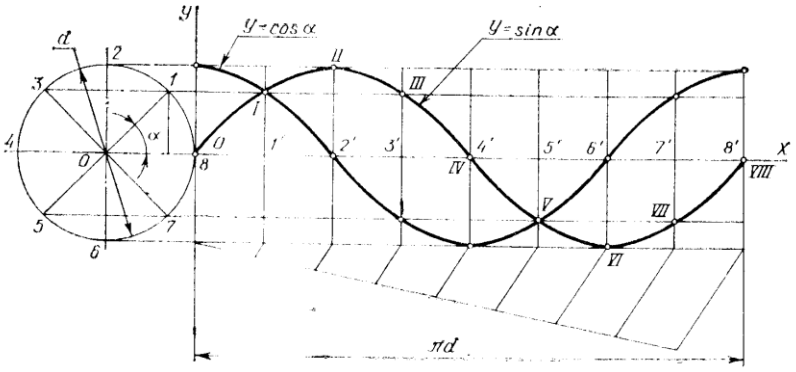

**2.5.9-rasm**




**2.5.10-rasm**



**2.5.11-rasm**




**2.5.12-rasm**

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

## Mavzu bo'yicha geometrik modellashtirishga oid material

Tutashmalarni batafsil o'rganish uchun uning elementlarining parametrlarini geometrik modellashtirish maqsadga muvofiq bo'ladi[14]. Bunda umumiy holda tutashma 3 ta chiziq, ya'ni 2 ta tutashtiriluvchi $l_1$ va $l_2$, hamda 3-tutashtiruvchi $l_3$ chiqlarning 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 $\alpha$ 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 $l_1$ va $l_2$ aylanalarning 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 моделирования технических и технологических процессов, основанных на высокие технологии», БухИТИ, 2013 г. 94-96 стр.

# 3. CHIZMALARDA GEOMETRIK ELEMENTLARNING BERILISHI

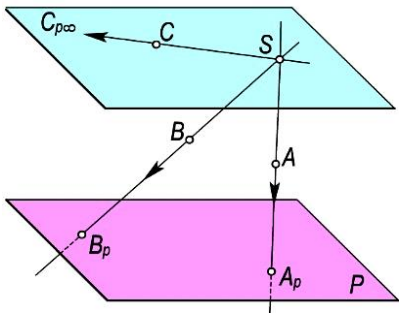
## 3.1-§. Shakllarni tasvirlash va proyeksiyalash usullari

*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 sirtda 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 asoslanib bajariladi.

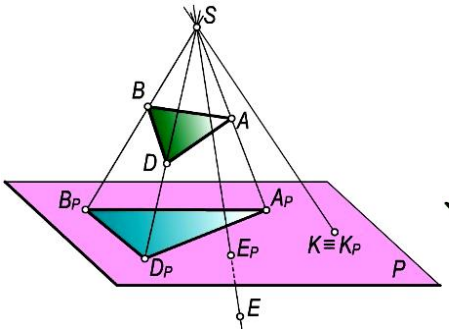
*Markaziy proyeksiyalash usuli.* Markaziy proyeksiyalash usuli geometrik shakllarni tekislikda proyeksiyalashning umumiy holidir. Markaziy proyeksiyalashda proyeksiyalar markazi ***S*** va proyeksiyalar tekisligi ***P*** beriladi (3.1.1-rasm). ***S*** va ***P*** sistemasida fazodagi biror ***A*** nuqta 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, $C_{P\infty}$ xosmas nuqtani hosil qiladi. $SA$, $SB$, $SC$,… 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 $A_PB_PD_P$ uchburchak bo‘ladi (3.1.2-rasm).

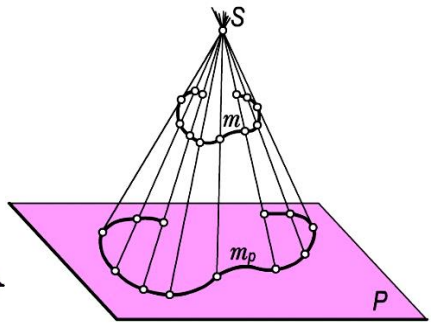
Proyeksiyalar tekisligining ostida joylashgan $E$ nuqtaning $E_P$ proyeksiyasi $SE\cap P=E_P$ bilan aniqlanadi. Proyeksiyalar tekisligida yotgan $K$ nuqtaning $K_P$ markaziy proyeksiyasi nuqtaning o‘zi bilan ustma-ust ($K\equiv K_P$) tushadi. Markaziy proyeksiyalash konusli yoki qutbli proyeksiyalash, 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 tekiligiga $S$ 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 nurda yotuvchi ***A, $A_1$, $A_2$, $A_3$***,… 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 $B_PC_P$ kesma bo‘yicha kesishadi. $BC \in a$ bo‘lgani uchun $BPCP \in aP$ 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 $D_P \equiv E_P$ 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 xosil bo‘ladi. Bu piramidaning proyeksiyalar tekisligi ***P*** bilan kesishuvidan $A_PB_PC_P$ 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 $A_PF_PB_P$ 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.

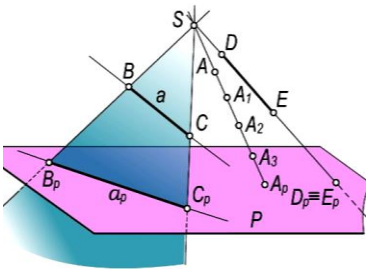
*7-xossa.* Proyeksiyalanuvchi shaklning proyeksiyalar markazi bilan proyeksiyalar tekisligiga nisbatan joylashuviga qarab uning proyeksiyasi o‘ziga nisbatan katta yoki kichik bo‘lishi mumkin.

***Parallel proyeksiyalash usuli.*** Markaziy proyeksiyalashdagi ***S*** markazni biror yo‘nalishda cheksiz uzoqlashtirilsa,u holda ***SA, SB***,… proyeksiyalovchi nurlar o‘zaro parallel bo‘ladilar (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

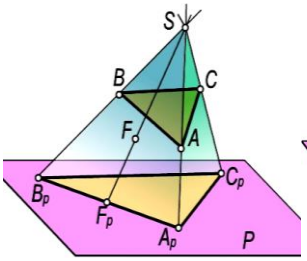
chiziqni proyeksiyalar tekisligi ***P*** ga ***S*** yo‘nalish bo‘yicha proyeksiyalash uchun shu to‘g‘ri chiziq ustidagi istalgan ikki ***D*** va ***E*** nuqtalar proyeksiyalari yasalsa kifoyadir (3.1.6-rasm). Bunda ***d*** to‘g‘ri chiziq nuqtalari orqali o‘tuvchi parallel nurlar to‘plami proyeksiyalovchi 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.

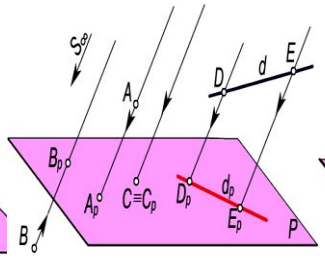
Buyumning birgina parallel proyeksiyasi uning fazodagi ko‘rinishi va uning o‘lchamlari haqida to‘liq ma’lumot bera olmaydi. Buning uchun qo‘shimcha shartlar berilishi lozim. Parallel proyeksiyalashni silindrik proyeksiyalash deb ham yuritiladi. Masalan, biror ***m*** egri chiziq berilgan bo‘lsin (3.1.7-rasm). 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.



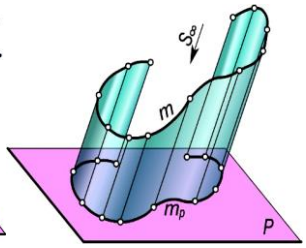

**3.1.4-rasm.**




**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.

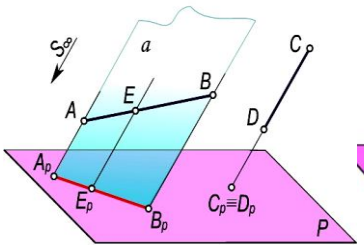
*3-xossa.* Proyeksiyalash yo‘nalishiga parallel bo‘lmagan to‘g‘ri chiziqning proyeksiyasi to‘g‘ri chiziq bo‘ladi. Masalan, 3.1.8-rasmda ***S*** proyeksiya yo‘nalishiga parallel bo‘lmagan ***AB*** to‘g‘ri chiziq kesmasi proyeksiyalar tekisligi ***P*** ga parallel proyeksiyalangan. Bunda ***AB*** kesma nuqtalaridan o‘tuvchi nurlar proyeksiyalovchi ***Q*** tekislikni hosil qiladi. Bu proyeksiyalovchi tekislik bilan ***P*** proyeksiyalar tekisligi $A_PB_P$ 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 $C_P \equiv D_P$ nuqta bo‘ladi.

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

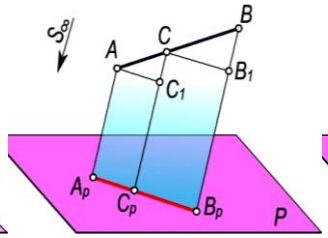
*5-xossa.* Agar nuqta to‘g‘ri chiziq kesmasini biror nisbatda bo‘lsa, bu nuqtaning proyeksiyasi ham kesma proyeksiyasini shunday nisbatda bo‘ladi. Biror ***C*** nuqta ***AB*** kesmani $AC:CB=r:q$ nisbatda bo‘lsa, unda $C_P$ nuqta $A_PB_P$ kesmani ham $A_PC_P:C_PB_P=r:q$ nisbatda bo‘ladi (3.1.9-rasm). ***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 $CP \in APBP$ bo‘ladi. ***AB*** kesmaning proyeksiyalovchi tekislikdagi ***A*** va ***C*** nuqtalaridan $AC1 \parallel APBP$ va $CB1 \parallel APBP$ kesmalarni o‘tkazamiz. Unda hosil bo‘lgan $ACC_1$ va $CBB_1$ uchburchaklar o‘zaro o‘xshash bo‘ladilar. Bu uchburchaklarning o‘xshashligidan $AC:AC_1=CB:CB_1$ yoki $AC:CB=AC_1:CB_1$ bo‘ladi. $AC_1=A_PC_P$ va $CB_1=C_PB_P$ bo‘lgani uchun $AC:CB=A_PC_P:C_PB_P=r:q$ 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, $A_PB_P \cap C_PD_P = E_P$ bo‘ladi (3.1.10-rasm). Proyeksiyalash yo‘nalishi bo‘yicha $AB$ va $CD$ kesmalarining $A_PB_P$ va $C_PD_P$ 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 $E_P \in A_PB_P$ va $E_P \in C_PD_P$ bo‘lishi shart va $E_P$ nuqta kesmalar uchun umumiy nuqtadir.

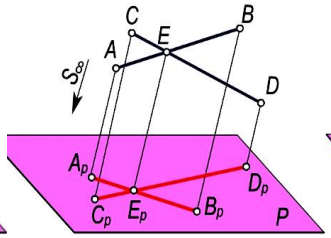
*7-xossa.* Parallel to‘g‘ri chiziqlarning tekislikdagi proyeksiyalari ham parallel bo‘ladi. Agar $AB \parallel CD$ bo‘lsa, $A_PB_P \parallel C_PD_P$ bo‘ladi. 3.1.11-rasmda $S$ yo‘nalish bo‘yicha $AB$ va $CD$ to‘g‘ri chiziq kesmalarining proyeksiyalar tekisligidagi $A_PB_P$ va $C_PD_P$ proyeksiyalari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



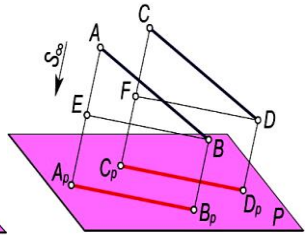

**3.1.8-rasm.**




**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, $A_PB_P:C_PD_P=q$ bo‘ladi (3.1.11-rasm). Bunda 3-xossaga asosan $A_PB_P \parallel C_PD_P$ xosil bo‘ladi. $AB$ va $CD$ to‘g‘ri chiziq kesmalarining proyeksiyalovchi tekisliklarida $AE(AE \parallel A_PB_P)$ va

***CF(CF∥$C_PD_P$)*** 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=$A_PB_P$:$C_PD_P$=q*** bo‘ladi. Parallel proyeksiyalashning xossalaridan 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.*

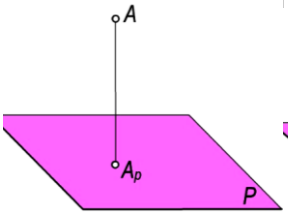
To‘g‘ri burchakli proyeksiyalash ***ortogonal proyeksiyalash*** deb ham yuritiladi. *Chizma geometriya mashina tarkibining aniq shakl va o`lchamlarini tasvirlashni anglatadi. Chizmalarni tayyorlashda aniq bir belgilangan qoidalar kerak bo`lib, chizmalarni tayyorlaydigan va ularni o`qiydigan insonlar 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]

Ortogonal proyeksiyalashda proyeksiyalovchi nur yo‘nalishi ko‘rsatilmaydi. Masalan, proyeksiyalar tekisligi ***P*** va fazodagi biror ***A*** nuqta berilgan bo‘lsin. ***A*** nuqtani ***P*** tekislikka ortogonal proyeksiyalash uchun ***A*** nuqtadan (3.1.12-rasm) perpendikulyar tushiriladi. Bu perpendikulyarning ***P*** tekislikdagi asosi ***$A_P$*** nuqta fazodagi ***A*** nuqtaning ortogonal 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, ortogonal proyeksiyalashda to‘g‘ri chiziq kesmasining proyeksiyasi o‘zidan kichik yoki teng bo‘ladi:

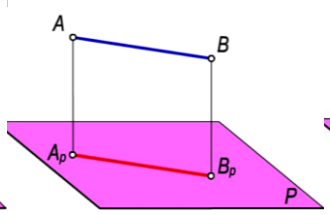
[15] Shah M.B., Rana B.C. Engineering Drawing. India. 2009, 48-bet.

- 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 $A_PB_P<AB$ bo‘lib, $AB=A_PB_P/\cos\alpha$ bo‘ladi. Bunda $\alpha=AB\hat{}P$ (3.1.14-rasm).

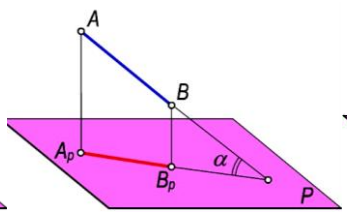
Fazoda berilgan biror ***ABCD*** trapesiya (3.1.15-rasm) proyeksiyalar tekisligiga parallel bo‘lmasa, uning burchaklari va tomonlarining haqiqiy o‘lchamlari saqlanib qolmaydi. Lekin trapesiyaning $A_PB_PC_PD_P$ proyeksiyasi orasidagi ayrim xususiyatlari o‘zgarmaydi. Masalan, bir-biriga parallel bo‘lgan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



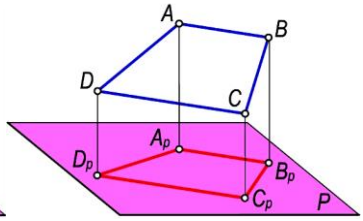

**3.1.12-rasm**




**3.1.13-rasm**




**3.1.14-rasm**




**3.1.15-rasm**

Yuqorida keltirilgan parallel proyeksiyalarning barcha xossalari ortogonal proyeksiyalar uchun ham o‘rinlidir. Ortogonal proyeksiyalashda biror shaklni barcha nuqtalaridan o‘tuvchi nurlar o‘zaro parallel bo‘lib, ular berilgan geometrik shaklni proyeksiyalar tekisligiga proyeksiyalaydilar. Buyumning bitta ortogonal proyeksiyasi bilan uning fazodagi vaziyatini aniqlab bo‘lmaydi. Buning uchun 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`qnashadi[16]. ***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`lchami 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 |

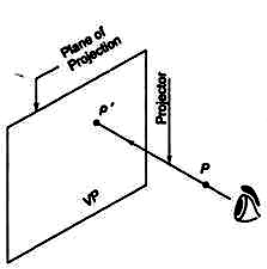
Agarda nuqta vertikal tekislik oldida, va gorizontal tekislik yuqorisida joylashgan bo`lsa, bu birinchi ikki yoqli burchakda bo`lib, bunday proyeksiyalar birinchi burchak proyeksiyalari sifatida malumdir. Shuningdek, 2-, 3-, va 4- burchak proyeksiyalari nuqta tegishli ikki yoqli burchaklarda joylashganda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

[16] Shah M.B., Rana B.C. Engineering Drawing. India. 2009, 49-bet.

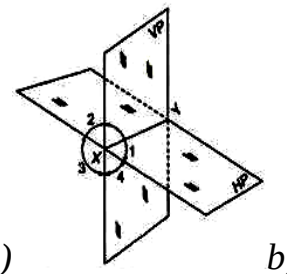
### 3.2-§. Nuqtaning ikki o‘zaro perpendikulyar tekisliklardagi proyeksiyalari

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 90º ga aylantirib (3.2.2–rasm), ***V*** tekislik bilan ustma–ust tushirib jipslashtiriladi (3.2.3,*a*–rasm). Natijada, H va V tekisliklarda 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 – epyur* 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).

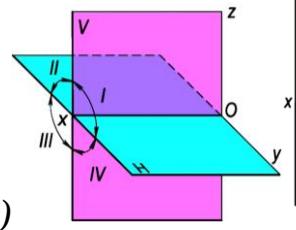



a)

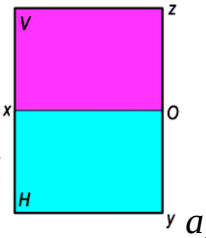



b)

**3.2.1-rasm**




**3.2.2-rasm**




a)




b)

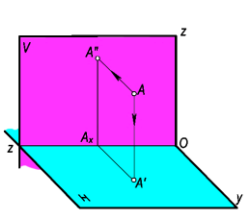
**3.2.3-rasm**

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.

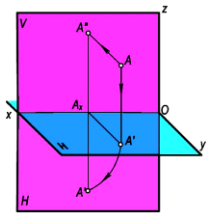
***Birinchi chorakda joylashgan nuqtaning chizmasi.*** Fazodagi A nuqta birinchni chorakda joylashgan bo‘lsin (3.2.4–rasm). Uning ***H*** va ***V*** tekisliklardagi proyeksiyalarini yasash uchun bu nuqtadan mazkur tekisliklarga perpendikulyarlar o‘tkazamiz va ularning bu tekisliklar bilan kesishish nuqtalarini 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 f*rontal 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 90º 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 A′A″⊥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.

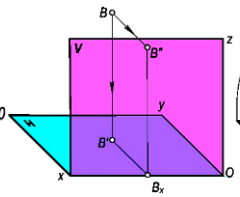
***Ikkinchi chorakda joylashgan nuqtaning chizmasi.*** Fazodagi biror B nuqta II-chorakda joylashgan bo‘lsin (3.2.7–rasm). Uning proyeksiyalarini yasash uchun bu nuqtadan H va V tekisliklarga perpendikulyarlar o‘tkazamiz. Perpendikulyarlarning proyeksiyalar tekisliklari bilan kesishgan B′ va B″ asoslari B nuqtaning gorizontal va frontal proyeksiyalari bo‘ladi. B nuqtaning chizmasini tuzish uchun H tekislikni 3.2.8–rasmda 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–rasmda Fazoning *II-choragida joylashgan har qanday nuqtaning gorizontal va frontal proyeksiyalari OX o‘qiga perpendikulyar bo‘lgan bitta proyeksiyalarni bog’‘lovchi chiziqda va OX o‘qining yuqorisida joylashadi.*



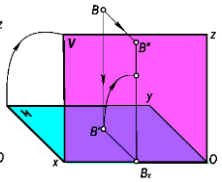

**3.2.4-rasm**



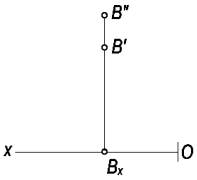

**3.2.5-rasm** **3.2.6-rasm**




**3.2.7-rasm**




**3.2.8-rasm**

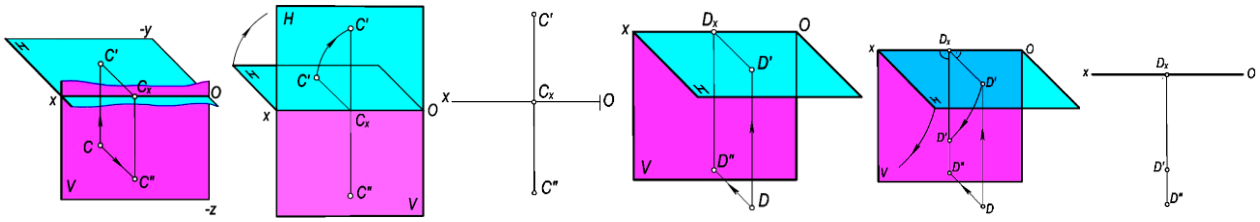



**3.2.9-rasm**

***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 gorizontal 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′ gorizontal proyeksiyasi esa H tekislik bilan birga V tekislikning yuqori qismida jipslashadi (3.2.12–rasmda). *III-chorakda joylashgan har qanday nuqtaning gorizontal 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 gorizontal 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. Gorizontal 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 gorizontal va frontal proyeksiyalari OX o‘qiga perpendikulyar bo‘lgan proyekson chiziqda va OX o‘qining ostida bo‘ladi.*

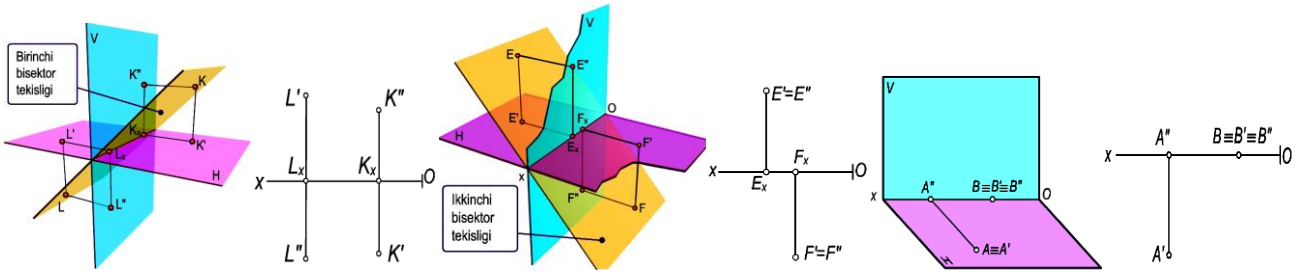



**3.2.10-rasm 3.2.11-rasm 3.2.12-rasm 3.2.13-rasm 3.2.14-rasm 3.2.15-rasm**

***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∈H bo‘lsin (3.2.20–rasm). Bunda A nuqtaning gorizontal 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∈OX bo‘lsa, bu nuqtaning B′ gorizontal 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′ gorizontal va A″ frontal proyeksiyalaridan perpendikulyar chiqarilsa, ularning kesishish nuqtasi A ning fazodagi vaziyatini aniqlaydi.

- Fazodagi har qanday nuqtaning gorizontal 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 gorizontal 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 proyeksiyalari[17].***

| ***Chorak*** | ***Berilgan nuqta joylashuvi*** | ***Old ko`rinishi*** | ***Yuqori ko`rinish*** |
|---|---|---|---|
| *Birinchi* | *H tekislik yuqorisida, V tekislik oldida* | *0X yuqorisida* | *0X pastida* |
| *Ikkinchi* | *H tekislik yuqorisida, V tekislik orqasida* | *0X yuqorisida* | *0X yuqorisida* |
| *Uchinchi* | *H tekislik pastida, V tekislik orqasida* | *0X pastida* | *0X yuqorisida* |
| *To`rtinchi* | *H tekislik pastida, V tekislik oldida* | *0X pastida* | *0X pastida* |

## 3.3-§. To‘g‘ri chiziqning ortogonal proeksiyalari

***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 tutashtirib, uni ikki qarama-qarshi tomonga cheksiz davom

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

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.

To‘g‘ri chiziqlar *a, b, c* kabi yozma harflar bilan belgilanadi. Agar to‘g‘ri chiziqlar chegaralangan bo‘lsa, u holda *AB, C*D, *EF*,... 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 yasaladi. Bu ikki nuqtaning bir nomli proyeksiyalarini tutashtiruvchi *a′* va *a″* chiziqlar fazoda berilgan *a* to‘g‘ri chiziqning gorizontal 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.*

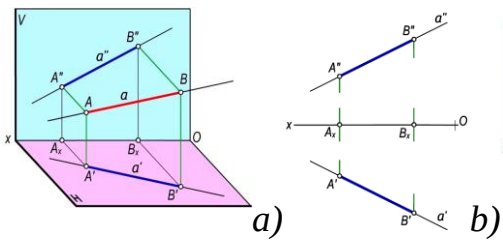
***Bir proyeksiya tekisligiga parallel va boshqasiga og’gan to’g’ri chiziqlar[18].***

| ***Chiziq vaziyati*** | ***Old ko`rinish*** | ***Yuqoridan*** | ***Nomenklatura*** |
|---|---|---|---|
| *1. **AB//VP,** HP ga<θ° ga og’gan 0 ≤ θ ≤ 90°.* | *a'b'=haqiqiy kattalik=AB α=θ* | *ab // 0X* | *AB=berilgan chiziq. a'b'=old ko`rinishi. ab=yuqoridan ko`rinishi.* |
| *2.AB//HP, VP ga <Ø° ga og’gan, 0 ≤ Ø ≤ 90°.* | *a'b'//0X* | *ab=haqiqiy uzunlik=AB β=Ø* | *α burchak =0X va a'b' dan yasalgan. θ burchak HP va AB dan yasalgan. β burchak 0X va ab dan yasalgan. Ø 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.

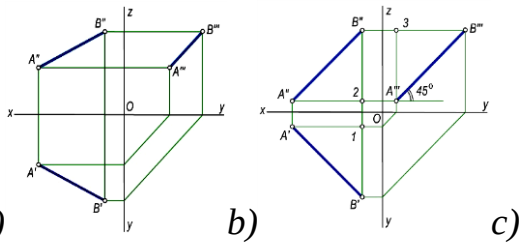
To‘g‘ri chiziqning gorizontal va frontal proyeksiyalariga asosan uning profil proyeksiyasini ham yasash mumkin. Buning uchun uning *A* va *B* nuqtalarning profil proyeksiyalari yasaladi va ular o‘zaro tutashtiriladi (3.3.3-rasm).

[18] Shah M.B., Rana B.C. Engineering Drawing. India. 2009, 58-bet.




*a)* *b)*

**3.3.1-rasm**




*a)* *b)* *c)*

**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 α=AB^H, β=AB^V, γ=AB^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^H=AB^V=AB^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 ∠3A″B″=45º bo‘ladi. Shu bilan birga A‴B‴||A″B″ bo‘lib, Δx=Δy=Δz bo‘ladi.

### *Xususiy vaziyatdagi to‘g‘ri chiziqlarning proyeksiyalari*

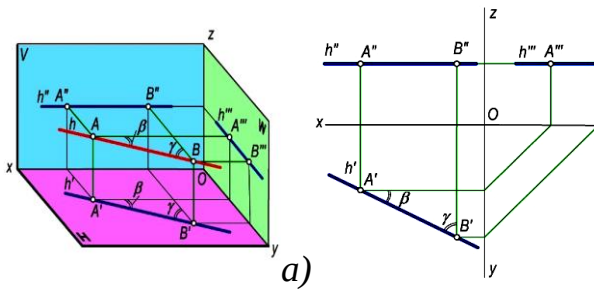
***Ta’rif.*** *Proyeksiyalar tekisligiga parallel yoki perpendikulyar bo‘lgan to‘g‘ri chiziq xususiy vaziyatdagi to‘g‘ri chiziq deyiladi.*

***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).

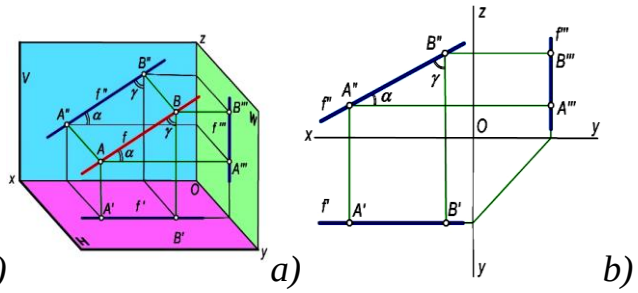
Gorizontalning barcha nuqtalari *H* tekislikdan baravar masofada (AA′=BB′) bo‘lgani uchun chizmada uning *h″* frontal proyeksiyasi *OX* o‘qiga, *h‴* profil proyeksiyasi esa *OY* o‘qiga parallel bo‘ladi. Gorizontalning *h′* gorizontal proyeksiyasi ixtiyoriy vaziyatda bo‘ladi. Bu chiziq kesmasining gorizontal 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:

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

***Frontal to‘g‘ri chiziq.*** Frontal proyeksiyalar tekisligi V ga parallel to‘g‘ri chiziq f*rontal to‘g‘ri chiziq* (yoki f*rontal*) (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 *W* proyeksiyalar tekisliklari bilan mos ravishda hosil etgan burchaklarning haqiqiy kattaligi bo‘ladi, ya’ni: $f \| V \Rightarrow f'' \| Ox \text{ va } f''' \| Oz,\ A''B'' = |AB|,\ \alpha = f \wedge H \text{ va } \gamma = f \wedge W$ 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

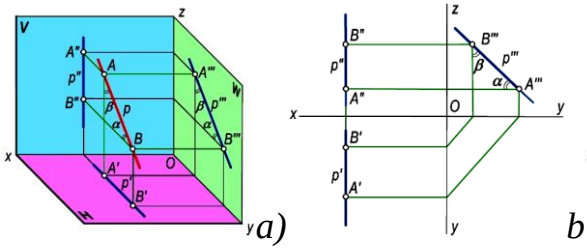
nuqtalari W tekislikdan baravar masofada bo‘lgani uchun chizmada uning gorizontal proyeksiyasi *OY* o‘qiga parallel, frontal proyeksiyasi *OZ* o‘qiga parallel bo‘ladi.

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 tekisliklar bilan mos ravishda tashkil etgan burchaklarining haqiqiy kattaligi bo‘ladi, ya’ni:

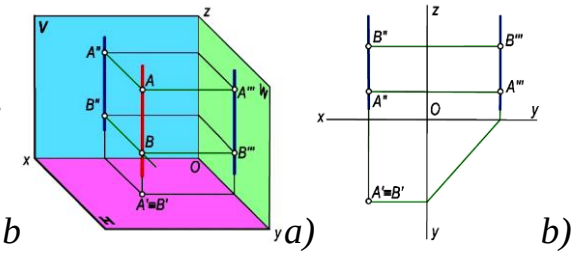
$p \parallel W \Rightarrow p' \parallel OY$ *va* $p'' \parallel OZ$, $A'''B''' = |AB|$, $\alpha = p \wedge H$ *va* $\beta = p \wedge V$ bo‘ladi.

***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 perependikulyar 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.



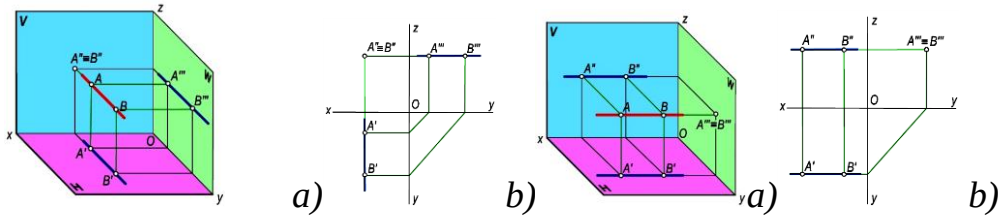

**3.3.5-rasm**




**3.3.6-rasm.**

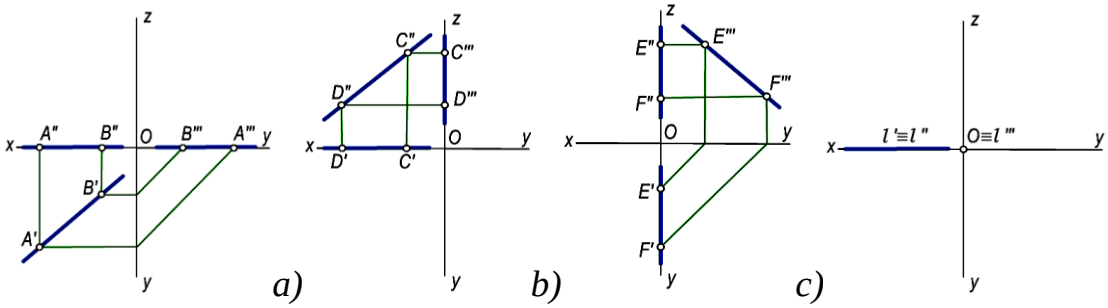
***Frontal proyeksiyalovchi to‘g‘ri chiziqlar.*** Frontal proyeksiyalar tekisligiga perependikulyar to‘g‘ri chiziqlar f*rontal proyeksiyalovchi to‘g‘ri chiziqlar* deb ataladi (3.3.7.a,b-rasm). Bunday to‘g‘ri chiziq V tekisligiga nuqta bo‘lib proyeksiyalanadi. Uning gorizontal va profil proyeksiyalari 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**

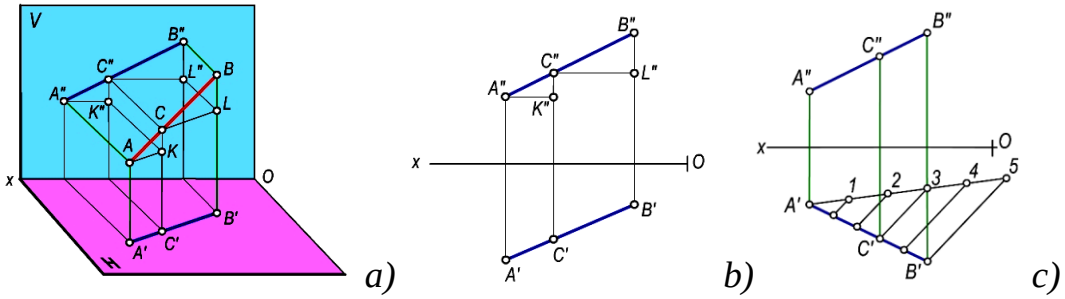
***Proyeksiyalar tekisliklari va koordinata o‘qlariga tegishli to‘g‘ri chiziqlar.*** To‘g‘ri chiziqlar H, V va W proyeksiyalar tekisliklariga va OX, OY, OZ proyeksiyalar o‘qlariga tegishli bo‘lishi mumkin. Agar to‘g‘ri chiziq biror proyeksiyalar tekisligiga tegishli bo‘lsa, bu to‘g‘ri chiziqning bir 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, $\ell \in OX$ to‘g‘ri chiziqning $\ell'$ gorizontal $\ell''$ frontal proyeksiyalari OX o‘qida, uning $\ell'''$ 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, gorizontal 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 gorizontal A′B′ proyeksiyasidagi bu nuqtalardan foydalanib kesmaning A″B″ frontal proyeksiyasini proyeksion 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 gorizontal proyeksiyalar tekisligi bilan kesishgan nuqtasi uning *gorizontal izi*, frontal proyeksiyalar tekisligi bilan kesishgan nuqtasi f*rontal izi* deyiladi. Shuningdek, to‘g‘ri chiziqning profil proyeksiyalar tekisligi bilan kesishgan nuqtasi uning *profil izi* deyiladi:

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

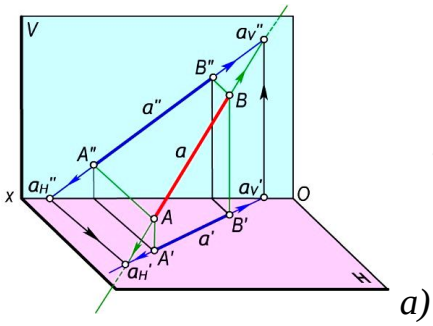
3.4.1,a-rasmda, *a* to‘g‘ri chiziq izlarini yasashning fazoviy modeli ko‘rsatilgan. To‘g‘ri chiziqning gorizontal izini proyeksiyalarini chizmada aniqlash uchun quyidagi yasash algoritmlari bajariladi (3.4.1-rasm):

- 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 gorizontal proyeksiyasi $a'$ bilan perpendikulyarning kesishish nuqtasi to‘g‘ri chiziq gorizontal izining gorizontal proyeksiyasi $a'_H \equiv a_H$ bo‘ladi.

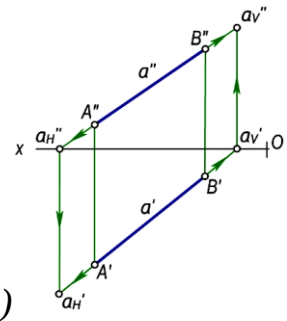
To‘g‘ri chiziq frontal izining proyeksiyalarini chizmada aniqlash uchun:

- To‘g‘ri chiziq gorizontal $a'$ proyeksiyasining $OX$ o‘qi bilan kesishish nuqtasi $a'_V = a' \cap OX$ topiladi;
- Bu nuqtadan $OX$ o‘qiga perpendikulyar o‘tkaziladi;

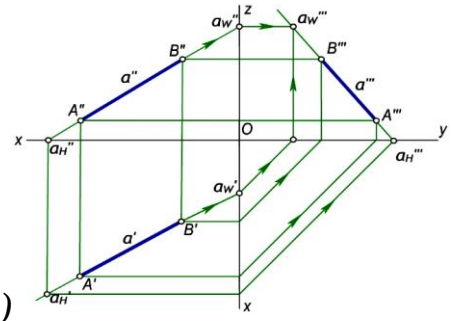
- To‘g‘ri chiziqning frontal proyeksiyasi $a''$ bilan perpendikulyarning kesishish nuqtasi uning frontal izining frontal proyeksiyasi $a_V'' \equiv a_V$ bo‘ladi.




a)




b)




**3.4.1-rasm** **3.4.2-rasm**

To‘g‘ri chiziqning 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 chiziqning profil proyeksiyasi bu perpendikulyar bilan kesishguncha davom ettiriladi va $a_W \equiv a_W'''$ aniqlanadi yoki to‘g‘ri chiziqning $a'$ gorizontal proyeksiyasi *OY* o‘qi bilan kesishguncha davom ettiriladi.
- Hosil bo‘lgan nuqtadan y o‘qiga perpendikulyar chiqariladi.
- Uni $a_V''$ dan OZ ga chiqarilgan perpendikulyar bilan kesishish nuqtasi $a$ to‘g‘ri chiziqning profil izining profil proyeksiyasi bo‘ladi.

3.4.2 rasmdagi $a'_W$ $a''_W$ nuqtalar $a$ to‘g‘ri chiziq profil izining gorizontal va frontal proyeksiyalari bo‘ladi. $a'''_W$ nuqta $a$ to‘g‘ri chiziq profil izining profil proyeksiyasidir.

***Umumiy vaziyatdagi to‘g‘ri chiziq kesmasining haqiqiy uzunligini va proyeksiyalar tekisliklari bilan hosil qilgan burchaklarini aniqlash.*** Umumiy vaziyatda joylashgan to‘g‘ri chiziq kesmasining proyeksiyalari orqali uning haqiqiy o‘lchamini aniqlash va proyeksiyalar tekisliklari bilan hosil qilgan burchaklarini aniqlash masalasi amaliyotda ko‘p uchraydi. *AB* to‘g‘ri chiziq kesmasi hamda uning H, V va W tekisliklardagi proyeksiyalari berilgan bo‘lsin (3.4.3,*a* rasm). Kesmaning

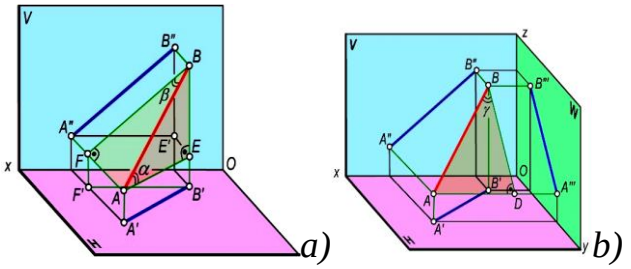
*A* nuqtasidan $AE \| A'B'$ to‘g‘ri chiziq o‘tkaziladi va to‘g‘ri burchakli $\triangle ABE$ ni hosil qilinadi. Bunda $BE=BB'-AA'$ va $AA'=EB'$ bo‘lgani uchun $BE=BB'-EB'=\Delta z$ bo‘ladi.

To‘g‘ri burchakli *ABE* uchburchakning *AB* gipotenuzasi *AE* katet bilan $\alpha$ burchak hosil qiladi. Bu burchak *AB* kesmaning *H* tekislik bilan hosil qilgan burchagi bo‘ladi. To‘g‘ri chiziq kesmasining V proyeksiyalar tekisligi bilan hosil qilgan $\beta$ 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 uchlarining V tekislikdan uzoqliklarining ayirmasiga teng bo‘ladi. Bunda $AF=AA''-BB''$, bo‘lib, $BB''=FA''$ bo‘lgani uchun $AF=AA''-FA''=\Delta y$ bo‘ladi.

To‘g‘ri burchakli *ABF* ning *AB* gipotenuzasi *BF* katet bilan hosil qilgan $\beta$ burchak *AB* kesmaning V tekislik hosil qilgan burchagi bo‘ladi.

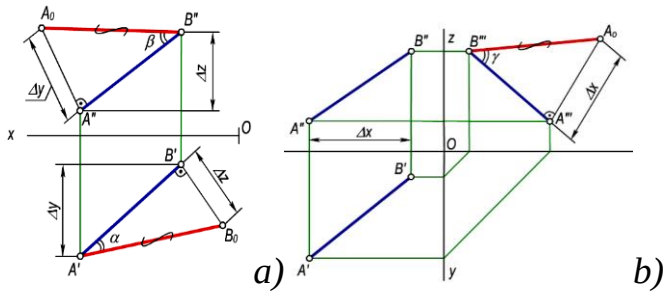
3.4.3,*b* rasmda *AB* kesmaning W tekislik bilan hosil qilgan $\gamma$ burchagini aniqlash ko‘rsatilgan. Bu burchakni aniqlash uchun to‘g‘ri burchakli D*ABF* dan foydalanamiz. Bu uchburchakning bir kateti *AB* kesmasining profil $A'''B'''$ proyeksiyasiga, ikkinchi *A*D kateti *A* va *B* uchlarining W tekislikdan uzoqliklari ayirmasiga teng bo‘ladi. Bunda $AD=AA'''-BB'''$, bo‘lib, $BB'''=DA'''$ bo‘lgani uchun $AD=AA'''-DA'''=\Delta x$ 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 yasaladi. Shuning uchun bu usulni ***to‘g‘ri burchakli uchburchak usuli*** deb yuritiladi.




*a)* *b)*

**3.4.3-rasm**




*a)* *b)*

**3.4.5-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 $\alpha$ burchagini aniqlash uchun to‘g‘ri burchakli $A'B'B_0$ uchburchak yasaladi. Bu uchburchakning bir kateti kesmaning gorizontal proyeksiyasiga, ikkinchi kateti esa kesmaning $A$ va B uchlarining applikatalari ayirmasi $\Delta z$ ga teng bo‘ladi. Bu uchburchakning $A'B_0$ gipotenuzasi $AB$ kesmaning haqiqiy o‘lchami, $A'B_0=AB$ bo‘lib, AB^H=$\angle B'A'B_0=\alpha$ bo‘ladi. Kesmaning V tekislik bilan hosil qilgan $\beta$ burchagini aniqlash uchun to‘g‘ri burchakli $\triangle A''B''A_0$ ni yasaladi. Bu uchburchakning bir kateti kesmaning frontal $A''B''$ proyeksiyasiga, ikkinchi kateti esa $AB$ kesma uchlari ordinatalari ayirmasi $\Delta y$ ga teng bo‘ladi. Hosil bo‘lgan $B''A_0=AB$ bo‘lib, AB^V=$\angle A''B''A_0=\beta$ bo‘ladi.

AB va W tekislik orasidagi burchagini aniqlashda to‘g‘ri burchakli $\triangle$A‴B‴A0 ni yasaymiz (3.4.5,b-rasm). Uning bir kateti kesmaning profil A‴B‴ royeksiyasi, ikkinchi kateti kesma uchlarning W tekislikdan uzoqliklarning absissalar ayirmasi $\Delta x$ bo‘ladi. Hosil bo‘lgan B‴A0=AB bo‘lib, AB^W=$\angle$A‴B‴A0=$\gamma$ teng bo‘ladi.

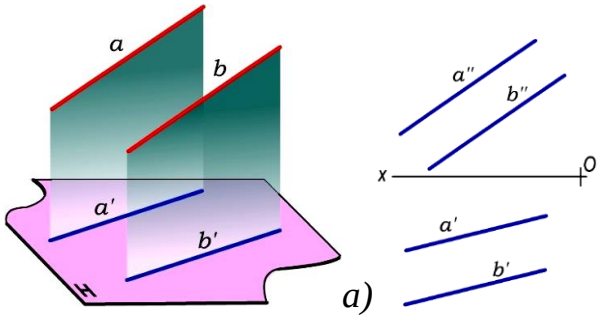
## 3.5-§. Ikki to‘g‘ri chiziqning o‘zaro vaziyatlari.

### *Parallel to‘g‘ri chiziqlar*

***Ta’rif***. *Agar ikki to‘g‘ri chiziqning 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 $a \parallel b$ bo‘lsa, u holda $a' \parallel b'$, $a'' \parallel b''$, $a''' \parallel b'''$ 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 kesmalarning bir nomli gorizontal va frontal proyeksiyalari ($p_1$ va $p_2$) ning o‘zaro parallel bo‘lishi yyetarli bo‘lmaydi

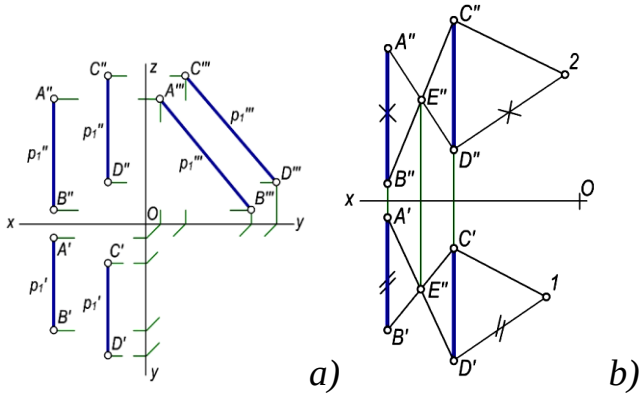
(3.5.2,a-rasm). Bunday hollarda to‘g‘ri chiziqlarning profil proyeksiyalarini yasash zarur. Bunda $p_1'''||p_2'''$ bo‘lsa, bu to‘g‘ri chiziqlar o‘zaro parallel bo‘ladi. Agar $p_1'''\cap p_2'''$, bo‘lsa, bu to‘g‘ri chiziqlar ayqash bo‘ladi. Bu to‘g‘ri chiziqlarning o‘zaro vaziyatini profil proyeksiyalaridan 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′1∥C″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.




*a)* *b)*

**3.5.1-rasm**




*a)* *b)*

**3.5.2-rasm**

### *Kesishuvchi to‘g‘ri chiziqlar*

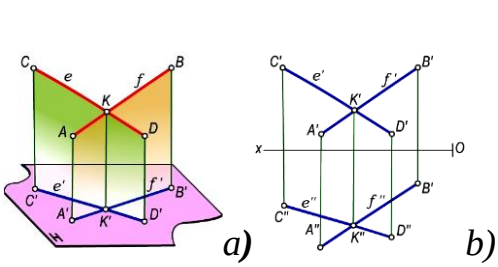
- ***Ta’rif.*** *Agar ikki to‘g‘ri chiziq fazoda umumiy bir (xos) nuqtaga ega bo‘lsa, ularni kesishuvchi to‘g‘ri chiziqlar deyiladi.*

Fazodagi to‘g‘ri chiziqlar kesishish nuqtasining proyeksiyasi shu to‘g‘ri chiziqlar proyeksiyalarining kesishish nuqtasida bo‘ladi (3.5.3-rasm). Kesishuvchi

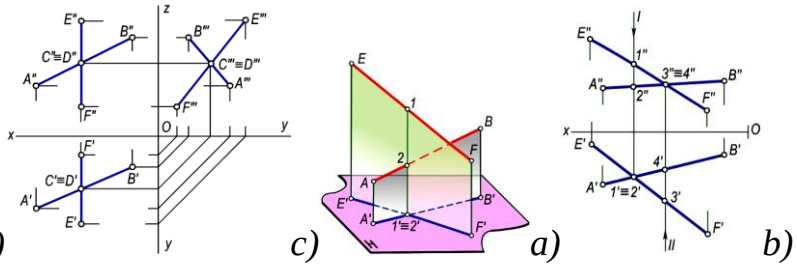
to‘g‘ri chiziqlarning bir nomli proyeksiyalari ham chizmada o‘zaro kesishadi va kesishish nuqta proyeksiyalari bir proyeksion bog’‘lovchi chiziqda bo‘ladi. Fazoda umumiy vaziyatda kesishuvchi to‘g‘ri chiziqlar berilgan bo‘lsa, bu to‘g‘ri chiziqlarning faqat ikkita bir nomli proyeksiyalarining kesishishi kifoya qiladi. Agar kesishuvchi chiziqlarning biri proyeksiyalar tekisligining birortasiga parallel bo‘lsa, u holda ularning ikkita bir nomli proyeksiyalarining o‘zaro kesishuvi yyetarli bo‘lmaydi. Masalan, *AB* va *EF* to‘g‘ri chiziq kesmalarining biri *EF* kesma *W* tekislikka parallel joylashgan (3.5.3,c-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**

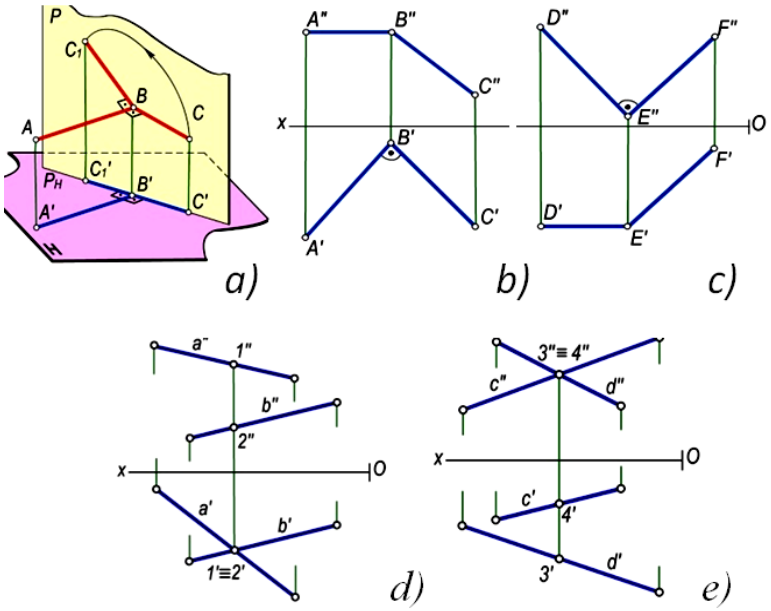
3.5.4-rasmda AB(A′B′, A″B″) va EF(E′F′, E″F″) uchrashmas chiziqlar berilgan. Bu to‘g‘ri chiziqlar proyeksiyalarining 1′≡2′ va 3″≡4″ kesishish nuqtalari fazoda bu to‘g‘ri chiziqlarning har biriga tegishli ikki nuqtaning proyeksiyalari bo‘lmay, aksincha, 1∈EF, 2∈AB va 3∈EF, 4∈AB bo‘ladi.

### *To‘g‘ri burchakning proyeksiyalanish xususiyatlari*

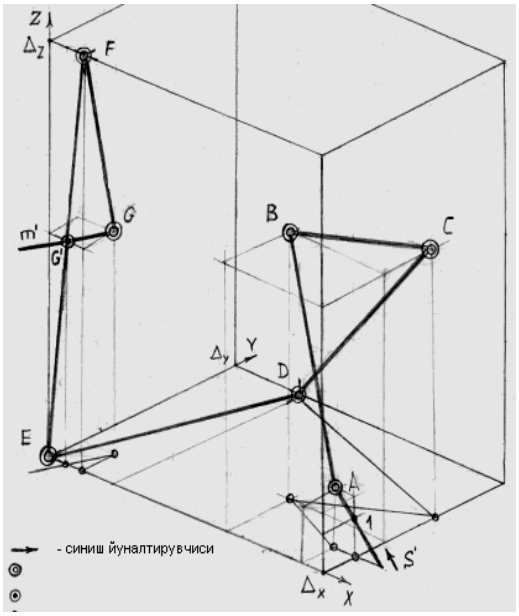
***Teorema***. *Agar to‘g‘ri burchakning bir tomoni tekislikka parallel bo‘lib, ikkinchi tomoni bu tekislikka perpendikulyar bo‘lmasa, mazkur to‘g‘ri burchak shu tekislikka haqiqiy kattalikda proyeksiyalanadi.* Buni isbotlash uchun 3.5.5,a-rasmdan foydalanamiz. Shakldagi $\angle ABC=90^o$ ga teng va uning ikki tomoni H tekislikka parallel vaziyatda joylashgan deb faraz qilamiz. Bu vaziyatda uning gorizontal proyeksiyasining qiymati o‘ziga teng bo‘lib proyeksiyalanadi, ya’ni $\angle A'B'C'=90^o$ bo‘ladi. To‘g‘ri burchakning *BC* tomonidan H tekislikka perpendikulyar qilib P tekislik o‘tkazamiz. U holda $AB\perp P$ bo‘lib, $H\cap P=P_H$ 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 $\angle ABC_1=\angle A'B'C'=90^o$ bo‘ladi. Demak: $\angle ABC=90^o$ bo‘lib, $AB\|H$ va $BC\|H$ bo‘lsa, $\angle A'B'C'=90^o$ bo‘ladi. Chizmada $\angle ABC(AB\|H)$ va $\angle DEF(DE\|V)$ 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 gorizontal proyeksiyada H ga nisbatan konkurent bo‘lgani uchun ustma-ust tushadi. Nuqtalardan qaysi biri ko‘rinishligini aniqlash uchun ularning gorizontal 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 $y_3>y_4$ 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 modellashtirishga 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 samaralidir. 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´*** - nurning ***A,B***,… nuqtalarda $\omega_1,\omega_2,\ldots$ burchak ostida sinishidan hosil bo’ladi deb qarasak, ***m´***- siniq chiziqni geometrik ob’yekt, masalan sanoat roboti ishchi organining harakat trayektoriyasi sifatida modellashtirish qulay bo’ladi. $S_1'$ sinish yo’nalishi $\Psi_1$- sinish tekisligini hosil qilib, boshqa $\Psi_i$ sinish tekisligiga o’tganda $\Delta_i$ - gabaritli fazoviy siniq chiziq hosil bo’ladi. Sinishlar kesishuvi ***G*** yopiq konturga ega. ***AB,BC,...*** sniq chiziq zvenolari mos ravishda $L_1,L_2,\ldots$ uzunliklarga ega. Bu parametrlarga tayanib siniq chiziqni modellashtirish mumkin [19].




**3.5.5-rasm**




**3.5.6-rasm**

[19] Jo’rayev T.X., Naimov S.T., Yodgorov O’.T. Siniq chiziqlarni geometric modellashtirish. “XXI asrda fan va texnologiyalarning rivojlanishi”. Buxoro, 14-15 may 2009 y. BuxOOva YeSTI, II-том,155-157 betlar.

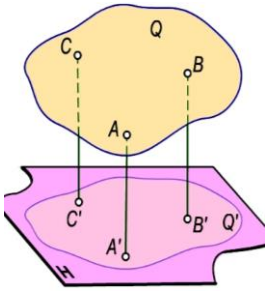
# II-MODUL. TEKIS SIRTLARNI MODELLASHTIRISH

## 4. TEKISLIKLAR VA ULARNING BERILISHI

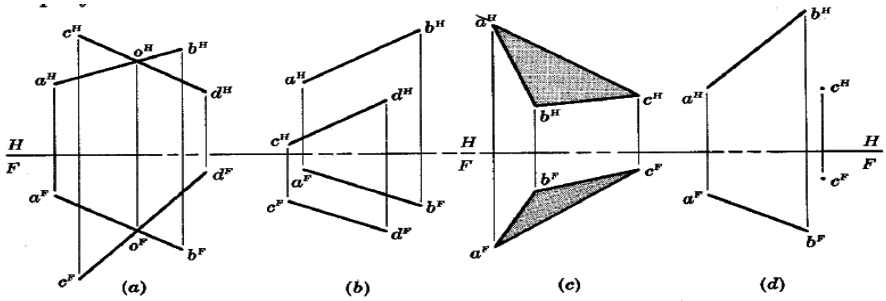
### 4.1-§. Tekislikning berilishi va uning izlarini yasash

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 beriladi[20]:

- 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*);




**4.1.1-rasm**

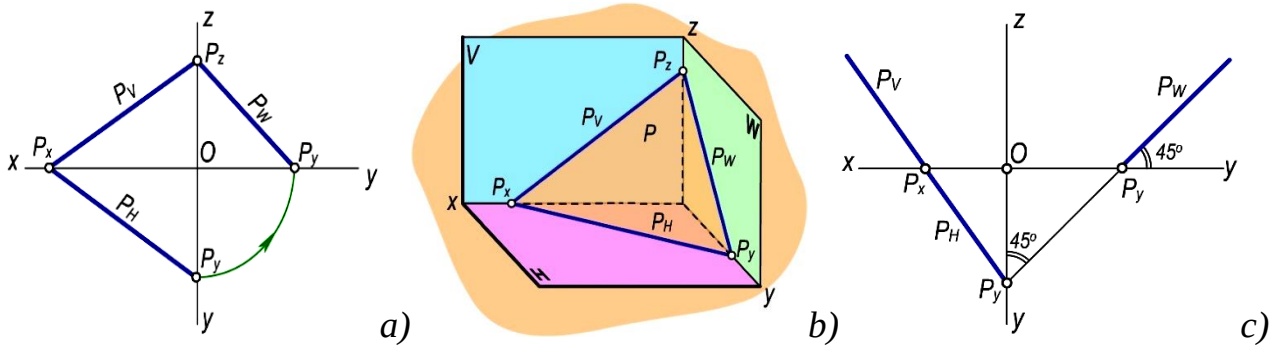



**4.1.2-rasm**

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

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 gorizontal 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 $P_x=P\cap Ox$, $P_u=P\cap Oy$, $P_z=P\cap Oz$. Bu nuqtalar tekislikninng 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).

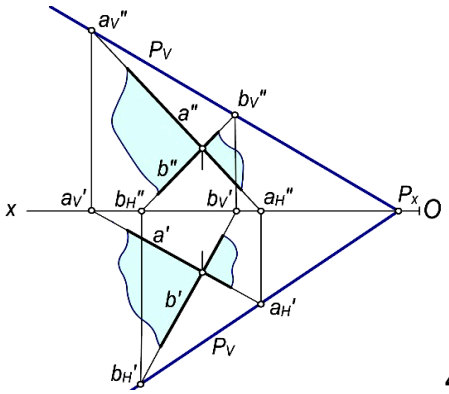



**4.1.3-rasm**

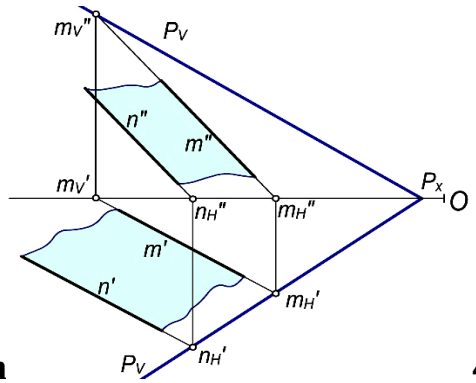
Tekislik qanday tarzda berilishidan qat'iy nazar, uning izlarini ortogonal proyeksiyalarda yasash mumkin. Har qanday geometrik shakllar orqali berilgan tekislikning izlarini yasash mazkur tekislikka tegishli bo'lgan to'g'ri chiziqlar izlarini yasash bilan bajariladi. Bunig uchun to'g'ri chiziqning tekislikka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

4.1.4-rasmda $a \cap b$ kesuvchi chiziqlar bilan berilgan tekislikning gorizontal izini yasash uchun to‘g‘ri chiziqlar gorizontal izlarining $a'_H$, $a''_H$, va $b'_H$ $b''_H$ proyeksiyalarini topamiz. Agar to‘g‘ri chiziqlarning gorizontal izlarining gorizontal $a'_H$ va $b'_H$ proyeksiyalarini o‘zaro tutashtirsak, tekislikning $P_H$ gorizontal 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 $m \| n$ 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.

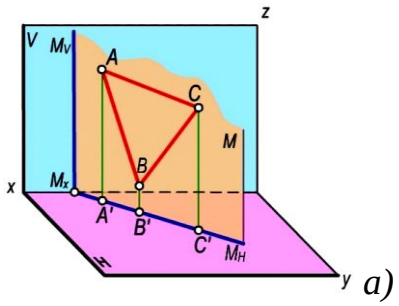
***Xususiy vaziyatdagi tekisliklar.*** Agar tekislik proyeksiyalar tekisligining biriga perpendikulyar yoki parallel bo‘lsa, uni *xususiy vaziyatdagi tekislik* deb ataladi. Proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar bo‘lgan tekisliklar *proyeksiyalovchi tekisliklar* deyiladi.

***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*,*b*-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 $\beta$ 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).

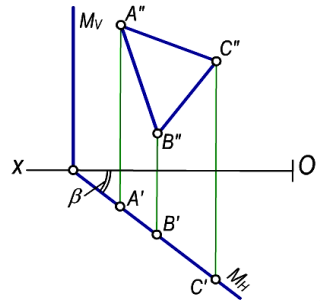
***Ta’rif****. Frontal proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar bo‘lgan tekislik* ***frontal proyeksiyalovchi tekislik*** *deyiladi.* Frontal proyeksiyalovchi $N(N_H,N_V)$ tekislikning gorizontal $N_H$ izi $Ox$ o‘qiga perpendikulyar bo‘ladi (4.2.2,*a*-rasm), frontal $N_V$ izi esa ixtiyoriy burchakda joylashgan bo‘ladi. Frontal proyeksiyalovchi tekislikning frontal $N_V$ izining $Ox$ o‘qi bilan hosil qilgan $\alpha$ 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 $\alpha$ va $\beta$ 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 $G_W$, orqali ham ularning vaziyatini aniqlash mumkin (4.2.6-rasm).

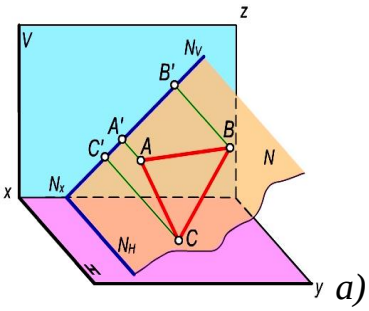


*a)*

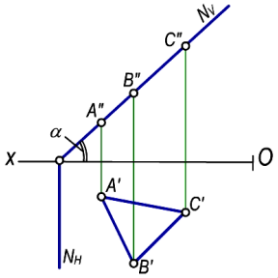


*b)*

**4.2.1-rasm**

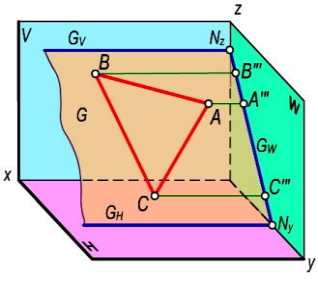


*a)*

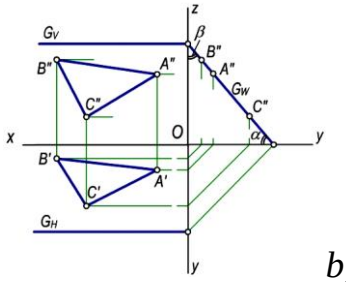


*b)*

**4.2.2-rasm**

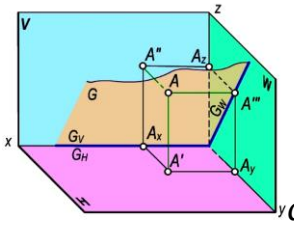


*a)*

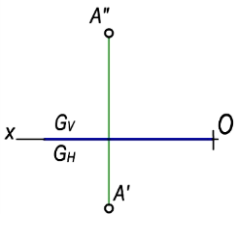


*b)*

**4.2.3-rasm**

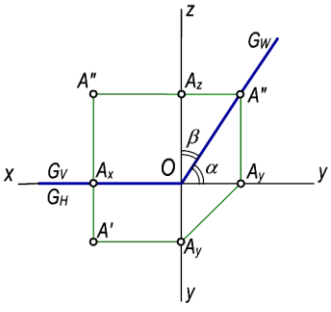


*a)*

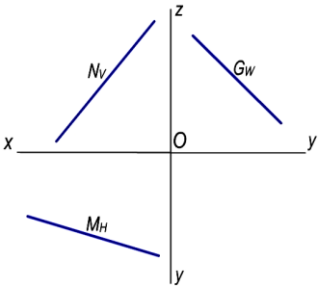


*b)*

**4.2.4-rasm**




**4.2.5-rasm**

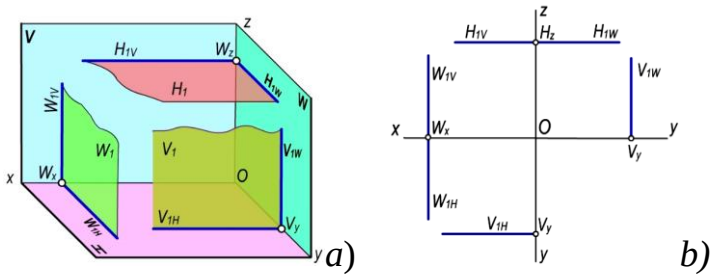



**4.2.6-rasm**

***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 $H_{1V}$ 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 $V_{1H}$ 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).

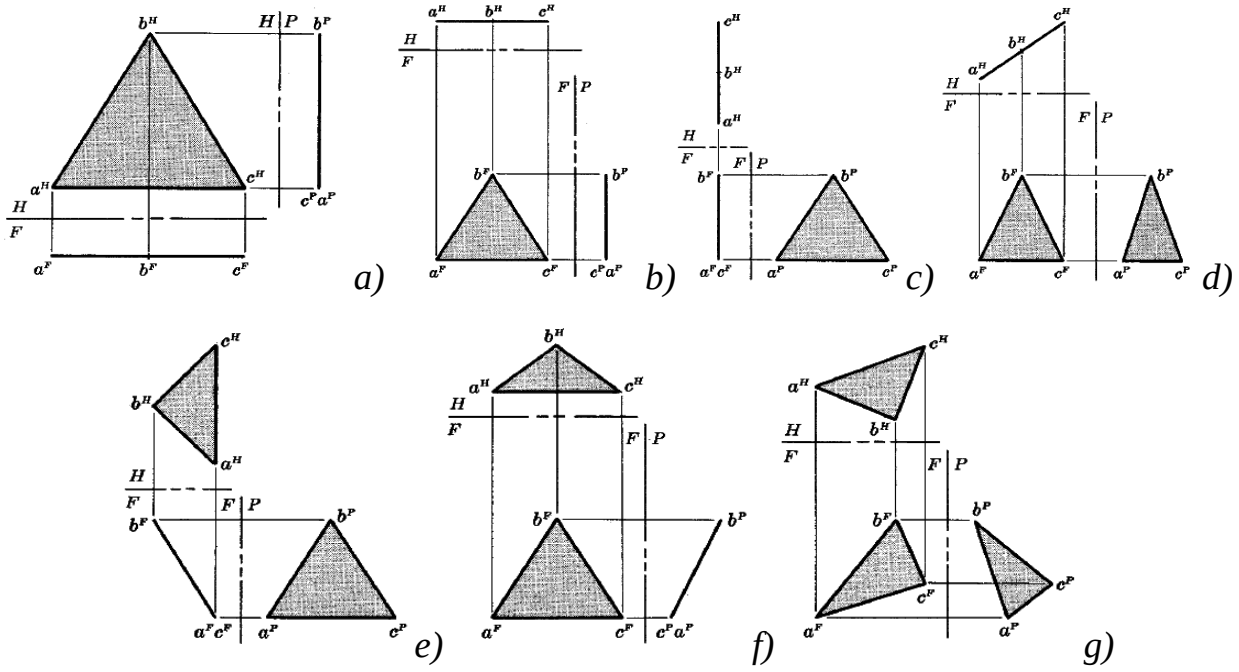



*a)* *b)*

**4.2.7-rasm**

Bundan tashqari xorijiy adabiyotlarda tekisliklarning vaziyatlarini uch xil ko'rinishda berish ham qabul qilingan (4.2.8-rasm)[21]: gorizontal (*a*), vertikal (*b*,*c*,*d*) va qiya (*e*,*f*,*g*) tekisliklar. Shuni ta'kidlash kerak-ki ayrim davlatlarda chizmalar bizdan farqli ravishda boshqa oktantda qaraladi. Masalan bugungi kunda AQSh da ettinchi oktantda qaraladi, ilgari 4.2.8-rasmda ko'rsatilganidek uchinchi oktanda bo'lgan.

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




**4.2.8-rasm.**

## 4.3-§. Tekislikning bosh chiziqlari

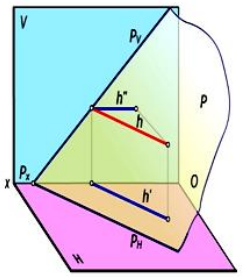
***Tekislikning bosh chiziqlari.*** Tekislikning bosh chiziqlariga uning gorizontali, frontali va eng katta og‘ish chiziqlari kiradi.

***<u>Ta’rif</u>****. Tekislikka tegishli to‘g‘ri chiziq H tekisligiga parallel bo‘lsa, bu to‘g‘ri chiziq* ***tekislikning gorizontali*** *deyiladi.* Bunda h∈P hamda h||H bo‘lsa, h P tekislikning gorizontal chizig‘i bo‘ladi. Chizmada tekislik gorizontalining frontal proyeksiyasi OX ga parallel, ya’ni h″||OX bo‘ladi, tekislik gorizontalining gorizontal proyeksiyasi esa tekislikning $P_H$ iziga parallel, ya’ni h′||$P_H$ bo‘ladi (4.3.1-rasm).

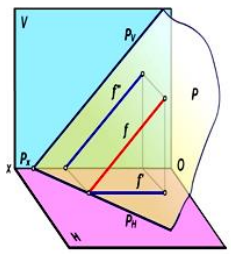
***<u>Ta’rif</u>****. Tekislikka tegishli to‘g‘ri chiziq V tekisligiga parallel bo‘lsa, bu to‘g‘ri chiziq tekislikning frontali deyiladi.* Bunda $f \in P$ hamda $f \parallel V$ bo‘lsa, ***f*** to‘g‘ri chiziq *P* tekislikning frontal chizig‘i bo‘ladi. Chizmada tekislik frontalining gorizontal proyeksiyasi *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 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 $p \| W$ bo'lsa, $p$ to'g'ri chiziq $Q$ tekislikning profili bo'ladi. Chizmada tekislik profil chizig'ining gorizontal 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).

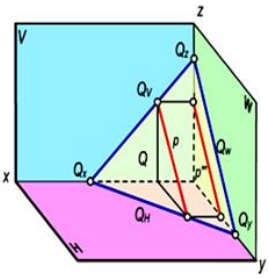
Chizmada tekislikning cheksiz ko'p asosiy chiziqlarini o'tkazish mumkin. Tekislikning bir nomli bosh chiziqlari doimo o'zaro parallel bo'ladilar. Ammo proyeksiyalar tekisligidan talab qilingan masofada tekislikning faqat bitta bosh chizig'ini o'tkazish mumkin. 4.3.4-rasmda $a \cap b$ chiziqlar bilan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



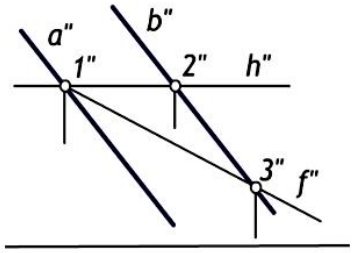
**4.3.1-rasm**



**4.3.2-rasm.**



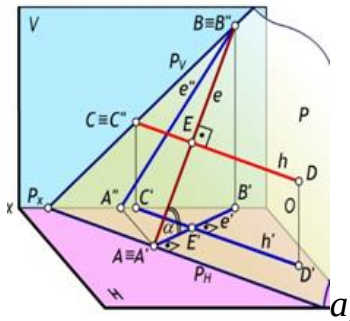
**4.3.3-rasm.**



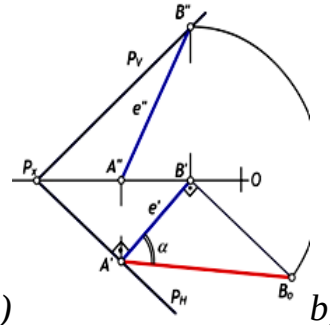
**4.3.4-rasm**

***Ta'rif***. *Tekislikka tegishli va tekislikning bosh chiziqlaridan biri (gorizontal yoki frontal)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 gorizontaliga 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: $\angle BE$D-90° va $E$D$\parallel H$ bo'lgani uchun $\angle B'E'$D′=90° 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 $P_H$ gorizontal izida ixtiyoriy *A* nuqta tanlab olinadi. Bu nuqtadan $e \in P$ to'g'ri chiziqning gorizontal proyeksiyasini $e' \perp P_H$ qilib, *P* tekislikning *H* tekislikka eng katta og'ma chizig'ining gorizontal proyeksiyasini o'tkaziladi va *Ox* o'qida $e' \cap Ox = B'$ nuqtani aniqlanadi. So'ngra bu chiziqning frontal $e''$ proyeksiyasi $A''$ va $B''$ nuqtalar yordamida yasaladi. Hosil bo'lgan $e \in P$ to'g'ri chiziqning $e'$ va $e''$ proyeksiyalari *P* tekislikning *H* tekislikka nisbatan eng katta og'ma chizig'ining proyeksiyalari bo'ladi. Bu chiziqning *H* tekislik bilan hosil qilgan α burchagi aniqlanadi. Buning uchun to'g'ri burchakli uchburchak $\Delta A'B'B_o$ 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 $E'' \subset Q_V$ 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 $E'F'$ gorizontal proyeksiyasi yasaladi. Bu chiziqning *V* tekislik bilan hosil qilgan β burchagi to'g'ri burchakli $\Delta E''F''F_0$ orqali aniqlanadi. Bu burchak

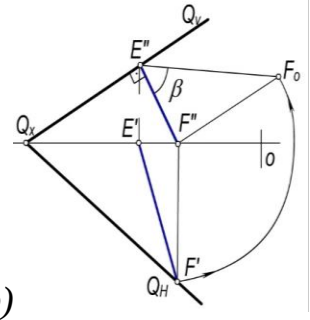
*Q* va *V* tekisliklar orasidagi ikki yoqli burchakning haqiqiy qiymatiga teng bo‘ladi: β=*Q*^*V*. 4.3.7-rasmda Δ*ABC*(Δ*A′B′C′*, Δ*A″B″C″*) orqali berilgan tekislikning *V* tekislik bilan hosil qilgan burchagi aniqlangan. Buning uchun *ABC* tekislikning f(f′,f″) frontalini olamiz va unga perpendikulyar qilib berilgan tekislikning *V* tekislikka nisbatan eng katta og‘ma chizig‘i *m(m′,m″)* dan foydalanamiz.

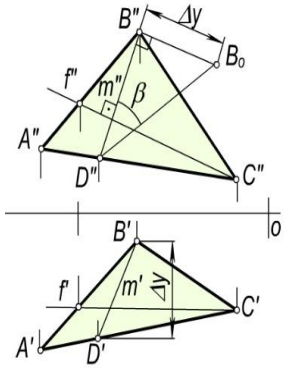


*a)*



*b)*




**4.3.5-rasm** **4.3.6-rasm** **4.3.7-rasm**

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

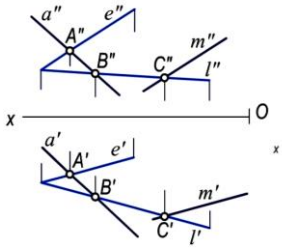
To‘g‘ri chiziq tekislikka tegishli (a⊂P) bo’lishi, u bilan kesishishi (a∩P), unga parallel (a∥P) yoki perpendikulyar (a⊥P) bo’lishi mumkin. Tekislikka tegishli to‘g‘ri chiziq va nuqta. Quyidagi hollarda to‘g‘ri chiziq tekislikka tegishli bo‘ladi: agar to‘g‘ri chiziqning ikki nuqtasi tekislikka tegishli bo‘lsa, bu to‘g‘ri chiziq tekislikka tegishli bo‘ladi. Masalan, ***a*** to‘g‘ri chiziqning ***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 chiziqning 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 chiziqning ***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 chiziqning tekislikka tegishli bo‘lish shartlaridan quyidagi xulosalarga kelish mumkin:

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

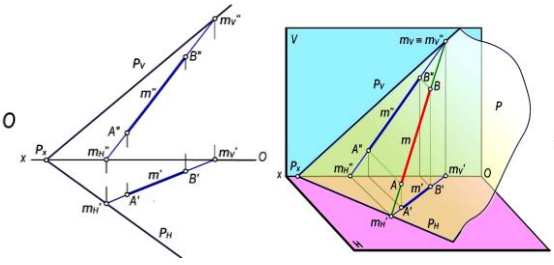
***2-xulosa.*** Agar nuqta tekislikka tegishli bo‘lsa, bu nuqta tekislikning biror to‘g‘ri chizig‘iga tegishli bo‘ladi. 4.4.3,*a*-rasmda $P(P_H, P_V)$ tekislik bilan $A(A', A'')$ va $B(B', B'')$ nuqtalarning o‘zaro joylashuvini ko‘rsatilgan. Buning uchun:

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

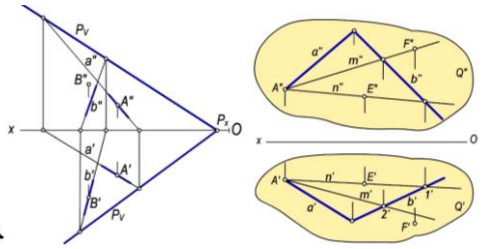
Xuddi shu tartibda $P(P_H, P_V)$ tekislik bilan $B(B', B'')$ nuqtaning o‘zaro vaziyatini tekshirganimizda $B' \in b'$ va $B'' \notin b''$ bo‘lgani uchun $B \notin P$ bo‘ladi. 4.4.3,*b*-rasmda *a* va *b* kesishuvchi chiziqlar orqali berilgan *Q* tekislik bilan *E* va *F* nuqtalarning o‘zaro vaziyati ***m***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

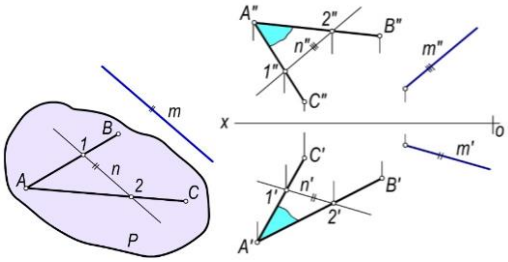
***Yechish.*** *A* nuqtadan *Q* tekislikka parallel qilib cheksiz ko‘p to‘g‘ri chiziqlar o‘tkazish mumkin. Shunday to‘g‘ri chiziqlarning ixtiyoriy bittasini o‘tkaziladi. Buning uchun *Q* tekislikka tegishli ixtiyoriy ye *(e′, e″)* to‘g‘ri chiziq tanlanadi. Bu to‘g‘ri chiziqning bir nomli proyeksiyalariga parallel qilib *A* nuqtaning *A′* va *A″* proyeksiyalaridan izlangan to‘g‘ri chiziqning *l′* va *l″* proyeksiyalarini o‘tkaziladi, ya’ni ye (e′, ye″) ⊂ *Q* (*Q′*, *Q″*) bo‘lib, *l′* ∈*A′*, *l″*∈*A″* bo‘lganda *l* || *Q* bo‘ladi.

***2-masala.*** D (D′, D″) nuqtadan *ABC* (*A′B′C′*, *A″B″C″*) tekisligi va gorizontal proyeksiyalar tekisligi *H* ga parallel *m* to‘g‘ri chiziq o‘tkazilsin (4.4.6-rasm).

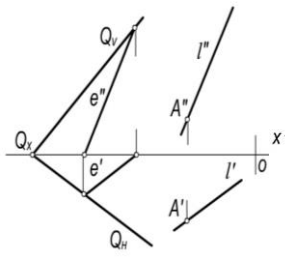
***Yechish.*** Δ*ABC* tekisligida *H* ga parallel, qilib uning gorizontali *h* (*h′*, *h″*) to‘g‘ri chiziq o‘tkaziladi. So‘ngra D nuqtaning D′ va D″ proyeksiyalaridan *m′* || *h′* va *m″*|| *h″* qilib izlangan to‘g‘ri chiziqning proyeksiyalari o‘tkaziladi.

***3-masala.*** *P* (*m* || ***n***) tekislik va ***l*** (***l′, l″***) to‘g‘ri chiziqning o‘zaro vaziyati aniqlansin (4.4.7-rasm).

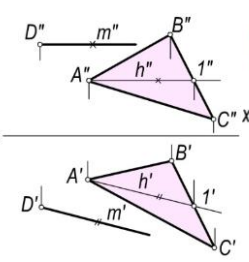
***Yechish.*** To‘g‘ri chiziq va tekislikning o‘zaro vaziyatini aniqlash uchun *P* tekislikda ***e′*** || *l′* qilib to‘g‘ri chiziqning gorizontal proyeksiyasini o‘tkaziladi va uning frontal ***e″*** proyeksiyasini yasaladi. chizmada *e″* to‘g‘ri chiziq *l″* ga paralell bo‘lmagani uchun *l* to‘g‘ri chiziq tekislikka paralell bo‘lmaydi. *l* va *P* larni o‘zaro paralelligini *l″*||*e″* qilib o‘tkazish bilan ham bajarish mumkin.



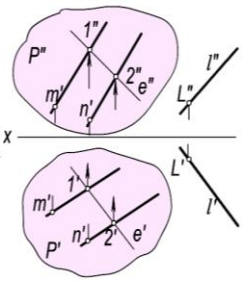

**4.4.4-rasm.**




**4.4.5-rasm**



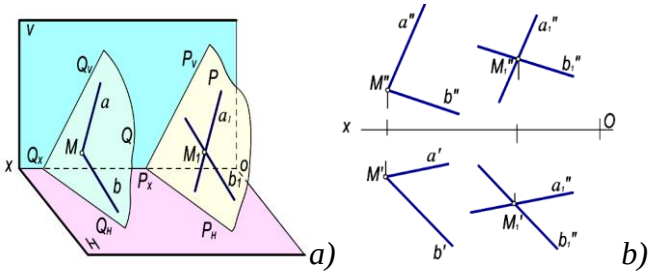

**4.4.6-rasm**



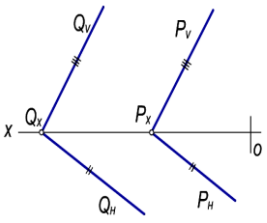

**4.4.7-rasm**

## 4.5.-§. Tekisliklarning o‘zaro vaziyatlari

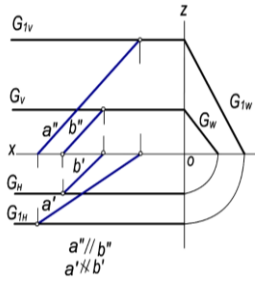
***Ta’rif***. *Agar bir tekislikka tegishli o‘zaro kesishuvchi ikki to‘g‘ri chiziqlar ikkinchi tekislikka tegishli o‘zaro kesishuvchi ikki to‘g‘ri chiziqlarga mos ravishda parallel bo‘lsa, bu tekisliklar ham o‘zaro parallel bo‘ladilar.* Agar $Q$ tekislikka tegishli $a \cap b$ kesishuvchi to‘g‘ri chiziqlar 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, $a \cap b$ 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 yyetarli bo‘lmaydi. Masalan, 4.5.3-rasmda 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**



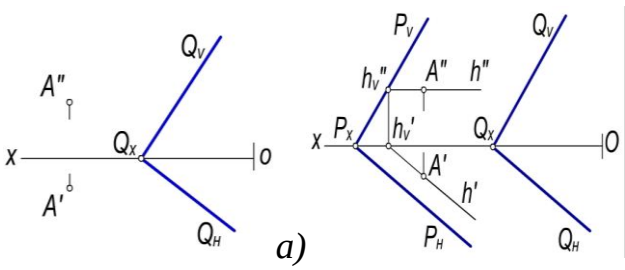

**4.5.3-rasm**

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

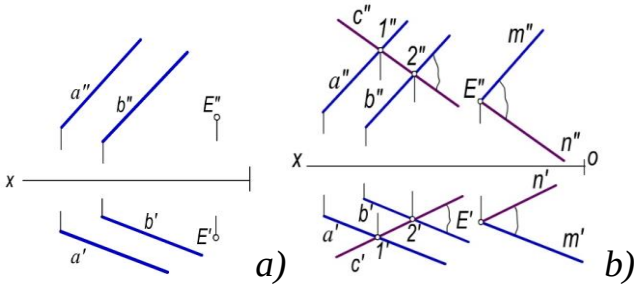
***1-masala.*** *A* (*A′*, *A″*) nuqtadan *Q* ($Q_H$, $Q_V$) tekislikka parallel *P*($P_H$, $P_V$) tekislik o‘tkazish talab qilinsin (4.5.4,*a*-rasm).

***Yechish.*** Tekisliklarning parallellik xususiyatlariga ko‘ra *P* tekislikning izlari $P_H \parallel Q_H$ va $P_V \parallel Q_V$ $P_W \parallel Q_W$ 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″*) gorizontali o‘tkaziladi (4.5.4,b-rasm). Bu gorizontalning frontal izi $h''_V$ yasalib, 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**



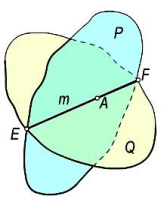

**4.5.5-rasm**

***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 $m' \cap n'$, $m'' \cap n''$ kesishuvchi chiziqlar proyeksiyalari izlangan tekislik proyeksiyasi bo‘ladi.

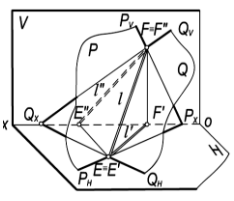
Tekislikka tegishli bo‘lmagan nuqtadan mazkur tekislikka parallel bo‘lgan cheksiz ko‘p to‘g‘ri chiziqlar o‘tkazish mumkin. Bunday to‘g‘ri chiziqlar to‘plami berilgan tekislikka parallel bo‘lgan tekislikni ifodalaydi.

***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

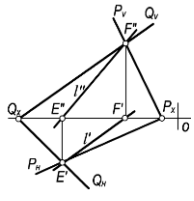
chiziq bo‘yicha kesishadi, ya’ni $Q \cap P = m$. Demak tekisliklarning o‘zaro kesishish chizig‘ini yasash uchun har ikkala tekislikka tegishli bo‘lgan ikki E va F umumiy nuqtalarini aniqlash kifoya qiladi (4.5.6-rasm). 4.5.7,*a*,*b*-rasmda *P* va *Q* kesishuvchi tekisliklar berilgan. Tasvirdan yaqqol 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 ***l*** kesishuv chizig‘i hosil bo‘ladi: $\boldsymbol{l} = Q \cap P$. 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 ***l′*** va ***l″*** 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) gorizontal izlari $T_n$ va $P_n$ ikkinchi oktantda kesishadi. Kesishuvchi tekisliklarning biri gorizontal tekislik bo‘lsa, bu tekisliklar gorizontal chiziq bo‘yicha kesishadi. 4.5.9,*a*,b-rasmda umumiy vaziyatdagi T tekislik bilan $H_1$ gorizontal tekislikning kesishish chizig‘i *h* gorizontal bo‘ladi. Haqiqatdan, $H_1$ gorizontal 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**

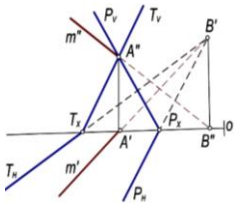



*a)*

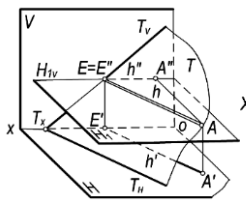


*b)*

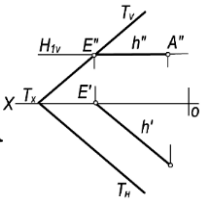
**4.5.7-rasm**



**4.5.8-rasm**




*a)*



*b)*

**4.5.9-rasm**

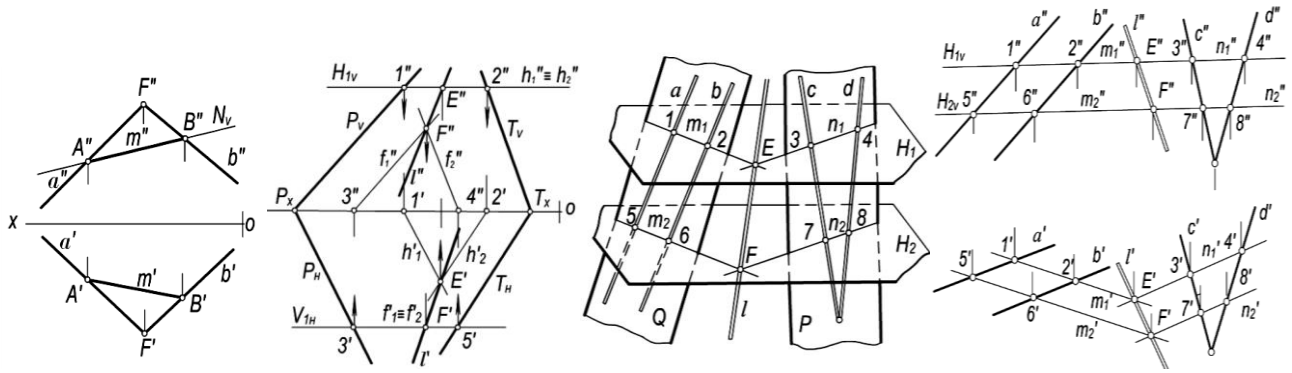
Ammo kesishuvchi tekisliklarning biri proyeksiyalovchi tekislik bo‘lsa, proyeksiyalovchi tekislikning xossasiga muvofiq, ularning kesishish chizig‘ining proyeksiyalaridan biri proyeksiyalovchi tekislikning izida bo‘ladi (4.5.10-rasm).

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 $H_{1V}\|H$ 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 $V_{1H}\|V$ 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 $a\|b$ 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. Dastalab $H_1$ 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 $H_2\|H_1$

bo‘lgani uchun $m_2 \| m_1$ va $n_2 \| n_1$ bo‘ladi. $Q$ va $P$ tekisliklarning ikkinchi umumiy $F$ nuqtasi bo‘lib u $m_1$ va $n_2$ chiziqlarning o‘zaro kesishish nuqtasi bo‘ladi: $F=m_2 \cap n_2$. Har ikkala $P$ va $Q$ tekisliklar uchun umumiy bo‘lgan $E$ va $F$ nuqtalarni o‘zaro tutashtirsak, 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 $E''$ 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 .Chizmadagi $E'$,$F'$ va $E''$,$F''$ proyeksiyalarni o‘zaro tutashtiruvchi $l'$ va $l''$ chiziqlar $Q$ va $P$ tekisliklar kesishish chizig‘ining proyeksiyalari bo‘ladi.



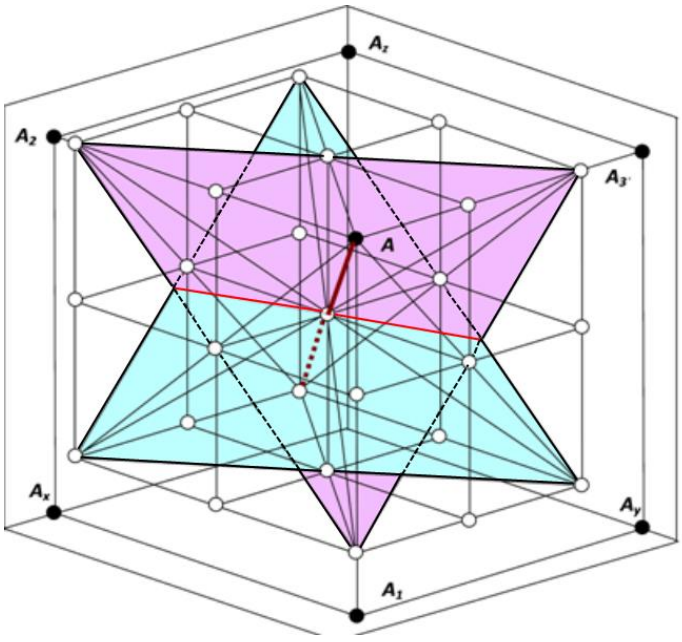

*a)* *b)*

**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’yich fazoviy tasavvurni rivojlantirish uchun orthogonal proyeksiyalash maketini (4.5.13-rasm) tayyorlab udan foydalanish samaralidir[22]. 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. Ikkita 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.



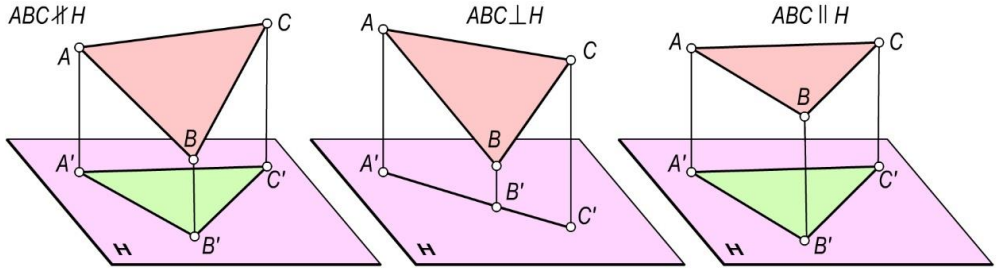

**4.5.13-rasm**

[22] Jo’rayev T.X. “Геометрическое моделирование учебного процесса по курсу «Инженерная графика»”. “Aniq fanlarni o’qitishning dolzarb muammolari” Respublika IAA materiallari, Qarshi, 30-31 may 2007 y. QMII, 18-20 b.

# 5. EPYURNI QAYTA TUZISH USULLARI

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

Geometrik shaklning proyeksiyalaridagi 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 harakteristikalarni tomonlarining haqiqiy o‘lshamlari, uchlaridagi burchaklarning qiymatlari va boshqa harakteristikalarni 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 pozision 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.




***a)*** ***b)*** ***c)***

**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 tekislikligiqa tegishli bo’lib u aylantirish usulining xususiy holi hisoblanadi.

Quyida bu usullarni alohida ko‘rib chiqamiz.

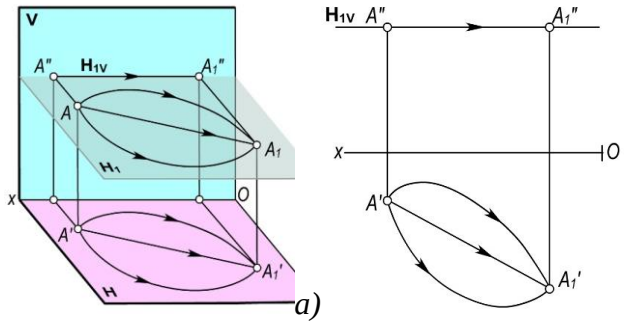
## 5.2-§.Tekis–parallel harakatlantirish usuli

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.

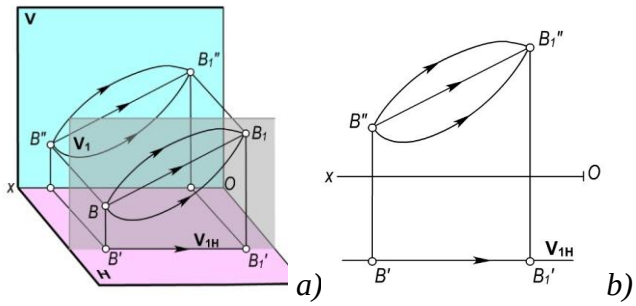
Harakatlantirish tekisliklarining vaziyati va geometrik shakl nuqtalari ko’pyoqliklar trayektoriyasining harakteriga qarab tekis–parallel harakatlantirish usuli *parallel harakatlantirish* va *aylantirish* usullariga bo‘linadi.

***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 $H_1$ 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 gorizontal 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 gorizontal 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.*** $AB \| V$ bo‘lishi uchun chizmada $A'B' \| OX$ 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 $l'$ 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

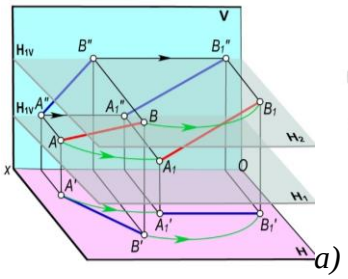
$H_{1V}$ va $H_{2V}$ bo‘yicha $OX$ o‘qiga parallel ravishda harakatlanadi va $A_1''$, $B_1''$ vaziyatlarga keladi. Natijada, $V$ tekislikka parallel $A_1B_1(A_1'B_1',A_1''B_1'')$ to‘g‘ri chiziq kesmasining proyeksiyalari hosil bo‘ladi. Shuningdek, $AB$ kesma $V$ tekislikka parallel bo‘lishi bilan birga 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).

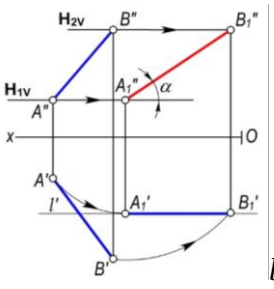
***Yechish.*** Dastlab $AB$ kesmani harakatlantirib, $V$ tekislikka parallel $A_1B_1(A'_1B'_1,A_1''B_1'')$ vaziyatga keltiramiz. So‘ngra ixtiyoriy $B_2''$ nuqta tanlab olamiz va bu nuqtadan $b_2''\perp Ox$ to‘g‘ri chiziq o‘tkazamiz va unga $A_2''B_2''=A_1''B_1''$ kesmani o‘lchab qo‘yamiz. Kesmaning gorizontal proyeksiyasi $b_1'$chiziq bo‘yicha harakatlanib, $A_2''\equiv B_2''\equiv b_2''$ bo‘lib proyeksiyalanadi.

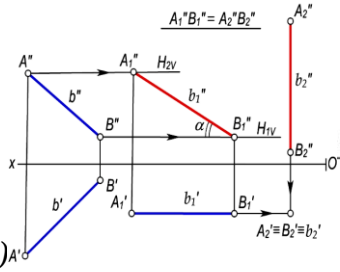
***3–masala***. Umumiy vaziyatda berilgan $P(P_H,P_V)$ tekislik $H$ tekisligiga perpendikulyar vaziyatga keltirilsin (5.2.5–rasm).

***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 λ masofada tekislikning frontal izi $P_{1V}\perp OX$ (yoki $P_{1V}\parallel f_1''$) qilib o‘tkazamiz. Tekislikning $P_{1H}$ gorizontal izi $P_{1x}$ va $f_1'$ nuqtalardan o‘tadi.

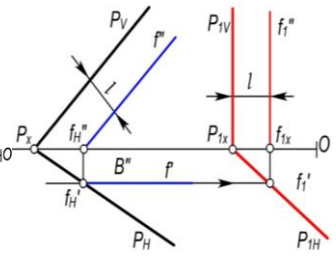


a)



b)




**5.2.3-rasm.** **5.2.4-rasm.** **5.2.5-rasm**

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

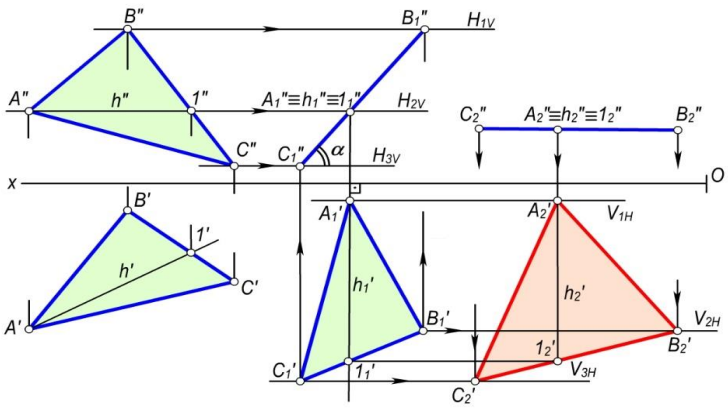
***Yechish***.

1. $\Delta ABC$ ni avval $V$ tekislikka perpendikulyar vaziyatga keltiramiz. Buning uchun uchburchakning $h(h',h'')$ gorizontalini o‘tkazamiz. Chizmada ixtiyoriy $A'_1$ nuqta tanlab, bu nuqtadan $h'_1 \perp OX$ qilib $\Delta A'_1B'_1C'_1=\Delta A'B'C'$ yangi gorizontal proyeksiyasini yasaymiz.

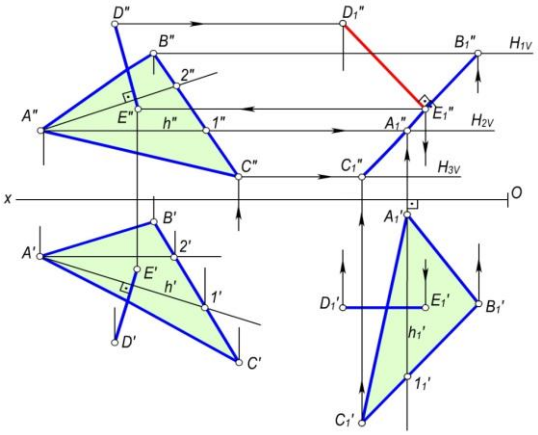
2. $\Delta ABC$ ning yangi vaziyati $V$ tekislikka perpendikulyar bo‘lgani uchun uning frontal proyeksiyasi $C_1''A_1''B_1''$ kesma tarzida proyeksiyalanadi.

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 gorizontal 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 $\Delta A_2'B_2'C_2'$ hosil bo‘ladi. Natijada, $\Delta A_2B_2C_2$ $H$ ga parallel bo‘ladi va berilgan uchburchakning haqiqiy o‘lshamiga teng bo‘lgan proyeksiyasi hosil bo‘ladi. Chizmadagi α burchak $\Delta ABC$ ning $H$ tekislik bilan hosil qilgan burchagini ko‘rsatadi.

***6–masala***. $D(D',D'')$ nuqtadan $\Delta ABC(\Delta A'B'C', \Delta A''B''C'')$ tekislikkasha bo‘lgan masofa aniqlansin (5.2.7–rasm).




**5.2.6-rasm.**




**5.2.7-rasm.**

***Yechish***.

1. $\Delta ABC$ ni parallel harakatlantirib, proyeksiyalar tekisliklarining biriga, masalan, $V$ tekislikka perpendikulyar vaziyatga keltiramiz. Buning uchun mazkur

uchburchakni $h(h',h'')$ gorizontalini $V$ tekislikka perpendikulyar vaziyatga keltirib, $A_1'1_1'=A'1'$ va $\Delta A_1'B_1'C_1'=\Delta A'B'C'$ 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 $D''_1$ 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 gorizontal 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 $h(h',h'')$ gorizontali 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).

*Y**echish***:

1. $AB$ qirrani $V$ tekislikka parallel qilib joylashtiriladi. Buning uchun chizma maydonining ixtiyoriy joyida $A'B'–A_1'B_1'$ va $A_1'B_1'\|OX$ 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 gorizontal proyeksiya bo‘ladi.

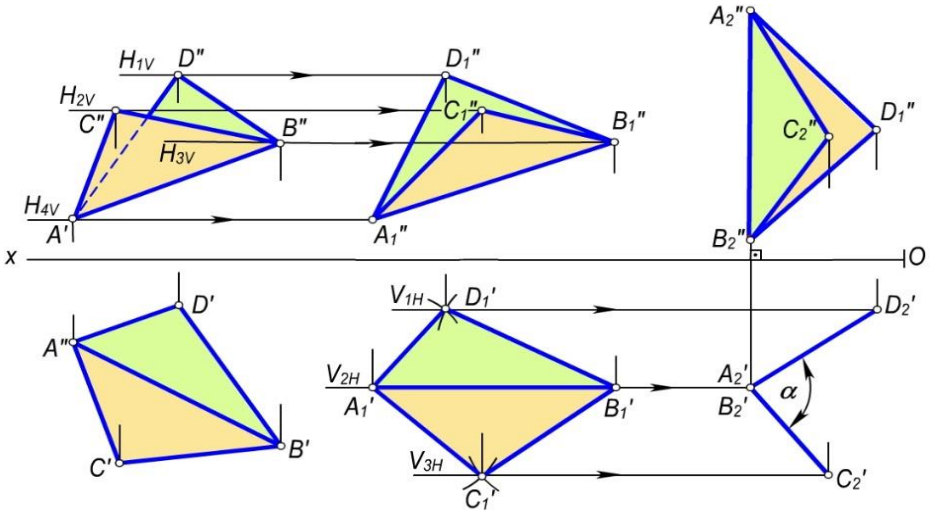
3. Parallel harakatlantirish qoidasiga asosan A″, $C''$, $B''$ va D″ nuqtalar $Ox$ o‘qiga parallel chiziq bo‘yicha harakat qilganligidan $A_1''$, $C_1''$, $B_1''$ va $D_1''$ yangi frontal proyeksiyalari yasaladi.

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. $A''_2B''_2$ 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, $A''_2\equiv B''_2$, $C'_2$ va $D'_2$ nuqtalarning yangi proyeksiyalarini hosil qiladi.

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

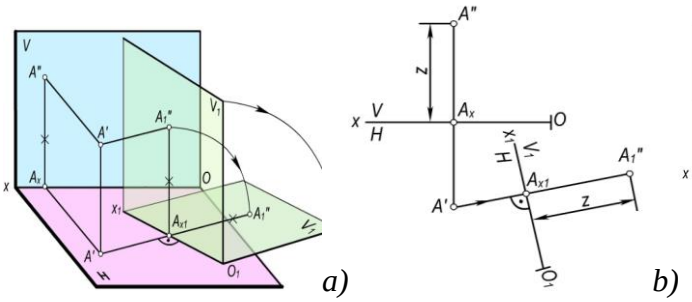
qo‘yilgan shartga ko‘ra, proyeksiyalar tekisliklari bir yoki ikki marta ketma-ket almashtirish mumkin. Proyeksiyalar tekisliklarining ikki marta almashtirilganda, ular ketma-ket ravishda, masalan, avval geometrik shaklga nisbatan parallel, so‘ngra unga perpendikulyar yoki aksinsha qilib almashtiriladi.

***Proyeksiyalar tekisliklarining bittasini almashtirish.*** Fazodagi biror $A$ 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 $A''A_x$ 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.

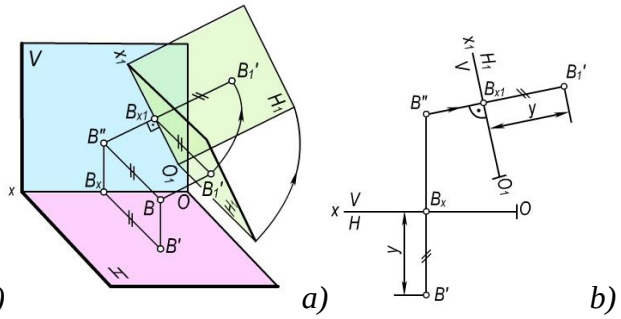
$H$ va $V$ proyeksiyalar tekisliklari tizimida $B$ nuqta $B'$ va $B''$ proyeksiyalari berilgan bo‘lsin (5.3.2,a–rasm). $H$ tekislikni $H_1 \perp V$ tekislik bilan almashtirsak, yangi tekisliklar tizimiga ega bo‘lamiz. $B$ nuqtadan $H$ tekislikka perpendikulyar o‘tkazib, bu nuqtaning $B'_1$ proyeksiyasini 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 $B'_1B_{x1}=B^1B_x$ 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.



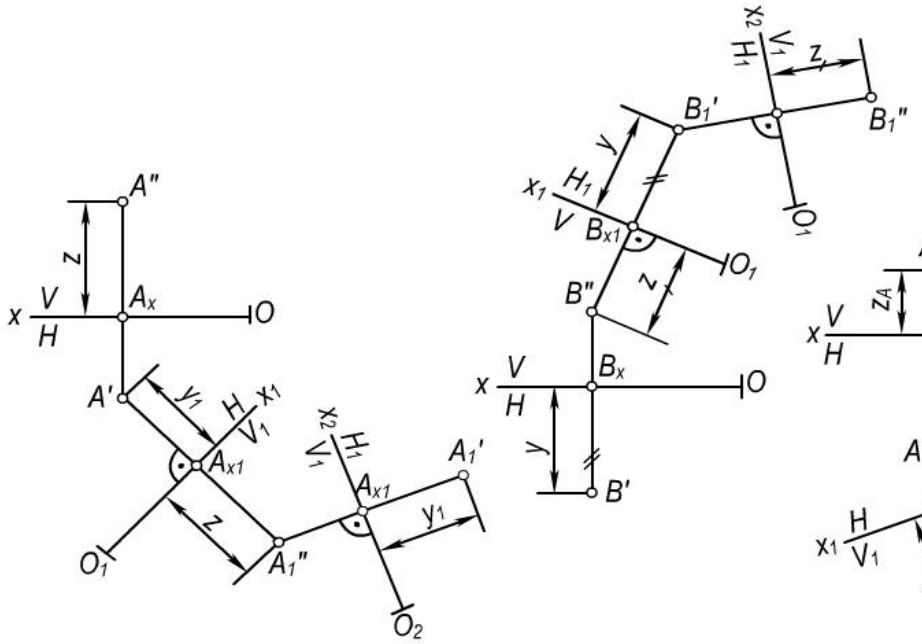

**5.3.1-rasm.**

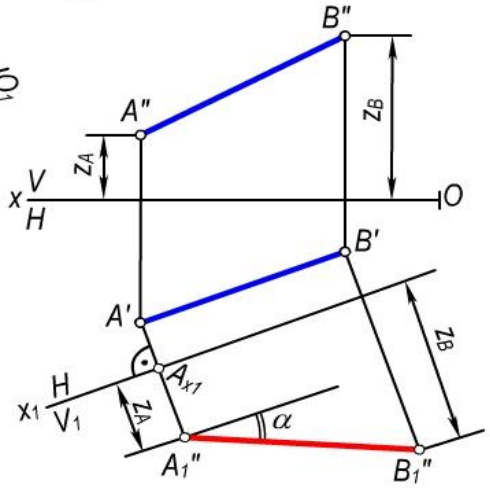



**5.3.2-rasm.**

***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 $A''A_x$ 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 $A'A_{X1}$ 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).



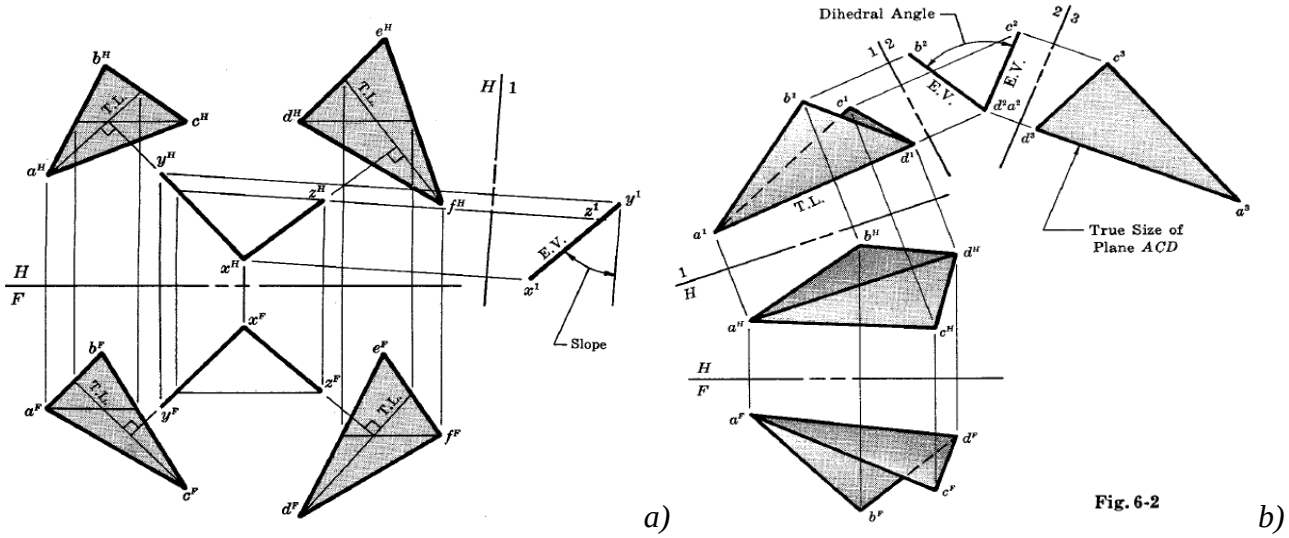




**5.3.3-rasm.a,b** **5.3.4-rasm.**

***Yechish.*** Buning uchun umumiy vaziyatda berilgan *AB* kesmaga parallel qilib gorizontal 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′* gorizontal 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.

Ikkita *ABC* va *DEF* tekisliklar berilgan, *X* nuqta orqali bu tekisliklarga parallel tekislik o’tqazing va uning og’ish burchagini (gorizontal tekislikka nisbatan) proyeksiya tekisliklarini almashtirish usuli yordamida aniqlash (5.3.5,a-rasm). Ikki tekislik orasidagi ikki yoqli burchakning haqiqiy qiymatini va ulardan birinig haqiqiy kattaligini proyeksiya tekisliklarini uch marta almashtirish yordamida aniqlash (5.3.5,b-rasm)[23]. Masalalar AQSh standarti bo’yicha uchinchi oktantda berilgan.

[23] Hawk M.C. Theory and problems of Descriptive Geometry. USA. New York. McGraw Hill Book Comp. 1962, 105-b.




*a)* *b)*

**5.3.5-rasm.**

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

***Yechish.*** Ma’lumki, frontal proyeksiyalovchi tekislikning gorizontal izi $OX$ o‘qiga perpendikulyar bo‘ladi. Shuning uchun umumiy vaziyatdagi $P$ tekislikni frontal proyeksiyalovchi vaziyatga keltirish uchun yangi $O_1X_1$ proyeksiyalar o‘qini tekislikning $P_N$ gorizontal iziga ixtiyoriy joydan perpendikulyar qilib olinadi.

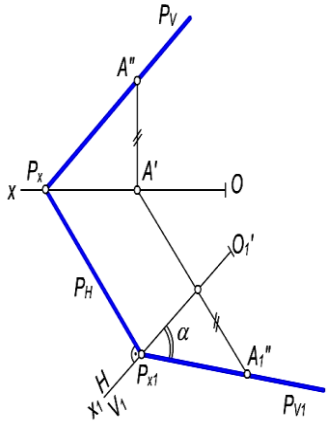
Tekislikning yangi $P_{V1}$ izining yo‘nalishini aniqlash uchun tekislikning $P_V$ iziga tegishli biror, masalan, $A(A',A'')$ olib, uning yangi $A''_1$ frontal proyeksiyasi yasaladi. Tekislikning yangi $P_{1V}$ izini $P_{x1}$ va $A''_1$ nuqtalardan o‘tkaziladi. Chizmada ko‘rsatilgan α burchak $P$ tekislikning $H$ tekislik bilan tashkil etgan burchagi bo‘ladi.

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

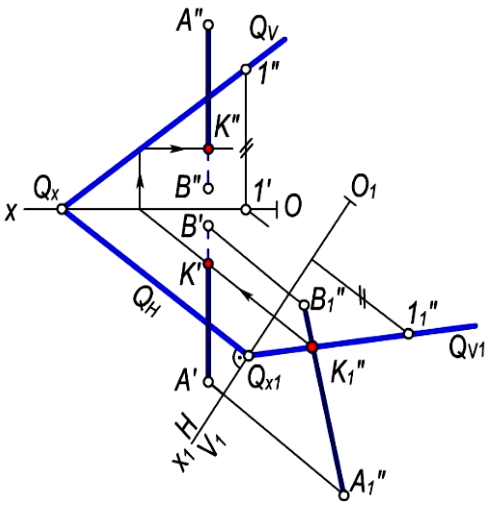
***Yechish.*** Masalani yechish uchun $Q$ tekislikni gorizontal yoki frontal proyeksiyalovchi tekislik vaziyatiga keltiramiz. Buning uchun yangi $O_1X_1$ proyeksiyalar o‘qini tekislikning biror iziga masalan, $Q_H$ ga perpendikulyar qilib o‘tkaziladi. Natijada, tekislikning yangi $Q_{V1}$ izini hamda to‘g‘ri chiziqning $A''_1B''_1$ proyeksiyasi yasaladi. 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 yasaladi.

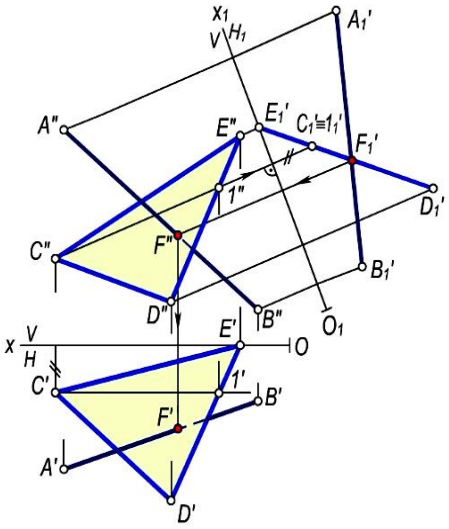
Xuddi shu usul bilan $AB(A'B',A''B'')$ to‘g‘ri chiziqning $\Delta CDE(\Delta C'D'E',\Delta C''D''E'')$, bilan kesishish nuqtasining $F'$ va $F''$ proyeksiyalarini yasaladi (5.3.8–rasm). Bunda mazkur uchburchak tekislik proyeksiyalovchi tekislik vaziyatga keltiriladi. Buning uchun chizmada $\Delta CDE$ tekislikning biror bosh chizig‘iga, masalan, $C1(C'1',C''1'')$ 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 yasaladi. Ularning o‘zaro kesishgan $F'_1$ nuqtasi belgilanadi, so‘ngra $F$ nuqtaning frontal $F''$ va gorizontal $F'$ proyeksiyalari yasaladi.




**5.3.6-rasm.**




**5.3.7-rasm.**



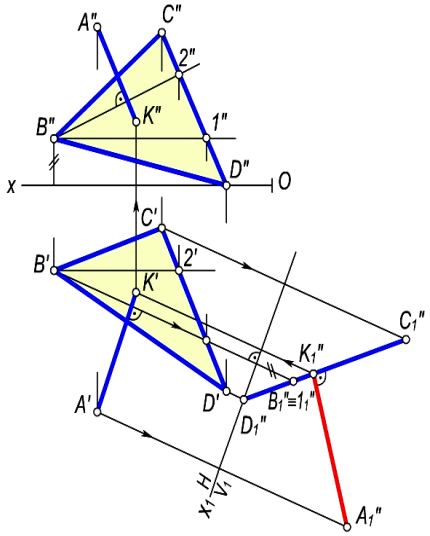

**5.3.8-rasm.**

***4–masala.*** $A$ nuqtadan $\Delta BCD$ tekislikkasha masofa aniqlansin (5.3.9–rasm).

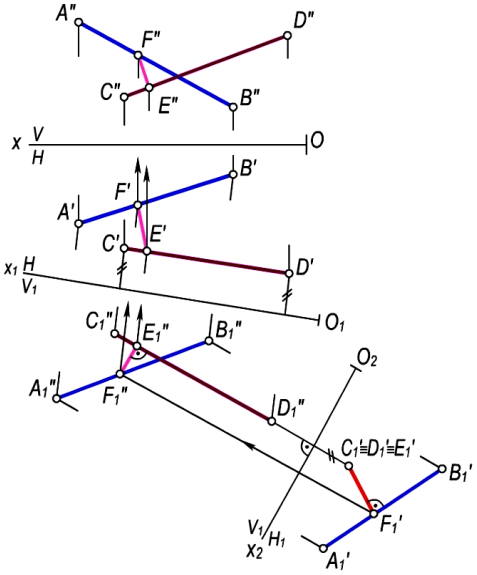
***Yeshish.*** Bu masofa $A$ nuqtadan $\Delta BCD$ tekislikka tushirilgan perpendikulyar bilan o‘lchanadi. Masalani yechish uchun chizmada yangi proyeksiyalar o‘qini uchburchak tekisligining asosiy chiziqlaridan biriga, masalan, gorizontaliga perpendikulyar, ya’ni $O_1x_1 \perp B'1'$ qilib o‘tkaziladi. So‘ngra uchburchakning to‘g‘ri

chiziq kesmasi shaklida proyeksiyalangan yangi proyeksiyalovchi $D''_1B''_1C''_1$ vaziyatini va nuqtaning $A''_1$ proyeksiyasi yasaladi. 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 yasaladi. 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 $C'_1{\equiv}D'_1$ nuqta ko‘rinishida proyeksiyalanadi. Bu nuqtadan $A'_1$ $B'_1$ kesmaga tushirilgan $E'_1$ $F'_1$ 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 nisbatan 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.***

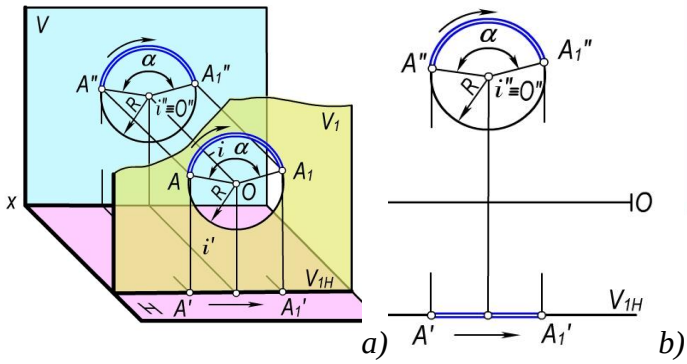
***Nuqtani aylantirish.*** *H* va *V* tekisliklar sistemasida ixtiyoriy *A* nuqta va *i* aylanish o‘qi berilgan bo‘lsin (5.4.1,a–rasm). Agar *A* nuqtani $i \perp V$ aylanish o‘qi atrofida harakatlantirsak, mazkur nuqta *V* tekislikka parallel $V_1$ tekislikda radiusi *OA* ga teng aylana bo‘yicha harakatlanadi. 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 $V_{1N} \| OX$ 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 $B_1$ vaziyayatga 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 proyeksiyasi $N_1$ tekislikning $N_{1V}$ izi bo‘yicha $OX$ ga parallel bo‘lib harakatlanadi. (5.4.2,*b*–rasm).

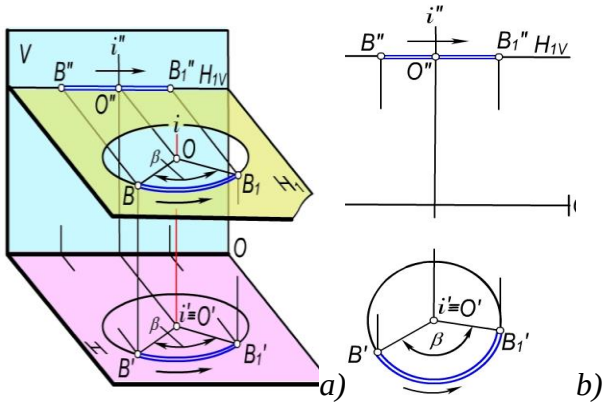
Yuqorida bayon qilinganlardan quyidagi xulosalarga kelamiz:

***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.**



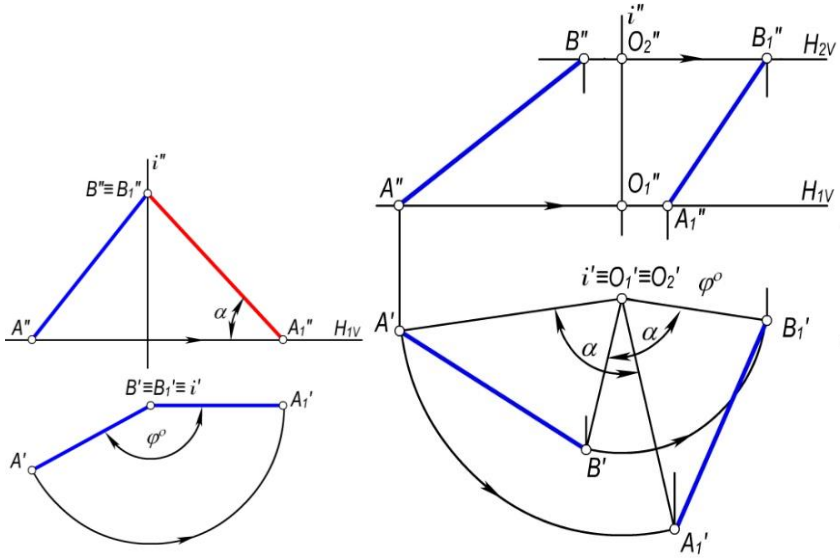

**5.4.2-rasm.**

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

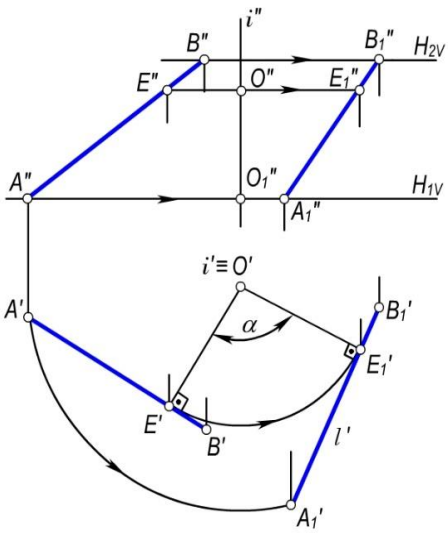
***Yechish.*** $AB$ kesmaning biror, masalan $B$ uchidan $i \perp H$ aylantrish o‘qi o‘tkaziladi. So‘ngra bu o‘q atrofia kesmaning $A'B'$ gorizontal proyeksiyasini $A'B' \parallel OX$ vaziyatga kelguncha aylantiramiz. Bunda $AB$ kesmaning $A''$ nuqtasi $N_{1V} \parallel OX$ bo‘yicha harakatlanib, $A''_1$ 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*⊥*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 uchlarining *A″* va *B″* proyeksiyalari $N_{1V}||OX$ va $N_{2V}||OX$ 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* aylanish 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, λ′ 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.



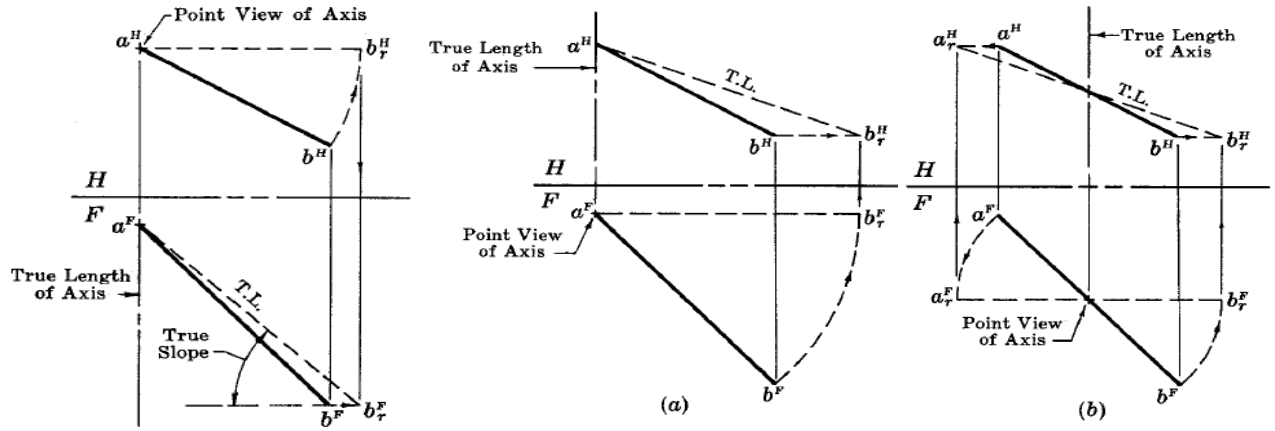

*a)*




*b)*

**5.4.3-rasm.** **5.4.4-rasm.**

To’g’ri chiziq kesmasining haqiqiy uzunliginin vertikal (5.4.5,*a* -rasm) va gorizontal (gorizontal 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 aniqlash[24]. Masalalar AQSh standarti bo’yicha uchinchi oktantda berilgan.




*a)* *b)* *c)*

**5.4.5-rasm.**

***3–masala***. Izlari bilan berilgan umumiy vaziyatdagi *P* tekislikni *i*⊥*H* o‘qi atrofida α burchakka aylantirilish talab qilinsin (5.4.6-rasm).

***Yechish***. P tekislikning *h(h′,h″)* gorizontali *i* aylanish o‘qi orqali o‘tkaziladi va *h*∩*i*=>*O(O′,O″)* aniqlanadi. So‘ngra *O′* nuqtadan $P_N$ ga *O′E′* perpendikulyar tushiriladi. Hosil bo‘lgan *O′E′* berilgan *P* tekislikni *i* o‘q atrofida aylantirish radiusi bo‘ladi. Tekislikning $P_N$ gorizontal izi *O′E′* radius bo‘yicha α burchakka aylantirilganda, u $P_{1N}$ vaziyatni egallaydi. Tekislikning yangi $P_{1V}$ frontal izini aniqlash uchun uning gorizontalidan 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 $P_{1x}$ va $1_1''$ nuqtalar tutashtiriladi.

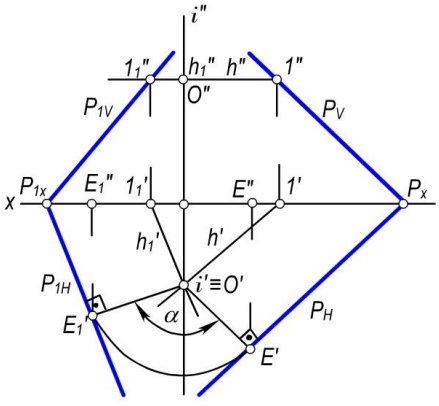
***4–masala***. Umumiy vaziyatdagi $P(P_H,P_V)$ tekislikni *i(i′,i″)*⊥*H* o‘q atrofida aylantirib frontal proyeksiyalovchi tekislik vaziyatiga keltirilsin (5.4.7-rasm).

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

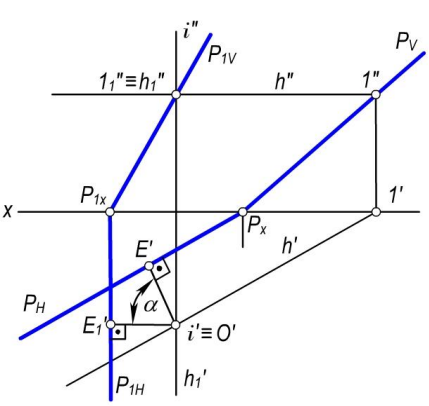
***Yechish.*** *P* tekislikning *h(h',h")* gorizontali *i(i',i")* o‘qi orqali o‘tkaziladi va gorizontalning *i'* o‘qi bilan kesishish nuqtasi *O(O',O")* topiladi. Tekislik bilan uning *h(h',h")* gorizontali *O'* atrofida aylantirilib, proyeksiyalovchi, ya’ni $h_1' \perp OX$ vaziyatga keltiriladi. Gorizontalning *h"* frontal proyeksiyasi esa $h_1'' \equiv 1_1''$ vaziyatda bo‘ladi. Tekislikning yangi $P_{1V}$ frontal izi $P_{1X}$ va $1_1''$ nuqtalardan o‘tadi.

***5–masala***. $\Delta ABC(\Delta A'B'C', \Delta A''B''C'')$ tekislikning *H* tekislik bilan tashkil etgan $\alpha$ burchagini aniqlansin (5.4.8–rasm).

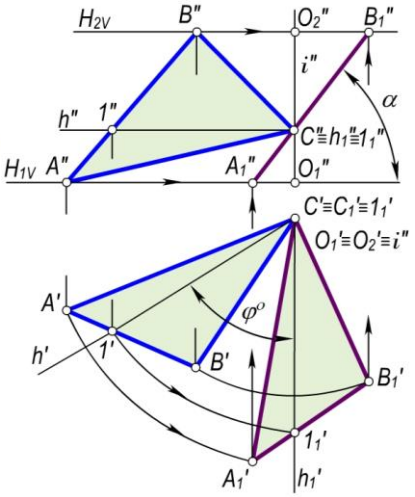
***Yechish.*** Izlangan $\alpha$ burchakni aniqlash uchun berilgan $\Delta ABC$ tekislikni frontal proyeksiyalovchi vaziyatga keltirish kerak bo‘ladi. Buning uchun uchburchakning biror, masalan, *C* nuqtasidan $i' \perp H$ aylanish o‘qi o‘tkaziladi va bu o‘q atrofida uchburchakni $h_1 \perp V$ (epyurda $h'_1 \perp V$) vaziyatga kelguncha aylantiriladi. Bunda, uchburchakning *A*, *B* va *C* nuqtalari ham $\varphi^o$ burchakka harakatlanadi. Chizmada uchburchak uchlarning yangi $A'_1$, $B'_1$ va $C'_1$ proyeksiyalari orqali uning $A''_1B''_1C''_1$ frontal proyeksiyalarini aniqlanadi. Bu nuqtalar o‘zaro tutashtirilsa, $A''_1B''_1C''_1$ kesma (uchburchakning yangi frontal proyeksiyasi) hosil bo‘ladi. Bu kesmaning *OX* o‘qi bilan tashkil etgan $\alpha$ burchagi $\Delta ABC$ ni *H* tekislik bilan hosil etgan burchagiga teng bo‘ladi.




**5.4.6-rasm.**




**5.4.7-rasm.**



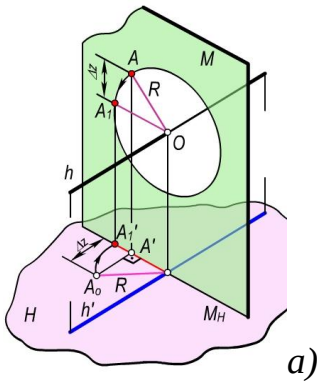

**5.4.8-rasm.**

### *Geometrik shaklni proyeksiyalar tekisligiga parallel o‘q atrofida aylantirish*

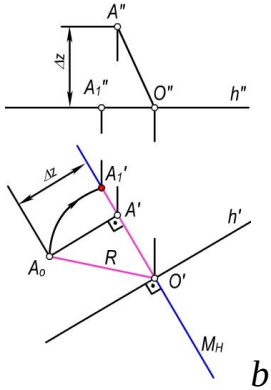
Umumiy vaziyatda joylashgan tekis geometrik shakllarni proyeksiyalar tekisliklariga parallel bo‘lgan o‘qlar atrofida aylantirib, ba’zi metrik masalalarni yechish mumkin. Bunda, aylanish o‘qi sifatida umumiy vaziyatda joylashgan geometrik shaklning asosiy chiziqlari–gorizontal yoki frontallaridan foydalaniladi. 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 gorizontal atrofida aylantirilganda radiusi $OA$ ga teng aylana bo‘yicha $M \perp h$ tekislikda harakatlanadi (5.4.9,a–rasm). Bunda, uning gorizontal proyeksiyasi gorizontalning h′ gorizontal proyeksiyasiga perpendikulyar to‘g‘ri chiziq bo‘yicha harakatlanadi. Chizmada tasvirlangan $A(A',A'')$ nuqtani $A_1(A_1',A_1'')$ vaziyatga kelguncha aylantirish uchun aylanish markazi $O(O',O'')$ nuqtani aniqlash kerak (5.4.9,b–rasm). Bu nuqta aylanish o‘qi h ning $M$ tekislik bilan kesishish nuqtasi bo‘ladi. Chizmada aylantirish radiusi $R$ ning haqiqiy o‘lchamni aniqlash uchun $H$ tekislikda to‘g‘ri burchakli $\Delta O'A'A_0$ yasaymiz. Buning uchun $AO$ radiusning $A'O'$ gorizontal proyeksiyasini to‘g‘ri burchakli uchburchakning bir kateti, $OA$ kesma uchlari applikatalarining $\Delta z$ ayirmasini ikkinchi kateti qilib olamiz. Bu uchburchakning gipotenuzasi izlangan aylantirish radiusi $R$ bo‘ladi. $A$ nuqtaning aylantirilgandan keyingi yangi vaziyatining $A'_1$ gorizontal proyeksiyasi aylanish markazi $O'$ nuqtada bo‘lgan va $O'A_0=R$ 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 chiziqda bo‘ladi.

***1–masala***. Umumiy vaziyatdagi $\angle ABC(\angle A'B'C',\angle A''B''C'')$ ning haqiqiy o‘lchami aniqlansin (5.4.10–rasm).

***Yechish.*** Berilgan burchakning gorizontali yoki frontalidan foydalaniladi. Mazkur burchakning haqiqiy o‘lchamini aniqlash uchun chizmada uning *f(f′,f″)* frontali o‘tkazilgan. Rasmda hosil bo‘lgan ∠*ABE*(∠*A′B′E′*, ∠*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 aylanish markazining $O_B(O'_B,O''_B)$, so‘ngra aylantirish radiusining $BO_B(B'O'_B,B''O''_B)$ proyeksiyalari aniqlanadi. To‘g‘ri burchakli $\Delta O''_B B''B''_O$ yasash bilan radiusning haqiqiy o‘lchami $O''_B B''_1=R$ aniqlanadi. *B* nuqtaning yangi vaziyatini yasash uchun $O''_B$ dan *R* radius bilan $O''_B B''_1$ perpendikulyarning davomi bilan kesishguncha yoy o‘tkaziladi va hosil bo‘lgan $B''_1$ bilan *A″* va *E″* nuqtalarni tutashtiriladi. Chizmada hosil bo‘lgan α berilgan burchakning haqiqiy o‘lchami bo‘ladi.

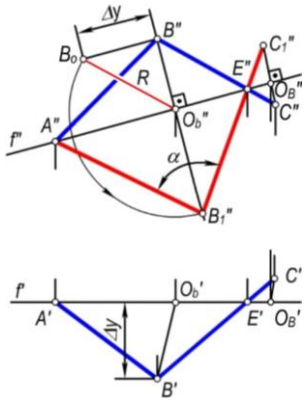



*a)*




*b)*

**5.4.9-rasm.**



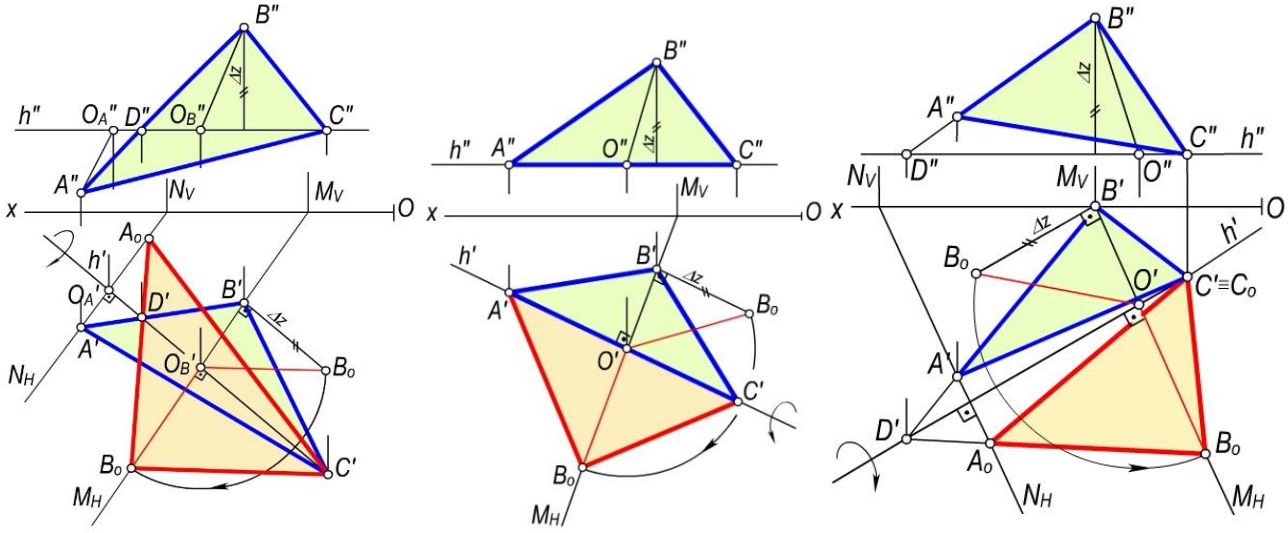

**5.4.10-rasm.**

***2–masala***. Umumiy vaziyatdagi Δ*ABC*(Δ*A′B′C′*, Δ*A″B″C″*) ning haqiqiy o‘lchami aniqlansin (5.4.11,a-rasm).

***Yechish.*** Uchburchak gorizontali h o‘tkaziladi. Δ*ABS* ning haqiqiy o‘lchamini aniqlashda uni *B* va *C* uchlari aylantirish radiuslarining haqiqiy o‘lshamlari aniqlanadi.

Chizmada *B* nuqtaning aylantirish radiusini aniqlash uchun uning *O′B′* va *O″B″* proyeksiyalaridan foydalanib, to‘g‘ri burchakli $\Delta O'_o B'B'_o$ yasaymiz. Bu uchburchakning $O'B'_o$ gipotenuzasi *B* nuqtaning aylantirish radiusi bo‘ladi. *B*

nuqtaning yangi vaziyati aylantirish markazining gorizontal proyeksiyasi $O'$ dan radiusi $O'B_o$ ga teng qilib o‘tkazilgan yoyning harakat tekisligining $M_H$ izi bilan kesishgan $B_o$ nuqtasi bo‘ladi.




*a)* *b)* *c)*

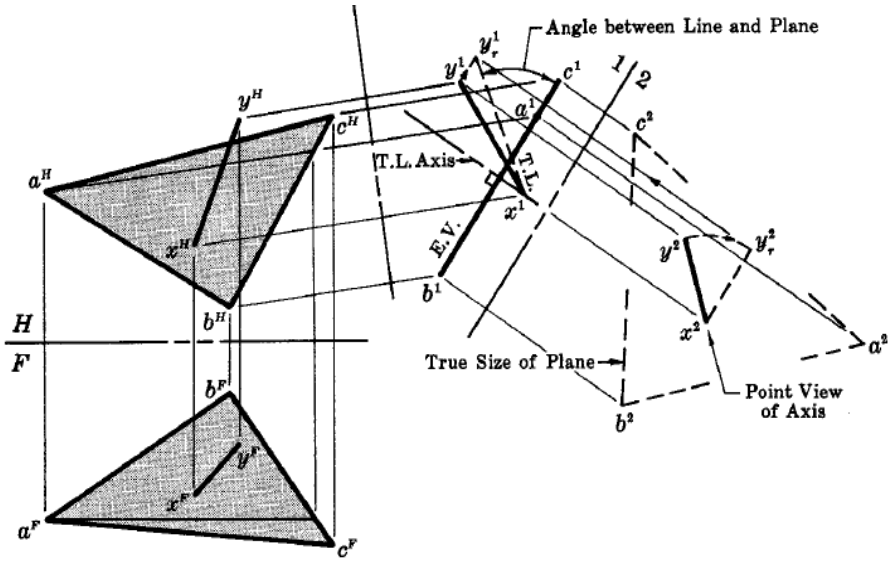
**5.4.11-rasm.**

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 $N(N_H)$ 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.

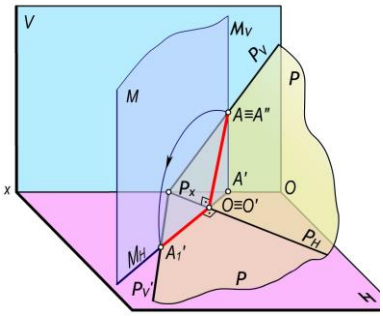
Agar uchburchakning biror tomoni (masalan, *AC*) gorizontal vaziyatda berilgan bo‘lsa, masala 5.4.11,b-rasmda ko‘rsatilgan kabi yeshiladi. 5.4.11,c-rasmda aylanish o‘qi gorizontal bo‘lib, uchburchak konturidan tashqarida *S* nuqta orqali o‘tkazilgan.

Bu holda uchburchakning haqiqiy kattaligi uning gorizontal 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.**

## 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 gorizontal 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 gorizontal izi qabul qilinsa, bu tekislikni gorizontal proyeksiyalar tekisligi bilan jipslashtirish mumkin.

Shuningdek, tekislikni frontal izi atrofida aylantirib, uni frontal proyeksiyalar tekisligiga jipslashtiriladi. Tekisliklarni proyeksiyalar tekisligiga jipslashtirish yo‘li

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

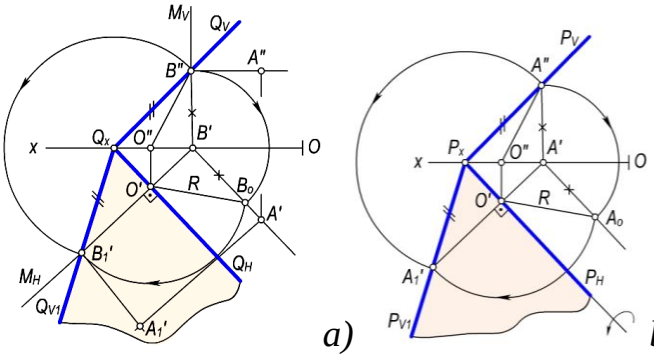
bilan mazkur tekislikka tegishli bo‘lgan tekis shakllarning haqiqiy o‘lchamini aniqlash mumkin yoki umumiy vaziyatida berilgan tekislikka tegishli bo‘lgan har qanday geometrik masalalarni yechish mumkin. 5.5.2,a–rasmda umumiy vaziyatdagi $Q$ tekislikni $Q_N$ gorizontal izi atrofida aylantirib, $H$ tekislikka jipslashtirish ko‘rsatilgan. Tekislikning gorizontal 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 $M$ gorizontal proyeksiyalovchi tekislik o‘tkaziladi. $B$ nuqta $O'B_o=R$ radiusli yoy bo‘yicha $M_N$ iz bilan kesishguncha aylantiriladi. Natijada, hosil bo‘lgan $B'_1$ nuqta bilan $Q_x$ 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 $Q_V$ iziga tegishli $Q_xB_1$ kesma o‘zining haqiqiy o‘lshamiga teng bo‘lgani uchun $Q_xB''=Q_xB'_1$ bo‘ladi. Demak, chizmada $Q(Q_N,Q_V)$ tekislikni $H$ tekislikka jipslashtirish uchun uning $Q_V$ izida tanlab olingan $B\equiv B''$ nuqtani va $Q_X$ markazdan $Q_xB''$ radius bilan yoy chizib, $M$ tekislikning $M_N$ izi bilan kesishgan $B_1$ nuqta aniqlanadi. So‘ngra $B_1$ va $Q_X$ nuqtalardan tekislikning $Q_{V1}$ 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.

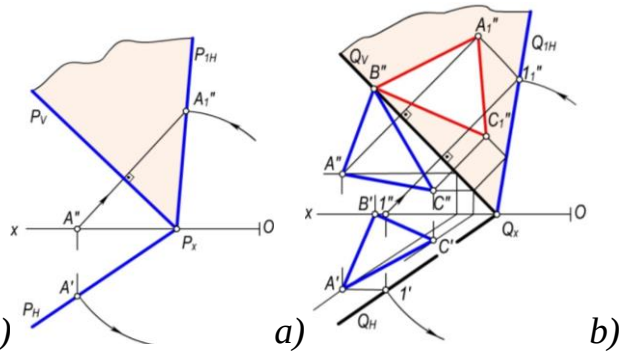
Xuddi shuningdek $P(P_H,P_V)$ tekislikni $V$ tekislikka ham jipslashtirish mumkin (5.5.3–rasm,*a*). Buning uchun berilgan $P$ tekislikning $P_H$ gorizontal izida ixtiyoriy $A$ nuqta tanlab, uning aylantirish radiusi $P_XA'$ aniqlanadi va tekislikning $P_N$ izini $P_V$ izi atrofida aylantirib, tekislikka jipslashtiriladi. Chizmadan ko‘rinib turibdiki, $P$ tekislikni $P_N$ izi atrofida aylantirilganda $P_xA'$ kesma $P_xA''_1$ ga teng bo‘ladi.

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




*a)* *b)*

**5.5.2-rasm.**

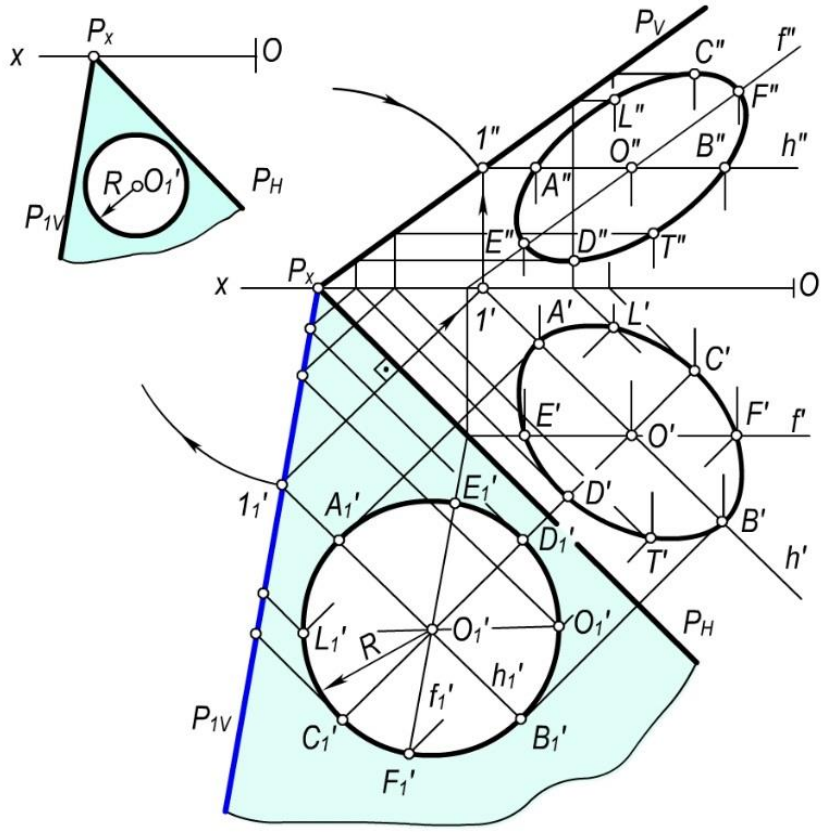



*a)* *b)*

**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 $h'_1$ 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

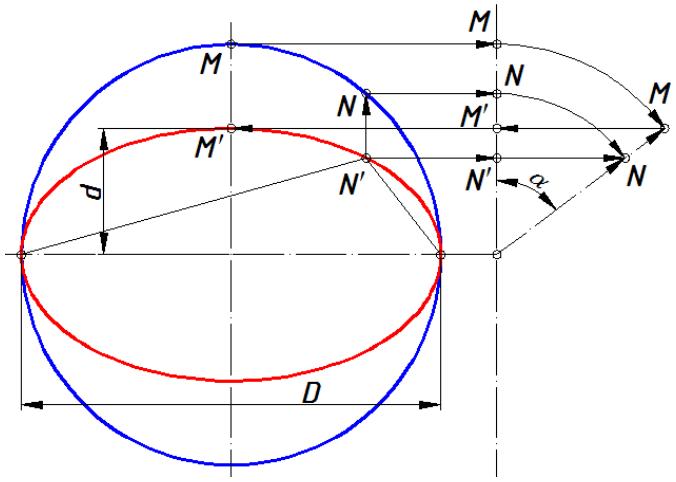
nuqtadan h′$_1$ ning h′ proyeksiyasi o‘tkaziladi. So‘ngra $P_x$ markazdan $P_x1'_1$ radius bilan o‘tkazilgan yoyning 1′ dan $OX$ o‘qiga o‘tkazilgan perpendikulyar bilan kesishgan 1″ nuqtasi topiladi. Bu nuqtadan $h'_1$ ning h″ proyeksiyasini o‘tkaziladi. So‘ngra 1″ va $P_x$ nuqtalar tutashtirilib, tekislikning $P_V$ 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 $f'_1$ frontalini aylananing markazi $O'_1$ dan $P_{1V}$ ga parallel qilib o‘tkazilib, aylananing $E'_1$ va $F'_1$ nuqtalarning $E'$,$E''$ va $F'$,$F''$ proyeksiyalari yasaladi. Xuddi shu tarzda aylananing $L'_1$ va $T'_1$, $C'_1$ va $D'_1$ nuqtalarning proyeksiyalari tekislikning gorizontallari 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 modellashtirishga 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].



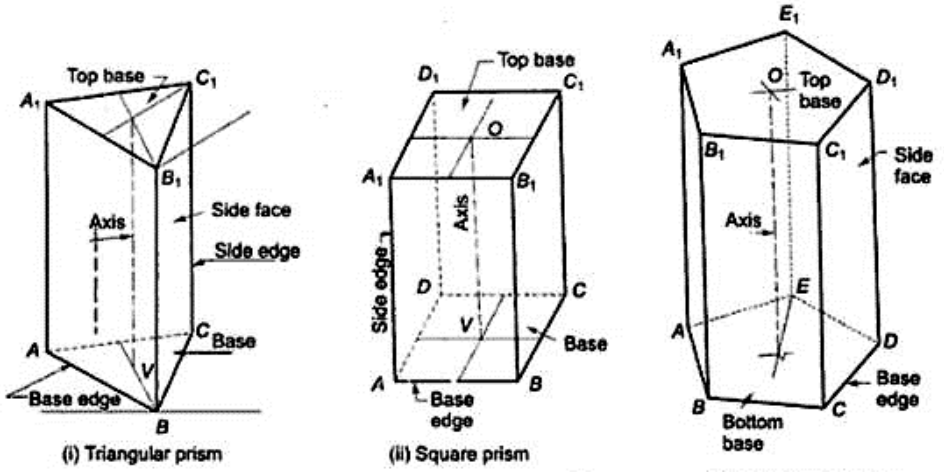

**5.5.6-rasm.**

Ma’lum-ki, ellips ***D*** diametrli aylananing $\alpha$ burchak ostida tekislikka proyeksiyalanishidan hosil bo’ladi. Shunga asoslanib ishlab chiqilgan proyeksion modelda ellipslarning yagona katta ***D*** diametrga va $\alpha$ burchakka bog’liq holda cheksiz ko’p kichik $d_i$ diametrlar ega ekanligini ko’ramiz. Shundan kelib chiqib masalani echishda aylantirish usuliga asoslangan geometrik modellashtirish mahsuli bo’lmish proyeksion modeldan foydalanib ***N’*** nuqtaning istalgan vaziyati uchun ellipsni aniqlasah mumkin. 5.5.6-rasm ellipsningkichik diametrini aniqlash ketma-ketligi ctrelkalar yordamida ko’rsatilgan.

[26] Jo’raev T.X. Моделирование эллипса по трем наперед заданным точкам на AutoCAD 2010. Qishloq xo’jaligini innovasion rivojlantirishda agrar fani va ilmiy-texnik axborotning roli. Respublika ilmiy-amaliy anjumani materiallari I–qism. Toshkent 29-dekabr 2010 y., TDAU. 233-235 betlar.

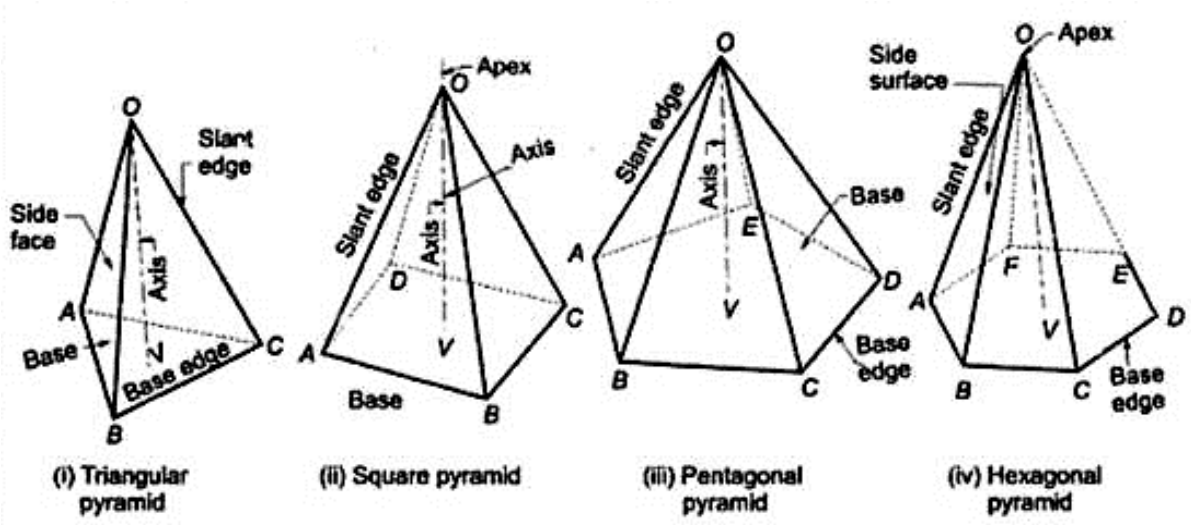
## 6.1-§. Ko’pyoqliklar to’g’risida umumiy ma’lumotlar

*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 deyiladi[27]. 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 piramidrlar 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 chiziq prizmaning o`qi hisoblanadi. Piramida asosining markazi bilan uning uchini tutashtiruvchi chiziq piramida o`qi hisoblanadi.




**6.1.1,*a*-rasm. Prizmalar**

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



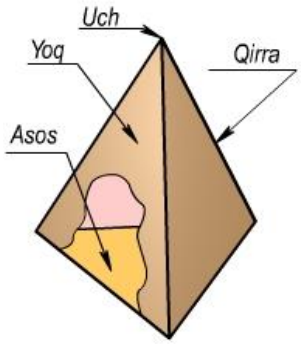

**6.1.1,*b*-rasm. Piramidalar**

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 *botiq ko’pyoqliklar* deb yuritiladi. Ko‘pyoqlirlarining bir nesha 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*).

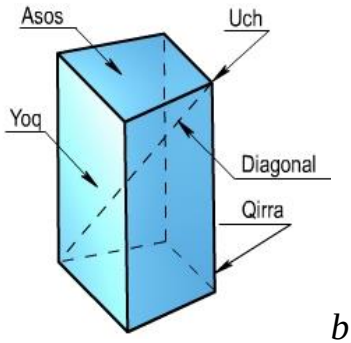
***Ta’rif***. *Yon yoqlari to‘rt burchaklardan va asosi ko‘p burchakdan iborat bo‘lgan ko’pyoqliklar prizma deyiladi.* Yon yoqlarning kesishuv chiziqlari – prizma *qirralari*, qirralar orasidagi ko‘p burchaklining yoqlari deyiladi (6.1.2-rasm,*b*).

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 atladi. 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 uchlaridan 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).

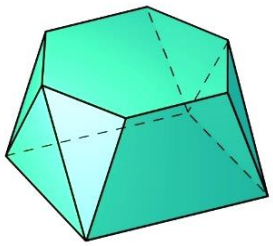



*a)*

**6.1.2-rasm**




*b)*



**6.1.3-rasm**

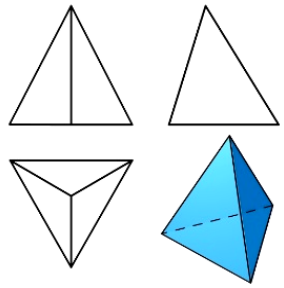
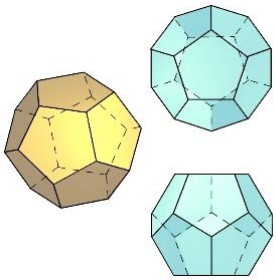
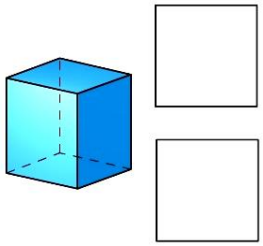
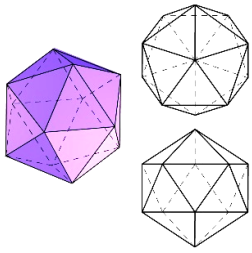
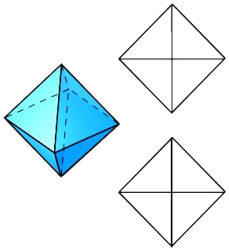
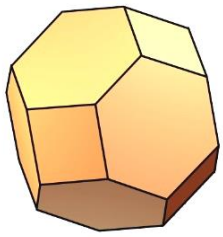
Ko’pyoqliklarning muhim xossalaridan birini Eyler quyidagisha bayon etgan: ***Eyler teoremasi. Har qanday qavariq ko’pyoqliklarda yoqlar bilan uchlar sonining yig‘indisidan qirralar sonining ayirmasi ikkiga teng bo‘ladi (ya’ni YO+U-Q=2).***

Yon yoqlari turli rasmdagi 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.

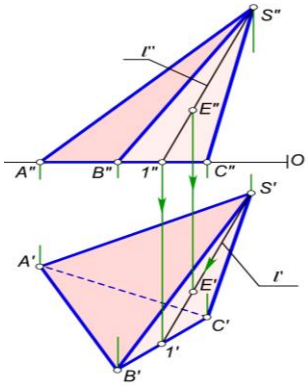
*Jadval 6.1.*

***Muntazam ko’pyoqliklar***

| | | |
|---|---|---|
|  ***Tetraedr*** |  ***Dodekaedr*** |  ***Kub–geksaedr*** |
|  ***Ikosaedr*** |  ***Oktaedr*** |  ***Kesik oktaedr*** |

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

Ko’pyoqliklar chizmada o‘z aniqlovshilarining to‘g‘ri burchakli proyeksiyalari orqali beriladi. 6.2.1–rasmda *SABC* piramidaning tekis chizmasi o‘z aniqlovshilari: *S(S′S″)* uchi, asosi *ABC(A′B′C′,A″B″C″)* uchburchakning proyeksiyalari orqali tasvirlangan. *SA*, *SB*, … qirralarning proyeksiyalari *S,A,B,C* uchlarining bir nomli proyeksiyalarini birlashtiruvshi *S′A′* va *S″A″*, *S′B′* va *S″B″* va h.k. kesmalar bo‘ladi.




**6.2.1-rasm**

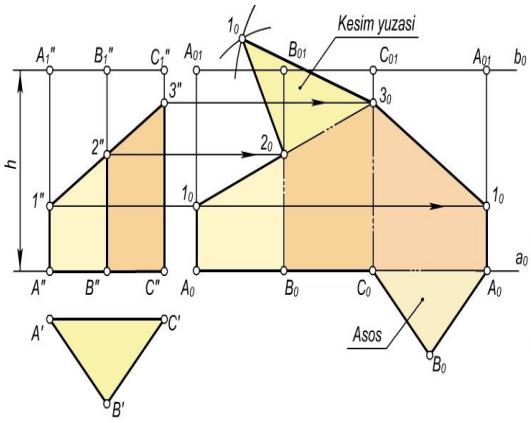
Yoqlarining proyeksiyalari esa qirralarning proyeksiyalari bilan chegaralangan $S'A'B'$ va $S''A''B''$, $S'A'C'$ va $S''A''C''$,… tekis rasmlardan iborat bo‘ladi. Ko’pyoqliklar sirtidagi ixtiyoriy $(E'')$ nuqtaning yetishmagan $E'$ proyeksiyasi yon tekislikka tegishli ixtiyoriy $\ell(\ell', \ell'')$ 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).

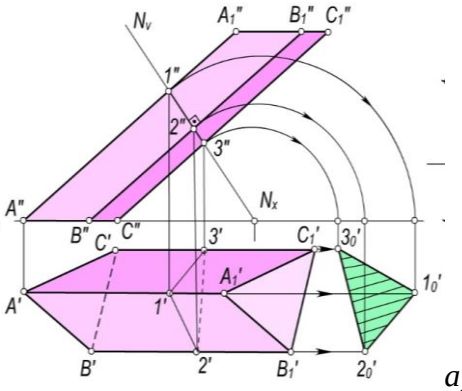
***Yechish.*** Prizmaning yon qirralari frontal proyeksiyada, asosidagi qirralari esa gorizontal proyeksiyada xaqiqiy uzunlikda tasvirlangan. Prizmaning yoyilmasini yasash uchun dastlab uning biror masalan, $AA_1$ qirrasi bo‘ylab xayolan kesish kerak. So‘ngra uchta to‘g‘ri to‘rtburchaklar (yon yoqlar) 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 $N(N_V)$ 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

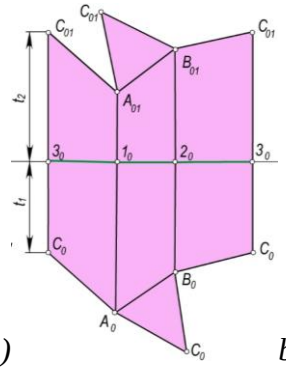
chiziqni ingichka qilib o‘tkaziladi. Bu chiziqqa normal kesim tomonlarning haqiqiy uzunliklari biror (masalan, $3_0$) nuqtadan boshlab o‘lchab qo‘yiladi (6.2.3,b-rasm). Hosil bo‘lgan $3_0$, $1_0$, $2_0$ va $3_0$ nuqtalardan $a_0$ chiziqqa perpendikulyar vaziyatda chiziq o‘tkaziladi. Bu chiziqlarga qirralarning haqiqiy uzunliklari o‘lchab qo‘yiladi. Yoyilmada $C''3''=C_03_0$ va $3''C''=3_0C_0$ 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**



*a)*



*b)*

**6.2.3–rasm**

## 6.3-§. Ko’pyoqliklarning tekislik bilan kesishyvi

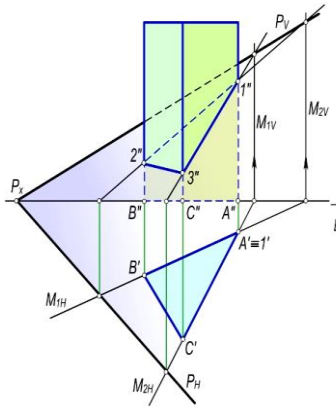
Ko’pyoqliklarni tekislik bilan kesilganda kesimda ko‘pburchak hosil bo‘ladi. Hosil bo‘lgan ko‘pburchakning uchlari, ko’pyoqliklar qirralarining kesuvchi tekislik bilan kesishgan nuqtalari bo‘ladi. Kesimning tomonlari esa ko’pyoqliklar yoqlarining kesuvchi tekislik bilan kesishish chiziqlari bo‘ladi. 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 uchlarini, ya’ni ko’pyoqliklar qirralarining kesuvchi tekislik bilan kesishgan nuqtasini yasash usuli.
- aralash usul, bunda yuqoridagi ikkala usuldan foydalaniladi.

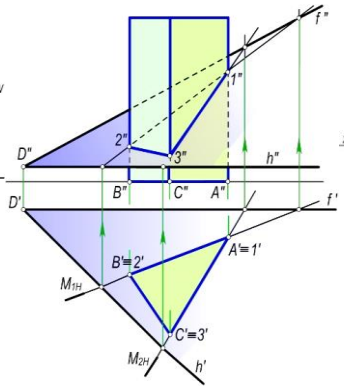
Bu usullardan qaysi birini qo‘llash ko’pyoqliklar va tekislikni tekis chizmada berilishiga qarab tanlanadi.

***Kesim tomonlarini yasash usuli.*** Bu usul ikki tekislikning kesishish chizig‘ini yasash algoritmini bir nesha 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.

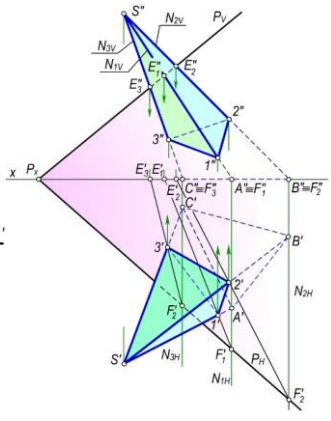
***Kesim uchlarini yasash usuli.*** Bu usul 1-usulga nisbatan umumiyroq hisoblanib, to‘g‘ri chiziq bilan tekislikning kesishish nuqtasini yasash algoritmi asosida bajariladi. 6.3.3, 6.3.4-rasmlarda asosi H proyeksiyalar tekisligida bo‘lgan $SABC$ piramidani, izlari orqali berilgan $P$ tekislik va kesishuvchi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



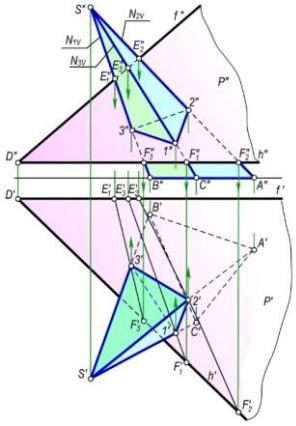
**6.3.1-rasm**



**6.3.2-rasm**



**6.3.3-rasm**

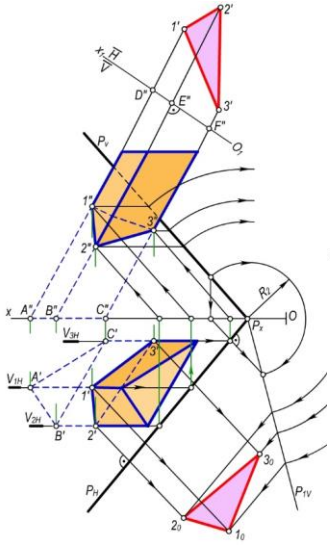


**6.3.4-rasm**

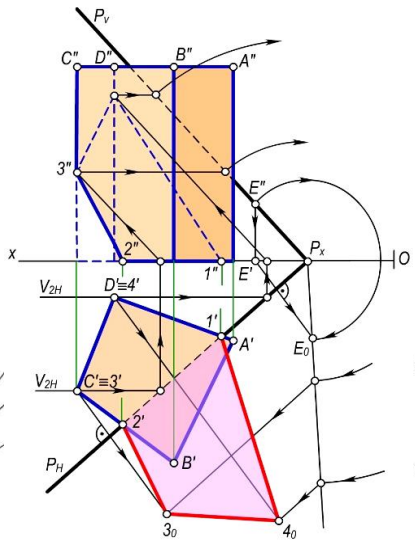
Kesim proyeksiyalari $\Delta 1'2'3'$ va $\Delta 1''2''3''$ ni yasash algoritmi quyidagicha:

- *SA, SB, SC* qirralar 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.

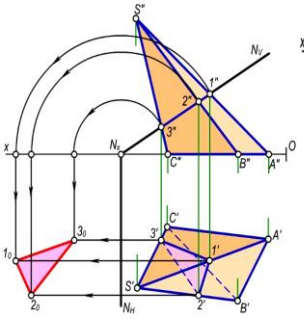
6.3.5-rasmda aynan shu usul bilan og‘ma prizmaning umumiy holatdagi $P(P_V,P_H)$ tekislik bilan kesishish chizig‘ini proyeksiyalarini yasash prizma qirralari orqali $V_1$, $V_2$ va $V_3$ yordamchi frontal tekisliklar o‘tkazish bilan aniqlash ko‘rsatilgan. Kesim yuzasi $\Delta 123$ ning haqiqiy kattaligi $P$ 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 $P_N$ 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 ushyoqli piramidani $N_1(N_{1V})$ va $N_1(N_{2V})$ frontal proyeksiyalovchi tekisliklar bilan kesib, kesimda hosil bo‘lgan o‘yiq qismining gorizontal proyeksiyasini yasash ko‘rsatilgan.



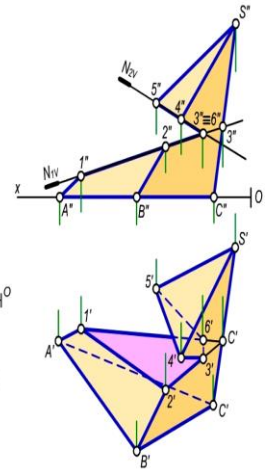
**6.3.5-rasm**



**6.3.6-rasm**



**6.3.7-rasm**



**6.3.8-rasm**

## 6.4-§. Ko’pyoqliklarning to‘g‘ri chiziq bilan kesishuvi

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

- to‘g‘ri chiziq orqali xususiy vaziyatdagi tekislik o‘tkazish usuli;
- to‘g‘ri chiziq orqali umumiy vaziyatdagi tekislik o‘tkazish usuli.

Quyida to‘g‘ri chiziq bilan ko’pyoqliklarning kesishish nuqtalarini yasashga oid bir nesha misollarni ko‘rib chiqamiz.

***1-usul***: To‘g‘ri chiziq bilan ko’pyoqliklar sirtining o‘zaro kesishish nuqtalarini xususiy vaziyatdagi tekislik vositasida yasash, qo‘yidagi algoritm asosida bajariladi:

- berilgan to‘g‘ri chiziq 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 chiziq kesishish nuqtalari belgilanadi.

6.4.1–rasmda $\ell(\ell',\ell'')$ to‘g‘ri chiziqning ush yoqli $\boldsymbol{\Phi(\Phi',\Phi'')}$ prizma sirti bilan kesishish nuqtalarini yasash tasvirlangan.

Yasash algoritmi qo‘yidagisha:

- $\ell$ to‘g‘ri chiziq orqali frontal proyeksiyalovchi $N(N_H,N_V)$ tekislik o‘tkaziladi; $\ell'' \subset N_V$ va $N_H \perp OX$;

- N tekislik bilan $\boldsymbol{\Phi}$ prizmaning kesishishidagi kesim yuza chizig‘i proyeksiyalari $1'2'3'$ va $1''2''3''$ yasaladi. $N \cap \boldsymbol{\Phi} \Rightarrow =23$;

- Kesim yuza chizig‘i $\Delta 123$ bilan $\ell$ to‘g‘ri 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 proyeksion 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 chiziq 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 chiziqning 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 $\ell$ orqali $M(M_N)$ gorizontal proyeksiyalovchi tekislik o‘tkaziladi, kesishuv nuqtalari proyeksiyalari $E'_1$ va $E'_2$ belgilab, so‘ngra $E''_1$ va $E''_2$ proyeksiyalar yasaladi.

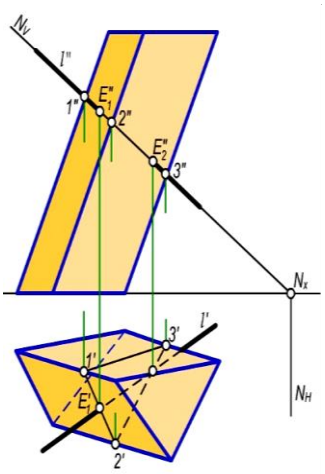
***2-usul*:** To‘g‘ri chiziq bilan ko’pyoqliklar sirtining o‘zaro kesishish nuqtalarini, umumiy vaziyatdagi yordamchi tekislik vositasida yasash. Bunda umumiy vaziyatdagi tekislik o‘tkazish uchun markaziy yoki qiyshiq burchakli parallel proyeksiyalash usullarining biridan foydalaniladi. Bunda to‘g‘ri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

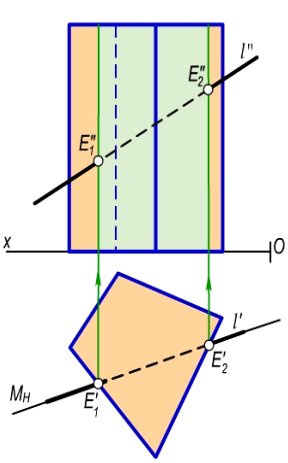
- berilgan to‘g‘ri chiziq orqali sirtning asosini kesuvchi umumiy vaziyatdagi yordamchi tekislik o‘tkaziladi;

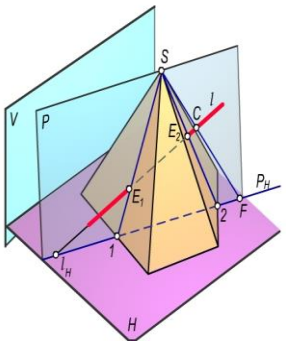
- yordamchi tekislik bilan sirt asosi tomonlarining kesishish nuqtalari belgilanadi;

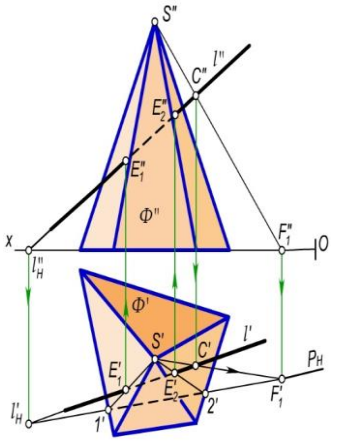
- bu nuqtalar orqali yordamchi tekislik bilan sirt yon yoqlarining kesishish chiziqlari aniqlanadi;

- bu chiziqlar berilgan to‘g‘ri chiziq bilan kesishib sirtga tegishli kirish va shiqish nuqtalarni hosil qiladi.




*a)* *b)*

**6.4.1-rasm.** **6.4.2-rasm** **6.4.3-rasm**

6.4.3a,b–rasmda $\ell(\ell',\ell'')$ to‘g‘ri chiziq bilan $\boldsymbol{\Phi(\Phi'\Phi'')}$ piramidaning o‘zaro kesishish nuqtasini yasash tasvirlangan. Bunda piramidaning *S* uchi va $\ell$ to‘g‘ri chiziq orqali o‘tuvchi umumiy vaziyatdagi *P* tekislikning $R_N$ izini o‘tkazish uchun:

- berilgan $\ell$ to‘g‘ri chiziqning gorizontal $\ell'_H$ izi yasaladi;
- piramidaning *S* uchidan $\ell$ to‘g‘ri chiziqni ixtiyoriy *C(C',C'')* nuqtada kesib o‘tuvchi *SC(S'C',S''C'')* to‘g‘ri chiziq o‘tkazib uning ham gorizontal $F'_1$ izi yasaladi;
- $\ell'_H$ va $F'_1$ izlar orqali piramidani asosini kesuvchi umumiy vaziyatdagi *P* tekislikning gorizontal $P_H$ 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 chizig‘i $\Delta S'1'2'$ ni yasaladi;
- $\Delta S'1'2'$ bilan $\ell'$ to‘g‘ri chiziqning 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 $\ell$ to‘g‘ri chiziq bilan $\boldsymbol{\Phi}$ piramida sirtining kesishishidagi kirish va shiqish nuqtalari bo‘ladi.

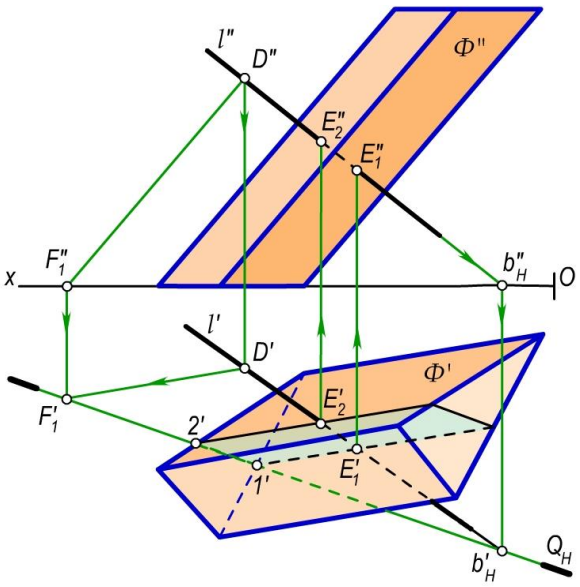
Yuqorida bayon etilgan usulni yordamchi markaziy proyeksiyalash usuli deb ham ataladi. Bu usuldan to‘g‘ri chiziq bilan konus sirtining kesishish nuqtalarini

yasashda ham foydalaniladi. Prizma yoki silindr sirtlari bilan to‘g‘ri chiziqning kesishuv nuqtalarini yasashda ham umumiy vaziyatdagi tekisliklaridan foydalangan qulay. Bunda berilgan to‘g‘ri chiziq bilan ko’pyoqliklar sirtining o‘zaro kesishish nuqtalari berilgan to‘g‘ri chiziq 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 chiziqning o‘zaro kesishish nuqtalarini yasash tasvirlangan. Bu misolni chizmada yechish algoritmi quyidagicha:

- berilgan $b$ to‘g‘ri chiziqning gorizontal $b_h(b'_h,b''_h)$ izi yasaladi;
- $b$ to‘g‘ri chiziqning ixtiyoriy $D(D',D'')$ nuqtasidan prizmaning yon qirralariga parallel to‘g‘ri chiziq o‘tkaziladi va uning ham gorizontal $F_1(F'_1,F''_1)$ izi aniqlanadi.
- $b'_h$ va $F'_1$ 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-расм**

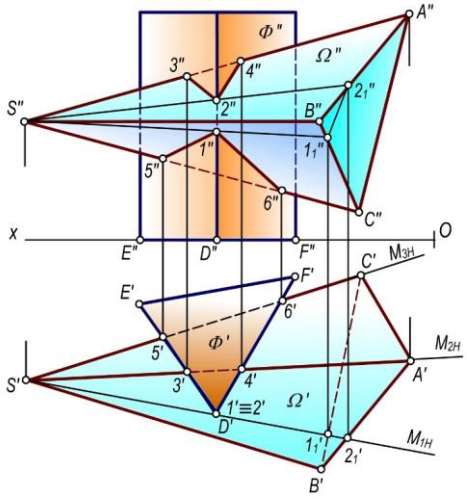
## 6.5-§. Ko’pyoqliklarning o‘zaro kesishuvi

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:

- $\Phi$ ko’pyoqliklar qirralarining $\Omega$ ko’pyoqliklar sirti yoqlari bilan kesishish nuqtalari yoki $\Omega$ ko’pyoqliklar qirralarining $\Phi$ ko’pyoqliklar yoqlari bilan kesishish nuqtalari aniqlanadi;
- $\Phi$ va $\Omega$ 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:




**6.5-rasm.**

- 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 $M_1(M_{1N})$ gorizontal proyeksiyalovchi tekislik yordamida yasaladi;
- 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

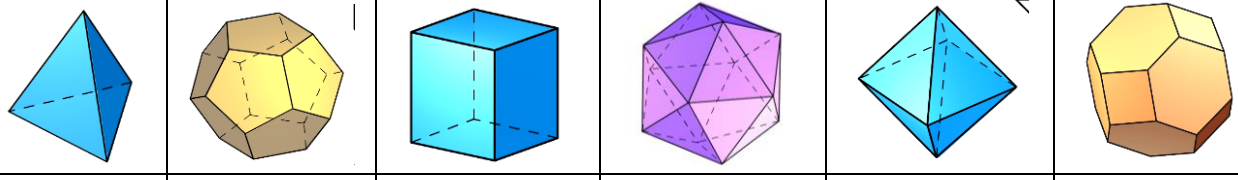
prizma bilan kesishgan *3(3′,3″), 4(4′,4″), 5(5′,5″), 6(6′,6″)* nuqtalar 6.4.2-rasmdagidek $M_2(M_{2H})$ va $M_3(_{3H})$ gorizontal proyeksiyalovchi tekisliklar yordamida topiladi;

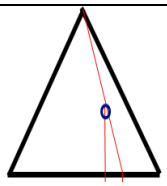
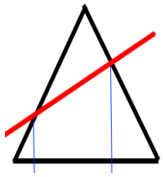
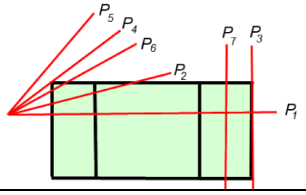
- Aniqlangan 1″,2″,3″,4″,5″,6″ nuqtalar ko‘rinar-ko‘rinmasligini e’tiborga olib, tartib bilan birlashtirsak, kesishish chizig‘ining frontal proyeksiyasini olamiz.

## Mavzu bo’yicha geometrik modellashtirishga oid material

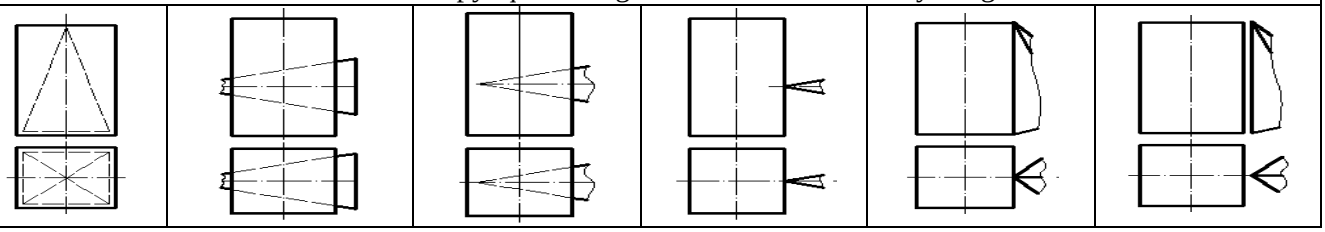
Ko’pyoqliklar mavzusini o’rganishda ularning tuzilishi va turli geometrik shakllar (nuqta, to’g’ri chiziq, tekislik va ko’pyoqlik) bilan o’zaro munosabatini geometrik modellashtirish yaxshi samara beradi. Buni amalga oshirishning yo’llaridan biri - turli toifadagi testlar ishlab chiqishdir. Bu esa mavzuni chuqurroq o’rganish va ijodiy qobiliyatlarni rivojlantirishda katta ahamiyatga ega. Quyidagi testlarni yeching va uning boshqacha variantlarini geometrik modellahtirish asosida ishlab chiqing.[28].

1. Ko’pyoqliklarning nomini, yoqlari, qirralari va uchlari sonini yozing



| 2.Ko’pyoqlik va nuqtaning munosabatlarini yozing | | 3.Ko’pyoqlik va to’g’ri chiziq-ning munosabatlarini yozing | | 4.Ko’pyoqlik va tekislikning ke-sishuv munosabatlarini yozing | P1 |
|---|---|---|---|---|---|
|  | |  | |  | P2 |
| | | | | | P3 |
| | | | | | P4 |
| | | | | | P5 |
| | | | | | P6 |
| | | | | | P7 |

5. Ko’pyoqliklarning o’zaro munosabatlarini yozing



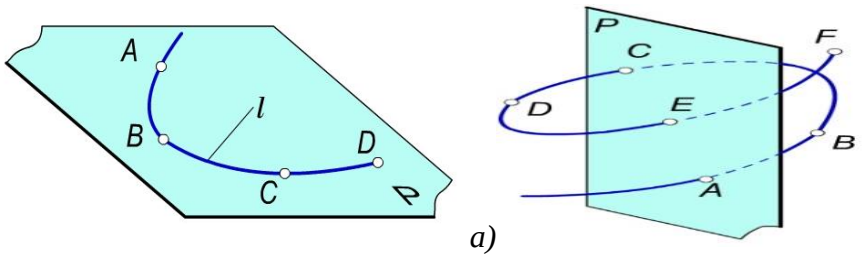
[28] Jo’rayev T.X. “ Developing of students’ creativity by module “Surfacing using CAD technologies”. Bitiruv-loyiha isi. O’z.R O va O’MTV BIMM malaka oshirish markazi., Toshkent, 2015.

# 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 foydalaniladi[29]. Qonuniy egri chiziqlarning dekart koordinatalar sistemasidagi tenglamalariga qarab algebraik va transsendent egri chiziqlarga bo'linadilar. Tenglamasi algebraik funksiya orqali ifodalangan egri chiziq *algebraik*, transsendent funksiya bilan ifodalangan egri chiziq esa *transsendent* egri chiziqdir.




*a)* *b)* **7.1.1-rasm**

[29] Жураев Т.Х. "Основы геометрического моделирования рабочих органов мелиоративной и сельскохозяйственной техники". Lambert Academic Publishing. Saarbrucken 2015. ISBN 978-3-659-66832-6.

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 egriliklarning 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 $f(x,u)=0$ ko‘phad bilan;
- qutb koordinatalar sistemasida $r=f(\varphi)$ bilan;
- parametrik ko‘rinishda $x=x(t)$ va $u=u(t)$ bilan.

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

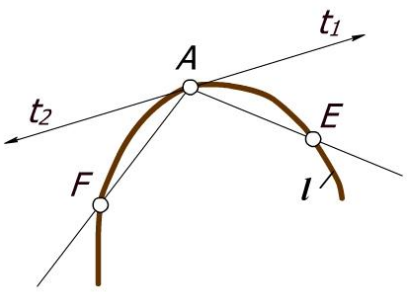
Tekislikka tegishli biror nuqtaning uzluksiz harakati natijasida tekis egri chiziq hosil bo‘ladi. Tekis egri chiziqning har bir nuqtasidan unga bitta urinma va bitta normal o‘tkaziladi.

7.1.2-rasmda berilgan $\ell$ 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 $\ell$ egri chiziqning berilgan nuqtasida o‘tkazilgan ***yarim urinma*** deyiladi. $F$ nuqtani ham egri chiziq ustida harakatlantirib $A$ nuqta bilan ustma-ust tushiramiz. $AF$ kesuvchi $t_2$

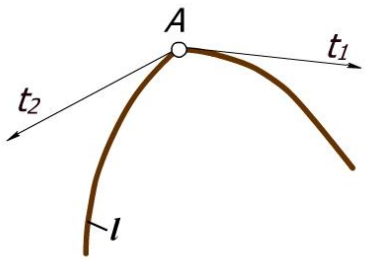
yarim urinmani hosil qiladi. Qarama-qarshi yo‘nalgan $t_1$ va $t_2$ yarim urinmalar hosil qilgan to‘g‘ri chiziq egri chiziqqa berilgan nuqtada o‘tkazilgan ***urinma*** deyiladi. Shunday nuqtalardan tashkil topgan egri chiziq ***ravon egri chiziq*** deyiladi.

Egri chiziqning A nuqtadagi ***t*** 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.

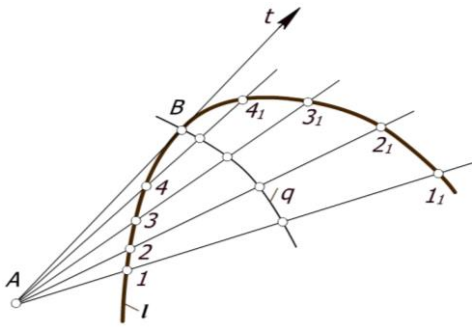
***Egri chiziqqa undan tashqari olingan nuqta orqali urinma o‘tkazish.*** Biror $\ell$ egri chiziq va undan tashqarida olingan ***A*** nuqta berilgan (7.1.4-rasm) ***A*** nuqtadan $\ell$ egri chiziqqa urinma o‘tkazish talab qilinsin. Buning uchun ***A*** nuqta orqali $\ell$ egri chiziqni kesuvchi to‘g‘ri chiziqlar o‘tkaziladi. Hosil bo‘lgan vatarlarning uchlarini $11_1,22_1,33_1,\ldots$ 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 $\ell$ 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, ***t*** urinma hosil bo‘ladi.




**7.1.2-rasm**




**7.1.3-rasm**

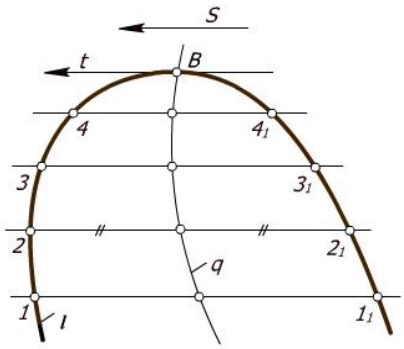



**7.1.4-расм**

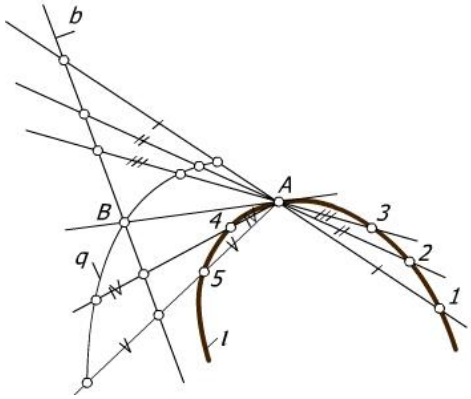
***Berilgan yo‘nalishga parellel urinma o‘tkazish.*** Biror $\ell$ egri chiziqqa berilgan ***s*** yo‘nalishga parallel urinma o‘tkazish uchun $\ell$ egri chiziqni ***s*** yo‘nalishga parallel chiziqlar bilan kesiladi va hosil bo‘lgan $11_1,22_1,33_1,\ldots$ vatarlarni teng ikkiga

bo’luvchi nuqtalar orqali ***q*** xatoliklar egri chizig‘i o‘tkaziladi (7.1.5-rasm). ***q*** egri chiziqning ***ℓ*** bilan kesishish nuqtasi ***B*** topiladi. U orqali ***s*** yo‘nalishga parallel qilib ***t*** urinmani o‘tkaziladi.

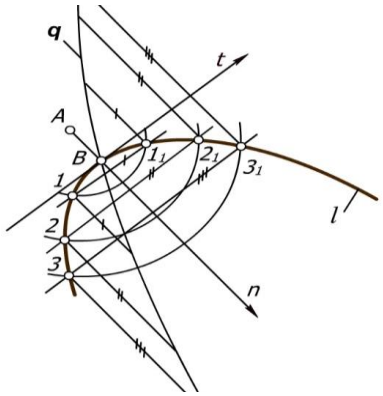
***Egri chiziq ustida yotgan nuqta orqali unga urinma o‘tkazish.*** Berilgan ***ℓ*** egri chiziqni uning ustida yotgan ***A*** nuqtadan chiquvchi to‘g‘ri chiziqlar bilan kesiladi (7.1.6-rasm). ***A*** nuqtadan o‘tuvchi urinmaning taxminiy yo‘nalishiga perpendikulyar qilib ***b*** to‘g‘ri chiziqni o‘tkaziladi. Kesuvchi nurlarga ***b*** to‘g‘ri chiziqni kesib o‘tgan nuqtalardan boshlab o’sha chiziqning ***ℓ*** dagi vatar uzunligi o‘lchab qo’yiladi. Nuqtalar to‘plami ***q*** egri chiziqni hosil qiladi. ***q*** egri chiziqning ***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.*** ***ℓ*** egri chiziqdan tashqaridagi ***A*** nuqtani konsentrik aylanalarning markazi sifatida qabul qilib (7.1.7-rasm), undan berilgan egri chiziqni kesuvchi bir necha aylanalar chiziladi. Bu aylanalar ***ℓ*** egri chiziqni $11_1$,$22_1$,$33_1$, …nuqtalarda kesadi. Mos nuqtalarni o‘zaro birlashtirib, egri chiziqning $11_1$,$22_1$,$33_1$,… vatarlari hosil qilinadi. Vatarlar uchlaridan qarama-qarshi yo‘nalishda unga perpendikulyar chiziqlar chiqariladi va ularga vatarlar uzunliglarini o‘lchab qo’yiladi. Bu kesmalarning uchlarini tartib bilan birlashtirib ***q*** chiziq hosil qiladi. ***q*** va ***ℓ*** egri chiziqlar o‘zaro ***B*** nuqtada kesishadilar. ***A*** va ***B*** nuqtalarni birlashtiruvshi ***n*** to‘g‘ri chiziq ***ℓ*** egri chiziqning normali bo‘ladi.

***Tekis egri chiziq nuqtalarining klassifikasiyasi.*** Tekis egri chiziqlar *monoton* va *ulama* chiziqlarga bo‘linadi. Monoton egri chiziqning 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 chiziqning *uchlari*, ulanuvchi yoylarning o‘zi esa ulama chiziqning tomonlari deb ataladi. Yoylarning ulanish xarakteriga qarab, ulama chiziqning uchlari *oddiy* va *maxsus* nuqtalar bo‘lishi mumkin. Egri chiziqning 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:

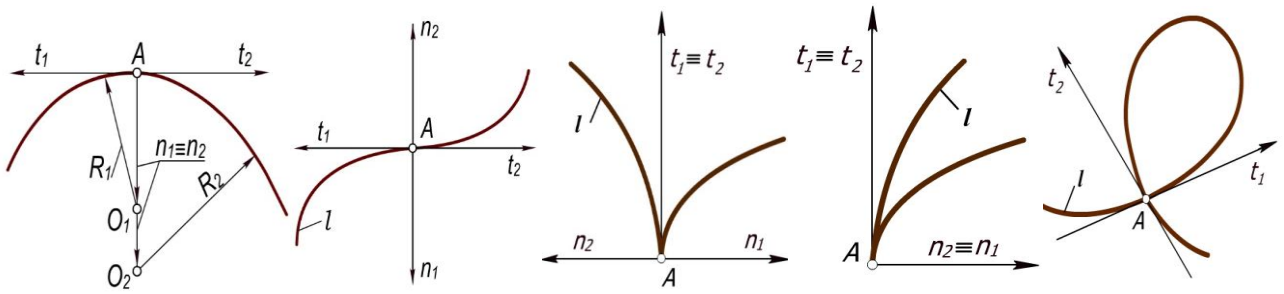
***Qo‘sh nuqta***. Yarim urinmalar qarama-qarshi yo‘nalishga ega, normallar ustma-ust tushadi, egrilik markazlari esa har xil joylashadi (7.1.8,a-rasm).

***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).

***Ikkinshi 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).




*a)* *b)* *c)* *d)* *e)*

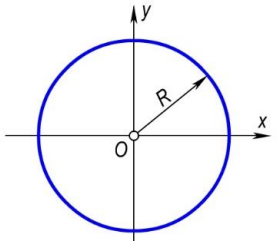
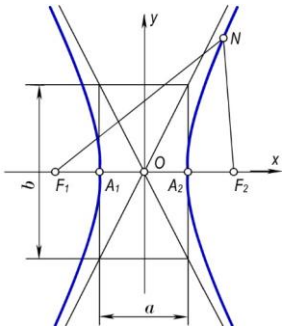
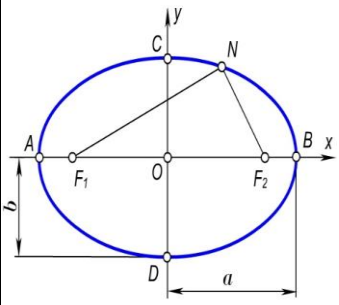
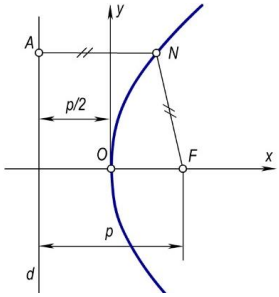
**7.1.8-rasm**

### *Ikkinshi tartibli egri chiziqlar.*

***Ta'rif**. Ikkinshi darajali tenglamalar bilan ifodalanuvshi 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**<br>Berilgan nuqtadan teng masofalarda joylashgan nuqtalarning to‘plami aylana deyiladi. |  | **Giperbola**<br>Berilgan $F_1$ va $F_2$ ikki nuqtadan uzoqliklarining ayirmasi o‘zgarmas miqdor bo‘lgan nuqtalarining to‘plami giperbola deyiladi.<br>***$F_1N-F_2N=A_1A_2=const$*** |  |
| **Ellips**<br>Berilgan ikki ***F1*** va ***F2*** nuqtadan uzoqliklarining yig‘indisi o‘zgarmas miqdor bo‘lgan nuqtalarning to‘plami ellips deyiladi.<br>***F1N+F2N=AB=const*** |  | **Parabola**<br>Berilgan nuqtadan va ***d*** to‘g‘ri chiziqdan teng masofalarda joylashgan nuqtalarning to‘plami parabola deyiladi.<br>***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]. Kesuvch tekislik bilan konus yasovchilari orasidagi munosabat

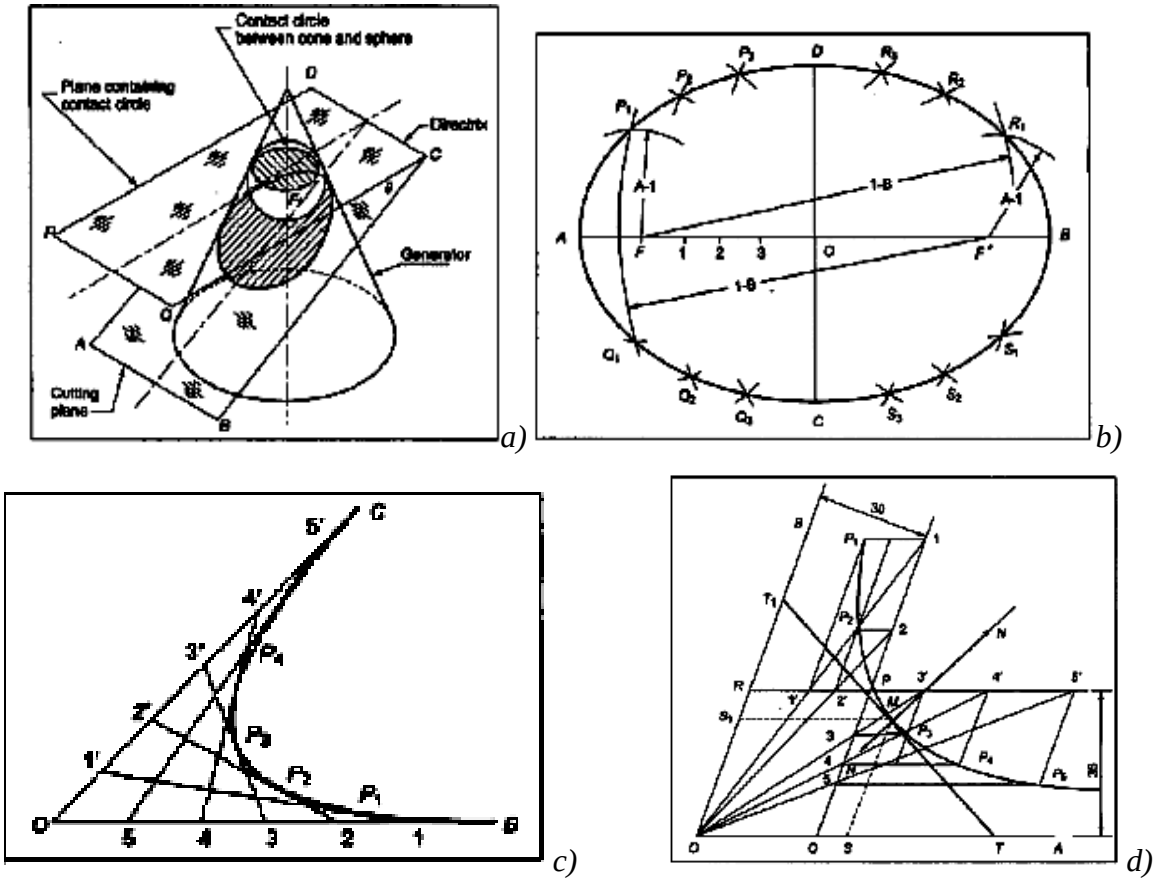
[30] Shah M.B., Rana B.C. Engineering Drawing. India. 2009, 24-32 betlar.

kesimda hosil bo'ladigan ikkinchi tartibli egri chiziq turini 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 normallar o'tkazing (7.1.9,*d*-rasm).




*a)* *b)* *c)* *d)*

**7.1.9-rasm**

## 7.2-§. Fazoviy egri chiziqlar va ularning berilishi

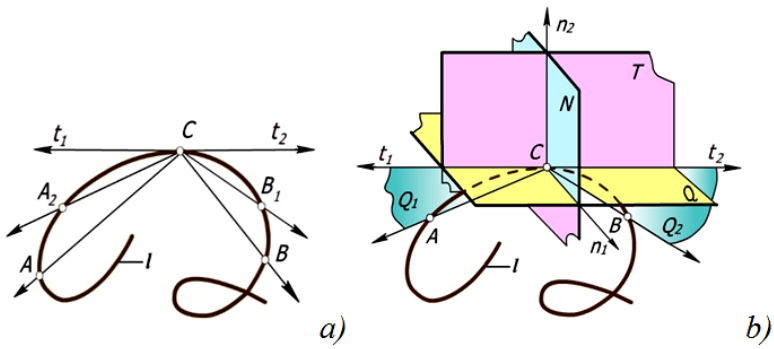
***Ta'rif****. Hamma nuqtalari bitta tekislikda yotmagan egri chiziq* ***fazoviy egri chiziq*** *deyiladi.* Fazoviy egri chiziqni ikki xil egrilikka ega chiziq ham deb yuritiladi, 7.2.1,*a*-rasm da tasvirlangan fazoviy $\ell$ egri chiziqqa uning $C$ nuqtasida urinma o'tkazish ko'rsatilgan. Egri chiziq 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 $\ell$ egri chiziqning $C$ nuqtasidagi $t_1$ urinmaga aylanadi. Bunda $t_1$ urinma $\ell$ 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 $\ell$ to'g'ri chiziqda yotadi (7.2.1,*b*-rasm). $\ell$ 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 $\ell$ 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, ular ustma-ust tushib, $Q$ tekisligini hosil qiladi. $Q$ tekislik $\ell$ 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, ikkinshisi $n_2$-binormal deyiladi. Binormal $n_2$ va urinma $t$ hosil qilgan $T$ tekislik *to'g'rilovshi (rostlovshi) tekislik* deb ataladi.

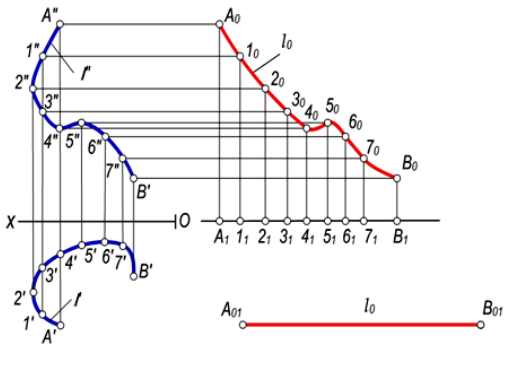
O‘zaro perpendikulyar ***N,Q,T*** tekisliklar uchyoqlikni tashkil qiladi. Buni 1847 yilda birinchi bo‘lib taklif qilgan fransuz matematigi ***Jan Frederik Frene*** nomi bilan *Frene uchyoqligi* deyiladi. Frene uchyoqligidan fazoviy egri chiziqni proeksiyalash uchun tekisliklar sistemasi o‘rnida foydalaniladi. Shuningdek, ***Q***-gorizontal, ***T***-frontal va ***N***-profil proeksiyalar tekisliklari sifatida qabul qilinadi. Biror fazoviy egri chiziq xossalari uning Frene uchyoqlik tekisliklaridagi proeksiyalari bo‘yicha tekshiriladi.

***Fazoviy egri chiziqning uzunligini orthogonal proeksiyalariga asosan aniqlash***

Biror fazoviy $\ell$ egri chiziqning $\ell'$ va $\ell''$ to‘g‘ri burchakli proeksiyalari 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 $\ell'$-gorizontal proeksiyasi $A'B'$ 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 proeksiyani to‘g‘rilangani yoki uni uzunligini o‘lchovchi kesma bo‘ladi. So‘ngra $a$ to‘g‘ri chiziqning $A_1,1_1,2_1,3_1,\ldots V_1$ nuqtalaridan unga perpendikulyarlar chiqariladi. Bu perpendikulyarlarga ixtiyoriy tanlangan gorizontal $OX$ chiziqdan $\ell''(A''B'')$ nuqtalarigacha bo‘lgan masofalar o‘lchanib qo‘yiladi. Natijada $\ell_0$ egri chiziq hosil qilinadi. Chizmaning ixtiyoriy bo‘sh joyida $\ell_{01}$ to‘g‘ri chiziq olinib, bu to‘g‘ri chiziqqa $\ell_0$ egri chiziq nuqtalari ketma-ket o‘lchab qo‘yiladi, ya’ni $\ell_0$ to‘g‘rilanadi. Hosil bo‘lgan $A_{01}B_{01}$ kesma $\ell$ fazoviy egri chiziqning $AB(A'B',A''B'')$ bo‘lagining uzunligi bo‘ladi.

## *Vint chiziqlari*

***Ta'rif***. *Nuqtaning silindrik sirt bo'ylab aylanma va ilgarilanma harakati natijasida hosil bo'lgan traektoriyasi silindrik* ***vint chizig'i*** *deyiladi.* 7.2.3,a-rasmda $A_0S_0$ yasovchining bir necha holatlari $A_1S_1,A_2S_2,A_3S_3$,… 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, ***i***-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-rasmda 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 gorizontal va frontal proeksiyalari yasaladi. 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 proeksiyasi) chiqarilsa $\ell''$ vint chizig'ining frontal proeksiyasi hosil bo'ladi. Uning gorizontal proeksiyasi aylana bilan ustma-ust tushadi. Vint chizig'ining frontal proeksiyasi sinusoidagi o'xshash chiziq bo'ladi.

Silindrik vint chizig'ining yoyilmasi 7.2.3,*b*-rasmda keltirilgan. Buning uchun biror ***a*** to'g'ri chiziqqa silindr asosi aylanasining yoy uzunligi $\pi d$ qo'yiladi va u ***12*** ta teng bo'lakka bo'linadi. Hosil bo'lgan $0_0,1_0,2_0,\dots.12_0$ nuqtalardan ***a*** ga perpendikulyar

chiziqlar chiqariladi. Bu perpendikulyarga vint chizig‘i nuqtalarining applikatalari 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 ikkinshi bo‘lagini aylanmasi ham $b_1$ to‘g‘ri chiziq shaklida ko‘rsatilgan.

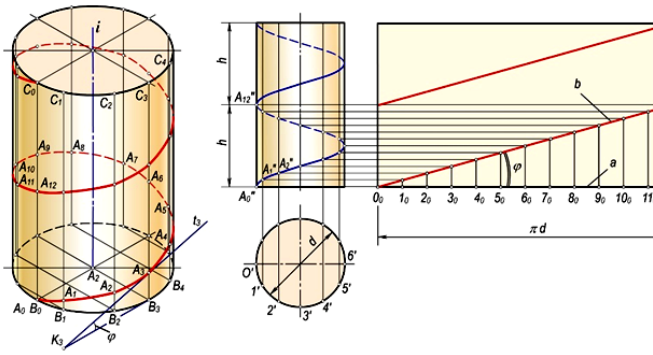
Vint chizig‘ining ko‘tarilish burchagi $tg\varphi=h/\pi d$ formula bilan va uning bir o‘ramining uzunligi $l=\pi d$ formula bilan aniqlanadi. Silindrning vint chizig‘ini uning ***geodezik chizig‘i*** deyiladi. Geodezik chiziqlar yordamida sirtdagi ixtiyoriy ikki nuqta orasidagi eng qisqa masofada o‘lchanadi. 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 qiyalikdagi chiziq*** deyiladi. Silindrik vint chizig‘iga o‘tkazilgan urinmalarning ***N*** tekislikdagi izlarining geometrik o‘rni silindrik ***sirt asosining evolventasi*** bo‘ladi. Asos aylanasi esa ***evolyuta*** hisoblanadi. Agar silindr sirtdagi boshlang‘ish $A_0$ nuqtaning ilgarilanma 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 ilgarilanma va aylanma harakat qilsa, unda A nuqta konus sirtiga fazoviy vint chiziq shizadi. Bu chiziq* ***konus vint chizig‘i*** *deb yuritiladi.*

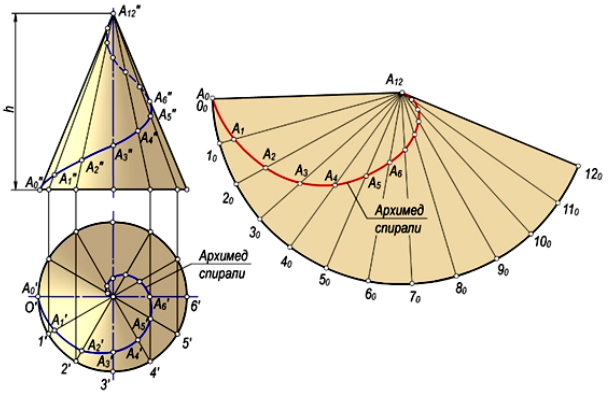
Nuqtaning konus yasovchisi bo’ylab harakati shu yasovchining aylanish burchagiga proporsionaldir. 7.2.4,a–rasmda konusning ***12*** ta yasovchilarining holatlari shizilgan va ularga nuqtalarning holatlari mos ravishda belgilangan. *A* nuqtaning

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 proeksiyasi to‘lqin balandligi kamayuvchi sinusoidaga o‘xshash egri chiziq bo‘ladi. Uning konus o‘qiga perpendikulyar tekislikdagi proeksiyasi Arximed spirali bo‘ladi. 7.2.4,b-rasmda aylanma konus yoyilmasi va unda konus vint chizig‘ining yoyilmadagi holati yasalagan. Bu chiziq yoyilmada Arximed spirali ko‘rinishida bo‘ladi.



**7.2.3-rasm.**




**7.2.4-rasm.**

## 7.3-§. Sirtlar va ularning berilishi

Biror chiziqning 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*** sirtdagi *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.

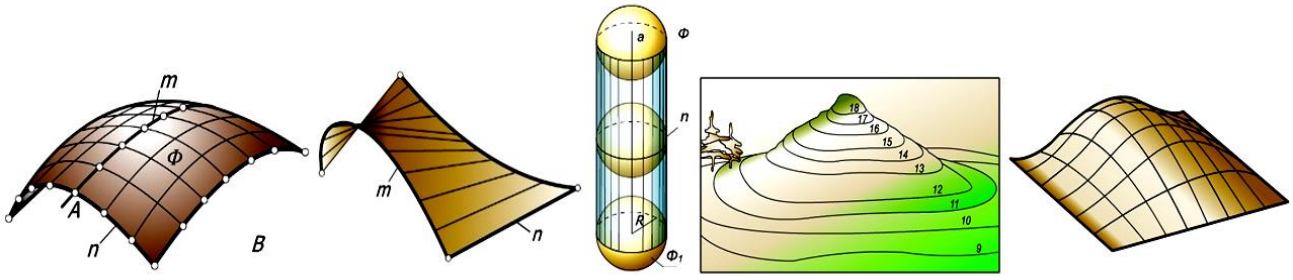
Yasovchilarning turiga qarab egri chiziqli yasovchi hosil qilgan sirt ***egri chiziqli sirt*** (7.3.1,*a*-rasm), to‘g‘ri chiziqli yasovchi hosil qilgan sirt ***chiziqli sirt*** (7.3.1,*b*-rasm) deb ataladi.

Ixtiyoriy sirtni uzluksiz harakatlantirish natijasida ham sirt hosil qilish mumkin. Bunda hosil bo‘lgan $\boldsymbol{\Phi}$ sirt harakatlanuvchi $\boldsymbol{\Phi}_1$ 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, $\boldsymbol{\Phi}$ 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.




*a)* *b)* *c)* *d)* *e)*

**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. Sirtdagi 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

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

Sferaning tenglamasini ***z*** applikataga nisbatan $z=\sqrt{R^2 - x^2 - y^2}$ (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 $\varphi$ kenglik va $\psi$ 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 $\varphi$ va $\psi$ parametrlardan ozod qilinsa, sferaning ***x, y, z*** koordinatalar orqali ifodalangan (2) tenglamasiga ega bo‘linadi.

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

***Sirtlarning kinematik usulda berilishi.*** Biror chiziqning 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 chiziq bo‘ylab, uning fazodagi harakat qonunini sirtning yo‘naltiruvchisi belgilashi, aylanish sirtlarida yasovchining shakli ixtiyoriy chiziq bo‘lib, hosil bo‘lish qonuni uning ma’lum o‘q atrofida aylanishi. Vint sirtlarda yasovchining shakli to‘g‘ri yoki egri chiziq bo‘lib, hosil bo‘lish qonuni vintsimon (aylanma va ilgarilama) harakatdir.

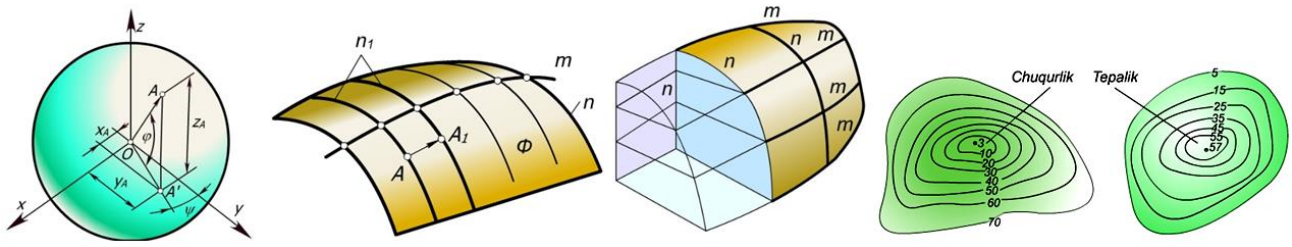
### *Tekis parallel ko‘chirish sirtlari*

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

7.3.2,*b*–rasmda ***n*** tekis egri chiziqli yasovchining ***m*** egri chiziq 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 chiziqni $n_1$ egri chiziq bo‘ylab harakatlantirilsa, uning nuqtalari ham $n_1$ egri chizig‘iga 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 sirtda yotuvchi va to‘r oilalarga kiruvchi ikkita egri chiziq o‘tkazish mumkin.* Agar ***m*** yo‘naltiruvchi to‘g‘ri chiziq bo‘lsa, silindr sirti hosil bo‘ladi. Biror parabolani boshqa parabola bo‘yicha tekis siljitilsa, 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. Sirtni uning ustidagi bir necha 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 qulayrokdir. 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 sirtni 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.



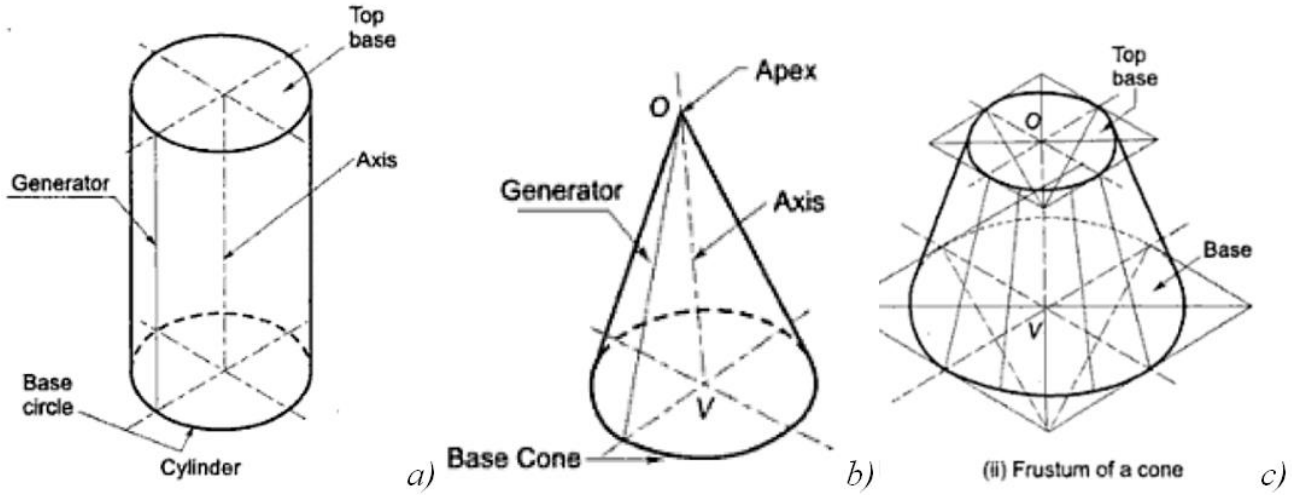

*a)* *b)* *c)* *d)*

**7.3.2-rasm.**

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

***Ta'rif***. *Biror tekis yoki fazoviy chiziqning qo'zg'almas to'g'ri chiziq 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'ishlangan[31]. Bunda inglizcha nomlanishi quyidagicha: sirtlar ***Cylinder***–silindr (*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.**

[31] Shah M.B., Rana B.C. Engineering Drawing. India. 2009, 121-122 betlar.

Harakatlanuvchi chiziq sirtning *yasovchisi*, qo‘zg‘almas to‘g‘ri chiziq esa uning *aylanish o‘qi* deyiladi. Yasovchi va aylanish o‘qi aylanish sirtning aniqlovchilarini tashkil qiladi. 7.4.2,*a*–rasmda $\boldsymbol{m(m',m'')}$ egri chiziqning $\boldsymbol{i(i',i'')}$ 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 $\boldsymbol{\Phi(m,i)}$ ko‘rinishida yozish mumkin. Tekis chizmada aylanish sirti $\boldsymbol{\Phi'(m',i')}$ va $\boldsymbol{\Phi''(m'',i'')}$ 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 f*rontal ocherki* deb ataladi. 7.4.1–rasmdagi umumiy ko‘rinishdagi aylanish sirtning aylanish o‘qi gorizontal proyeksiyalar tekisligi $\boldsymbol{N}$ ga perpendikulyar joylashganligi uchun sirtdagi parallellarning $\boldsymbol{(n_1'', n_2'', n_3'',….)}$ frontal proyeksiyalari to‘g‘ri chiziq kesmasi ko‘rinishida, gorizontal proyeksiyalari esa haqiqiy kattalikda, ya’ni aylana ko‘rinishida tasvirlanadi. Tekis chizmada $\boldsymbol{P(P_H)}$ bosh va $\boldsymbol{P_1(P_{1H})}$ oddiy meridian tekisliklari hosil qilgan meridian kesimlari ko‘rsatilgan. Bosh meridian $\boldsymbol{V}$ 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 yen 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 sirtda parallellardan $\boldsymbol{n_2(n_2',n_2'')}$ buyin, $\boldsymbol{n_3(n_3',n_3'')}$ 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 ***gorizontal ocherki, V*** bilan kesishish chizig‘i esa uning ***frontal ocherki*** deyiladi. Aylanish sirtlari, ko‘pincha, o‘zining gorizontal va frontal ocherklari bilan tasvirlanadi. 7.4.2,*a*-rasmdagi aylanish sirtning frontal ocherki bosh meridian $m''$ va $n_1''$, $n_4''$ parallellari bilan, gorizontal ocherki $n_2'$ va $n_3'$ parallellari bilan tasvirlangan.

Gorizontal 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 gorizontal proyeksiyalari $A_1'$ va $A_2''$ $n_A$ parallelning gorizontal proyeksiyasi $n'_A$ da aniqlangan.

Ekvatorda yotuvchi *B* nuqtaning gorizontal $B'$ 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.*

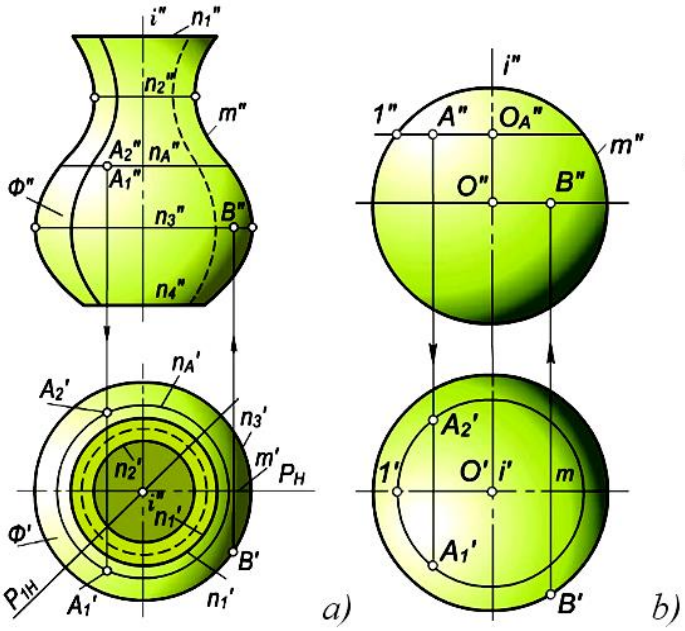
7.4.2,*b*–rasmda tasvirlangan sfera ustidagi *A* nuqtaning *A″* frontal va *B* nuqtaning *B′* gorizontal proyeksiyalari berilgan. *A* nuqtaning $A_1'$ va $A_2'$ gorizontal proyeksiyalarini yasash uchun u orqali $O_A''1''$ radiusli parallel o‘tkaziladi. *A* nuqtaning gorizontal proyeksiyalari ana shu parallelning gorizontal proyeksiyasida yotadi. *A* nuqta sferaning oldingi yoki orka yarmida joylashgan bo‘lishi mumkin. Shuning uchun uning gorizontal 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:

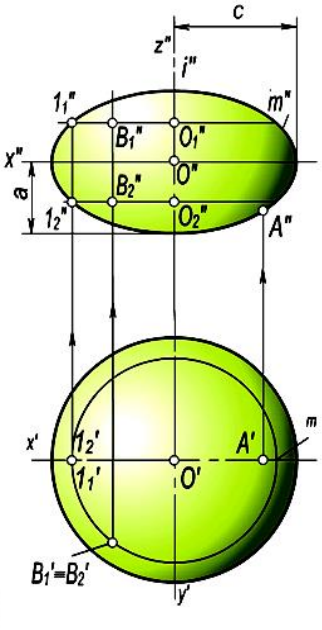
$$x^2 + y^2 + z^2 = R^2,\ R \neq 0$$

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

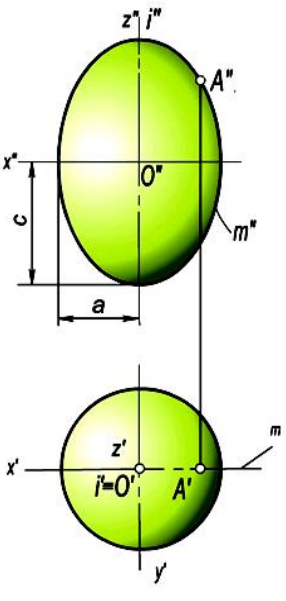
$$(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 + (z - z_1)^2 = R^2$$ bo‘ladi.




**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 ***Φ(i,m)*** ko'rinishda yoziladi.

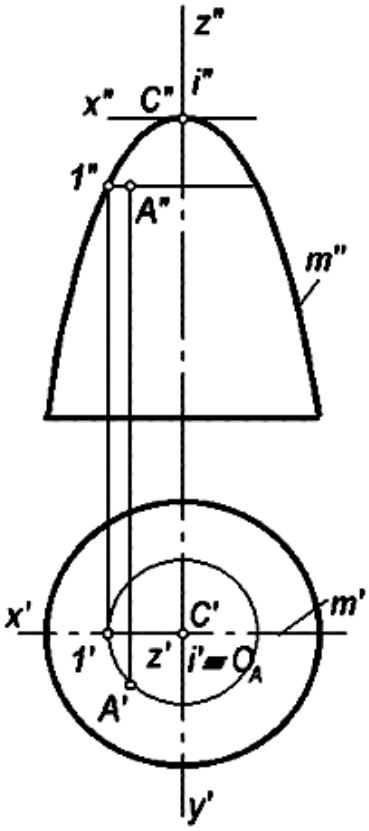
Ellipsning kichik o'qi atrofida aylanishidan *siqiq aylanma ellipsoid* (7.4.3-rasm), katta o'qi atrofida aylanishidan *cho'ziq aylanma ellipsoid* hosil bo'ladi (7.4.4-rasm). 7.4.3 va 7.4.4-rasmlarda ellipsoidlar ustida berilgan *A* va *B* nuqtalarning bitta proyeksiyasi bo'yicha ularning yetishmaydigan 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 ***Φ(i′,m)*** aylanma paraboloidning proyeksiyalari berilgan va uning ustida nuqta tanlash ko'rsatilgan. Aylanma paraboloid parabolik oynalar sirti hisoblanib, projektorlar, 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.

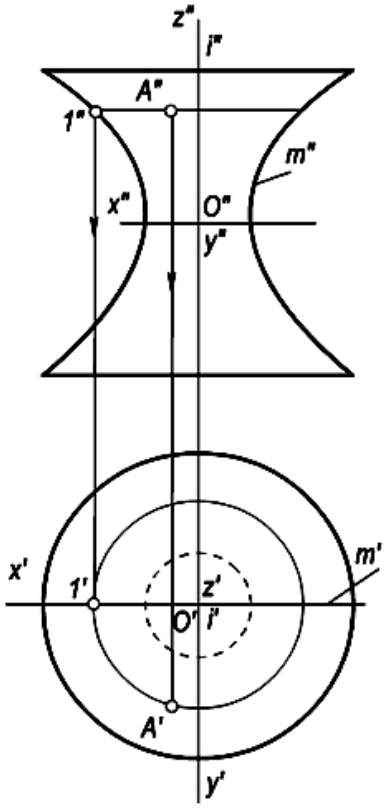
***Ta'rif***. *Giperbolaning o'z mavhum yoki haqiqiy o'qi atrofida aylanishidan hosil bo'lgan sirt* ***aylanma giperboloid*** *deyiladi.* Giperbolaning mavhum o'q atrofida aylanishidan ***bir pallali aylanma giperboloid*** hosil bo'ladi. 7.4.6–rasmda ***i(i′,i″)*** o'qi atrofida ***m(m′,m″)*** giperbolaning aylanishidan hosil bo'lgan bir pallali ***Φ(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

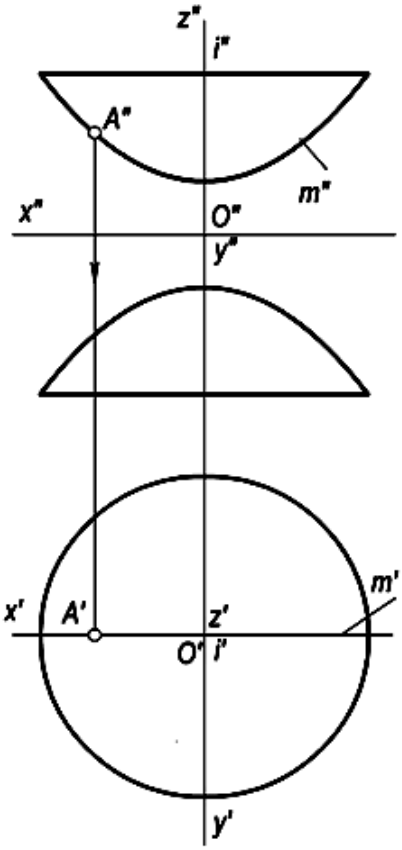
eslatadi. Bunday sirt 7.4.7-rasmda tasvirlangan. ***Φ* (*i,m*)** ikki pallali giperboloid ustida ***A*** nuqtaning proyeksiyalari ko‘rsatilgan.




**7.4.5-rasm**




**7.4.6-rasm**




**7.4.7-rasm**

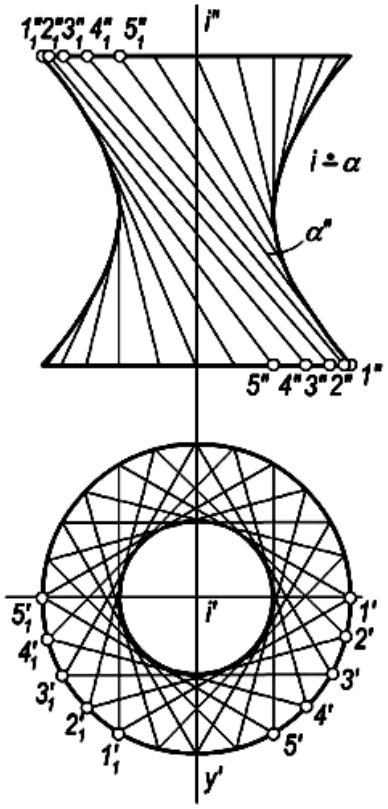
***To‘g‘ri chiziqning aylanishidan hosil bo‘lgan ikkinchi tartibli aylanish sirtlari***

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

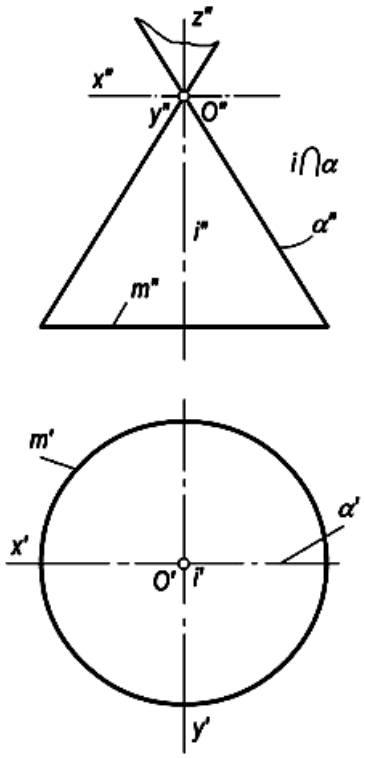
1. Aylanish o‘qi ***i*(*i′,i″*)** atrofida u bilan ayqash ***a*(*a′,a″*)** to‘g‘ri chiziqning aylanishidan bir pallali aylanma giperboloid sirti ***Φ*(*i,a*)** hosil bo‘ladi (7.4.8-rasm).

2. Yasovchi ***a*** to‘g‘ri chiziq aylanish o‘qi ***i*** bilan kesishsa, ikkinchi tartibli aylanma konus sirti ***Φ*(*i,a*)** hosil bo‘ladi (7.4.9-rasm).

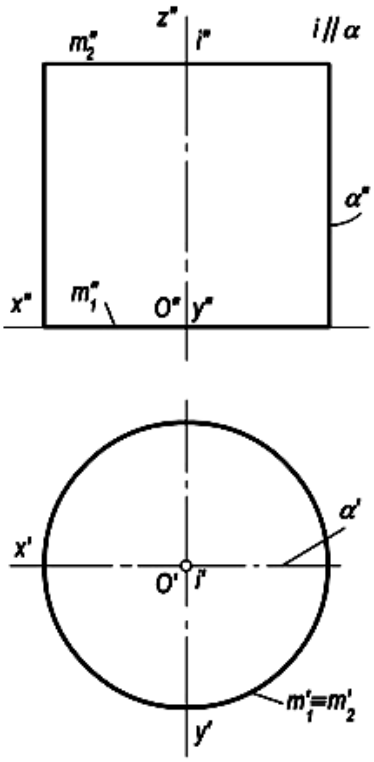
3. ***a*(*a′,a″*)** yasovchi to‘g‘ri chiziq ***ℓ*(*ℓ′,ℓ″*)** o‘qqa parallel bo‘lsa, ikkinchi tartibli aylanma silindr sirti ***Φ*(*i,a*)** hosil bo‘ladi (7.4.10-rasm).




**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.*

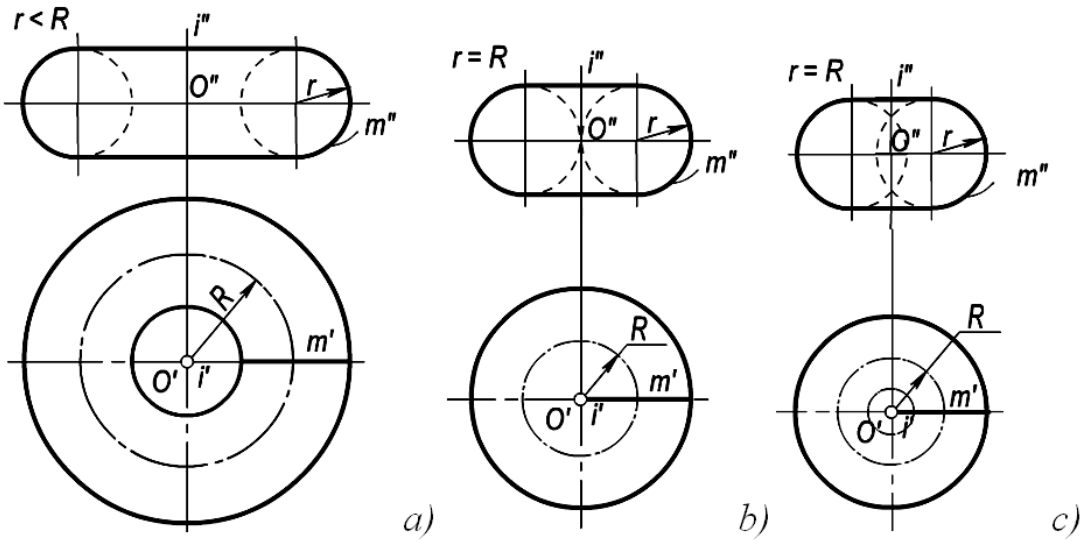
Yasovchi ***m*** aylana radiusi ***r*** va aylana markazidan ***i*** o‘qqacha bo‘lgan ***R*** masofalarning o‘zaro nisbatiga ko‘ra tor sirtlari turlicha bo‘ladi.

- $r<R$ 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 ***Φ(i,a)*** tarzida yoziladi. Ixtiyoriy tekislik torni 4-tartibli egri chiziq bo‘yicha kesadi, shuning uchun tor 4-tartibli sirtdir. 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**

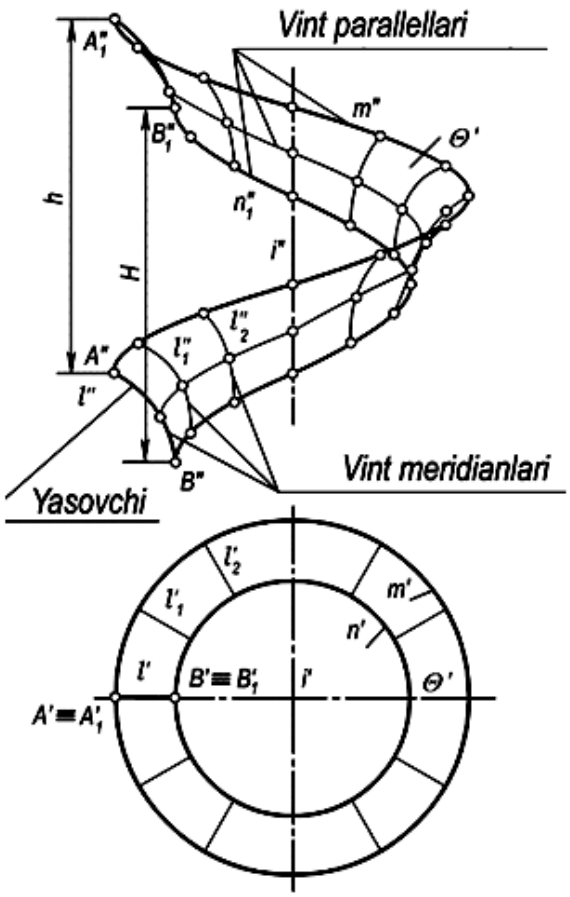
***Vint sirti.*** Biror doimiy o‘qqa parallel holda ilgarilanma va shu o‘qqa nisbatan aylanma harakatlar natijasida hosil bo‘lgan harakat vintsimon harakat deyiladi.

***Ta’rif****. Biror chiziqning vintsimon harakati natijasida hosil bo‘lgan sirt* ***vint sirti*** *deyiladi.*

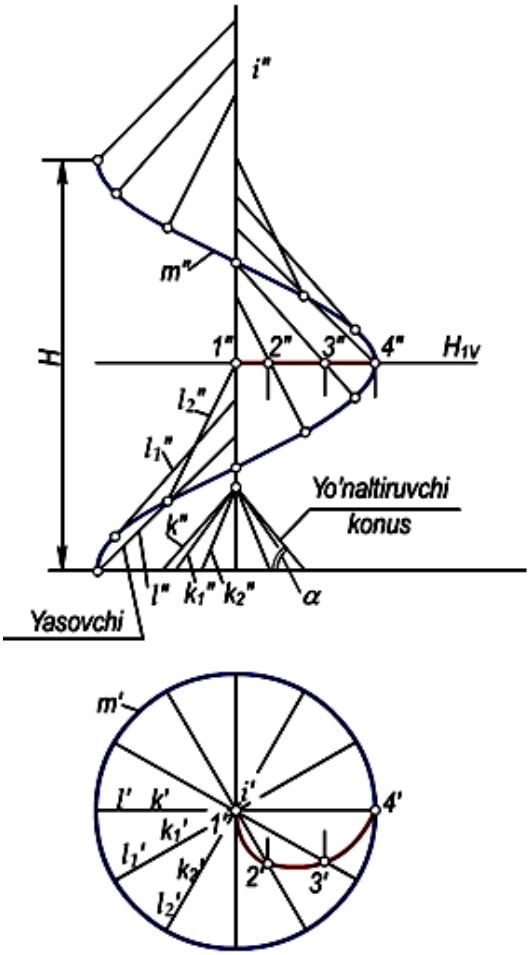
Vintsimon harakatlanuvchi chiziq sirtning yasovchisi bo‘ladi. Chiziqning ilgarilanma harakati va burilish burchagi $\Delta h = k \wedge \beta$ bog‘lanishda bo‘ladi. Bunda $\Delta h$-yasovchining $\Delta t$ vaqtdagi chiziqli va $\Delta\beta$ burchakli siljishlari, ***k***-proporsionallik koeffisientidir. Agar ***k*** koeffisient 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 bosib o‘tgan ***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 normallari* 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, ***Φ(i,ℓ,h)*** yoki ***Φ(i,ℓ,r)*** ko‘rinishida yoziladi. Bunda ***r*** vint sirtining parametri bo‘lib ***r=h/2π*** bo’ladi. 7.4.12-rasmda ***i(i′,i″)*** *o‘q* chizig‘i va u orqali o‘tuvchi tekislikda yotgan ***l(l′,l″)*** egri chizig‘i berilgan. ***ℓ*** yasovchining vintsimon harakati natijasida hosil bo‘lgan ***θ(θ′,θ″)*** 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 chiziqning vintsimon harakati natijasida hosil bo‘lgan vint sirtlari *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 sirtlari 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 gorizontal 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 **(*α*≠*β*).** ***ℓ*** yasovchining – $\ell_1,\ell_2,\ell_3,\ldots$ vaziyatlari yo‘naltiruvchi konusning $k_1,k_2,k_3$, yasovchilariga mos ravishda parallel o‘tkazish orqali yasaladi. Bu gelikoidni uning o‘qiga perpendikulyar biror gorizontal $H_1(H_{1V})$ tekisligi Arximed spirali bo‘yicha kesadi. Shuning uchun ham bu sirtni arximed vint sirti deyiladi.




**7.4.12-rasm**




**7.4.13-rasm**

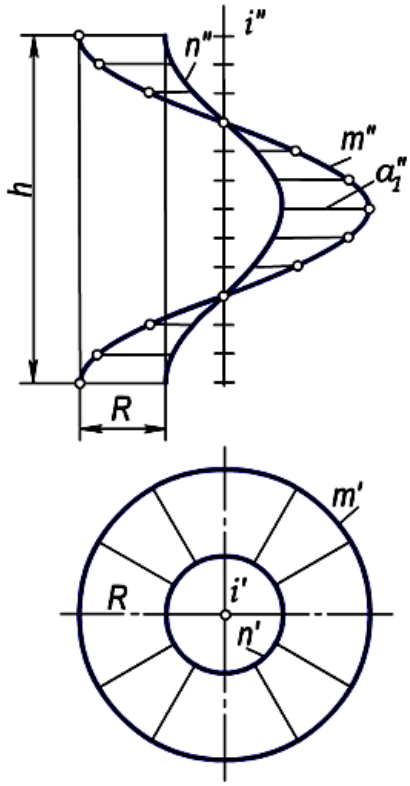
Parallelizm tekisligiga ega to‘g‘ri gelikoid 7.4.14-rasmda ko‘rsatilgan. U ikki silindr bilan cheklangan. Bunda, fazoviy egri chiziq sirtning yo‘naltiruvchisi, urinma chiziqlar esa uning yasovchilari bo‘ladi. Sirtning cheksiz ikki yaqin urinma chiziqlari o‘zaro kesishganligi uchun qaytish qirrali sirt yoyiluvchi bo‘ladi.Silindr yasovchilari orasidagi masofa bo‘lgan ***R*** kesmaga vintsimon harakat berilsa, uning ikki uchi ***m(m′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.

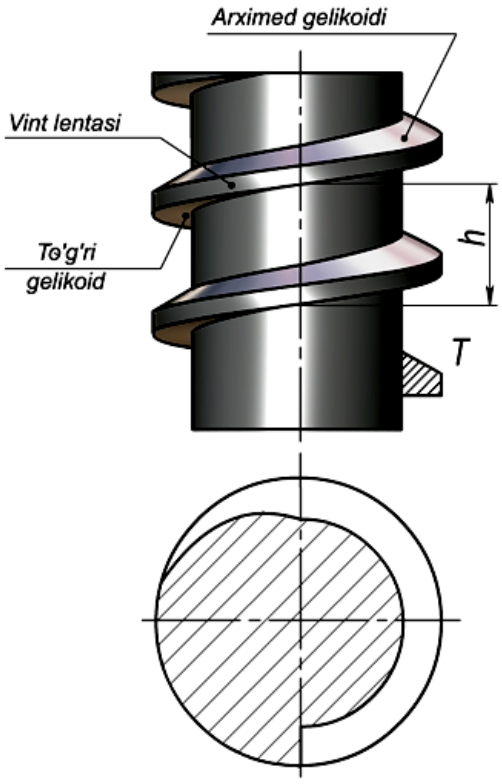
7.4.16–rasmda ochiq og‘ma gelikoid tasvirlangan. Bunda yo‘naltiruvchi konusning gorizontal tekislik bilan hosil qilgan burchak vint chizig‘ining (***m*** yo‘naltiruvchining) ko‘tarilish burchagi $\beta$ ga teng ($\alpha=\beta$). Shuning uchun ham yasovchilar hamma vaziyatlarida yo‘naltiruvchi vint chizig‘iga urinadi. Bunday holda yo‘naltiruvchi vint chiziq qaytish qirrasi bo‘ladi. Hosil bo‘lgan sirt esa yoyiladigan chiziqli sirtga (torsga) aylanadi. Bunday gelikoid ***tors-gelikoid*** deyiladi. Uning o‘qiga perpendikulyar $T(T_v)$ tekislik sirt bilan $m(m_1', m_1'')$ 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 $\alpha\neq 90°$) hosil bo‘lgan vint sirti *konvolyutli gelikoid* deyiladi.

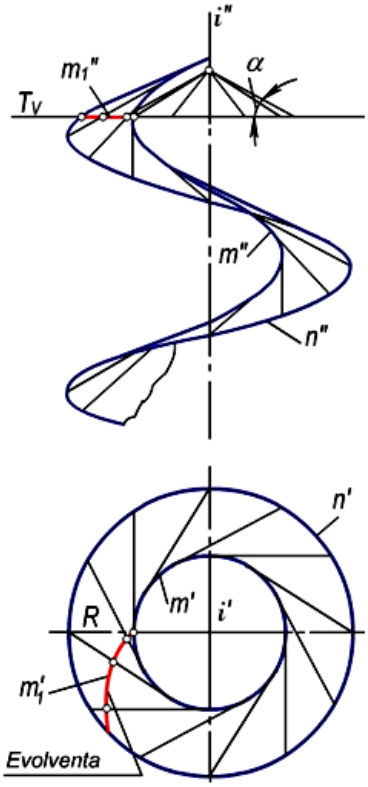
Vint sirtlari kurilish va texnikada keng qo‘llaniladi. Ulardan vint, shnek, burg‘u, prujina, trubina parraklarining yassi sirti, ventilyator, kema va havo vintlarining ish organlari, zinalar va hokazolarni loyihalashda foydalaniladi.




**7.4.14-rasm**




**7.4.15-rasm**




**7.4.16-rasm**

### *Siklik sirtlar*

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

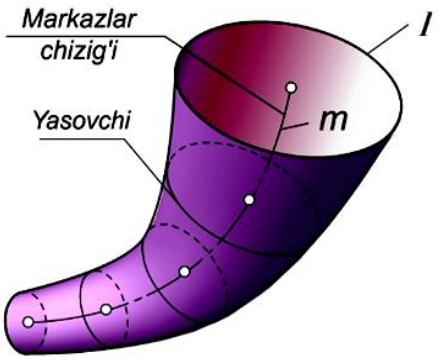
Siklik sirtlarda harakatlanuvchi aylana siklik ***sirtning yasovchisi***, yasovchi aylananing markazi harakatlanadigan chiziq sirtning ***yo'naltiruvchi chizig'i*** yoki sirtning ***markazlar chizig'i*** deb yuritiladi. Harakat davomida yasovchi aylananing radiusi o'zgaruvchan va o'zgarmas bo'lishi mumkin. Siklik sirt aniqlovchilari bilan ***Φ(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.

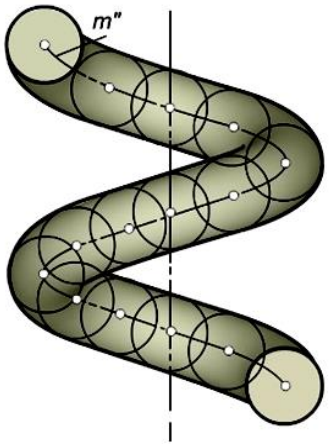
Ikkinchi tartibli aylanish sirtlarini va doiraviy kesimga ega bo'lgan umumiy holdagi ikkinchi tartibli sirtlarni ham siklik sirt deb qarash mumkin.

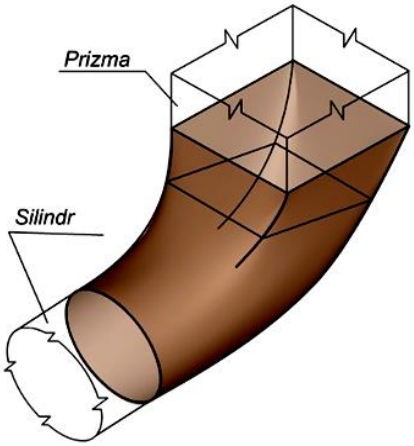
Agar yasovchi aylananing tekisligi yo'naltiruvchi ***m*** chiziqqa doim perpendikulyar bo'lsa, hosil bo'lgan sirt *naysimon sirt* bo'ladi (7.4.17-rasm). Naysimon sirt siklik sirtning xususiy holidir. O'zgaruvchan radiusli naysimon sirtni berish uchun markazlar chizig'i ***m*** va yasovchi ***ℓ*** aylana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

Naysimon sirt yasovchisining radiusi o'zgarmas bo'lsa, hosil bo'lgan sirtni *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 sirtdir.*** Kanal sirtning rasmi bir tekis uzluksiz 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**

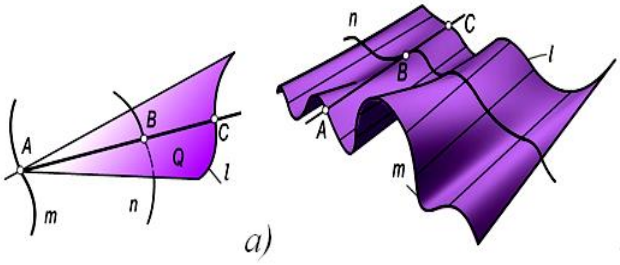
## 7.5-§.Chiziqli sirtlar

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

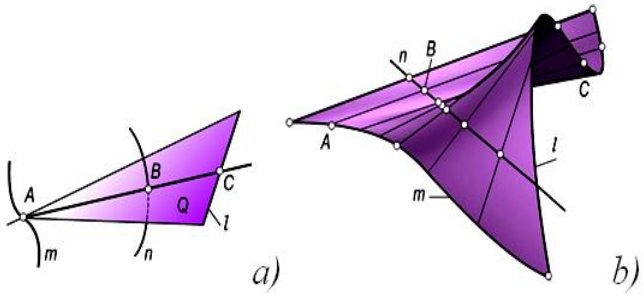
Bu sirtni uch yo'naltiruvchi chiziqli sirt deb yuritiladi. Bu chiziqli sirt aniqlovchi parametrlar orqali ***Φ(m,n,ℓ)*** ko'rinishda yoziladi. 7.5.1,a-rasmda umumiy holdagi chiziqli sirtni hosil qilish ko'rsatilgan. Chiziqli sirtning bunday umumiy holi *qiyshiq silindr* deyiladi. 7.5.1,b–rasmda qiyshiq 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 chiziq 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*** chiziq shu konuslarning yo'naltiruvchisi bo'lganda, bu konuslar ***n*** chiziq 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 chiziq 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 *parallellizm tekisligi* deyiladi. Cheksiz uzoqlashtirilgan nuqtaning vaziyati biror to‘g‘ri chiziq bilan beriladi va sirtning barcha yasovchilari uning yo‘nalishiga parallel bo‘ladi.




**7.5.1-rasm**




**7.5.2-rasm**

Agar fazoda ixtiyoriy biror S nuqta tanlab u orqali $\boldsymbol{\Phi_2}$ qiyshiq silindr sirtining yasovchilariga parallel to‘g‘ri chiziqlar o‘tkazilsa, biror $\boldsymbol{\Phi_1}$ 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 $\boldsymbol{\Phi_1}$ bilan ham berish mumkin. Bunday holda sirtni yasash algoritmi quyidagicha bo‘ladi. ***m*** va ***n*** egri chiziqli yo‘naltiruvchilar hamda S uchli $\boldsymbol{\Phi_1}$ yo‘naltiruvchi konus berilgan bo‘lsin (7.5.4-rasm). ***m*** chiziq ustidagi ixtiyoriy ***A*** nuqtani biror $\boldsymbol{\Phi_2}$ konusning uchi deb olib, $\boldsymbol{\Phi_2 \| \Phi_1}$ konus yasaladi. So‘ngra $\boldsymbol{\Phi_2 \cap n = B}$ nuqta aniqlanadi. ***A*** va ***B*** nuqtalar to‘g‘ri chiziq orqali tutashtirilib, qiyshiq silindrning to‘g‘ri chiziqli yasovchisi hosil qilinadi. ***A*** nuqtani ***m*** egri chiziq bo‘yicha harakatlantirib, ***n*** chiziq 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 chiziq 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 sirtlarni 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*

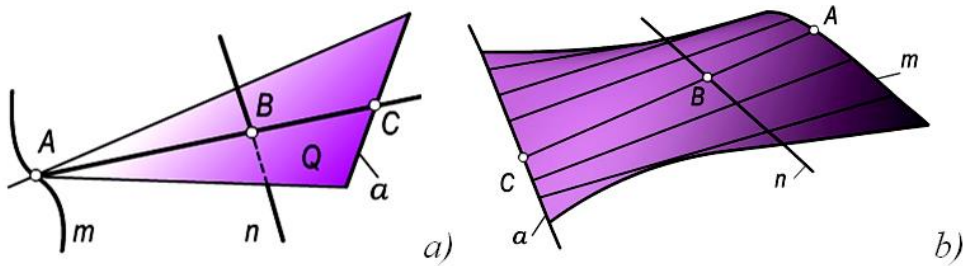
***Qiyshiq silindr.*** Qiyshiq silindr uchchala yo‘naltiruvchisi ham egri chiziq ko‘rinishida bo‘lganda hosil bo‘ladi. Uning aniqlovchilari ***m, n, a*** egri chiziqlardan iborat bo‘lib ***Φ(m,n,a)*** ko‘rinishida yoziladi (7.5.1, *a,b*-rasmlar).

***Ikki marta qiyshiq silindroid.*** Ikki marta qiyshiq silindroid yo‘naltiruvchilarning ikkitasi ***m, n*** egri chiziq va uchinchisi ***l*** to‘g‘ri chiziq bo‘lgan hollarda hosil bo‘ladi. 7.5.2,*a,b*-rasmda bunday sirtning chizmalari berilgan. Bu sirt aniqlovchilar bilan ***Φ(m,n,a)*** ko‘rinishida yoziladi.

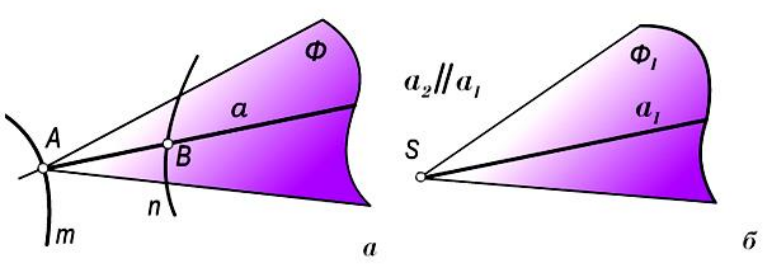
***Ikki marta qiyshiq konoid.*** Ikki marta qiyshiq konoid (7.5.3,a-rasm) yo‘naltiruvchilarning ikkitasi ***a, n*** to‘g‘ri chiziq bo‘lib, uchinchisi ***m*** egri chiziq bo‘lgan holda hosil bo‘ladi. 7.5.3,b-rasmda ikki marta qiyshiq konoidning fazoviy tasviri ko‘rsatilgan. Bu sirt aniqlovchilar bilan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

***Bir pallali giperboloid.*** Bir pallali giperboloid (7.5.5-rasm). Bu sirt yo‘naltiruvchilarining uchalasi ham bir tekislikda yotmaydigan ***a, b, c*** to‘g‘ri

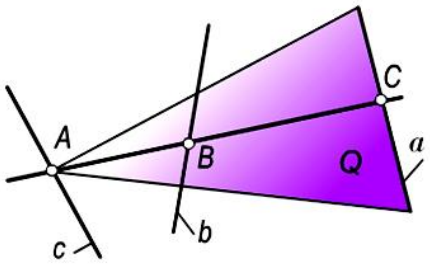
chiziqlarda iborat bo‘lgan holda hosil bo‘ladi. Bir pallali giperboloid sirtida ikki to‘g‘ri chiziqlar oilasi mavjud bo‘lib, ularning har biriga mansub biror to‘g‘ri chiziq ikkinchi oiladagi hamma to‘g‘ri chiziqlarini kesib o‘tadi.




**7.5.3-rasm**



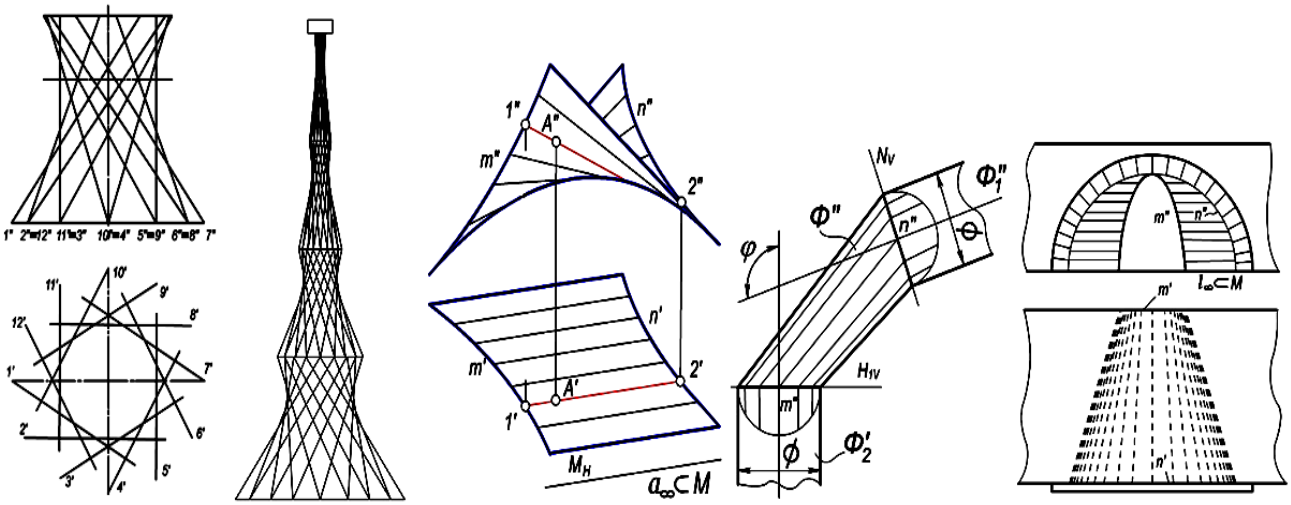

**7.5.4-rasm**




**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 ***Φ(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 xossalaridan 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 sirtdan qurilish amaliyotida keng foydalaniladi.

***Silindroid.*** Ikki yo‘naltiruvchi ***m,n*** xos egri chiziq bo‘lib, uchinchisi ***a*** cheksiz uzoqlashtirilgan, ya’ni xosmas $a_\infty$ 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 silinroid sirti chizmasida tasvirlangan. Silindroid sirti ustidagi ixtiyoriy $A(A', A'')$ nuqtaning $A'$ proyeksiyasiga asosan uning iuuinchi $A''$ 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 arkalarni loyihalashda (7.5.6,*e*-rasm) silindroidlardan foydalanish mumkin. 7.5.6,*d*-rasmda bir xil diametrli va o‘qlari **φ** burchak hosil qiluvchi $\Phi_1$ va $\Phi_2$ aylanma silindrlarning $\Phi$ silindroid sirti orqali birlashtirilishi chizmada tasvirlangan. Bunda $H_{IV}$ 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.

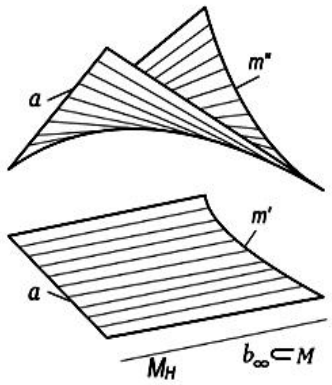



*a)* *b)* *c)* *d)* *e)*

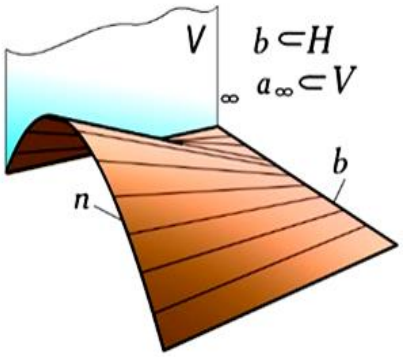
**7.5.6-rasm**

***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 ***Φ(m,a,$b_\infty$)*** yoki ***Φ(m,a,M)*** ko‘rinishida 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 sirtni *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 ayvonchaning sxematik ko‘rinishidir. Bunda

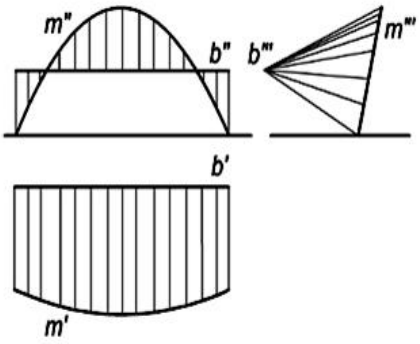
konoid sirtini hosil qiluvchi aniqlovchilar ***b*** to‘g‘ri chiziq va ***n*** egri chiziq bo‘lib, uning tekisligi ***W*** ga perpendikulyardir.




**7.5.7-rasm**

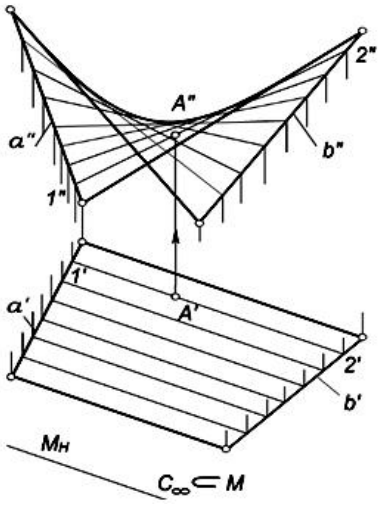



**7.5.8-rasm**

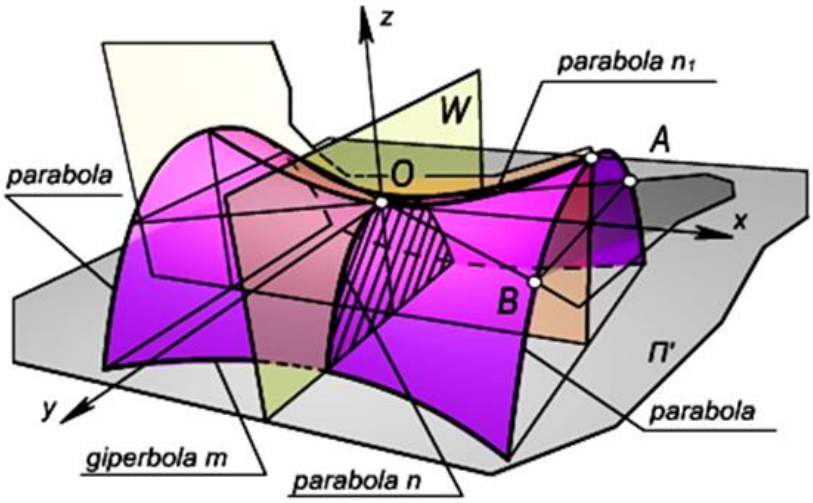



**7.5.9-rasm**

***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 chiziq) hosil bo‘ladi. Bu sirt aniqlovchilar bilan $\Phi(a,b,c_\infty)$ 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 $n_1$ 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 sirtdan qurilish amaliyotida, arxitektura binolari va inshootlarining yopmalari sifatida keng foydalaniladi. Parallelizm tekisligiga ega sirtlarni Belgiyalik geometr nomi bilan ***Katalan sirtlari*** ham deyiladi.



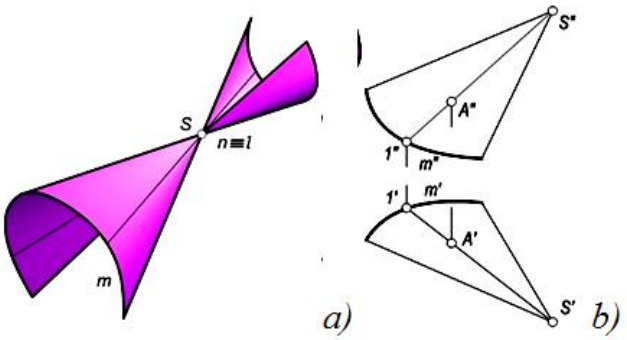

**7.5.10-rasm**



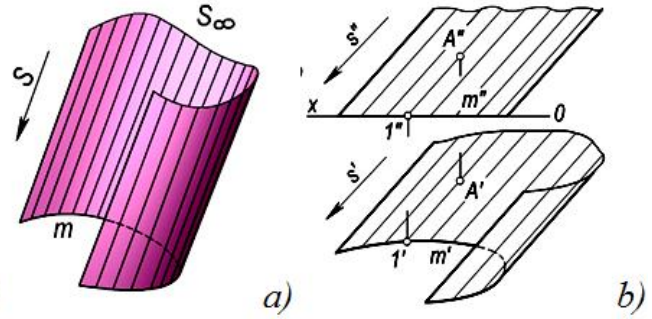

**7.5.11-rasm**

### *Yoyiladigan chiziqli sirtlar*

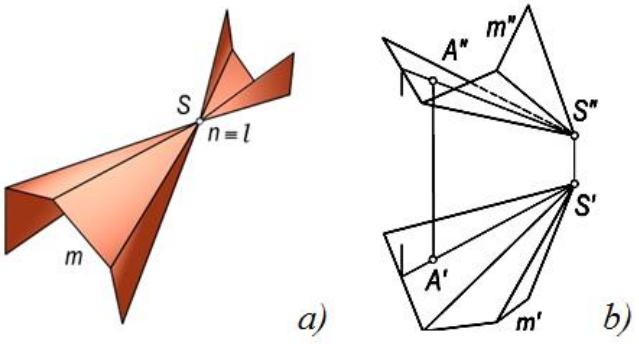
***Ta'rif***. Cheksiz yaqin yasovchilari o‘zaro kesishgan yoki o‘zaro parallel bo‘lgan sirt ***yoyiluvchi sirt*** deyiladi. Uch yo‘naltiruvchi sirtning ***m,n,ℓ*** yo‘naltiruvchilardan ***n*** va ***ℓ*** nuqta bo‘lib, ular ustma-ust tushsa, uning yasovchilari konus sirtini hosil qiladi (7.5.12,*a*-rasm). Shuning uchun konus ***m*** egri chiziq va ***S*** nuqta bilan beriladi va uning aniqlovchilari ***Φ(m,S)***. 7.5.12,*b*–rasmda ***m(m′,m″)*** yo‘naltiruvchi va ***S(S′,S″)*** uchi bilan berilgan konusning tekis chizmada berilishi va sirtda nuqta tanlash ko‘rsatilgan. Agar ***S*** nuqtani biror **s** yo‘nalishda cheksiz uzoqlashtirilsa, ***m*** egri chizig‘ini 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 siniq chiziq 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.



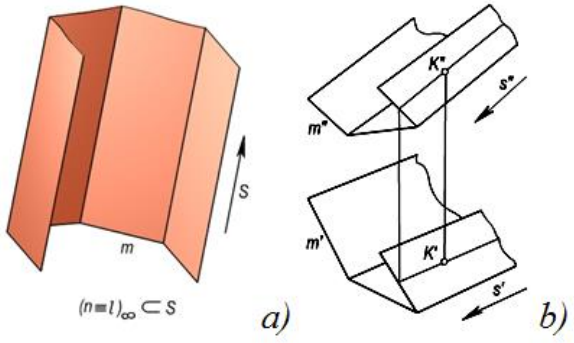

**7.5.12-rasm**




**7.5.13-rasm**




**7.5.14-rasm**




**7.5.15-rasm**

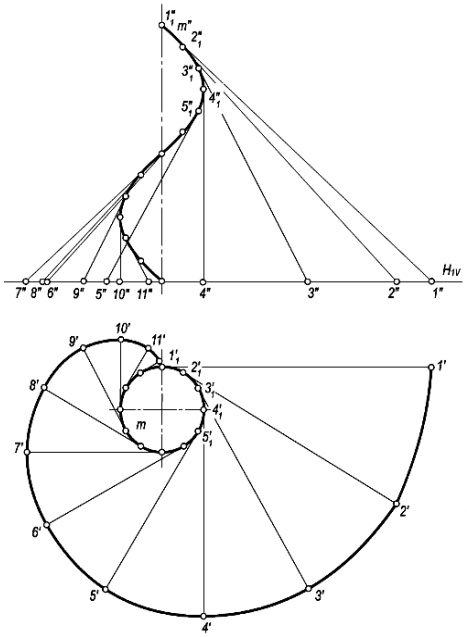
***Qaytish qirrali yoyiladigan chiziqli sirtlar.***

***Ta'rif****. Biror fazoviy egri chiziqqa urinib o'tuvchi chiziqlar to'plamidan hosil bo'lgan sirt* ***qaytish qirrali sirt*** *yoki* ***torslar*** *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-rasmdagi umumiy holda berilgan chiziqli sirtning xususiy holidir. Bunda ***m*** va ***n*** egri chiziqlar ustma-ust tushadi va ***ℓ*** cheksiz uzoqlashgan, ya'ni xosmas ***ℓ***=∞ 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 qirrasi biror chekli nuqta bo'lganda konus, cheksiz nuqta bo'lsa, silindrik sirt hosil bo'ladi.

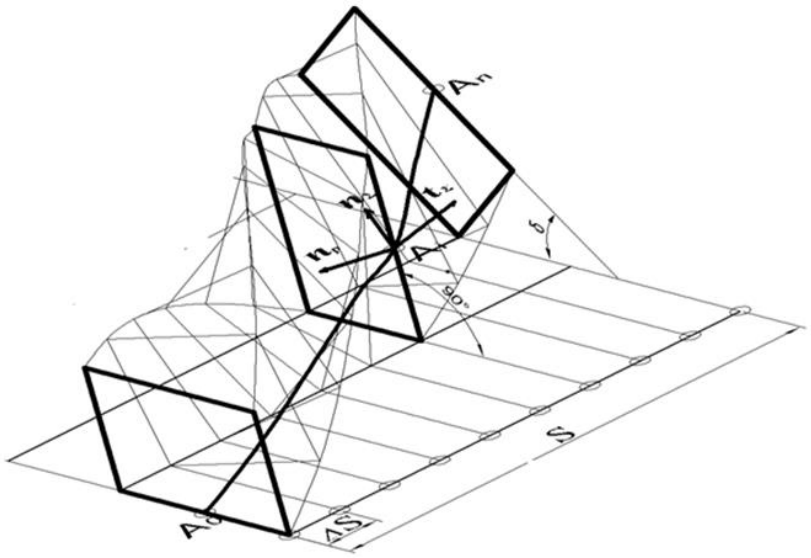
## Mavzu bo’yicha geometrik modellashtirishga oid material

Fazoviy egri chiziqdan murakkab texnik sirtlarni loyihalashda yo’naltiruvchi sifatida foydalaniladi. Masalan, ag’dargich sirtini loyihalashda sirt bo’ylab o’tayotgan tuproq palaxsasi trayektoriyasini fazoviy egri chiziq orqali berib kerakli sirt olinadi[32].

Bunda har bir $\delta S$ 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 $A_0$, $A_1$, $A_i$, ..., $A_n$ 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**

[32] Жураев Т.Х. Моделирование пространственной направляющей кривой рабочей поверхности отвала. Журнал «Агроилм». Выпуск № 4 (20), 2011. Ташкент. 62-63 betlar.

# 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 sababli 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 $H_1(H_{1V})$ gorizontal 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 $B'$ gorizontal proyeksiyasi ular orqali o‘tuvchi $S1$ va $S2$ yasovchilarning gorizontal proyeksiyalari S′1′ va S′2′ larda bo‘ladi. Konusning gorizontal 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 $H_{1V}$ 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 $E''\equiv F''$ nuqtalar belgilab olinadi. Bu nuqtalar orqali S″5″≡S″6″ yasovchilarning frontal proyeksiyalari o‘tkaziladi, so‘ngra ularning $S'5'$ va $S'6'$ gorizontal proyeksiyalari ustida $E'$ va $F'$ belgilab olinadi. Shu tarzda yana bir necha nuqtalarning gorizontal proyeksiyalari yasaladi.Gorizontal 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 asosan kesimning $D',F',A',E',C'$ qismi uzluksiz tutash chiziq bilan, $D',B',C'$ qismi esa shtrix chiziq bilan tekis tutashtiriladi.

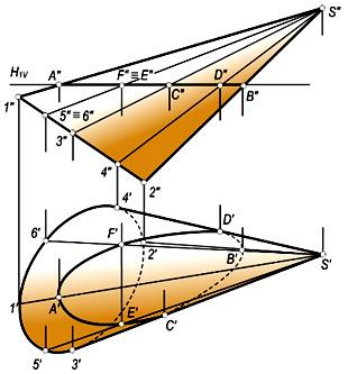
***2-masala.*** Sferaning $N$ frontal proyeksiyalovchi tekislik bilan kesishuv chizig‘i proyeksiyalari yasalsin (8.2.2-rasm).

***Yechish.*** Kesimning $A''C''$ frontal proyeksiyasi tekislikning $N_V$ frontal izi bilan ustma-ust tushadi. Kesimning gorizontal proyeksiyasi esa nuqtalarning sferaga tegishlilik shartiga ko‘ra yasaladi. $B$ va $B_1$ nuqtalar sferaning ekvatoriga tegishli bo‘lganligi uchun ularning $B'$ va $B_1'$ gorizontal proyeksiyalari gorizontal proyeksiyaning ocherkida belgilab olinadi. $A$ va $C$ nuqtalarning gorizontal proyeksiyalari $A'$ va $C'$ nuqtalar esa sfera bosh meridianining gorizontal proyeksiyasida yotadi. Kesimga tegishli ixtiyoriy $D$ va $D1$ nuqtalarning $D'$ va $D1'$ gorizontal proyeksiyalarini yasash uchun $D''\equiv D_1''$ nuqta orqali gorizontal tekislikning $H_{IV}$ frontal izi o‘tkaziladi. Bu tekislik sferani radiusi $0''1''$ ga teng bo‘lgan aylana bo‘yicha kesadi. Bu aylanani gorizontal proyeksiyasida $D'$ va $D'1$ nuqta xosil qilinadi. Oraliqdagi boshqa ixtiyoriy nuqtalarning gorizontal proyeksiyalari ham xuddi shunday yasaladi. Gorizontal proyeksiyada sferaning ekvatoridan yuqorida joylashgan hamma nuqtalar ko‘rinadi, ekvatordan pastki qismida joylashgan nuqtalar esa ko‘rinmaydi. Shunga ko‘ra ekvatordan yuqorida joylashgan $A,D,D_1,E,F,B$ va $B_1$ nuqtalarning gorizontal 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.

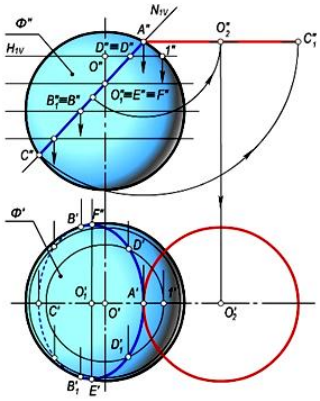
***3-masala.*** V parallellizm tekisligiga ega bo‘lgan giperbolik paraboloidning $M(M_H)$ gorizontal proyeksiyalovchi tekislik bilan kesishish chizig‘i proyeksiyalari yasalsin (8.2.3-rasm).

***Yechish.*** Kesishish chizig‘ining gorizontal 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 $M_H$ gorizontal izining kesishish nuqtasi $2'$ belgilab olinadi.

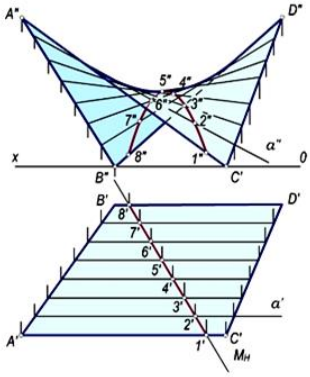
So‘ngra ***2′*** nuqtadan proyeksion bog‘lanish chizig‘i chiqarilib ***a″*** dagi frontal proyeksiyasi ***2″*** aniqlanadi. Kesimning ***3(3′,3″)…7(7′,7″)*** nuqtalarini yasash ***2(2′,2″)*** nuqtani yasash kabi bajariladi.



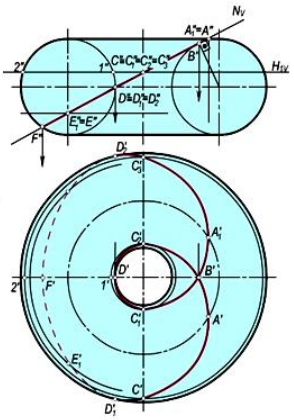
**8.2.1-rasm.**



**8.2.2-rasm.**



**8.2.3-rasm.**



**8.2.4-rasm.**

***4-masala.*** Torning frontal proyeksiyalovchi ***N(Nv)*** tekislik bilan kesishish chizig‘i proyeksiyalari yasalsin (8.2.4-rasm).

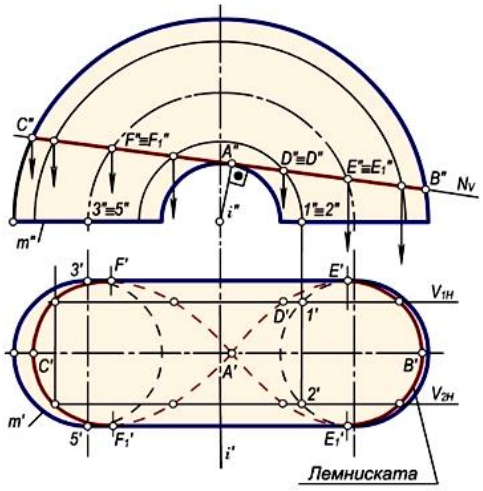
***Yechish.*** Kesishish chizig‘ining frontal proyeksiyasi tekislikning frontal izi $N_V$ bilan ustma-ust tushgan. Uning gorizontal proyeksiyasini yasash uchun frontal proyeksiyada tayanch nuqtalarning ***A″≡A₁″,B″***, ***D″≡D₁″≡D₂″*** va ***F″*** frontal proyeksiyalari belgilab olinadi. Bu nuqtalar torga tegishli bo‘lganligi uchun ularning gorizontal proyeksiyalarini yasash qiyin emas. Oraliqdagi ixtiyoriy nuqtalarning proyeksiyalari esa quyidagicha yasaladi. Kesimning frontal proyeksiyasida ixtiyoriy ***C″≡C₁″≡C₂″≡C₃″*** nuqtalar belgilanadi. Keyin ular orqali yordamchi gorizontal $H_1$ tekislikning $H_{1V}$ izi o‘tkaziladi. Bu tekislik torni radiuslari ***0″1″*** va ***0″2″*** kesmalarga teng bo‘lgan aylanalar (parallellar) bo‘yicha kesadi. Bu aylanalarning gorizontal proyeksiyalarini yasab, ***C″≡C₁″≡C₂″≡C₃″*** nuqtalardan tushirilgan proyeksion bog‘lovchi chiziq bilan kesishish nuqtalari ***C′,C′₁,C′₂*** va ***C₃′*** lar belgilab olinadi.Xuddi shuningdek boshqa oraliq nuqtalar ham yasaladi. Hosil bo‘lgan nuqtalarning

ko‘rinishligini torning ekvatoriga nisbatan aniqlab, ularni tekis egri chiziq bilan tutashtirsak, bu holda ***Paskal chig‘anog‘i*** deb nomlangan egri chiziq hosil bo‘ladi.

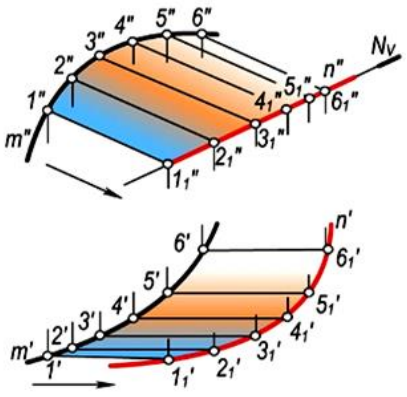
***5-masala.*** Berilgan tor sirtining ***N($N_V$)*** tekislik bilan kesishish chizig‘i proyeksiyalari yasalsin (8.2.5-rasm).

***Yechish.*** Chizmada n ko‘rinib turibdiki, kesuvchi tekislik torning ichki konturiga urinma vaziyatda o‘tkazilgan. Bu holda torning bunday kesimi ***lemniskata*** egri chizig‘i deb yuritiladi. Kesishish chizig‘ining frontal proyeksiyasi kesuvchi tekislikning $N_V$ frontal izi bilan ustma-ust tushadi. Uning gorizontal proyeksiyasini yasash uchun torni $V_1,V_2$ yordamchi frontal tekisliklar bilan kesiladi. Hosil bo‘lgan parallellarni ***N($N_V$)*** tekislik bilan kesishish nuqtalari ***A",B",C",D",E"*** va ***F"*** lar belgilanadi. So‘ngra bu nuqtalarning gorizontal proyeksiyalari tegishli tekisliklar izlarida topiladi va o‘zaro silliq chiziq bilan tutashtiriladi. Gorizontal proyeksiyada kesishuv chizig‘ining ko‘rinishligi aniqlanadi. Bu lemniskata deb nomlangan egri chiziqdir. Bunda tor yasovchisi ***m(m',m")*** ning ***m'*** gorizontal proyeksiyasiga tegishli ***3',4',5'***… 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($N_V$)*** frontal proyeksiyalovchi tekislik bilan kesishish chizig‘i proyeksiyalari yasalsin (8.2.6-rasm).




**8.2.5-rasm.**




**8.2.6-rasm.**

***Yechish.*** Bu sirtning $N(N_V)$ 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 $N(N_V)$ tekislik bilan kesishish nuqtalari $1_1(1_1',1_1''), 2(2_1',2_1''), 3(3_1',3_1'')$ 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: $a \cap m = B$.

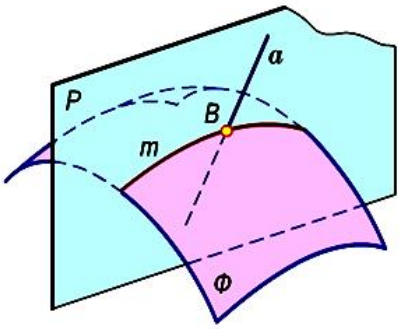
Ma’lumki, berilgan to‘g‘ri chiziq orqali istalgancha tekislik o‘tkazish mumkin. Masalalarni osonroq yechish uchun to‘g‘ri chiziq orqali yordamchi tekislik proyeksiyalovchi vaziyatda o‘tkaziladi. Bu holda masalaning yechilishi soddalashadi. Silindrik yoki konus sirt berilganda, to‘g‘ri chiziq orqali silindr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

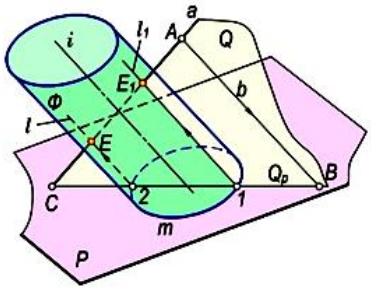
***Yechish.*** Kesishish nuqtalari $E$ va $E_1$ larni yasash quyidagicha bajariladi:

- 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;

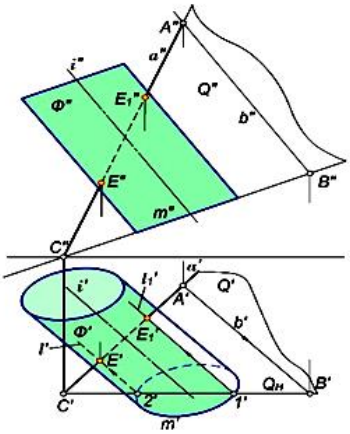
- ***Q*** tekislik bilan ***Φ*** silindrning kesishish chiziqlari ***ℓ*** va $\ell_1$ yasovchilar yasaladi. Buning uchun ***Q*** tekislik va silindrning asos tekisligi ***P*** ning o‘zaro kesishish chizig‘i ***BC*** yasaladi. ***BC*** to‘g‘ri chiziqning silindr asosi ***m*** bilan kesishish nuqtalari ***1*** va ***2*** orqali ***ℓ*** va $\ell_1$ yasovchilar (kesishish chiziqlari) o‘tkaziladi;
- berilgan ***a*** bilan ***ℓ*** va $\ell_1$ yasovchilarning kesishish nuqtalari ***E*** va $E_1$ olinadi.




**8.3.1-rasm**



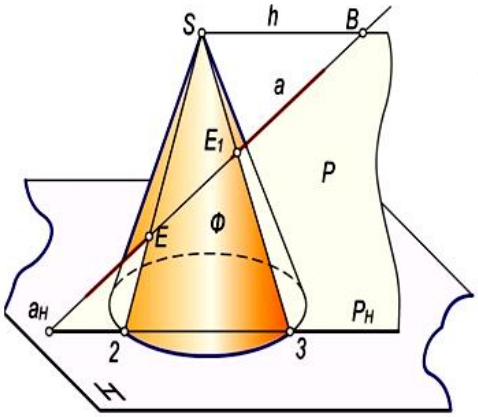

**8.3.2-rasm**



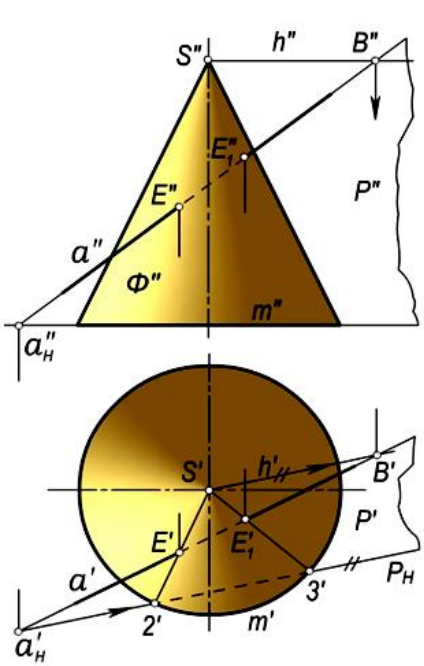

**8.3.3-rasm**

***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).

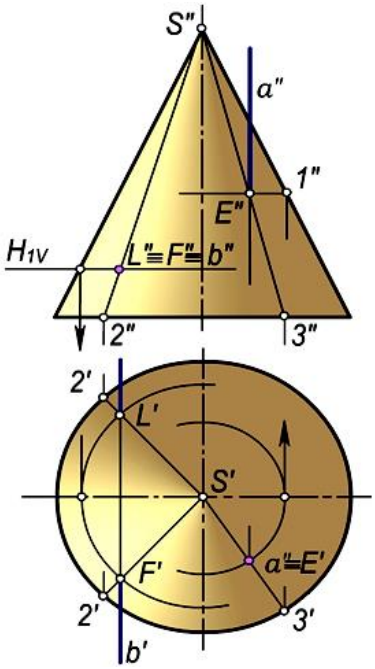
- ***Yechish.*** Bu holda ***a*** to‘g‘ri chiziq orqali o‘tuvchi yordamchi tekislik konusning uchidan o‘tkaziladi. Rasmlarda bunday P tekislik o‘zaro kesishuvchi ***a*** va ***h*** to‘g‘ri chiziqlar orqali berilgan. Bunda ***h*** gorizontal to‘g‘ri chiziq konusning S uchidan o‘tkazilgan: ***h∋S***. Ushbu ***h*** gorizontal to‘g‘ri chiziq berilgan ***a*** to‘g‘ri chiziq bilan ***B*** nuqtada kesishadi. ***P*** tekislikning $P_H$ gorizontal izini yasab olamiz. Buning uchun ***a*** to‘g‘ri chiziqning $a_H$ ($a_H'$,$a_H''$) gorizontal izini topib, u orqali gorizontalning gorizontal 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 tutashtirib, ***S′2′*** va ***S′3′*** yasovchilar hosil qilinadi. Ular ***a′*** to‘g‘ri chiziq bilan kesishib, ***E′*** va $E_1'$ nuqtalarni xosil 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-расм**

***3-masala.*** Xususiy 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 gorizontal proyeksiyalovchi, ***b*** to‘g‘ri chiziq frontal proyeksiyalovchi bo‘lganligi sababli kesishish nuqtalarining bittadan proyeksiyalari ***E′*** va ***F″≡L″*** (mos ravishda gorizontal va frontal proyeksiyalari) ma’lum bo‘lib qoladi. Bu nuqtalar orqali o‘tuvchi yasovchilarning avvalo ***S′3′,S″2″≡S″2₁″***, so‘ngra ***S″3″,S′2′*** va ***S′2₁′*** proyeksiyalari o‘tkaziladi. ***a″*** va ***S″3″*** larning o‘zaro kesishish nuqtasi ***E″*** hamda ***b′*** bilan ***S′2′*** va ***S′21′*** larning kesishish nuqtalari ***F′*** va ***L′*** belgilab olinadi.

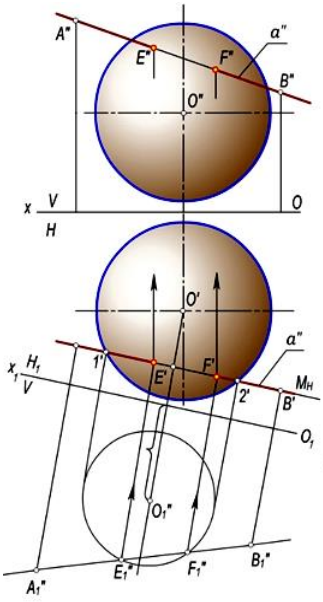
***4-masala.*** To‘g‘ri chiziq va sferaning kesishish nuqtalari aniqlansin (8.3.7-rasm). ***Yechish.*** Berilgan ***a(a′,a″)*** to‘g‘ri chiziqning sfera bilan kesishish nuqtalarini yasash uchun bu to‘g‘ri chiziq orqali ***M(Mn)*** gorizontal proyeksiyalovchi tekislik o‘tkaziladi. Bu tekislik sferani diametri ***1′2′*** kesmaga teng bo‘lgan aylana bo‘yicha kesadi. ***1′2′*** diametrli aylananing gorizontal proyeksiyasi tekislikning $M_H$ izi bilan ustma-ust tushadi: $1'2' \equiv M_H$. Berilgan ***a*** to‘g‘ri chiziq bilan ***12*** 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 $12$ diametrli aylanani $V_1$ tekislikka proyeksiyalar tekisliklarini almashtirish usuliga asosan proyeksiyalanadi. Hosil bo‘lgan $0_1''$ 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 gorizontal 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 meridianning kesishish nuqtalari $1_1''$,$2_1''$ lar yordamida $1''$,$2''$ hamda $1'$,$2'$ nuqtalar belgilab olinadi.

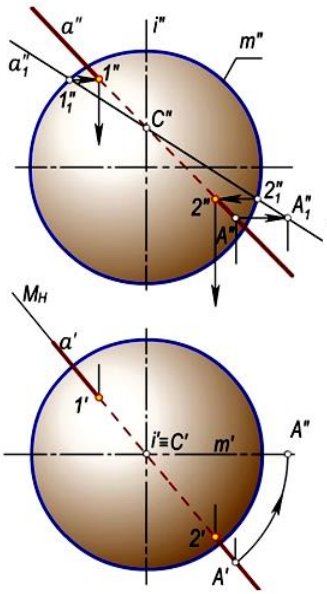
***5-masala.*** Umumiy vaziyatdagi $a(a',a'')$ to‘g‘ri chiziqning $\Phi(\Phi',\Phi'')$ aylanma ellipsoid bilan kesishish nuqtalari $E(E',E'')$, $E_1(E_1',E_1'')$ aniqlansin (8.3.9-rasm).

***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-rasmda 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 $N(N_V)$ tekislik o‘tkaziladi. $N(N_V)$ tekislikning ellipsoid bilan

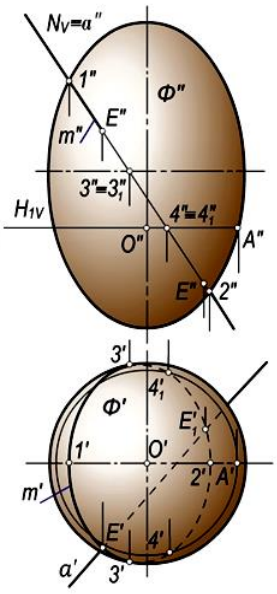
kesishish chizig‘i ***m*** yasaladi. Bu chiziqning berilgan to‘g‘ri chiziq bilan kesishuvida izlanayotgan nuqtalar hosil bo‘ladi. Tekislikning $N_V$ frontal izi, to‘g‘ri chiziqning $a''$ frontal proyeksiyasi va kesishish chizig‘ining frontal proyeksiyasi $m''$ lar ustma-ust tushadi. Kesishish chizig‘ining $m'$ gorizontal proyeksiyasini yasash uchun $m''$ ga tegishli ixtiyoriy nuqtalarni belgilab, ularning gorizontal proyeksiyasini topish va ularni tekis egri chiziq bilan tutashtirish kerak. Ellipsoidning frontal konturiga tegishli ***1*** va ***2*** nuqtalarning gorizontal proyeksiyalari $1'$ va $2'$ nuqtalar bevosita belgilab olinadi. Ixtiyoriy olingan ***4*** va $4_1$ nuqtalarning $4'$ va $4_1'$ gorizontal proyeksiyalarini yasash uchun $4''=4_1''$ nuqta orqali gorizontal tekislikning frontal izi $H_{1V}$ o‘tkaziladi. So‘ngra gorizontal proyeksiyada radiusi $0'A'=0''A''$ bo‘lgan aylana chizamiz. $4=4_1''$ nuqtadan proyeksion bog‘lanish chizig‘ini tushirib, $0'A'$ radiusli aylana bilan kesishish nuqtalari $4'$ va $4_1'$ lar olinadi.



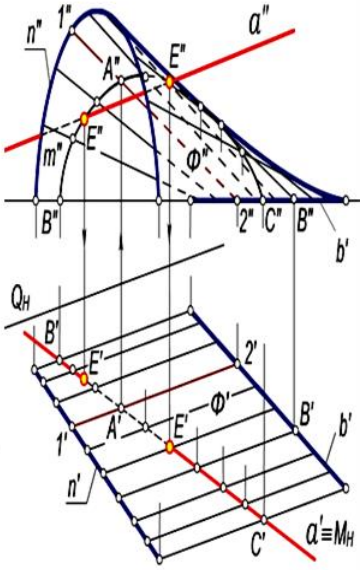
**8.3.7-rasm.**



**8.3.8-rasm .**



**8.3.9-rasm.**



**8.3.10-rasm.**

***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*** yasaladi. ***a*** to‘g‘ri chiziq va ***m*** chiziqning o‘zaro kesishish nuqtalari ***E*** va ***$E_1$*** lar belgilab olinadi.

Muhandislik grafikasi (“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 (sababi “Egri chiziqlar” mavzusida konus kesimlari to’g’risida batafsil ma’lumot berilgan) doir inglizcha ma’lumot keltirildi (8.3.11-rasm)[33].

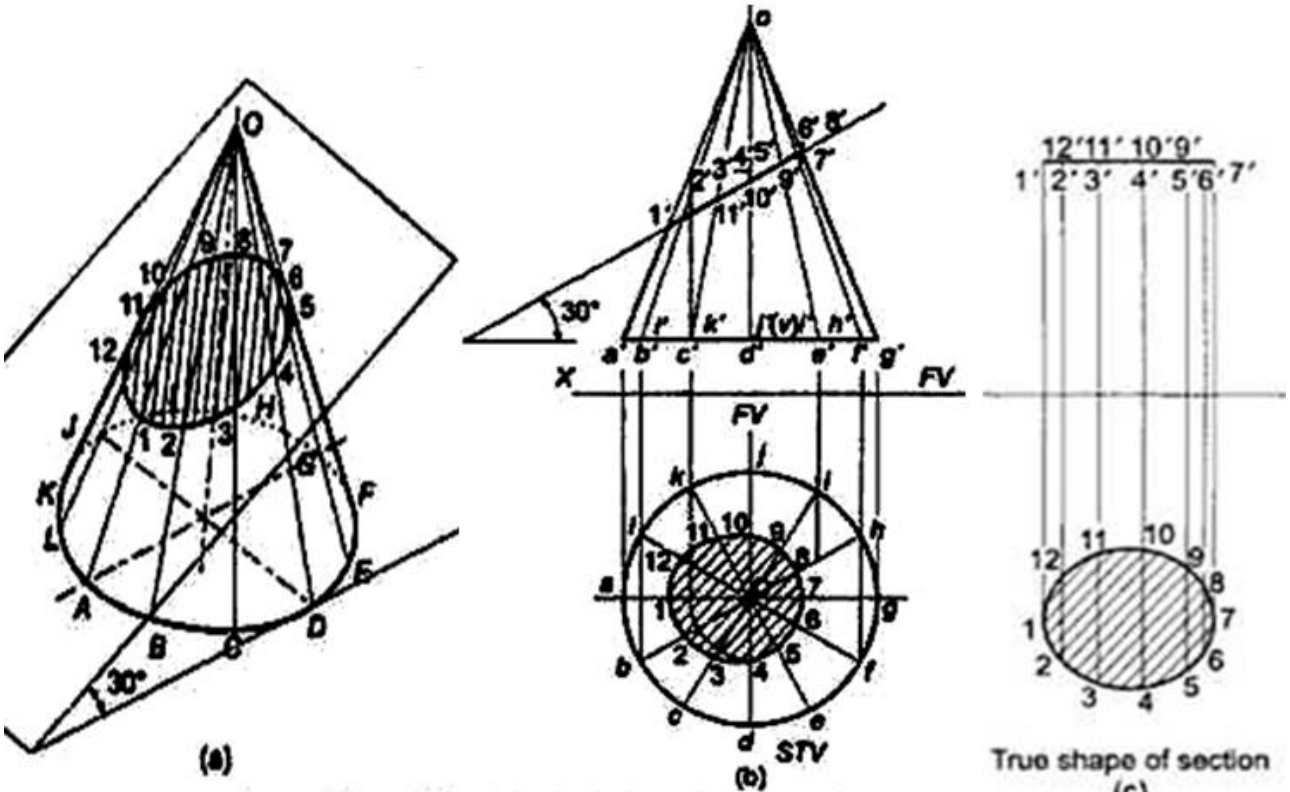



**Figure 7.3 A Cone Cut by CP ⊥ to VP, ∠ to HP**

**8.3.11-rasm.**

[33] Shah M.B., Rana B.C. Engineering Drawing. India. 2009, 168-170 betlar.

### 8.4-§. Sirtlarning umumiy vaziyatdagi tekisliklar bilan kesishuvi

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

- berilgan $\boldsymbol{\Phi}$ sirt va $\boldsymbol{Q}$ tekislik yordamchi kesuvchi $\boldsymbol{P_1}$ tekislik bilan kesiladi (8.4.1-rasm). $\boldsymbol{P_1}$ yordamchi tekislikni shunday o‘tkazish kerakki, uning $\boldsymbol{\Phi}$ sirt bilan kesishiish chizig‘i to‘g‘ri chiziq yoki aylana singari sodda chiziq bo‘lsin.
- yordamchi $P_1$ tekislik bilan $\Phi$ sirtning kesishish chizig‘i $\boldsymbol{m_1}$ yasaladi: $\boldsymbol{\Phi \cap P_1=m_1}$
- berilgan $\boldsymbol{Q}$ va $\boldsymbol{P_1}$ tekisliklarning o‘zaro kesishish to‘g‘ri chizig‘i yasaladi: $\boldsymbol{Q \cap P_1=a_1}$;
- $\boldsymbol{a_1}$ va $\boldsymbol{m_1}$ chiziqlarning kesishish nuqtasi $\boldsymbol{A_1}$ ni belgilab, ($\boldsymbol{A_1=a_1 \cap m_1}$) olinadi. $\boldsymbol{a_1}$ va $\boldsymbol{m_1}$ chiziqlarining kesishish nuqtalari bitta yoki ko‘p bo‘lishi mumkin.

Yuqorida bayon qilingan yasashlarga asosan $\boldsymbol{P_2,P_3}$,… tekisliklar o‘tkazilib $\boldsymbol{A_2,A_3}$,… nuqtalar xolati aniqlanadi.

Bu nuqtalar o‘zaro tutashtirilib, $\boldsymbol{\Phi}$ sirt bilan $\boldsymbol{Q}$ tekislikning kesishishidan hosil bo‘lgan tekis egri chizig‘i $\boldsymbol{\ell}$ hosil qilinadi.

$\boldsymbol{\Phi}$ 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 $\boldsymbol{A(A',A'')}$ yuqori va $\boldsymbol{B(B',B'')}$ 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 $\boldsymbol{h_1}$ va $\boldsymbol{h_2}$ gorizontallarga tegishli bo‘ladi.

Ikkinchisi $\boldsymbol{A}$ va $\boldsymbol{B}$ nuqtalarni silindrning $\boldsymbol{i(i',i'')}$ o‘qi orqali o‘tuvchi va $\boldsymbol{Q}$ tekislikka perpendikulyar bo‘lgan $\boldsymbol{M(M_H)}$ tekislik yordamida ham topish mumkin. Buning uchun $\boldsymbol{Q}$ tekislikning ixtiyoriy $\boldsymbol{h}$ gorizontali o‘tkaziladi. Uning $\boldsymbol{h'}$ gorizontal

proyeksiyasiga perpendikulyar ravishda silindirning ***i*** o‘qi orqali ***M*** tekislikning gorizontal $M_n$ izi o‘tkaziladi. Bu tekislik silindrni $\ell$ va $\ell_1$ yasovchilari bo‘yicha, berilgan ***Q*** tekislikni esa ***3,4*** to‘g‘ri chiziq bo‘yicha kesadi. ***3,4*** kesishish chizig‘i va $l,l_1$ yasovchilarning frontal proyeksiyalari $3''4''$ hamda $l',l''$ 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 $l_2$, va $l_3$ 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).

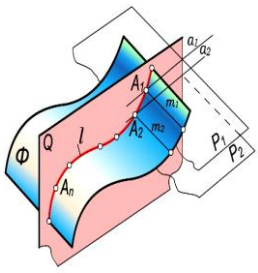
***Yechish.*** Kesuvchi tekislik o‘zaro kesishuvchi ***a(a',a'')*** va ***b(b',b'')*** to‘g‘ri chiziqlar bilan berilgan. Dastlab tayanch nuqtalarning topilishini ko‘rib chiqamiz. Kesishish chizig‘ini konus ocherkiga tegishli, ya’ni konus chetki yasovchilari ***S9*** va ***S8*** larning berilgan tekislik bilan kesishish nuqtalari ***E***, ***F*** lar quyidagicha topiladi: ***S9*** va ***S8*** yasovchilar orqali yordamchi $V_{H1}$ 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. ***1,2*** 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 gorizontalning $h_1'$ proyeksiyasiga perpendikulyar qilib, $S'$ nuqta orqali yordamchi ***M*** tekislikning $M_H$ izini o‘tkazamiz. ***M*** tekislikning konus bilan kesishishi chiziqlari ***S5*** va $S5_1$ yasovchilar hamda berilgan tekislik bilan kesishish chizig‘i $S_16(S_1'6',S_1''6'')$ larning frontal proyeksiyalari o‘tkaziladi. Ular o‘zaro kesishib, mos ravishda quyi ***B*** va yuqori ***A*** nuqtalarning frontal proyeksiyalari $B''$ va $A''$ nuqtalarni

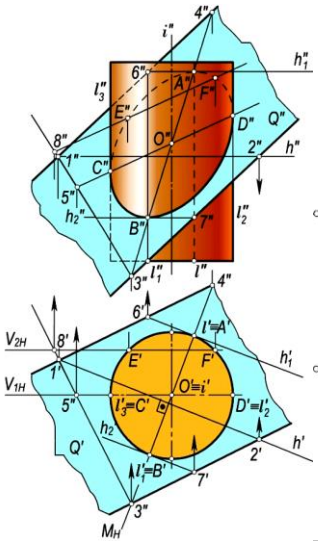
hosil qiladi. ***A*** va ***B*** nuqtalar orasidagi masofa kesim yuza – ellipsning katta o‘qi bo‘ladi. Uning kichik o‘qi ***CD*** ni topish uchun ***AB*** kesmani teng ikkiga bo‘luvchi $O_1$ nuqta orqali ***AB*** ga perpendikulyar to‘g‘ri chiziq o‘tkaziladi. Bu holda ***CD*** kichik o‘q gorizontal vaziyatdagi to‘g‘ri chiziq bo‘lib uning proyeksiyasini yordamchi $H_1(H_{1V})$ tekislikdan foydalanib topamiz. Gorizontal 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 asoslanib 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 chiziq bilan tutashtiriladi.

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

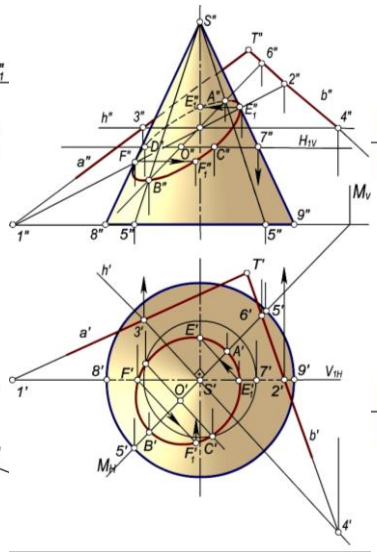
***Yechish.*** Kesishish chizig‘ining quyi va yuqori nuqtalarini aylantirish usuli bilan topish qulay. Dastavval sferaning markazidan o‘tuvchi yordamchi $M(M_H)$ tekislik berilgan $Q(Q',Q'')$ tekislikka perpendikulyar qilib o‘tkaziladi.



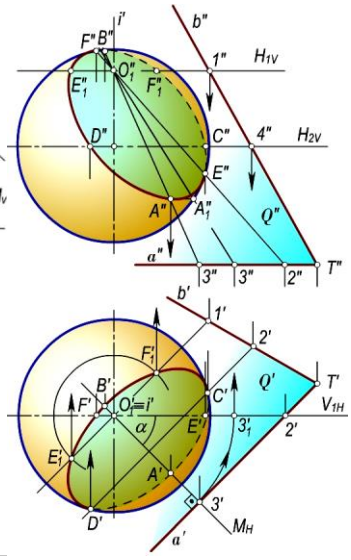
**8.4.1-rasm.**



**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 $0_13$ 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 chiziqning 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 chiziq o‘tkazib, uning $0_1''3''$ to‘g‘ri chiziq 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 yuza proyeksiyalari yasalsin (8.4.5-rasm).

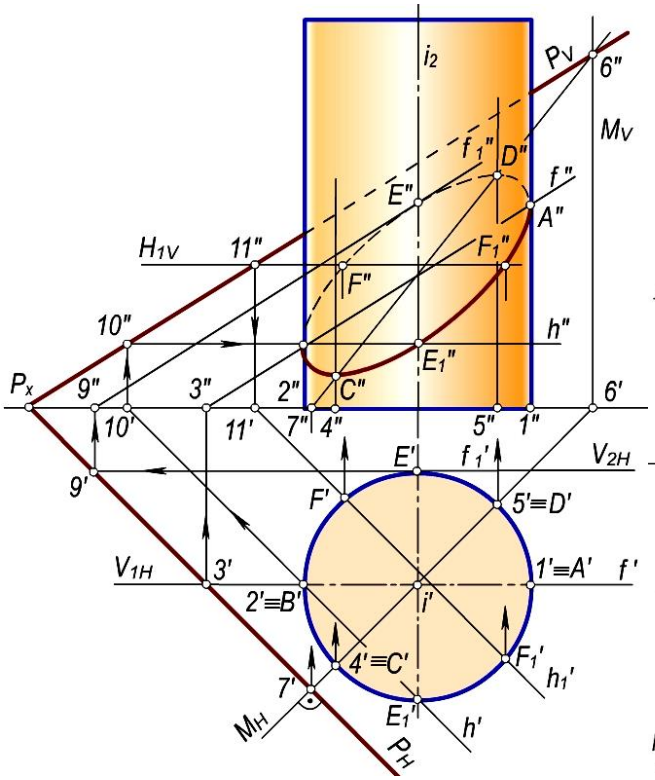
***Yechish.*** Kesim yuzasining gorizontal proyeksiyasi silindrning gorizontal proyeksiyasi (asosi) bilan ustma-ust tushadi. Shuning uchun kesimning faqat frontal proyeksiyasi topiladi. Dastlab silindrning chetki 1, 2 yasovchilari bilan P tekislikning kesishish nuqtalari A va B ning frontal proyeksiyalari A″ va B″ nuqtalari topiladi. Buning uchun chetki yasovchilar orqali $V_1(V_{1H})$ frontal tekislik o‘tkaziladi. Bu tekislik berilgan P tekislikni frontal chiziq bo‘yicha kesadi. Kesishish chizig‘ining frontal proyeksiyasi $f''$ 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 $M(M_H, M_V)$ gorizontal proyeksiyalovchi tekislik o‘tkaziladi: $i \subset M_H \perp H$. Bu tekislik silindrni $4(4',4'')$ va

*5(5′,5″)* yasovchilari, P tekislikni esa *67(6′7′,6″7″)* to‘g‘ri chiziq bo‘yicha kesadi. Yasovchilarning frontal proyeksiyalari *6″7″* to‘g‘ri chiziq bilan kesishib, D″ va *C″* nuqtalarni hosil qiladi. Kesimning boshqa nuqtalarini kesuvchi tekislikning gorizontal 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 chiziq 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 $H_1(H_{1V})$ gorizontal yordamchi tekislik o‘tkazish yo‘li bilan topiladi. YOrdamchi tekislikning $H_{1V}$ izi *C″* va D″ nuqtalar oraligida o‘tkaziladi. Bu tekislik silindrni aylana bo‘yicha kesadi. Bu aylananing gorizontal 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(h₁′,h₁″)* gorizontal bo‘ylab kesishadi. $h_1$ gorizontalning gorizontal proyeksiyasi $h_1'$ va silindrning asosi o‘zaro kesishib, F′ va $F_1'$ nuqtalarni hosil qiladi. Bu nuqtalardan proyeksion bog‘lanish chiziqlari o‘tkazilib, $H_{IV}$ 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 chiziq - ellips hosil qilinadi.

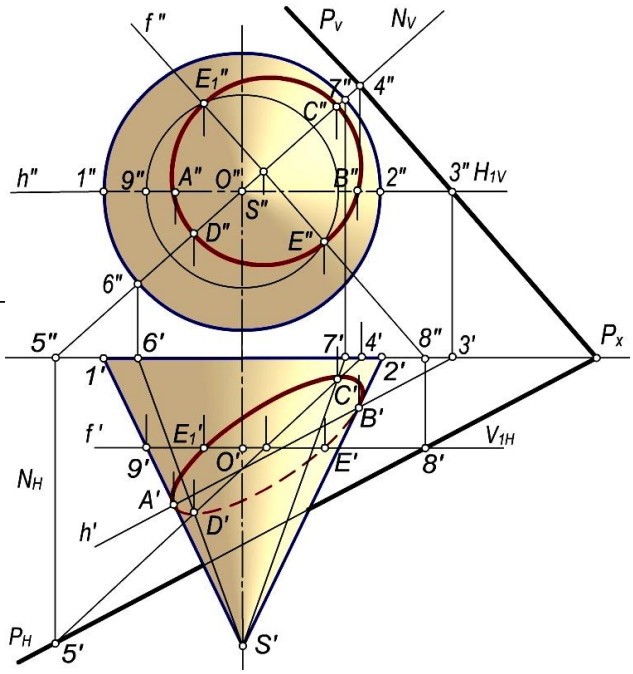
***5-masala.*** Asosi V tekislikda joylashgan to‘g‘ri doiraviy konusning $P(P_H, P_V)$ tekislik bilan kesishishidagi kesim yuza proyeksiyalari yasalsin (8.4.6-rasm).

***Yechish.*** Kesim yuza – ellipsning proyeksiyalarini yasash konusning S1(S′1′,S″1″) va S2(S′2′,S″2″) yasovchilari bilan $P(P_H,P_V)$ tekislikning kesishish nuqtalari (A′,A″) va B(B′,B″) larni topishdan boshlanadi. S1 va S2 yasovchilarning frontal proyeksiyalari S″1″ va S″2″ lar orqali $H_1(H_{1V})$ gorizontal tekislik izi o‘tkaziladi. Bu tekislik berilgan P tekislikni 3(3′,3″) nuqtadan o‘tgan *h(h′,h″)* gorizontal chiziq bo‘yicha kesadi. Bu gorizontalning *h′* gorizontal proyeksiyasi

konusning S′1′ va S′2′ chetki yasovchilari bilan kesishib, A′ va B′ nuqtalarni hosil qiladi. Bu nuqtalardan proyeksion bog‘lanish chizig‘ini 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 S6(S′6′,S″6″) va S7(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∩N=45. Bu to‘g‘ri chiziqning 4′5′ gorizontal proyeksiyasi S6 va S7 yasovchilarning gorizontal 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 $V_{1H}$ gorizontal 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 tutuashtirilib kesim yuza – ellips chiziladi. Frontal proyeksiyada kesimga tegishli bo‘lgan hamma nuqtalar ko‘rinadi. Gorizontal proyeksiyada esa konusning yuqori yarimda joylashgan kesimning *A′E₁′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***

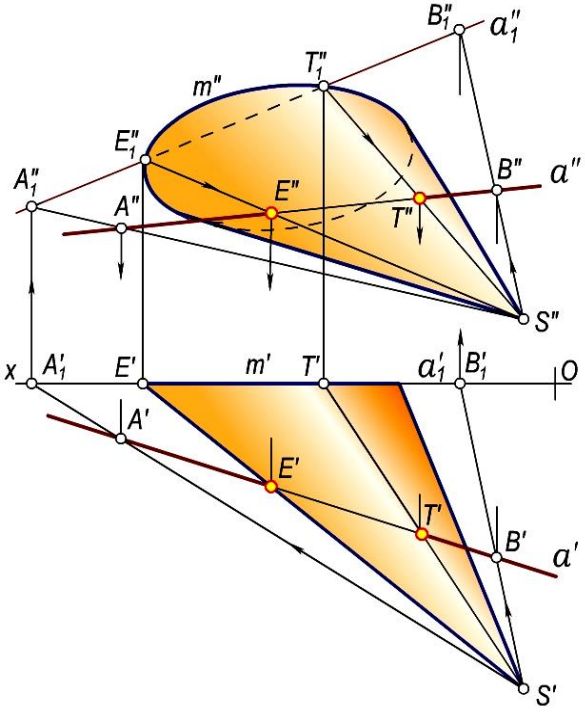
Piramida yoki konus sirtlar qatnashgan pozision masalalarni yechishda markaziy proyeksiyalashdan foydalanish maqsadga muvofiq bo‘ladi.

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

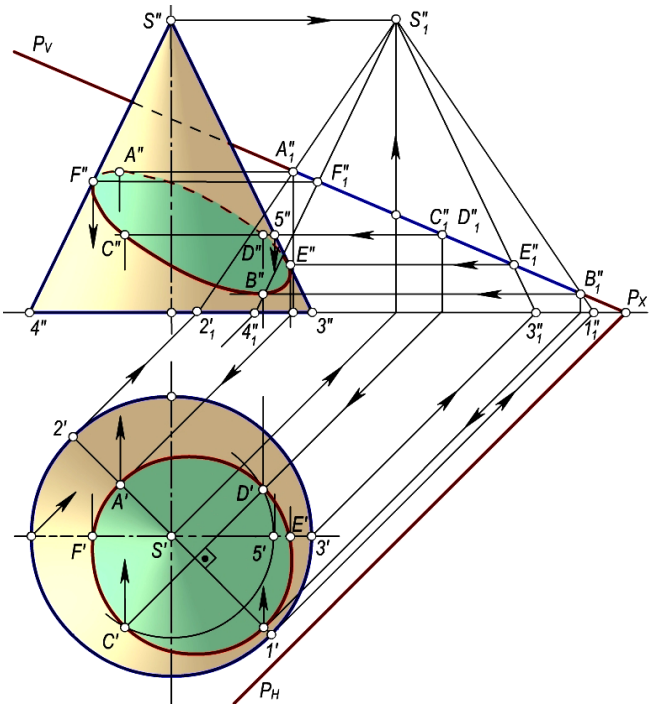
***Yechish.*** Konusning V asos tekisligini proyeksiyalar tekisligi, konusning uchi S nuqtani esa proyeksiyalash markazi deb qabul qilamiz. U holda konus sirtning V dagi markaziy proyeksiyasi uning ***m*** asosi bilan ustma-ust tushadi. ***a*** to‘g‘ri chiziqning V tekislikdagi markaziy proyeksiyasi $\boldsymbol{a}_1$ esa A va B nuqtalar orqali aniqlanadi. Konusning ***m***″ asosi va $\boldsymbol{a}_1$″ 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 gorizontal 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 $A_1''$, $B_1''$, $C_1''\equiv D_1''$, $E_1''$ va $F_1''$ nuqtalari orqali konusning yordamchi yasovchilari o‘tkaziladi. So‘ngra bu yasovchilarning gorizontal va frontal proyeksiyalari yasalib, ularga izlanayotgan nuqtalarning avval A″, B″, C″, D″, E″, F″ frontal proyeksiyalari, so‘ngra A′, B′, C′, D′, E′, F′ gorizontal proyeksiyalari aniqlanadi. Bunda A - kesishuv chizig‘ining yuqori, B - quyi, E va F nuqtalar esa konusning ocherkiga tegishli nuqtalardir. Kesishish chizig‘i AB kesma ellipsning katta o‘qi buylab, kichik o‘qi esa CD kesma bo‘ladi.




**8.4.7-rasm.**




**8.4.8-rasm.**

## 8.5-§. Sirtlarning yoyilmalarini yasash

***Umumiy ma’lumotlar*** Sirtni egilish deformasiyasi 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 hilish uchun yaxlit listlarda sirtlarning yoyilmalari yasalib, 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: $\boldsymbol{l = l_0}$**.**

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

***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.

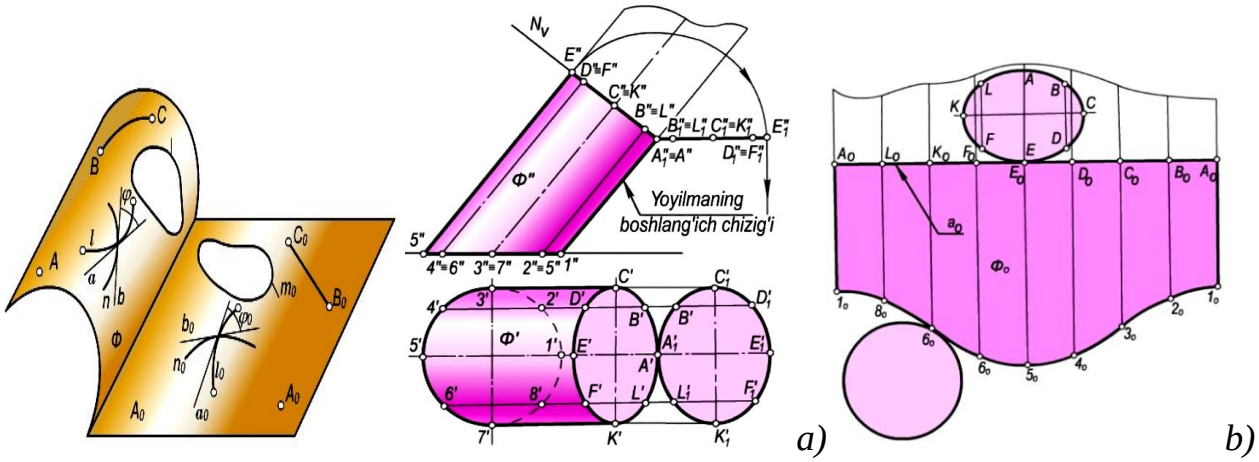
***5-xossa***. Agar sirtga tegishli egri chiziqqa yoyilmada to‘g‘ri chiziq mos kelsa, bunday chiziq sirtning ***geodezik chizig‘i*** deyiladi. 8.5.1-rasmda ko‘rsatilgan sirtning *BC* chizig‘i uning geodezik chizig‘i bo‘la oladi.

***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 (qirrasi, yasovchilari va shu kabilar) bo‘yicha kesib amalga oshirilishi mumkin. Lekin amaliyotda sirtlarning yoyilmalari yasalib, so‘ngra egish deformasiyasi yordamida bu yoyilmalardan kerakli konstruksiyalar yasaladi. Shuning uchun srtlarning yoyilmalarini tekislik (qog‘oz) da yasash muhim kasb etadi.

***Silindrik sirtlarning yoyilmalarini yasash.*** Silindrik sirtlarning yoyilmalarini yasashda nog‘mal 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; qo‘shni yasovchilar orasidagi asos yoylarining 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 og‘ma, 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 bo‘laklarga bo‘linadi (rasmda 8 ta teng bo‘lakka bo‘lingan). Bu holda silindrni *8* yoqli prizmaga almashtiriladi. Silindrning yasovchilariga perpendikulyar bo‘lgan N($N_V$) tekislik bilan kesishish chizig‘i yasaladi.

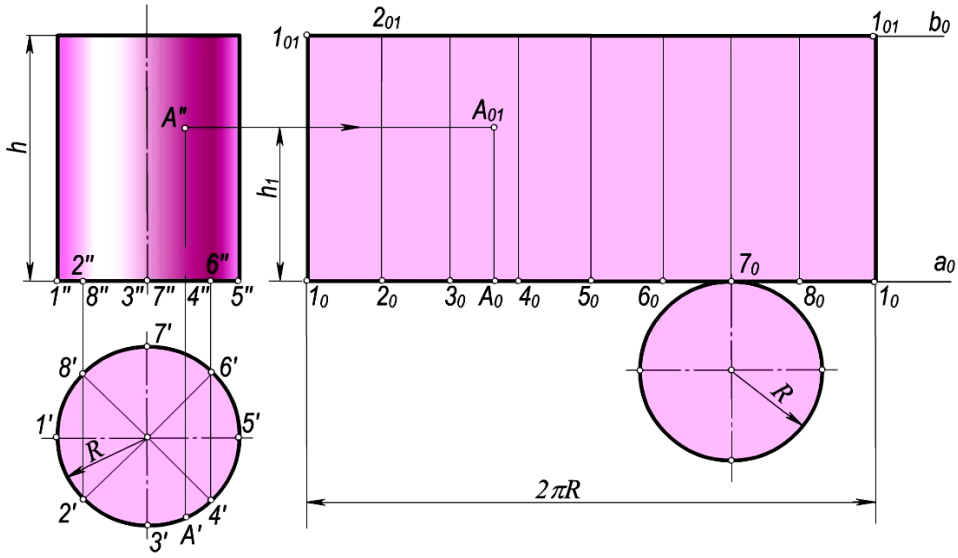



*a)* *b)*

**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 $a_o$ to‘g‘ri chiziq o‘tkaziladi. Yoyilmaning boshlanish chizig‘i deb 1A yasovchi olingan. $a_o$ to‘g‘ri chiziqqa uzunligi nog‘mal kesimning perimetriga teng bo‘lgan $[A_0A_0]$ kesma o‘lchab qo‘yiladi. Bu kesmaga $A_0$ nuqtadan boshlab $A_oL_o=A_o'L_o'$, $L_oK_o=L_o'K_o'$, $K_oF_o=K_o'F_o'$,... kesmalar o‘lchab qo‘yilib oraliqdagi $L_o$, $K_o$, $F_o$, ... nuqtalar aniqlanadi. Bu nuqtalar orqali $a_0$ 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 $\Phi_0$ figura $\Phi$ silindr yon sirtining yoyilmasi bo‘ladi. $\Phi_0$ 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 $1_o2_o$ *(1′2′,1″2″)* yasovchisi yoyilmaning boshlanish chizig‘i deb olingan. Ixtiyoriy $a_0$ to‘g‘ri chiziq o‘tkazib, unga $[1_01_0]$ – $2\pi R$ kesma o‘lchab qo‘yiladi va u teng 8 bo‘lakka bo‘linadi. Kesmaning har ikkala uchidan $a_0$ to‘g‘ri chiziqqa perpendikulyarlar chiqarilib, ularga $1_01_{01}=h$ kesma, ya’ni silindrning balandligiga teng kesmalar o‘lchab kuyiladi. Hosil bo‘lgan $1_01_{01}1_{01}1_0$ to‘g‘ri to‘rtburchak berilgan silindr yon sirtining yoyilmasi bo‘lib, to‘la yoyilmani yasash uchun $1_01_{01}$ va $2_02_{01}$ tomonlarga urinuvchi qilib silindrning asoslari chiziladi. Sirtga tegishli A nuqtaning yoyilmadagi o‘rnini aniqlash 8.5.3-rasmdan ko‘rinib turibdi. Bunda $3'\overset{\frown}{A}'=3_0A_0$, $A_0A_{01}=h_1$, 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.

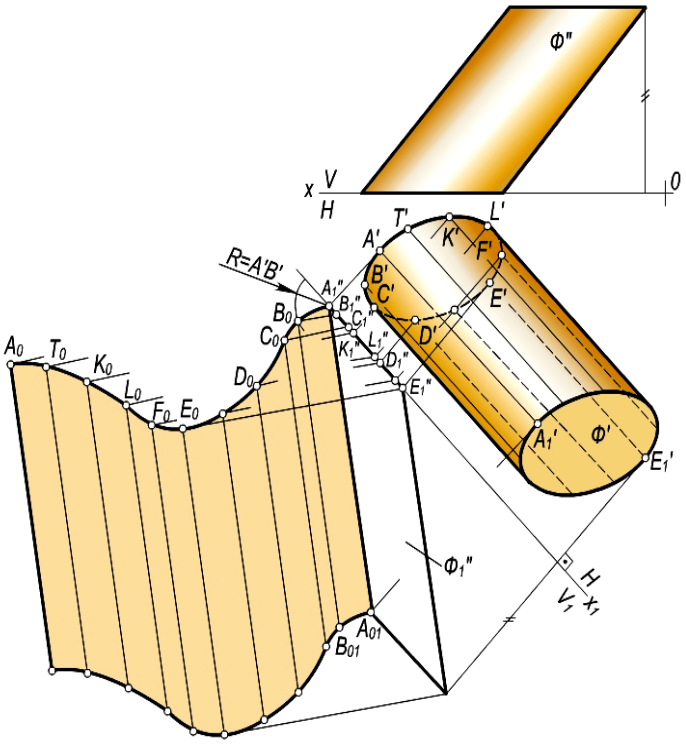
Silindrning $AA_1$($A'A'_1$, $A''A''_1$) yasovchisi yoyilmaning boshlanish chizig‘i deb olingan. Φ silindr o‘zining $AA_1$ yasovchisi orqali o‘tgan tekislikka yoyiladi. Buning uchun silindrik sirt yana prizmatik sirtga approksimasiya iqilinadi va prizmaning yoyilmasini yasash kabi bajariladi. Silindr yasovchilaridan biri $BB_1$($B'B'_1$,$B''B''_1$) ning yoyilmadagi o‘rni $B_0B_{01}$ 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 orkqali $A_1''A_{01}''$ ga parallel qilib $B_0B_{01}$ ($B_0B_{01}=A_1''A_{01}''$) yasovchi o‘tkaziladi. Yoyilmadagi $C_0$,$D_0$,...nuqtalar va ular orqali o‘tuvchi yasovchilar ham $B_0$ nuqta va $B_0B_{01}$ 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.

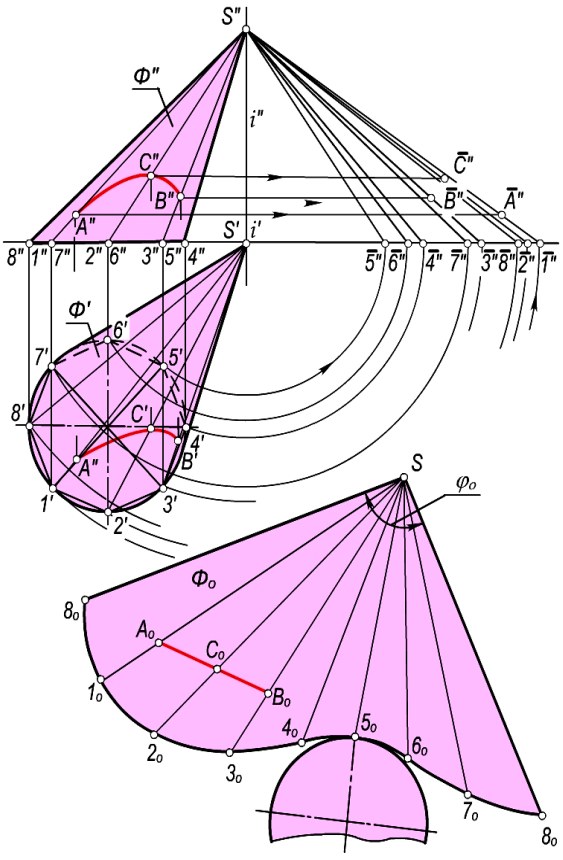
8.5.5,a-rasmda asosi $H$ tekislikka tegishli Φ og‘ma konus tasvirlangan. Bu konusning yoyilmasini yasashda uchburchaklar usulidan foydalanamiz. Konusni o‘ziga ichki chizilgan piramidaga approksimasiyalaymiz. Konus yasovchilari yoki ichki chizilgan piramida qirralarining xaqiqiy uzunliklarini yasash rasmda 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 $2_0$, $3_0$, $4_0$, ... nuqtalari ham shu tartibda yasaladi. Hosil bo‘lgan $\Phi_0$ 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 $\Phi_0$ 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.



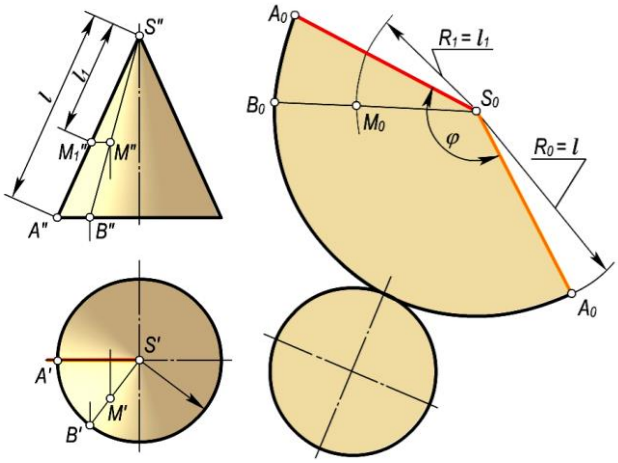

**8.5.4-rasm.**



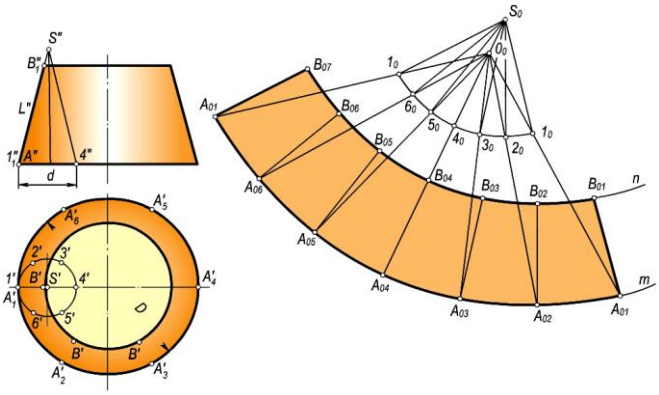

**8.5.5-rasm**

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 $1_0S_01_0$ ning bissektrisasiga tegishli ixtiyoriy $O_0$ nuqta orqali $O_o1_0$, $O_02_0$ $O_03_0$,... nurlarni o‘tkazamiz. Bu nurlarga $O_0$ nuqtadan boshlab $O_0A_{01}=K\times O_01_0$, $O_0A_{02}=K\times O_02_0$, $O_0A_{03}=K\times O_03_0$,... kesmalarni o‘lchab qo‘yamiz. Hosil bo‘lgan $A_{01}$,$A_{02}$,$A_{03,}$… nuqtalarni tekis egri chiziq bilan tutashtiramiz. Amalda bunday egri chiziqni markazi $O_0$ nuqtada radiusi $O_0A_{01}$ bo‘lgan aylana yoyi ko‘rinishida chiziladi. So‘ngra $A_{01}$, $A_{02}$, $A_{03,}$… nuqtalar orqali $S_01_0$, $S_02_0$, $S_03_0$,... yasovchilarga mos ravishda parallel to‘g‘ri chiziqlar o‘tkazib, ularga kesik konusning A″B″ yasovchisiga teng bo‘lgan $A_{01}B_{01}$, $A_{02}B_{02}$, $A_{03}B_{03}$,... kesmalarni o‘lchab qo‘yamiz. Hosil bo‘lgan $B_{01}$, $B_{02}$, $B_{03}$,... nuqtalarni tekis egri chiziq bilan tutashtirib, kesik konus yon sirtining yoyilmasini hosil qilamiz.



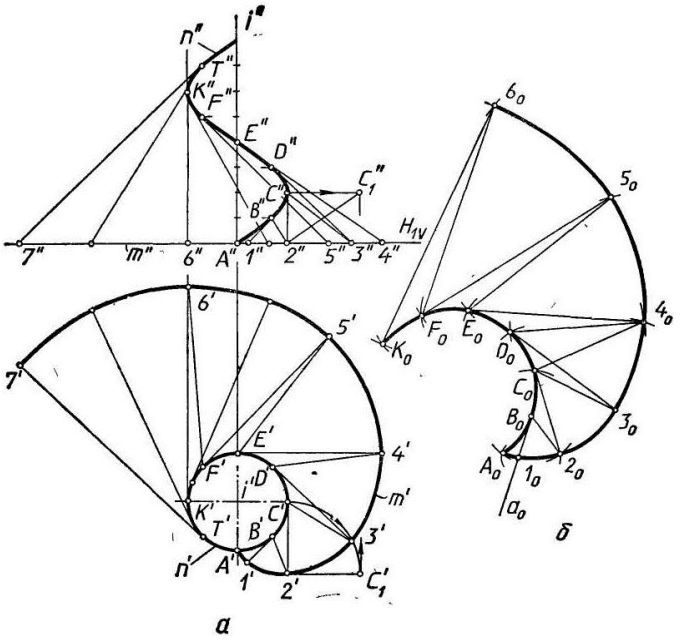

**8.5.6-rasm**




**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 qirrasi silindrik vint chizig‘ida A,B,C,... 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 sirtni 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, ... ni belgilab olamiz. Sirtning qo‘shni yasovchilari orasidagi bo‘laklarining, ya’ni egri chiziqli to‘rtburchaklarning bittadan diagonallarini o‘tkazib, ularni ikkita uchburchakka ajratamiz. Masalan, BC21 bo‘lakning B2 diagonalini o‘tkazib, uni B12 va B2C uchburchaklarga ajratamiz. Agar *A,B,C,...*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, *C2* 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 $A_0B_01_0$ uchburchakni yasashdan boshlangan. Bu uchburchak quyidagicha yasaladi: ixtiyoriy $a_0$ to‘g‘ri

chiziq o‘tkazib, unga B1 tomonning haqiqiy uzunligiga teng bo‘lgan $B_0 1_0$ kesma o‘lchab qo‘yiladi. Markazlari $1_0$ va $B_0$ nuqtalarda bo‘lgan va radiuslari mos ravishda A1, AB 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.

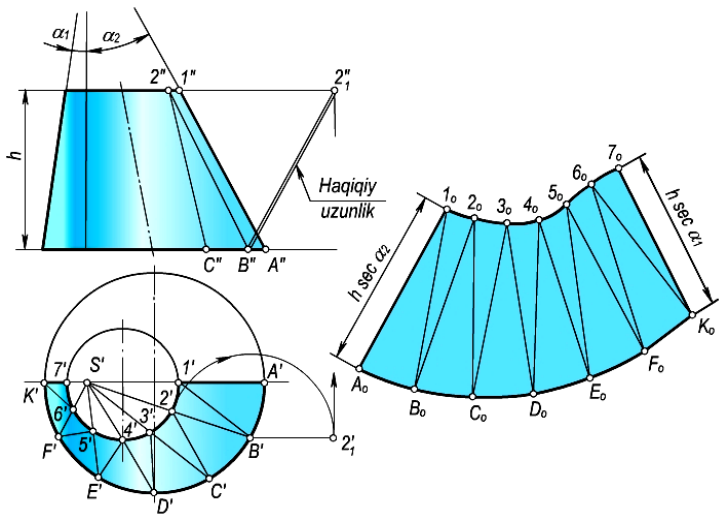
Sirtlarning yoyilmalarini taqribiy yasashning uch usuli:

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

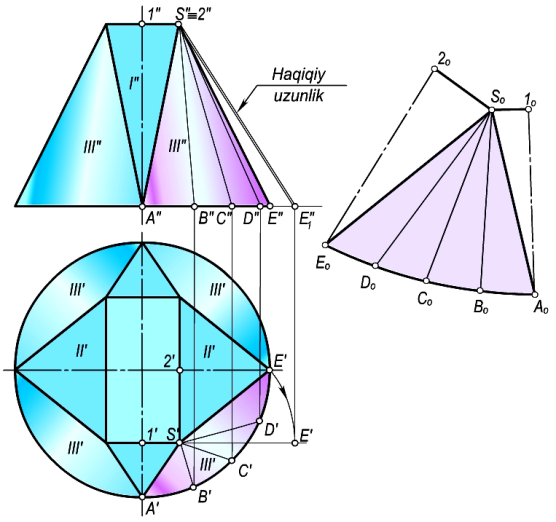
***Yordamchi uchburchaklar usuli***. Bu usulning mohiyati qo‘yidagidan iborat. Dastlab yoyilmaydigan sirt uchburchaklarga bo‘lib chiqiladi, yaoni berilgan sirt ko’pyoqliklar sirtga approksimasiya qilinadi. Keyin ko’pyoqliklar sirtning yoyilmasi yasaladi. Buning uchun uchburchak tomonlarining haqiqiy uzunliklari proyeksiyalarda yasaladi. Har bir uchbuchakning 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 A1B, B12, B2C,... uchburchaklarga ajratiladi. Bu uchburchaklarning bittadan tomonlari konusning uchidan o‘tadigan qilib olinadi. Uchburchaklar tomonlarining haqiqiy uzunliklari yasaladi. Ulardan biri *B2* 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 approksimasiya qilamiz (rasmda faqat bitta konus sirtining piramidaga approksimasiya 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 *S2EA1* choragining yoyilmasini yasash 8.5.10,b-rasmda ko‘rsatilgan. Qolgan choraklarining yoyilmasi ham yuqorida bayon qilinganidek yasaladi.



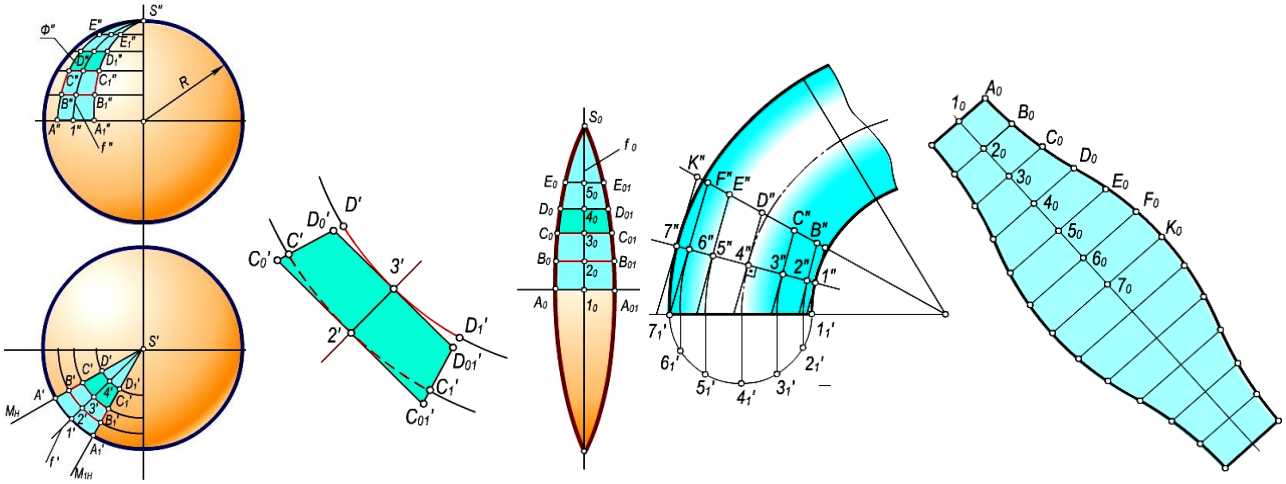

**8.5.9-rasm.**




**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 almashtiriladn. Bunday silindrik sirtlar berilgan sirtga har bo‘lagining o‘rta 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 gorizontal vaziyatdagi kesmalar bo‘lib, ularning gorizontal proyeksiyalari haqiqiy uzunliklarida tasvirlanadi. Bunday silindrik sirt $\Phi$ bo‘lakning o‘rta meridiani f bo‘yicha urinuvchi bo‘ladi. $\Phi$ bo‘lakning yoyilmasini yasash uchun gorizontal vaziyatda ixtiyoriy $t_o$ to‘g‘ri chiziqni o‘tkazamiz. Unga $A_01_0$ va $1_0A_{01}$ kesmalarni o‘lchab qo‘yamiz. Bu kesmaning o‘rtasidan unga perpendikulyar qilib $f_o$ to‘g‘ri chiziq o‘tkazamiz. Bu to‘g‘ri chiziq o‘rta meridional kesim uzunligining yarmi $1_0$ nuqtadan boshlab o‘lchab qo‘yib, $S_0$ nuqtani belgilab olamiz. 1, 2, 3 4, 5 va $S$ nuqtalar orasidagi masofalarning haqiqiy uzunliklarini aniqlab $f_0$ to‘g‘ri chiziqqa $1_0$, $2_0$, $3_0$, $4_0$ va $5_0$ nuqtalarni belgilaymiz. Bu nuqtalar orqali gorizontal 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 chiziq bilan tutashtiramiz. $A_0S_0A_{01}$ figura $\Phi$ 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‘lagining yoyilmasini yasash ko’rsatilgan.



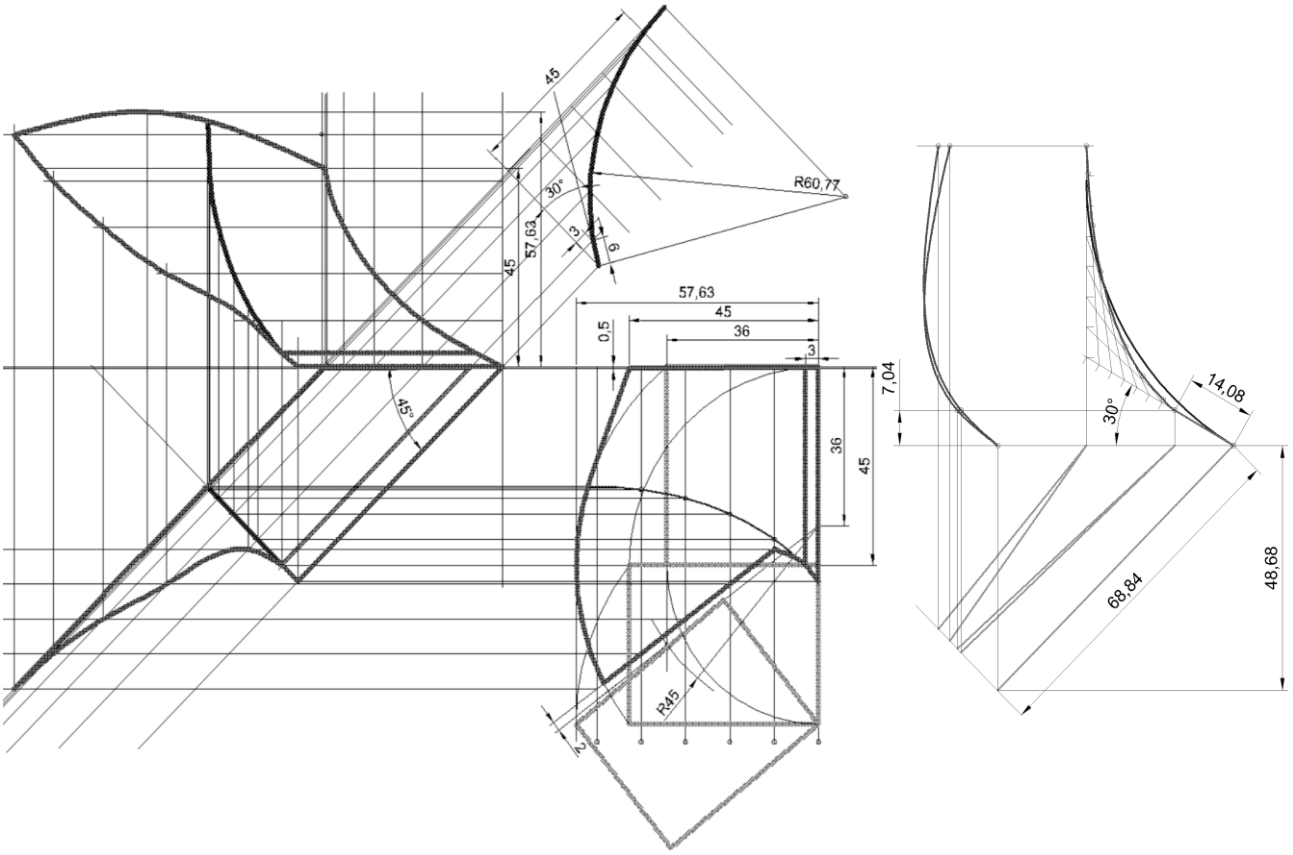
**8.5.11-rasm.** **8.5.12-rasm**

**Mavzu bo’yicha geometrik modellashtirishga oid material**

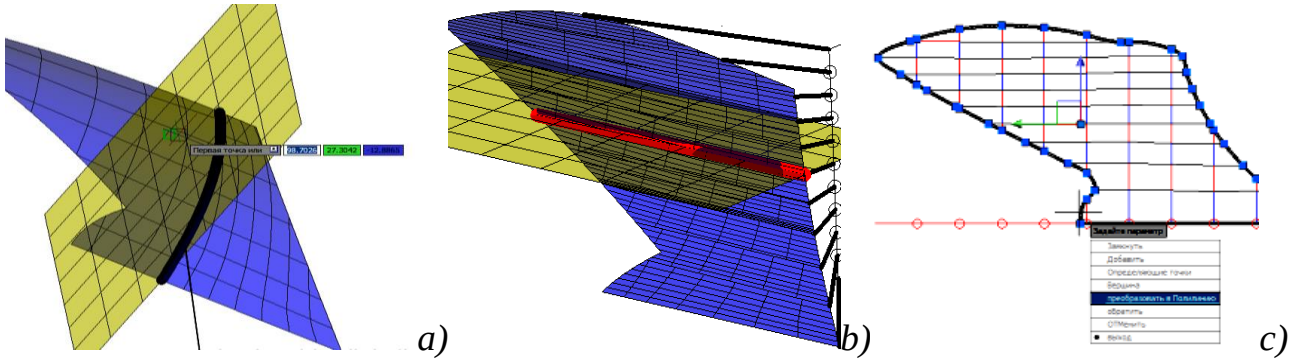
Sirtlarning, ayniqsa murakkab texnik sirtlarning yoyilmalarini yasash ishlab chiqarishda turli texnologik mashina va jihozlarni loyihalash uchun juda muhim hisoblanadi. Masalan, shudgorlash plugining ag’dargichini tayyorlash uchun po’lat listdan andaza kesib olish maqsadida bu buyumning ishchi sirtining 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 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 komputerda uch o’lchamli modellashtirishdan

[34] T.X. Jo’rayev. Ag’dargich sirtli ishchi organlarni AutoCAD tizimida loyihalashda geometric modellashtirishni qo’llash bo’yicha uslubiy ko’rsatmalar. TIMI, Toshkent. 2012, 32 b.

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 sisternalar, 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 siniq 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*×*n*** ga teng bo‘ladi, ya’ni $\Phi_1^m \cap \Phi_2^n = a^{m.n}$. 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 $\Phi_1^2 \cap \Phi_2^{q.s} = ka^2$. Bunda, *k* 2-tartibli egri chiziqlarlar soni. Buni ko‘pyoqli sirtning yoqlari soni orqali aniqlanadi.

### 9.2-§. Sirtlar kesishuv chizig‘ini yasashning umumiy algoritmi

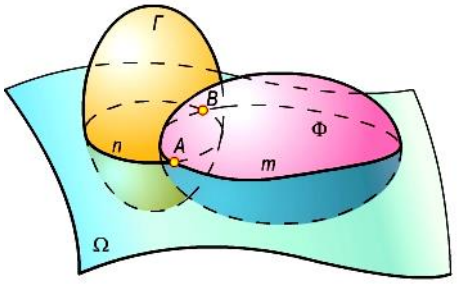
Ikki sirtning kesishish chizig‘i, odatda kesishish chizig‘ining nuqtalarini ketma-ket yasash yo‘li bilan hosil qilinadi. Kesishish chizig‘ining nuqtalari ikkala sirtga ham taaluqli bo‘lib, yordamchi kesuvchi sirtlar yordamida yasaladi. Yordamchi kesuvchi sirtlar sifatida tekislik, sfera, konus va silindr 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-rasm):

- 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 ($n \cap m = A, B, \ldots$) *A*, *B*,…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 ekssentrik sferalar oilasi hosil bo‘ladi. Shunga ko‘ra kesishish chiziqlarini yasashda yordamchi kesuvchi tekisliklar dastasi, yordamchi kesuvchi konsentrik va ekssentrik 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.*

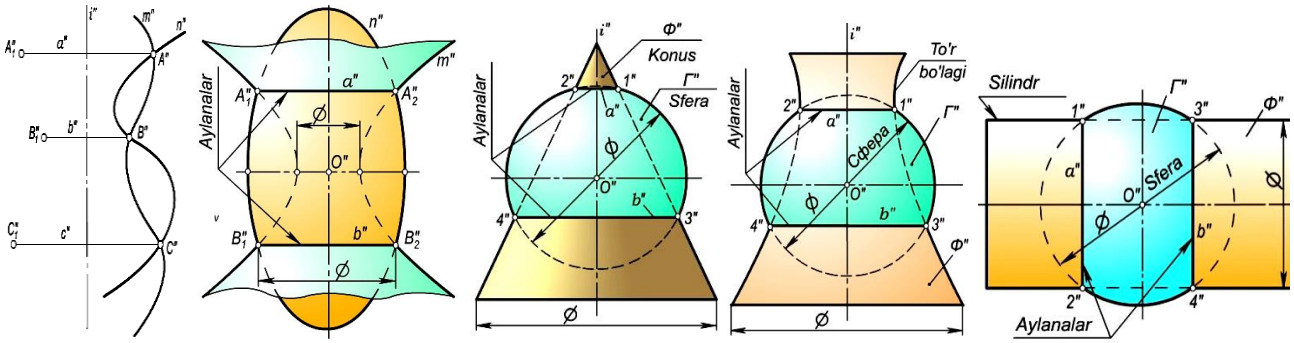
***Isboti.*** Ikkita aylanish sirtning $m(m'')$ va $n(n'')$ meridianlari (yasovchilari) hamda ular uchun umumiy bo‘lgan $i(i'')$ o‘q berilgan bo‘lsin (9.3.1,*a*-rasm). $m''$ va $n''$ meridianlarning kesishish nuqtalarini $A'',B'',C'',\ldots$ harflar bilan belgilaymiz. Agar $m$ va $n$ egri chiziqlar $i$ 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 $A'',B'',C'',\ldots$nuqtalar $a'',b'',c'',\ldots$ aylanalar chizadi. Bu aylanalar esa ikkala sirt uchun umumiydir. Demak, $a''$, $b''$, $c'',\ldots$ 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 teoremadan quyidagi natijani chiqarish mumkin:

***Natija:*** Markazi aylanish sirtining o‘qida bo‘lgan har qanday Φ(Φ″) sfera shu aylanish sirti bilan aylanalar bo‘ylab kesishadi (9.3.1,*e*-rasm).

Haqiqatan, Φ(Φ″) aylanish sirti *i*(*i*″) 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 ekssentrik 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 sirtni chekli sondagi aylanalar bo‘yicha kesadi. Bu aylanalar proyeksiyalar tekisliklarining biriga to‘g‘ri chiziq 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 ekssentrik 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. $\Omega$ sfera $\Phi$ sirt bilan umumiy o‘qqa ega bo‘lgani uchun ular $l_1(l_1', l_1'')$ va $l_2(l_2', l_2'')$ aylanalar bo‘yicha kesishadi. Shaklda bu aylanalarning $V$ tekislikdagi proyeksiyalari $A_1''$ $A_2''$ va $B_1''$ $B_2''$ kesmalar tarzida tasvirlangan. Shuningdek, bu sfera $\Phi$ 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 aylanalarning o‘zaro kesishish 7″, 8″, 9″ va 10″ nuqtalari har ikkala $\Phi$ va $\Phi$ sirtlar uchun umumiy bo‘lgan nuqtalarning frontal proyeksiyalari bo‘ladi. Xuddi shuningdek, $O''$ nuqtani markaz qilib, konsentrik sferalar chiziladi, ular yordamida $\Phi$ va $\Phi$ sirtlar uchun umumiy bo‘lgan nuqtalarini yasash mumkin. Bu nuqtalarning geometrik o‘rni bo‘lgan $m''$ va $n''$ egri chiziqlar $\Phi$ va $\Phi$ sirtlarning kesishish chiziq bo‘ladi. $\Phi$ va $\Phi$ 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 $\Phi$ va $\Phi$ sirtlarining birortasiga $R_{min}$ radiusli urinma sfera o‘tkazish bilan aniqlanadi. Eng kichik sferaning

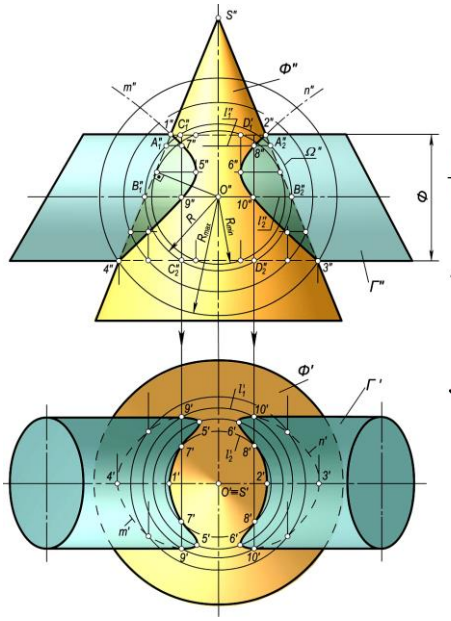
$R_{min}$ radiusi quyidagicha aniqlanadi: $O''$ nuqtadan berilgan sirtlarning birini chekka yasovchisiga $O''E''$ va $O''F''$ perpendikulyarlar o‘tkaziladi. Bunda $O''E''>O''F''$ bo‘lsa $R_{min}=O''E''$ bo‘ladi. Agar $O''E'' < O''F''$ bo‘lsa, $R_{min}=O''F''$ bo‘ladi, $O''E''=O''F''=R_{min}$ bo‘lgan 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 gorizontal proyeksiyalari konus o‘qiga perpendikulyar bo‘lgan parallel kesuvchi gorizontal 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 gorizontal) 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.

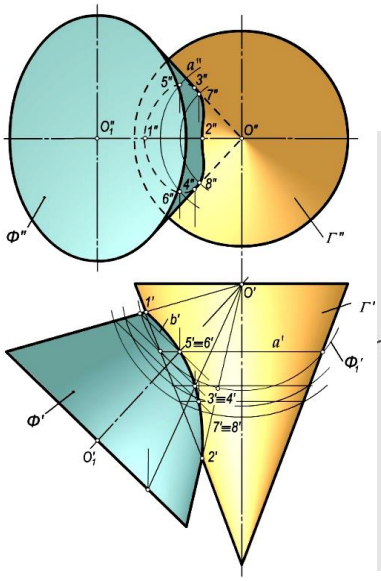
9.4.2-rasmda o‘qlar $O(O',O'')$ nuqtada kesishuvchi va simmetriya tekisligi $H$ proyeksiyalar tekisligiga parallel bo‘lgan ikki doiraviy konusning kesishish chizig‘i konsentrik sferalar usuli bilan yasalgan. Bunda avvalo kesishish chizig‘ining xarakterli 1(1′, 1″) va 2(2′, 2″) nuqtalari aniqlanadi. So‘ngra $O'$ nuqtani markaz qilib olib, ikkala konusni kesadigan qilib $\Phi_1'$ sfera o‘tkaziladi. $\Phi_1'$ sfera $\Phi'$ konus bilan $a'$ aylana bo‘yicha, $\Phi'$ konus bilan $b'$ aylana bo‘yicha kesishadi. Bu aylanalarning kesishish nuqtalari 5′=6′ ikki konusning kesishish chizig‘ia tegishli bo‘ladi. *a*

aylananing $a''$ proyeksiyasi yasalib, uning ustida $5''$ va $6''$ nuqtalar yasaladi. Kesishish chizig‘ining qolgan nuqtalari ham yuqoridagidek yasaladi va ular o‘zaro tutashtiriladi.

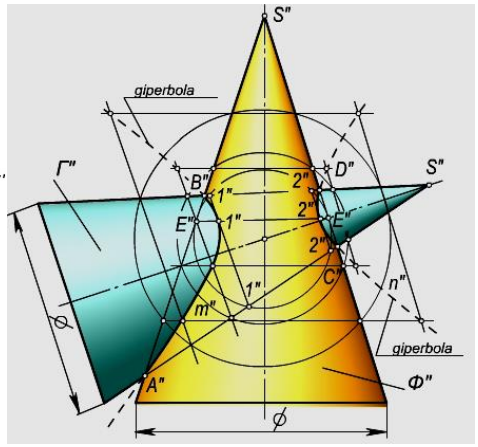
9.4.3-rasmda simmetriya tekisligi proyeksiyalar tekisligi $V$ ga parallel bo‘lgan ikki aylanma konusning kesishish chizig‘i konsentrik sferalar usuli bilan frontal proyeksiyalar tekisligida tasvirlangan.



**9.4.1-rasm**.



**9.4.2-rasm**




**9.4.3-rasm**

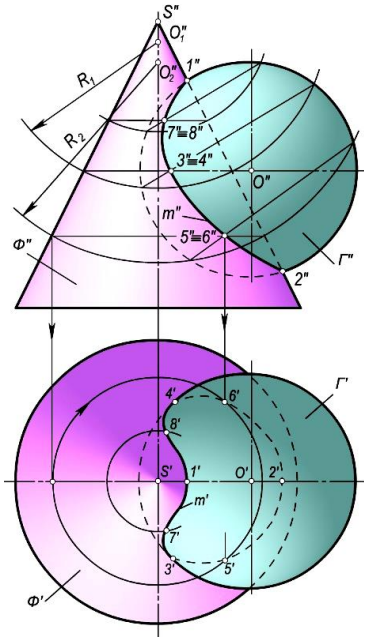
***Ekssentrik sferalar usuli.*** Markazlari biror aylanma sirt o‘qini turli nuqtalarida joylashgan sferalar ekssentrik sferalar deb yuritiladi. 9.4.4–rasmda konus o‘qi va sfera markazi $O(O',O'')$ bitta frontal simmetriya tekisligida joylashgan.

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 yasaladi. Konus o‘qidagi $O_1''$ nuqtani markaz qilib olib, $R_1$ radiusli sfera yordamida kesishish chizig‘ining $3(3',3'')\equiv4(4',4'')$ nuqtalari yasalgan. Shuningdek, konus o‘qidagi $O_2''$ nuqtani markaz qilib olib, $R_2$ radiusli sfera

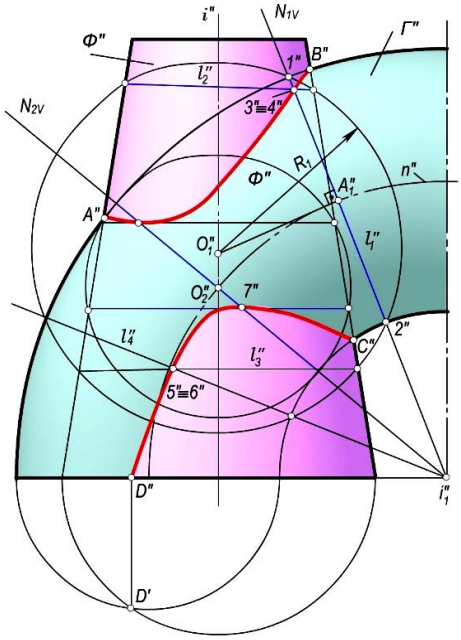
yordamida 5(5′,5″)≡6(6′,6″) nuqtalarning vaziyati aniqlangan. Xuddi shu tarzda konus o‘qidagi ixtiyoriy nuqtalarni markaz qilib olib, ixtiyoriy radiuslar bilan sferalar chizish yordamida ikkala sirtning kesishish chizig‘i ***m***(*m*″) yasalgan. *m* ning gorizontal *m*′ proyeksiyasi konus o‘qiga perpendikulyar 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 $N_{IV}$ frontal proyeksiyalovchi tekislikning izi o‘tkaziladi. Bu tekislik torni *n*″ markazlar chizig‘ini ixtiyoriy $A_1$″ nuqtada kesadi. Bunda $N_{1V}$ tekislik torni $l_1$″ aylana bo‘yicha kesadi. $l_1$″ 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 $l_1$″ aylanasidan o‘tuvchi $R_1$ radiusli sfera chiziladi. Bu yordamchi sfera konus bilan $l_2$″ va $l_3$″ aylanalar bo‘yicha va tor sirti bilan $l_1$″ va $l_4$″ aylanalar bo‘yicha kesishadi. $l_1$″ va $l_2$″ aylanalarning kesishish nuqtalari 3″≡4″ hamda $l_3$″ va $l_4$″ aylanalarning kesishish nuqtalari 5″≡6″ izlanayotgan egri chiziqning nuqtalari bo‘ladi. Chunki 3″≡4″ va 5″≡6″ nuqtalar konus va tor sirtlari uchun umumiy nuqtalardir.

*A*ylanma 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 7″ xarakterli nuqtalar aniqlangan. Bu nuqtalar egrilikning 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 yasaladi. 9.4.6-rasmda siklik va silindrik sirtlardan tashkil topgan truboprovodning bir qismi frontal proyeksiyada tasvirlangan.

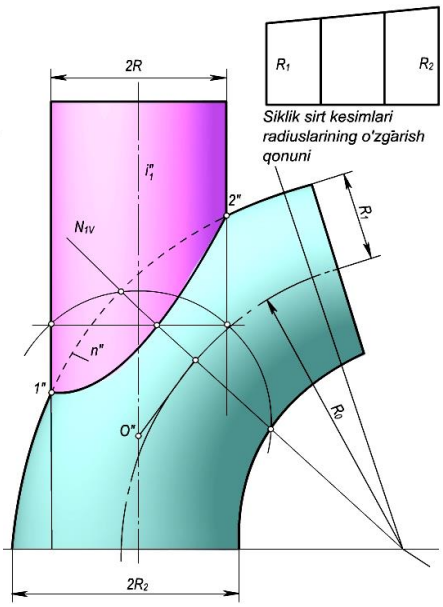
Bunda aylanish silindri bilan naysimon siklik sirtning *n″* kesishish chizig‘ini yasash ekssentrik sferalar usuli bilan ko‘rsatilgan. Har ikkala sirt uchun umumiy bo‘lgan *n″* egri chiziqning nuqtalarini yasash yuqorida keltirilgan misolga asosan bajarilgan.




**9.4.4-rasm.**




**9.4.5-rasm**



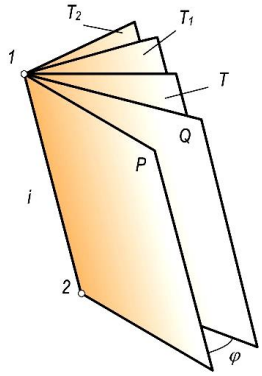

**9.4.6-rasm**

### 9.5-§. Kesishuv chizig‘ini kesuvchi tekisliklar dastasi usuli bilan yasash

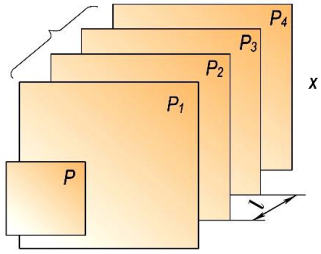
***Tekisliklar dastasi.*** Birta to‘g‘ri chiziqdan o‘tuvchi tekisliklarni tekisliklar dastasi deyiladi. To‘g‘ri chiziq tekisliklar dastasining o‘qi deb yuritiladi. Tekisliklar dastasi xos (9.5.1-rasm) yoki xosmas o‘qqa (9.5.2-rasm) ega bo‘ladi. Xos o‘qli tekisliklar dastasining chizmada gi bir ismli izlari bir nuqtadan o‘tuvchi to‘g‘ri chiziqlar dastasini tashkil qiladi (9.5.3,*a*-rasm). Shu izlar dastasining 1″ va 2″ 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 tekisliklarning vaziyati bitta parametr, ya’ni tekisliklar orasidagi *l* masofa bilan aniqlanadi. Xosmas o‘qqa ega bo‘lgan tekisliklar dastasining yo‘nalishi esa biror *Q*

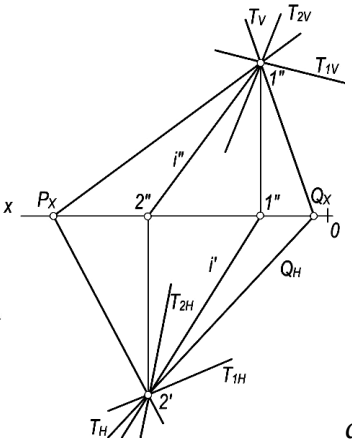
yo‘naltiruvchi tekislik orqali beriladi. Bu tekislik parallelizm tekisligi deb ham yuritiladi. Tekisliklar dastasi, asosan, tekislik bilan sirtning, sirt bilan sirtning va sirt bilan ko’pyoqliklar sirtining o‘zaro kesishish chiziqlarini yasashda yordamchi kesuvchi tekisliklar dastasi usuli nomi bilan ishlatiladi.



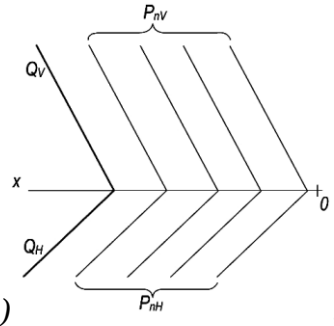

**9.5.1-rasm**




**9.5.2-rasm**




*a)*




*b)*

**9.5.3-rasm**

### *Sirtlarning o’zaro kesishuv chizig’ini yasovchi usulda aniqlash*[35]

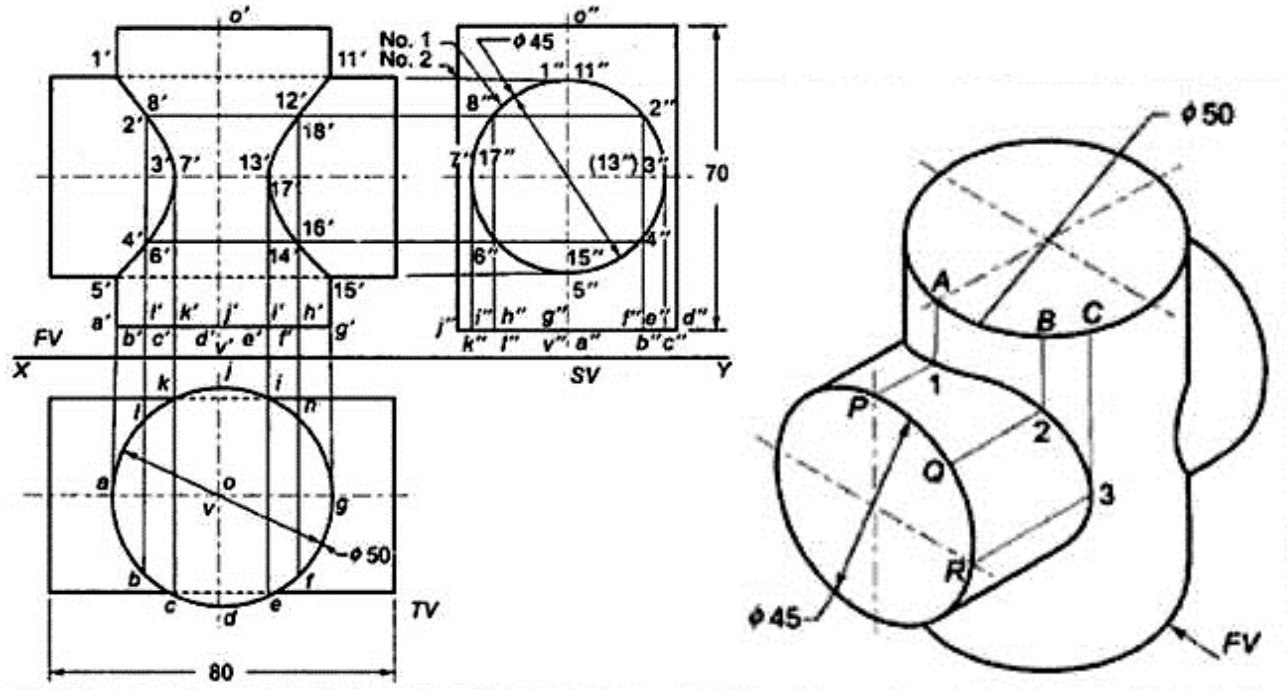
Bir jismning sirti ikkinchi jismniki bilan uchrashganda ikala sirtlardagi chiziqlar kesishuvidan hosil bo'lgan egri chiziq ikki jism sirtining kesishuv egri chizig’i deyiladi. Shu tartibda, jismda o'yiq ochilgan bo'lsa, o'yiq sirtidagi chiziqlar jism sirtidagi chiziqlar bilan kesishib sirtlarning kesishuv egri chizig’ini beradi. Agar jism ikkinchi bir jism bilan to'liq kesishsa (bu sirtni 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

### *Yasovchi yoki chiziqli usul*

Sirtlarning o'zaro kesishuv chizig’i ikki kesishuvchi jism sirtidagi chiziqlarning kesishuvidan hosil bo'lgan deb qaraladi, va buning natijasida hosil bo'lgan nuqtalar

[35] Shah M.B., Rana B.C. Engineering Drawing. India. 2009.

ikala jismga 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 gorizontal 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

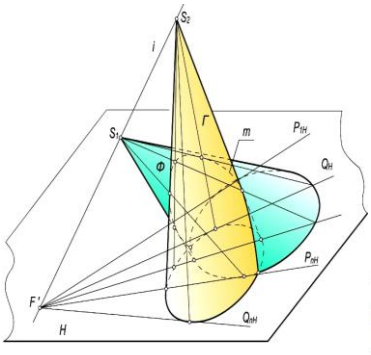
dastasi sirtning asos tekisligida izlar dastasi to‘plamini hosil qiladi. Bu izlar dastasi sirt asosiga urinuvchi izlari orasida bo‘ladi.

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 $P_{1H}…P_{nH}$ va $Q_{1H}…Q_{nH}$ 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.

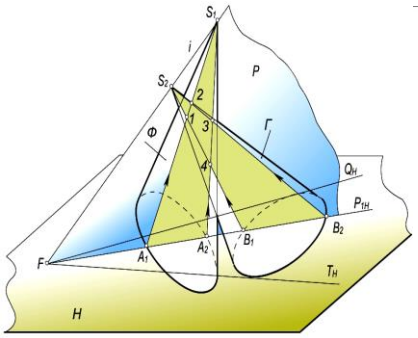
***Yordamchi kesuvchi tekisliklar dastasi usuli bilan yasashning umumiy algoritmi***

- 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 aylanalar 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 oraliq nuqtalari yasaladi.
- Hosil bo‘lgan nuqtalar ketma-ket ravon tutashtiriladi.

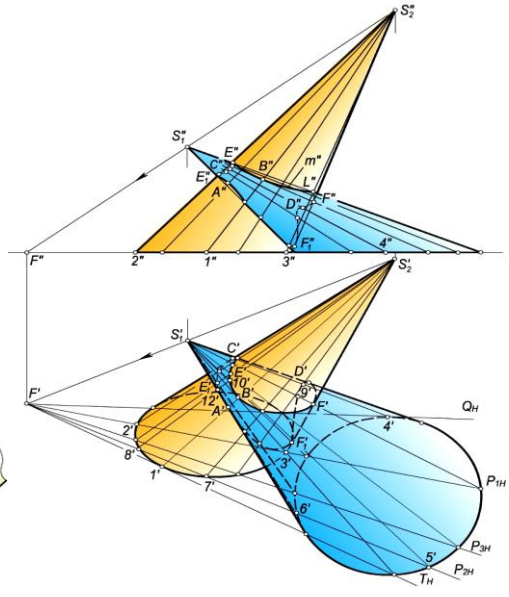
***Konus bilan konusning o‘zaro kesishish chizig‘ini yasash.*** (9.5.6-9.5.7-rasmlar). Konus uchidan o‘tgan har qanday tekislik konusni yasovchilari bo‘yicha kesadi. Berilgan Φ va Γ konuslarni kesib o‘tuvchi tekisliklar dastasining *i* o‘qi kesishuvchi konuslarning $S_1$ va $S_2$ uchlaridan o‘tuvchi $S_1S_2$ 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. $S_2'1'$ va $S_1'4'$ yasovchilarning nuqtalaridir. *E*′, $E_1'$ va *F*′, $F_1'$ nuqtalar konus sirtlarning gorizontal proyeksiyasidagi ixtiyoriy yasovchilar ustidagi nuqtalardir. Bu nuqtalar esa kesuvchi tekisliklar dastasining $P_{1H}$,$P_{2H}$,$P_{3H}$,…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**



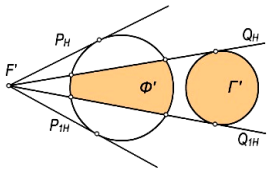
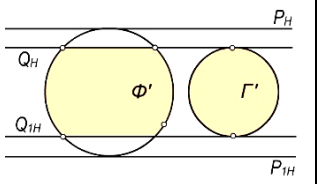
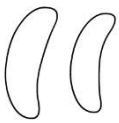
**9.5.7-rasm**

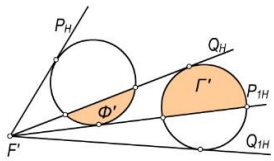
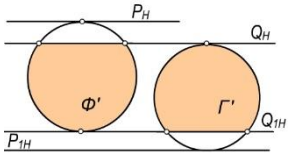
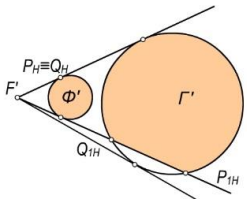
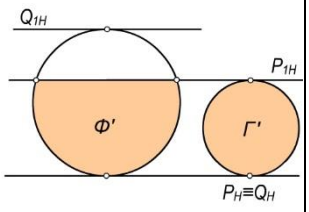
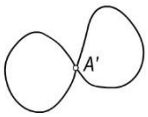
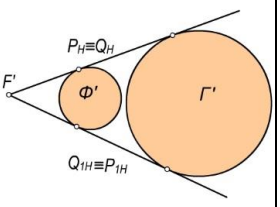
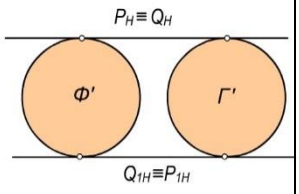
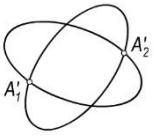
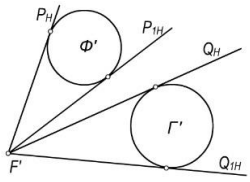
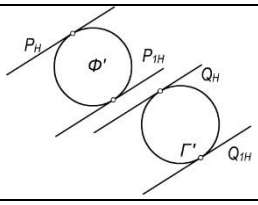
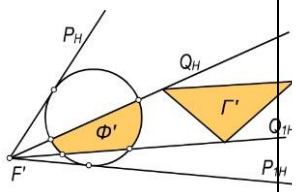
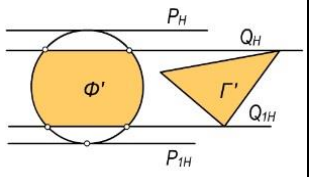
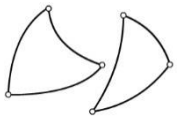
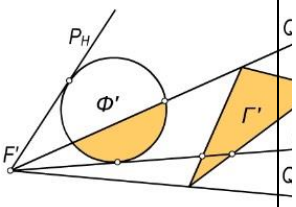
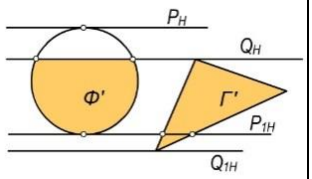
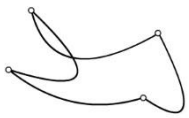
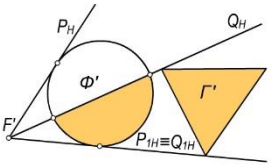
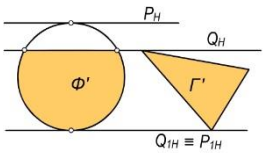
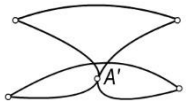
Kesishish chizig‘ining oraliq nuqtalarini yasash uchun yordamchi kesuvchi tekisliklarning istalgan birini, masalan, $P_{2H}$ tekislik har ikkala konuslarda $S_1'5'6'$ va $S_1'7'8'$ uchburchaklar hosil qiladi. Bu uchburchaklar o‘zaro kesishib 9′, 10′, 11′ va 12′ kesishish nuqtalarini hosil qiladi. Bu 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 xosil bo‘ladi.

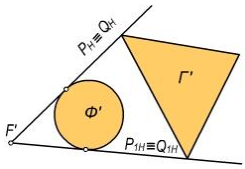
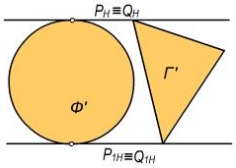
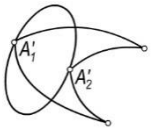
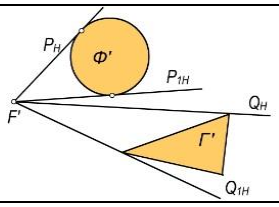
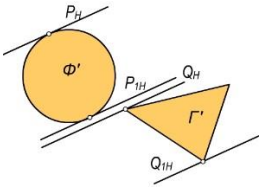
Hosil bo‘lgan barcha kesishish nuqtalari yasovchilarning ko‘rinishligi qoidasiga amal qilgan holda ketma-ket ravon tutashtiriladi.

***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 chiziqining 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. |

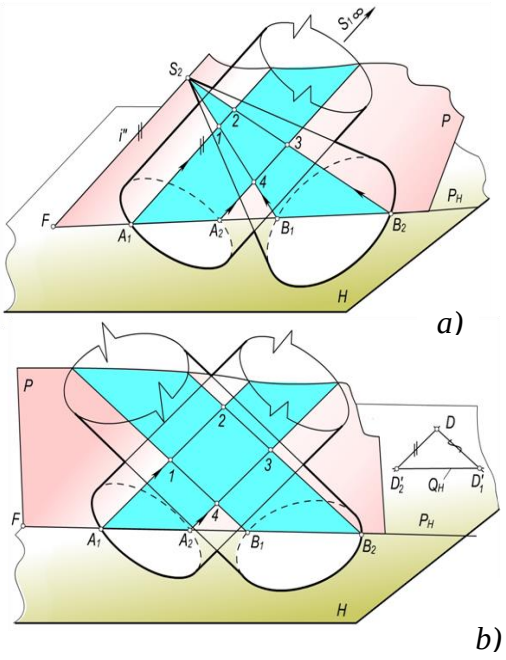
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **2.** |  |  |  | Φ va Γ sirtlar o‘zaro qisman kesishib, bitta fazoviy egri chiziq hosil qiladi. |
| **3.** |  |  |  | Φ va Γ sirtlar o‘zaro qisman kesishib, bitta kesishish nuqtasiga ega bo‘lgan bitta yopiq egri chiziq hosil qiladi. A nuqta sirtlarning urinish nuqtasi bo‘ladi. |
| **4.** |  |  |  | Φ va Γ sirtlar o‘zaro to‘liq k1esishib, 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 sirtining 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 chiziq hosil qiladi. |
| **7.** |  |  |  | Φ sirt bilan Γ ko’pyoqlik sirti qisman kesishib, bitta fazoviy siniq egri chiziq hosil qiladi. |
| **8.** |  |  |  | Φ sirt bilan Γ ko’pyoqlik sirti qisman kesishib, urinish nuqtasiga ega bo‘lgan bitta fazoviy siniq egri chiziq hosil qiladi, A nuqta Φ va $\Gamma$ 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 chiziq hosil qiladi. $A_1$ va $A_2$ nuqtalar Φ va $\Gamma$ sirtlarning o'zaro urinish nuqtalari bo'ladi. |
| **10.** |  |  | | Φ sirt bilan Γ ko'pyoqlik o'zaro kesishmaydi. |

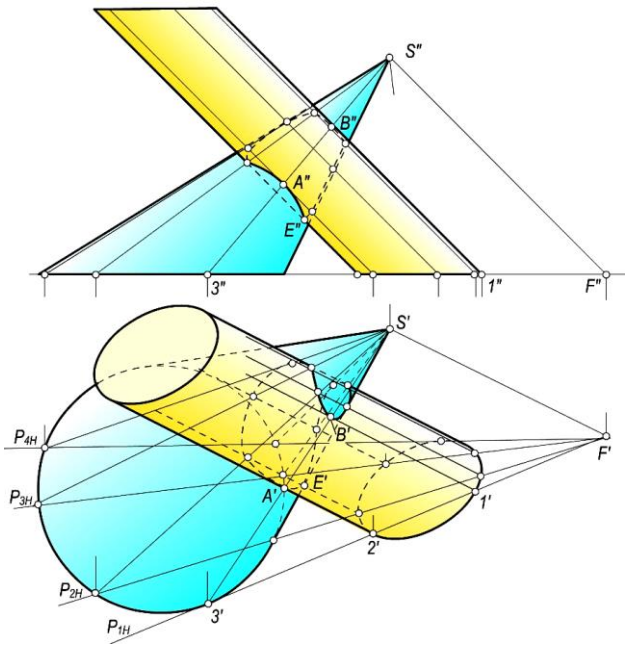
***Konus bilan silindrning o'zaro kesishish chizig'ini yasash.*** Konus bilan silindr sirtlari o'zaro kesishganda fazoviy, xususiy hollarda esa tekis egri chiziq hosil bo'ladi. Asosi bir tekislikda yotuvchi konus va silindr sirtlarini kesishish chizig'ini yasash uchun konusning $S_2$ uchidan silindr 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 chiziq 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 chiziq 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. Xususiy 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**




**9.5.9-rasm**

***Silindr bilan silindrning o‘zaro kesishish chizig‘ini yasash.*** Silindr bilan silindr sirti o‘zaro kesishib, fazoviy egri chiziq xosil 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 aniqlab olinadi. 9.5.8–rasmda ikki silindr sirti kesishish chizig‘ining 1,2,3,4 nuqtalarini yasash ko‘rsatilgan. Bu nuqtalar *Q* tekislikka

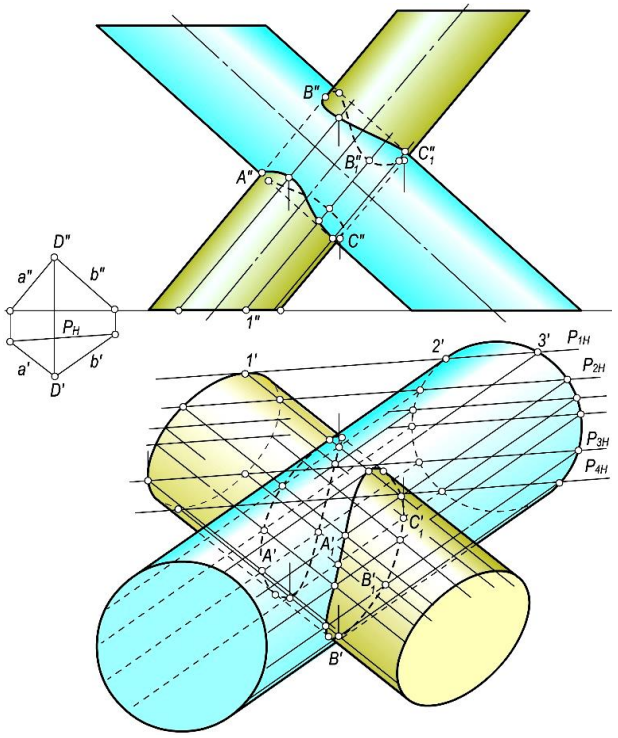
parallel bo‘lgan ixtiyoriy yordamchi va ikki silindrni kesuvchi $P$ tekislikni o‘tkazish yo‘li bilan yasalgan.

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 $P_4$ tekisliklar dastasining gorizontal $P_{1H}$, $P_{4H}$ izlari o‘tkaziladi. Bunda $P_{1H} \| P_{4H} \| Q_H$ bo‘ladi. Silindrlarning o‘zaro vaziyati 9.5.1-jadvalning 1-punktiga mos kelgani uchun bu silindrlar qisman kesishib, ikkita fazoviy egri chiziq 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 gorizontal proyeksiyalari $P_{2H}$,$P_{3H}$…, tekislik izlari yordamida yasaladi. Kesishish chizig‘ining boshqa oraliq nuqtalari $P$ parallel yordamchi tekisliklar o‘tkazish yo‘li bilan yasaladi. Hosil bo‘lgan barcha kesishish nuqtalari o‘zaro ravon birlashtiriladi. Prizma bilan silindrning o‘zaro kesishish chizig‘ini yasash algoritmi xuddi yuqorida berilgan ketma-ketlikda bo‘ladi.

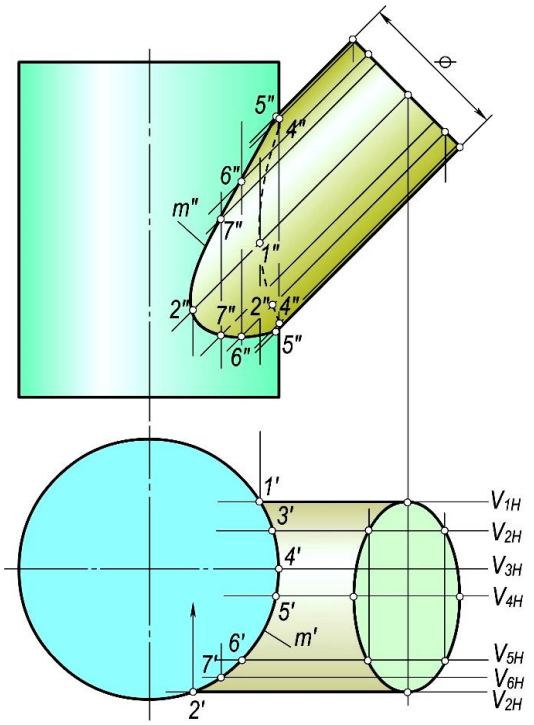
***O‘qlari bir tekislikda yotmaydigan aylanish sirtlarining o‘zaro kesishishi.***

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 gorizontal 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 gorizontal 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 silindrni yasovchilari bo‘yicha kesadi. Bir tekislikda yotuvchi ikki silindrga mansub bo‘lgan yasovchilarning kesishish nuqtalari ikkala sirt uchun umumiy bo‘lib, yasaladigan $m$ ($m'$, $m''$) egri chiziqning nuqtalari bo‘ladi. $m$ egri chiziqning kolgan nuqtalari $V_{1H}$ va $V_{2H}$ tekisliklar orasida yordamchi kesuvchi tekisliklar o‘tkazish yo‘li bilan yasalgan. Kesishish chizig‘ining frontal silindrning $V_5$ simmetriya tekisligidan kuzatuvchi tomondagi nuqtalari ko‘rinadi, uning orqasidagi nuqtalari esa ko‘rinmaydi.

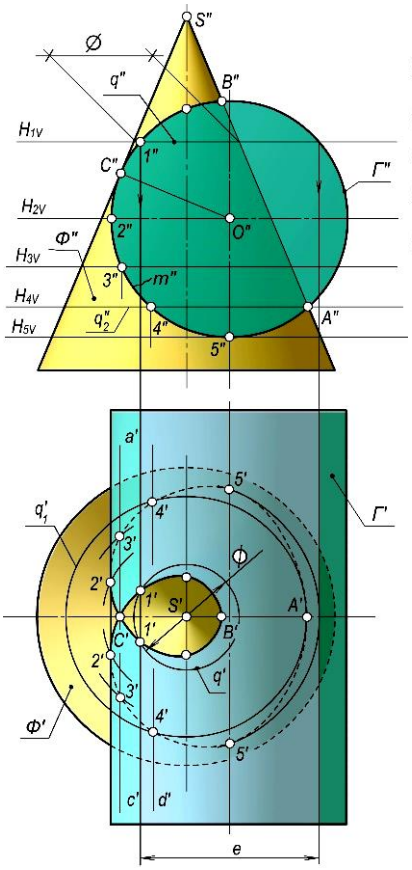
***O‘qlari uchramas va H yoki V ga perpendikulyar bo‘lgan aylanish sirtlarining o‘zaro kesishish chizig‘ini yasash*** (9.5.12-rasm). Kesishuvchi sirtlardan doiraviy silindr o‘qi $V$ tekislikka va doiraviy konus o‘qi $H$ tekislikka perpendikulyar bo‘lganda yordamchi parallel kesuvchi tekisliklar gorizontal tekisliklar bo‘ladi. Bu

tekisliklar konusni aylanalar va silindrni 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 $H_1 \| H$,… va $H_5 \| H$ tekisliklar o‘tkazib, gorizontal proyeksiyadagi $q'$ va $q_1'$ aylanalarning 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 $\Phi$ 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.

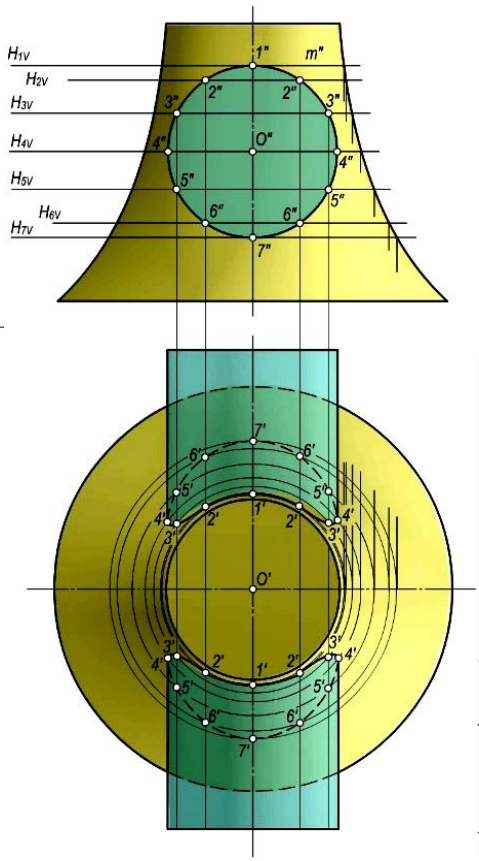
9.5.13-rasmda o‘qlari kesishib o‘zaro perpendikulyar bo‘lgan aylanish silindri bilan tor sirti bo‘lagining kesishish chizig‘ini yasash tasvirlangan. Kesishish egri chizig‘ini yasash $H_1(H_{1V})$, gorizontal kesuvchi tekisliklar o‘tkazish yo‘li bilan yasalgan. Bunday holda sirtlarning kesishish egri 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 chiziqning gorizontal 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 siniq egri chiziq bo‘yicha kesishadi. 9.5.14-rasmda 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

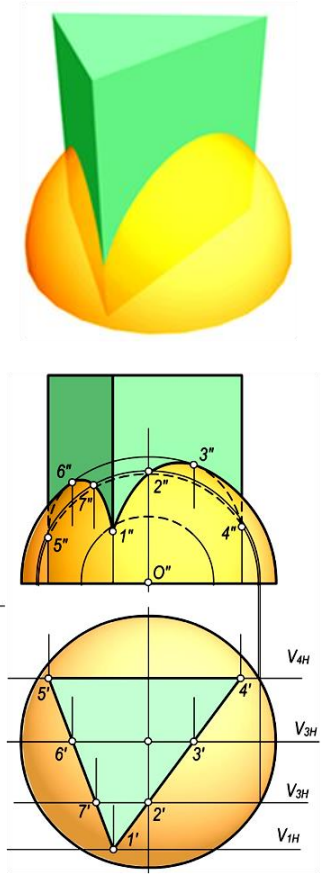
yasaladi. 1,4,5 nuqtalar kesishish chizig‘ining sinish nuqtalari bo‘lib, prizma qirrasining sfera bilan kesishgan nuqtalaridir. $V_3$ tekislik sharning simmetriya tekisligidir, undagi 3 va 6 nuqtalar frontal proyeksiyada kesishish chizig‘ining ko‘rinadigan qismini ajratib turuvchi nuqtalardir. Bu misolda yordamchi parallel kesuvchi tekisliklarni gorizontal tekislik qilib olsa ham bo‘ladi.




**9.5.12-rasm.**



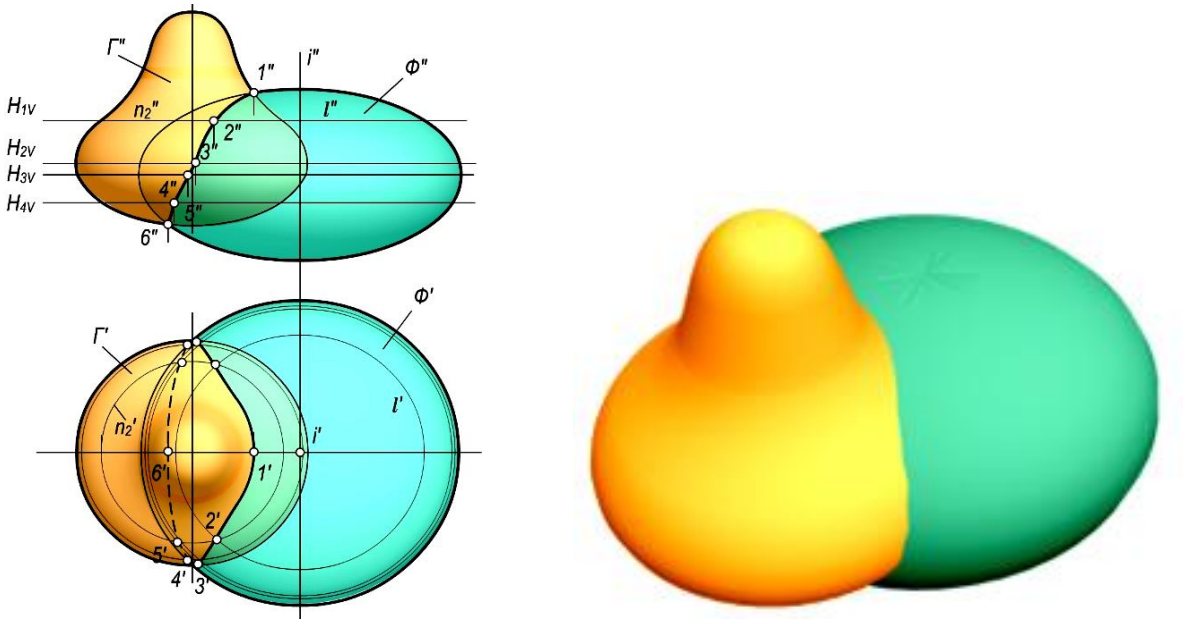

**9.5.13-rasm.**




**9.5.14-rasm.**

***O‘qlari o‘zaro parallel bo‘lgan aylanish sirtlarining o‘zaro kesishishi.*** O‘qlari parallel bo‘lgan ***Φ*** siqiq 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 yasaladi. Kesuvchi gorizontal yordamchi tekisliklar berilgan ikkala aylanish sirtini aylanalar bo‘yicha kesadi. Kesimlarda hosil bo‘lgan bu

aylanalar o‘zaro kesishib, ikkala sirtlarga 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 yasaladi. 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:

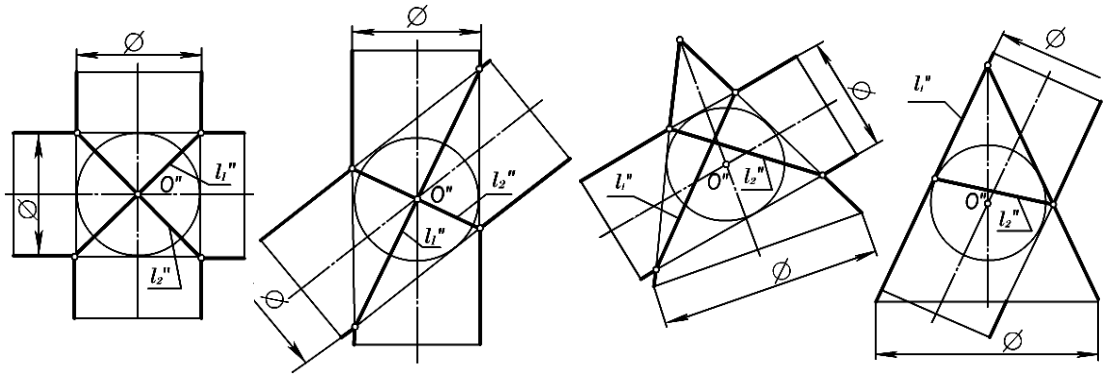
- 4-tartibli egri chiziq 1 ta 3-tartibli egri chiziqqa va to‘g‘ri chiziqqa ajralgan. Umumiy to‘g‘ri chiziqli yasovchiga ega bo‘lgan har qanday chiziqli 2-tartibli ikki sirtning kesishuvida bu holni ko‘rish mumkin.
- 4-tartibli egri chiziq 1 ta 2-tartibli egri chiziq va 2 ta to‘g‘ri chiziqqa ajraladi.
- 4-tartibli egri chiziq ikkita ikkinchi tartibli egri chiziqqa ajralgan. Bu holni keyinrok 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*

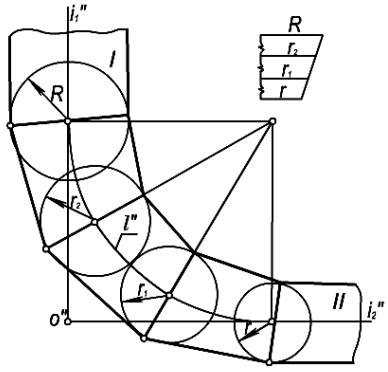
***Teorema:*** *Agar ikki o‘zaro kesishuvchi ikkinchi tartibli sirtlarning tashqarisida yoki ichkarisida biror uchinchi ikkinchi tartibli sirtni urinma vaziyatda chizish mumkin bo‘lsa, u holda berilgan sirtlar ikkita tekis egri chiziqlar bo‘yicha kesishadi. Egri chiziqlarning tekisliklari urinish nuqtalarini 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 $l_1''$ va $l_2''$ 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 $l_1''$ va $l_2''$ ellipslardir.

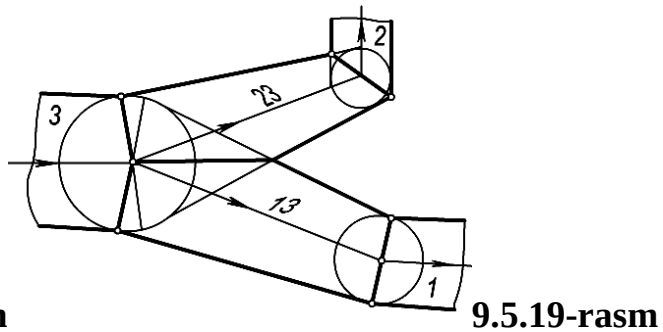
Monj teoremasining truboprovodlarni loyihalashda qo‘llanilishi mumkin. O‘qlari o‘zaro $O''$ nuqtada kesishuvchi har xil diametrli ikki silindrik *I* va *II* trubalar berilgan. Ularni tutashtiruvchi oraliq truba yasash kerak bo‘lsin (9.5.18-rasm). Buning

uchun avvalo trubaning $i_1''$ va $i_2''$ o‘qlarini $l''$ aylana yoyi bilan tutashtiramiz. So‘ngra bu yoyni 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 oid teoremalar***

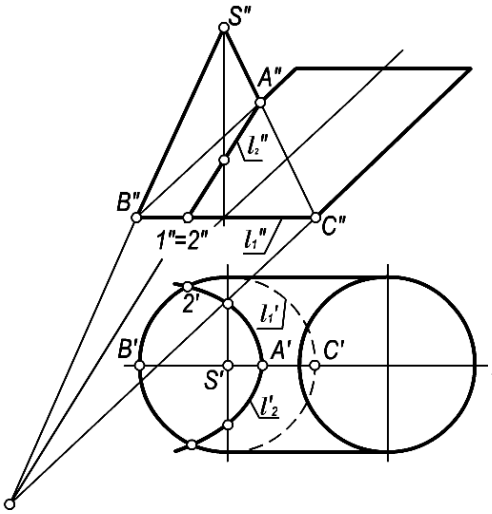
***1-teorema:*** *Agar 2-tartibli ikki sirt 1 ta tekis egri chiziq bo‘yicha kesishsa, u holda ular yana biror egri chiziq bo‘yicha kesishadi va bu ham tekis egri chiziq bo‘ladi.*

***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 $\ell_2(\ell_2', \ell_2'')$ bo‘ladi. Shunday qilib, konus va silindr sirtlari bir aylana va bir ellips bo‘yicha kesishadi. Teorema natijasi sifatida quyidagilarni keltiramiz.

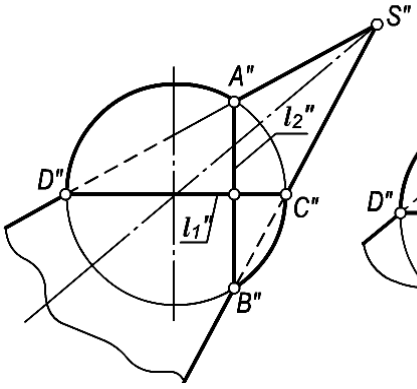
***Ta’rif****. Agar sfera biror sirt bilan aylana bo‘yicha kesishsa, u holda bu sfera shu sirt bilan yana bir aylana bo‘yicha kesishadi.*

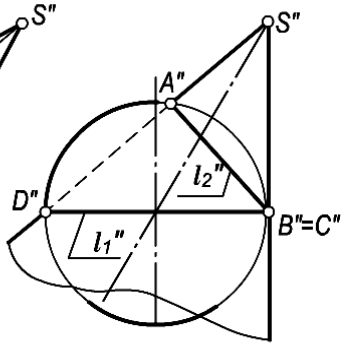
9.5.21,a,b-rasmda sfera bilan konusning kesishishi $V$ tekislikka tasvirlangan. Bunda sfera va konus uchun umumiy bo‘lgan tekis egri chiziqlardan biri sferaning katta $l_1''$ gorizontal kesimidir. Teorema shartiga ko‘ra, yana bir tekis kesim mavjud.

Izlangan tekis keim $l_2''$ aylana bo‘ladi. Ikkinchi tartibli sirtlarning kesishuvidagi to‘rtinchi tartibli egri chiziq ikkita tekis chiziqqa ajraladigan va ulardan biri mavhum bo‘lgan hollar ham uchraydi. 9.5.22–rasmda har xil diametrli 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-расм.**



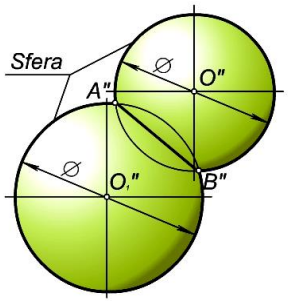




**9.5.21-rasm**

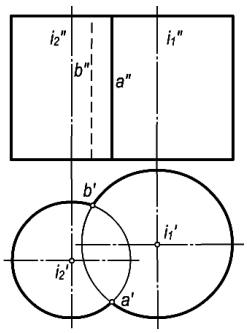
***2-teorema.*** *Agar ikkinchi tartibli ikki sirt ikkita nuqtada urinsa, u holda ularning kesishish chiziqlari ham ikkinchi tartibli ikki tekis egri chiziqqa ajraladi.*

Bu tekis egri chiziqlarning tekisliklari urinish nuqtalarini tutashtiruvchi to‘g‘ri chiziq orqali o‘tadi. 9.5.24-rasmda 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–rasmda 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-rasmda $G_{1W}$ va $G_{2W}$ profil proyeksiyalovchi tekisliklarning yo‘nalishi elliptik konus doiraviy kesimlarining yo‘nalishini aniqlaydi.

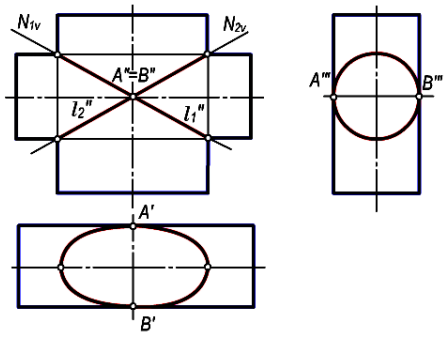
***3-teorema.*** 2-tartibli sirtlarning ocherki (konturi) 2-tartibli egri chiziqdan iboratdir. Bu teorema 2-tartibli sirtlarni tasvirlashda alohida ahamiyatga ega, chunki 2-tartibli sirtlar ko‘pincha, chizmada o‘zlarining ocherklari bilan beriladi.




**9.5.22-rasm**

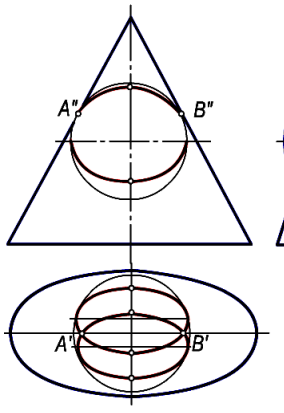



**9.5.23-rasm**

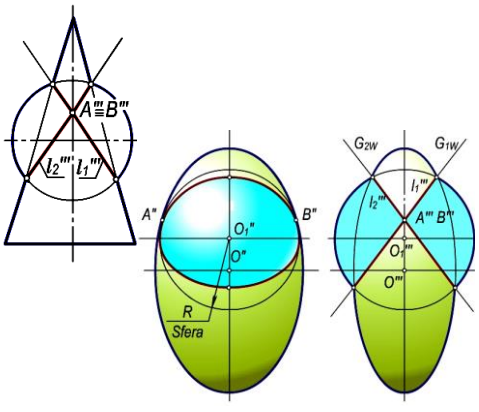



**9.5.24-rasm**

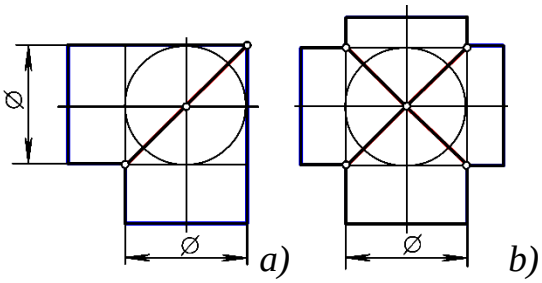
9.5.26-rasmda uch o‘qli ellipsoid doiraviy kesimlarining yo‘nalishi aniqlangan. Bunda berilgan ellipsoidning ichida ikki $A''$ va $B''$ nuqtalarga urinuvchi ixtiyoriy $R$ radiusli sfera chiziladi. 2-teorema shartiga asosan sfera va ellipsoid sirtlari $l_1''$ va $l_2''$aylanalar bo‘yicha kesishadi. $G_{1W}$ 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 silindrning 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.



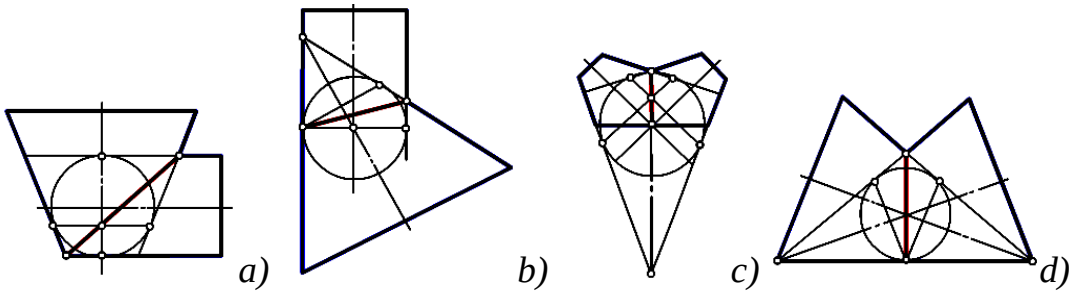

**9.5.25-rasm**




**9.5.26-расм**



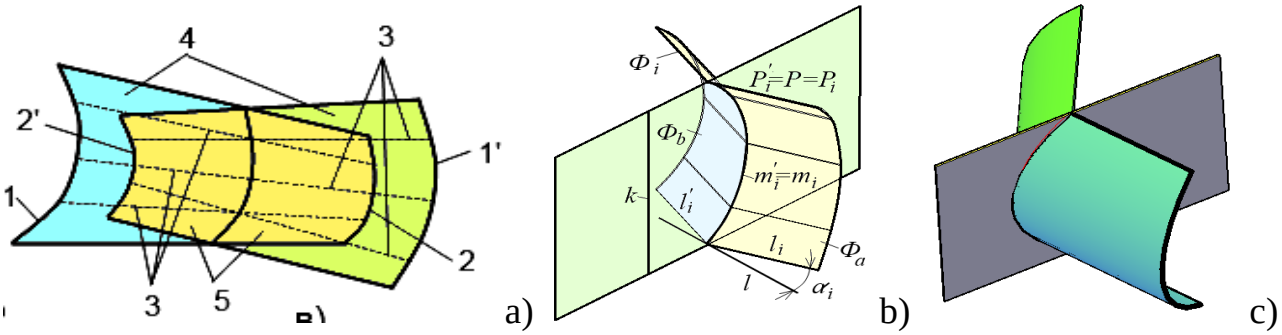

**9.5.27-rasm**




**9.5.28-rasm**

**Mavzu bo'yicha geometrik modellashtirishga oid materiallar**

Sirtlarning o'zaro kesishuvidan muhandislik masalalarini yechishda keng foydalaniladi[36]. 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 kechishuvch sirtlar sifatida silindr va boshqa sirtlardan ham variantlar olish mumkin. Bunda kesishuvchi silindrlarni, ***Φ*** silindrik sirtni ***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.**

[36] T.X. Jo'rayev. "Дизайн–разработка концептуальной модели отвала с геометрически комбинированной поверхностью" Теорія та практика дизайну. Київ – 2012 №4. 41-46 betlar.

# 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 xarakteristikalari ham saqlanadi, chunki ortogonal proyeksiyalashda buyum proyeksiyalar tekisliklariga nisbatan qulay holda joylashtiriladi. Ortogonal proyeksiyalash usulida tuzilgan chizmalarda qirqim 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 $\varphi=90°$ bo‘lsa, to‘g‘ri burchakli; agar $0°<\varphi°\neq 90°$ 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 $OA_xA'A$ siniq chiziq tomonlari ***A*** nuqtaning ***x***, ***y*** va ***z*** koordinatalaridan iborat bo‘lganligi uchun uni *koordinatalar siniq 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 xossalariga ega.

Shunga ko‘ra $AA'\parallel OZ$, $A'A_x\parallel OY$, $A'A_y\parallel OX$ bo‘lganligi uchun $A_pA'_p\parallel O_pZ_p$, $A'_pA_{Xp}\parallel O_pY_p$, $A'_pA_{Yp}\parallel O_pX_p$ bo‘ladi.

***Aksonometrik o‘qlar va ular bo‘yicha o‘zgarish koeffisientlari.***

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 koeffisientlari deb yuritiladi va quyidagicha belgilanadi:

$$\frac{e_x}{e}=k_x,\quad \frac{e_y}{e}=k_y,\quad \frac{e_z}{e}=k_z, \qquad (1)$$

10.1.1-rasmdan $$\frac{O_pA_{xp}}{OA_x}=\frac{e_x}{e}=k_x,\quad \frac{O_pA_{yp}}{OA_y}=\frac{e_y}{e}=k_y,\quad \frac{O_pA_{zp}}{OA_z}=\frac{e_z}{e}=k_z, \qquad (2)$$

tengliklarni yozish mumkin.

Demak, ***A*** nuqtaning dekart va aksonometrik koordinatalari orasidagi bog‘lanishni quyidagicha yozishimiz mumkin:

$$\frac{x_p}{x}=k_x \text{ yoki } \boldsymbol{x_p=k_xx},\qquad \frac{y_p}{y}=k_y \text{ yoki } \boldsymbol{y_p=k_yy},\qquad \frac{z_p}{z}=k_z \text{ yoki } \boldsymbol{z_p=k_zz}. \qquad (3)$$

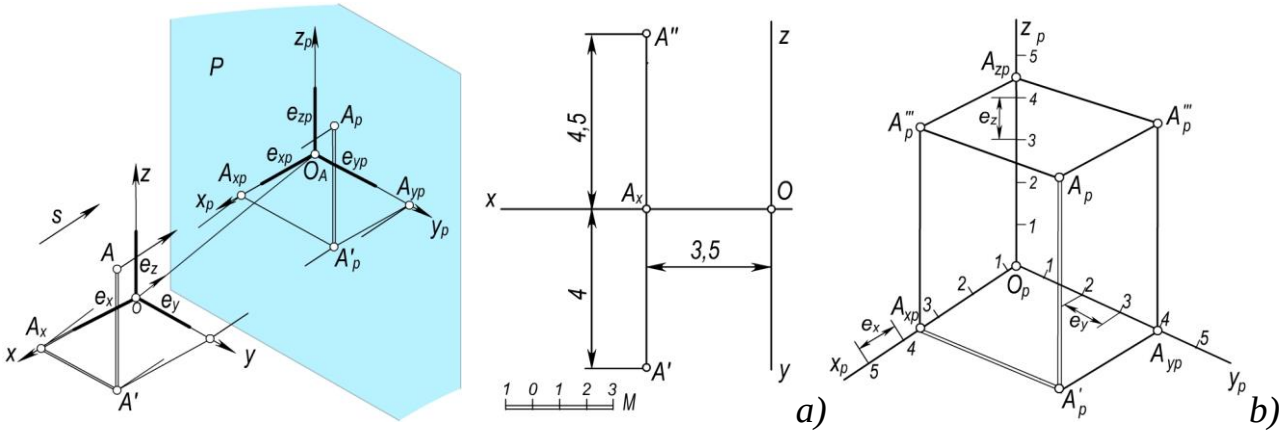
Aksonometrik o‘qlarning vaziyatlari va shu o‘qlar bo‘yicha o‘zgarish koeffisientlari berilgan bo‘lsa, fazodagi xar qanday nuqtaning aksonometriyasini yasash mumkin. Buning uchun nuqtaning ***x***, ***y*** va ***z*** koordinatalarini mos o‘zgarish koeffisientlariga ko‘paytirib, aksonometrik o‘qlar bo‘yicha (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 $\boldsymbol{O_pX_p}$ o‘qiga $\boldsymbol{O_p}$ nuqtadan boshlab $\boldsymbol{O_pAX_p=3,5e_x}$ kesmani o‘lchab qo‘yiladi va $\boldsymbol{AX_p}$ nuqtani belgilab olinadi (10.1.2,*b*-rasm). Bu nuqtadan $\boldsymbol{O_pY_p}$ o‘qiga parallel qilib $\boldsymbol{AX_pA'_p=4e_y}$ kesmani o‘lchab qo‘yiladi va hosil bo‘lgan $\boldsymbol{A'_p}$ nuqtadan $\boldsymbol{O_pZ_p}$ o‘qiga parallel qilib $\boldsymbol{A'_pA_p=4,5e_z}$; kesmani o‘lchab qo‘yiladi. Hosil bo‘lgan $\boldsymbol{A_p}$ nuqta ***A*** nuqtaning aksonometrik proyeksiyasi, $\boldsymbol{A_p}'$ esa ***A*** nuqtaning ikkilamchi proyeksiyasi bo‘ladi.

Aksonometrik proyeksiyalar uch turga bo‘linadi.

- Agar uchala o‘qlar bo‘yicha o‘zgarish koeffisientlari o‘zaro teng bo‘lsa, ya’ni $\boldsymbol{k_x=k_y=k_z}$, hosil bo‘lgan aksonometriya *izometrik proyeksiyalar* deyiladi.

• Agar o‘zgarish koeffisientlaridan ikkitasi o‘zaro teng bo‘lib, uchinchisi ulardan farqli bo‘lsa, ya’ni $k_x=k_y\neq k_z$, $k_z=k_y\neq k_x$, yoki $k_x=k_z\neq k_y$ bo‘lganda, hosil bo‘lgan aksonometriya *dimetrik proyeksiyalar* deyiladi

• Uchala o‘qlar bo‘yicha o‘zgarish koeffisienti 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 koeffisientlari 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 chiziq aksonometrik o‘qlar bo‘la oladi.*

Bu teoremaga binoan aksonometriya o‘qlari orasidagi burchaklarni va ular bo‘yicha o‘zgarish koeffisientlarini, 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 koeffisientlari va proyeksiyalash burchagi orasidagi o‘zaro bog‘lanish*

Aksonometriyaning asosiy teoremasiga asosan aksonometrik proyeksiyalar o‘qlari va ular bo‘yicha o‘zgarish koeffisientlarini 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 $\varphi$ 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 $\varphi$ ni chizmada hosil qilish uchun ***O*** nuqtadan ***P*** tekislikka $OO_0$ perpendikulyarni tushiramiz. $OO_p$ va $O_pO_o$ to‘g‘ri chiziqlar orasidagi $\varphi$ burchak proyeksiyalash burchagi bo‘ladi.

***1-teorema.*** *Qiyshiq burchakli aksonometrik proyeksiyada o‘qlar bo‘yicha o‘zgarish koeffisientlari kvadratlarining yig‘indisi 2 soni bilan proyeksiyalash burchagi kotangensi kvadratining yig‘indisiga teng.*

$$k_x^2 + k_y^2 + k_z^2 = 2 + ctg^2\varphi \qquad (1)$$

Ushbu teoremaning isboti Sh.Murodov tahriri ostida 1988 yil chop etilgan «Chizma geometriya kursi», kitobida keltirilgan.

***2-<u>teorema</u>**. To‘g‘ri burchakli aksonometrik proyeksiyalashda o‘qlar bo‘yicha o‘zgarish koeffisientlari kvadratlarining yig‘indisi 2 ga teng.*

$$k_x^2 + k_y^2 + k_z^2 = 2. \qquad (2)$$

***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 tutashtirilsa, $O_PA$, $O_PB$, $O_PC$ aksonometriya o‘qlari hosil bo‘ladi. Bu o‘qlarni ***OX***, ***OY*** va ***OZ*** hosil qilgan burchaklarini mos ravishda $\alpha$, $\beta$ va $\gamma$ 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 $\alpha_1$, $\beta_1$ va $\gamma_1$ yo‘naltiruvchi burchaklar deyiladi. Analitik geometriyadan ma’lumki, aylantiruvchi burchaklar kosinuslari kvadratlarining yig‘indisi ***1*** ga teng:

$$\cos^2\alpha_1+\cos^2\beta_1+\cos^2\gamma_1=1 \qquad (4)$$

Chizmadan ko‘rinib turibdiki, $\alpha_1=90°-\alpha$, $\beta_1=90°-\beta$ va $\gamma_1=90°-\gamma$ 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:

$$\cos^2\alpha+\cos^2\beta+\cos^2\gamma=2 \qquad (6)$$

$K_x=O_PA:OA=\cos\alpha$; $K_y=O_PB:OB=\cos\beta$ va $K_z=O_PC:OC=\cos\gamma$ bo‘lgani uchun (2) ifodaning to‘g‘riligi isbotlandi.

***To‘g‘ri burchakli aksonometrik proyeksiyalarda keltirilgan o‘zgarish koeffisientlari***

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 koeffisientlaridan foydalaniladi. Masalan, ixtiyoriy to‘g‘ri burchakli trimetrik proyeksiyalar quyidagi o‘zgarish koeffisientlari bilan berilgan bo‘lsin: $k_x=0.92,\ k_y=0.47,\ k_z=0.96$;

Bularni (2) ifodaga qo‘yilsa,

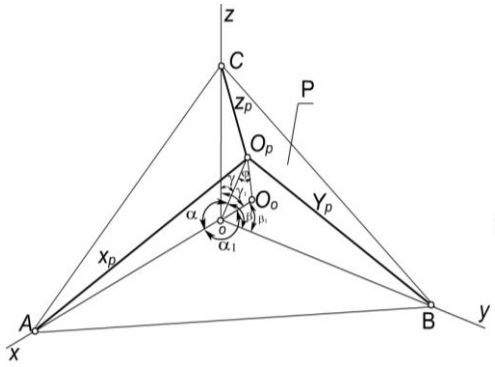
$$k_x^2+k_y^2+k_z^2=(0.92)^2+(0.47)^2+(0.96)^2=1.9889\approx 2$$ hosil bo‘ladi.

Bu koeffisientlarni $\frac{1}{0.92}=1.09$ ga ko‘paytirsak, $k_x=1,0028,\ k_y=0,5123,\ k_z=1,0464$ bo‘ladi. Bularni yaxlitlab $k_x^{\kappa}=1$ $k_y^{\kappa}=0.5$ va $k_z^{\kappa}=1$ deb olsak, $k_x^{\kappa}=k_x\cdot 1.09,\quad k_y^{\kappa}=k_y\cdot 1.09,\quad k_z^{\kappa}=k_z\cdot 1.09$ bo‘ladi. Bunda $K_x^k$, $K_y^k$ va $Kz^k$ o‘qlar bo‘yicha keltirilgan o‘zgarish koeffisientlari deb belgilangan. Bunda ***1,09*** keltirish koeffisienti bo‘lib, uni ***m*** bilan belgilaymiz. U holda

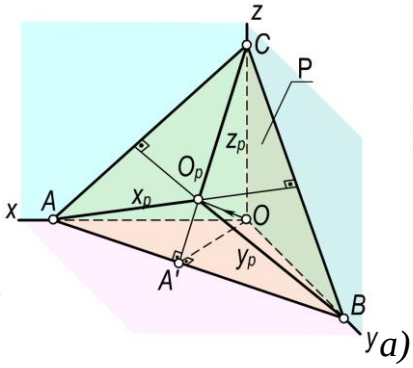
$$k_x=\frac{k_x^{\kappa}}{m},\quad k_y=\frac{k_y^{\kappa}}{m},\quad k_z=\frac{k_z^{\kappa}}{m},\ \text{yoki}\ (k_x^{\kappa})^2+(k_y^{\kappa})^2+(k_z^{\kappa})^2=2m^2$$ hosil bo‘ladi.

Demak, keltirilgan koeffisientlari bo‘yicha bajarilgan aksonometrik proyeksiyalarda o‘qlar bo‘yicha aksonometrik masshtablar keltirish koeffisientiga proporsional ravishda o‘zgaradi.

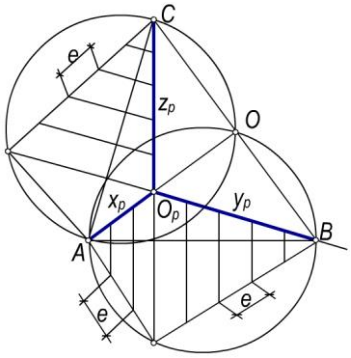
***To‘g‘ri burchakli aksonometriyada izlar uchburchagi.*** Dekart koordinatlar sistemasi ***OXYZ*** da ***P*** aksonometriya tekisligini joylashtirganda u koordinata tekisliklari bilan kesishib ***ABC*** uchburchakni hosil qiladi. Bu uchburchak aksonometriyada *izlar uchburchagi* deb yuritiladi (10.2.2-rasm,*a*).




**10.2.1-rasm.**




*a)*




*b)*

**10.2.2-rasm**

***1-teorema.*** *To‘g‘ri burchakli aksonometriyada aksonometriya o‘qlari izlar uchburchagining balandliklari bo‘ladi.*

***Isboti*: *OZ*** koordinatalar o‘qi ***XOY*** tekislikka perpendikulyar va $OO_p \perp P$ 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 $\angle CAA' < 90°$ bo‘ladi. Shuningdek, $\angle A'BC < 90°$ va $\angle ACB < 90°$ 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 uchyoqlikning ***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 $\angle AOB=90°$ 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 koeffisientlaridir:

$$k_x=\frac{O_PA}{O_1A}, \qquad k_y=\frac{O_PB}{O_1B}.$$

Xuddi shuningdek, $O_2$ nuqtani aniqlab, $Z_P$ o‘q bo‘yicha o‘zgarish koeffisenti $k_y=\frac{O_P}{O_2C}$, 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 diametrininig mos o‘qlar bo‘yicha o‘zgarish koeffisientiga ko‘paytirilganiga teng.

Qiyshiq burchakli aksonometriyada ellips kichik o‘qining uzunligi $0$ (nol) dan aylana diametri $d$ gacha, katta o‘qining uzunligi $d$ dan $\infty$ 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 $\varphi$ aylana tekisligi bilan aksonometrik proyeksiyalar tekisligi orasidagi burchak.

***Aylananing to‘g‘pi bypchakli akconometpiyasi.*** 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 $\varphi$ 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 $\varphi$ burchak kosinusiga ko‘paytirilganiga teng bo‘ladi.

$$A_pB_p=AB,\ C_pD_p=CD\cos\varphi.$$

Parallel proyeksiyalarning xossalariga ko‘ra elipsning $A_pB_p$ 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: $A_PB_P\|a,\ C_pD_p\perp a.$

Shunday qilib, aylananing aksonometrik proyeksiyasini yasash uchun aylana markazining proyeksiyasi $e_p$ nuqta yasalib 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 aylanalarning 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 $A_pB_p\perp O_pC(O_z)$, $II$-ellips uchun $A_pB_p\perp O_pB(O_y)$, -$III$-ellips uchun $A_pB_p\perp O_pA(O_x)$ bo‘ladi. Ellipslarning $C_pD_p$ kichik o‘qlari $A_pB_p$ katta o‘qlariga doim perpendikulyar bo‘ladi.

To‘g‘ri burchakli aksonometriyada ellipsning katta o‘qi doim tegishli aylanalarning diametrlariga teng bo‘ladi. Kichik o‘qlari aksonometriyaning turiga

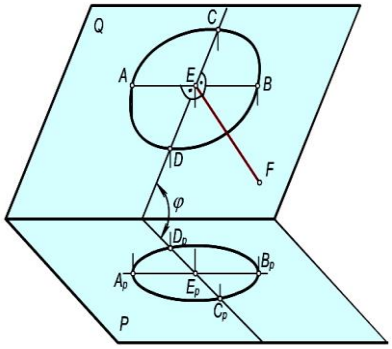
qarab o‘zgaradi. Kichik o‘qining uzunliklarini hisoblash mumkin. Buning uchun 10.3.3-rasmga murojaat qilamiz. $O_z$ o‘qidan o‘tuvchi va izlar uchburchagining $AB$ tomoniga perpendikulyar qilib o‘tkazilgan tekislik $P$ tekislikni $CB_p$ to‘g‘ri chiziq bo‘yicha, $XOY$ tekislikni esa eng katta og‘ma chizig‘i $O_1B_p$ bo‘yicha kesib o‘tadi. Natijada $CO_1B_p$ to‘g‘ri burchakli uchburchak hosil qilinadi. Bu uchburchakning $CO_1B_p$ 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 tutashtirib $\gamma$ va $\varphi$ 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 koeffisienti $k_z=\cos\gamma$ ekanligi ma’lum. $XOY$ tekislikning eng katta qiyalik chizig‘i $O_1B_p$ ning yo‘nalishi bo‘yicha o‘zgarish koeffisienti $k_{xoy}=\cos\varphi$ bo‘ladi. To‘g‘ri burchakli $CO_1B_p$ uchburchakdan $\cos^2\varphi=1-\cos^2\gamma$ bo‘lgani uchun

$$k_{xOy}=\sqrt{1-k_z^2}$$

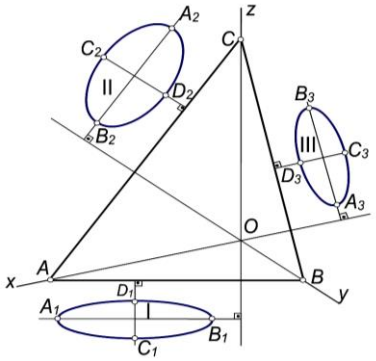
Xuddi shuningdek, $XO_z$ va $YO_z$ tekisliklarining eng katta qiyalik chiziqlari yo‘nalishlari bo‘yicha o‘zgarish koeffisientlar qiymatlarini keltirib chiqarish mumkin: $k_{xOz}=\sqrt{1-k_y^2}$, $k_{yOz}=\sqrt{1-k_x^2}$.

Yuqorida ellipsning kichik o‘qi $C_pD_p=CD\cos\varphi$ ekanligini ko‘rib chiqqan edik. Bunda $CD$ – proyeksiyalanayotgan aylananing diametri, $\varphi$ esa aylana tekisligi bilan $P$ tekislik orasidagi burchakdir. Shunga ko‘ra:

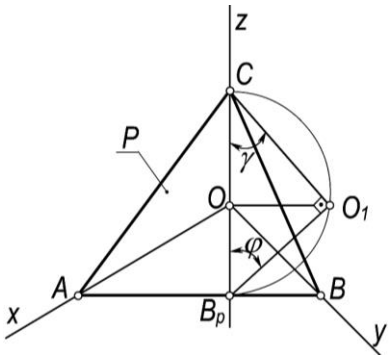
- $XOY$ tekislikka tegishli aylanani proyeksiyasi bo‘lgan ellips uchun $C_pD_p=CD\sqrt{1-k_z^2}$;
- $XOZ$ tekislikka tegishli aylananing proyeksiyasi uchun $C_pD_p=CD\cdot\sqrt{1-k_y^2}$;
- $YOZ$ tekislikka tegishli aylanani proyeksiyasi uchun $C_pD_p=CD\cdot\sqrt{1-k_x^2}$; bo‘ladi.




**10.3.1-rasm.**




**10.3.2-rasm.**



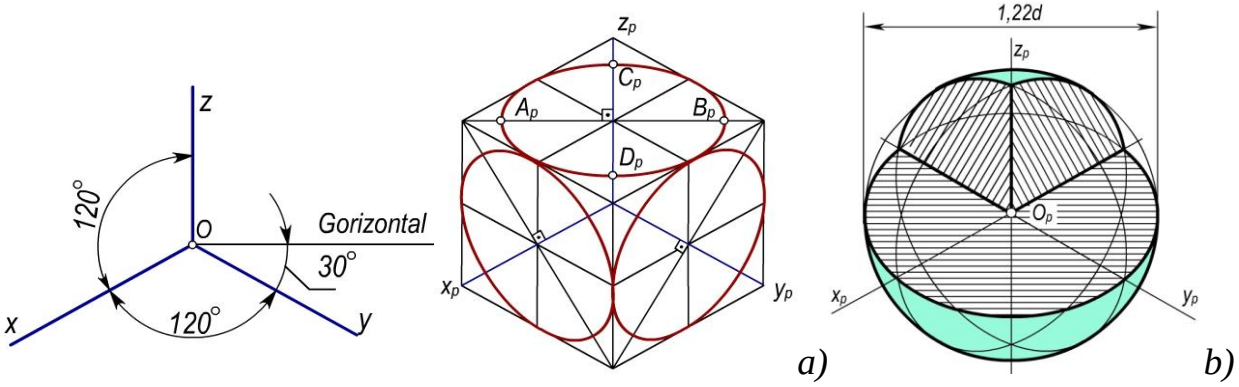

**10.3.3-rasm.**

## 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 xosil qilsa, izlar uchburchagi teng tomonli bo‘lib, uning balandligi bissektrissasi ham bo‘ladi. Shuning uchun to‘g‘ri burchakli izometiryada aksonometrik o‘qlar orasidagi burchaklar ***120°*** ga teng (10.4.1-rasm). Bu holda o‘qlar bo‘yicha o‘zgarish koeffisientlari $k_x=k_y=k_z$ 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 koeffisienti 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 buyumlarinig to‘g‘ri burchakli izometriyasini yasashda o‘qlar bo‘yicha o‘zgarish koeffisientlari 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 koeffisientlari deb yuritiladi. Bunda keltirish koeffisienti $m=1/0.82=1.22$ 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 koeffisientlari ***0,82*** bo‘yicha ellipslarning katta va kichik o‘qlari quyidagicha bo‘ladi:

$A_pB_p=d$, $C_PD_P=\sqrt{1-0.82^2}\,d=0.58\cdot d$ bunda ***d*** - berilgan aylana diametri.

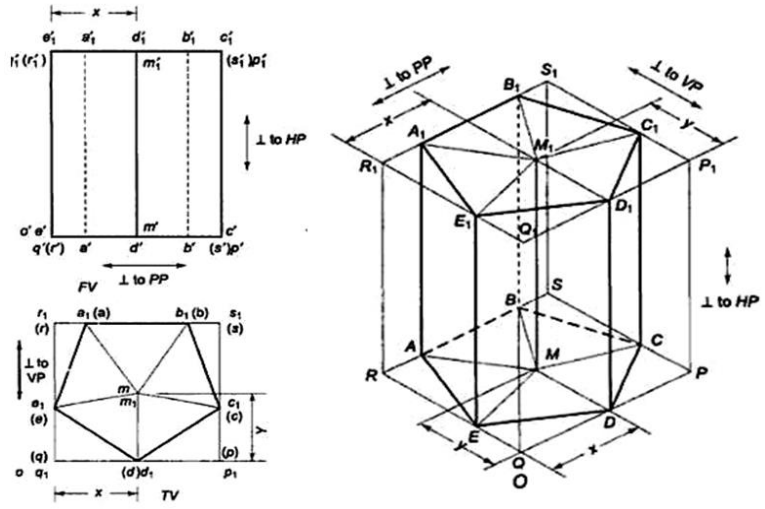
*Keltirilgan o‘zgarish koeffisientlari bo‘yicha stardant izometriyada ellipslarning katta o‘qlari* $A_pV_r=1,22d$ *ga kichik o‘qlari* $C_pD_p=1,22*0,58d=0,71d$ *ga teng bo‘ladi.* Shunday qilib, diametri ***d*** ga teng bo‘lgan aylanalar gorizontal, frontal va profil yoki ularga parallel bo‘lgan tekisliklarda joylashgan bo‘lsa, bunday aylanalarning izometriyasidagi ellipslarning $A_pB_p$ katta o‘qi ***d*** ga, $C_pD_p$ kichik o‘qi esa ***0,58d*** ga teng, keltirilgan o‘zgarish koeffisientlar bo‘yicha esa $A_pB_p=1,22d$, $C_pD_p=0,71d$ 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 uchin va mavzuga oid inglizcha belgilanishlarni o’rganish maqsadida quyida izometrik proyeksiya to’g’risida qo’shimcha material keltirilgan (10.4.3-rasm )[37]

[37] Shah M.B., Rana B.C. Engineering Drawing. India. 2009, 369-384 betlar.




**10.4.3-rasm.**

***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 koeffisientlari $k_x=k_y\neq k_z$, $k_x=k_z\neq k_y$ 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 $\alpha$ va $\beta$ burchaklarning tangenslari orqali oson yasash mumkin, chunki $tg\alpha = 1/8,\quad tg\beta = 7/8.$ Standart dimetriyada o‘qlar bo‘yicha o‘zgarish koeffisientlarining $k_x=k_z\neq k_y$ holi qabul qilinib $k_x=k_z=2k_y$ yoki $k_y=1/2k_x$ deb olingan. U holda $k^2_x+k^2_y+k^2_z=2$ tenglikka yuqoridagi qiymatlarni qo‘yib, $k_x^2 + k_x^2 + k_x^2/4 = 2$ yoki $9k_x^2 = 8$ ga ega bo‘lamiz. Bundan, $k_x = \sqrt{8/9} = 2\sqrt{2}/3 \approx 0.94$ ni hosil qilamiz. Demak, $k_x\approx 0{,}94$; $k_z\approx 0{,}94$; $k_y\approx 0{,}47$ hosil bo‘ladi.

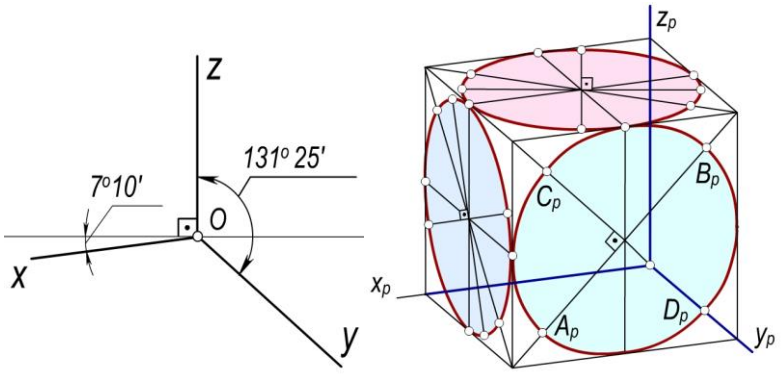
Amaliyotda to‘g‘ri burchakli dimetrik proyeksiyalarni yasash uchun quyidagi keltirilgan o‘zgarish koeffisientlaridan foydalaniladi: $k_x = 1,\quad k_x = 1,\quad k_x = 0.5$

U holda keltirish koeffisienti $m = 1/0.94 = 1.06$ bo‘ladi. Bu holda buyumning aksonometriyasi asliga nisbatan ***1,06*** marta kattalashadi.

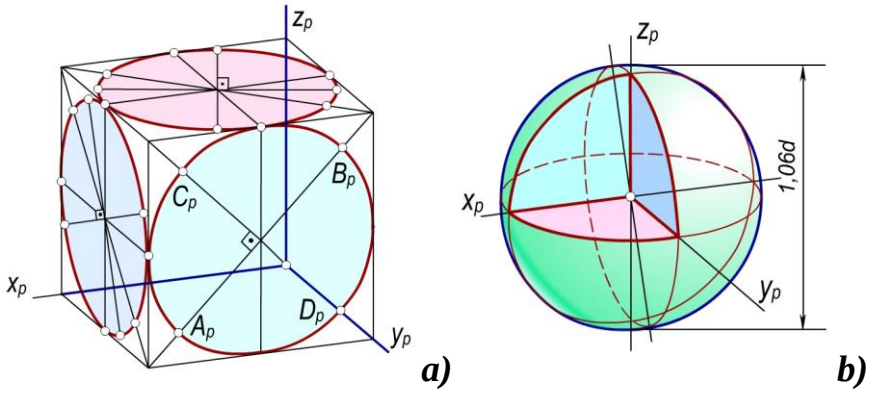
10.4.5,a-rasmda to‘g‘ri burchakli dimetriyada kub va uning yoqlarida ichki chizilgan aylanalarning dimetrik proyeksiyalari bo‘lgan ellipslar tasvirlangan.

To‘g‘ri burchakli standart dimetriya uchun $k_x=k_z=0,94$ va $k_Y=0,47$ bo‘lganligi uchun ***H(XOY)*** hamda ***W(YOZ)*** tekisliklarga tegishli aylananing proyeksiyalari bo‘lgan ellipslar uchun $C_pD_p = CD\sqrt{1-0.94^2} = 0.33d$ bo‘ladi.

***V(XOZ)*** tekislikka tegishli aylananing proyeksiyasi ellips uchun esa $C_pD_p = d\sqrt{1-0.47^2} = 0.88d$ bo‘ladi.




**10.4.4-rasm.**




**10.4.5-rasm.**

Keltirilgan o‘zgirish koeffisientlari bo‘yicha ***XOY*** va ***YOZ*** tekisliklariga parallel bo‘lgan yoqlardagi ellipslar (aylananing dimetriyasi) uchun katta o‘qlar $A_pB_p=1,06d$, kichik o‘qlar $C_pD_p=0,35d$ bo‘ladi. Chunki $C_pD_p=1,06\times0,33d$. ***XOZ*** tekislikka parallel bo‘lgan yoqdagi ellips uchun $A_pB_p=l,06d$, $C_pD_p=0,93d$. Chunki $C_pD_p=l,06\times0,88d=0,93d$.

Sferani to‘g‘ri burchakli dimetriyasini keltirilgan o‘zgarish koeffisientlari bo‘yicha chizish, 10.4.6,*b*-rasmda ko‘rsatilgan. Sferaning dimetriyasi $D_1$ diametrli aylana bo‘lib, $D_1=1,06d$ ga teng. Diametri ***d*** ga teng aylanalar gorizontal va profil tekisliklarda joylashgan bo‘lsa, ularning dimetriyasidagi ellipslarning katta va kichik o‘qlari mos ravishda ***1,06d*** va ***0,35d*** ga teng. Agar diametri ***d*** ga teng aylana frontal tekisliqda 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. Detalning ichki tuzilishini ko’rsatish uchun aksonometriyadagi kerakli qirqimlar tanlanadi.

2. Aksonometrik proektsiya turi tanlanadi va o’qlar chiziladi. 10.5.1-rasmda detalning izometrik proektsiyasini chizilishi ko’rsatilgan. X, Y, Z o’qlar joylashuvi detal tuzilishiga nisbatan tanlab olinadi.

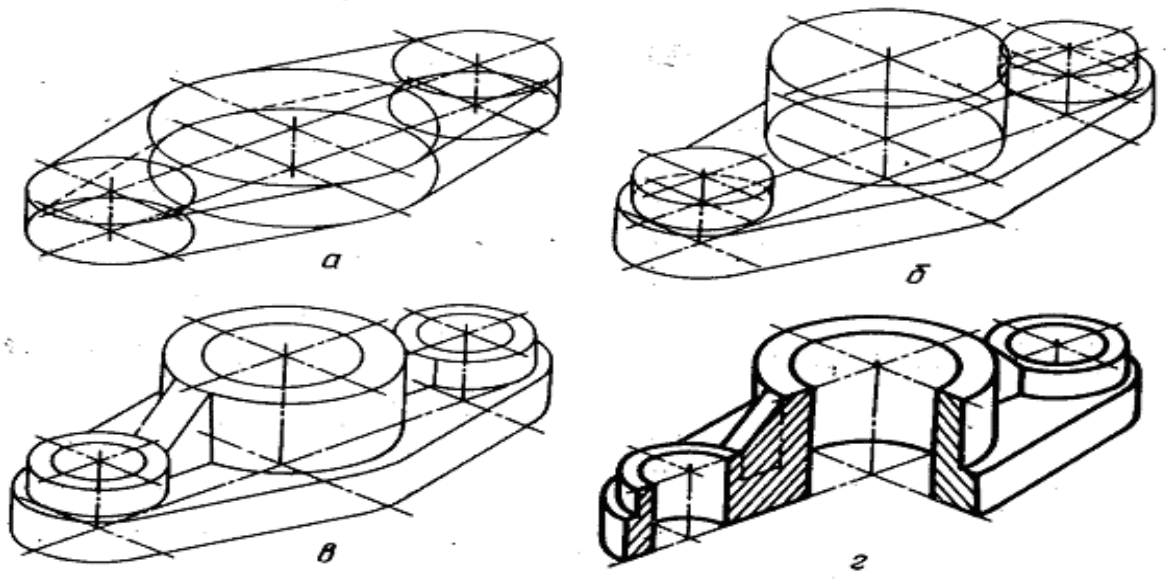
3. Yasashlar detalning asosidan hamda gabarit o’lchamlardan iborat bo’lgan oddiy geometrik jismlar (paralellipiped, silindr va boshqalar) tasvirdan boshlanadi. Detal uzunligi X o’qi bo’yicha eni Y o’qi bo’yicha, balandligi Z o’qi bo’yicha olinadi.

4. Detalning katta elementlari chiziladi. Ko’rinadigan yuzasidagi ellipslar o’qlari va yordamchi yasashlar bajariladi. Qirqim tekisligida hosil bo’ladigan chizmalar belgilab qo’yiladi.

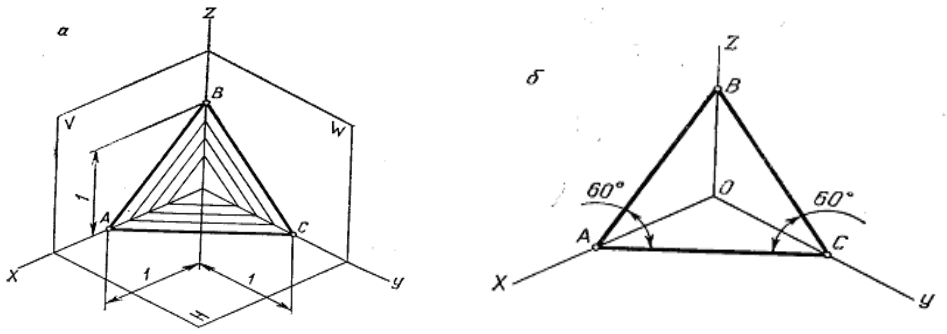
5. Detalning boshqa elementlari va ellipslar chiziladi.

6. Bajarilgan izometrik proektsiya sinchiklab tekshiriladi, qirqimlardagi shtrixlash bajariladi. 10.5.2-rasmda izometriyada shtrixlash yo’nalishi ko’rsatilgan.

7. Asosiy chiziqlar yo’g’onlashtiriladi.




**10.5.1-rasm**




**10.5.2-rasm**

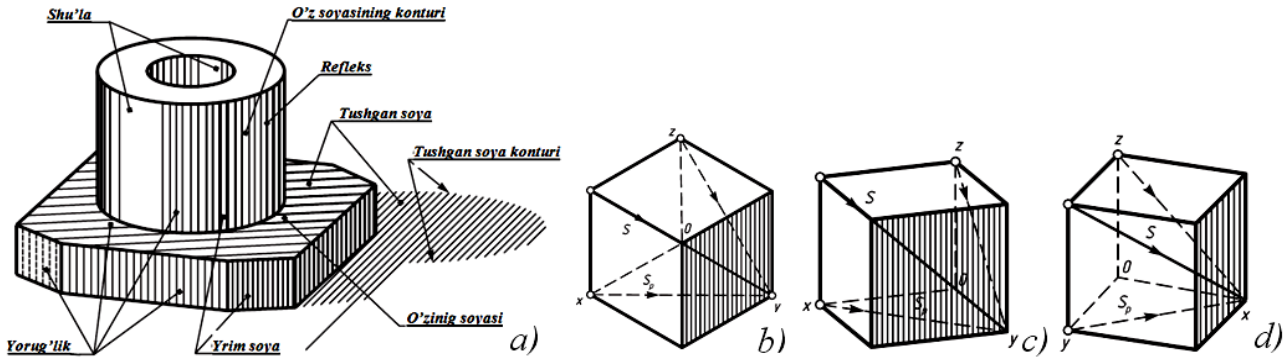
Detallarning aksonometrik proektsiyalarini - yaqqol tasvirini chizish o'rganilsa, bu keyinchalik, texnik rasmlarni bajarishda ham qo'llaniladi. Chunki, detalning texnik rasmi bu qo'l bilan chizma qurollarisiz bajariladigan aksonometrik proektsiyadir.

## 10.6-§. Detallarning texnik rasmlarini bajarish

***Texnik rasm*** – bu detalning, *yorug'lik-soyani* qo'llagan holda, aksonometriya qoidalara bo'yicha, qo'lda yoki chizmachilik asboblari yordamida bajarilgan yaqqol tasviridir. Texnik rasmni 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 qobilyatlarini rivojlantiradi. Konstruktorlik amaliyotida *sanoat dizayninig* joriy qilinishi texnik rasmning ahamiyatini yanada oshirdi. Odatda texnik rasm detal chizmasini tayyorlash vaqtida bajariladi. Texnik rasmning 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*).

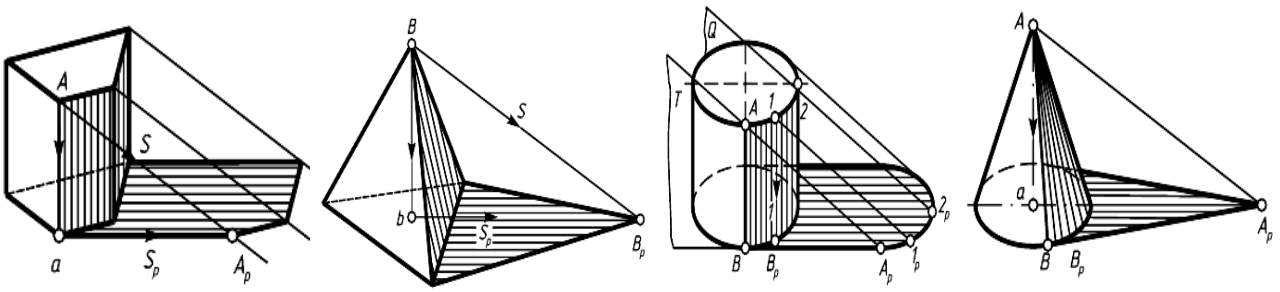
Yorug'lik-soya, detalning hajmini ko'rsatuvchi qo'shimcha vosita sifatida, tasvirni jonlantirish uchun, ma'lum qoidalar asosida qo'llaniladi. *Yorug'lik-soya* – bu detal sirtida yorug'likning taqsimlanishidir. Detalning shakliga bog'liq holda, yorug'lik nurlari detal sirtiga tushganda, uning yuzasi bo'ylab 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 yoritigan 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.



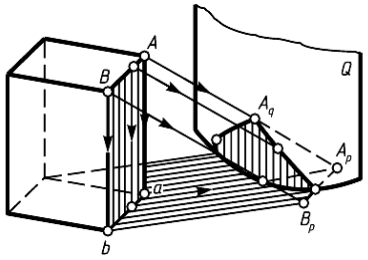

**10.6.1-rasm.**

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.



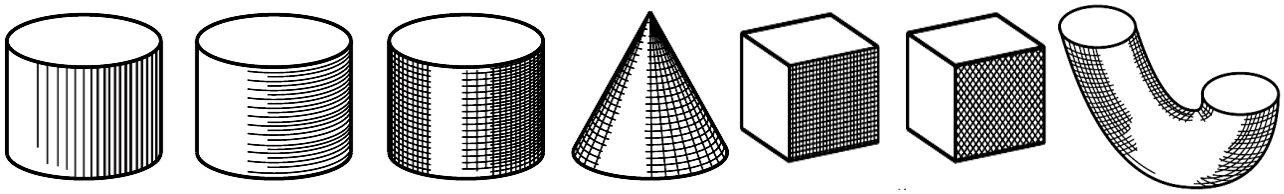
**10.6.2-rasm**

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.



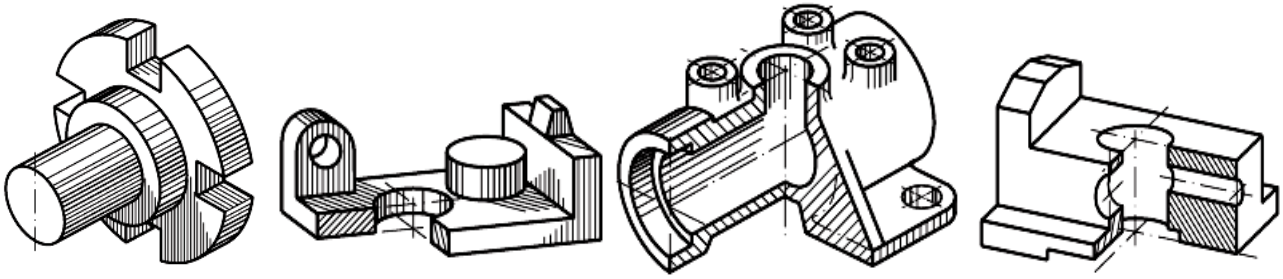
**10.6.3-rasm**

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.

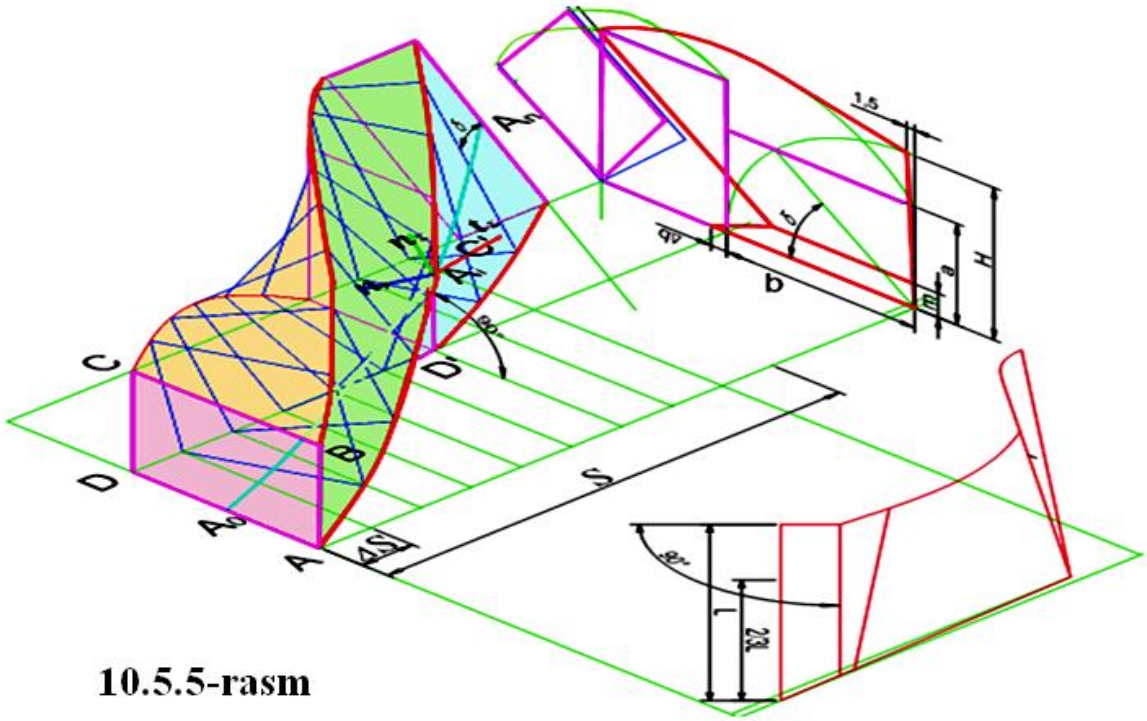


*a)* *b)*

**10.6.5-rasm.**

**Mavzu bo’yicha geometrik modellashtirishga oid materiallar**

Yuqorida aytilganidek ba’zan orthogonal proyeksiyalar ob’ektlarni tasavvur qilish, o’rganish yoki loyihalsh uchun yetarli bo’lmaydi, ayniqsa ular murakkab sirtdan iborat bo’lsa. Masalan, ag’dargich sirtini loyihalashda shudgorlash jarayonining yaqqol tasvirini hosil qilishni ko’raylik[38]. 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 ***Δφ*** burchakka burilgan ko’ndalang kesimga tegishli bir qator nuqtalarning uch zvenoli koordinatalar siniq chizig‘i aksonometriyasi yasab tutashtiriladi (10.5.5-rasm). Bunday fazoviy geometrik modellashtirishdan turli texnologik mashina va jihozlar, hamda ular bilan bog’liq texnologik jarayonlarni tasavvur qilish, o’rganish yoki loyihalshda foydalanish yaxshi samara berishi mumkin.




**10.5.5-rasm**

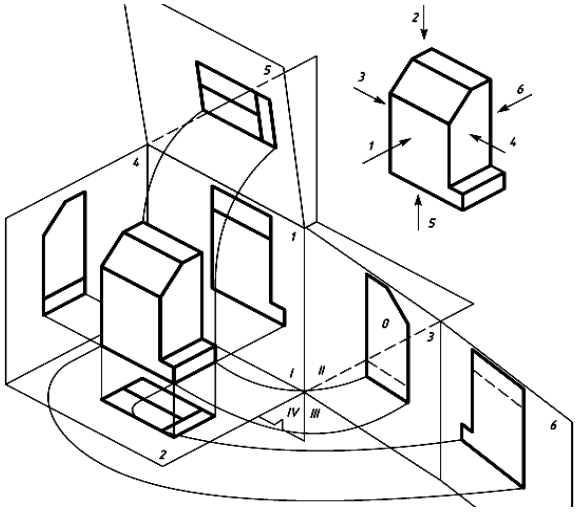
[38] Жураев Т.Х. Основы геометрического моделирования рабочих органов мелиоративной и сельскохозяйственной техники. Монография. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, ISBN 978-3-659-66832-6. 2015 – 97-105 b.

# 11. TASVIRLAR VA KO'RINISHLAR

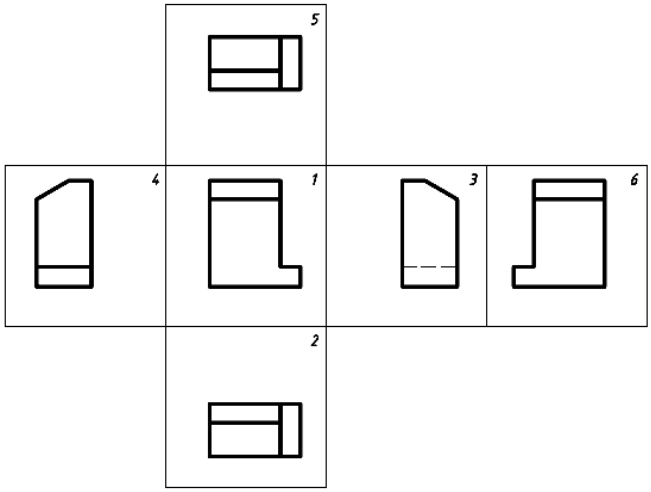
## 11.1-§. Tasvirlar

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 proyeksiyalsh 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 proeksiya 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 uslida 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 fuhksional holatda yoki tayyorlash qulay bo'lgan holatda tasvirlanadi. Bir necha qismlardan iborat buyumlar fuhksional holatda tasvirlanadi. Har qanda holatda foydalaniladigan buyumlar tayyorlash qulay bo'lgan holatda tasvirlanadi. Funksional holati og'ma buyumlar vertikal yoki gorizontal holatda tasvirlanadi. Funksional 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.



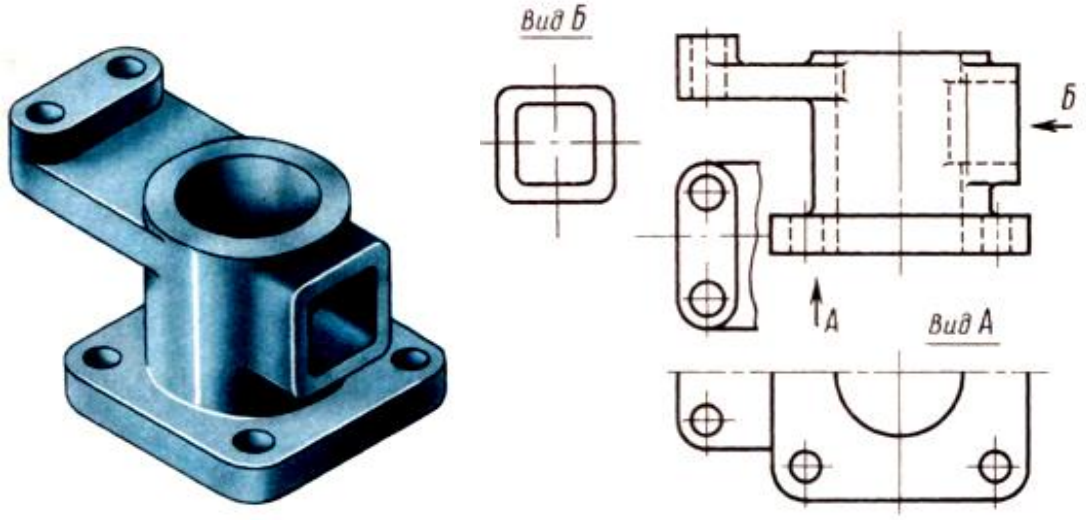
**11.1.1-rasm**



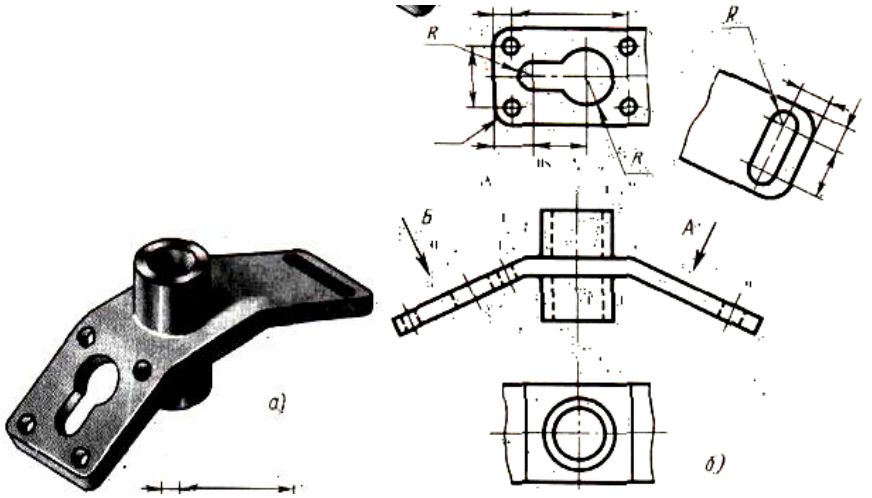
**11.1.2-rasm**

## 11.2-§. Asosiy ko’rinishlar

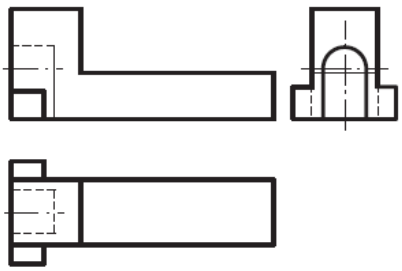
Ko’rinish - buyumning ko’rinadigan yuzasi kuzatuvchiga qaratilgan tomonining tasviridir. Asosiy proyektsiya tekisliklarida hosil qilinadigan ko’rinishlar quyidagilar: 1. Olddan ko’rinish (bosh ko’rinish); 2. Yuqoridan ko’rinish; 3. Chapdan ko’rinish; 4. O’ngdan ko’rinish; 5. Ostdan ko’rinish; 6. Orqadan 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, ostdan, orqadan ko’rinishlari bosh ko’rinishga nisbatan (frontal proyektsiya tekisligiga tasvirlangan ko’rinish yoki qirqimga 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**

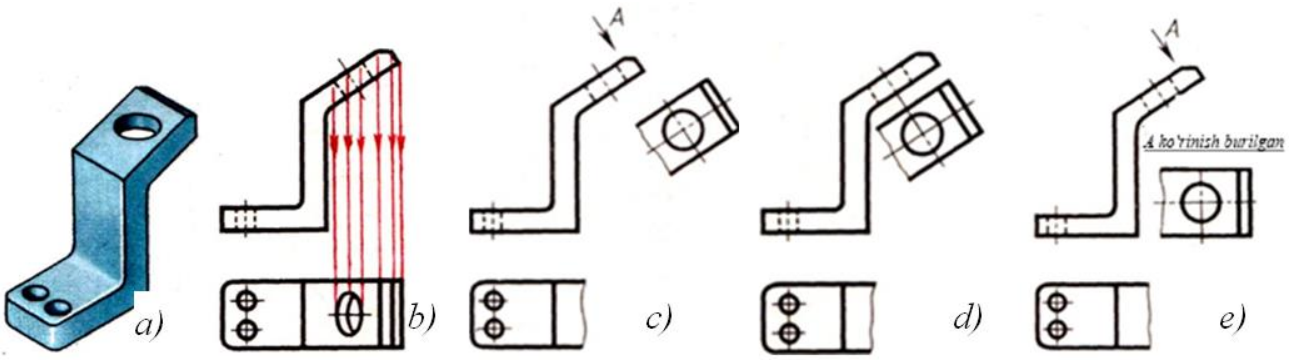


**11.2.3-rasm**

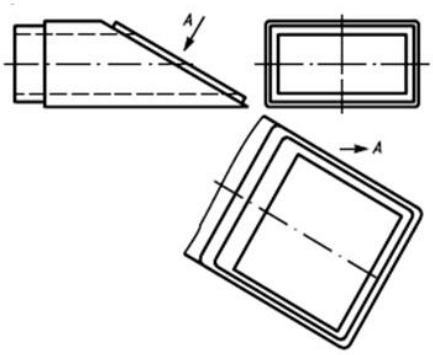
## 11.3-§. Qo’shimcha ko’rinish

Agar buyumning qandaydir qismini yuqoridagi ko’rinishlarini, chizmani va o’lchamlarini o’zgartirmasdan tasvirlash imkoni bo’lmasa, asosiy proyektsiya 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

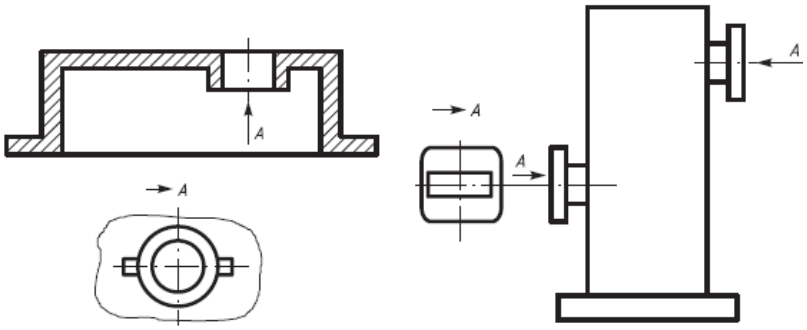
yozuvning o’ng tomonida *"burilgan"* so’zi qo’shib yoziladi (11.3.1-rasm,*e*). ***A*** *ko’rinish* osti chiziladi, *burilgan* so’zi osti chizilmaydi. Agar chizmada detalning uch asosiy ko’rinishda: olddan, yuqoridan va chapdan, yon elementlari yuqoridan va chapdan ko’rinishlarda o’zgarib tasvirlansa, 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).

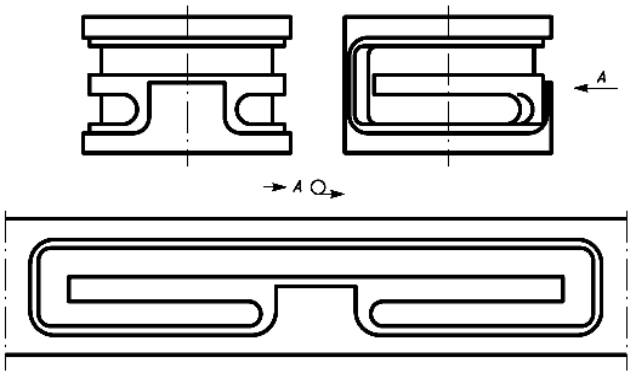
## 11.5-§. Yoyilgan ko’rinish

Yoyilgan ko’rinishlar odatda quyidagi hollarda qo’llaniladi:

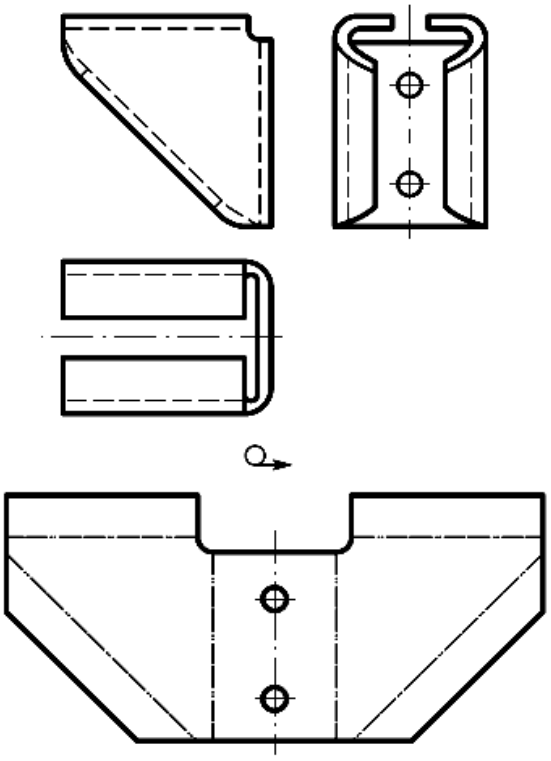
1) Bir tekislikka buzilmasdan yoyiladigan egri buyumlarni, masalan sovutish tizimining A ko’rinishi (11.5.1-rasm);

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.



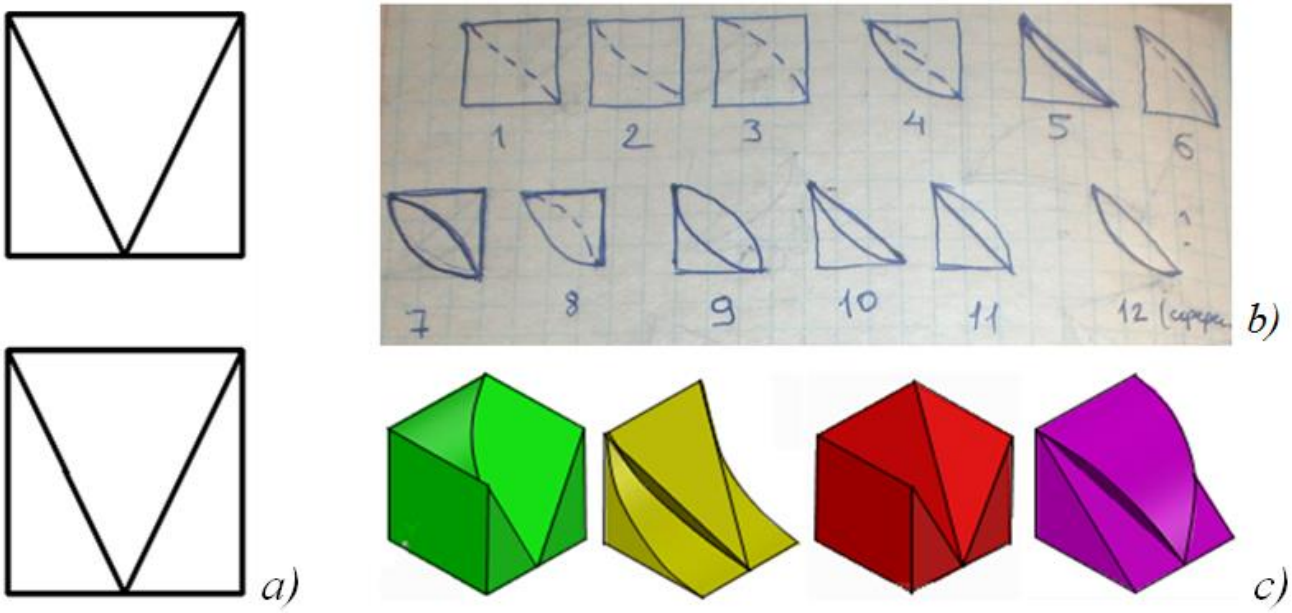

**11.5.1-rasm**



**11.5.2-rasm**

**Mavzu bo'yicha geometrik modellashtirishga 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*)[39]. Ushbu masalaning yechimi soni nechta, uni yechishda nimalarga asoslanish krerak?




**11.5.3-rasm**

"Boshqotirma" masala ***"Case-study"*** ko'rinishda bo'lib, uni yechishda "topishmoq topish" emas, balki mantiqiy yndoshuv talab qilinadi. Buning uchun berilgan jism yuzalari va qirralarining shakli va vaziyati geometrik modellashtirish 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 yatatish yaqqollik (vizualizatsiya) ni oshiradi va savollarga javob osonroq topiladi (11.5.3-rasm,*c*).

[39] Jo'rayev T.X. "Developing of students' creativity by module Surfacing using CAD technologies-Sirtlarni loyihalash moduli bo'yicha CAD texnologiyalardan foydalanib talabalar ijodiy qobiliyatini rivojlantirish". Bitiruv-loyiha isi. O'zR O va O'MTV BIMM malaka oshirish markazi., Toshkent, 2015.

# 12. QIRQIMLAR. KESIMLAR.

## 12.1-§. Oddiy qirqimlar

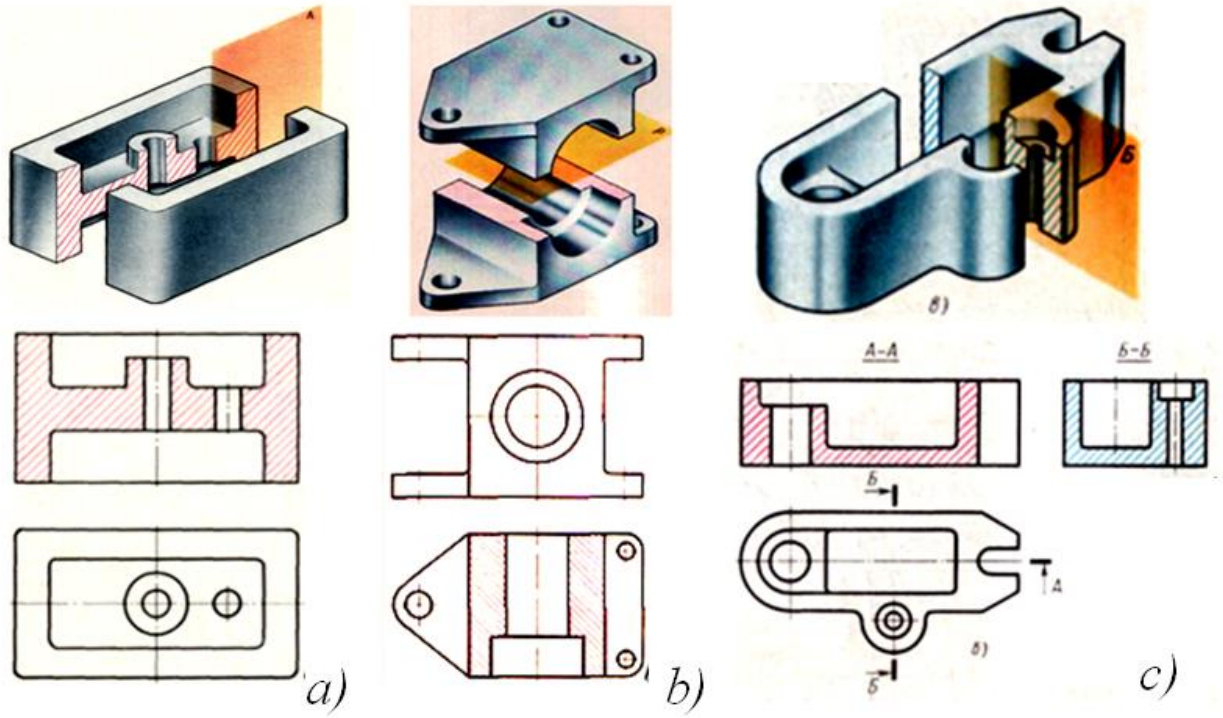
Ma'lumki buyum chizmasi va xususiyatlari to’g’risida aniq tasavvur olish uchun, qo’shimcha, uning tekislikdagi tasviridan-chizmasidan foydalaniladi. Buyum tasviri aniq qonun-qoidalar bilan bajariladi, Buni ko’rinishlarini bajarish misolida ko’rish mumkin. Lekin amalda shunday murakkab mashina detallari 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 qutilish uchun shtrix chiziqlarni ko’rinar kontur chiziqlar bilan almashtiriladi, ya'ni qirqim beriladi. Biror detal yoki uzelni tekislik bilan fikran qirqib tekislikda hosil bo’lgan yo’zuvni 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 proyektsiyalar tekisligiga nisbatan joylashishiga qarab gorizontal, vertikal va og’ma qirqimlarga bo’linadi. Vertikal qirqim frontal va profil qirqimlarni o’z ichiga oladi.

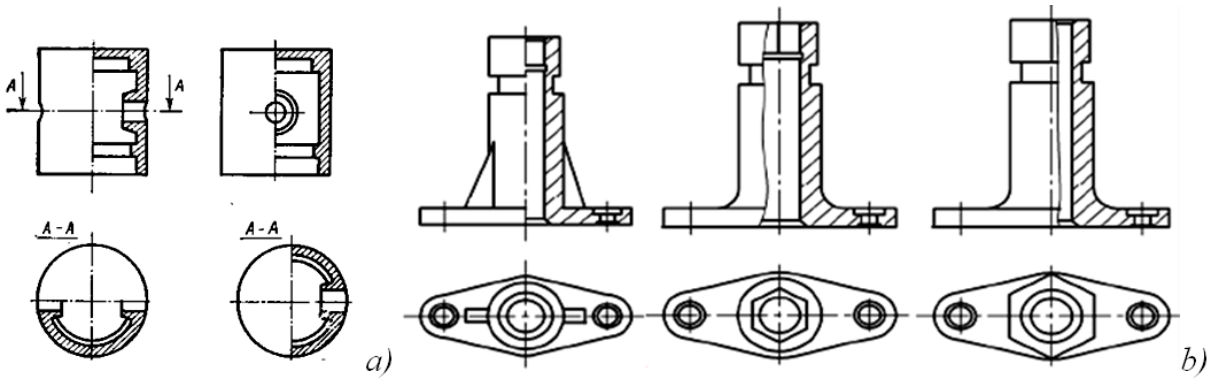
12.1.1-rasm,*a* da detalning profil proyektsiyalar tekisligiga parallel bo’lgan ***A*** tekislik gorizontal proyektsiyalar tekisligiga perpendikulyar bo’lib, deltani simmetriya o’qi bo’yicha kesib o’tsa uning vaziyati chizmada belgilanmaydi va qirqim yozuv bilan izohlanmaydi. Detalning oldingi kesilgan qismi, ya'ni kuzatuvchi bilan kesuvchi

tekislik orasidagi qism fikran olib tashlanadi, qolgan qismi esa frontal proyektsiyalar 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 gorizontal oddiy qirqimi tasvirlangan. Gorizontal proyektsiyalar tekisligiga parallel kesuvchi tekislik bilan hosil qilingan qirqim gorizontal qirqim deb ataladi. Bunda detalning ustki yarim qismi fikran olib tashlanadi va qolgan pastki qismi gorizontal proyektsiyalar tekisligida tasvirlanadi. Bu qirqim ham yuqorida ko’rsatilgan mosliklardagi kabi, kesuvchi tekislik detalning simmetriya tekisligi bilan qo’shilib qoladi, tegishli tasvirlar bir formatda bevosita proektsion boglanishdaligi 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 detalni nosimmetrik qismlarga bo’ladi. Kesim chizig’i uzuq 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. 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’shilib 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].

[40] Shah M.B., Rana B.C. Engineering Drawing. India. 2009, 259-265 betlar.

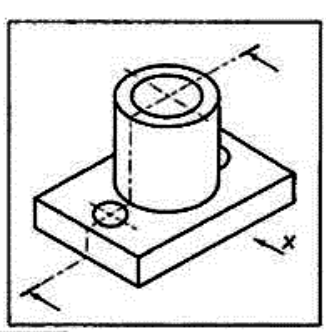


**Figure 11.1**

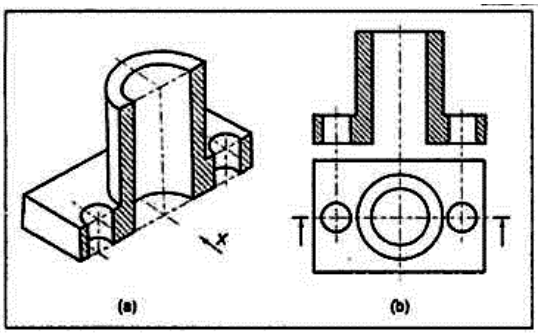



**Figure 11.2** *Sectional Views*

*a)*

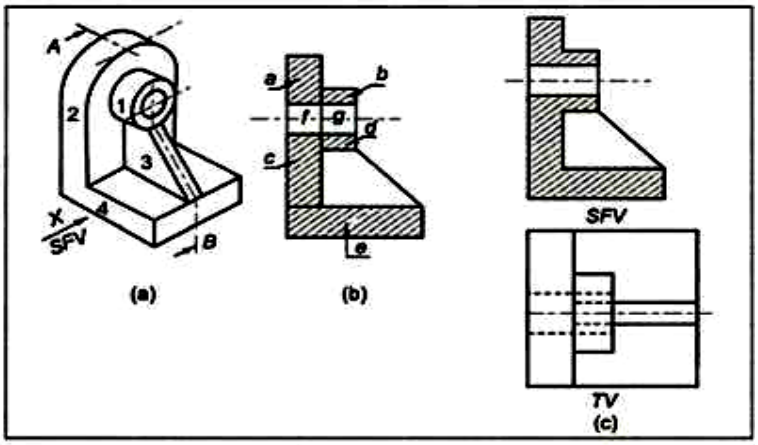



**Figure 11.10** *Process of Drawing Sectional View*

*b)*

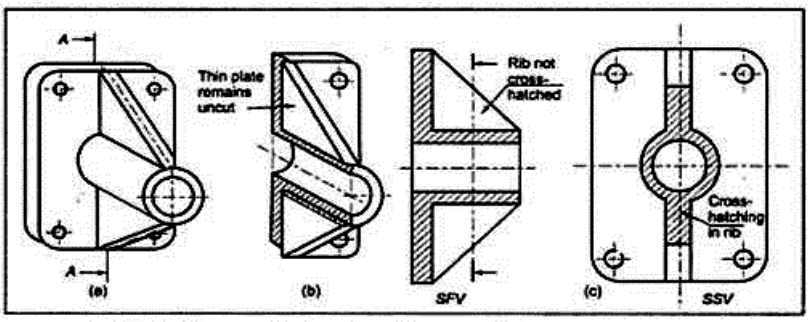



**Figure 11.5** *Ribs Not Sectioned if CP Parallel to Largest Surface*

***c)***

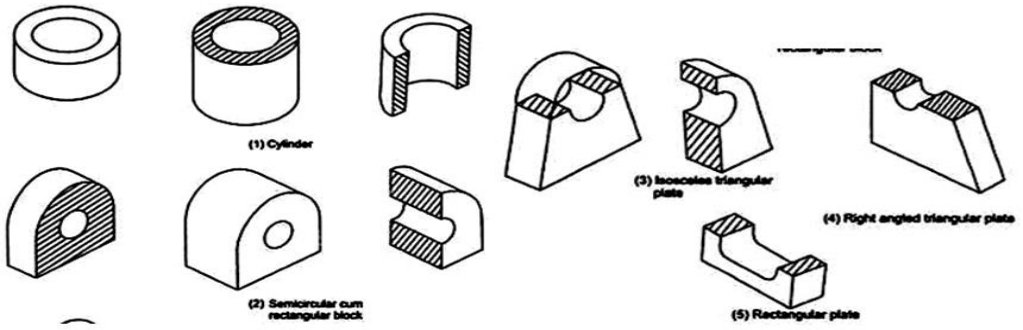



**Figure 11.6** *Basic Solid Shapes Cut by Cutting Planes Parallel to Reference Planes*

*d)*

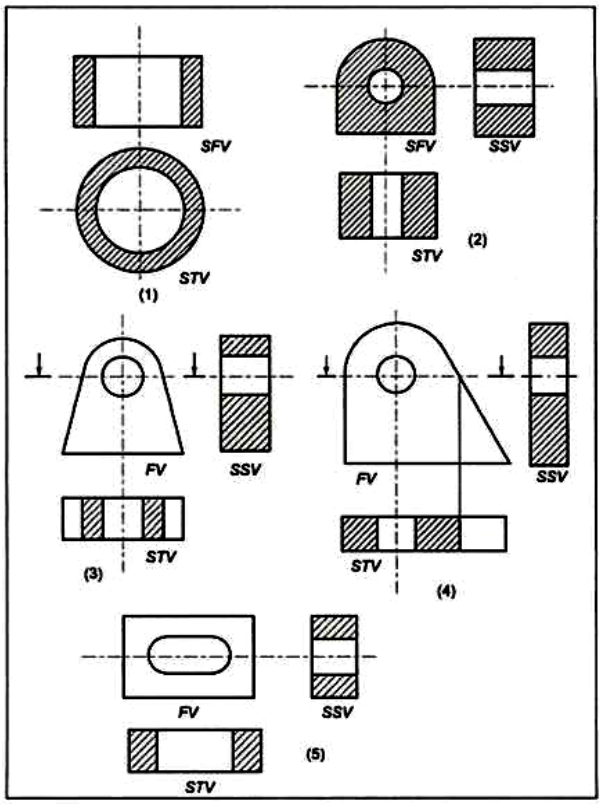
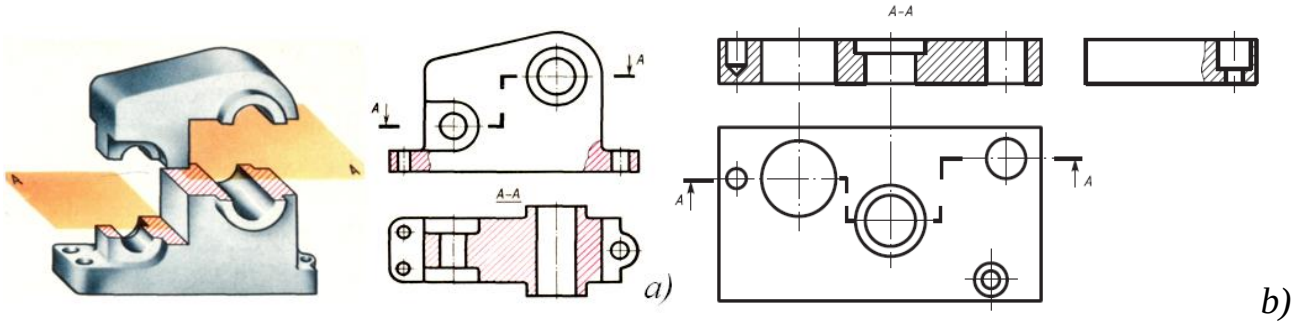



**Figure 11.9** *Sectional Views Basic of Basic Solid Shapes* *e)*

**12.1.3-rasm:***a) qirqim;b) qirqimni bajarish tartibi; c) kesuvchi tekiclik katta yuzaga parallel bo'lsa qovurg'aga qirqim berilmaydi; d)keng tarqalgan shaklga ega jismlarda proyeksiya tekisliklariga parallel qirqim; e)Keng tarqalgan shaklga ega jismlarda qirqim berish qoidalari.*

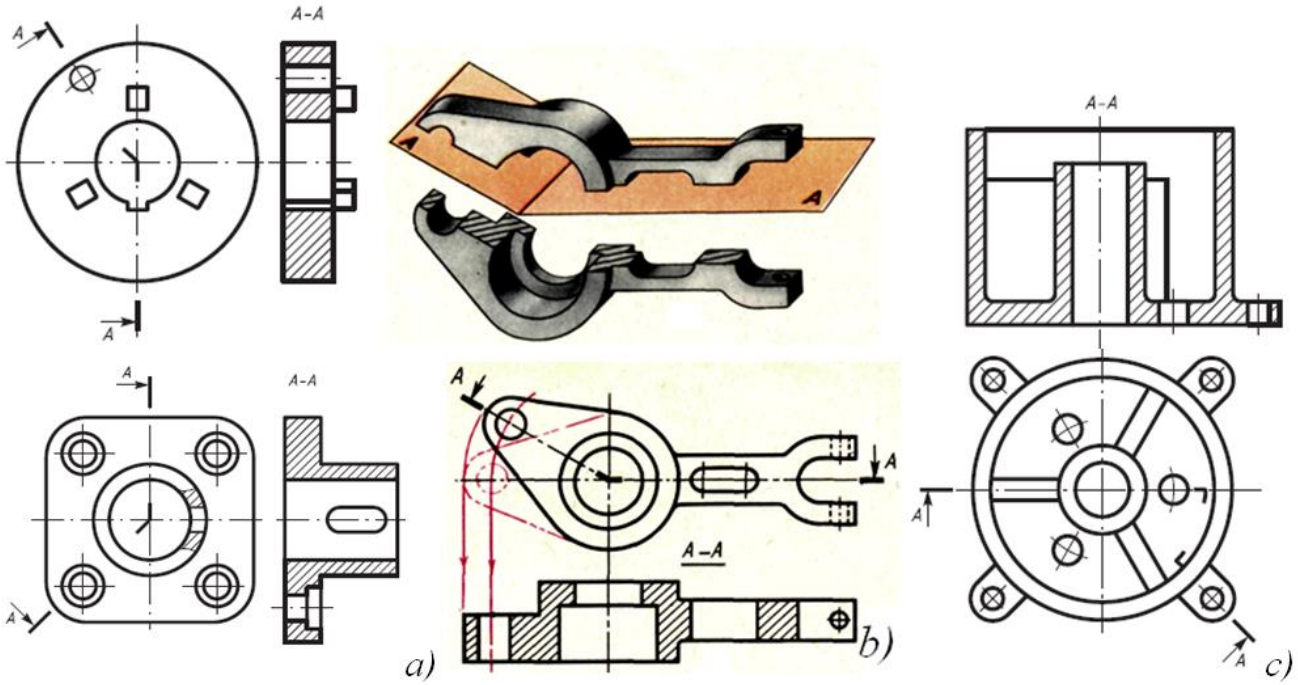
## 12.2-§. Murakkab qirqimlar

***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**

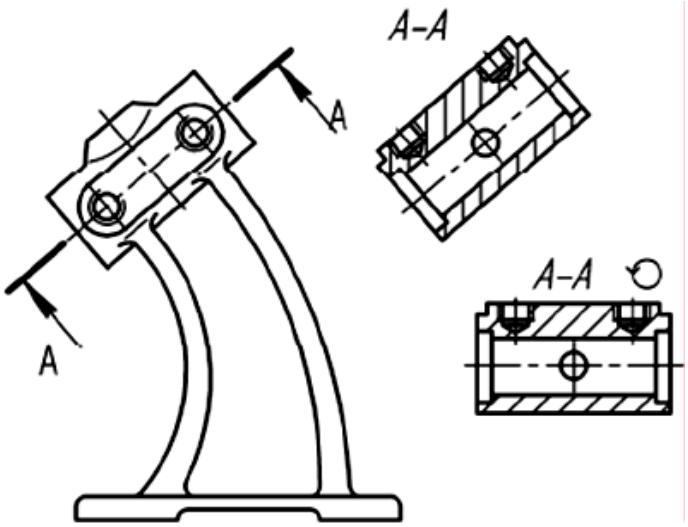
Agar kesuvchi tekisliklar o’zaro ma’lum bir burchak ostida o’tkazilsa siniq qirqim hosil qilinadi (12.2.2-rasm,*a*). Bunda kesuvchi tekisliklar bir tekislikka jipslashtiriladi. Zarur holda proyeksiya siniq qirqim asosida bajariladi (12.2.2-rasm,*b*). Ayrim hollarda siniq qirqimni pog’nali ko’rinishda berish mumkin (12.2.2-rasm,*c*).

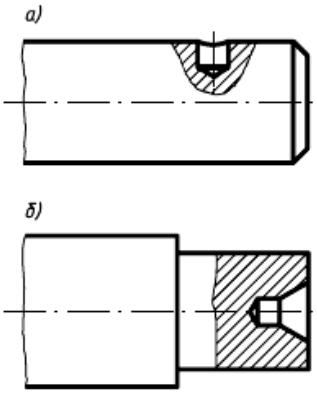



**12.2.2-rasm**

## 12.3-§. Qiya va mahalliy qirqimlar

Chizmalarda ba'zi bir hollarda ***qiya*** (og’ma) va ***mahalliy*** qirqimlar ham beriladi. Kesuvchi tekislik proyektsiyalar 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’lqinsimon chiziq bilan chegaralanadi (11.3.2-rasm,*a*,*b*).

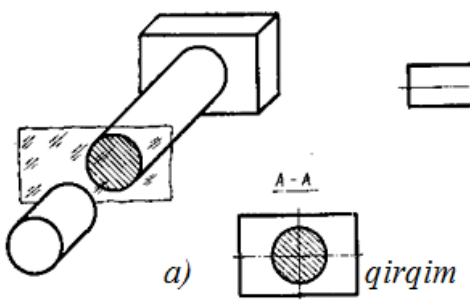


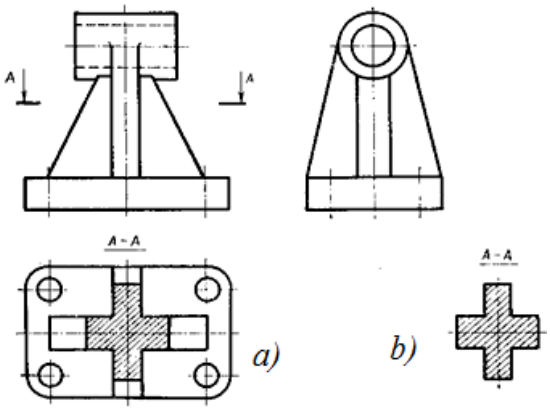




**12.3.1-rasm** **12.3.2-rasm**

## 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.

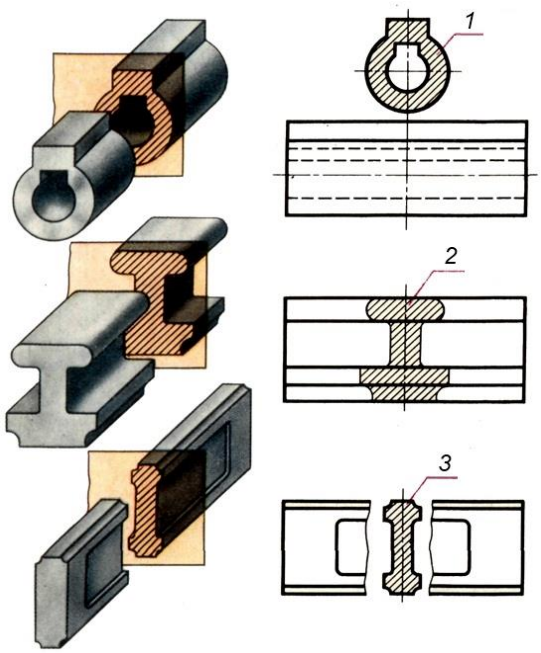



**12.4.1-rasm** **12.4.2-rasm**

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.

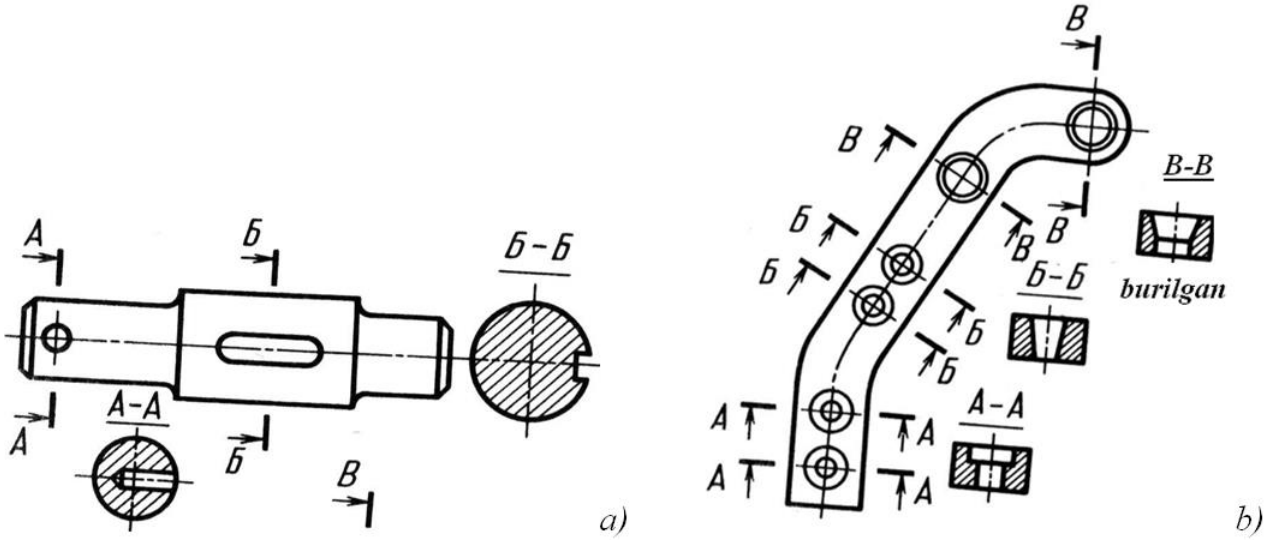
Kesim asosan, buyumning ko'ndalang kesimi chizmasini ko'rsatish uchun qo'llaniladi. Joylashuviga qarab kesim tashqariga ustiga qo'yilgan va chiqarilgan kesimlarga bo'linadi. Tashqariga chiqarilgan kesim deb detal tasviri konturidan tashqarida joylashgan kesimga aytiladi (12.4.3-rasm,*a*). Ustiga qo'yilgan 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**

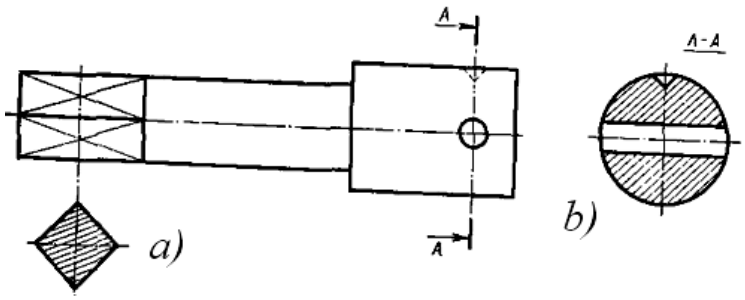
Tashqariga chiqarilgan kesim konturi tutash yo'g'on asosiy chiziq bilan chiziladi, bu chiziqning yo'g'onligi tasvirning ko'rinar konturi uchun tanlab olingan yo'g'onlikka teng qilib olinadi (12.4.3-rasm,*b*). Ustiga qo'yilgan kesim konturi ingichka tutash chiziq (***S3÷S2***) bilan chiziladi (12.4.3-rasm,*a*). 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).

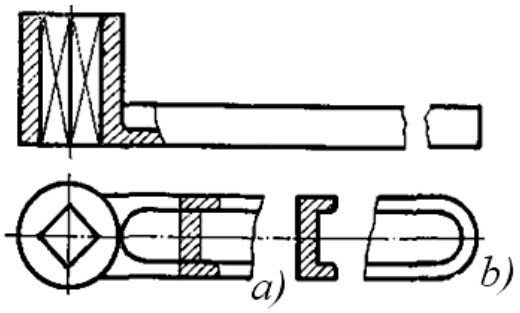



**12.4.4-rasm**

Kesim yuzasini 12.4.5-rasm,*a* da ko’rsatilgandek yozuvsiz joylashtirish mumkin, bunda kesimning simmetriya o’qi shtrix-punktir chiziqda 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 chiziqcha, strelka va harf bilan belgilanadi. Kesim yuzasi strelka 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*).

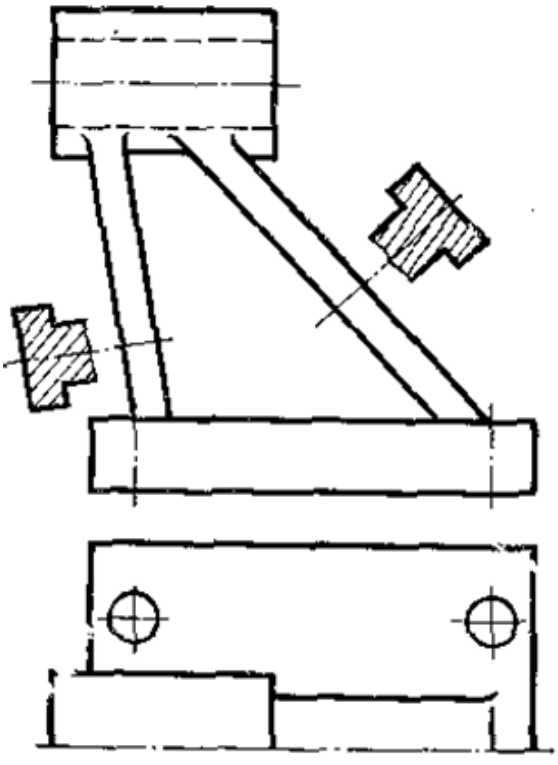



**12.4.5-rasm**

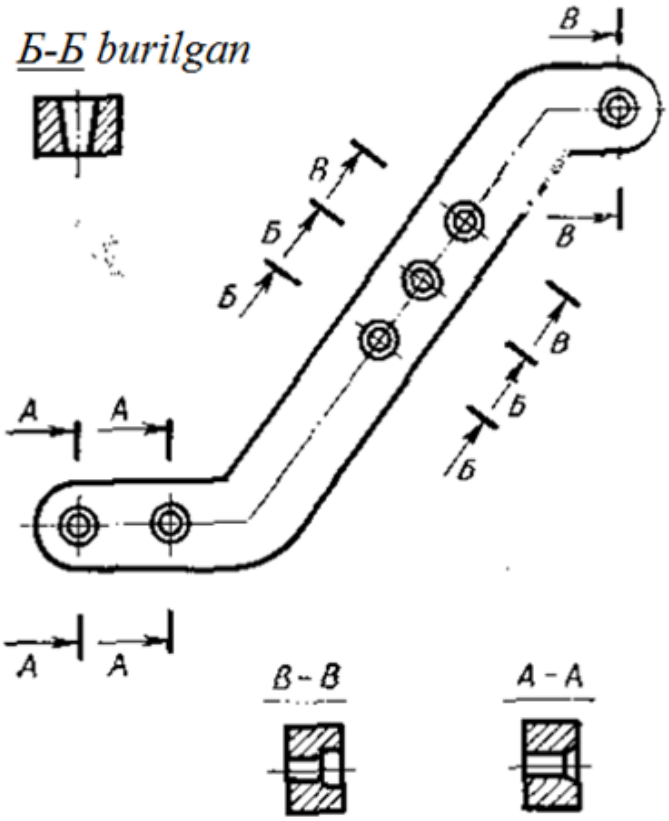



**12.4.6-rasm**

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*** stanandarti 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.

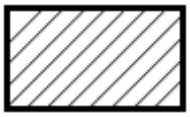
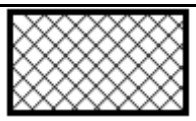
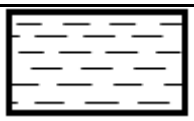
3) Bir chizmaning o'zidagi barcha qirqim va kesimlarning shtrix chiziqlari oralig'idagi masofa bir xil bo'lishi ta'minlanishi lozim.

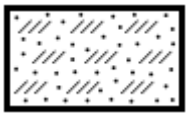
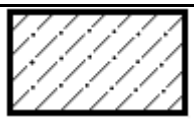
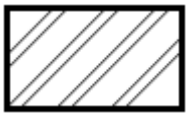
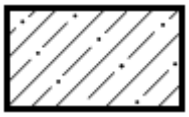
4) Yonma-yon joylashgan ikki turli detalning kesimlari bir-biriga qarama-qarshi yo'nalishda shtrixlanadi.

5) Ikki turli detal uchinchi bir detal bilan yondashadigan bo'lsa, shtrixlar orasidagi oraliq o'zgartiriladi yoki bir detal kesimining shtrixlash chizig'i ikkinchisiga nisbatan siljitib bajariladi.

***Jadval – 12.5***

**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 |  | **8.** | Suyuqliklar |  |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | materiallar | | | | |
| **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 |  |

## V-MODUL. STANDART DETALLARNING CHIZMADA TASVIRLANISHI

# 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 visitalari (biriktirish detallari) va usullarini bilish talab qilinadi. Detallarni yig'ish jarayonida hosil bo'ladigan birikish usullari *ajraladigan va ajralmaydigan* bo'ladi. Agar biriktirilgan detallarni buzmasadan 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 operasiyalarni 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 detallar) va mahkamlash detallari* ishlatiladi. Ajraladigan birikmalar texnologik mashina va jihozlarni ishlatish (ekcpluatatsiya 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'qluvchanlik va qo'zg'almaslik terminlarini ishlatish mumkil, 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 detallar (parchin mix va h.k.z.)* ni aytish mumkin. Shu asosda *payvandli, parchinli va boshqa birikmalarni* misol keltirish mumkin. Quyida birikmalarning 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. Detallarni prizmatik shponka bilan biriktirish 13.1.2-rasmda berilgan. Chizmada bo'ylama qirqimni chizishda shponka shartli ravishda qirqilmagan 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 qirqim 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.

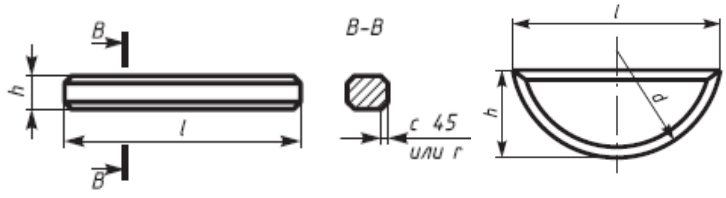
Shponkalarning shartli belgilariga misollar.

1-variantdagi (uchlari yumaloqlangan) oddiy prizmatik shponka: ***Shponka 18x11x100 GOST 23360-78***, bunda o'lchamlar: eni ***b=18 mm***, balandligi ***h=11 mm***, uzunligi ***l=100 mm***.

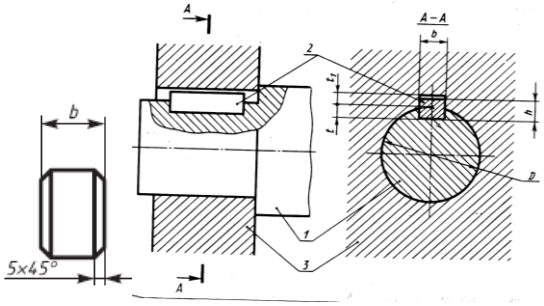
2-variantidagi xuddi shunday shponka (uchlari yassi kesilgan) quyidagicha belgilanadi: ***Shponka 2-18x11x100 GOST 23360-78,*** o'lchamlar: eni ***b=18 mm***, balandligi ***h=11 mm***, uzunligi ***l=100 mm***.

Segmentli shponka o’lchamlari eni ***b=6 mm***, balandlini (segment) ***h=10 mm*** bo’lganda, ***Shponka 6x10 GOST 24071-80*** ko’rinishda belgilanadi.

Shponkalar o’lchamlari standartlashtirilgan. Shponkalarning standart jadvalida quyidagilar ko’rsatiladi: val diametri ***D*** va bu diametrga mos keladigan shponkaning o’lchamlari (eni ***b***, balanndligi ***h*** va shponka ariqchasining uzunligi: ***t*** - val uchun, $t_1$ - Vtulka uchun). Shponka uzunligi ***l*** standartlar jadvalidan tanlab olinadi.




**13.1.1-rasm**



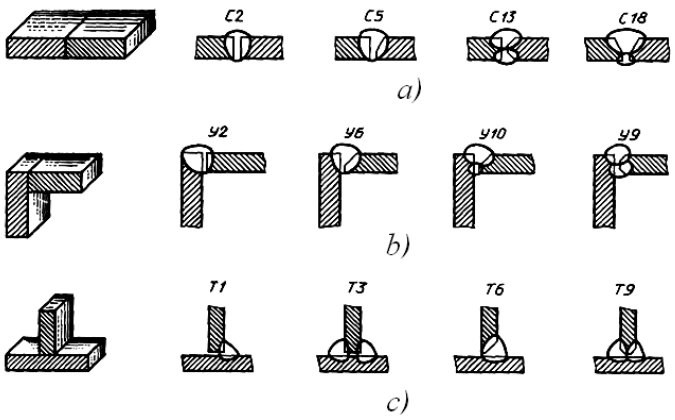

**13.1.2-rasm**

## 13.2-§. Payvandli va parchinli birikmalar

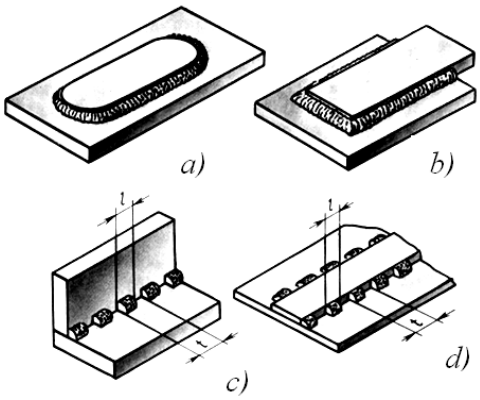
***Payvand birikmalar.*** Ularning quyidagi turlari mavjud: uchma-uch bir tekislikda yoki bita sirtda joylashgan ikki element birikmasi (13.2.1-rasm,*a*): burchakli to’g’ri burchak ostida joylashgan va qirralari bir-biriga tegib turgan ikki element birikmasi (13.2.1-rasm,*b*); Tavrli bir detal yon sirtiga ikki detal toretsini 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 birikmalarning payvand choki; burchakli chok burchakli, ustma-ust va tavr birikmalarning 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 toretslarining 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 payvandlanamgan oraliqlar bo’ladi (13.2.2-rasm,*c*,*d*).




**13.2.1-rasm**

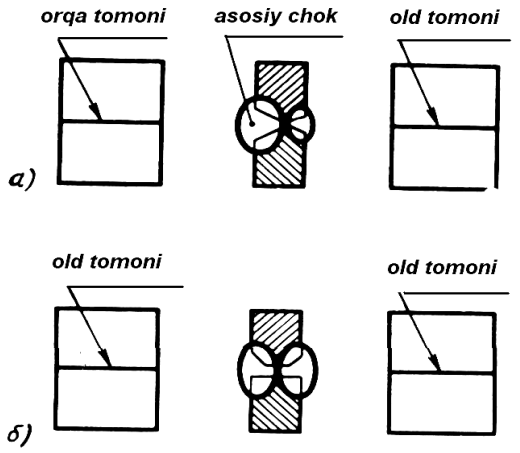


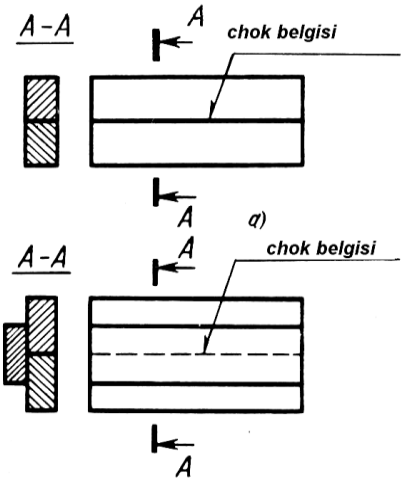

**13.2.2-rasm**

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 qatiiy nazar ***DST 2.312***- ga muvofik 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 qatiiy 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.

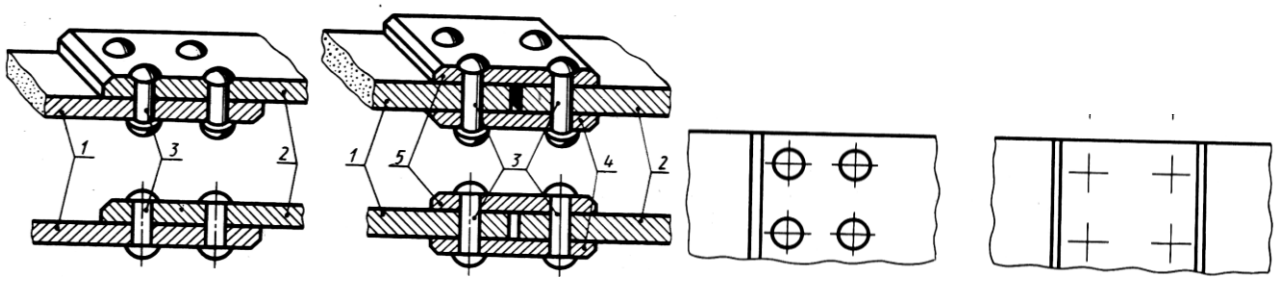



**13.2.3-rasm** **13.2.4-rasm**

***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 polosalar-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=8mm uzunligi l=20mm, 00 gruppa materialidan qoplamasiz ishlangan*. ***Parchin mix 8x2038.M3.036 GOST 10300-80*** belgilanishni shunday tushunish kerak: *yashirin*

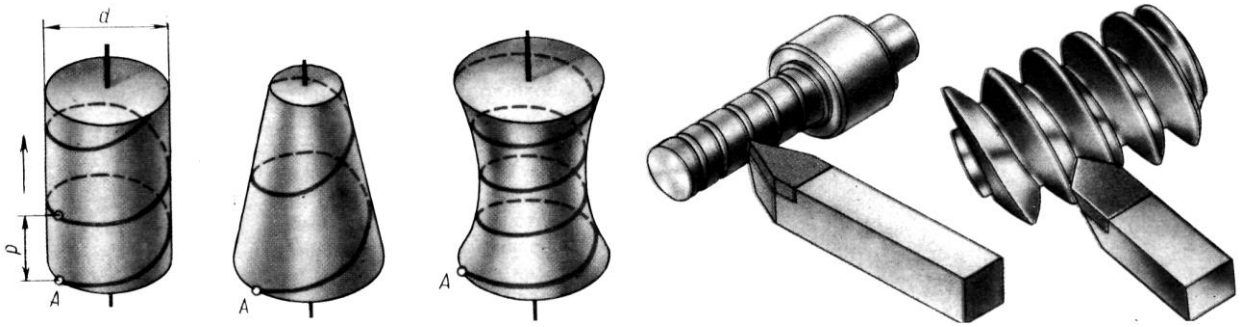
*kallakli parchin mix, diametri d=8mm, uzunligi l=20 mm, 38 gruppadagi D18 markali materialdan ishlangan, qalinligi 6mkm, 03 qoplama*




**13.2.5-rasm.**

## 13.3-§. Rezbali birikmalar.

*Rezbali 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 ilgarilanma harakatning qo'shiluvi) asosida o'yiq kesish natijasida hosil bo'ladi. Uning hosil bo'lish jarayoniga asoslanib uning nomi ruscha "*нарезать*" – kesmoq so'zidan olingan (inglizchada esa "*thread*" – "ip o'rami shaklidagi chiziqli o'yiq" 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 farklanadi. 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 .

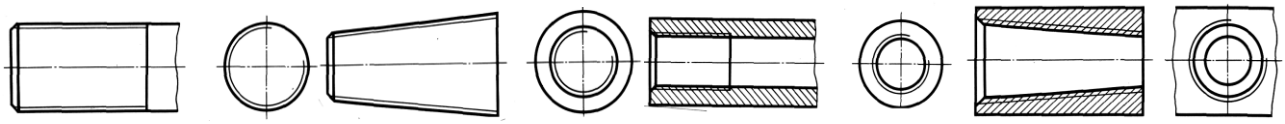
Rezba quyidagicha tasvirlanadi:

a) sterjenda - rezbani tashqi diametri bo'ylab asosiy tutash chiziqlar bilan va ichki diametri bo'ylab ingichka tutash chiziqlar bilan.

b) teshikda - rezbani ichki diametri buylab asosiy tutash chiziqlar bilan va tashqi diametri bo'ylab - ingichka tutash chiziqlar bilan.

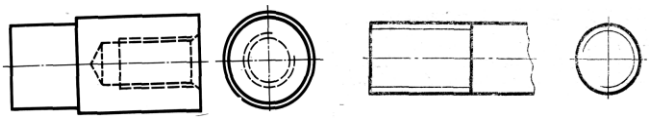
Sterjen o'qiga paralel bo'lgan tekislikka proektsiyalab olingan tasvirlarda rezbani ichki diametri bo'ylab ingichka tutash chiziqni rezbani chikishisiz xamma uzunligi bo'ylab chiziladi, sterjen o'qiga perpendikulyar bo'lgan tekislikka proektsiyalab olingan ko'rinishlarda esa, rezbani ichki diametri bo'ylab aylananing taxminan ¾ qismiga teng ixtiyoriy joyidan ajratilgan yoy o'tqaziladi (13.3.2-rasm).

Teshik o'qiga paralel bo'lgan qirqimlarda ingichka tutash chiziqni rezbani tashqi diametri buylab rezbani xamma uzunligi bo'yicha o'tqaziladi, teshik o'qiga perpendikulyar bo'lgan tekislikka proektsiyalab olingan tasvirlarda rezbani tashqi diametri buylab aylananing taxminan ¾ qismiga teng bo'lgan ixtiyoriy joyida ajratilgan yoy o'tqaziladi (13.3.3-rasm).

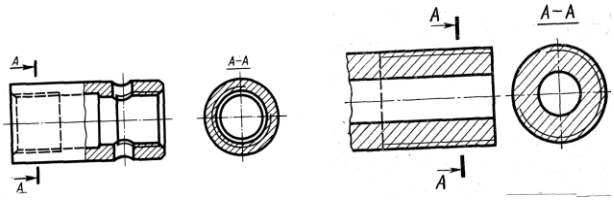


**13.3.2-rasm** **13.3.3-rasm**

Rezbani 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 rezbani tashqi va ichki diametri bo’yicha bir qalinlikdagi shtrix chiziqlar bilan tasvirlanadi (13.3.4-rasm). Sterjen va teshikdagi rezbada rezba chegarasini belgilovchi chiziq, rezbani 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).



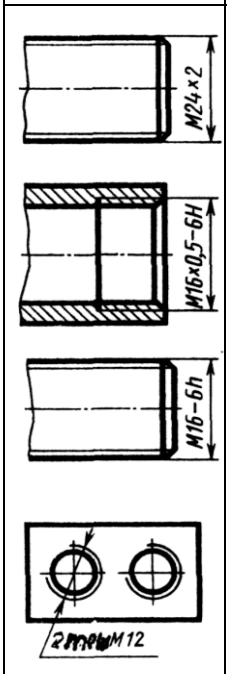
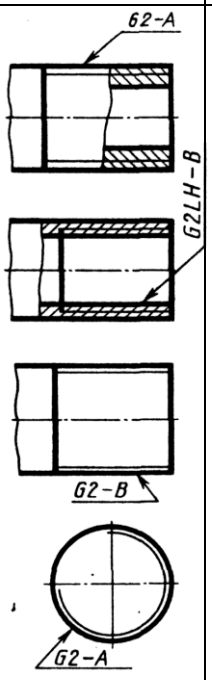
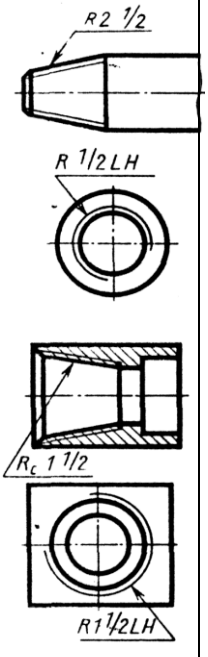
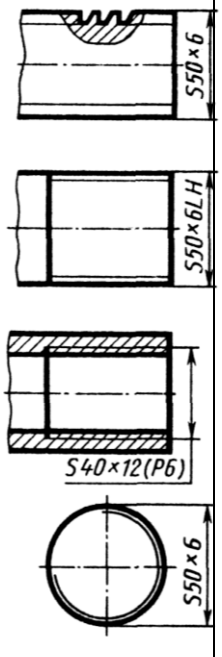
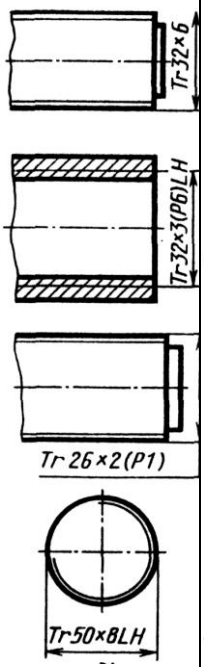
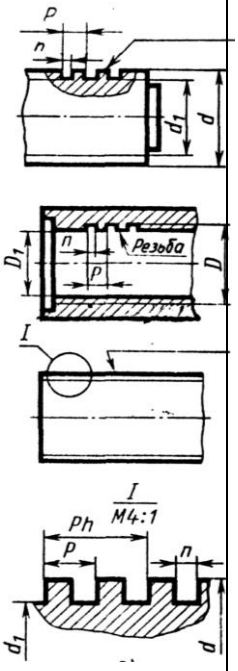
**13.3.4-rasm**




**13.3.5-rasm**

***13.3-Jadval***

***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'yiq. Bolt, shpilka, vint va boshqalarda tashqi rezba ochiladi.

2. ***Internal thread*** - *Ichki rezba*. Bu silindrik o'yiq 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'yiqqa ega bo'lsa, bir kirimli deyiladi. Agar bir necha spiralsimon o'yiqlar rezba uchidan boshlanib, rezba uzunligida parallel harakatlansa, ko'p kirimli deyiladi. Bir kirimli rezbada rezba qadami uning moduliga 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.

[41] Shah M.B., Rana B.C. Engineering Drawing. India. 2009, 416-439 betlar.

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.

11. ***Thread angle*** - *Rezba burchagi*. Aksial tekislikda o'lchanadigan rezba profillari 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.

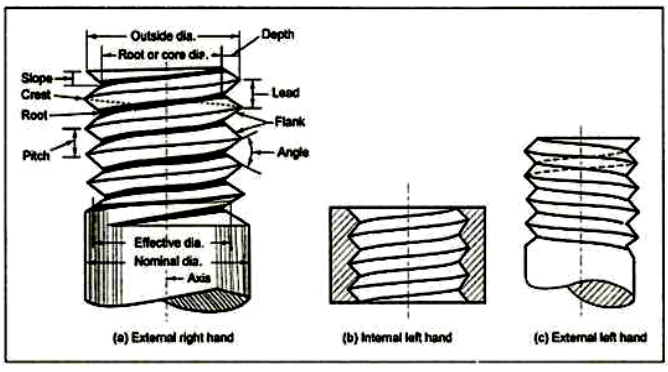
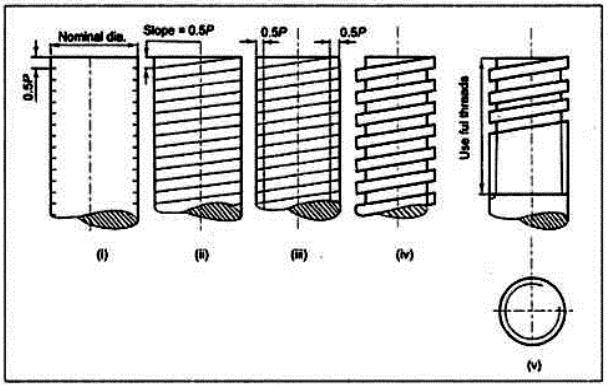



Figure 17.1 *Screw Threads*

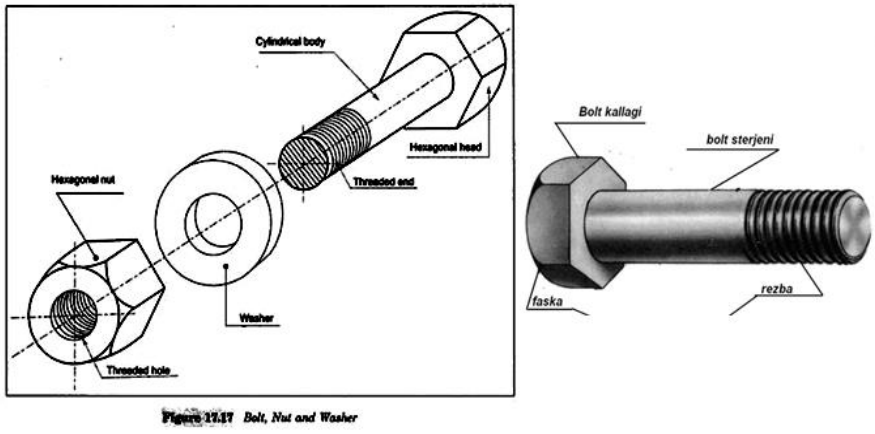
**13.3.6-rasm.**




re 17.10 *Procedure for Drawing Conventional External Right Handed Square Thr*

**13.3.7-rasm.**

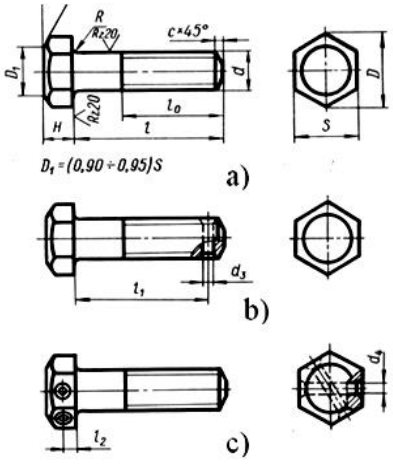
***Boltlarlar*** kallakli, rezbali sterjendan iborat (13.3.8-rasm). Kallakning shakli va o'lchamlari boltni standart gayka yordamida burish imkonini beradi. Odatda bolt kallagi konussimon faska yordamida qirralari silliqlanadi va uni boshqa detal bilan mahkamlash oson kechadi. Boltning turlari juda ko'p. 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*.





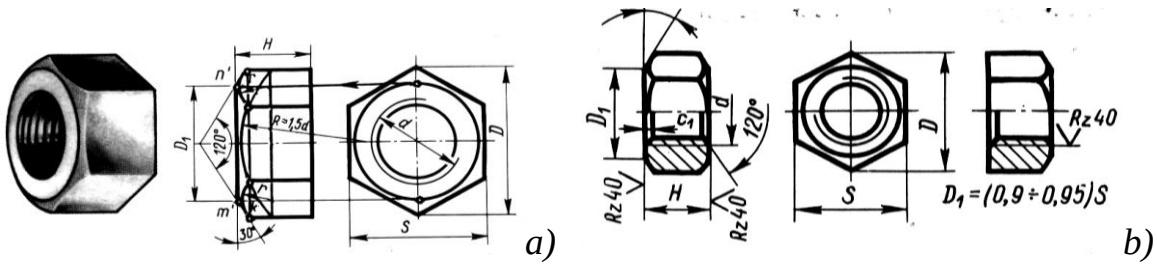


**13.3.8-rasm.**




**13.3.9-rasm**

***Gaykalar*** (13.3.10-rasm,*a*) bolt yoki shpilkaning rezbali uchiga tovlab kiritiladi. Tovlash vaqtida biriktirilayotgan detallar bolt kallagi va gayka orasida qisiladi. Gaykalar shakli jixatidan oltiyoqli, kvadrat va doiraviy bo'lishi mumkin. Gaykalar normal, yuqori va qo'pol aniqlikda bajarilishi mumkin. Keng tarqalgan gaykalar GOST 5915-70 bo'yicha 2-bajarilishdagi olti qirrali gaykalardir (13.3.10-rasm,*b*). Ularning birida ichi va tashqarisida bittadan faska bo'lib, ikkinchisida ichi va tashqarisida ikkita faska bo'ladi. Gayka o'lchamlari GOST lardan olinadi.




*a)* *b)*

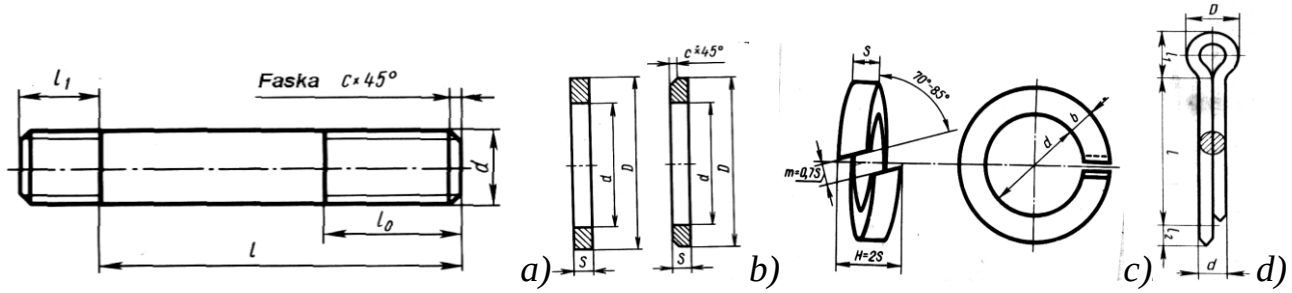
**13.3.10-rasm.**

***Shpilkalar*** boltning kallagi uchun joy bo'lmagan va biriktirilgan detallardan birining o'lchami katta bo'lgan hollarda ishlatiladi. Shpilka ikkala tomondan ham rezbasi bo'lgan 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 boglik. Qolgan o'lchamlar bolt sterjenidek bajariladi.

***Shaybalar*** quyidagi hollarda ishlatiladi: *a*) Agar bolt yoki shpilka uchun teshik doira shiklida bo'lmasa (oval, to'g'ri turtburchak), gayka uchun tayanch sirt gaykani kalit bilan mahkamlash paytida detal tayanch sirtida tirnalishlardan saqlash uchun; *b*) Agar detal yumshoq materialdan (alyuminiy, latun, bronza, yog'och va b) yasalgan bo'lsa bu holda gayka ostida kattaroq tayanch sirti bo'lishi lozim, chunki bu detalning pachaqlanishdan saqlaydi. Bolt va shpilka uchun tekis po'lat shaybalarning o'lchamlari GOST 280-76 va 281-76 bo'yicha olinadi. Ko'p tarqalgan shaybalar ikki xil bajarilishda bo'ladi: 1-bajarilish faskasiz, 2-bajarilish-faska bilan (13.3.11-rasm,*b*). Bolt shpilka va gaykalarning o'z-o'zidan ochilib ketmasligi uchun prujinasimon shaybalardan foydalanadilar. Uning shakli xuddi kvadrat profilli rezbaning birta o'ramidek bo'lib, tayanch tekislikka nisbatan 70°-85° burchak ostida ko'ndalang kesilgan (13.3.11-rasm,*c*). Ularning o'lchamlari, materiali va qoplamalari GOST 6402-70 dan olinadi.

***Shplintlar*** gaykalarning ochilib ketmasligi uchun ishlatiladi. Shplintlar maxsus kesimli (yarim doiraviy) yumshoq po'lat simlardan tayyorlanadi. Shplint halqasimon

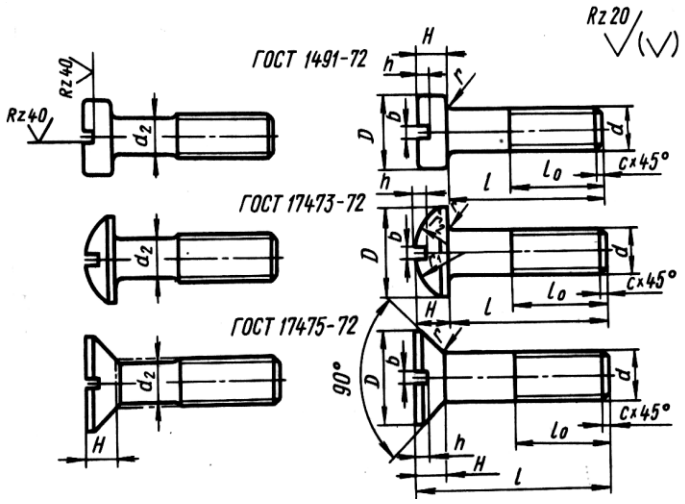
sirtmoqqa ega bo’lib ikkita uchi bo’ladi (ko’p hollarda biri katta biri esa kichik) (13.3.11-rasm,*d*). Belgilanisi: Shplint 5x28,2.019 GOST 397-79. Bunda ***d***=diametr, ***l***=28 uzunlik, materiali markali, qoplamasi va qalinligi GOST bo’yicha.



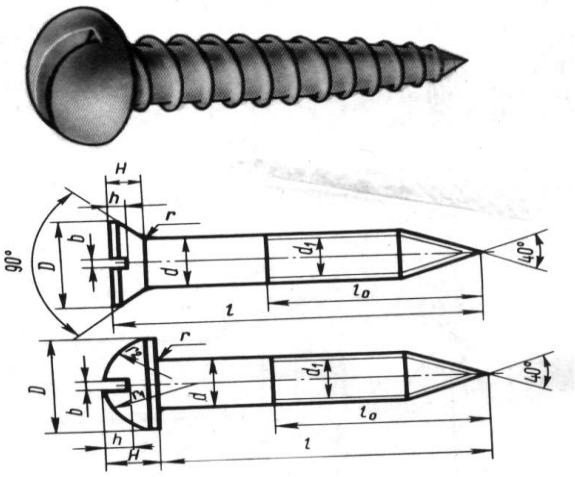

**13.3.11-rasm**

*Vintlar* odatda biriktirilayotgan detallardan biriga tovlab kiritiladi. Metal uchun mo’ljallangan vintlarning kallagi shakli va o’lchamlari bolt kallagidan farq qiladi. Vint kallagining shakliiga qarab ular kalitlar yordamida tovlab kiritilishi mumkin yoki ochgich bilan kallagidagi maxsus shlitslar 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.

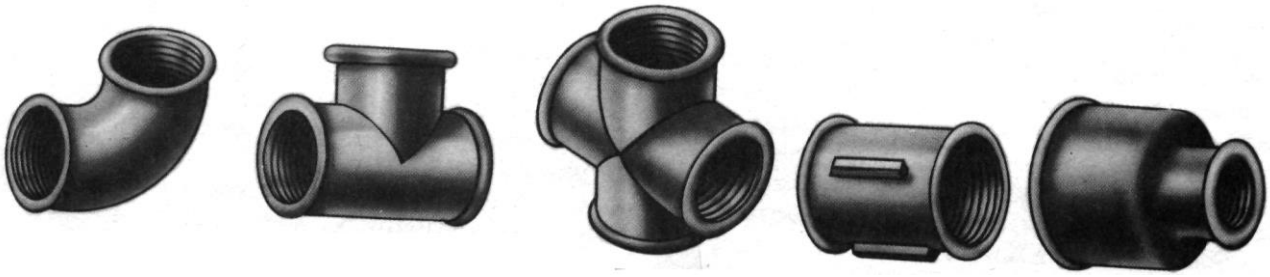



**13.3.12-rasm**




**13.3.13-rasm**

***Fitinglar*** cho'yandan yasalgan standart birlashtirish qismlar bo'lib, trubalarni o'zaro birlashtirishda bog'lanuvchi vazifasini o'taydi. Ularning turlari 13.3.14-rasmda keltirilgan.



**13.3.14-rasm**

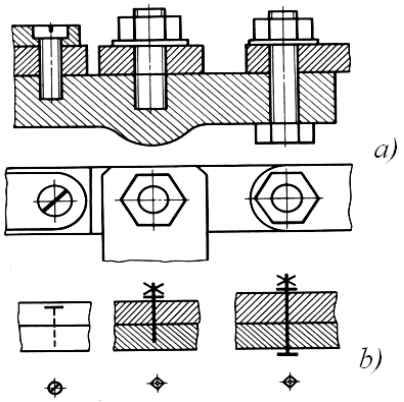
***Rezbali (boltli, shpilkali, vintli va trubali) birikmalarni chizish.***

*Yig'ish chizmalarida* qulaylik maqsadida rezbali 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.

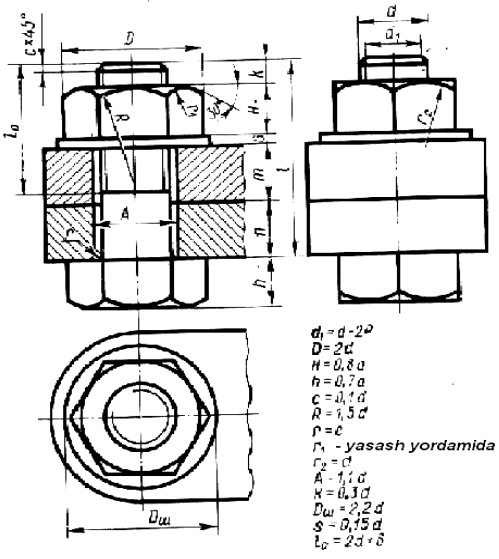
*Boltli birikmalarni* tasvirlashda bolt, gayka va shaybaning o'lchamlari standartlaridan olinadi. Oo'quv chizmalari, vaqtni tejash maqsadida, bundan mustasno, bunda ularga yaqin bo'lgan bolt uzunligi va diametri yordamida aniqlanishi mumkin. O'lchamlar chizmada ko'rsatilgan nisbatlar yordamida aniqlanadi. 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.

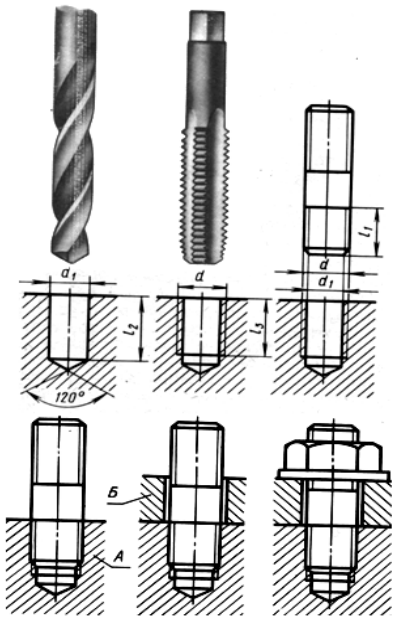
*Shpilkali birikmalarni* chizganda, gayka va shayba o'lchamlarini xuddi boltli birikmalardagidek aniqlanadi. Shpilkaning tovlab kiritiladigan uchi ***l***, uzunligini detal materialiga qarab tanlanadi. Shpilka uchun rezbali teshikni bajarish ketma-ketligi va shpilkali birikmani yig'ish tartibi 13.3.17-rasmda 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 rezbali teshigiga tovlab kiritiladi. Yuqoridan ***B*** detal o'rnatiladi. Uning teshigi shpilka diametridan ozgina kattaroq bo'ladi. Shpilkaning bo'sh uchiga shayba kirgiziladi va gayka yordamida mahkamlanadi.




**13.3.15-rasm**



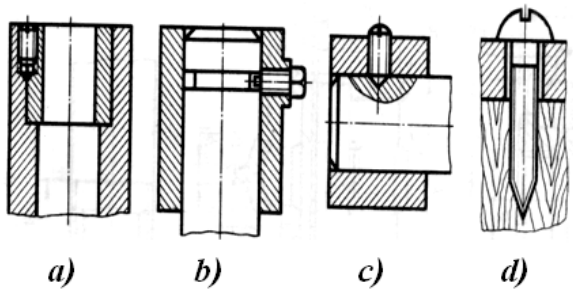

**13.3.16-rasm**



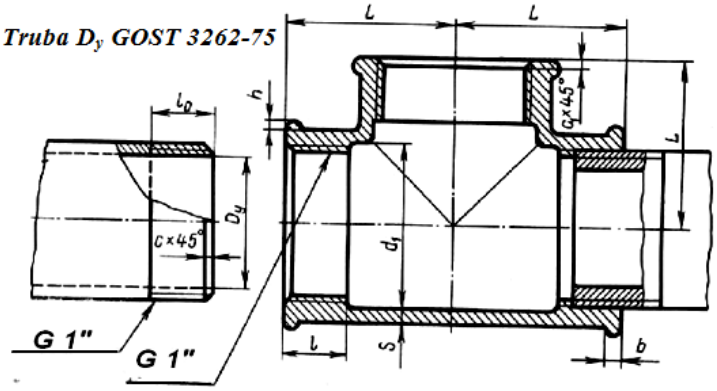

**13.3.17-rasm**

*Vintlar bilan biriktirishda* xuddi shpilka yordamida biriktirishdagidek rezbali teshik hosil qilinadi, boltga o'xshash vint yordamida mahkamlanadi. 13.3.18-rasmda mahkamlashning turli usullari ko'rsatilgan *a)* da ikki detal orasida umumiy rezbali 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, ustdan ko'rinishda esa bu chiziq 45° burchak ostida chiziladi.

*Trubalarning rezbali 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 fitinglarda bir xil silindrik trubali rezbalar chiqariladi. Shartli o'tish fitingning 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

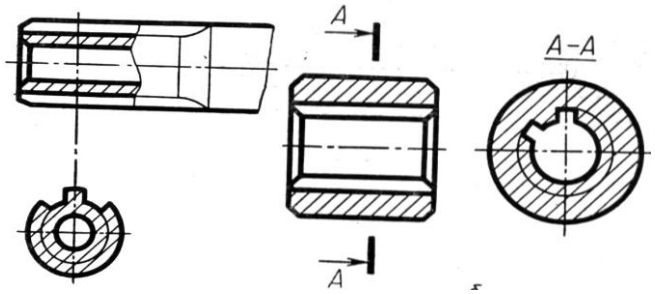
## 14.1-§. Shlitsli birikmalar

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 profillari 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.



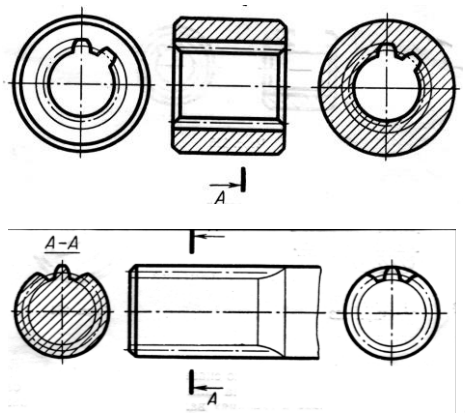

**14.1.1-rasm**

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 qirqimda chizilsa, botiqlar shartli ravishda chizma tekisligi bilan jipslashtiriladi (14.1.2-rasm,*a*,*b*).

Tishli teshik toretsi tasvirida bita tish va ikkita botiq profilli ko’rsatiladi: botiqlar aylanasi yoyi tutash ingichka chiziq bilan chiziladi (14.1.3-rasm).

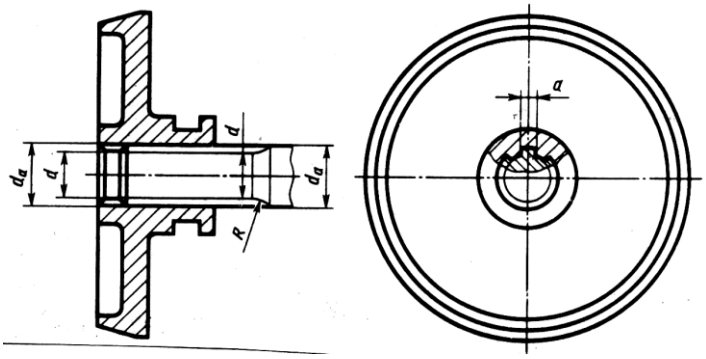
Yuqorida ko’rib o’tilgan barcha qoidalar uchburchak profilli tishli birikmalar detallarini tasvirlashda ham qo’llaniladi. Bu detallarning chizmalari, bo’luvchi silindrlar yasovchilari va bo’luvchi aylanalar tasvirlari bilan to’ldiriladi (14.1.3-rasm); bunda ular ingichka shtrix-punktir chiziqlar bilan chiziladi.




*a)*

*b)*

**14.1.2-rasm.**



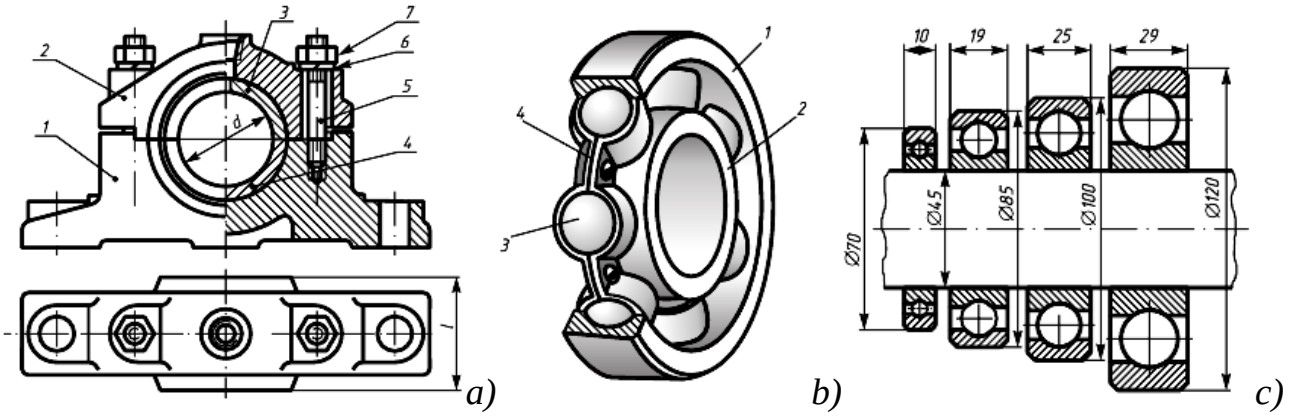

**14.1.3-rasm.**

Tishli (shlitsli) birikmani xuddi ko’p shponkali birikma deb qarash mumkin. Ikki detalning shlitsli birikmasiga misol 14.1.3-rasmda 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 mm***, tashqi diametri ***D=40 mm***, tishining eni ***B=7 mm***, bo’lganda ichki diametr bo’yicha markazlashtirish ***M7\e8*** va ***D9\f8*** o’lcham bo’yicha o’tqazish quyidagicha belgilanadi ***d-8x36 h7\e8 40x 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, б*), 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.

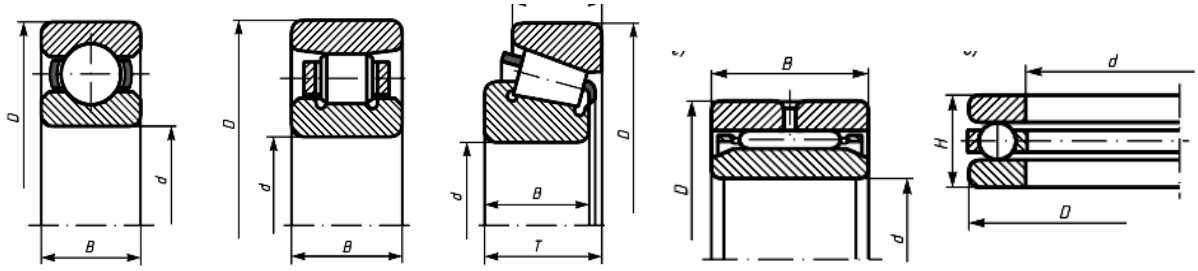



*a)* *b)* *c)*

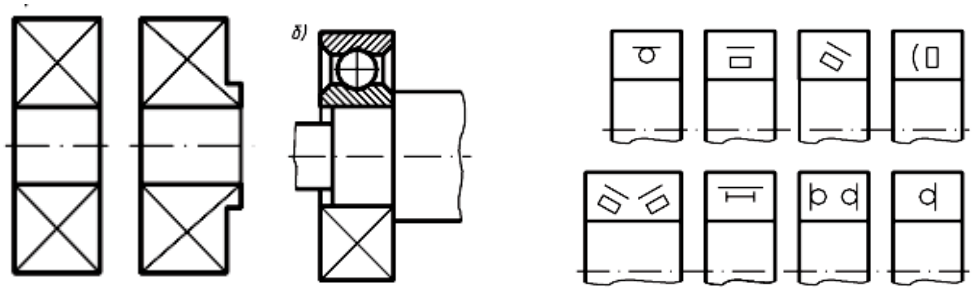
**14.2.1-rasm**

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,*c*).



**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:

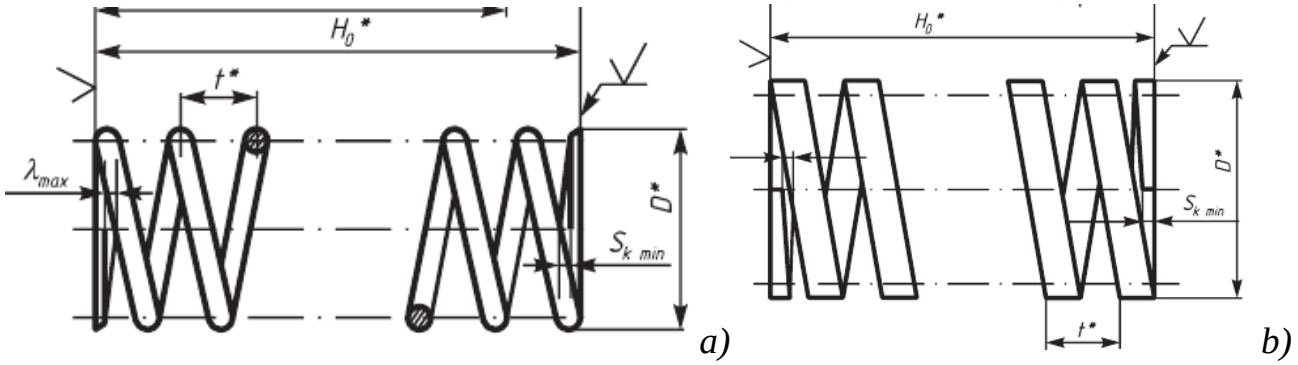
- prujina balandligi (uzunligi): erkin holatda - $H_0$; ilgaklari bilan - $H'_0$; likopchasimon prujina uchun - $h_0$; yuklangan holda - $H_1$, $H_2$, $H_3$; o’q bo’ylab

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 - $D'$;
- 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 oraliq - $\lambda$;
- kuch momenti - $M_1$, $M_2$, $M_3$;
- kuchlanish: buralishdagi urinma - $\tau_1$, $\tau_2$, $\tau_3$; egilishdagi normal - $\sigma_1$, $\sigma_2$, $\sigma_3$;
- prujina kuchi - $P_1$, $P_2$, $P_3$;
- o'ramlar orasidagi kuch - $P_i$;
- 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 - $n_1$;
- spiral prujina barabanining aylanishlar soni - $\psi_1$, $\psi_2$, $\psi_3$;
- prujina qadami - $t$;
- tros qadami - $t_{tr}$;
- kesim kengligi - $B$;
- likopchasimon prujina tayanch tekisligining kengligi - $b$.

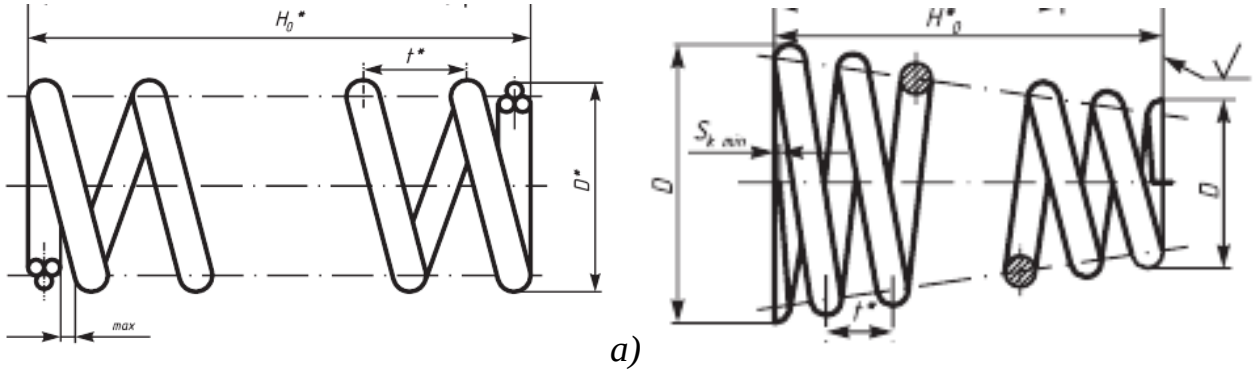
Indeksda prujinaning: ***1***-dastlabki, ***2***-ishchi va ***3***-maksimal deformatsiyasini ko'rsatishda ishlatiladi. 14.3.1–14.3.3-rasmlarda siqilish prujinalarining chizmalarining namunalari keltirilgan. 14.3.1-rasm,*a* da uchi 1/4 o'ramda qisilgan va aylanasining 3/4 qismi jilvirlangan tayanch yuzali siqilish prujinasi berilgan. 14.3.1-

rasm,*b* da to’rtburchak kesimli o’ramning 3/4 qismi qisilgan va aylanasining 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 aylanasining 3/4 qismi jilvirlangan tayanch yuzali, ko’ndalang kesimi aylana simdan tayyorlangan konussimon siqilish prujinasi berilgan. 14.3.3-rasm,*a* da aylanasining 3/4 qismi jilvirlangan tayanch yuzali, ko’ndalang kesimi to’rtburchak materialdan tayyorlangan konussimon (teleskopik) siqilish prujinasi berilgan. 14.3.3-rasmda uchlari to’liq bir o’ramda qisilgan: jilvirlanmagan, aylanasining 3/4 qismi jilvirlangan, hamda uchlari 3/4 o’ramda qisilgan, aylanasining 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.



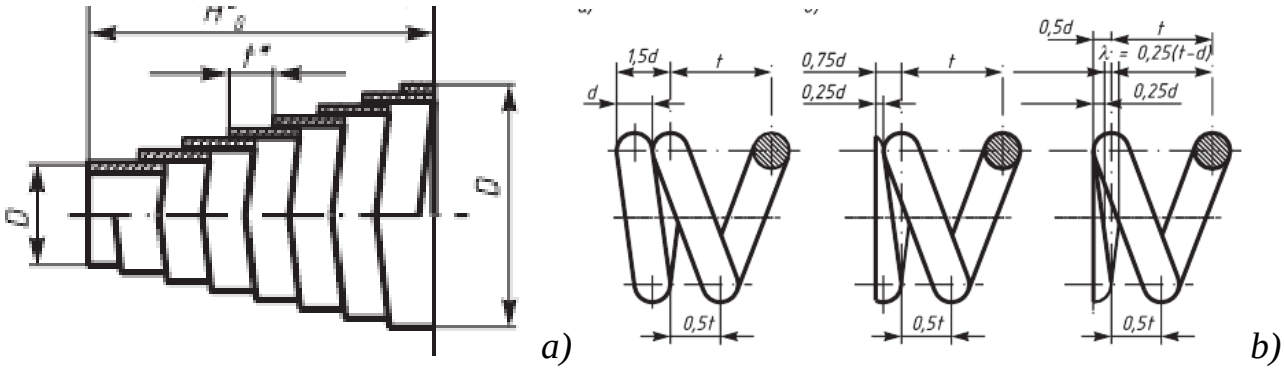

*a)* *b)*

**14.3.1-rasm**



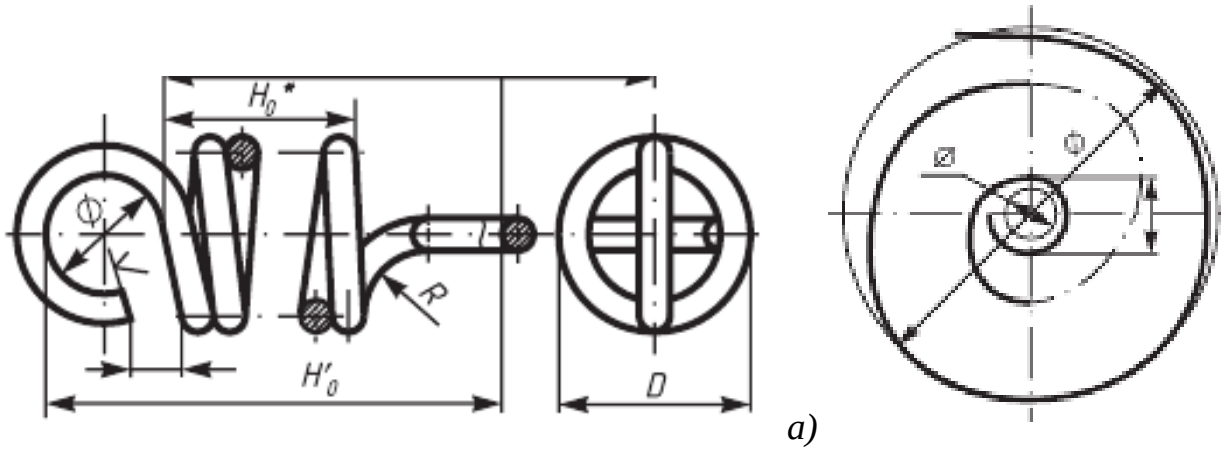

*a)* *b)*

**14.3.2-rasm**



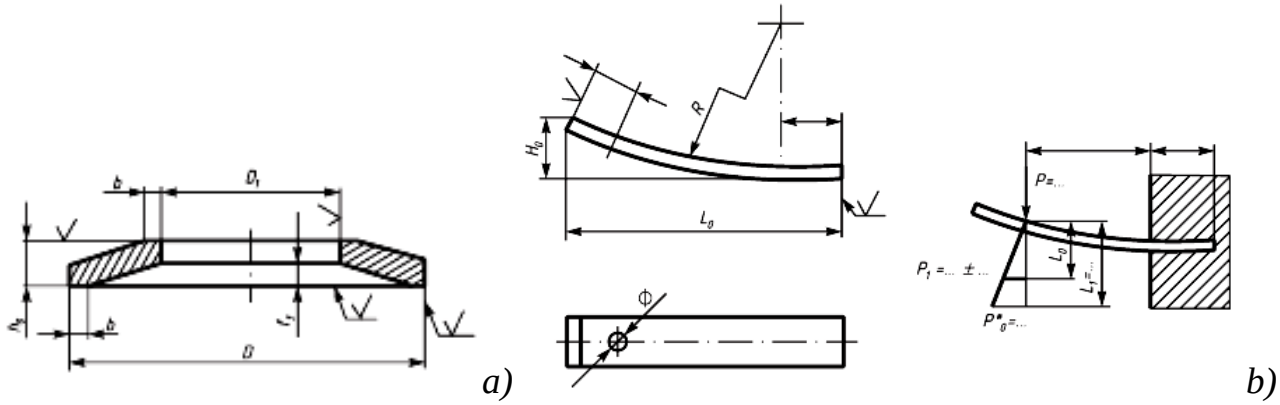

*a)* *b)*

**14.3.3-rasm**




*a)* *b)*

**14.3.4-rasm**



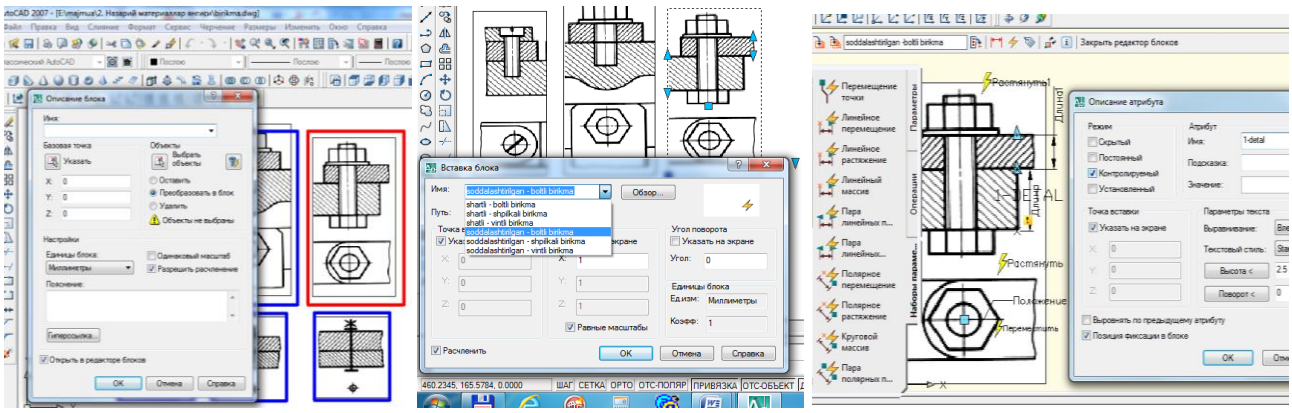

*a)* *b)*

**14.3.5-rasm**

**Mavzu bo’yicha geometrik modellashtirishga oid materiallar**

Ushbu mavzuni o’zlashtirishda ham, oldingi mavzularda bo’lgani kabi geometrik modellashtirishdan foydalanish juda yaxshi samara beradi. Chunki ushbu fanni o’zlashtirish darajasi, undan olingan bilimlarni amalda qo’llay olish, ya`ni

geometrik modellashtirishdan foydalana olish malakasi bilan belgilanadi. Bu esa fanni o`zlashtirishda geometrik modellashtirishni qo`llash zaruratini tasdiqlaydi[42]. Bu zarurat ushbu mavzuni o`zlashtirishda nimasi bilan namoyon b`ladi? Avvalo biriktirish 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 biriktirish usulu boshlang`ich "parameter" - tanlov sifatida olinadi, masalan, ajraladigan birktirish usuli. Birikma turi, masalan, rezbali birikma keying tanlov bo'ladi. Navbatdagi tanlov sifatida biriktiriladigan 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 biriktiriladigan detallarning o'lchamlari va biriktish o'qining vaziyatini boshqaruvchi dinamik blok berilgan.



*a)* *b)* *c)*

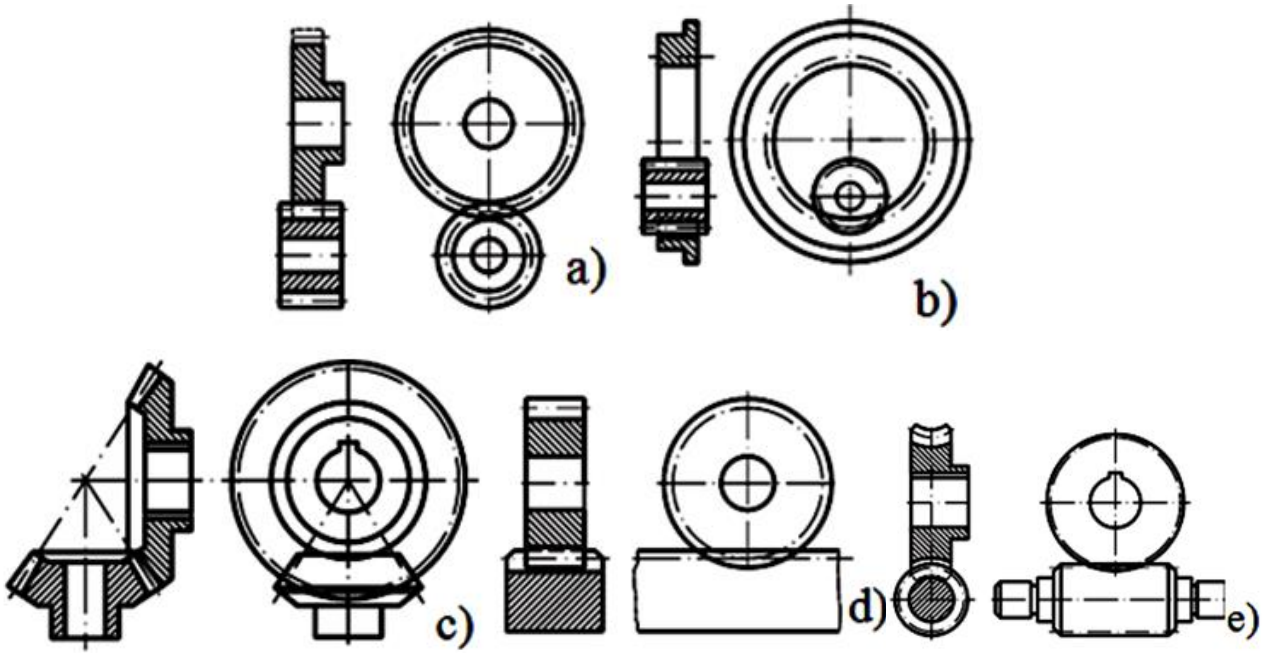
**14.3.6-rasm.**

[42] Jo'rayev T.X. Определение количественных характеристик компонентов силлабуса для адаптации учебных программ при моделировании учебного процесса подготовки инженеров. "Fan va texnologiyalar taraqqiyoti" BuxMTI ilmiy-texnikaviy jurnali №3 2017, 126-132 b.

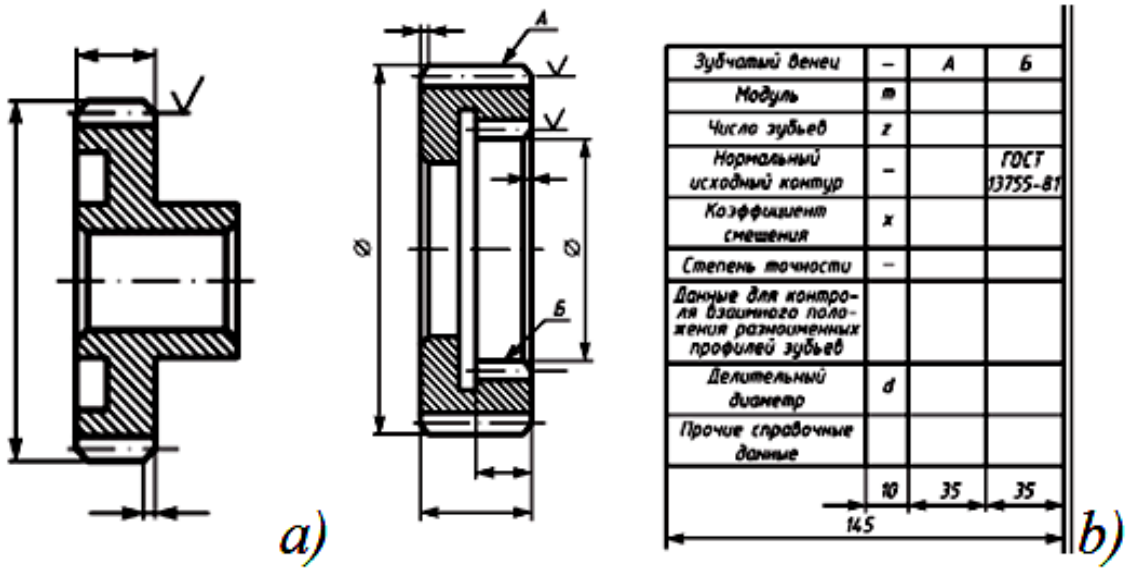
## 15. UZATMALARNING CHIZMADA TASVIRLANISHI

”Muhandislik grafikasi” fanini o’zlashtirishni boshlaganimizda buyumlarning turlari bilan tanishdik, bunda ularni asosan uch guruhga bo’lib o’rganamiz: detallar, yig’ma birliklar va komplekslar. ***Detal*** bir xil materialdan, yig’ish operatsiyalari amalga oshirilmasdan tayyorlanadigan buyum bo’lib, uni tayyorlash uchun kerak bo’ladigan barcha ma’lumotlar uning *ish chizmasidan* olinadi. Detalni texnologik mashina yoki jihozning *eng kichik bo’linmas elementi* sifatida qaraymiz. ***Yig’ma birlik*** (***uzel***) ma’lum bir texnologik operatsiyani bajarish uchun yig’ilgan *detallar* birikmasidan iborat buyum bo’lib, uning tuzilishi va ishlash prinsipi uning *umumiy ko’rinish (yig’ish) chizmasidan* olinadi. O’z navbatida yig’ma birlikni texnik-texnologik nuqtai-nazardan texnologik mashina yoki jihozning *ajratilgan moduli* sifatida qaraymiz. *Komplektlarni* konstruktiv nuqtai-nazardan alohida yig’ma birliklardan iborat buyumlar sifatida qarash mumkin. ***Komplekslar*** esa bir nechta texnologik operasiyalar yig’indisidan iborat ma’lum bir texnologik jarayon yoki jarayonlarni amalga oshirish uchun montaj qilingan (yig’ilgan) *texnologik mashina va jihozlar* bo’lib ularni uzellar yig’indisi sifatida qaraymiz. Shu o’rinda qayd etish kerak-ki, texnologik mashina va jihozlarni tashkil qiluvchi uzellar o’zaro bog’liq holda ishlaydi. Bunda bir uzeldan ikkinchisiga mexanik harakatni uzatishga to’g’ri kelishi mumkin. Bu ishni ***uzatmalar*** amalga oshirib, ularning ko’p uchraydigani *tishli, tasmali va zanjirli uzatmalar* hisoblanadi. Ushbu uzatmalarning detallari standart detallar hisoblanadi. Shuning uchun uzatmalar standart detallarining chizmalarini ko’rib chiqamiz. 15.1-rasmda tishli uzatmalarning: silindrik tashqi (*a*) va ichki (*b*), konussimon (*c*), reykali (*d*) va chervyakli (*e*) turlari keltirilgan. 15.2-rasmda silindrik tashqi tishli g’ildirak (*a*), silindrik ichki va tashqi tishli g’ildirak (*b*) va tishli reyka chizmalasi (*c*) berilgan. 15.3-rasmda konussimon tishli g’ildirak (*a*), chervyak (*b*),

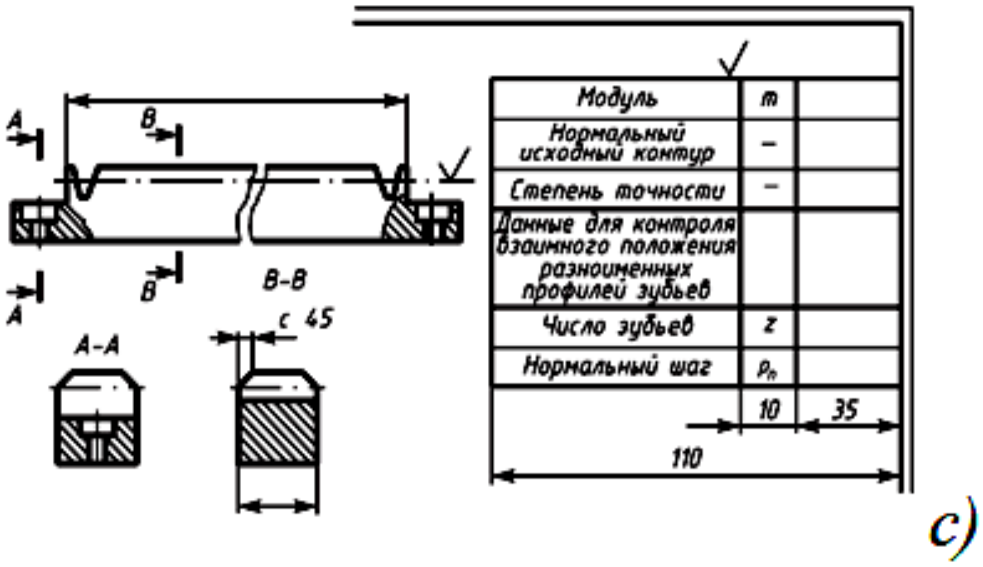
chervyak g’ildiragi (*c*) chizmasi berilgan. 15.4-rasmda zanjirli uzatma yulduzchasining, 15.5-rasmda esa tasmali uzatma shkivining chizmalari keltirilgan.



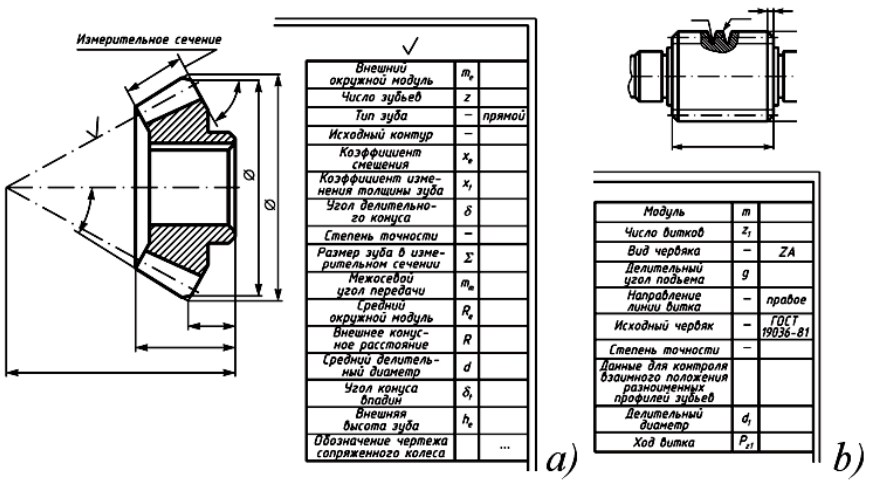

**15.1-rasm**

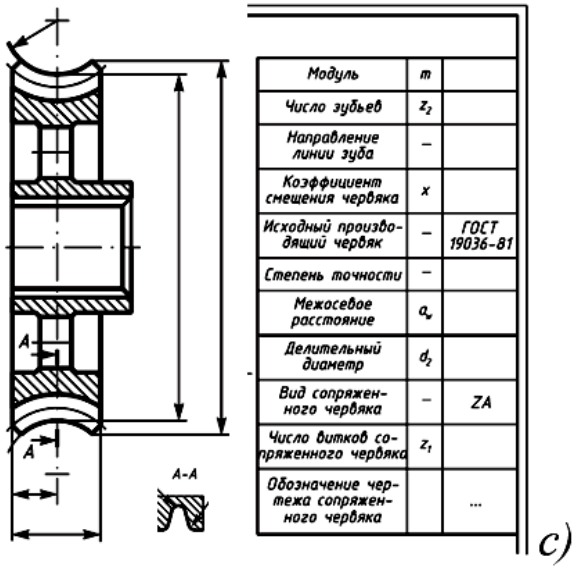



**15.2-rasm**

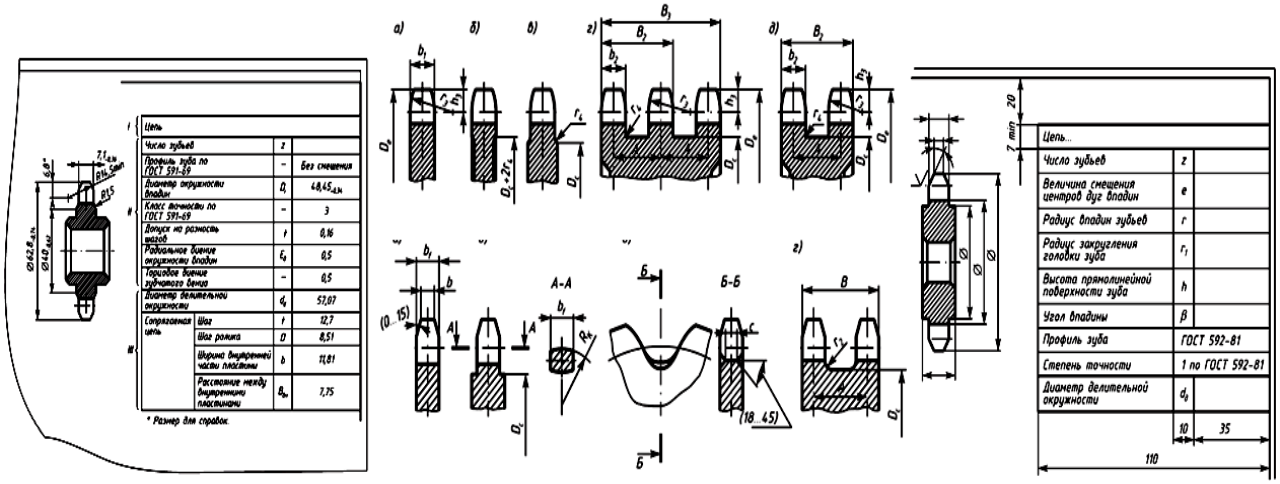



**15.2-rasm**

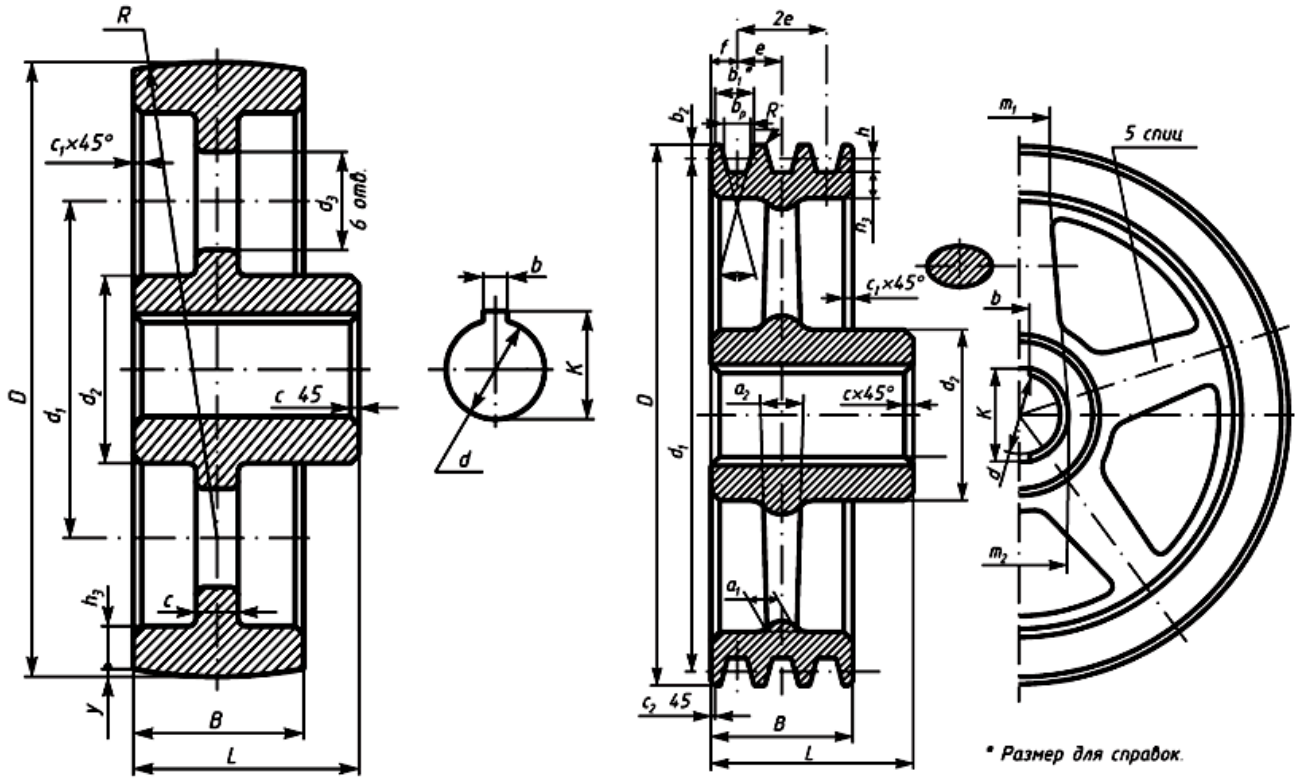



**15.3-rasm**




**15.4-rasm**




**15.5-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 asboblar 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 delallarning barcha chiziqli va burchak o’lchamlarini o’lchash uchun ishlatiladi. Universal o'lchash asboblariga po’lat lineyka va ruletkalar, kronsirkul, nutromer, burchak o'lchagich, shtangensirkul, mikrometr, reysmus va shtangenreysmular, rezbali va radiusli shablonlar to’plami va boshqalar kiradi. Detallarning o'lchamlarini o’lchash uchun o’lchash asboblaridan 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...0,001 mm hisoblanadi. Turli konstruksiyadan iborat o’lchov asboblari mavjud bo’lib, o’lchash aniqligiga qarab 2 guruhga bo’linadi.

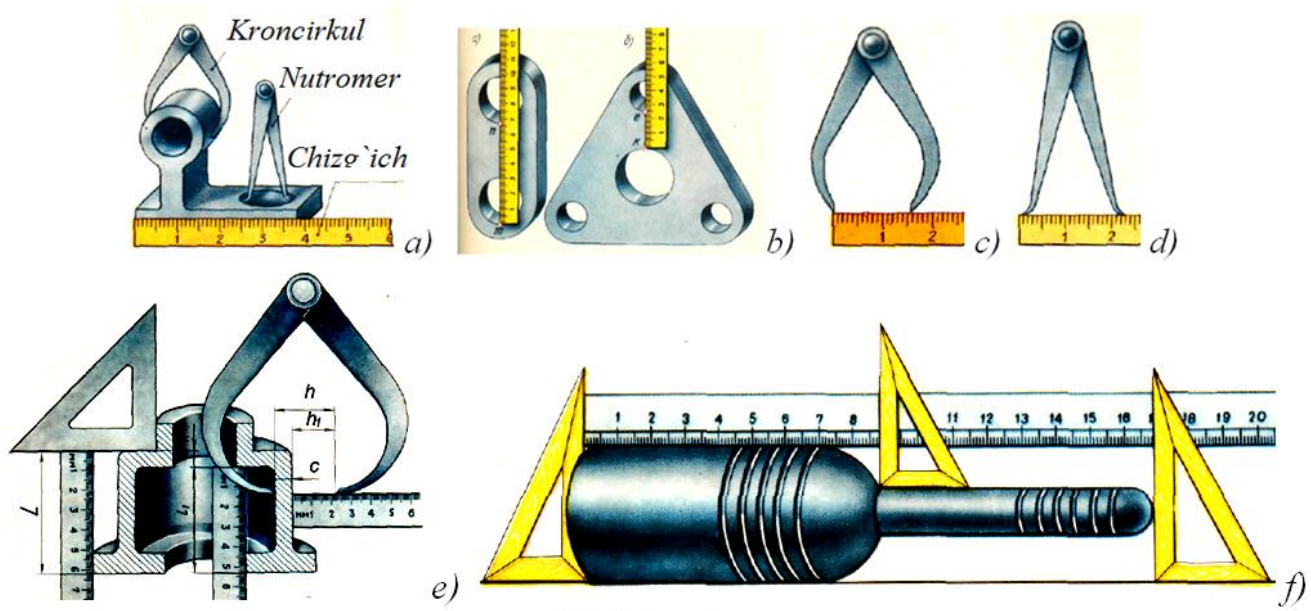
Birinchi guruh asboblari 0,5...1,0 mm aniqlikda o’lchaydi. Ikkinchi guruh asboblari 0,1...0,02 mm aniqlikda o’lchaydi.

***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 qayrilma 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÷1*** 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***–detallarning ichki yuza o’lchamlarini o’lchash uchun qo’llaniladi.

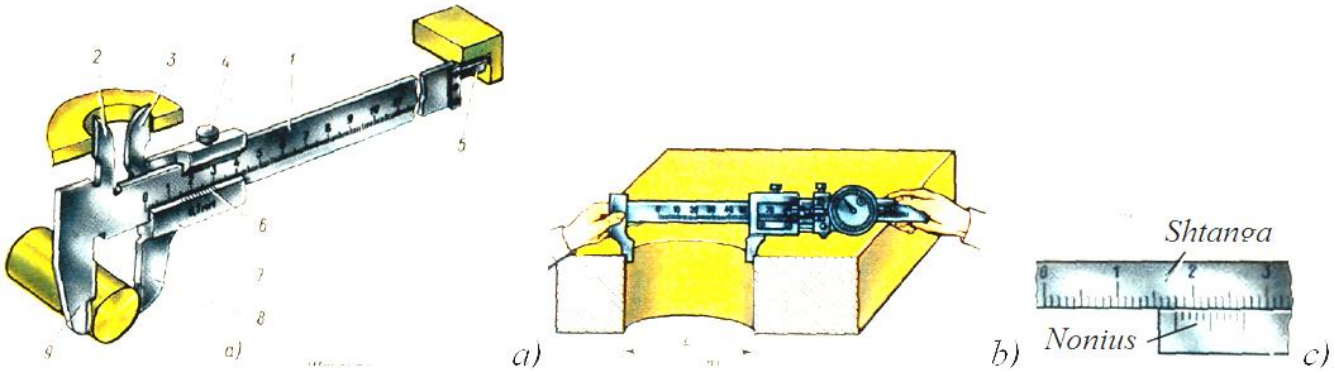
Kronserkul va nutromer bilan detal o’lchamlarini to’g’ri hamda aniq o’lchash uchun ularning oyoqlari o’lchanadigan sirtlarga tegib turishi va mazkur sirt yuzalaridan erkin o’tishi zarur (16.1.1-rasm,*a*). Shu holatida kronserkul va nutromer oyoqchalarining vaziyatlarini o’zgartirmay lineykaga qo’ybi 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 $\boldsymbol{l_1}$ ni ayirib detal tubining, ***h*** dan $\boldsymbol{h_1}$ ni ayirib devorining qalinlik o’lchamlari ***c*** 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 millimetrli lineyka shtanga *1*, shtanga bo'ylab erkin suriladigan ramka *3* va ramkaga mahkamlangan (shtanga pazida erkin siljiydigan) uzunlik o'lchagich turtkidan 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 lineykasi 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.

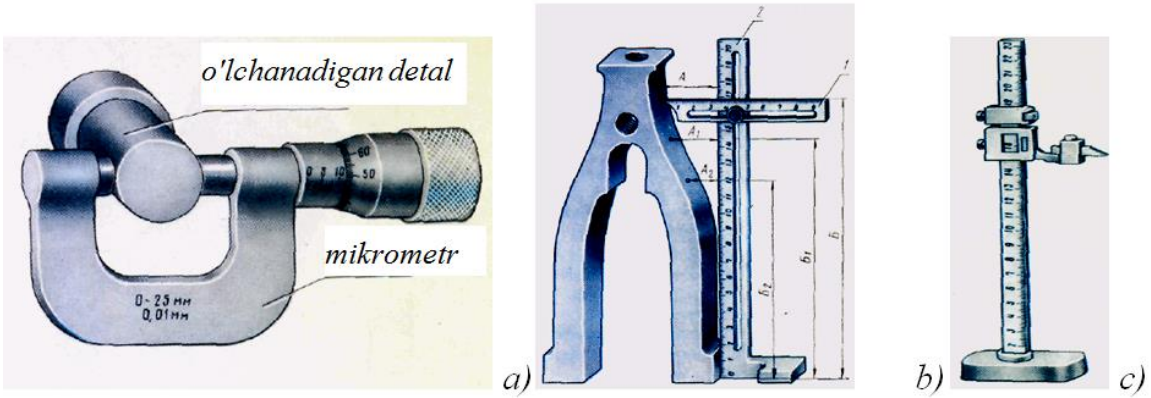



**16.1.2-rasm**

***Mikrometrning*** skobasi 7 da joylashgan baraban 3 aylanganda mikrometrik vint 2 baraban o’qi bo’ylab suriladi, uning toretsi bilan tovon l 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 shaqildoq 4 yordammida buriladi, shuningdek, mikrometrik vintning vaziyatini o’zgartirmay saqlashga mahkamlovchi moslama 6 dan foydalinadi (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*).

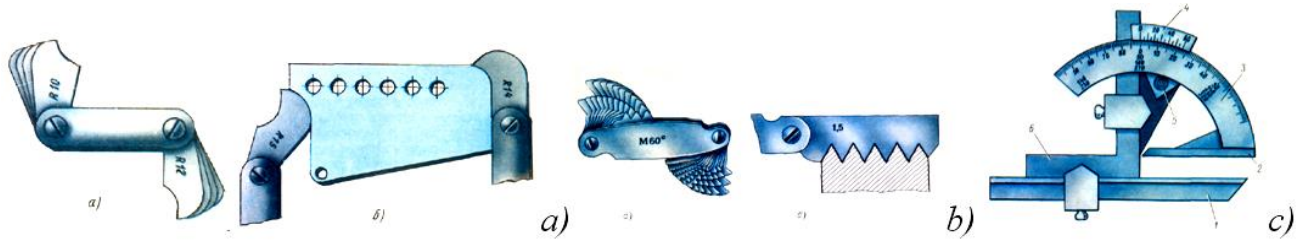



**16.1.3-rasm**

***Radiusomer***–yumaloqlanish va galtellarning radiuslarini o'lchash uchun qo'llaniladi (16.1.4-rasm,*a*).

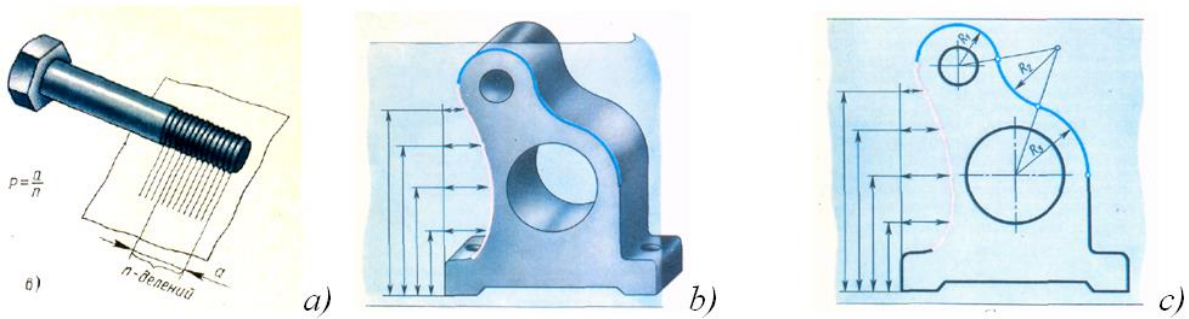
***Rezbomer***–detallardagi rezbaning profili va qadamini o'lchashda qo'llaniladi (16.1.4-rasm,*b*).

***Uglomer***–detaldagi burchaklarni o'lchash uchun (16.1.5-rasm,*c*).




**16.1.4-rasm**

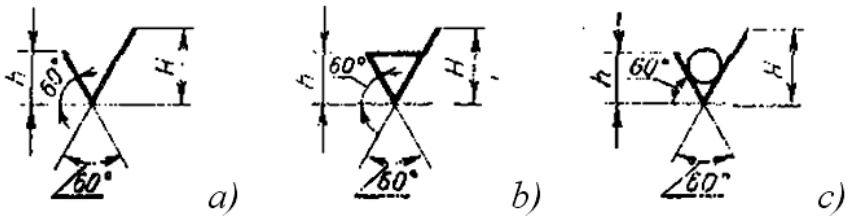
Ayrim hollarda detal konturi oddiy qog'ozga izini olish bilan ham aniqlanishi mumkin (16.1.5-rasm).




**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 qadamli 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 mm; H=1.5h***.




**16.2.1-rasm**

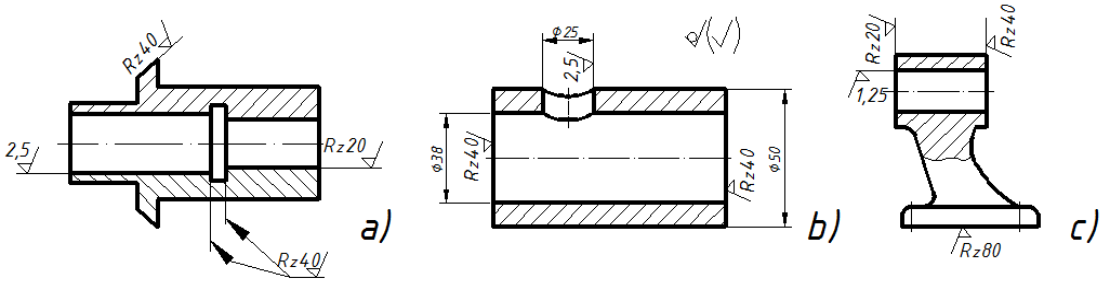
a) yuzalarga ishlov berish usuli ko’rsatilmagan hollarda qo’llaniladi;

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-budirlikga 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 yaqinrok 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’zuvlarning g’adir-budirlilik parametrlari ma'lum qiymatga 500 mkm cheklangan bo’lsa, mazkur belgi 16.2.2-rasm,*c* da ko’rsatilgandek ifodalanadi.

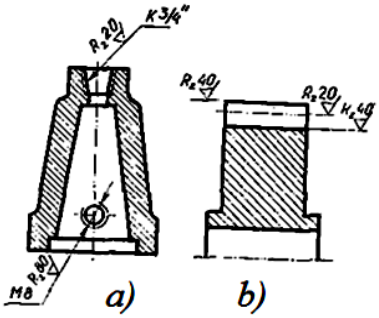



**16.2.2-rasm**

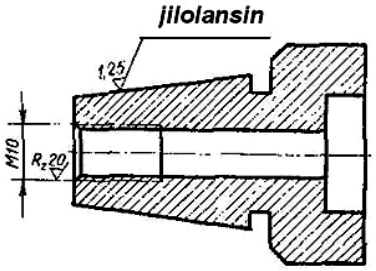
Detallarning takrorlanadigan elementlarida (bir xil teshiklar, pazlar va tishlarda) yuzalarning g’adir-budirlik belgisi faqat bir marta qo’yiladi. Rezbali yuzalarga g’adir-budirlik belgilari 16.2.3-rasm,*a* va 16.2.4-rasmda ko’rsatilgandek qo’yiladi. 16.2.13-rasm,*b* da tishli g’ildirak tishlari ish yuzalarining g’adir-budirligi shartli ravishida cho’qqilar, botiqlar va bo’luvchi silindrlar yasovchisi bo’ylab qo’yilgan.

Mashina detallarini loyihalashda yuzalarning g’adir-budurligi, ularning ishlash sharoitlarini va estetik ko'rinishlarini hisobga olgan holda belgilanadi. Masalan, ora zazorli qo'zg’almas birikma detallari yuzalarining qadir-budurligi 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-budurligi 6...8 klasslarida bo'lishi kerak. 16.2.5-rasmda metall kesuvchi asboblar bilan detallarga ishlov berilganda, yuzalarda qanday o'rtacha qadir -budurlik qosil bo'lishi ko'rsatilgan. Detallar va buyumlar ish chizmalarida yuzalarning qoplamalari, termik va boshqa ishlov berish turlari GOST 2.312-68 qoidalariga asoslanib belgilanadi.

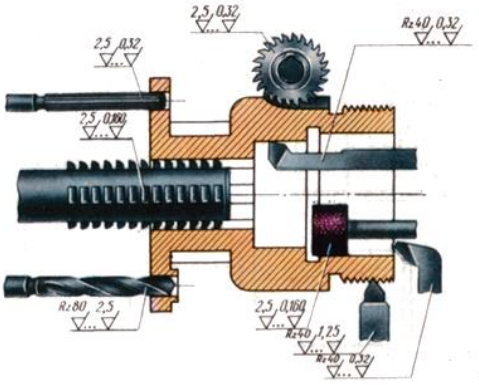



16.2.3-rasm

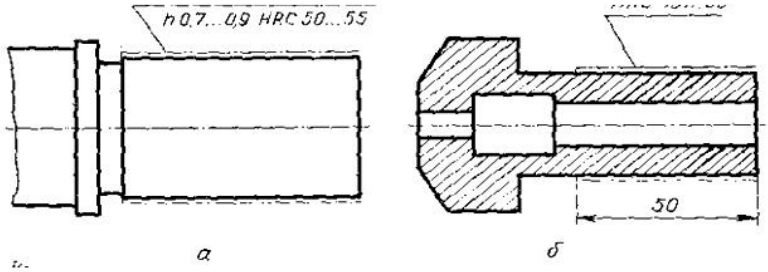



16.2.4-rasm

Qoplamalarning shartli ifodalari GOST 7991-68 va GOST 9825-73 ga muvofiq chizmaning texnik talablarida ko'rsatiladi. Detallarning 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 qattiqligi (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 printsipi 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. Detallarning 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 asboblarining noaniqligi, 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 mulohazalar asosida eng katta va eng kichik chekli o’lchamlar belgilanadi (16.3.1-rasm).

Detallarni bevosita o’lchash natijasida (o’lchash asbobining aniqligi bilan) olingan o’lcham haqiqiy o’lcham deb ataladi. Haqiqiy o’lchamning nominal o’lchamga nisbatan ikki 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 algebraik ayirma yuqorigi chekli chetga chiqish deb, eng kichik chekli o’lcham bilan nominal o’lcham orasidagi algebraik 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 mkm=0,001 mm) o’lchanadi. 16.3.2- rasmda

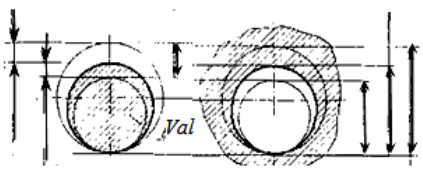
tasvirlangan detal kichik pog’onasining nominal o’lchami 40 mm, eng katta chekli o’lcham (40+0,05) 40,05 mmga, eng kichik chekli o’lchami (40-0,02) 39,98 mm ga teng. Shu detal o’rta pogonasining nominal o’lchami 50 mm bo’lsa eng katta chekli o’lchami (50-0,02) 49,98 mm ga, eng kichik chekli o’lchami 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 uzel, mexanizm va mashina detallari o’zaro birikmada bo’lib, biri ikkinchisiga kirgan (joylashgan) yoki o’tkazilgan bo’ladi. Birikmadagi qamrovchi va qamraluvchi detallarning tutash sirtalri tegishlicha qamrovchi va qamraluvchi sirtlarga bo’linadi (16.3.3- rasm).

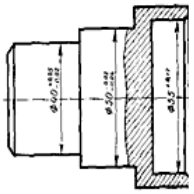
GOST ga muvofiq qamrovchi sirt shartli ravishda teshik, qamraluvchi sirt esa val deb ataladi. Teshik va val uchun umumiy bo’lgan va birikmani tashkil qiluvchi nominal o’lcham birikmaning nominal o’lchami deb ataladi. Birikmadagi detallar tutash yuzalarining haqiqiy o’lchamlari orasidagi farq bo’lganligidan 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 issiqlayin haraktlanuvchan ***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.

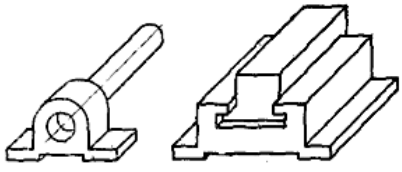
Hisoblash va tajriba asosida ma'lum qonuniyat bilan tuzulgan va standartlashtirilgan dopusklar hamda o’tqazishlar dopusklar sistemasini tashkil qiladi. Dopusklar sistemasi: sistema asosiga ko’ra teshik sistemasi va val sistemasiga; dopusklarning qiymatlariga ko’ra aniqlik klasslariga; zazorlar va tarangliklarning 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 chiqish 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.



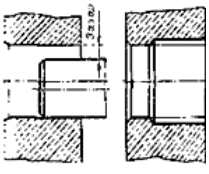

**16.3.1-rasm**



**16.3.2-rasm**



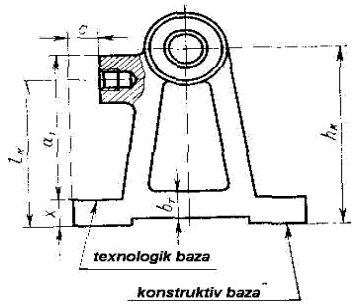
**16.3.3-rasm**



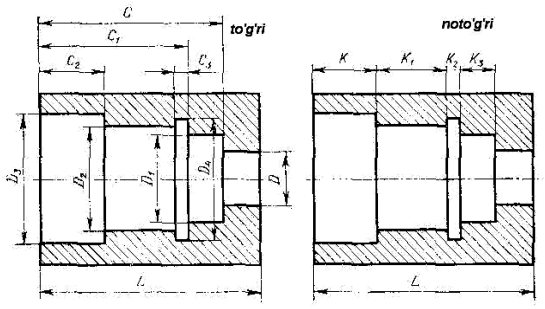
**16.3.4-rasm**

## 16.4-§. Detallarning o’lchamlari, shakliy ko’rinish va elementlari

Detallarning 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. Detallarning 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 detallarning ishlov berilgan yondosh yuzalari biriktiriladi. Detallarning buyumdagi vaziyatlarini aniqlovchi bunday yuzalar va chiziqlar yoki nuqtalar to’plami konstruktiv baza deb ataladi. Konstruktiv bazalar qilib: detallarning birikmadagi o’rnatish, yo’naltirish va yon-torets tekisliklari; uning simmetriya o’qi, teshiklarning o’qi va biror qirrasining o’zaro perpendikulyar bo’lgan ikki chizig’i yoki aylanuvchi detallarning 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). Detallarning 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 ***x*** o’lchamning qiymati saqlangan holda konstruktiv bazaga ishlov berish ko’rsatilgan. Bunda ***x*** 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.



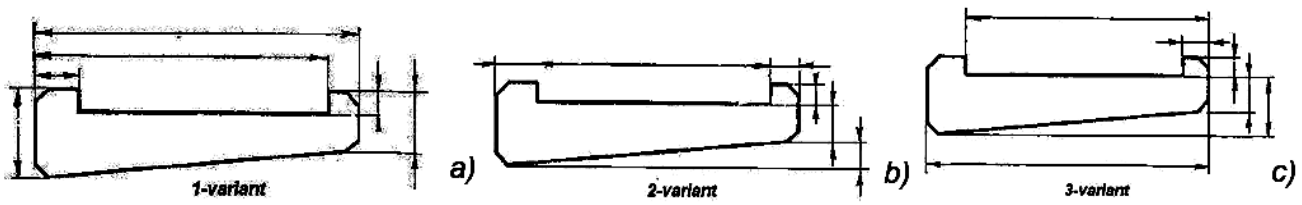

**16.4.1-rasm**




**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 $S_3$ 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 bayon 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.

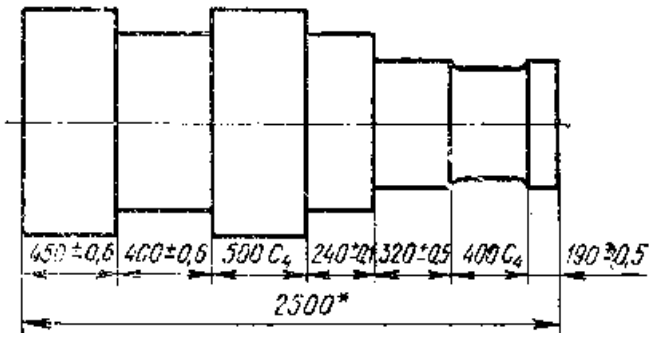
Bir detalga bir nechta variantlarda o'lchamlar qo'yish mumkin, masalan, 16.4.3-rasmda bir detalning o'lchamlari uch variantda qo'yib ko'rsatilgan. Shuning uchun konstruktor detallarning bir-birini almashtira olishligi, yasalishining arzonligi va soddaligi, ya'ni texnologikligini qaysi variant ta'minlanishini aniqlay bilishi lozim.



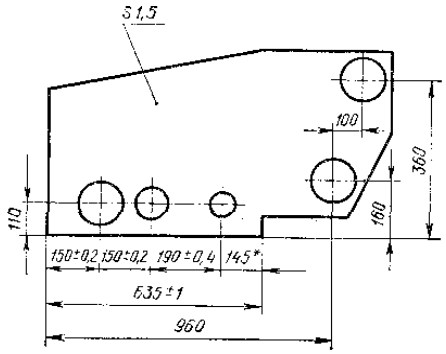

**16.4.3-rasm**

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**

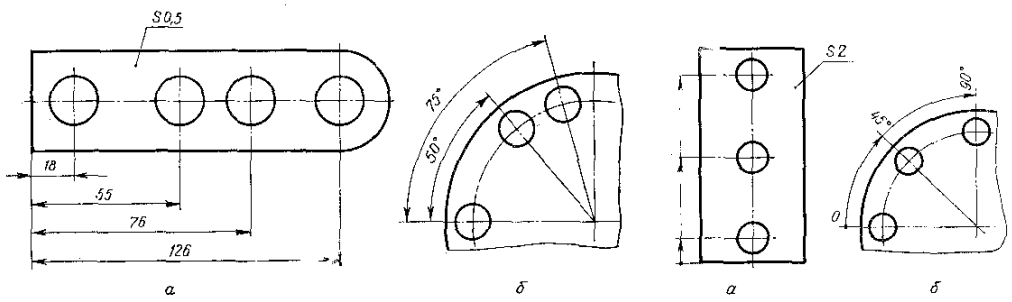



**16.4.5-rasm**

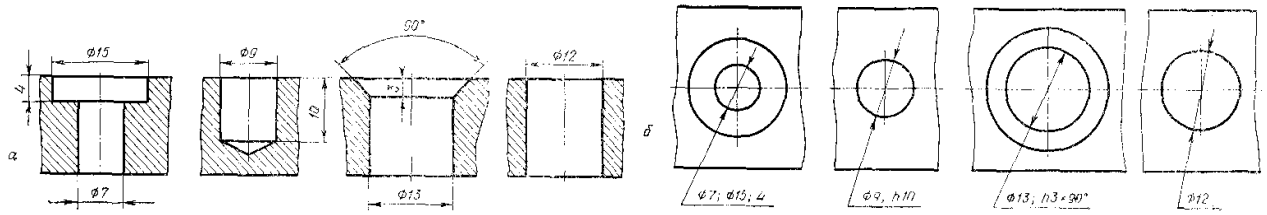
Aralash usulda o’lchamlar koordinata va zanjir usullaridan foydalanib qo’yiladi. 16.4.5- rasmda o’lchamlar shu usulda ko’rsatilgan. Koordinata usulida umumiy bazadan qo’yiladigan o’lchamlarni 16.4.6- rasmda ko’rsatilgandek qo’yish ham mumkin. Bunda nol O nuqtadan bitta o’lcham chizig’i o’tkazalib, o’lchamlar qiymati chiqarish chiziqlarining uchiga yaqinrok 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.

Qirqimlarda 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.

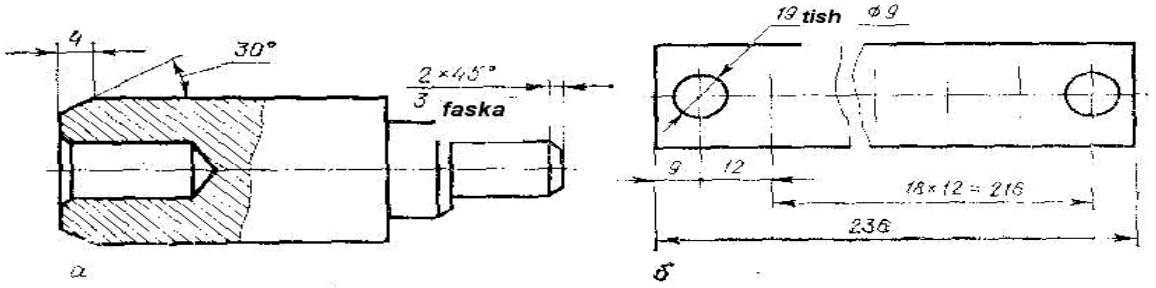



**16.4.6-rasm** **16.4.7-rasm**




**16.4.8-rasm**

Detallardagi 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.

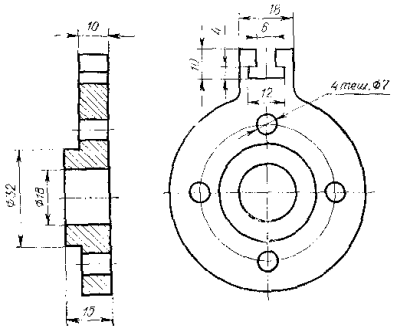



**16.4.9-rasm**

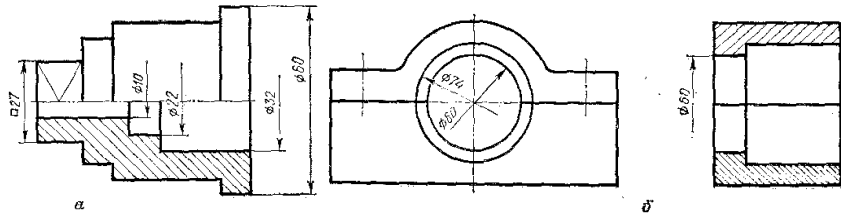
O’lchamlari teng bo’lib, bir-biridan bir xil masofada yotuvchi o’yiqlar yoki chiqiqlar va teshiklarning oraliq o’lchamlari 16.4.9-rasm,*b* da ko’rsatilgandek qo’yiladi, ya'ni hama oraliq o’lchamlari qo’yilmay, faqat bitta qo’shni element orasidagi o’lcham va eng chetki elementlar orasidagi o’lcham oraliqlar 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.

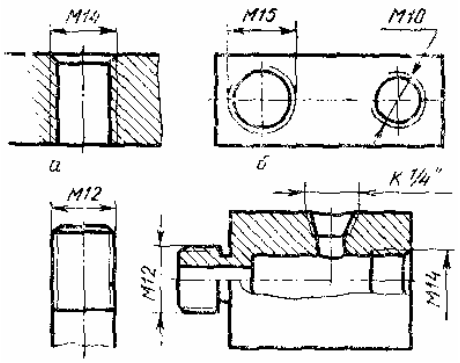


**16.4.10-rasm**

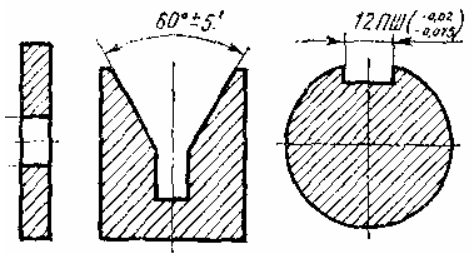


**16.4.11-rasm**

Diametr va kvadrat belgilari o’lchamlar qiymati oldiga qo’yiladi. Bunda diametrlarning o’lcham chiziqlarni aylanalr 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.

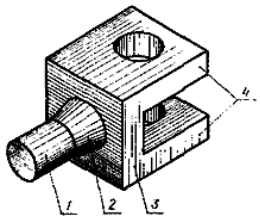


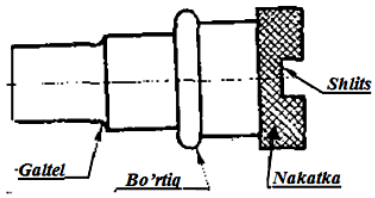
**16.4.12-rasm**

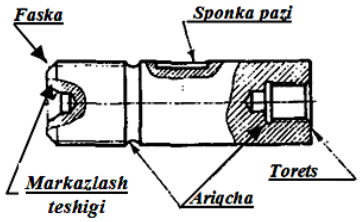


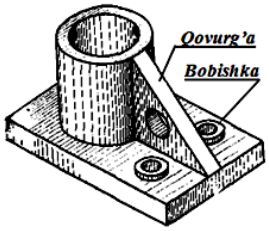
**16.4.13-rasm**

***Detallarining shakily 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 asboblarini va usularini, 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, yasalish 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-budiriligiga oid terminlar, klassifikatsiyalar va belgilanishlar hamda sanoat tarmoqlari buyumlarining chizmalarida gadir-budirliklar belgilanishlarni qo'yish qoidalari GOST 2789-73 va GOST 2.309-68 da belgilangan.




**16.4.14-rasm** **16.4.15-rasm**

## 16.5-§. Detallarning eskizlarini tuzish

Bir marta foydalanish uchun muhandislik grafikasi asboblarisiz va masshtabga rioya qilmay, lekin buyum o'lchamlarining nisbati saqlangan holda bajarilgan chizma (yoki sxema) eskiz deb ataladi. Eskiz ish chizmadan faqat muhandislik grafikasi asboblari yordamisiz va taqribiy masshtabda chizilganligi bilan farqlanadi. Shuning uchun eskizlar ham tegishli standartlarda belgilangan barcha shartli belgilar va ko'rsatmalarga muvofiq bajariladi. Ko'p hollarda eskizlardan ish chizmalarini tuzishda foydalaniladi. Eskizlar bevosita detalning asliga qarab yoki yangi detallarni, mashina va mexanizmlarni loyihalashda tuziladi. Loyihalash jarayonida eskiz tuzish har bir talabaga, konstruktorga juda katta mahorat, amaliy malaka, chuqur fazoviy tasavvur va ijodiy izchillik kasb etadi. Detallarning eskizi barcha tasvirlari birgalikda uning tuzilishi va elementlarining chizmalari to'g'risida to'la tasavvur bera oladigan, o'lchamlari, izohlovchi yozuvlar va texnik talablar etarli qilib tuzilishi kerak.

### *Detallarning eskizini tuzish bosqichlari:*

***1-bosqich.*** *Eskiz tuzishning tayyorgarlik bosqichi.* Avval detalning nomi, materiali, yig'ma birgalikdagi ish vaziyati va vazifasi, shuningdek detalning qanday sirtlardan tuzulganligi va uning elementlarining shakli aniqlanadi. So'ngra detalning bosh ko'rinishi, ko'rinishlar soni va kataklariga bo'lingan mm qog'ozning formati aniqlanadi. Format va ramka chiziqlari shuningdek burchak shtampi chiziladi. Shu bilan birinchi bosqich tugaydi.

1-bosqichda detalning bosh ko’rinishini tanlash alohida ahamiyatga ega bo’lib, to’g’ri tanlangan bosh ko’rinish, ko’rinishlar, qirqim va kesimlar sonining eng kam bo’lishini ta'minlaydi. Val, vtulka, gilza, g’ildirak, gardish, flanes va shunga o’xshash aylanish sirtlari bilan chegaralangan ko’plab detallar mavjud. Bunday detallar yoki zagotovkalarni tayyorlashda asosan tokarlik yoki shunga o’xshash dastgohlardan foydalaniladi. Bu detallarning tasvirlarini chizmada shunday joylashtirish kerak-ki, bunda detalning o’qi asosiy yozuvga parallel bo’lishi kerak. Bosh ko’rinishning bunday joylashtirilishi, detalni tayyorlashda chizmadan foydalanishni engillashtiradi. Tasvirning ko’rgazmaliligini pasaytiruvchi ko’rinmas kontur chiziqlarining sonini imkon qadar kamaytirish kerak. Shuning uchun qirqim va kesimlarni qo’llashga alohida e’tibor berish kerak. Kerakli tasvirlarni GOST 2.305-68 qoidalari va tavsiyalariga muvofiq tanlash va bajarish kerak. Agar quyidagi shartlarga muvofiq detallarning bosh ko’rinishi tanlansa, shubhasiz yuqorida qayd qilingan mulohazalarga erishiladi:

- detlaning bosh (old, ya'ni asosiy) ko’rinishi boshqa ko’rinishlarga nisbatan uning tuzilishi va elementlarining shakli to’g’risida to’laroq tasavvur bera oladigan qilib tanlanadi;

- detalning bosh ko’rinishi uning ish vaziyatida va ishlov berish stanoklarida joylashish vaziyatlarini e'tiborga olgan holda tanlanadi. Aylanish sirtlaridan tashkil topgan val, o’q, vint, chervyak, vtulka, shuningdek, biriktirish detallarining o’q chiziqlari bosh ko’rinishda asosiy yozuvga parallel qilib olinishi lozim;

- detallarning bosh ko’rinishi ko’rinishilar sonining eng kam bo’lishini va qogoz formatidan unumli foydalanishni ham ta'minlashi lozim, ya'ni ko’rinishlar shunday joylashishi kerakki, chizmada ortiqcha ko’zga tashlanadigan ochiq joylar bo’lmasligi va ko’rinishlar oraliqlari o’lchamlar qo’yish uchun yetarli bo’lishi lozim.

***2-bosqich.*** Detalning gabarit o’lchamlari nisbati saqlangan holda yumshoq qalam bilan har bir ko’rinishning tasvirlash maydonchasi ingichka chiziqlar bilan

to’g’ri to’rtburchak shaklida chegaralab chiqiladi. To’g’ri to’rtburchak tomonlarining o’lchamlari bosh (yoki orqadan) ko’rinishda balandligi va uzunligi, ustidan (yoki ostidan) ko’rinishda eni va uzunligi, chapdan (yoki o’ngdan) ko’rinishida esa balandligi va eni o’lchamlariga mos ravishda olinadi. So’ngra ko’rinishlarning simmetriya o’qlari o’tkazilib, detalning barcha tashqi konturlari, 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 gruppalarga 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, □-kvadrat, ***R*** - radius va xokazolar) va yuzalarning g’adir-budirlik belgilari qo’yiladi.

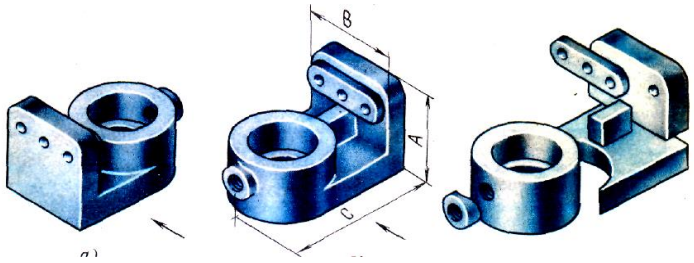
***4-bosqich.*** O’lcham asboblari yordamida detalning barcha o’lchamlari o’lchanib, ularning son qiymatlarini o’zgartirmay eskizga qo’yib chiqiladi. Zarur bo’lgan yozuvlar, texnik talablar va burchak shtamplarining grafalari yoziladi.

***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 unutmaslik kerak-ki, eskiz tuzishning har bir bosqichida ortiqcha chiziqlar o’chirib boriladi. 17.39-rasmda misol tariqasida ventil 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 tanlanash.* 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 fomatni 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. *Varaqni tayyorlash.* Dastlab A3 format ichida chizma ramkasi qoidaga binoan format chetlaridan 5 mm, chap tomondan esa varaqni tikish uchun 20 mm joy qoldirib chizilgan. So'ngra asosiy yozuv ramkasining konturi chizilgan.

5. *Varaqda 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'lchamlaruga 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'tburchaklar ichiga ingichka chiziq bilan detal elementlari tasvirlangan (16.5.2-rasm,*b*). Bunda o'lchamlar nisbati saqlangan, tegishli o'q va markaz chiziqlarini o'tkazgan, proyeksion bog'lanish ta'minlangan.

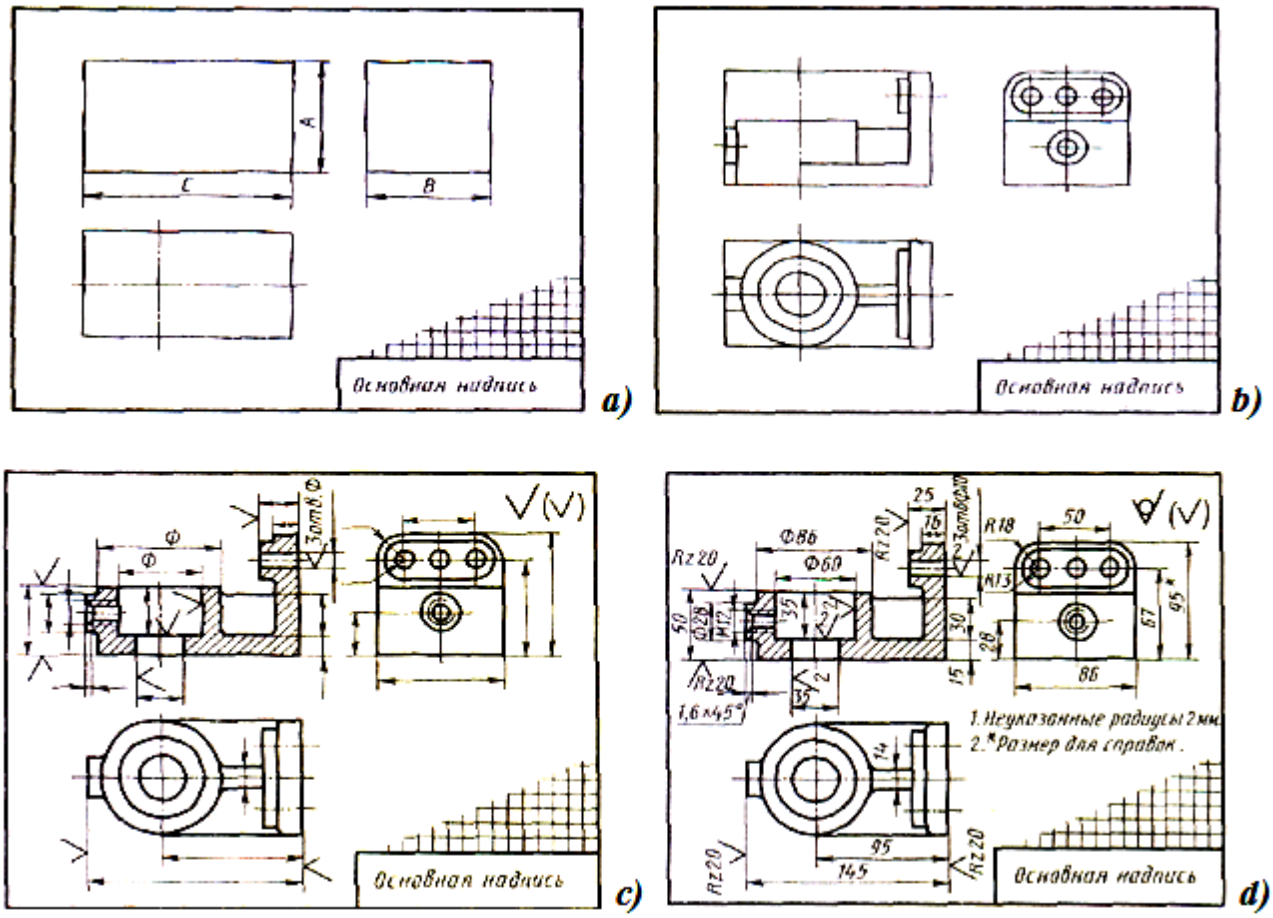
7. *Ko'rinishlar, qirqimlar va kesimlarni bajarish.* Ushbu bosqichda barcha ko'rinishlarda (16.5.2-rasm,*c*), 4-bosqichda e'tiborga olinmagan elementlarga aniqlik kiritilgan (masalan, yumaloqlashlar, faskalar), hamda yordamchi yasash chiziqlari o'chirilgan. GOST 2.305-68 ga muvofiq qirqim va kesimlar 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,*c*). Bir

vaqtning o’zida detal alohida yuzalarining g’adir-budirliklari 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*).

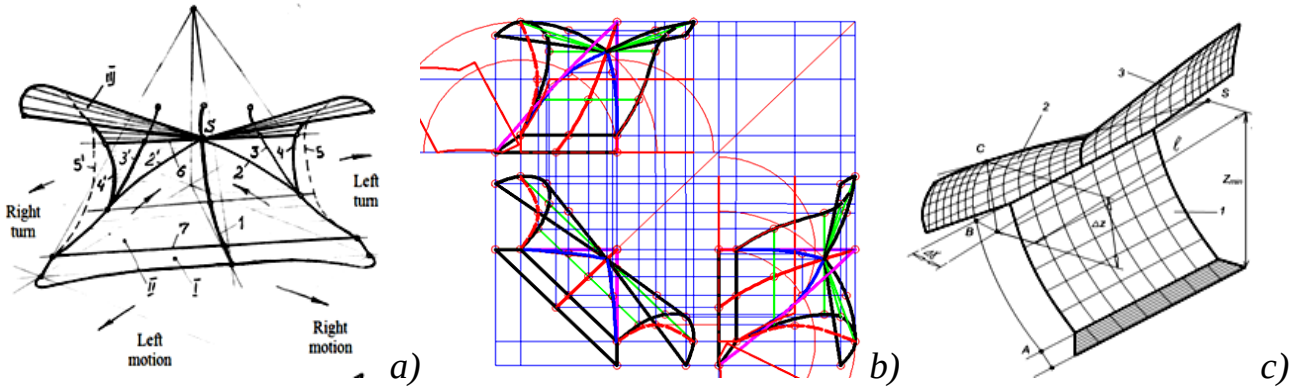
10. *Eskizni yakuniy rasmiylashtirish.* Eskizni yakuniy rasmiylashtirishda asosiy yozuv to’ldirilgan. Zarur yuzalarning o’lchami, shakli va joylashuvining chekli chetga chiqishlari to’g’risida ma’lumotlar berilgan; texnik talablar tuzilgan va tushuntiruv yozuvlari berilgan (16.5.2-rasm,*d*). So’ngra eskiz yakuniy tekshiruvdan o’tkazilgan va zarur aniqlik va tuzatishlar kiritilgan




**16.5.2-rasm**

**Mavzu bo’yicha geometrik modellashtirishga oid materiallar**

Ma’lum-ki, detallarning eskizlari nafdaqat tayyor buyumning o’ziga qarab, balki yangidan loyihalanayotgan 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 modellashtirish asosida ishlab chiqish qulay hisoblanadi. Masalan, yer haydash plugi ag’dargichining asosiy detail hisoblanadigan korpusning yangi loyihasi eskizini olib qaraylik. Loyihaning g’oyasi quyidagicha: An’anaviy korpusning ishchi yuzasi sifatida, *“ag’darish”* texnologik operasiyasini bajarishi uchun, yoyilmaydigan sirt - *silindroid* olingan, bu esa korpusni tayyorlash texnologiyasining murakkabligiga sabab bo’ladi. Agar ishchi sirt sifatida yoyiladigan sirt - *silindr* olinsa korpusni tayyorlash texnologiyasini soddalasadi, lekin bunda korpusning *“ag’darish”* texnologik operasiyasini bajarish sifati pasayadi. Yechim sifatida *“ag’darish”* texnologik operasiyasini bajara oladigan yoyiladigan - silindr va konus sirtlari kombinatsiyasidan foydalanish taklif qilingan. Bu geometrk kombinatsiyalangan korpusning eskizini tuzish uchun talab qilingan ma’lumotlarni bera oladigan geometrik modellardan (*a-sketch eskizi, b-proyeksion eskiz, c-model eskizi*) foydalanilgan (16.5.3-rasm)[43]. Bu usuldan turli texnologik mashina va jihozlarni yaratishda foydalanish yaxshi samara beradi.




*a)* *b)* *c)*

**16.5.3-rasm. Yangidan loyihalangan detal eskizlari.**

[43] Jo’rayev T.X. Корпус плуга. 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 xarakteristikalari;

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 printsipi 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. Varaq 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 chiziq bilan chiziladi.

11. Chizmaning barcha qirqim va kesimlari bajariladi, hamda shtrixlanadi.

12. Chizma o'lchamlari va zarur hollarda detallarni o'tqazish usullari qo'yiladi.

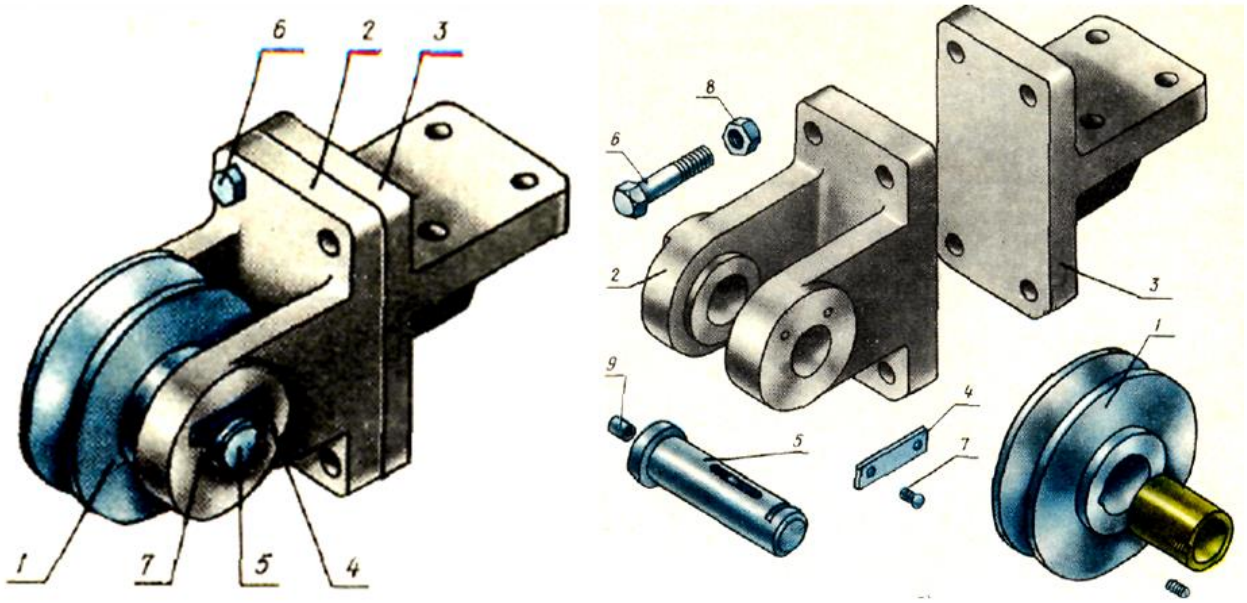
13. Chizma kontur chiziqlari O`zDSt 2.303-96 ga muvofiq yo’g’onlashtiriladi, avval o'q, markaz va o'lcham chiziqlari, aylana va egri chiziqlar, so’ngra asosiy tutash to'gri chiziqlar yo’g’onlashtiriladi

14. Detallarning pozitsiya nomerlari qo’yiladi.

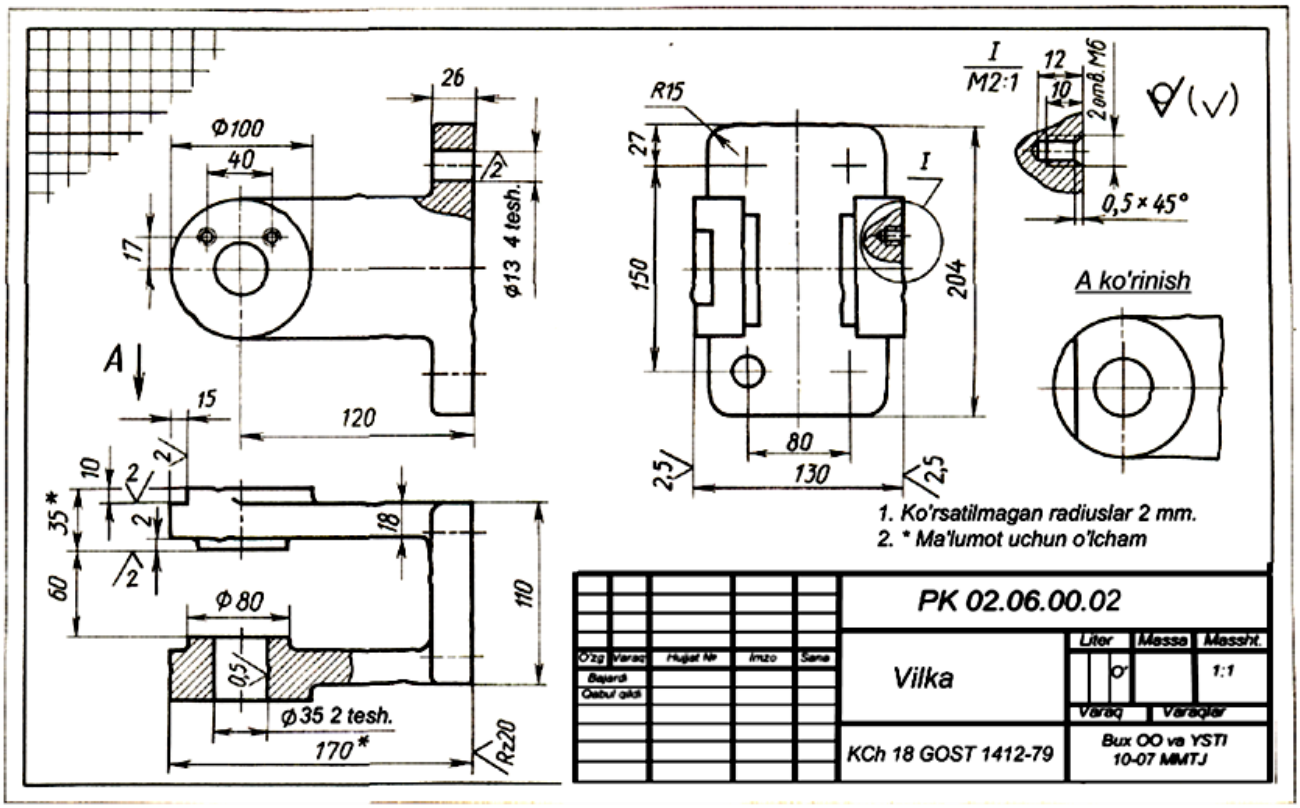
15. Chizmaning asosiy yozuvi va spetsifikatsiyasi to'lg’aziladi. Zarur hollarda texnik shartlar yozib qo’yiladi.

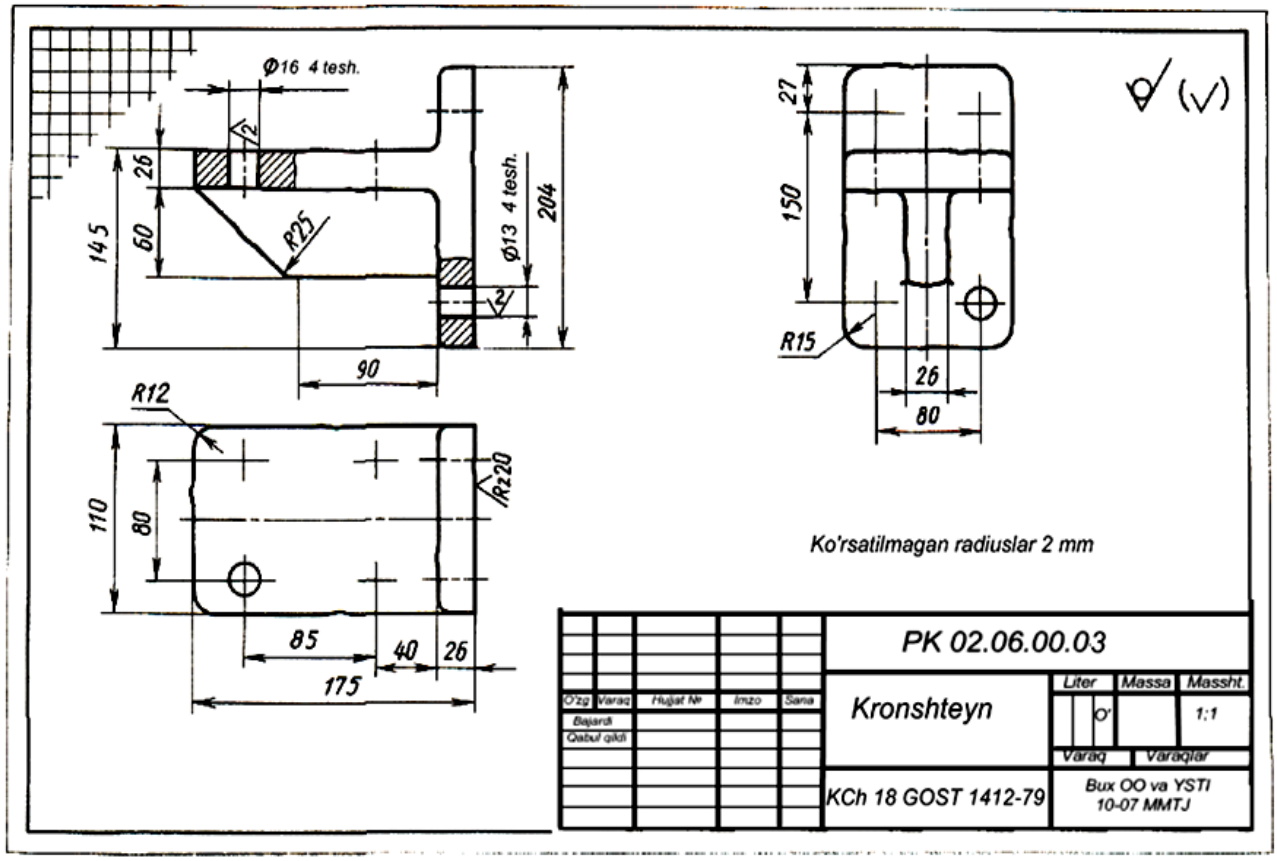
Umumiy ko’rinish chizmasidagi har bir detal o'zining barcha tasvirlaridagi qirqim va kesimlarida bir tomonga qaratib shtrixlanishi kerak. Buyumning harakatlanuvchi qismlarining eng chetki vaziyatlari (klapan, dasta, shpindel, porshen

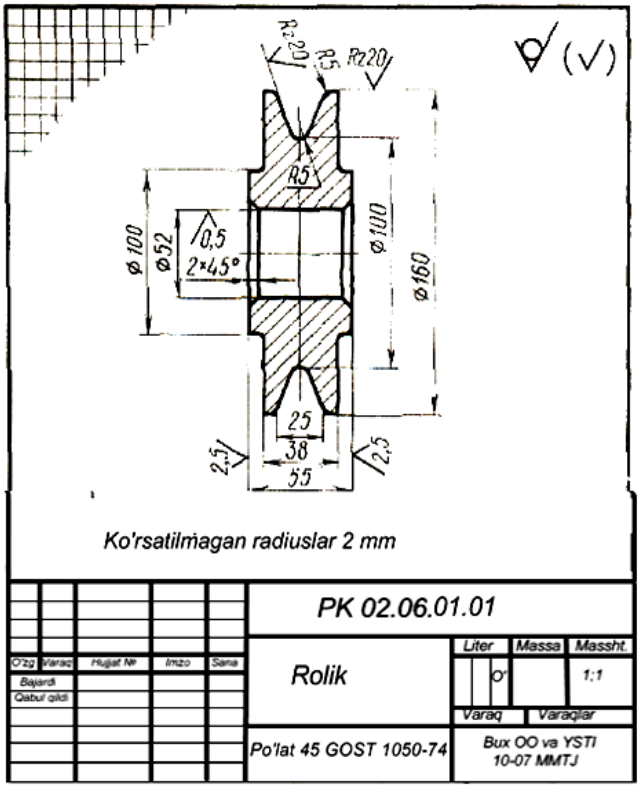
va shunga o'xshash) yig’ish chimalarida ingichka shtrix-punktir chiziqlar bilan chizib ko'rsatilishi kerak. Buyumning o’ziga qarab umumiy ko’rinish chizmasini tuzishni 17.1.1-17.1.3-rasmlarda berilgan ”Yo`naltiruvchi blok” misolida ko'rish mumkin.

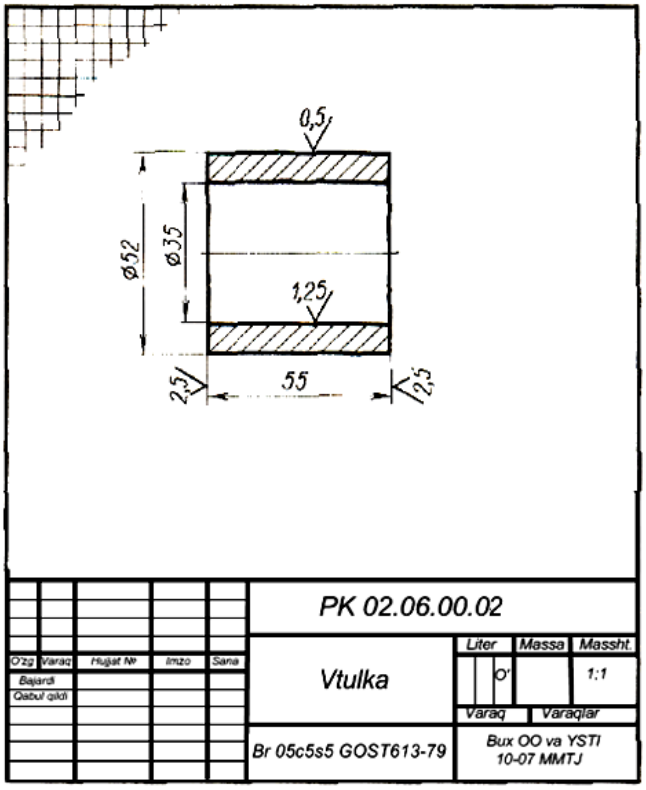


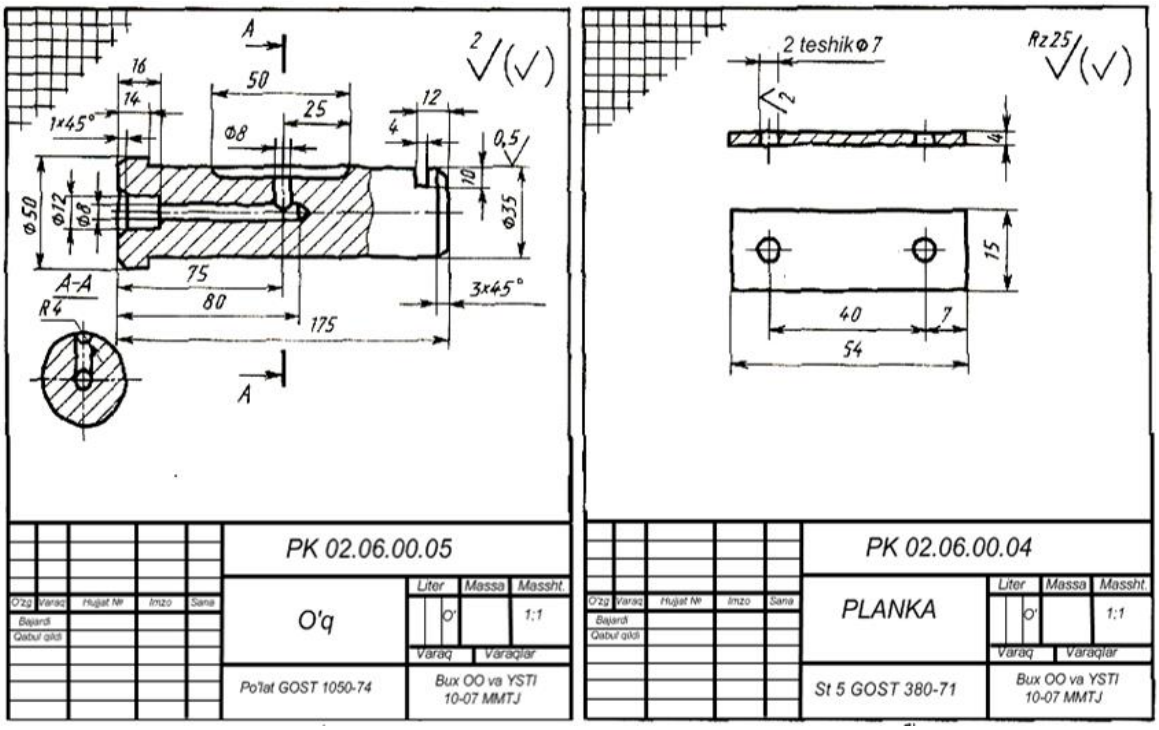

**17.1.1-rasm. Mavjud buyum -“Yo’naltiruvchi blok” va uni detallarga ajratish.**



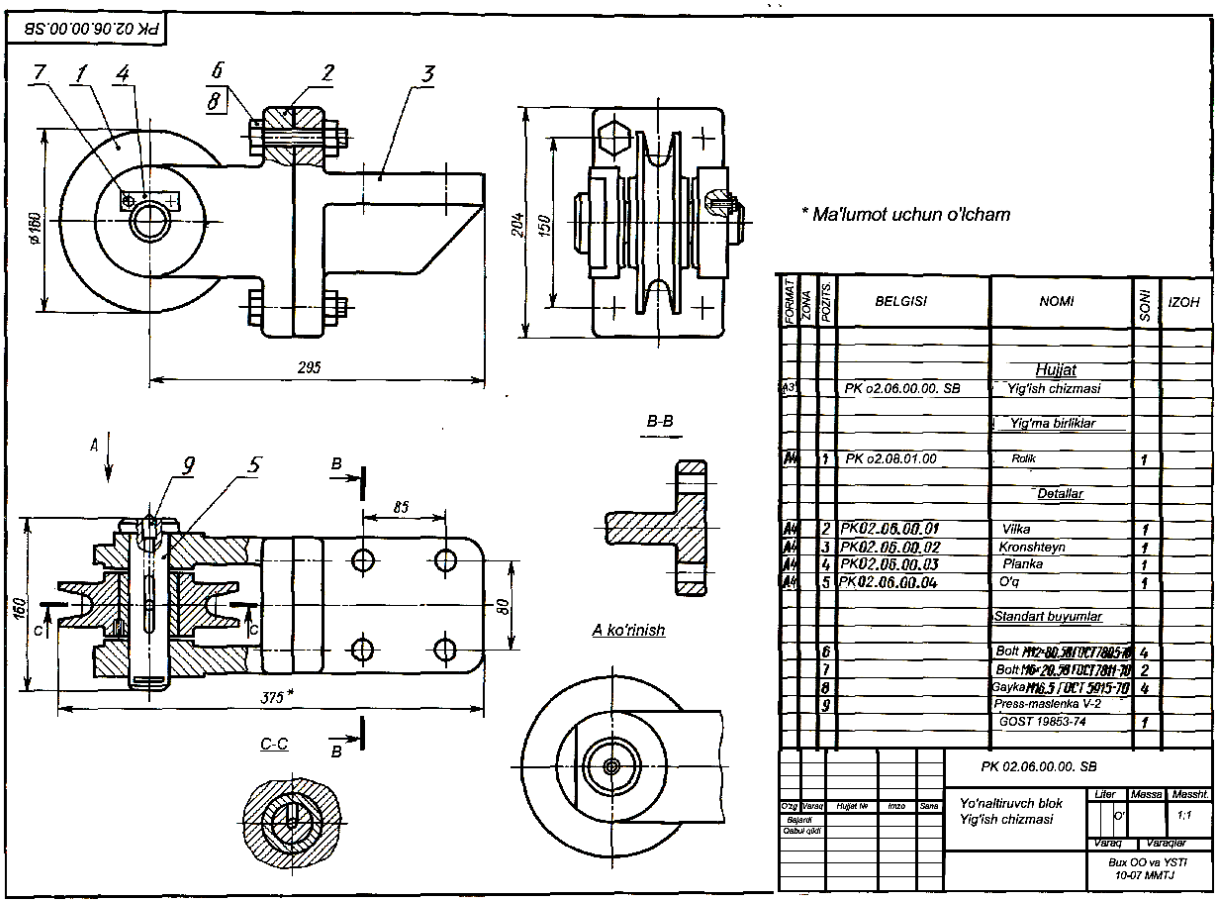

Ø16 4 tesh.
Ø13 4 tesh.
R25
R12
R20
R15
90
85
40
26
175
80
60
145
110
204
150
27
Ko'rsatilmagan radiuslar 2 mm
PK 02.06.00.03
Kronshteyn
KCh 18 GOST 1412-79
Bux OO va YSTI 10-07 MMTJ
Liter
Massa
Massht.
1:1


R5
R20
Ø100
Ø52
Ø160
2×45°
25
38
55
Ko'rsatilmagan radiuslar 2 mm
PK 02.06.01.01
Rolik
Po'lat 45 GOST 1050-74
Bux OO va YSTI 10-07 MMTJ


Ø52
Ø35
1,25
55
PK 02.06.00.02
Vtulka
Br 05c5s5 GOST613-79
Bux OO va YSTI 10-07 MMTJ




**17.1.2-rasm. “Yo’naltiruvchi blok” detallarining eskizlari.**




**17.1.3-rasm. “Yo’naltiruvchi blok”ning umumiy ko’rinish chizmasi.**

## 17.2-§. Spetsifikasiyalarni tuzish.

***Spetsifikasiya*** asosiy konstruktorlik hujjati hisoblanib, yig'ma birlikning tarkibini aniqlaydi. Standartga binoan spetsifikasiya A4 formatda, 1-shakl (sarlavha varaq), yoki 1a-shakl (keyingi varaqlar) bo'yicha bajariladi. Umumiy vaziyatda spetsifikasiya (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.

*Jadval 17.1.*

| ***Bichim*** | ***Zona*** | ***Vaziyat*** | ***Belgisi*** | ***Nomi*** | ***Material*** | ***Soni*** | ***Izoh*** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ***Hujjatlar*** | | | |
| ***A3*** | | | ***MC.GI.007.000.YC*** | ***Yig'ish Chizmasi*** | | | |
| | | | | ***Komplekslar*** | | | |
| | | | | ***Yig'ma birliklar*** | | | |
| | | | | ***Detallar*** | | | |
| ***A3*** | | ***1*** | ***MC.GI.007.001*** | ***Korpus*** | ***Cho'yan*** | ***1*** | |
| | | | | ***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 spetsifikasiyda 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 muv`ofiq belgilanishi, ***“Soni”*** grafasida esa buyum soni yoziladi.

### 17.3-§. Chizmada yozuv va texnik talablar, shartlilik va soddalashtirishlar.

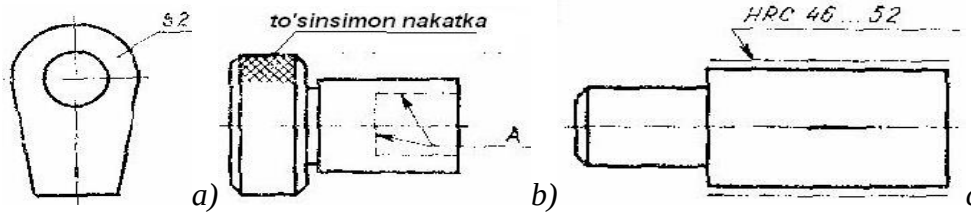
***Yozuvlar va texnik talablar.*** Barcha sanoat tarmoqlari buyumlarining chizmalaridagi yozuvlari texnik talablari va jadvallari GOST 2.316-68 da belgilangan qoidalarga muvofiq bajariladi. Chizmada buyumning tasviri va o’lchamlaridan tashqari quyidagilar bo’lishi mumkin:

a) chizmaning texnik talab va harakteristikalardan 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.

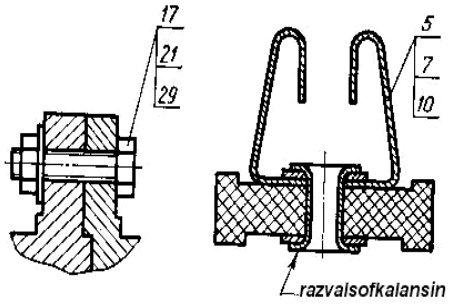
Chizmaning asosiy yozuvi (burchak shtampi) GOST 2.104-68 va GOST 2.109-79 talablariga muvofiq bajarilishi lozim. Matn va yozuvlarning mazmuni qisqa va aniq bo’lishi kerak. Chizmalarning yozuvlarida standart tomonidan qisqartirilgan yo’l qo’yilgan so’zlardan tashqari barcha so’zlar to’liq yozilishi lozim. 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, tokchaning yuqorisida va ostida joylashtirilgan yozuvlar ikki qatordan ortiq bo’lmasligi lozim.




*a)* *b)* *c)***17.3.1-rasm**

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 joylashtirilmasligi 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 shlitslarning parametrlari) standartda belgilangandek joylashtiriladi. Boshqa jadvallar esa tasvirning o’ng tomonidagi yoki ostidagi ochiq maydonlarga joylashtiriladi.

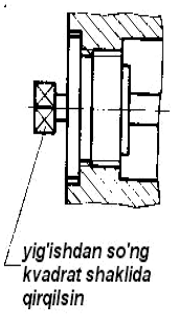
Yig’ish chizmalarini sifatli tuzish uchun GOST 2.109-79 da belgilangan shartliliklardan va soddalashtirishlardan foydalaniladi (17.3.2-17.3.9-rasmlar).

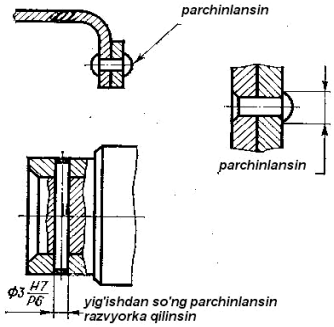



**17.3.2-rasm.**

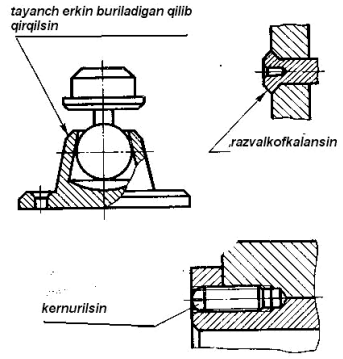



**17.3.3-rasm.**

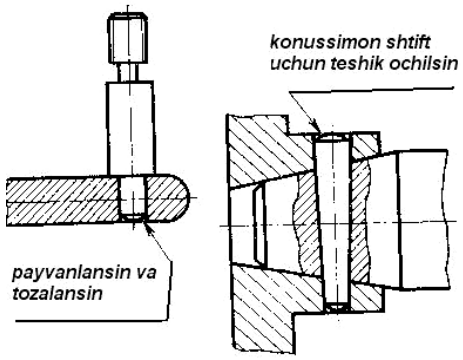


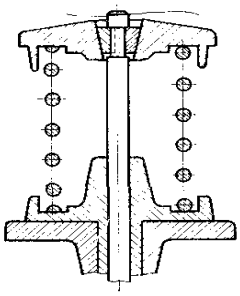

**17.3.4-rasm.**



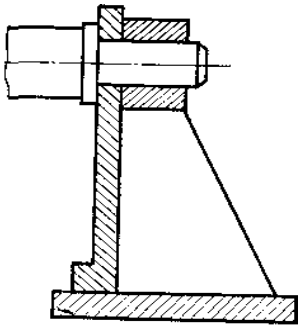

**17.3.5-rasm.**



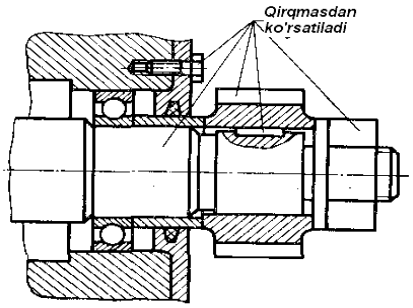

**17.3.6-rasm.**



**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, chambaraklar va shunga o’xshashlar;

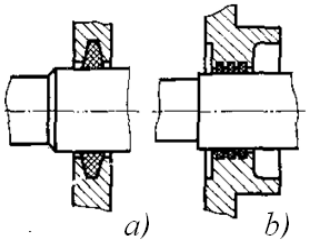
2) buyumning kesib tasvirlangan prujina orqasida jondashgan qismi va detallari shartli ravishda ko’rinmaydi deb hisoblanadi va ular prujina o’rami kesimining tashqi konturi yoki o’ram kesimining o’q chizig’igacha tasvirlanadi;

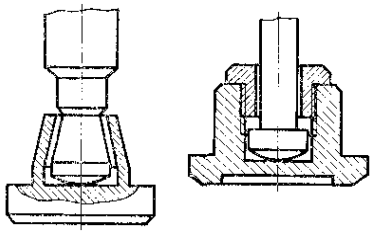
3) to’r orqasida ko'rinuvchi, shuningdek, oldida boshqa tarkibiy qismlar bilan to'silib qo’yilgan buyumning qismlari va elementlari;

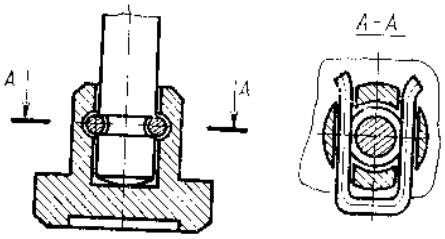
4) buyumlarda ularni ishlab chiqargan korxona tomonidan qilingan chizma va belgilar, texnik ma'lumotlarning tasvirlari.

Shaffof materiallardan qilingan buyumning qismlari va detallari chizmalarda ko'rinmaydigan materiallar kabi tasvirlanadi. Yig'ish chizmalarining qirqimlarida buyumning tarkibiga kiruvchi standart buyumlar va uzellarni qirqilmagan 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-rasmalarda ventil klapanlarining shpindellarni uchiga mahkamlash usullari ko'rsatilgan.






**17.3.10-rasm.** **17.3.11-rasm.** **17.3.12-rasm.**

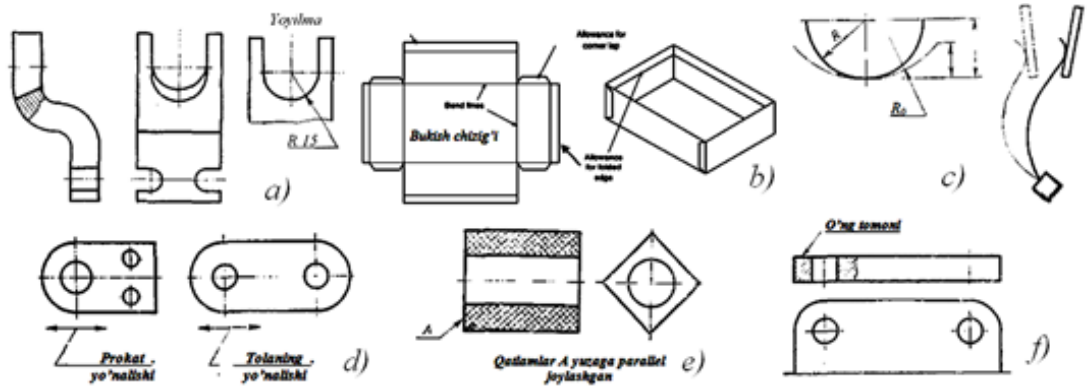
## 17.4-§. Yig’ma birlikni detallarga ajratib chizish.

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 uzel, 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. Detallarning 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 asboblarini va usularini, 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 chigitdan 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- yiq’ma birlikdagi birinchi detal -stanining 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'gri 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*)

Detallar 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*). Qatlamli (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

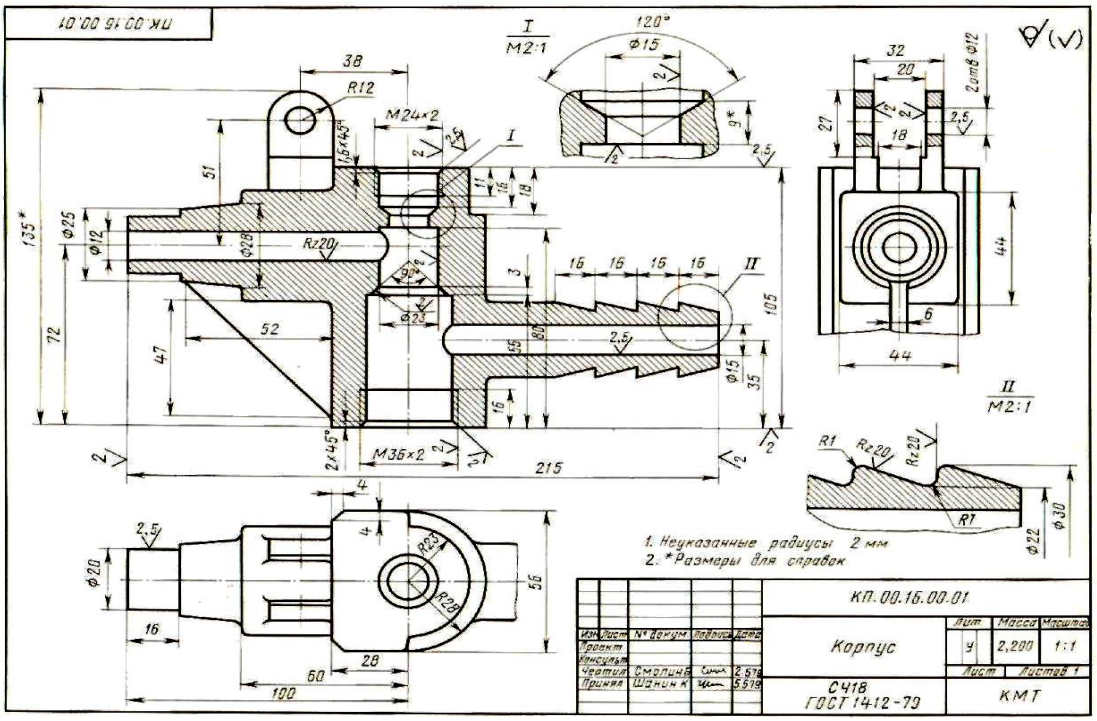
chiqarish chizig'ining tokchasiga *"O'ng tomoni"* so'zi yozib qo'yiladi (17.4.1-rasm,*f*).



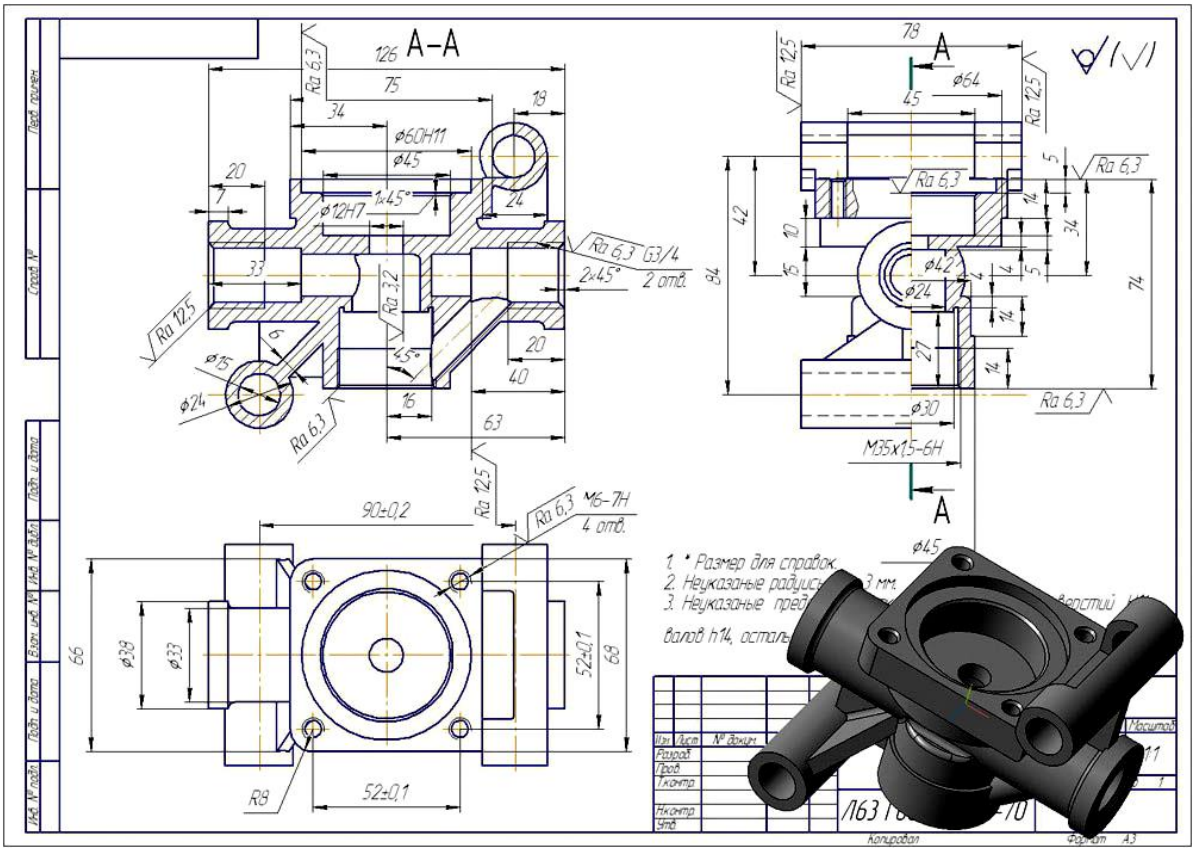

**17.4.1-rasm.**

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 "КОМПАСС" ALT da detallarning ish chizmalari 2D va 3D modellashtirish hamohangligida olib boriladi (17.4.2-rasm,*b*). Buyuk Britaniyada kompyterda loyihalashga asoslangan "***Production drawing***"-detal ish chizmalarni tayyorlash tizimida, chizmada detal to'g'risida maksimal informatsiya beriladi (17.4.2-rasm,*c*)[44].

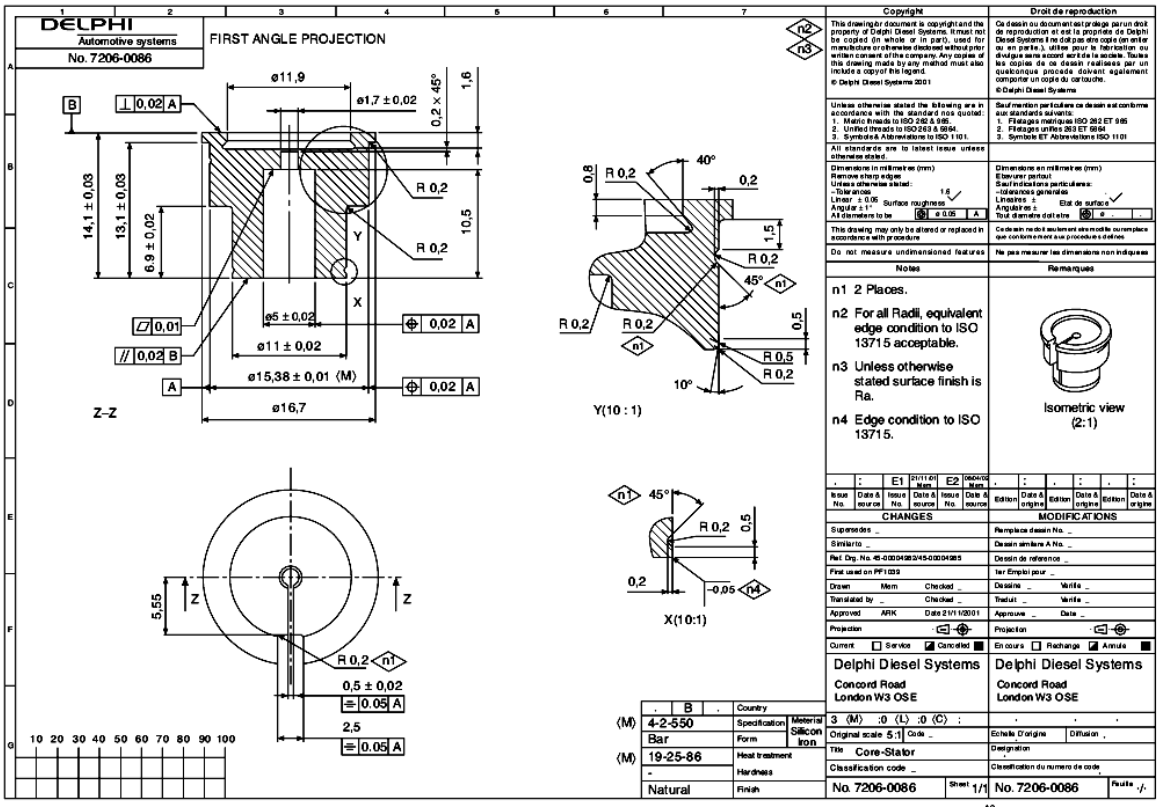
[44] Simmons C.H. (Colin H.), Maguire D.E. (Dennis E.). Manual of engineering drawing. UK. 2009.




**17.4.2-rasm,*a***




**17.4.2-rasm,*b***

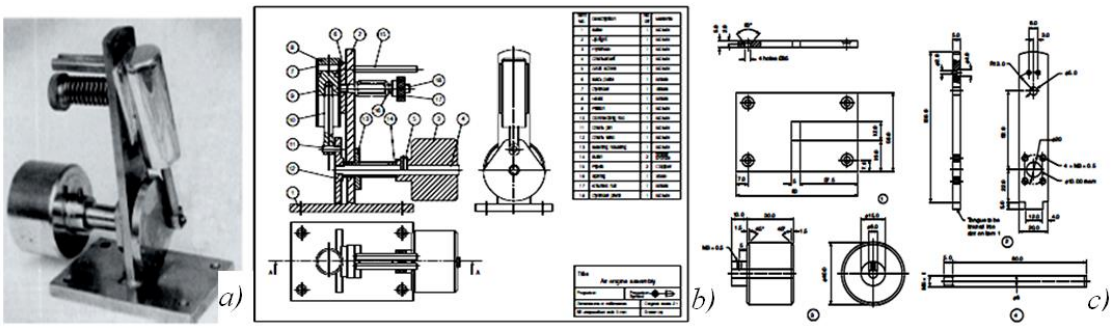



**17.4.2-rasm,*c***

## 17.5. Buyumlarning umumiy ko’rinish chizmalarini o’qish.

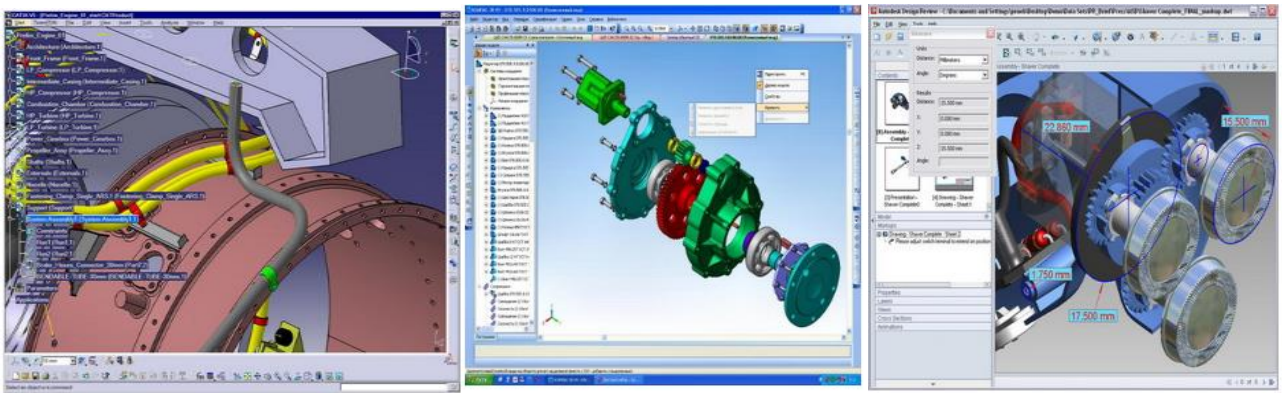
Buymning umumiy ko’rinish chizmasidan doim foydalanishga to’g’ri keladi. Masalan, uyda foydalanish uchun sotib olingan chang yutgich komplektiga albatta uning umumiy ko’rinish chizmasi ilova qilinadi. Korxona uchun olinadigan buyumlar (texnologik mashina va jihozlar) ning umumiy ko’rinish chizmalari muhim ahamiyatga ega. Ularda kerakli ko’rinish va qirqimlar, uni tashkil qiluvchi detallar (raqamlangan), hamda gabarit 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 ekspluatasiya qilishi osonlashadi. Bundan tashqari foydalanuvchi umumiy ko’rinish chizmasidan foydalanib yig’ma birlikni fikran detallarga ajratib, ish chizmalarini tayyorlashi mumkin. Bu esa ishdan chiqqan detallarni 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 berilgan[45].




**17.5.1-rasm**

Bugungi kunda turli CAD tizimlarda umumiy ko'rinish chizmalarini tayyorlash buyum detallarinig uch o'lchamli modellarini 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.

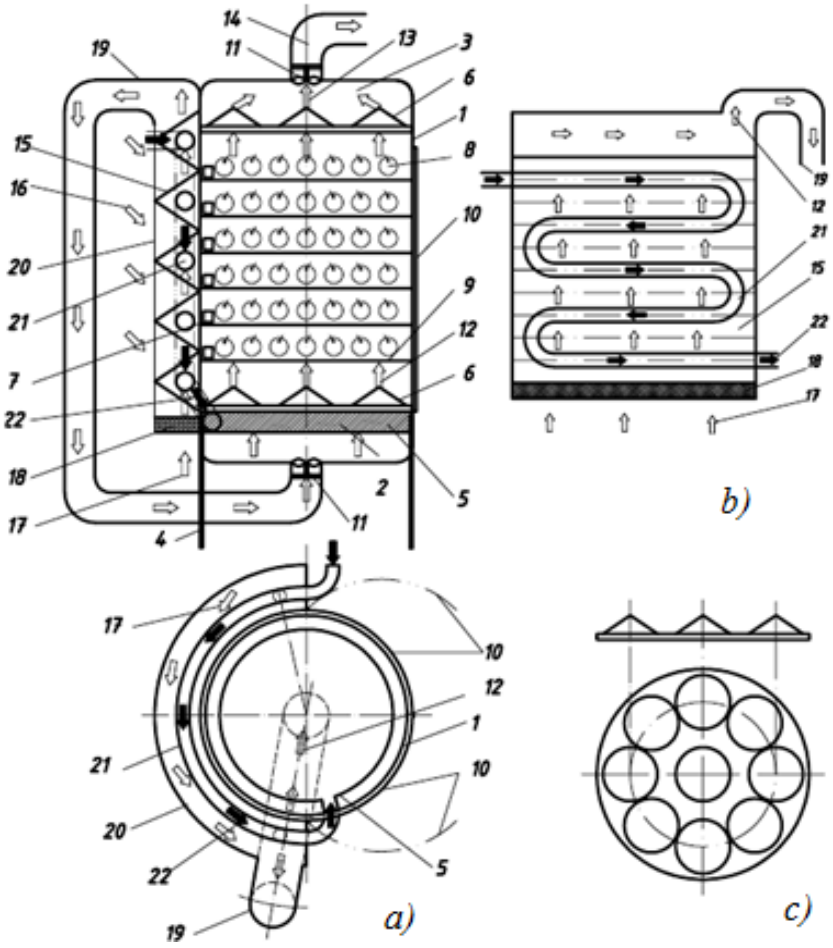


**17.5.2-rasm**

[45] C.H. Simmons, Maguire D.E. Manual of engineering /drawing. UK. 2009, 135-150 betlar.

**Mavzu bo’yicha geometrik modellashtirishga 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 mumkin[46]. 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 komponovkasi, shakli va o’lchamlari qayta ko’rib chiqiladi. Bunda konstruktiv geometrik modellastirish usulidan foydalanib barcha detallarni silindrik korpus atrofida komponovkalaymiz (17.5.3-rasm.).




**17.5.3-rasm**

[46] Jo’rayev T.X. Конструктивное геометрическое моделирование устройства для сушки сельскохозяйственной продукции с использованием солнечной энергии. Журнал «Агроилм». Выпуск № 3 (47), 2017. Ташкент. 94-95 с.

# 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 soddalastirilgan 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, aparatlari 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, prinsipial va boshqa sxemalarda buyum elementlari raqamlar (pzitsion belgilari) bilan belgilanadi va ular to'grisida elementlar ro'yxatiga 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 boriladi[47].

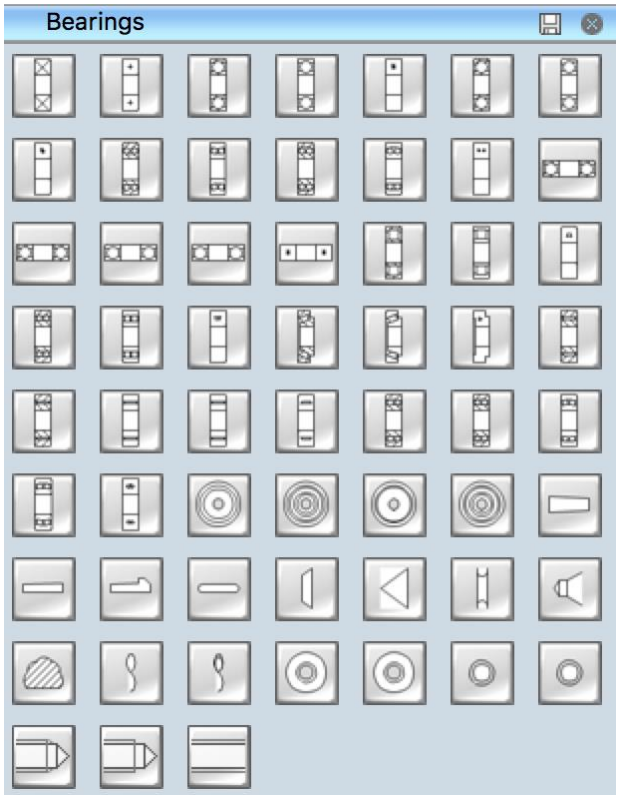
***Mashinasozlik chizmachiligida sxemalar bajarish tizimlari.*** *Concept Draw PRO* sxemalarni tuzish va vector grafikasiga asoslangan bo’lib, *Concept Draw Solution Park* tizimining muhandislik sohasida mashinasozlik masalalarini yechishga mo’ljallangan dasturiy mahsuloti hisoblanadi. U chizish asboblar panellari va

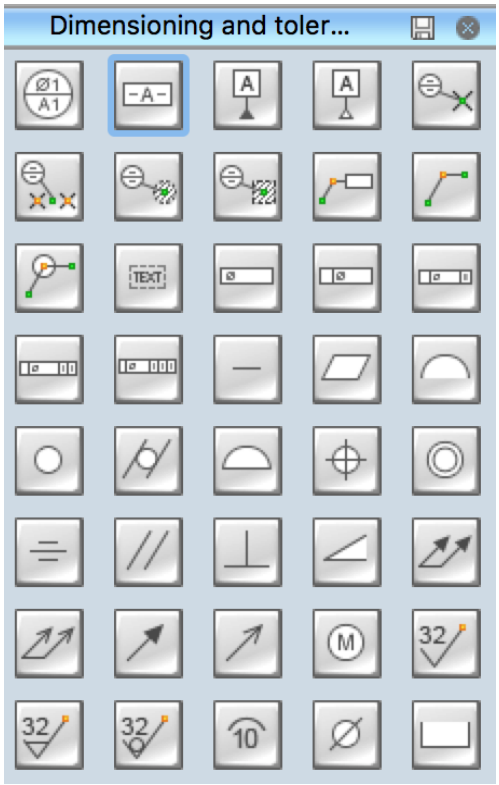
[47] Simmons C.H. (Colin H.), Maguire D.E. (Dennis E.). Manual of engineering drawing. UK. 2009, 237-272 bet.

oldindan tayyorlab qo’yilgan mashinasozlik chizmachiligi sxemalariga oid belgilar yordamida mashinasozlik chimachiligiga oid turli mashina va jihozlarning yig’ish chizmalari va sxemalarini tez, oson va aniq bajarish imkonini beradi[48].

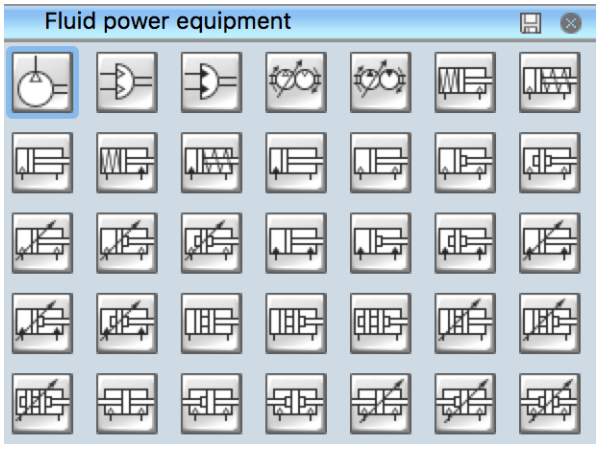
Mashinasozlik chizmachiligi bo’yicha tizimda, professional darajada ishlab chiqilgan va 8 ta bazaga guruhlangan, 602 ta umumiy qo’llaniladigan mashinasozlik chizmachiligi belgilari va ob’ektlardan iborat:

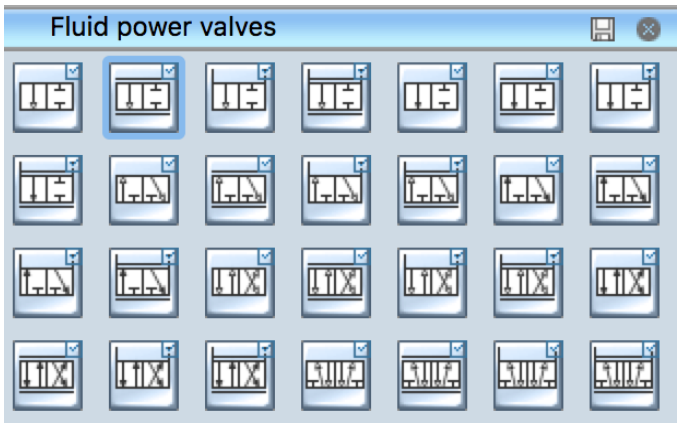
1. Podshipniklar (*Bearings*) bazasi 59 belgidan iborat;
2. Dopusk va posadkalar (*Dimensioning and tolerance*) 45 belgidan iborat;
3. Suyuqlik tizim jihozlari (*Fluid power equipment*) bazasi 113 belgidan iborat;
4. Suyuqlik zichlagichlari (*Fluid power valves*) 93 belgidan iborat;
5. Gidravlik nasoslar 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

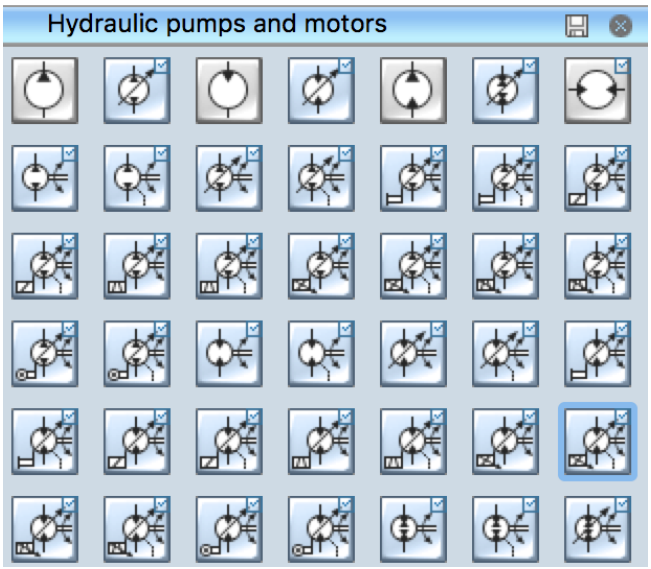


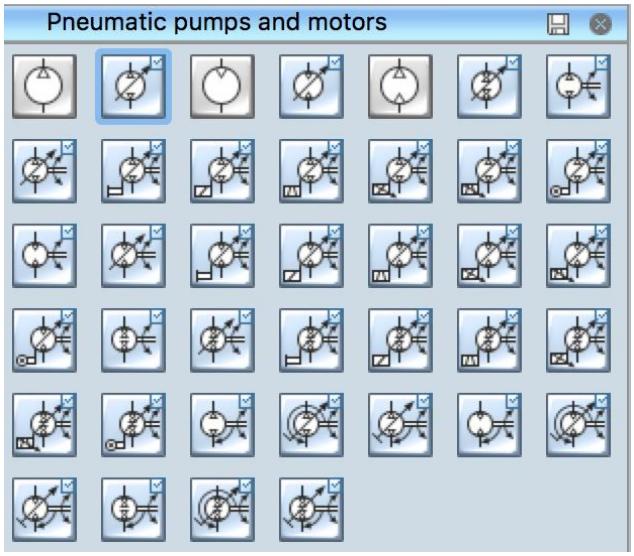



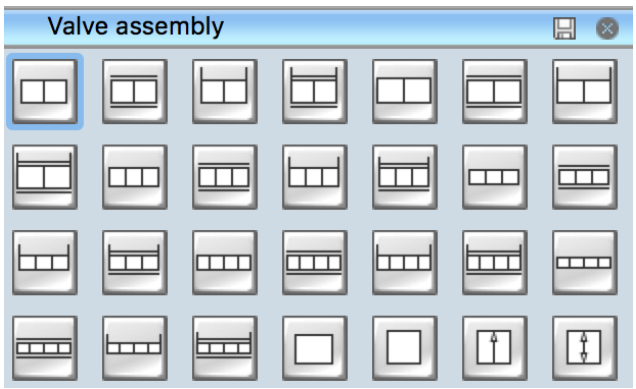

[48] http://www.conceptdraw.com

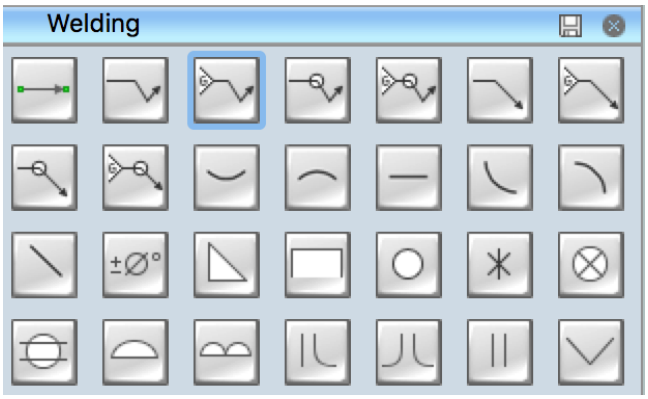

Fluid power equipment


Fluid power valves

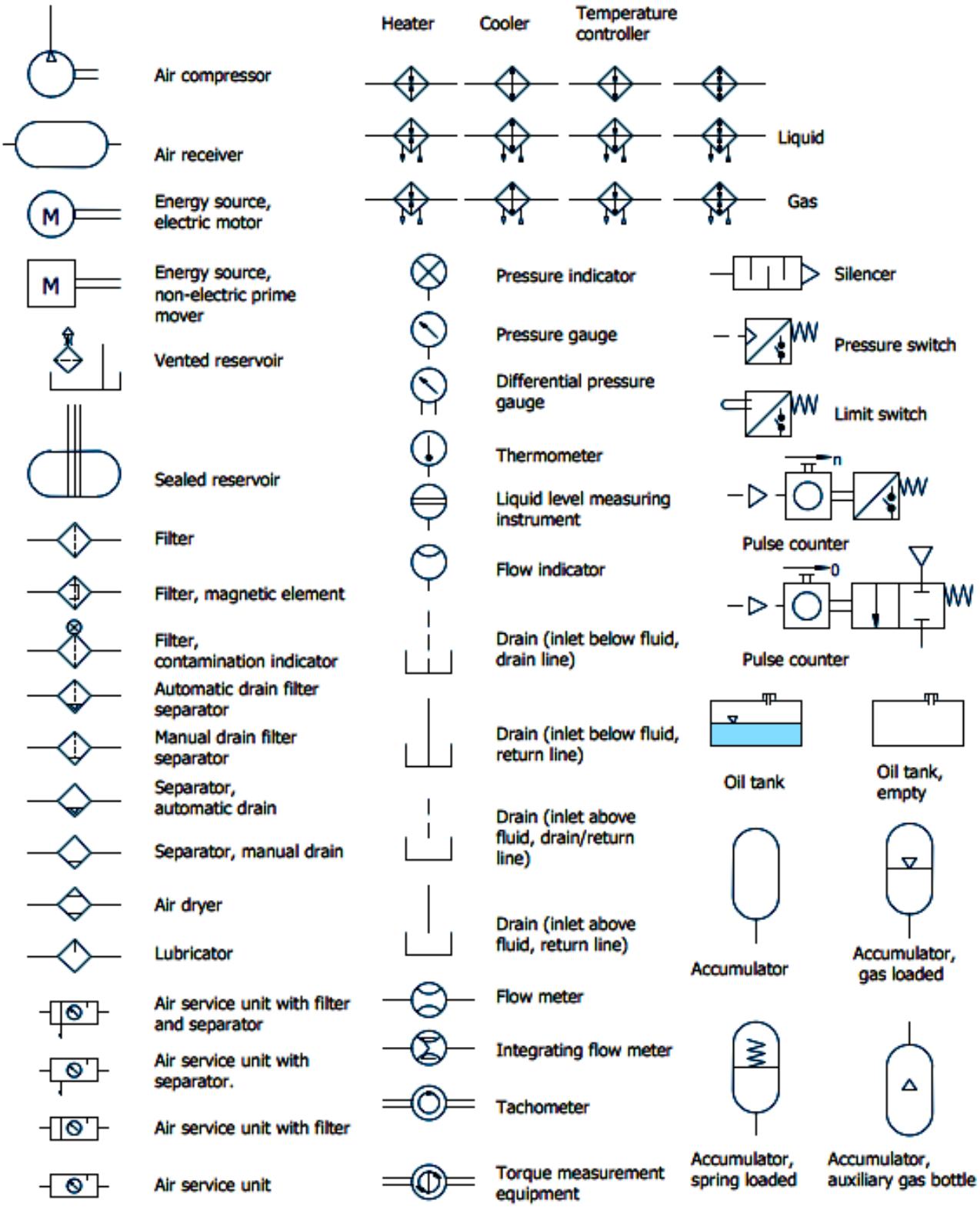

Hydraulic pumps and motors


Pneumatic pumps and motors


Valve assembly

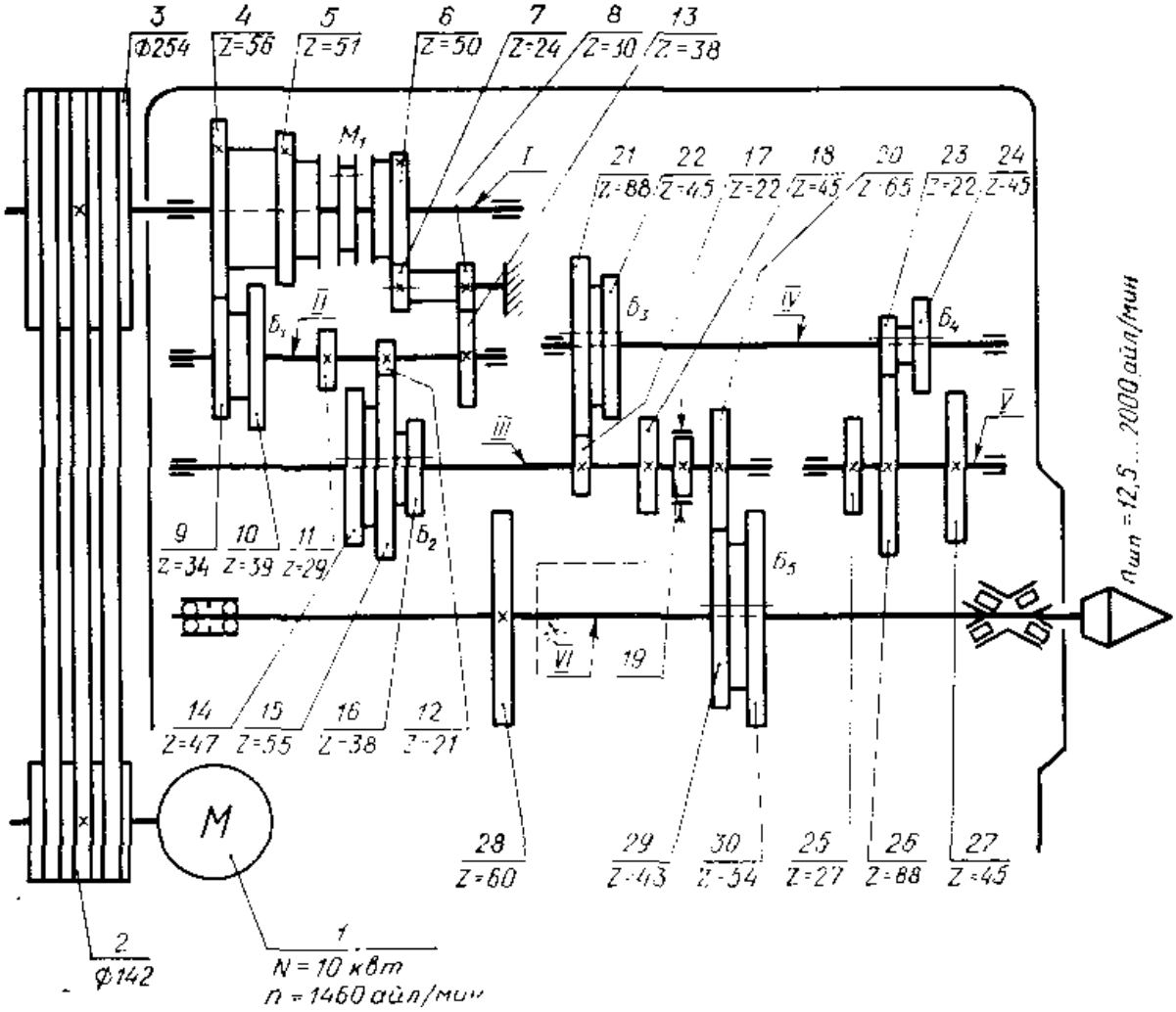

Welding

## *Gidravlik tizim bazasidagi mashinasozlik chizmachiligi belgilari*

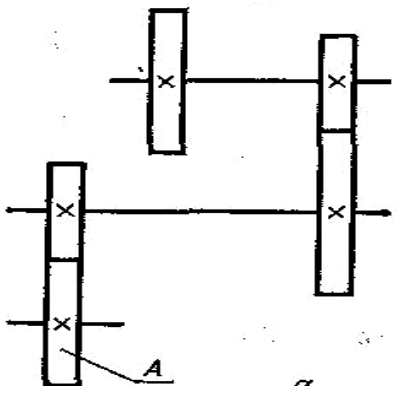


## 18.2-§. Kinematik va elektr sxemalar

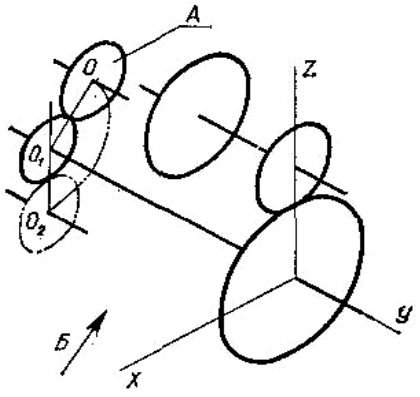
Buyumdagi detallarning o’zaro boglanishini va ularning bir - biriga nisbatan harakatini ko’rsatuvchi sxemalar kinematik sxemalar deyiladi. Sxemada hama elementlar shartli grafik belgilar ko’rinishida chiziladi (18.2 jadval). Kinematik sxemalarda vallar, o’qlar, sterjenlar, shatunlar va shunga o’xshashlar yo’g’onligi S ga teng asosiy tutash chiziqlar bilan, tishli g’ildiraklar, chervyaklar, yulduzchalar, shkivlar, kulachoklar va shunga o’xshashlar yo’g’onligi S/2 ga teng bo’lgan tutash chiziqlar bilan tasvirlanadi. Kinematik sxemada kinematik elementlarning asosiy harakteristikalari va parametrlari, masalan, dvigatelning nomi, tipi, harakteristikasi, 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 paramertlari tokchaning ostida ko'rsatiladi. 18.3.1-rasmda tokarlik stanogining shpindelini harakatga keltiruvchi kinematik sxema ko'rsatilgan. 18.3.2-rasmda tishli uzatmaning proyektsiyasi va 18.2.3-rasmda fazoviy ko'rinishi keltirilgan. Berilgan kinematik sxemani o'qishga kirishishda, avval sxemada tasvirlangan mexanizmning tuzilishi va ishlashini tushuntiruvchi yozuv tekstini 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**

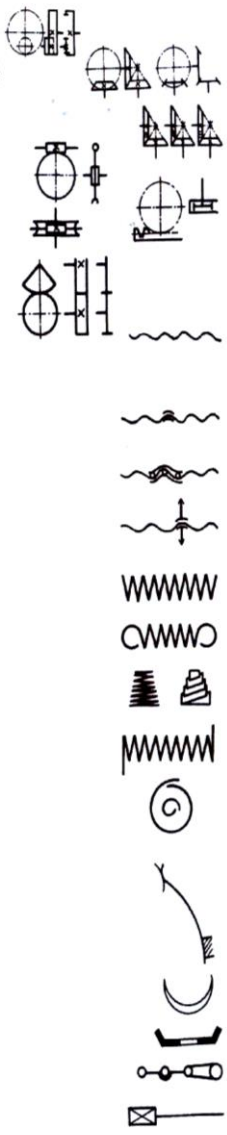
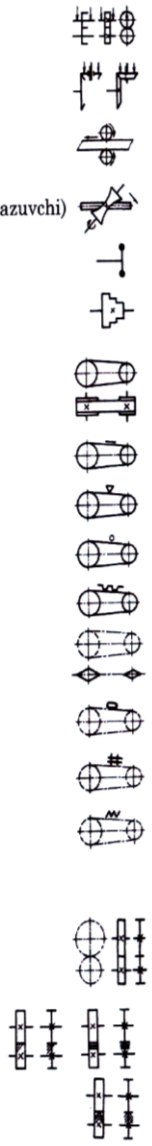



**18.2.2-rasm**




**18.2.3-rasm**

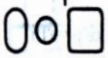
***Jadval 18.2***

| Nomlanishi | Belgilanishi | Nomlanishi | Belgilanishi |
|---|---|---|---|
| ichki ilashmali<br>22.Konusli tishli uzatmalar: umumiy belgilanishi<br>to'g'ri, spiralsimon, aylanma tishli (gipoidli)<br>23.Chervyakli tishli (vintli) uzatma<br>24.Reykali tishli uzatma<br>25.Sektor tishli uzatma<br>26.Harakat uzatuvchi vint<br>27.Harakat uzatuvchi vintdagi gayka:<br>ajralmas<br>sharikli ajralmas<br>ajraluvchi<br>28.Prujinalar:<br>silindrik siqilishli<br>silindrik cho'zilishli<br>konussimon siqilishli<br>silindrik buraluvchan<br>spiralli<br>29.Listli prujinalar:<br>bir yoqlama<br>ressorli<br>likopchasimon<br>30. Almashib ulash richagi<br>31.Valning dasta kiydiriladigan uchi |  | silindrik rolikli<br>konussimon rolikli<br>silindrik rolikli (aylanma harakatni<br>uzatma harakatga o'tkazuvchi)<br>giperbolali rolikli (aylanma harakatni vintli harakatga o'tkazuvchi)<br>17.Valga kiydirilgan maxovik (chambarak)<br>18.Valga mahkamlangan pog'onali shkiv<br>19.Tasmali uzatmalar:<br>umumiy belgilanishi<br>tekis tasmali<br>ponasimon tasmali<br>yumaloq tasmali<br>tishli tasmali<br>20.Zanjirli uzatma:<br>umumiy belgilanishi<br>yumaloq zvenoli<br>plastinka zvenoli<br>tishli zvenoli<br>21.Silindrik tishli uzatmalar:<br>umumiy belgilanishi<br>to'g'ri tishli<br>qiyshiq tishli<br>shevron tishli |  |

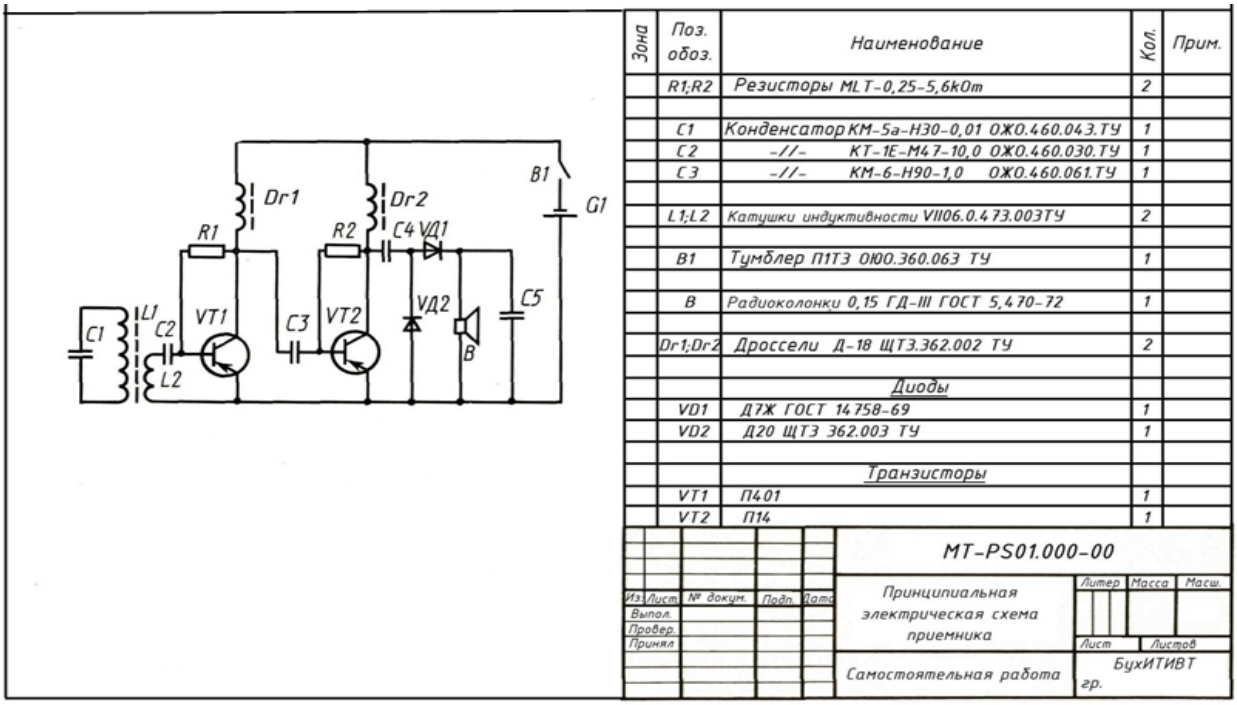
Printsipial elektr sxemalarda elementlar shartli grafik belgilar ko'rinishida chiziladi. KHYT da elektr sxemalarning shartli grafik belgilanishiga anchagina standartlar bag'ishlangan, shuning uchun bu belgilar bilan "Elektrotexnika" kursini o'zlashtirgandan keyingina to'la tanishib chiqish mumkin. Buyumlar uchun elektr sxemalar elektr tarmoqlaridan uzulgan holatida chiziladi. Elektr boglanish 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 | Nomlanishi | Belgilanishi |
|---|---|---|---|
| G – generator, M – motor, GS – sinxron generator, |  | moslashtiriladigan |  |
| MS – sinxron motor, ZZ – selsin, | | moslashtiriladigan o‘zgaruvchan |  |
| C – o‘zgartiruvchi uch fazali generator chulg‘amlari |  | 12.Kondensator: umumiy belgilanishi |  |
| yulduz usulida ulangan uch fazali motor |  | qutblashtirilgan |  |
| Transformator, avtotransformator, drossel va magnitli kuchaytirgichlar |  | qutblashtirilmagan |  |
| 5.Induktiv g‘altak: |  | o‘tkazuvchan |  |
| tarmoqli induktiv g‘altak: |  | o‘zgaruvchan hajmli |  |
| sirpanuvchi kontaktli induktiv g‘altak |  | shaxsiy rezistorli |  |
| magnitli dielektrik induktiv g‘altak |  | moslashtiriladigan |  |
| magnitli dielektrik magnit o‘tkazuvchan |  | 13.Elektr o‘lchash asboblari: |  |
| induktiv g‘altakka moslashtirilgan |  | ko‘rsatuvchi (ampermetr, voltmetr, vattmetr) |  |
| misni magnit o‘tkazuvchan induktiv |  | qayd qiluvchi |  |
| g‘altakka moslashtirish | | elektr energiyasini hisoblovchi (elektr hisoblagich) | |
| ferromagnitli magnit o‘tkazuvchan drossel |  | 14.Galvanometr |  |
| 6.Magnit o‘tkazmaydigan transformator: | | 15.Ossillograf |  |
| doimiy bog‘lanishli |  | 16.Diod (umumiy belgilanishi) |  |
| o‘zgaruvchan bog‘lanishli |  | 17.PNP turdagi tranzistor |  |
| magnit o‘tkazuvchan magnitli dielektrik | | 18.Elektr – vakuum asbobining balloni |  |
| transformator |  | 19. Elektrodlar: | |
| 7.Avtotransformator (ferromagnitli bir |  | anod |  |
| fazali magnit o‘tkazuvchan) | | katod |  |
| 8.Kontaktlar: | | 20. Diod: | |
| yoqadigan |  | to‘g‘ri chulg‘amli |  |

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.




| Зона | Поз. обоз. | Наименование | Кол. | Прим. |
|---|---|---|---|---|
| | R1;R2 | Резисторы МЛТ-0,25-5,6кОт | 2 | |
| | C1 | Конденсатор КМ-5а-Н30-0,01 ОЖ0.460.043.ТУ | 1 | |
| | C2 | -//- КТ-1Е-М47-10,0 ОЖ0.460.030.ТУ | 1 | |
| | C3 | -//- КМ-6-Н90-1,0 ОЖ0.460.061.ТУ | 1 | |
| | L1;L2 | Катушки индуктивности VII06.0.473.003ТУ | 2 | |
| | B1 | Тумблер П1ТЗ О100.360.063 ТУ | 1 | |
| | B | Радиоколонки 0,15 ГД-III ГОСТ 5,470-72 | 1 | |
| | Dr1;Dr2 | Дроссели Д-18 ЩТЗ.362.002 ТУ | 2 | |
| | | Диоды | | |
| | VD1 | Д7Ж ГОСТ 14758-69 | 1 | |
| | VD2 | Д20 ЩТЗ 362.003 ТУ | 1 | |
| | | Транзисторы | | |
| | VT1 | П401 | 1 | |
| | VT2 | П14 | 1 | |

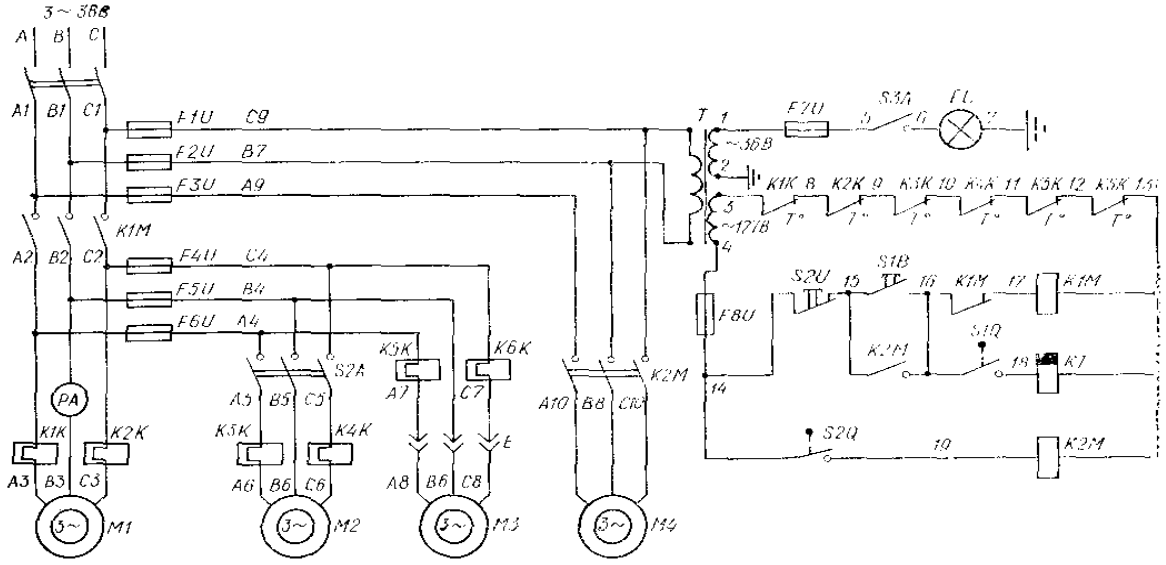
MT-PS01.000-00

Принципиальная электрическая схема приемника

Самостоятельная работа

БухИТИВТ гр.

**18.2.4-rasm**




**18.2.5-rasm**

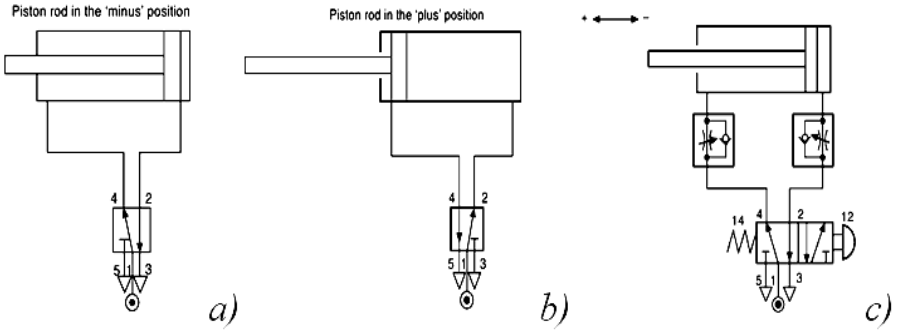
## 18.3-§. Pnevmatin va gidravlik sxemalar

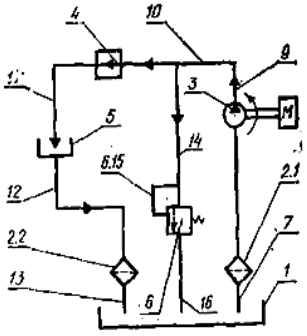
Pnevmatik va gidravlik sxemalar GOST 2.704-68 da belgilangan qoidalarga asosan bajariladi. Printsipial sxemalarda elementlar va tuzilmalar shartli grafik belgilar ko'rinishida tasvirlanadi. Sxemalardagi boglovchi chiziqlar asosiy tutash chiziqlar bilan ko'rsatiladi, boglovchi chiziqlarning ulangan joylari 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 belgilanali. 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 silindrli, 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-klapanning 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*)[49].

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 nechtasi 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 standartlari[50]. 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.

[49] 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 vebsaytida 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 Comissiyasi) 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 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, asboblar, 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 "*seksiyalarga*" (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 31.1**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| — | Direct current | ⊣\|\|\|⊢ | Battery of accumulators or primary cells | — | Conductor, group of conductors, line, cable, circuit, transmission path (for example, for microwaves) |
| ~ | Alternating current | ⊣\|----⊢ | | | |
| + | Positive polarity | | | | |
| − | Negative polarity | | Fuse, general symbol | Form 1 | Three conductors |
| | Propagation, energy flow, signal flow, one way | | | -01-03 Form 2 | 3 |
| 1 2 3 4 5 | Terminal strip, example shown with terminal markings | | Fuse with the supply side indicated | | Conductors in a cable, three conductors shown |
| | Junction of conductors | | Connecting link, closed | | Earth or ground, general symbol |
| | Double junction of conductors | | Connecting link, open | | Antenna |
| | Crossing of conductors with no electrical connection | | Circuit breaker | A | Ammeter |
| | Data highway | | | V | Voltmeter |
| ⊣\|⊢ | Primary cell or accumulator | | | | Oscilloscope |
| | | | | | Galvanometer |

*Note*– The longer line represents the positive pole, the short line the negative pole. The short line may be thickened for emphasis

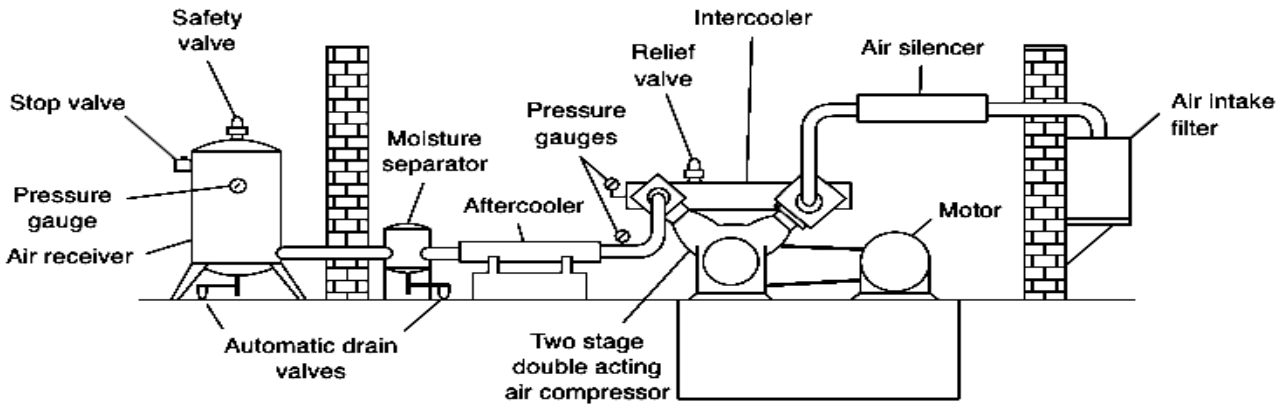
*Jadval 18.4.2*

**TABLE 31.2 Selected symbols for fluid power systems (from BS 2917).**

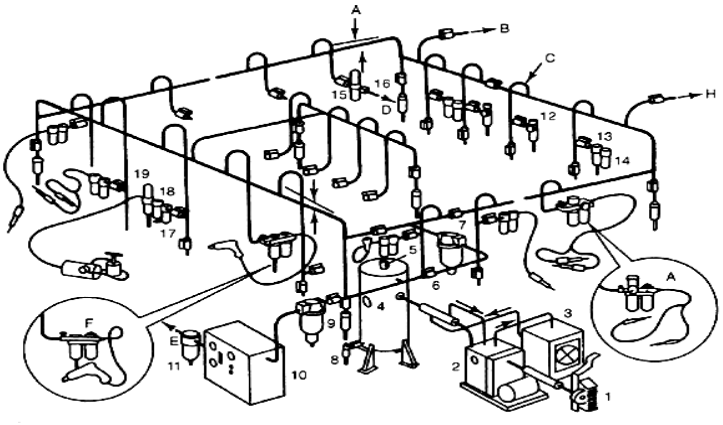
| Description | Symbol | Description | Symbol | Description | Symbol |
|---|---|---|---|---|---|
| General symbols | | *Air-oil actuator (transforms pneumatic pressure into a substantially equal hydraulic pressure or vice versa)* | | spring loaded (opens if the inlet pressure is greater than the outlet pressure and the spring pressure) | |
| Basic symbols | | | | | |
| *Restriction:* | | Directional control valves | | pilot controlled (opens if the inlet pressure is higher than the outlet pressure but by pilot control it is possible to prevent: | |
| affected by viscosity | | *Flow paths:* | | | |
| unaffected by viscosity | | one flow path | | | |
| Functional symbols | | two closed ports | | | |
| hydraulic flow | | two flow paths | | closing of the valve | |
| pneumatic 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 | | | | with resistriction (allows free flow in one direction but restricted flow in the other) | |
| *Fixed capacity hydraulic pump:* with one direction of flow | | one flow path in a by-pass position, two closed ports | | | |

**TABLE 31.3** (*Continued*).

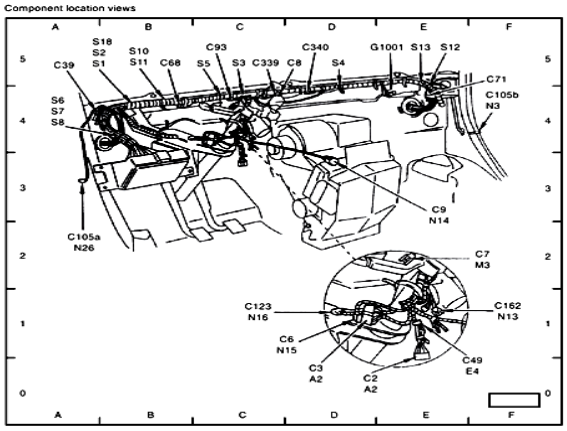
| Systems symbols | Systems symbols |
|---|---|
| heating energy, energy demand | cam control |
| heat exchanger, general with substance flows crossing | electromagnetic actuator |
| heat exchanger, general without substance flows crossing | example: magnetic valve showing flow (1, 2, 3) |
| tank, general (pressureless) | liquid pump, circulating pump, general |
| tank with convex bottom, general (for high pressure) | fan (general) |
| isolating valve (general) two way valve | compressor (general) |
| three way valve | compressor, 4 step (4) |




**18.4.1-rasm**



**18.4.2-rasm**



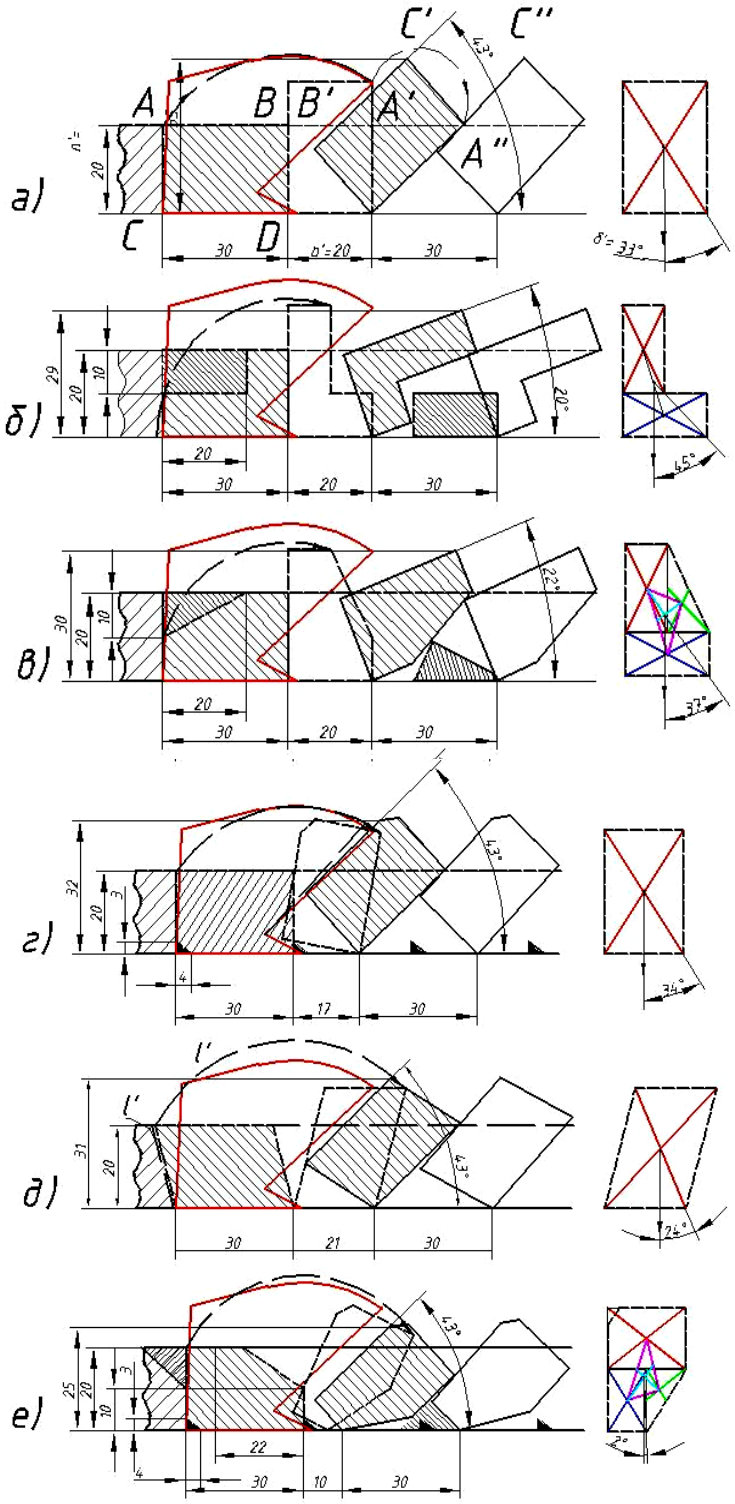

**18.4.3-rasm**

**Mavzu bo'yicha geometrik modellashtirishga 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 ega[51]. 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 modellashtirishni 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 modellashtirish 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'ndalng kesimining optimal shakli

[51] Jo'rayev T.X. "Геометрическое моделирование поперечного сечения оборачиваемого пласта" «Кишлок ва сув хужалигининг замонавий муаммолари» мавзусидаги иктидорли талабалар, магистрантлар ва ёш олимларнинг IX-Республика илмий-амалий анжумани маколалар туплами. Тошкент 20-21 май 2010 йил, ТИМИ. 203-205 б

tanlangan (18.4.4-rasm,*f*). Bu usul yordamida turli texnologik jarayonlarni nafaqat o’rganish, balki ularni geometrik modellastirish asosida tadqiq qilib kerakli natijalarni ham olish mumkin.




**18.4.4-rasm**

# GLOSSARIY

| № | Atamaning o'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 | tenglamasi algebraik funksiya 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 teksliklarning 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. | Algoritm | 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 Arxemed 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 harakatlanu-vchi 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 chizig‘ning biror nuqta-sidan unga o‘tkazilgan yopish-ma 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 yarim urinmalari ustma-ust tushadi va bir xil yo‘nalishda b-di. |
| 16. | Bissektor tekisligi | Bisector plane | Биссекторная плоскость | H vaV proektsiyalar tekisliklaridan barobar uzoqlikdagi nuqtalarning 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‘yin chizig‘i | Mouth | Горловина | aylanish sirtining 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 sirtining 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 chizig‘ning biror nuqtasidan unga o‘tkazilgan yopishma tekislikda yotuvchi va urinmaga perpendikulyar bo‘lgan to‘g‘ri chiziq. |
| 21. | Diskret karkas | Discrete skeleton | Дискретный каркас | uzuq-uzuq 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 xarakatlanuvchi biror nuqtaning qoldirgan izi |
| 24. | Egri chiziq klassi | Curve class | Класс кривой | fazoviy egri chiziqda biror to’g‘ri chi-ziq orqali unga o‘tkazilagan 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. | Ekssentrik sferalar usuli | Method of eccentric spheres | Метод эксцентрических сфер | murakkab aylanma sirtlarning kesishuv chizig‘ini aniqlashda qo‘llaniladigan usul |
| 30. | Ekvator | Equator | Экватор | aylanish sirtidagi eng katta parallel bo‘lib, uning bosh meridian bilan kesishishuv nuqtasida bosh meridianga o‘tqazilgan urinmalar aylanish o‘qiga parallel bo‘ladi |
| 31. | Elliptik kesim | Elliptic section | Эллептическое сечение | konusni barcha yasovchilarini kesib, uning o‘qiga perpendikulyar bo‘lmagan tekslik kesishishidan hosil bo‘lgan shakl |
| 32. | Epyur | Drawing | Эпюр (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 urinmala-rida 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 | Trihedron of Frene | Трехгранник 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 paral-lel tekislik bilan kesishishidan hosil bo‘lgan shakl |
| 42. | Giperbolik nuqtalar | Hyperbolic points | Гиперболические точки | sirtning bunday nuqtasida unga o‘tkazilgan urinma tekislik sirtni 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 tekislik | Horizontal plane | Горизонтальная плоскость | gorizontal (H) proyeksiyalar 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 каноид | 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 цилиндроид | 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 chiziqning bunday nuqtasida urinmalar va normallar 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. | Ikosoedr | 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 aylantirish o‘qi sifatida tekislikning biror izi qabul qilinadi va uning atrofida aylantirib tekislik shu proyeksiyalar tekisligiga jipslashtiriladi. |
| 56. | Kanal sirti | Canal surfaces | Каналовые 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 knematik 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 nurda 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 kesimilari | Conic section | Конусные сечения | konus sirtini biror tekslik bilan kesishishidan hosil bo‘lgan kesim yuza |
| 67. | Koordinata o‘qlari | Axes of co-ordinates | 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 проецирование | proeksiyalash 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 chiziqning biror nuqtasida unga o‘tkazilgan urinmaga perpendikulyar to‘g‘ri chiziq. Sirtning normali uning biror nuqtasiga unga o‘tkazilgan urinma tekislikka perpendikulyar bo‘lgan to‘g‘ri chiziq. |
| 76. | Normal kesim | Normal section | Нормальное сечение | biror sirtni uning o‘qiga perpendikulyar tekislik bilan kesganda hosil bo’lgan kesim |
| 77. | Normal tekislik | Normal plane | Нормальная плоскость | fazoviy egri chiziqning biror nuq-tasida unga o‘tkazilgan urinmaga perpendikulyar bo‘lgan normallar |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| 78. | Oktaedr | Octahedron | Октаэдр | asosi kvadrat va yon yoqlari 8 ta muntazam uchburchaklardan iborat qavariq ko‘pyoqlik sirt |
| 79. | Oktant | Octans | 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 tekslik kesishishidan hosil bo‘lgan shakl |
| 83. | Parabolik nuqtalar | Parabolic points | Параболические точки | urinma tekislik sirtga to‘g‘ri chiziq bo‘yicha urinsa bu urinish chiziqining nuqtalari |
| 84. | Parallel proektsiyalash | Parallel displaying | Параллельное проецирование | proyektsiyalovchi nurlar o‘zaro parallel bo‘lgan proektsiyalash |
| 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 uchga 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, ikosa-edr) qavariq ko‘pyoqlik sirtlar |
| 89. | Pozision masala | Position problem | Позиционная задача | berilgan shakllarni o‘zaro tegishliligini, ya’ni o‘zaro umumiy elementlarni aniqlaydigan masala |
| 90. | Prizma | Prism | Призма | asoslari o‘zaro parallel bo‘lib, uchburchak yoki ko‘pburchaklar-dan yon yoqlari to‘rtburchaklar-dan iborat qirrali sirt |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| 91. | Prizmatoid | Prismatoid | Призматоид | 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 | Profilno-projecting plane | Профильно-проецирующая плоскость | profil (W) proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar bo‘lgan tekislik. |
| 93. | Profil proyeksiyalovchi to‘g‘ri chiziq | Profilno-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 tekis-ligiga 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 tekisliklarini almashtirish | Replacement of planes of projections | Замена плоскостей проекций | narsaning holatini o‘zgartirmas-dan, balki unga nisbatan proyeksiyalar tekisliklarining holatini qulay qilib o‘zgartirish. |
| 99. | Proyeksiyalash | Displaying | Проецирование | bu jarayon bo‘lib, unda proyek-siyalanuvchi ob’ekt nuqtalari orqali nurlar o‘tkazib ularning proyeksiyalar tekisligi bilan kesishuv nuqtalari aniqlanadi. |
| 100. | Proyeksiyalash markazi | The displaying centre | Центр проецирования | proyeksiyalovchi nurlar chiqa-digan 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 гранных surfaces | Площадь сечения гранных поверхностей | qirrali sirt bilan tekslik kesishuvidan hosil bo‘lgan shakl |
| 104. | Qiyshiq burchakli proektsiyalash | Oblique-angled displaying | Косоугольное проецирование | proeksiyalovchi nurlar proeksi-yalar tekisligiga perpendikulyar bo‘lmagan holda hosil bo‘lgan proektsiyalash. |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| 105. | Qo‘sh nuqta | Double points | Двойные точки | egri chiziqning bu nuqtasida yarim urinmalar 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 | Закономерная кривая | muayyan biror qonunga bo‘ysunuvchi nuqtalar to‘plami |
| 107. | Qonuniy sirt | Natural surface | Закономерная поверхность | hosil bo‘lishi jarayoni biror qonunga asoslangan sirt |
| 108. | Qonunsiz egri chiziq | Irregular curve | Незакономерная кривая | o‘z harakati bilan biror qonunga bo‘ysunuvchi nuqtalar to‘plami. |
| 109. | Qonunsiz sirt | Irregular surface | Незакономерная поверхность | hosil bo‘lishi jarayoni biror qonunga asoslanmagan sirt |
| 110. | Ravon egri chiziq | Smooth curve | Плавная кривая | hamma nuqtalarida qarama-qarshi yo‘nalgan yarim urinmalar 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 | Циклическая поверхность | markazlari egri chiziqli yo‘nalti-ruvchi bo‘ylab harakatlanuvchi aylana hosil qilgan sirt |
| 113. | Sinish nuqtasi | Crisis point | Точка перелома | egri chiziqning bu nuqtasida yarim urinmalar 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 плоскость поверхности | sirtning biror nuqtasidan o‘tgan ikki kesim chizig‘iga o‘tkazilgan urinmalardan tashkil bo‘lgan tekislik |
| 119. | Sirtlarning o‘zaro kesishish chizig‘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 normali | 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 kesish-gan 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 ko‘chirish usuli | Method of parallel displacement | Метод параллельного смещения | aylantirish usulining xususiy holi 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 gorizontali | 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‘rta muntazam uchbur-chaklardan iborat piramida |
| 133. | To‘g‘ri burchakli proektsiyalash | Orthogonal projection | Прямоугольное проецирование | 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 proyek-siyalar 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 chiziqning izlari | Traces of line | Следы прямой | to‘g‘ri chiziqning 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 каноид | 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 цилиндроид | 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 yoyiluvchi 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 uchburchakdan foydalanib yasash usuli |
| 144. | Umumiy vaziyatdagi tekislik | General provisions plane | Плоскость общего положения | proyeksiyalar tekisliklarinng birortasiga ham parallelva perpen-dikulyar 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-удоленная точка | to‘g‘ri chiziqning cheksiz uzoqlashgan nuqtasi. |
| 149. | Xosmas tekislik | Infinite plane | Бесконечная плоскость | uch o‘lchamli fazoning cheksiz uzoqlashgan nuqtalar to‘plami. |
| 150. | Xosmas to‘g‘ri chiziq | Line of infinity | Бесконечно-удаленная прямая | tekislikning cheksiz uzoqlashgan chizig‘i. |
| 151. | Xususiy vaziyatdagi tekislik | Plane of private position | Плоскость частного положения | proyeksiyalar tekisliklarining biriga parallel yoki perpendikulyar bo‘lgan tekislik. |
| 152. | Xususiy vaziyatdagi to‘g‘ri chiziq | Straight line of private position | Прямая частного положения | proyeksiyalar tekisliklarining biriga parallel yoki perpendi-kulyar bo‘lgan to‘g‘ri chiziq. |
| 153. | Yopishma tekislik | Tangential plane | Соприкосающая 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‘nali-shiga 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 harakatlanishtidan 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 end 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.Inogomova , T.Rixsiboev "Texnik chizmachilik kursi".
7. В.С. Левитцкий "Машиностроительное черчение".
8. Yodgorov J.Y. Chizma geometriya. – T.: 2006.
9. Чекмарев 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.