

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA’LIM VAZIRLIGI

Jahongir Avloqulovich Qosimov

**MUHANDISLIK GRAFIKASI**

O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta'lim vazirligi  
tomonidan oliy o‘quv yurtlari 5430400- Qishloq xo‘jaligida innovatsion texnika va  
texnologiyalarini qo‘llash va turdosh yo‘nalishdagi bakalavriat talabalari uchun  
дарслик sifatida tavsiya etilgan.

Toshkent – 2020

**UO‘K: 515(075)**

### **ANNOTATSIYA**

Oxirgi yillarda ta'lim sohasida olib borilayotgan izchil islohotlar mutaxassislarni kommunikativ sifatlarga ega bo'lishlarini ta'minlash maqsadida, bir-biriga turdosh bo'lgan fanlarni integrativ o'qitish asosida tashkil qilishga qaratilgan. Shular jumlasidan "Chizma geometriya va kompyuter grafikasi" va "Muhandislik grafikasi" kabi fanlar davlat standarti tomonidan ta'lim jarayonining o'quv dasturlariga kirib keldi.

Ushbu "Muhandislik grafikasi" darsligi malakali va ko'p yillik tajribaga ega bo'lgan J.Qosimov tomonidan yozilgan bo'lib, chizma geometriyada masalalar yechishni osonlashtirish uchun ixtiyoriy berilgan tekisliklarni qulay berilishga keltirishda ijodiy yondashuv mazmunan hamda, muhandislik grafikasidan talabalar uchun ko'rinishlar, qirqimlar mavzulari tushunarli yoritilgan.

### **АННОТАЦИЯ**

Последовательные образовательные реформы последних лет были направлены на создание интегрированного обучения смежным дисциплинам, чтобы у специалистов были коммуникативные качества. Среди них такие предметы, как «Начертательная геометрия и компьютерная графика» и «Инженерная графика», были включены в учебный план государственным стандартом.

Это учебное пособие «Инженерная графика» написано опытным и опытным практиком Я. Косимовым с творческим подходом к созданию гибких графиков для облегчения решения задач в графической геометрии, а также визуализации инженерной графики для студентов. Темы раздела понятны.

### **ANNOTATION**

Consistent educational reforms in recent years have been aimed at creating integrated learning of interdisciplinary disciplines in order to ensure that specialists have communicative qualities. Among them, such subjects as "Descriptive Geometry and Computer Graphics" and "Engineering Graphics" have been incorporated into the curriculum by the State Standard. This textbook "Engineering Graphics" is written by J.Kosimov, a skilled and experienced practitioner, with a creative approach to providing flexible plots to facilitate problem solving in graphic geometry, as well as visualization of engineering graphics for students. , the topics of the section are clear.

### **Taqrizchilar:**

TAYLEQI "Muhandislik grafikasi va axbarot texnologiyalari" kafedراس dotsenti, t.f.n. B.Alimov  
TIQXMMI "Nazariy va qurulish mexanikasi" kafedراس dotsenti, t.f.n. B.Yo'ldoshev

# BIRINCHI QISM

## CHIZMA GEOMETRIYA

### Darslikda qabul qilingan shartli belgilar va ramzlar

Ma'lumki, chizma geometriya kursida nazariy materiallarni bayon qilishda, ayniqsa amaliy mashg'ulotlarda har bir mavzuga oid masalalarni yechish rejasi – algoritmlarini matnli tuzish bilan birga, ulardagi yozuvlarni qisqartirish maqsadida matematika fanida qabul qilingan ramzlardan keng foydalaniladi.

Shu bois barcha o'quv adabiyotlarida keltirilgan shartli belgilar va ramzlarini tahlil qilib, ularni ba'zilariga ijodiy, metodik va mantiqiy yondashib, ularni umumlashtirilgan holdagi shakl va mazmunini ishlab chiqdik. Unda har bir belgi va ramzlarni izohlovchi misollar berilgan.

Chizma geometriyada foydalaniladigan shartli belgi va asosiy ramzlarni, ayrim manbalarda ikki turga bo'lingan bo'lsada ularni quyidagi 3 turiga bo'ldik:

1. Geometrik figuralarni shartli ifodalovchi belgilar va ramzlar.
2. Geometrik figuralarning o'zaro vaziyatlariga oid (pozitsion) mantiqiy ramzlar.
3. Geometrik figuralarning o'zaro munosabatlari va grafik amallarga oid mantiqiy ramzlar.

Ushbu metodik qo'llanmada chizma geometriya fanida foydalanishga mo'ljallangan shartli belgilar va ramzlar keltirilibgina qolmay, ularni masalalar yechish algoritmlariga tadbiiq qilinishi qam keltirilgan. Ularda chizma geometriyada ychiladigan tayanch va asosiy masalalarning yechish algoritmlari tuzib chiqilgan.

#### *1. Geometrik figuralarni shartli ifodalovchi belgilar va ramzlar*

	Belgilanishi	Nomlanishi
1.	$\Phi$	Geometrik figuralar. Ular pastki indeksga qo'shib yziladi
2.	H, V, W	Gorizontal, frontal, profil proyeksiyalar tekisliklari
3.	O, OX, OY, OZ	Koordinatalar boshi, absissa, ordinata va applikata

		o'qlari
4.	$H_1, H_2, \dots, V_1, V_2, \dots$	Yangi gorizontal va frontal proyeksiyalar tekisliklari
5.	$Q(ABC); Q(ab);$ $Q(c \cap d)$	geometrik elementlari bilan berilgan Q tekislik
6.	$P_H, Q_H; P_V, Q_V;$ $P_W, Q_W$	fazodagi P va Q tekislik gorizontal, frontal va profil izlari
7.	A, B, C, ... yoki 1, 2, 3, ...	Fazodagi nuqtalar
8.	$A(X, Y, Z)$	A nuqtaning koordinatalari
9.	$X_A, Y_A, Z_A$	A nuqtaning X, Y, Z koordinatalari
10.	S	Proyeksiyalash markazi
11.	S	Proyeksiyalash yo'nalishi
12.	$\Phi', A', B', \dots$ yoki $1', 2', \dots$ $\Phi'', A'', B'', \dots$ yoki $1'', 2'', \dots$ $\Phi''', A''', B''', \dots$ yoki $1''', 2''', \dots$	Fazodagi figura va nuqtalarning gorizontal proyeksiyalari Fazodagi figura va nuqtalarning frontal proyeksiyalari Fazodagi figura va nuqtalarning profil proyeksiyalari
13.	$A_Q, B_Q, C_Q, \dots$	Fazodagi A, B, C, ... nuqtalarning Q tekislikdagi proyeksiyalari
14.	$A_0, B_0, C_0, \dots$ $1_0,$ $2_0, \dots$	Haqiqiy kattalikdagi nuqtalarning qo'shimcha proyeksiyalari
15.	$A^0, B^0, C^0, \dots$	Nuqtalarning aksonometriyadagi proyeksiyalari
16.	$A^{10}, B^{10}, C^{10}, \dots$	Aksonometriyada nuqtalarning ikkilamchi proyeksiyalari
17.	a, b, c, d, ..., m, n	Fazodagi to'g'ri chiziqlar
18.	$a', b', c', \dots$ $a'', b'', c'', \dots$ $a''', b''', c''', \dots$	To'g'ri chiziqlarning gorizontal proyeksiyalari To'g'ri chiziqlarning frontal proyeksiyalari To'g'ri chiziqlarning profil proyeksiyalari



19.	$h(h', h'', h''')$	Gorizantal to'g'ri chiziq va uning gorizantal, frontal, profil proyeksiya.
20.	$f(f', f'', f''')$	Frontal to'g'ri chiziq va uning gorizantal, frontal, profil proyeksiyal.
21.	$p(p', p'', p''')$	Profil to'g'ri chiziq va uning gorizantal, frontal, profil proyeksiyalari
22.	$X_1X_1, X_2X_2$ yoki $O_1X_1, O_2X_2$	Proyeksiyalar tekisliklarini almashtirish usulida yangi o'qlarning belgilanishi
23.	$(AB)$	A va B nuqtalardan o'tgan AB to'g'ri chiziq
24.	$[AB) (AB]$	Uchi A yoki B nuqtada bo'lgan AB nur
25.	$[AB]$	AB to'g'ri chiziq kesmasi
26.	$A'A'', A''A'''$	Bog'lovchi chiziqlar. $A'A''$ - A nuqtani gorizantal va frontal proyeksiyalarini proyeksion bog'likdaligini bildiruvchi bog'lovchi (to'g'ri) chiziq. $A''A'''$ - A nuqtani frontal va profil proyeksiyalarini proyeksion bog'likdaligini bildiruvchi bog'lovchi (to'g'ri) chiziq.
27.	$\sim, \approx, (\tilde{a}, \tilde{m})$	- Yoy $a$ va $m$ egri chiziq. Ularni gorizantal, frontal va profil proyeksiyalari tegishlicha ', ', ''' lar bilan ifodalanadi
28.	$\alpha, \beta, \gamma, \delta, \dots$ yoki $\theta, \Sigma, \Omega, \dots$	Grek alfavitining harflari bilan ifodalangan sirtlar. Ularni gorizantal, frontal va profil proyeksiyalari tegishlicha ', ', ''' lar bilan ifodalanadi
29.	$^\circ (90^\circ, 45^\circ, 30^\circ, 60^\circ, \dots)$	Gradus - burchaklar
30.	$\sphericalangle$ yoki $\square$	To'g'ri burchak belgisi
	$\sphericalangle, \wedge, \frown$	Burchak ( $\sphericalangle \varphi - \varphi$ burchak, $a \wedge b - a$ va $b$ to'g'ri chiziqlar orasidagi burchak, $\widehat{ABC}$ - kesichuvchi AB va BC to'g'ri chiziqlar orasidagi burchak)
31.	$<$ yoki $>$	Kichik yoki katta. $A'B' < [AB], [AB] > A'B'$ – kesmani

		gorizontal A'B' proyeksiyasi o'zidan kichik yoki [AB] kesma o'zining gorizontal proyeksiyasidan katta
32.	$\infty$	Cheksizlik. $A \rightarrow \infty$ – A nuqta cheksizlikda joylashgan
33.	... (...,...,...) yoki ... (...,...)	Chizmada geometrik figuralarni berilishi: $A(A',A'',A''')$ – A nuqta gorizontal, frontal va profil proyeksiyalari bilan beriladi. $P(P_H, P_V)$ – P tekislik gorizontal va frontal izlari bilan beriladi.
34.	$\Delta$ -delta	$\Delta X$ – ikki nuqta absissalari ayirmasi $\Delta Y$ – ikki nuqta ordinatalari ayirmasi $\Delta Z$ – ikki nuqta applikatalari ayirmasi
35.	k ( $\triangleright$ yoki $\triangleleft$ )	k-konuslik. $k = 1/8$ . $\triangleright 1/8$ yoki $\triangleleft 1/8$ – konuslik o'ngga $1/8$ nisbatda yoki konuslik chapga $1/8$ nisbatda
36.	i ( $\sphericalangle$ )	i – qiyalik. $i = 1:3$ . $\sphericalangle 1:3$ – o'ngga qiyalik. Belgi uchi chapga yo'nalgan bo'lsa, chapga qiyalik, uning uchi pastga yoki yuqoriga yo'nalsa, yuqori yoki pastga qiyalik bo'ladi.
37.	$\sqrt{\quad}$	Kvadrat ildiz. $s = \sqrt{a^2 + b^2}$ – to'g'ri burchakli uchburchakning gipotenuzasi katetlar kvadrati yig'indisini kvadrat ildizdan chiqqan qiymatga teng
38.	$\Sigma$	Yig'indi. $\Sigma(\alpha^\circ + \beta^\circ + \gamma^\circ = 180^\circ)$ – uchburchakning burchaklari yig'indisi $180^\circ$ ga teng
39.	$\dots \leq \dots \geq \dots$	Geometrik figuralarning proyeksiyalari o'zidan kichik (ular ixtiyoriy vaziyatda bo'lsa) yoki teng (ular xususiy vaziyatda bo'lsa) bo'ladi, bundan nuqta istesno. Geometrik figuralar o'zining proyeksiyalaridan katta (ular ixtiyoriy vaziyatda bo'lsa) yoki teng (ular [xususiy vaziyatda bo'lsa) bo'ladi.
40.	$\div$	$\div$ - dan ...dagacha. Kesma proyeksiyasining uzunligi 0

		(nuqtadan) dan o'zining uzunligigacha bo'ladi: $A'B' = 0 \div AB$ yoki $A''B'' = 0 \div AB$
41.	$R, \emptyset, \square$	$R$ – radius. Markaziy burchagi $180^\circ$ dan kichik bo'lgan aylana yoylariga qo'yiladi: $R15$ kabi. $\emptyset$ - diametr. Markaziy burchagi $180^\circ$ dan katta aylana yoylari va to'liq aylanalarga qo'yiladi: $\emptyset 60$ kabi. $\square$ - kvadrat. $\square 50$ – tomonlari $50 \times 50$ mm bo'lgan kvadrat
42.	$p$	$p$ - tekislikka perpendikulyar to'g'ri chiziq
43.	$AB, CD$	Ellipsning katta va kichik o'qlari $AB=100, CD=70$
44.	$P_X, R_Y, P_Z$	$P$ tekislikning bir juft izlarining koordinata o'qlari bilan kesishgan nuqtasi: $P_H P_V \cap OX = P_X$ kabi $P_H P_W \cap OY = P_Y, P_V P_W \cap OZ = P_Z$ .
45.	$Q_{1bis}, Q_{2bis}$	Bissektor tekisligi $Q_{1bis}$ 1 va 3- choraklardan o'tuvchi bissektor tekisligi $Q_{2bis}$ 2 va 4- choraklardan o'tuvchi bissektor tekisligi
46.	“...”, «...», (...), [...]	Gaplarda ajratilishi zarur bo'lgan so'zlar uchun turli qavslar
47.	$\Delta$	$\Delta$ - uchburchak. $\Delta ABC(A'B'C', A''B''C'')$
48.	$S$	Yassi detal qalinligi, $S10$ – qalinligi 10.
49.	$H$	Sirt balandligi
50.	$i(i', i'')$	Aylantirish o'qi Aylanish sirtlarining o'qi
51.	ekoch	Eng katta og'ish chizig'i ( $V$ ga nisbatan) $ekoch \perp f (P_V)$
52.	yuch	Yumalash chizig'i (ekochning $H$ ga nisbatan xususiy holi) $yuch \perp h (P_H)$ .
53.	$bm(bm', bm'')$	Aylanish sirtlarining bosh meridian
54.	$ek(ek', ek'')$	Aylanish sirtlarining ekvator chizig'i

55.	$bch(bch', bch'')$	Aylanish sirtlarining bo'yin chizig'i
56.	$\vec{p}_1, \vec{p}_2 \dots \vec{p}_n$	Aylanish sirtlarining parallellari
57.	$Q_{Hbis}$	Yordamchi proyeksiyalash usulida geometrik figura bilan V tekislik orasidagi bissektor Q tekislik-ning gorizontali izi
58.	$a : b : c$	Aksonometriyada X, Y va Z o'qlar bo'ylab o'zgarish koefitsientlari
59.	$h. k.(n.v.)$	Kesmani haqiqiy kattaligi-uzunligi
60.	CHQTU	CHizmani qayta tuzish usullari
61.	PTAU	Proyeksiyalar tekisligini almashtirish usuli
62.	AU	Aylantirish usuli
63.	TPKU	Tekis parallel ko'chirish usuli
64.	CHQTU	Chizmani qayta tuzish usullari
65.	$A_1, A_2, \dots$	Chizmani qayta tuzish usullarida nuqtaning yangi proyeksiyalari
66.	$A_1', A_2', \dots$	Chizmani qayta tuzish usullarida A nuqtaning yangi gorizontali proyeksiyalari
67.	$A_1'', A_2'', \dots$	Chizmani qayta tuzish usullarida A nuqtaning yangi frontal proyeksiyalari
68.	$\angle\alpha, \angle\beta, \angle\gamma$	Kesma va tekisliklarni N, V, W tekisliklar bilan hosil qilgan burchaklari

## 2. Geometrik figuralarning o'zaro vaziyatlariga oid (pozitsion) ramzlar

No t/r	Belgilanishi	Nomlanishi	Ramziy yozuvga misol
1	$\equiv$	Ustma-ust yotishlik	$(AB) \equiv (CD)$ — (AB) va (CD) to'g'ri chiziqlar ustma-ust yotadi
2	$\cong$	Kongruentlik –	$\angle ABC \cong \angle MNK$ — burchak ABC

		o'xshash va tenglik	o'xshash va teng MNK burchakka
3	$\sim$	O'xshashlik	$\Delta ABC \sim \Delta MNK$ — ABC uchburchak MNK uchburchakka o'xshash
4	$\parallel$	Parallellik	$P \parallel Q$ yoki $\alpha \parallel \beta$ — o'zaro parallel P va Q yoki $\alpha$ va $\beta$ tekisliklar
5	$\perp$	Perpendikulyarlik	$a \perp b$ — a va b o'zaro perpendikulyar to'g'ri chiziqlar
6	$\dot{=}$	Ayqashlik	$a \dot{=} b$ — ayqash a va b to'g'ri chiziq
7	$\bar{\cap}$	Urinmalik- urinishlik	$a \bar{\cap} \Phi_{aylana}$ — aylanaga urinma a to'g'ri chiziq. $\beta \bar{\cap} \Phi_{shar}$ — sharga urinma $\beta$ tekislik
8	$\rightarrow, \uparrow, \downarrow$	Tasvirlanishlik	$a \rightarrow P$ — a to'g'ri chiziq P tekislikka tasvirlash . $A' \supset \uparrow A' A''$ — Nuqtani gorizontal proyeksiyasi orqali uni frontal proyeksiyasini topish uchun OX o'qqa perpendikulyar A' A'' bog'lovchi chiziq o'tkazish.
9	$\in (\ni)$	Yotishlik - Tegishlilik	$a \in P$ — a to'g'ri chiziq P tekislikda yotadi yoki u P tekislikka tegishli
10	$\subset (\supset)$	Tarkibiga kirishlik yoki orqali o'tishlik	$a \subset P$ — a to'g'ri chiziq P tekislikning tarkibiy qismi yoki P tekislik a to'g'ri chiziq orqali o'tadi
11	$\cup$	Birlashtirishlik	$A \cup B = [AB]$ — A va B nuqtlarni birlashtirib [AB] kesma quriladi
12	$\cap$	Kesishishlik	$a = P \cap Q$ — a to'g'ri chiziq P va Q

			tekisliklarning kesishgan chizig'i. $a \cap b = \emptyset$ — a va b kesishmaydi, ular umumiy nuqtaga ega bo'lgan ayqash to'g'ri chiziqlardir
13	M,N, ....	To'plam	M va N to'plamlar
14	A,B,C,...	To'plam elementlari	$\Phi_{\text{shar}}\{A, B, C, \dots\}$ — shar A, B, C, ... nuqtalar to'plamidan iborat
15	{ ... }	.... dan iboratlik-tashkil topishlik	$a\{A, B, C, \dots\}$ — a to'g'ri chiziq A, B va C kabi nuqtalar to'plamidan iborat
16	$\emptyset$	Bo'sh to'plamlik	$\Phi_{\text{sil.}} \cap \Phi_{\text{sil.}} = \emptyset$ — o'qlari ayqash bo'lib bir-biriga tegmay o'tgan silindrlarning kesishuvidan bo'sh (elementlarsiz) to'plam hosil bo'ladi.
17	=	Natija yoki tenglik	$A = a \cap P$ yoki $a \cap P = A$ - A nuqta a va R tekisliklarning kesishuvidan hosil bo'ladi $O = H \cap V \cap W$ — O nuqta uchta proyeksiyalar tekisliklarini kesishuvidan hosil bo'ladi
18	... · ...	Oraliq masofaga tenglik	$ A \cdot B  = 50 \text{ mm}$ — A va B nuqtalar orasidagi masofa 50 mm $ A \cdot P  = 40 \text{ mm}$ — A nuqta va P tekislik orasidagi masofa 40 mm $ A \cdot a  = 30 \text{ mm}$ — A nuqta va a to'g'ri chiziq orasidagi masofa 30 mm

### 3. Geometrik figuralarning o‘zaro munosabatlari va grafik amallarga oid ramzlar

No t/r	Belgi- lanishi	Nomlanishi	Ramziy yozuvga misol
1	$\wedge$	bog‘lovchi va mulohazalar konyuksiyasi	$\alpha \cap \beta = \{ K: K \in \alpha \wedge K \in \beta \}$ - $\alpha$ va $\beta$ sirtlarni kesishuvi $\alpha$ va $\beta$ sirtlariga tegishli bo‘lgan K nuqta va faqat shunday nuqtalardan iborat nuqtalar to‘plami (chiziq) dir.
2	$\vee$	$\vee$ – mulohazalar diz’yunksiyasi “yoki” ma’nosini bildiradi.	$AB \parallel CD \wedge CD \parallel S \Rightarrow A'B' \parallel C'D' \vee A'B' \equiv C'D'$ AB va CD o‘zaro parallel bo‘lsa, va CD S yo‘nalishga parallel bo‘lmasa, ularning gorizontal proyeksiyalari parallel yoki ustma-ust bo‘ladi.
3	$\Rightarrow$	Implikatsiya — mantiqiy xulosa, $\Rightarrow$ : agar ... bo‘lsa, ... bo‘ladi" degan ma’noni bildiradi.	$(a \parallel s \wedge b \parallel s) \Rightarrow a \parallel b$ . Agar ikki to‘g‘ri chiziq uchinchisiga parallel bo‘lsa, ular o‘zaro ham parallel bo‘ladi.
4	$\Leftrightarrow$	$\Leftrightarrow$ : Agar ... bo‘lsa va faqat shundagina, ... bo‘ladi, degan ma’noni bildiradi.	$A \in \alpha \Leftrightarrow A \in l \subset \alpha$ . agar nuqta tekislikda yotuvchi to‘g‘ri chiziqda yotsa va faqat shundagina, u shu tekislikka tegishli bo‘ladi.
5	$\forall$	Umumiylik kvantori: barchasi, hammasi, har qanday, ixtiyoriy, istalgan uchun	$\forall (\Delta ABS)(\angle A + \angle B + \angle S = 180^\circ)$ . Har qanday uchburchak uchun uning uchlaridagi burchaklar yig‘indisi $180^\circ$ teng.

		$\forall(x)P(x)$ : barcha X uchun $R(x)$ xossa o‘rinlidir, degan ma’noni bildiradi.	Har qanday ixtiyoriy uchburchak uchun ularning uchlaridagi burchaklar yig‘indisi $180^\circ$ teng.
6	$\exists$	”mavjud” - mavjudlik kvantori	$(AB) \parallel R \Rightarrow \exists(SD) \parallel (AB)$ - agar $(AB)$ to‘g‘ri chiziq $P$ tekislikka parallel bo‘lsa, u holda hamma vaqt shu tekislikka tegishli va $(AB)$ to‘g‘ri chiziqqa parallel bo‘lgan $(SD)$ to‘g‘ri chiziq mavjuddir.
7	$\exists!$	"faqat bitta yagona mavjudlik" kvantori	$\forall A \wedge B \supset \exists! (AB)$ — har qanday ikki $A$ va $B$ nuqtalar uchun shu nuqtalardan o‘tuvchi faqat bitta yagona $(AB)$ to‘g‘ri chiziq mavjud
8	$(\dots)R(x)$	Aytilgan fikrning inkori, $R$ yo‘q ma’nosida	$((a \div b) \exists Q) R (Q \supset a, b \notin Q)$ . Ayqash $a$ va $b$ to‘g‘ri chiziqlar uchun $Q$ tekislik mavjudmi, yo‘q chunki ularni har ikkisi $Q$ tekislikda yota olmaydi.
9	/	Belgining inkori	$[AB] \neq [CD]$ – $[AB]$ kesma $[CD]$ kesmaga teng emas. $a \nparallel b$ – $a$ va $b$ to‘g‘ri chiziqlar parallel emas. $a \not\perp P$ – $a$ to‘g‘ri chiziq $P$ tekislikka perpendikulyar emas. $A \notin b$ va $A \notin P$ – $A$ nuqta $b$ to‘g‘ri chiziqqa va $P$ tekislikka tegishli emas, ya’ni ularda yotmaydi va x.k.



## **I-BOB. FANNING MAQSADI VA TASVIRLAR-PROYEKSIYALAR TUZISH ASOSLARI**

### **1.1. Chizma geometriya fanining asosiy maqsadi va vazifasi**

Chizma geometriya fani umum muxandislik fanlaridan biri bo‘lib, unda uch o‘lchamli geometrik figuralar (nuqta, to‘g‘ri chiziq, tekislik, sirtlar) va buyumlarning tekislikdagi asosan ikki o‘lchamli proyeksiyalarini yasashning usullari va qoidalari o‘rganiladi. Ya’ni chizma geometriya fani uch o‘lchamli fazo bilan ikki o‘lchamli tekislik orasida ko‘prik vositasini o‘tab, uning asosiy maqsadi quyidagilarni o‘rgatishdan iborat:

1. Fazodagi uch o‘lchamli geometrik figura va buyumlarning tekislikdagi ikki o‘lchamli proyeksiyalarini, ya’ni ularning chizmalarini tuzish usullarini, qoidalarini va tartibini o‘rgatadi.

2. Geometrik figura va buyumlarning tekislikdagi ikki o‘lchamli tasvirlariga binoan, ularning xususiyatlarini uch o‘lchamli fazoda fikran tasavvur qilish, ya’ni ularning chizmalarini o‘qish usullarini, qoidalarini va tartibini o‘rgatadi.

3. Geometrik figura va buyumlarning tekislikdagi tasvirlariga binoan, ularning o‘zaro kesishishiga va joylashishiga oid pozitsion va metrik masalalarni grafik usullarda yechishni o‘rgatadi.

4. Chizma geometriya fani talabalarning amaliy fanlarni o‘zlashtirishlarida va muhandislik faoliyatlarida zarur bo‘ladigan fazoviy tasavvurini hamda mantiqiy fikrlashini o‘stiradi.

“Proyeksiya”, “tasvirlash” va “tasvir” so‘zlari fransuz “projeter” va “projection” so‘zlaridan olingan bo‘lib, so‘zma-so‘z tarjimasini quyidagilarni bildiradi: “aksini chizmoq”, “tasvirlamoq”, “oldinga tashlamoq”.

Chizma geometriya fani boshqa fanlar kabi o‘z tarixiga ega. Bu fanning kurtaklari insonning amaliy faoliyati natijasida, ya’ni uy-joy, ibodatxonalar, mudofaa istehkomlari va suv inshootlari qurilishi, hamda har xil dastgohlar, kemalar va xo‘jalik buyumlari ishlab chiqarish davridan boshlab rivojlanib kelgan. 1795 yilda chizma geometriyaga oid barcha bilimlar mashhur fransuz olimi va muxandisi Gospar Monj tomonidan yakka tizimga solinib, uning “Chizma

geometriya“ asari yaratiladi. Bu asar chizma geometriya faniga asos solib, uni Yevropa va boshqa davlatlarga juda tez tarqalishiga sabab bo‘ldi. 1810 yildan boshlab chizma geometriya fani Rossiyada ham o‘qitila boshlangan edi, (1921 yilgacha bu fan fransuz tilida o‘qitilgan edi).

Respublikamizda bu fan avvaliga rus tilida, keyinchalik, 1940 yillardan boshlab ona tilimizda o‘qitilgan. Bunda 1951 yilda Yusufjon Qirg‘izboev, 1961 yilda Raximjon Xorunov, 1972 yilda Erkin Sobitov, 1984 yilda Ikromjon Raxmonov va 1991 yilda Shmidt Murodov va boshqalar muallifliklarida yaratilgan darsliklar juda katta ahamiyatga ega bo‘lib kelmoqda. Talabalarga bu darsliklardan foydalanish tavsiya etiladi.

Chizma geometriya fani mashina, mexanizm va ular detallarining o‘lchami va formalarini aniqlovchi juda sodda, lekin muhim ahamiyatga ega bo‘lgan geometrik figura - nuqtani tasvirlashdan boshlanadi.

Buni bundan 200 yil oldin yashagan, chizma geometriya fanining asoschisi Gospar Monj “Kimki nuqtani tasvirlashni yaxshi o‘zlashtirsa, chizma geometriya fanini o‘rganishda qech qachon qiynalmaydi”, deb ta’kidlagan edi.

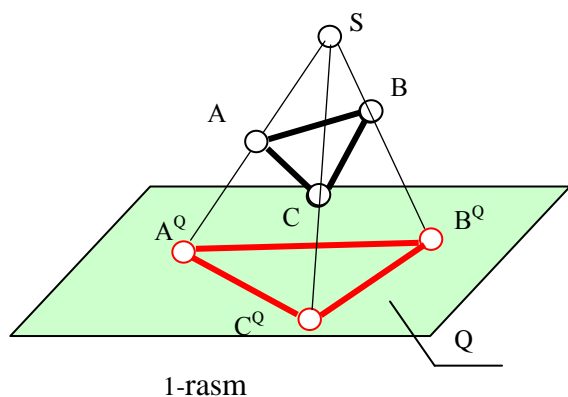
## **1.2. Proyeksiyalashning mohiyati va uning asosiy usullari**

Proyeksiyalashning mohiyati deb fazodagi geometrik figuralarning tekislikdagi proyeksiyalarini hosil qilish jarayoniga aytiladi. Buning uchun proyeksiyalar tekisligi deb ataluvchi tekislik va undan tashqarida proyeksiyalash markazi deb ataluvchi nuqtadan iborat proyeksiyalash elementlari-apparati, ya’ni  $Q$  tekislik va  $S$  nuqta tanlab olinadi, 1-rasm. Bu proyeksiyalash apparati yordamida fazodagi  $A$  nuqtaning tasvirini yasashni ko‘rib chiqaylik);  $S$  va  $A$  nuqtalar orqali proyeksiyalovchi nur yoki to‘g‘ri chiziq o‘tkazib, uning  $Q$  tekislik bilan kesishgan  $A^Q$  nuqtasi topiladi. Bu  $A^Q$  nuqta fazodagi  $A$  nuqtaning  $Q$  tekislikdagi proyeksiyasi bo‘ladi:  $S \cup A = [SA)$  va  $[SA) \cap P = A^Q$

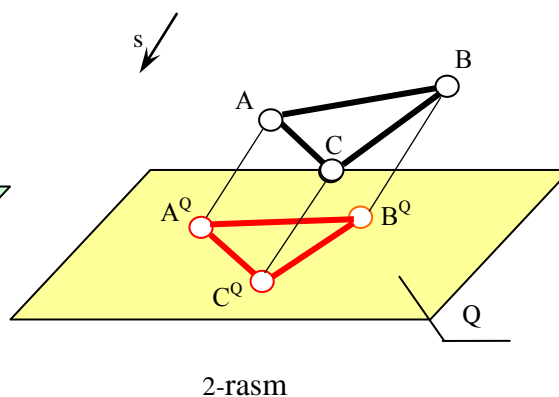
Endi  $A$  nuqtani  $Q$  tekislikdagi proyeksiyasini yasash asosida,  $AB$  kesmaning yoki  $ABC$  uchburchakning yoki biror predmetning  $Q$  tekislikdagi proyeksiyasini yasash mumkin. Buning uchun avval  $B$  va  $C$  nuqtalarni proyeksiyalari topiladi,

soʻngra ularni oʻzaro tutashtirib, berilgan kesmani yoki uchburchakning proyeksiyasi yasaladi. 1-rasmda proyeksiyalovchi nurlar dastasi bir markazdan, S nuqtadan chiqqanligi uchun proyeksiyalashning bunday jarayoniga **markaziy proyeksiyalash** usuli deb ataladi.

Agar proyeksiyalash markazi biror  $s$  yoʻnalishda cheksizlikda boʻlsa, proyeksiyalovchi nurlar dastasi oʻzaro parallel boʻlib qoladilar. Proyeksiyalashning bunday jarayoniga **parallel proyeksiyalash** usuli deb ataladi, 2-rasm.



1-rasm

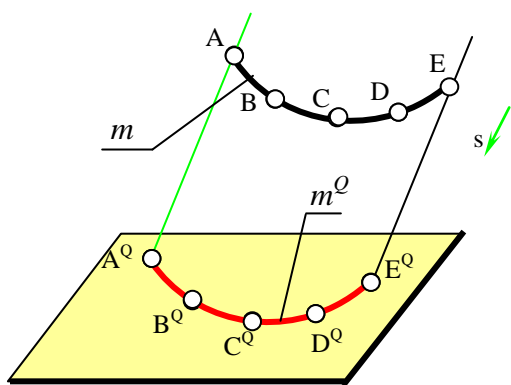


2-rasm

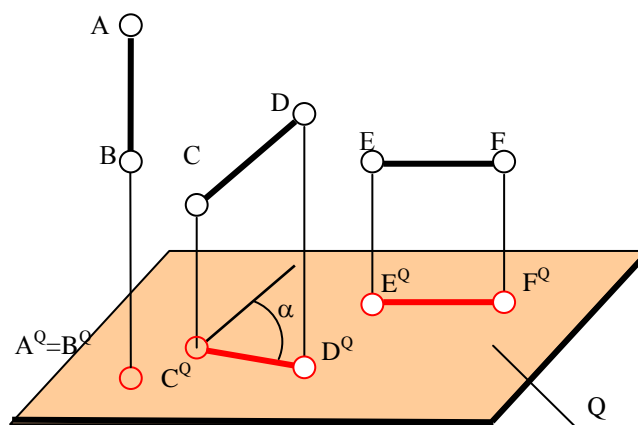
2-rasmda  $m$  egri chiziqning parallel proyeksiyasini yasash koʻrsatilgan. Buning uchun egri chiziqda yotuvchi A, B, C va D nuqtalar tanlab olinadi. Bu nuqtalarning Q tekislikdagi proyeksiyalarini yasash uchun ular orqali  $s$  yoʻnalishga parallel proyeksiyalovchi nurlar oʻtkaziladi.

Bu nurlarni Q tekislik bilan kesishgan  $A^Q$ ,  $B^Q$ ,  $C^Q$  va  $D^Q$  nuqtalari topiladi. Topilgan nuqtalarni ravon chiziq bilan tutashtiriladi va  $m$  egri chiziqning Q tekislikdagi parallel proyeksiyasi hosil boʻladi.

Parallel proyeksiyalash usulida  $s$  yoʻnalish bilan proyeksiyalar tekisligi orasidagi burchakning kattaligiga koʻra, parallel proyeksiyalar qiyshiq burchakli va toʻgʻri burchakli boʻladi. Agar burchak oʻtkir boʻlsa, tasvirda qiyshiq burchakli parallel proyeksiyalar hosil boʻladi va chizmada  $s$  yoʻnalish koʻrsatiladi (3-rasmda).



3-rasm



4-rasm

Agar burchak to'g'ri bo'lsa, tasvirda to'g'ri burchakli-ortogonal parallel proyeksiyalar hosil bo'ladi. Chizmada  $s$  yo'nalish ko'rsatilmaydi (4-rasm). To'g'ri burchakli parallel proyeksiyalarda geometrik figuralar va predmetlarning chiziqli o'lchamlari, ularning proyeksiyalar tekisligiga nisbatan joylashishiga muvofiq oddiy matematik ifoda  $[A^Q B^Q] = [AB] \cdot \cos \alpha$  bilan bog'langan bo'ladi. Ya'ni kesma tasvirining qiymati, nuqtadan-noldan shu kesmaning kattaligi oralig'ida bo'lar ekan. Agar  $\alpha = 90^\circ$  bo'lsa, AB kesma nuqta bo'lib tasvirlanadi. Agar  $\alpha = 0^\circ$  bo'lsa, AB kesma o'zining haqiqiy kattaligida tasvirlanadi. Agar  $0 < \alpha < 90^\circ$  bo'lsa, AB kesma o'zining haqiqiy kattaligidan kichrayib tasvirlanadi. Bunday bog'liqlikdagi kesmani proyeksiyalanish xossasi faqatgina to'g'ri burchakli parallel proyeksiyalarga oid bo'lib, uni boshqa proyeksiyalash usullaridan afzalligini ko'rsatadi. Shuning uchun, ya'ni tasvirda chiziqli o'lchamlarni aniqlash oson va qo'lay bo'lganligi sababli chizma geometriya fanida va mashinasozlik chizmachiligida bajariladigan proyeksiyalar va ko'rinishlar **to'g'ri burchakli parallel proyeksiyalash** asosida bajariladi va tuziladi.

### 1.3. Parallel proyeksiyalashning xossalari

Parallel proyeksiyalashda geometrik figuralar va predmetlarning qiyofasiga xos bo'lgan xususiyatlari ularning proyeksiyalarida saqlanib qoladi. Bunga parallel proyeksiyalarning xossalari deb ataladi va ularga quyidagilar kiradi :

1. **Nuqtaning proyeksiyasi nuqta bo'ladi.** Bunga yuqoridagi chizmalargi nuqtalarni taxlil qilib ishonch hosil qilish mumkin.

2. **To'g'ri chiziqning proyeksiyasi to'g'ri chiziq bo'ladi.** Buni 1 va 2-rasmlarda uchburchak ABC ning AB, BC va CB tomonlari misolida ko'rish mumkin. Chunki 1-rasmdagi SA va SB, SB va SC, SC va SA, 2-rasmdagi  $AA^Q$  va  $BB^Q$ ,  $BB^Q$  va  $CC^Q$ ,  $CC^Q$  va  $AA^Q$  proyeksiyalovchi to'g'ri chiziqlar proyeksiyalovchi tekisliklarni hosil qiladi. Ular proyeksiyalar tekisligi bilan kesishib to'g'ri chiziqlar, ya'ni AB, BC va CA to'g'ri chiziqlarning proyeksilarini hosil qiladi.

Agar to'g'ri chiziq proyeksiyalovchi to'g'ri chiziqda yotsa, uning tekislikdagi proyeksiyasi nuqta bo'ladi. Buni 4-rasmdagi AB to'g'ri chiziq misolida ko'rish mumkin.

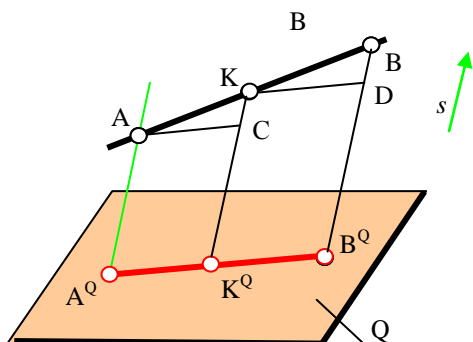
3. **Agar nuqta to'g'ri chiziqda yotsa, uning proyeksiyasi shu to'g'ri chiziqning proyeksiyasida yotadi.** To'g'ri chiziqda yotuvchi nuqtaning proyeksiyasi, shu to'g'ri chiziqning proyeksiyalar tekislikdagi proyeksiyasida yotadi (5-rasm). Chunki bunday nuqtaning proyeksiyalovchi nuri ham to'g'ri chiziqning proyeksiyalovchi tekisligida yotadi va u proyeksiyalar tekisligini, to'g'ri chiziqning proyeksiyasida kesib o'tadi. Shunday qilib, nuqta to'g'ri chiziqda yosa, uning proyeksiyasi shu to'g'ri chiziqning proyeksiyasida yotadi:

$$K \in AB \Rightarrow K^Q \in A^Q B^Q$$

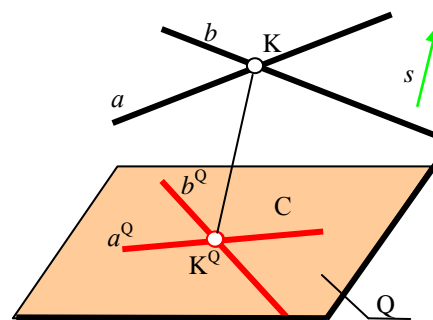
4. **Agar nuqta to'g'ri chiziq kesmasini biror nisbatda bo'lsa, uning proyeksiyasi ham, kesmaning proyeksiyasini shunday nisbatda bo'ladi** (6-shakl) :  $AK/KB = p/q$  bo'lsa,  $A^Q K^Q / K^Q B^Q = p/q$  bo'ladi. Buni AKC va KBD uchburchaklarning o'xshashligidan va  $AC = A^Q K^Q$  ga,  $KD = K^Q B^Q$  ga tengligidan osongina keltirib chiqarish mumkin.

5. **Kesishuvchi to'g'ri chiziqlar proyeksiyalarining kesishim nuqtasi, ular kesishgan nuqtaning proyeksiyasi bo'ladi,** 6-rasm.  $a$  va  $b$  to'g'ri chiziqlarning kesishgan nuqtasi K bo'lsin. K nuqtadan o'tuvchi proyeksiyalovchi nur  $a$  va  $b$  to'g'ri chiziqlarning proyeksiyalovchi tekisliklarida yotadi. Shuning

uchun bu nur  $Q$  tekislikni,  $a^Q$  va  $b^Q$  larning kesishish nuqtasi  $K^Q$  da kesib o‘tadi. Buni parallel proyeksiyalarning 3-xossasiga asosan ham osongina isbotlash mumkin.



5-rasm



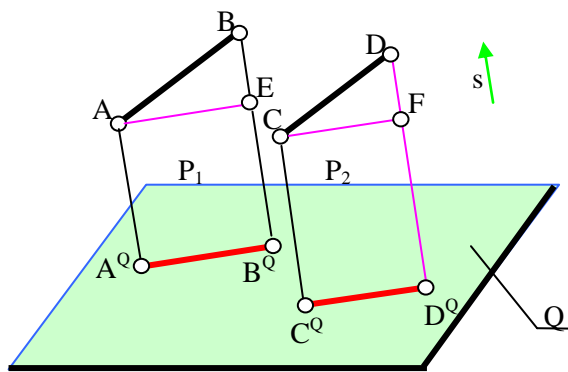
6-rasm

**6. Parallel to‘g‘ri chiziqlarning proyeksiyalari ham parallel bo‘ladi** va ularda olingan kesma uzunliklarining nisbati, shu kesmalar proyeksiyalarining uzunliklari nisbatiga teng (7-rasm).  $AB$  va  $CD$  parallel to‘g‘ri chiziqlarning proyeksiyalovchi tekisliklari  $R_1$  va  $R_2$  parallel bo‘lganligi uchun, ularning  $Q$  tekislik bilan kesishgan  $A^Q B^Q$  va  $C^Q D^Q$  to‘g‘ri chiziqlari ham o‘zaro parallel bo‘ladi.  $ABE$  va  $CDF$  uchburchaklarni o‘xshashligidan va  $AE=A^Q B^Q$ ,  $CF=C^Q D^Q$  larning tengliklaridan foydalanib, quyidagi nisbatlarning o‘zaro tengligini osongina keltirib chiqarish mumkin bo‘ladi :

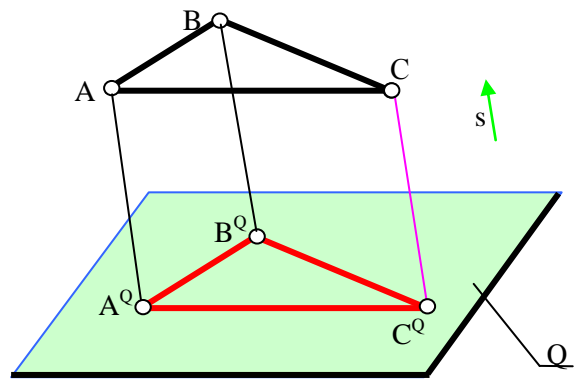
$$AB / CD = A^Q B^Q / C^Q D^Q$$

**7. To‘g‘ri chiziq va tekis figuralar proyeksiyalar tekisligiga parallel bo‘lsa, ularning proyeksiyalari asliga teng va o‘xshash bo‘ladi, ya’ni kongruent bo‘ladi, 8-rasm.**

Faraz qilaylik,  $ABC$  uchburchak  $Q$  tekislikda yotgan bo‘lsin. Bu holda shubhasiz uning proyeksiyasi asliga teng va o‘xshash bo‘ladi. Endi  $ABC$  uchburchakni  $s$  yo‘nalishda istalgan masofaga  $Q$  tekislikdan parallel ko‘chirilsa, uning proyeksiyasi avvalgidek bo‘ladi. Ya’ni proyeksiyalar tekisliklariga parallel joylashgan to‘g‘ri chiziq va tekis figuralarning tasviri asliga teng va o‘xshash bo‘ladi:  $\Delta ABC \parallel Q \Rightarrow \Delta ABC = \Delta A^Q B^Q C^Q$



7-rasm



8-rasm

**8. To‘g‘ri burchakli parallel proyeksiyalarda to‘g‘ri burchakning biror tomoni proyeksiyalar tekisligiga parallel bo‘lsa, uning proyeksiyasi ham to‘g‘ri burchak bo‘ladi, 9-rasm.**

9-rasmdagi ASB to‘g‘ri burchak proyeksiyalar tekisligiga parallel bo‘lsa, yuqoridagi ettinchi xossaga asosan  $A^Q S^Q B^Q$  burchak ham to‘g‘ri burchak bo‘ladi. Endi to‘g‘ri burchakning SB tomonini istalgan vaziyatga o‘zgartirmaylik, u  $P_2$  proyeksiyalovchi tekisligida yotadi (9-rasm). Demak to‘g‘ri burchakning SB tomoni har qanday  $SB_1$  yoki  $SB_2$  yoki  $SB_3$  vaziyatda bo‘lsa ham,  $S^Q B^Q$  kabi  $A^Q S^Q$  ga perpendikulyar bo‘lib tasvirlanadi. Bu xossani yana quyidagicha isbotlash mumkin:

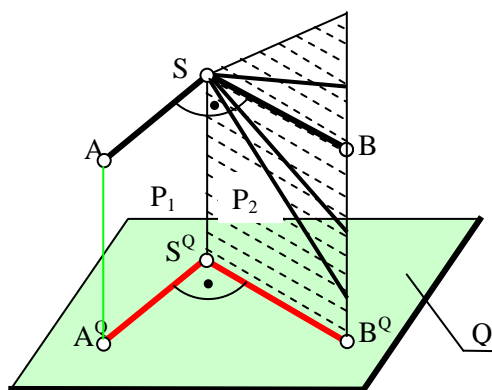
To‘g‘ri burchakning tomonlarini proyeksiyalovchi tekisliklari  $P_1$  va  $P_2$  hamda  $Q$  tekislik o‘zaro perpendikulyar bo‘lganligi uchun ularning kesishgan chiziqlari ham o‘zaro perpendikulyar bo‘ladi, ya‘ni bu tekisliklarning har birida bittadan to‘g‘ri burchaklar hosil bo‘ladi:

$$\angle A^Q S^Q S = \angle S S^Q B^Q = \angle A^Q S^Q B^Q = 90^\circ$$

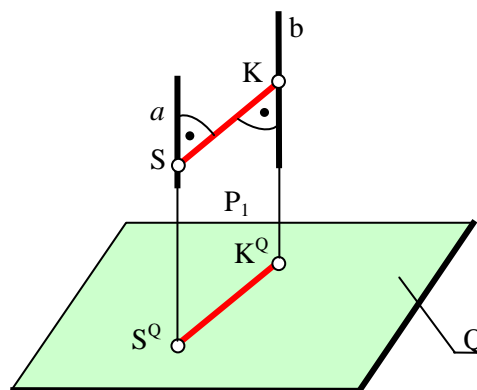
**9. To‘g‘ri burchakli parallel proyeksiyalarda proyeksiyalovchi ikki parallel to‘g‘ri chiziqlar va tekisliklar orasidagi qisqa masofa, proyeksiyalar tekisligiga haqiqiy uzunligida proyeksiyalanadi, 10,11-rasmlar.**

Ma‘lumki, parallel to‘g‘ri chiziqlar orasidagi qisqa masofa, ular orasidagi perpendikulyarning uzunligi bilan aniqlanadi. Chizmadagidek  $a$  va  $b$  to‘g‘ri chiziqlar proyeksiyalovchi bo‘lsa, ular orasidagi ixtiyoriy SK perpendikulyar,

proyeksiyalar tekisligiga parallel bo‘ladi. Shu sababli, parallel proyeksiyalarni 7-xossasiga asosan, SK kesma Q tekislikka o‘zining haqiqiy uzunligida tasvirlanib qoladi.

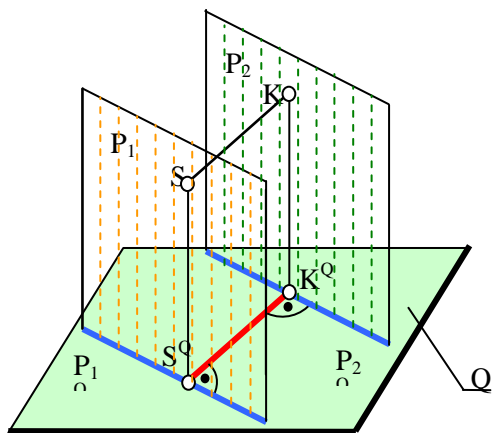


9- rasm

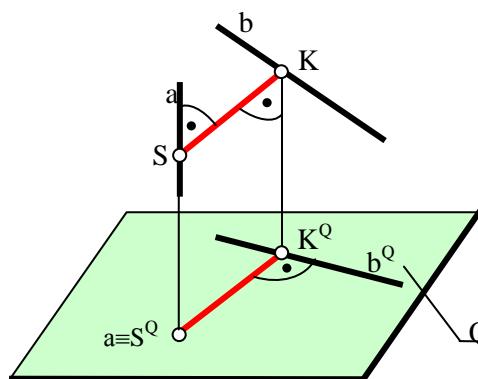


10-rasm

10. To‘g‘ri burchakli parallel proyeksiyalarda ayqash to‘g‘ri chiziqlardan birortasi proyeksiyalovchi vaziyatda bo‘lsa, ular orasidagi qisqa masofa proyeksiyalar tekisligiga o‘zgarmasdan, haqiqiy uzunligida proyeksiyanadi, 12-rasm.



11-rasm



12-rasm

Ma’lumki, ayqash to‘g‘ri chiziqlar orasidagi qisqa masofa, ular orasidagi perpendikulyarning uzunligi bilan aniqlanadi. Agar ulardan biri proyeksiyalovchi bo‘lsa, ular orasidagi yagona SK perpendikulyar, proyeksiyalar tekisligiga parallel bo‘lib qoladi. Shu sababli, parallel proyeksiyalarni 7-xossasiga asosan, SK kesma Q tekislikka o‘zining haqiqiy uzunligida tasvirlanib qoladi.



### **Tayanch iboralar:**

Chizma geometriya fani, koʻprik vosita, chizma geometriyaning maqsadi va masalasi, proyeksiyalash, proyeksiyalovchi nur va toʻgʻri chiziq, proyeksiyalash markazi, proyeksiyalar tekisligi, proyeksiyalash usullari, markaziy proyeksiyalar, parallel proyeksiyalar, toʻgʻri burchakli parallel proyeksiyalar, parallel proyeksiyalarning xossalari.

### ***Nazorat uchun savollar:***

1. Chizma geometriya fanining maqsadi va masalasi nimadan iborat;
2. Proyeksiyalash deganda nima tushiniladi, yaʼni mohiyatini va uning usullarini aytib bering;
3. Markaziy va parallel proyeksiyalash usullarining farqini aytib bering;
4. Toʻgʻri burchakli parallel proyeksiyalarning boshqa proyeksiyalardan avzalligini tushintirib bering;
5. Parallel proyeksiyalarning 1-4-xossalarini izohlab bering;
6. Parallel proyeksiyalarning 5-7-xossalarini izohlab bering;
7. Parallel proyeksiyalarning 8-9-xossalarini izohlab bering;
8. Toʻgʻri burchakli parallel proyeksiyalarga oid parallel proyeksiyalarning 10-xossasini izohlab bering.

## II BOB

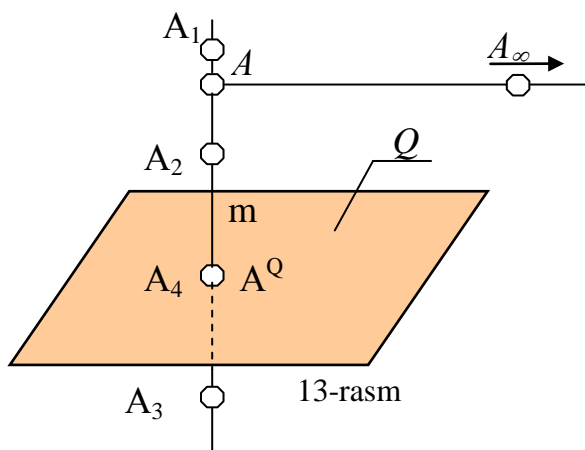
### NUQTANING CHIZMASINI TUZISH VA O'QISH

#### 2.1. Nuqta, geometrik figura va predmetlarning tiklanish xususiyatiga ega bo'lgan proyeksiyalari chizmasi

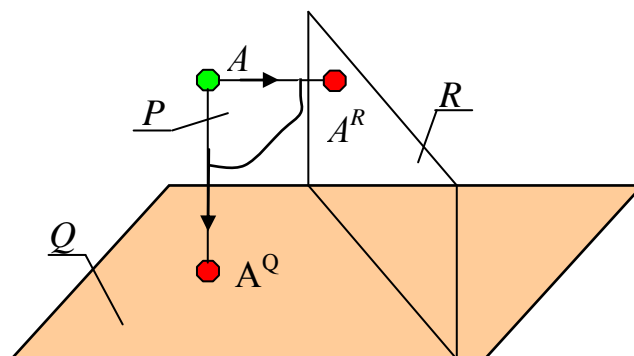
Nuqta o'lchamsiz eng oddiy geometrik figura bo'lib, ularning ma'lum qoida asosida xoylashgan to'plamidan to'g'ri chiziq tekislik va sirtlar hosil bo'ladi. Amalda nuqta ikki to'g'ri chiziqni, to'g'ri chiziq bilan tekislikni, to'g'ri chiziq bilan sirtlarni va uchta tekisliklarni o'zaro kesishuvidan hosil bo'ladi.

1-bobda keltirilgan 1÷12-rasmlardagi barcha nuqtalarning proyeksiyalari ularning fazodagi vaziyatini aniq belgilay olmaydi. Buni 13-rasmda keltirilgan A nuqtaning to'g'ri burchakli proyeksiyasi misolida ham ko'rish mumkin. Chunki A nuqtaning Q tekislikdagi  $A^Q$  proyeksiyasi bilan m proyeksiyalovchi nurda yotuvchi barcha, ya'ni  $A_1, A_2, A_3$  va  $A_4$  kabi, Q tekislikda ( $A_4$ ), yoki undan yuqorida ( $A_1, A_2$ ) va yoki undan pastda ( $A_3$ ) nuqtalarning proyeksiyalari  $A^Q$  bilan qo'shib qoladi. Shu sababli proyeksiyalar tekisligida yotuvchi A nuqtaning proyeksiyasi fazodagi birgina nuqtani proyeksiyasini aniqlay olmaydi. Chizma geometriyada asosiy proyeksiyalash to'g'ri burchakli parallel proyeksiyalash bo'lganligi uchun, Q tekislikda A nuqtaning amaliy bitta xos-mavjud va nazariy ko'plab,  $A_\infty$  kabi xosmas-cheksizlikda mavjud bo'lgan proyeksiyalarini yasash mumkin. Agar proyeksiyalar tekisligiga to'g'ri burchak ostida ikkinchi proyeksiyalar tekisligi P o'tkazilsa, unga perpendikulyar bo'lgan birgina A va  $A_\infty$  nuqtalarning proyeksiyalovchi nuri u bilan kesishib, A nuqtaning ikkinchi xos nuqtasini hosil qiladi. Ya'ni A nuqtaning xosmas nuqtalaridan bittasi xos nuqtaga kelib qoladi, (14-rasm). Natijada A nuqtaning proyeksiyalovchi R tekislikda yotuvchi ikkita to'g'ri burchakli proyeksiyalari hosil bo'ladi. Nuqtaning bunday holdagi ikkita proyeksiyasi har doim fazoda birgina va faqat birgina nuqtani vaziyatini aniqlaydi. Nuqtaning bunday ikkita proyeksiyasidan iborat bo'lgan tasviri-chizmasi uni fazoda tiklash xususiyatiga ega bo'ladi, (15-rasm). Chunki  $A^Q$  va  $A^R$  nuqtalardan Q

va  $R$  tekisliklarga perpendikulyar qilib chiqarilgan to'g'ri chiziqlar  $R$  tekislikda yotib birgina  $A$  nuqtada kesishadi.



13-rasm



14-rasm

Tarixda birinchi proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar bo'lgan ikkinchi tekislikni Gospar Monj tavsiya etganligi uchun, bu usulga Monj usuli deb ataladi.

**Agar fazodagi nuqta o'zi bilan bitta proyeksiyalovchi tekislikda yotuvchi ikkita ( $Q$  va  $R$  tekislikdagi kabi) proyeksiyasiga ega bo'lsa, ular o'zaro proyeksion bog'lanishda bo'ladi va berilgan nuqtaning fazodagi faqat birgina vaziyatini aniqlay oladi.**

Bunga chizmani tiklanishlik xususiyatining sharti deb ataladi va uni 1-shartlik deb belgilaymiz.

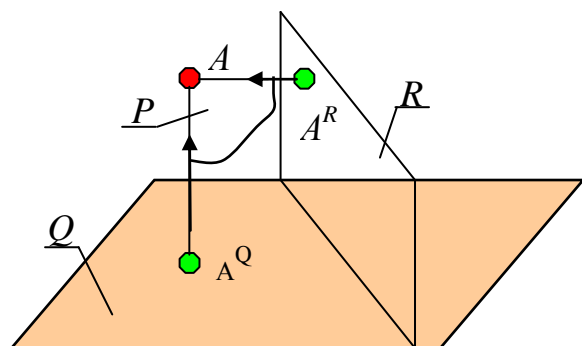
Shunday qilib geometrik figuralar va predmetlarning to'g'ri burchakli proyeksiyalarda chizmasini tiklanish xususiyatiga ega bo'lishi uchun, ularning proyeksiyalaridagi barcha nuqtalari chizmani tiklanishlik xususiyatining shartini qanoatlantirishi zarur.

Chizma geometriya fani matematikaning bir bo'lagi bo'lganligi uchun proyeksiyalar tekisliklari o'rnida Dekart koordinatalar tekisliklari tizimi olinadi. Bunda koordinatalar boshi o'ng tomonda olinadi, (16-rasm). Shunga ko'ra fazoda berilgan nuqtani bir yo'la uchta proyeksiyasini yasaladi. Shunga asoslanib quyidagi chizmani tuzish qoidasini keltirish mumkin:

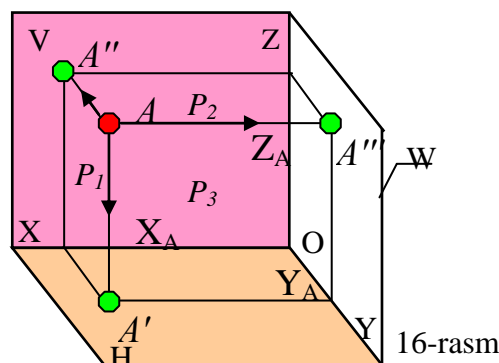
1-qoida: **Fazoda berilgan har qanday nuqta uchun, chizmada uning ( $A$ ) dan chiqarilgan proyeksiyalovchi nurlarni  $H, V$  va  $W$  tekisliklar bilan kesishuvidan**

hosil bo'lgan) o'zaro bog'langan gorizontal, frontal va profil proyeksiyalari mavjud bo'ladi.

Birinchi ta'rifga nuqtaning, shuningdek geometrik figura va predmetlarning chizmasini tuzish qoidasi deb ataladi.



15-rasm



16-rasm

## 2.2. Nuqtani H, V va W tekisliklarga proyeksiyalash

Uchta proyeksiyalar tekisliklari o'zaro perpendikulyar vaziyatda bo'lib, H, V va W tekisliklardan iborat bo'lgan uch yoqli burchak hosil qiladi. Bu tekisliklar quyidagicha nomlanadi va aniqlanadi.

Uchta tekisliklar koordinata o'qlari deb ataluvchi o'zaro perpendikulyar bo'lgan OX, OY, OZ o'qlari bo'yicha kesishadi va ularni proeksilar o'qlari deb ataladi.

H — gorizontal proyeksiyalar tekisligi, u XOY koordinatalar tekisligini ifodalaydi;

V — frontal proyeksiyalar tekisligi, u ZOX koordinatalar tekisligini ifodalaydi;

W — profil proyeksiyalar tekisligi, u YOZ koordinatalar tekisligini ifodalaydi.

OX, OY va OZ o'qlarning kesishish nuqtasi O koordinatalar boshi deb ataladi.

16-rasmda fazoviy A nuqtani uchta proyeksiyalar tekisliklariga proyeksiyalash ko'rsatilgan va bu jarayondagi yasash elementlari quyidagicha nomlanadi:

A—fazoda joylashgan biror geometrik figuraning yoki buyumning ixtiyoriy bir nuqtasi;

$AA'$ ,  $AA''$ ,  $AA'''$  - proyeksiyalovchi nurlar yoki to'g'ri chiziqlar;

$P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  - proyeksiyalovchi tekisliklar;

$A'$ —A nuqtaning gorizontal proyeksiyasi yoki yuqoridan ko'rinishi;

$A''$ —A nuqtaning frontal proyeksiyasi yoki oldidan ko'rinishi;

$A'''$ —A nuqtaning profil proyeksiyasi yoki chap tomondan ko'rinishi;

$Z_A$  — applikata - A nuqtaning H dan uzoqligi;

$Y_A$  — ordinata - A nuqtaning V dan uzoqligi;

$X_A$  — absissa - A nuqtaning W dan uzoqligi.

Bunday proyeksiyalar tekisliklari tizimida A nuqta bilan bitta proyeksiyalovchi tekislikda yotuvchi ikkita proyeksiyasi, bir yo'la uchta  $P_1$ ,  $P_2$  va  $P_3$  tekisliklarda mavjud. Shuning uchun bu tizim o'ta mukammal hisoblanadi.

### **2.3. Nuqtaning tekis chizmasini (epyrini) tuzish va nuqtaning chizmasini o'qish, choraklardagi nuqtalarning proyeksiyalarini OX o'qiga nibatan joylashuvi**

Agar 16-rasmdan fazoda berilgan A nuqta va uning proyeksiyalovchi nurlari olib tashlansa, bu nuqtaning o'zaro proyeksion bog'langan uchta tasviri-proyeksiyasi qoladi, (17-rasm).

Endi shu proyeksiyalari orqali A nuqtani fikran fazodagi vaziyatini aniqlaymiz, ya'ni A nuqtani chizmasini o'qiymiz.

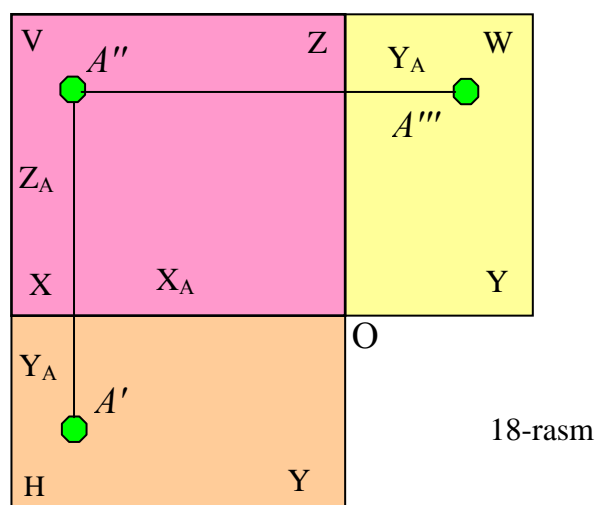
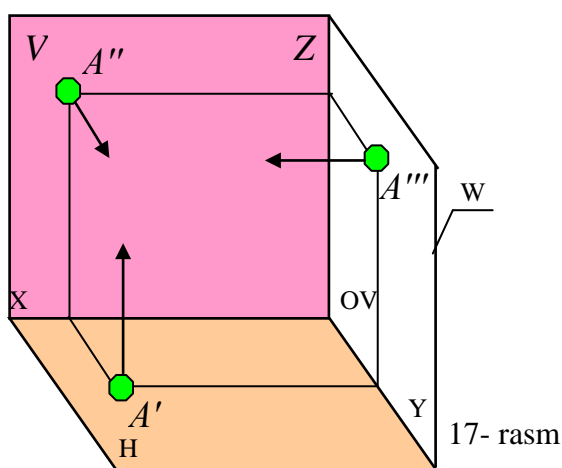
16, 17 va 20-rasmlardan fazodagi A nuqtani, uning V tekislikdagi frontal  $A''$  proyeksiyasi ro'parasida, undan  $Y_A$  masofada joylashganini ko'rish mumkin. Chizmada V tekislik o'z o'rnida qolgani uchun bu xossa nuqtaning chizmasida ham saqlanib qoladi. Shunday qilib chizmasi berilgan nuqtaning fazodagi vaziyatini aniqlash, ya'ni uning chizmasini osongina o'qish mumkin. Buning uchun  $A'$  dan H ga,  $A''$  dan V ga va  $A'''$  dan W ga fikran perpendikulyar chiqariladi va ular o'zaro

kesishib A nuqtaning fazodagi birgina o'rnini hosil qiladi. Shunga ko'ra nuqtaning chizmasini o'qish qoidasini quyidagicha keltirish mumkin:

2-qoida: **Chizmasi berilgan har qanday nuqta, fazoda o'zining frontal proyeksiyasini ro'parasida (A''dan chiqarilgan perpendikulyarda) undan  $Y_A$  masofada joylashgan bo'ladi.** Ya'ni A nuqta, agar  $Y_A > 0$  bo'lsa, A''dan oldda, agar  $Y_A = 0$  bo'lsa, A'' bilan ustma-ust, agar  $Y_A < 0$  bo'lsa, A''dan orqada joylashgan bo'ladi. 2-qoidaga chizmani o'qish qoidasi deb ataladi.

16 va 17-rasmlardagi A nuqtaning yaqqol tasvirini o'qish, ya'ni uni fazoda tasovvur qilish juda oson va qulay. Lekin nuqta o'rnida fazoda biror figura, predmet, detal yoki mexanizm olinsa, ularni avval fazoda, so'ngra proyeksiyalarini yaqqol tasvirini bajarish murakkab bo'lib ko'p vaqt talab qiladi. Shuning uchun ularni va proyeksiyalovchi nurlarini tashlab yuborib, proyeksiyalari qoldiriladi. So'ngra H va W proyeksiyalar tekisliklari V tekislikning davomiga joylashtiriladi. Natijada figura, predmet, detal yoki mexanizmlarning tekis chizmasi, nuqta uchun Monj epyuri yoki chizmasi hosil bo'ladi.

Agar 17-rasmdagi gorzontal proyeksiyalar tekisligi H-ni OX o'qi atrofida  $90^\circ$  pastki tomonga va profil proyeksiyalar tekisligini OZ o'qi atrofida  $90^\circ$  o'ng tomonga aylantirsak, uchchala proyeksiyalar tekisliklari bir tekislik V da joylashib qoladi va nuqtaning tekis chizmasi, ya'ni nuqtaning Monj epyuri hosil bo'ladi, (18-rasm). Bunda V tekisligi o'z o'rnida qo'zg'almas qolgani uchun nuqtaning frontal proyeksiyasi asosiy proyeksiya hisoblanadi.



Va u bevosita qolgan proyeksiyalrni bog'lovchi chiziqlar bilan proeksion bog'lab turadi. Zaruriyat bo'lmaganligi uchun proyeksiyalar tekisliklarining shartli chegarava belgilari tashlab yuboriladi.

18-rasmdan ko'rinib turibdiki, A nuqtaning gorizontal A' va frontal A'' proyeksiyalari OX o'qiga perpendikulyar bo'lgan A'A'' bog'lovchi chiziqda joylashgan bo'lib, ular orasidagi masofa, nuqtaning ordinata va applikatalari yig'indisiga teng, ya'ni:

$$A'A'' \perp OX \text{ va } A'A'' = Y_A + Z_A$$

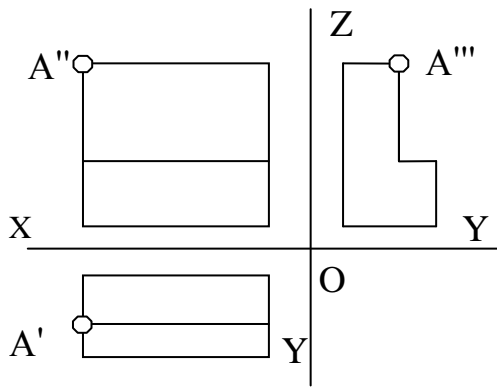
frontal A'' va profil A''' proyeksiyalari OZ o'qiga perpendikulyar (OX o'qiga parallel) bo'lgan A''A''' bog'lovchi chiziqda joylashgan bo'lib, ular orasidagi masofa nuqtaning absissa va ordinatalar yigindisiga teng, ya'ni:  $A''A''' \perp OZ$  va  $A''A''' = X_A + Y_A$

Demak, A nuqtaning proyeksiyalari quyidagi koordinatalarga ega bo'ladi:

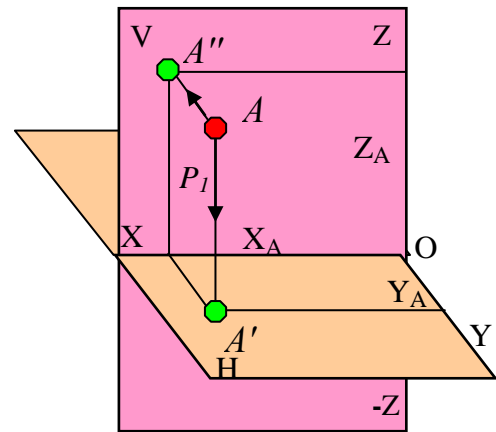
$$A'(X_A; Y_A), A''(X_A; Z_A), A'''(Y_A; Z_A) \quad (1)$$

(1)-ifoda nuqtaning o'zaro perpendikulyar bo'lgan uchta proyeksiyalar tekisliklaridagi to'g'ri burchakli tasvirilarini-proyeksiyalarini yasash algoritmi deb qarash mumkin va u 1-algaritm bo'ladi. Bu narsani berilgan detalni xususiy A nuqtasining tasvirida ham ko'rish mumkin, 19-rasm.

18 va 19-rasmlardagi A nuqtaning profil proyeksiyasi tashlab yuborilsa, uni o'zi bilan bitta P<sub>1</sub> tekislikda yotuvchi gorizontal va frontal proyeksiyalaridan tashkil topgan, chizmasi hosil bo'ladi. Bunday chizma, chizmani tiklanish shartini qanoatlantiradi, ya'ni nuqtaning ikki tasviri – gorizontal va frontal proyeksiyalari uning fazodagi o'rnini aniqlay oladi. (20, 21-rasmlar).



19-rasm



20-rasm

Agar H va V tekisliklar davom ettirilsa, fazo to‘rt bo‘lakka – **choraklarga** bo‘linadi:

I-chorak – fazoning H dan yuqori va V ning old bo‘lagi;

II-chorak – fazoning H dan yuqori va V ning orqa bo‘lagi;

III-chorak – fazoning H dan pastki va V ning orqa bo‘lagi;

IV-chorak – fazoning H dan pastki va V ning old bo‘lagi.

Agar nuqtaning koordinatalaridan birortasi yoki bir nechta nolgacha teng bo‘lsa, nuqtaning proyeksiyalari proyeksiyalar tekisligining yoki o‘qining birortasida, yoki koordinata boshida yotadi (A nuqta uchun):

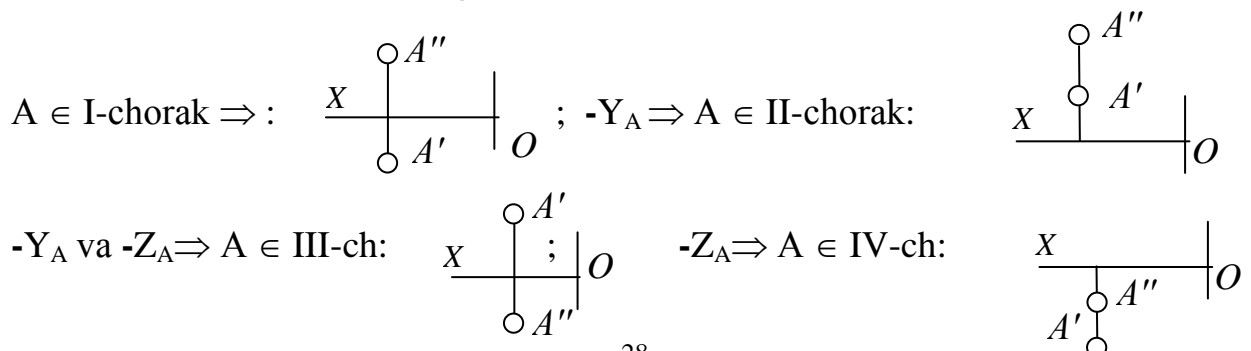
$$Z_A = 0 \Rightarrow A \in H \text{ va } A'' \in OX; \quad Y_A = 0 \Rightarrow A \in V \text{ va } A' \in OX;$$

$$X_A = 0 \Rightarrow A \in W \text{ va } A'' \in OZ. \quad Z_A = Y_A = 0 \Rightarrow A \in OX;$$

$$Z_A = X_A = 0 \Rightarrow A \in OY; \quad X_A = Y_A = 0 \Rightarrow A \in OZ;$$

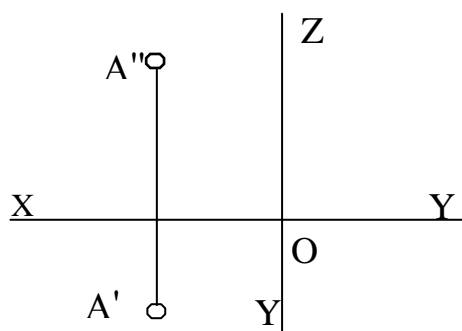
$$X_A = Y_A = Z_A = 0 \Rightarrow A \in O.$$

Agar  $Y_A = Z_A$  yoki  $-Y_A = -Z_A$  bo‘lsa, A nuqta birinchi yoki agar  $-Y_A = Z_A$  yoki  $Y_A = -Z_A$  bo‘lsa, A nuqta ikkinchi bissektor tekisligida yotadi. Birinchi bissektor tekisligi H va V ga  $45^\circ$  ga og‘gan bo‘lib, I va III-choraklardan ikkinchisi esa, II va IV-choraklardan o‘tgan bo‘ladi.

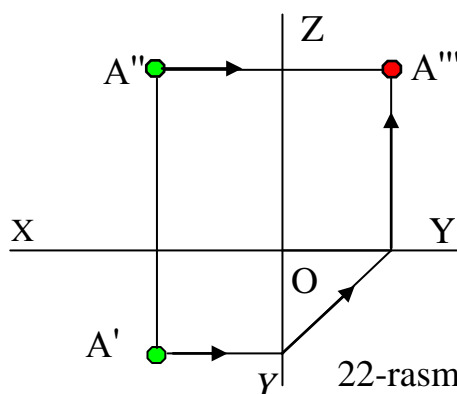




Agar nuqtaning koordinatalari manfiy ishorali bo'lsa, nuqta birinchi chorakdan boshqa chorakka o'tib, proyeksiyalari  $OX$  o'qiga nisbatan quyidagicha joylashib qoladi va uni **2-algoritm** deb belgilaymiz:



21-rasm



22-rasm

#### 2.4. Nuqtaning yetishmaydigan proyeksiyasini aniqlash algoritmi

Agar nuqtaning ixtiyoriy ikkita tasviri berilgan bo'lsa, uning uchunchi tasvirini quyidagicha aniqlanadi:

a) Agar nuqtaning gorizontaal va frontal proyeksiyalari berilgan bo'lsa, uning profil proyeksiyasi 1-algoritm dan foydalanib, ya'ni ordinata va applikatalari yordamida aniqlanadi (22-rasm):  $A'''(Y_A, Z_A)$ .

b) Agar nuqtaning frontal va profil tasvirlari berilgan bo'lsa, gorizontaal proyeksiyasi abssissa va ordinatalari yordamida aniqlanadi (23-rasm):  $A'(X_A, Y_A)$ .

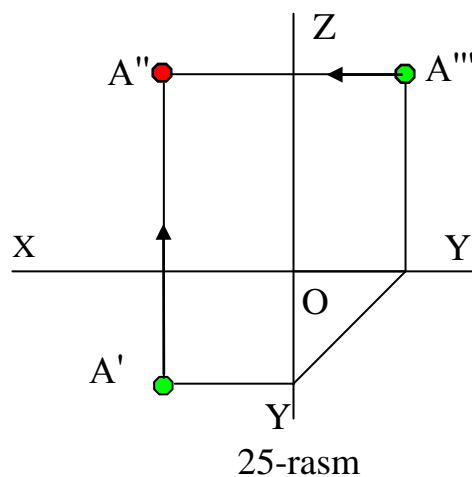
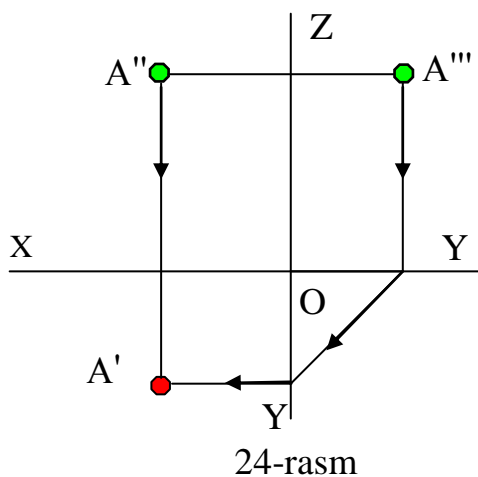
c) Agar nuqtaning gorizontaal va profil proyeksiyalari berilgan bo'lsa, uning frontal proyeksiyasi abssissa va applikatalari  $A''(X_A, Z_A)$  yordamida aniqlanadi (24-rasm).

Agar  $A$  nuqtaning koordinatalari  $X_A, Y_A$  va  $Z_A$  berilgan bo'lsa, uning proyeksiyalarini qurish algoritmi quyidagicha bo'ladi:

Gorizontaal proyeksiyasi -  $A'(X_A, Y_A)$ ;

Frontal proyeksiyasi -  $A''(X_A, Z_A)$

Profil proyeksiyasi -  $A'''(Y_A, Z_A)$ .



### 2.5. Oktantlar to‘g‘risida tushuncha

Agar H va V tekisliklarni W tekisligidan o‘ng tomonga davom ettirsak, fazoning har bir choragi ikkiga o‘ng va chap qismlarga bo‘linadi. Ular oktantlar deb ataladi, ularning to‘rttasi I, II, III va IV chap tomon, V,VI, VII va VIII o‘ng tomon oktantlari deyiladi. Har bir oktantdagi X, Y va Z koordinatalarning ishoralari quyidagicha bo‘ladi:

Chap tomon oktantlari uchun barcha absissalar qiymati musbat, o‘ng tomon uchun esa, absissalari manfiy ishoraga ega bo‘ladi.

Oldingi oktantlar uchun ordinata musbat, orqa oktantlar uchun esa manfiy ishoraga ega; Yuqori oktantlar uchun aplikata musbat, pastki oktantlar uchun esa manfiy ishoraga ega bo‘ladi, 1-jadval.

1-jadval

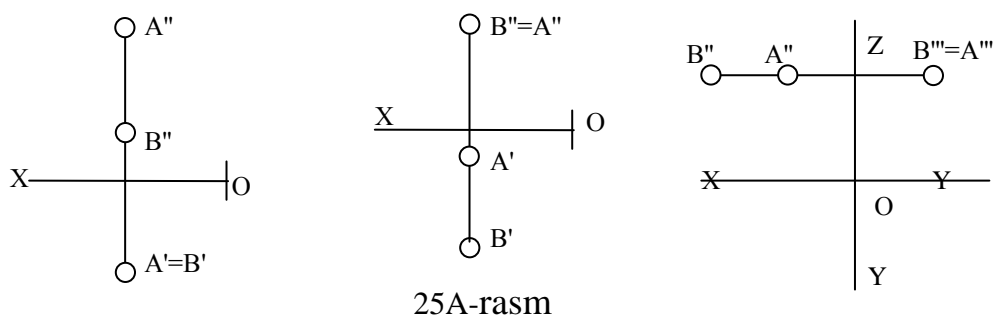
Oktant Koord.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
X	+	+	+	+	-	-	-	-
Y	+	-	-	+	+	-	-	+
Z	+	+	-	-	+	+	-	-

Har qanday o‘ng oktantda joylashgan nuqta ham chap tamon oktantlari-choraklardagi kabi proyeksiyalash asosida H, V va W tekisligklariga tasvirlanadi.

## 2.6. Ikki nuqta, raqobtlashuvchi nuqtalar

Fazoda ikki nuqta  $V$  tekislikka nisbatan oldinroq yoki uzoqroq,  $H$  ga nisbatan balandroq yoki pastroq va  $W$  ga nisbatan o'ngroq yoki chaproq joylashgan bo'ladi.

Amalda ko'proq ularning bir nomli proyeksiyalari ustma-ust tushib ham qoladi va ular orasidagi masofa proyeksiyalari qo'shilib qolmagan proyeksiyalar tekisligiga o'zgarmasdan tasvirlanadi. Bunday nuqtalarga **raqobtlashuvchi** nuqtalar deb ataladi. Ulardan proyeksiyalari ustma-ust tushib qolgan geometrik figuralarning ko'rinar va ko'rinmas qismlarini aniqlashda foydalaniladi. Bunda proyeksiyalar tekisligidan uzoqroq joylashgan nuqta ko'rinar bo'ladi va birinchi bo'lib yoziladi, 25-rasm.



### Tayanch iboralar:

Tasvirning tiklanish sharti va xususiyati; nuqtaning  $H, V$  va  $W$  tekisliklardagi proyeksiyalari; nuqtaning tekis chizmasi (epiyuri); nuqtaning koordinatalari; choraklar va oktantlar; nuqtaning yetishmaydigan proyeksiyasi, raqobtlashuvchi nuqta

### Nazorat savollari:

1. Nima uchun ikkita yoki uchta proyeksiyalar tekisligi olinadi.
2. Chizma deb qanday tasvirlar to'plamiga aytiladi.
3. H, V va W tekisliklari qanday nomlanadi.
4. Nuqtaning H, V va W tekisliklardagi proyeksiyalarini nomini aytib bering.
5. Nuqtaning koordinatalari nima va 1-algoritmni izoxlab bering.
6. Nuqtaning chizmasini tuzish qoidasini aytib bering;
7. Nuqtaning chizmasini o'qish qoidasini aytib bering;
8. Choraklar va oktantlar deb fazoning qanday bo'laklariga aytiladi.
9. 2-algoritmni, ya'ni turli choraklardagi nuqtalarning proyeksiyalarini OX o'qiga nisbatan joylashuvini tushintirib bering.
10. Nuqtaning berilgan ikkita proyeksiyasi bo'yicha uchinchi qanday topiladi:  
Gorizontal va frontal proyeksiyalari berilgan bo'lsa;  
Gorizontal va profil proyeksiyalari berilgan bo'lsa;  
Frontal va profil proyeksiyalari berilgan bo'lsa;
11. Qanday nuqtalarga raqobatlashuvchi nuqtalar deb ataladi va ularni nima uchun bilish zarur.

### O'tilgan mavzulariga oid TEST savollari

1. Moslikni o'rnatib.  
 $X_A, Y_A, Z_A$  ko'rsatkichlarining qaysi biri A nuqtaning:  
a) ordinatasi deyiladi: 1)  $Y_A$   
b) absissasi deyiladi: 2)  $Z_A$   
c) applikatasi deyiladi: 3)  $X_A$
2. Qaysi ifodada gorizontal va frontal proyeksiyalar orasida masofa to'g'ri ko'rsatilgan?  
1)  $A'A'' = Y_A + X_A$ ;      3)  $A'A'' = X_A + Z_A$   
2)  $A'A'' = Z_A + X_A$ ;      4)  $A'A'' = Y_A + Z_A$

3. Qaysi ifodada frontal va profil proyeksiyalar orasidagi masofa to'g'ri ko'rsatilgan?

1)  $A'' A''' = Z_A + X_A$ ;    3)  $A'' A''' = X_A + Y_A$ ;

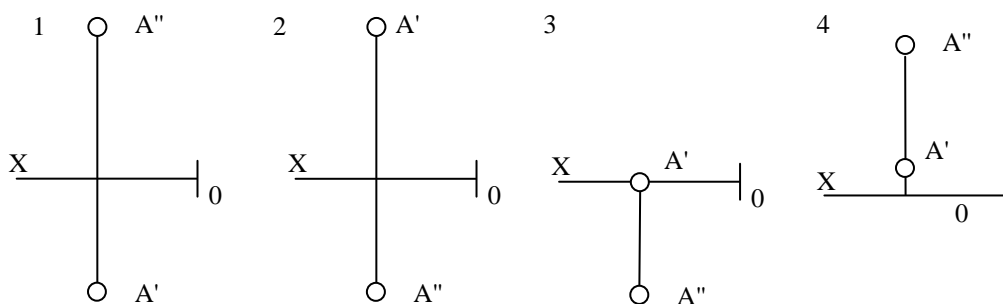
2)  $A'' A''' = Y_A + Z_A$ ;    4)  $A'' A''' = Z_A + Y_A$ ;

4. Qaysi ifodalarda proyeksiyalarni bog'lovchi chiziq koordinata o'qlariga perpendikulyarligi to'g'ri ko'rsatilgan?

1)  $A' A'' \perp OY$       2)  $A' A'' \perp OX$       3)  $A'' A''' \perp OY$       4)  $A'' A''' \perp OX''$

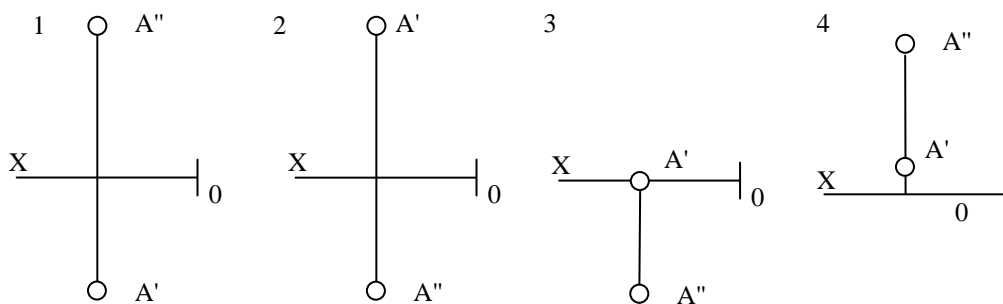
5. Qaysi chizmada A nuqta III-chorakda joylashgan?

A) 1;      B) 2;      C) 3;      D) 4:



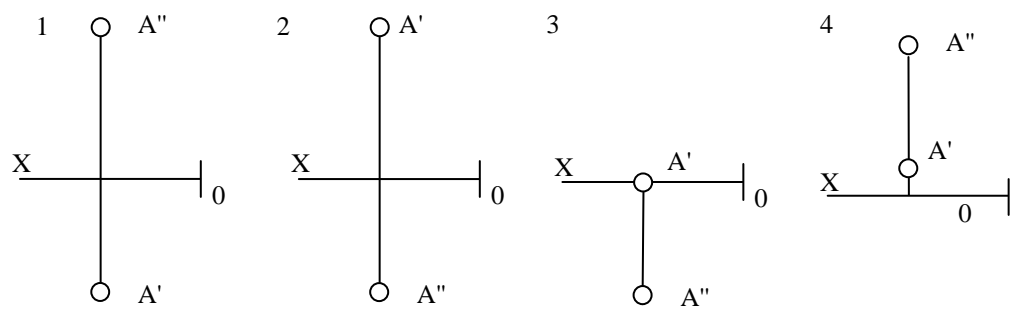
6. Qaysi chizmada A nuqta V tekisligida joylashgan?

A) 1;      B) 2;      C) 3;      D) 4:



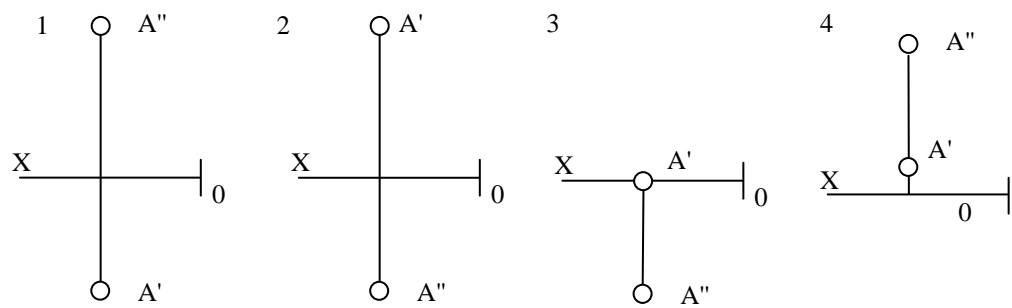
7. Qaysi chizmada A nuqta IV-chorakda joylashgan? 1; 2; 3; 4:

A) 1;      B) 2;      C) 3;      D) 4:



8. Qaysi chizmada A nuqta H tekisligida joylashgan? 1; 2; 3; 4:

- A) 1;      B) 2;      C) 3;      D) 4:



### III BOB. TO‘G‘RI CHIZIQ VA UNING CHIZMADA BERILISHI

#### 3.1. To‘g‘ri chiziqning chizmasini tuzish. To‘g‘ri chiziqning chizmasini o‘qish.

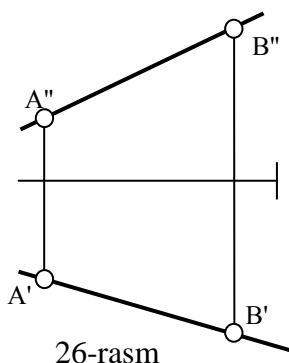
##### Umumiy-ixtiyoriy va xususiy-maxsus vaziyatdagi to‘g‘ri chiziqlar

1 va 2-boblarda nuqtaning chizmasini tuzish va uni o‘qish qoidalari o‘rganib chiqildi. Endi to‘g‘ri chiziqning chizmasini tuzishni va o‘qishni ko‘rib chiqamiz.

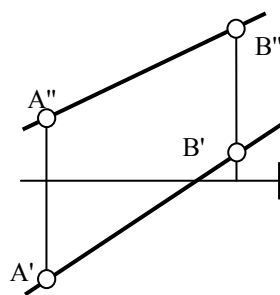
Ma‘lumki fazodagi yoki tekislikdagi to‘g‘ri chiziqning vaziyatini uning ikki nuqtasi aniqlaydi. Shunga ko‘ra uning ikki nuqtasini proyeksiyalari berilgan bo‘lsa, ularni bir nomli proyeksiyalari orqali to‘g‘ri chiziq o‘tkazib, to‘g‘ri chiziqning proyeksiyalari yasaladi, 26-rasm.

Shunga ko‘ra to‘g‘ri chiziqni chizmada tasvirlash uchun uning ikki nuqtasining koordinatalari berilgan bo‘lishi zarur. Shunday qilib to‘g‘ri chiziqning chizmasi nuqta chizmasini tuzish qoidasi asosida bajarilar ekan. Agar uning ikkita proyeksiyasi berilgan bo‘lsa, uchinchi proyeksiyasini nuqtani etishmagan proyeksiyasini topish asosida yasaladi. Ya‘ni avval uning ikki nuqtasini etishmagan proyeksiyasi aniqlanadi. So‘ngra topilgan nuqtalar orqali to‘g‘ri chiziq o‘tkazib, berilgan to‘g‘ri chiziqning etishmagan proyeksiyasi yasaladi.

To‘g‘ri chiziqning chizmasini o‘qish ham nuqtaning chizmasini o‘qish asosida o‘qiladi. Masalan, 26-rasmdagi AB to‘g‘ri chiziqning chizmasini o‘qib ko‘raylik. Bu yerda ham to‘g‘ri chiziq fazoda o‘zining frontal proyeksiyasining ro‘parasida joylashgan bo‘ladi. Uning A uchi pastroq, kuzatuvchidan uzoqroq va B uchi A ga nisbatan balandroq, kuzatuvchiga yaqinroq joylashgan. 27-rasmdagi AB to‘g‘ri chiziq chizmasini mustaqil o‘qib ko‘ring.



26-rasm



27-rasm

Horijiy manbaalarda to'g'ri chiziq uchlari koordinatalari bilan emas, balki H va V tekisliklarga nisbatan joylashishi orqali beriladi.

Proyeksiyalar tekisliklariga nisbatan fazodagi to'g'ri chiziqlar quyidagi ikki xil vaziyatda bo'lishi mumkin:

Agar berilgan to'g'ri chiziqlar proyeksiyalar tekisliklariga nisbatan parallel yoki perpendikulyar bo'lmasa, ya'ni ularni H, V va W tekisliklar bilan hosil qilgan  $\alpha$ ,  $\beta$  va  $\gamma$  burchaklari o'tkir bo'lsa, bunday to'g'ri chiziqlarga umumiy-ixtiyoriy vaziyatdagi to'g'ri chiziqlar deb ataladi. Ularga 26 va 27-rasmdagi to'g'ri chiziqlar misol bo'ladi. Bunday to'g'ri chiziqlarni proyeksiyalari OX, OY va OZ o'qilari bilan o'tkir burchak hosil qilgan bo'ladi.

Agar to'g'ri chiziq proyeksiyalar tekisliklarining birortasiga parallel yoki perpendikulyar bo'lsa, bunday to'g'ri chiziqlarga xususiy-maxsus vaziyatdagi to'g'ri chiziqlar deb ataladi. Ularga quyidagi to'g'ri chiziqlar kiradi:

### **3.1.1 Proyeksiyalar tekislariga perpendikulyar bo'lgan to'g'ri chiziqlar.**

**1. Gorizonttal proyeksiyalovchi to'g'ri chiziq.** Bunday to'g'ri chiziq kesmasi gorizonttal proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar bo'ladi, ya'ni  $\alpha=90^\circ$  ( $\beta=\gamma=0$ ) va AB to'g'ri chiziq V va W larga parallel bo'ladi, 28-shakl, a. Bu erda  $\alpha=90^\circ$ , bo'lgani uchun kesmaning gorizonttal proyeksiyasi nuqta ko'rinishida bo'ladi. Chunki kesmaning ikkala uchi ham bir nuqtaga tasvirlanadi. Bunday to'g'ri chiziqning frontal va profil proyeksiyalari haqiqiy uzunligida tasvirlangan bo'ladi.

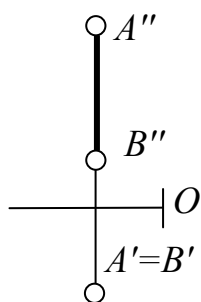
**2. Frontal proyeksiyalovchi to'g'ri chiziq.** Bunday to'g'ri chiziq kesmasi frontal proyeksiyalar tekisligi V ga perpendikulyar bo'ladi, ya'ni  $\beta=90^\circ$  va AB to'g'ri chiziq H va W tekisliklarga parallel bo'ladi, 29-shakl.

Bu erda  $\beta=90^\circ$  bo'lgani uchun kesmaning frontal tasviri nuqta bo'ladi, chunki kesmaning ikkala uchi ham bitta proyeksiyalovchi nurda-to'g'ri chiziqda yotadi. Bunday kesmaning gorizonttal va profil proyeksiyalari haqiqiy uzunligiga teng bo'lib tasvirlanadi, 29-rasm

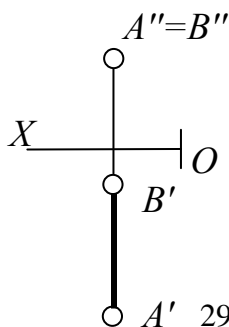
**3. Profil proyeksiyalovchi to'g'ri chiziq.** Bunday to'g'ri chiziq kesmasi profil proyeksiyalar tekisligi W ga perpendikulyar bo'ladi, ya'ni  $\gamma=90^\circ$  bo'lgani



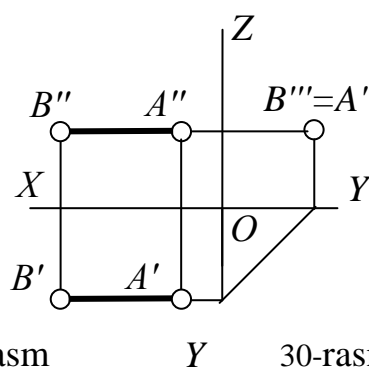
uchun kesmaning profil tasviri nuqta bo‘ladi. Bunday kesmaning gorizontal va frontal proyeksiyalari uning haqiqiy uzunligiga teng bo‘ladi, 30-rasm.



28-rasm



29-rasm



30-rasm

### 3.1.2. Proyeksiyalar tekislariga parallel bo‘lgan to‘g‘ri chiziqlar:

**4. Gorizontal to‘g‘ri chiziq.** Gorizontal to‘g‘ri chiziq deb, faqatgina gorizontal proyeksiyalar tekisligiga parallel bo‘lib, qolgan proyeksiyalar tekisliklari bilan o‘tkir burchak hosil qiluvchi to‘g‘ri chiziqqa aytiladi, ya’ni  $\alpha=0$  va  $0 < (\beta \text{ va } \gamma) < 90^\circ$ .

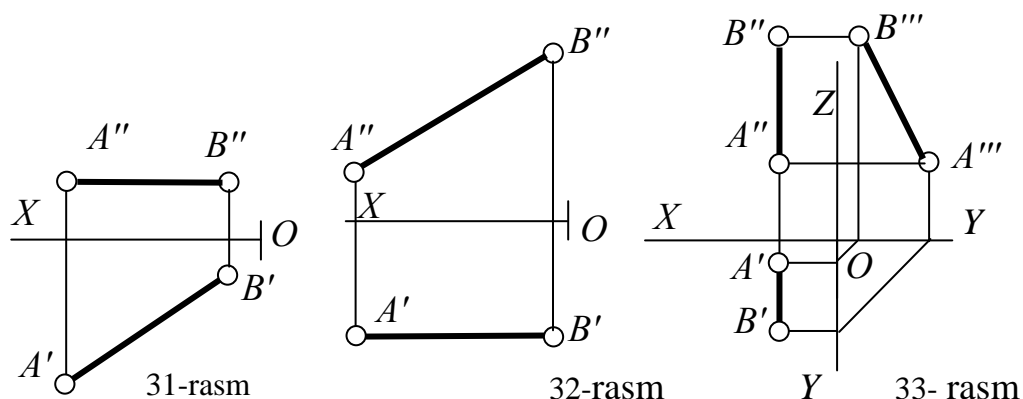
Gorizontal chiziq *h* harfi bilan belgilanadi. Bunday chiziqning uchlari applikatorlari-*H* ga nisbatan balandliklari-uzoqliklari o‘zaro teng bo‘ladi, ya’ni  $Z_A=Z_B$ , 31-rasm. Bunday to‘g‘ri chiziqning haqiqiy uzunligi *H* ga o‘zgarmay tasvirlangan bo‘ladi, shuningdek  $\beta$  va  $\gamma$  burchaklari ham *H* ga haqiqiy kattalikda tasvirlanadi.

**5. Frontal to‘g‘ri chiziq.** Frontal to‘g‘ri chiziq deb, frontal proyeksiyalar tekisligiga parallel va qolgan proyeksiyalar tekisliklari bilan o‘tkir burchak ostida joylashgan to‘g‘ri chiziqqa aytiladi, ya’ni  $\beta=0$  va  $0 < \alpha, \gamma < 90^\circ$ . Bunday chiziq *f* harfi bilan belgilanadi va uning uchlarning ordinatalari o‘zaro teng bo‘ladi,  $Y_A=Y_B$ , 32-rasm.

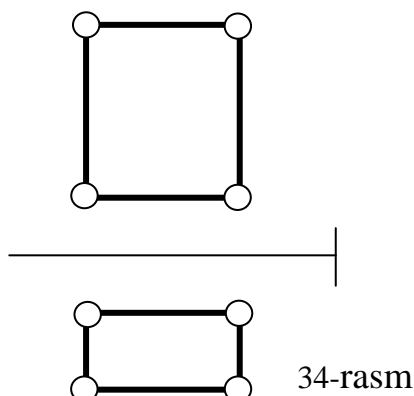
Frontal vaziyatdagi to‘g‘ri chiziq kesmasining haqiqiy uzunligi va uning *H* va *W* tekisliklar bilan hosil qilgan burchaklari o‘zining haqiqiy kattaliklarida *V* tekislikka tasvirlanadi. Ularning gorizontal va profil proyeksiyalari tegishlicha absissa va applikator o‘qlariga parallel joylashadi.

**6. Profil to‘g‘ri chiziq.** Profil to‘g‘ri chiziq deb, profil proyeksiyalar tekisligiga parallel bo‘lgan va qolgan proyeksiyalar tekisliklari bilan o‘tkir burchak hosil qilgan to‘g‘ri chiziqqa aytiladi. Ya‘ni  $\gamma = 0$  va  $0 < \alpha, \beta < 90^\circ$ . Profil to‘g‘ri chiziq kesmasi uchlarining absissalari teng bo‘ladi,  $X_A = X_V$ , 33-rasm.

Bunday to‘g‘ri chiziqning profil proyeksiyasi haqiqiy kattaligiga teng bo‘ladi, shuningdek  $\alpha$  va  $\beta$  burchaklar ham profil proyeksiyalar tekisligiga o‘zlarining haqiqiy kattaligida tasvirlanadi.



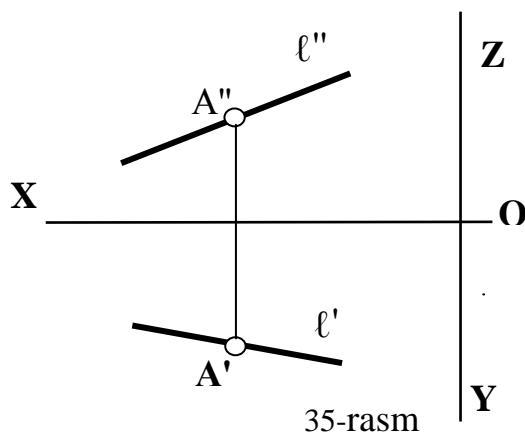
34-rasmda parallelepiped – gugurt qutichasining gorizontaal va profil proyeksiyalari ko‘rsatilgan. Talabalarga shu chizmani yaxshilab ko‘zdan kechirib, nechta gorizontaal, frontal va profil to‘g‘ri chiziqlar, hamda nechta gorizontaal proyeksiyalovchi, frontal proyeksiyalovchi va profil proyeksiyalovchi to‘g‘ri chiziqlar borligini yoki yo‘qligini aniqlash tavsiya etiladi.



### 3.2. To'g'ri chiziqda nuqta tanlash. Ixtiyoriy vaziyatdagi to'g'ri chiziq kesmasining haqiqiy uzunligini va uning proyeksiyalar tekisliklari bilan hosil qilgan burchaklarini aniqlash

To'g'ri chiziq nuqtalar to'plamidan iborat bo'lgani uchun, **agar fazodagi nuqta to'g'ri chiziqning qismi bo'lsa va faqat shundagina bunday nuqta to'g'ri chiziqda yotadi yoki unga tegishli bo'ladi.** Bunga nuqtaning to'g'ri chiziqda yotishlik sharti deb ataladi. To'g'ri chiziqda yotuvchi nuqtaning proyeksiyalari to'g'ri chiziqning tegishli proyeksiyalarida yotadi, (35-rasm, chizmada to'g'ri chiziqni va nuqtani profil proyeksiyasi ko'rsatilmagan):

$$A \in \ell \Leftrightarrow A \in \ell \text{ va } A' \in \ell'; A'' \in \ell''; A''' \in \ell'''; \quad (1)$$

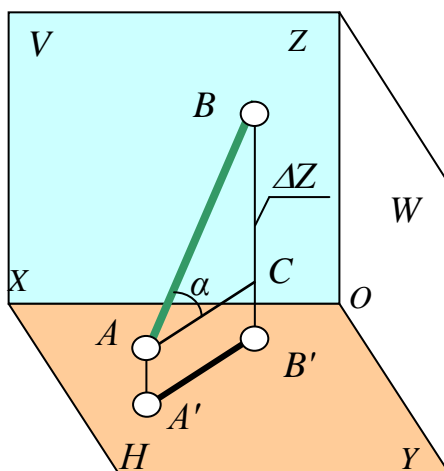


1-ifodadan foydalanib to'g'ri chiziqda yotuvchi nuqtaning yetishmagan proyeksiyalari va nuqtaning to'g'ri chiziqda yotish yo yotmasligi aniqlanadi. Shunga ko'ra 1-ifoda nuqtaning to'g'ri chiziqda yotishlik algoritmi deb ataladi.

Ihtiyoriy to'g'ri chiziq proyeksiyalar tekisliklariga nisbatan o'tkir burchak ostida joylashgani uchun, unda yotgan kesmaning proyeksiyasi o'z uzunligidan har doim kichik bo'ladi. Kesmaning haqiqiy uzunligi bilan proyeksiyasi va proyeksiyalar tekisligi bilan hosil qilgan burchagi orasida oddiy matematik ifoda borligi 1-bobda qayd etilgan edi (5-rasm). Shunga ko'ra fazodagi kesma uzunligi bilan uning proyeksiyalari orasidagi matematik ifoda quyidagicha bo'ladi:

$$\begin{aligned} \text{H tekisligi uchun } A'B' &= AB \cdot \cos \alpha \\ \text{V tekisligi uchun } A''B'' &= AB \cdot \cos \beta \\ \text{W tekisligi uchun } A'''B''' &= AB \cdot \cos \gamma \end{aligned} \quad (2)$$

Bunga 36-rasmdagi AB kesma bilan uning H tekislikdagi proyeksiyasi va u bilan H orasidagi  $\alpha$  burchakni, hamda ABC uchburchaklarni taxlil qilib to'liq ishonch hosil qilish mumkin. ABC to'g'ri burchakli uchburchakning birinchi kateti  $AC = A'B'$  va ikkinchi kateti  $BC = \Delta Z = Z_B - Z_A$  ga teng. Aynan shunday xulosani V va W tekisliklar uchun ham chiqarish mumkin, (36-rasm kesmaning frontal va profil proyeksiyalari va  $\beta, \gamma$  burchaklar ko'rsatilmagan).



36- rasm

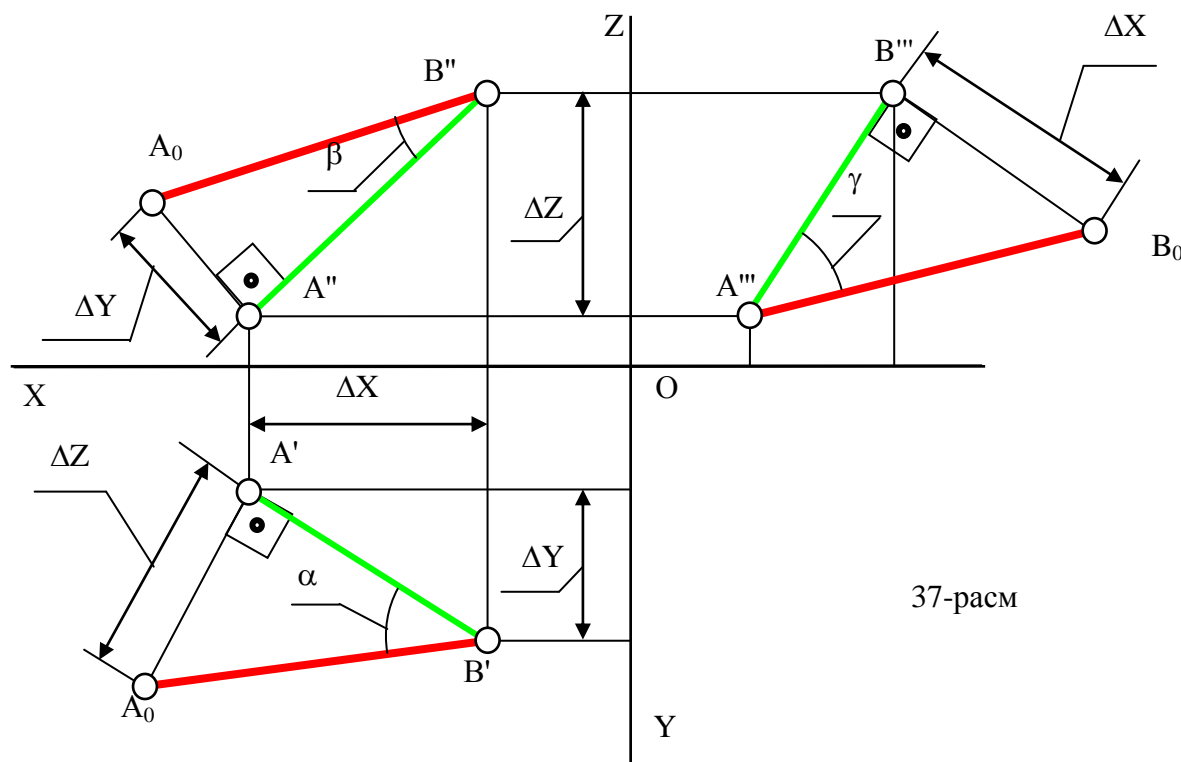
5- va 36-rasmlardan ko'rinib turibdiki, fazodagi kesma o'zining proyeksiyalari bilan to'g'ri burchakli uchburchak hosil qilgan ekan. Buni 2-ifodadan ham aniqlash mumkin.

Shunday qilib kesmani haqiqiy uzunligini va proyeksiyalar tekisliklari bilan hosil qilgan burchagini **to'g'ri burchakli uchburchaklar yasash usuli** yordamida aniqlanadi. Bunda to'g'ri chiziq kesmasining haqiqiy uzunligi to'g'ri burchakli uchburchakning gipotenuzasiga teng bo'ladi. Bunday uchburchaklar H, V, W tekisliklarida yasaladi va ularning birinchi va ikkinchi katetlarini uzunligi quyidagicha olinadi (37-rasm):

- H tekisligida:  $A'B'$ ,  $\Delta Z$ . Ikkinchi katet ro'parasida  $\alpha$  burchak;**
- V tekisligida:  $A''B''$ ,  $\Delta Y$ . Ikkinchi katet ro'parasida  $\beta$  burchak;** (3)
- W tekisligida:  $A'''B'''$ ,  $\Delta X$ . Ikkinchi katet ro'parasida  $\gamma$  burchak;**

3-ifodani chizmada berilgan kesmaning proyeksiyalari yordamida uning haqiqiy uzunligini va proyeksiyalar tekisliklariga nisbatan og'ish burchaklarini aniqlash algortmi deb qarash mumkin.

Shunday qilib, 37-rasm yasalgan  $A_0A'B'$ ,  $A_0B''A''$  va  $B_0A'''B'''$  to'g'ri burchakli uchburchaklarda, to'g'ri chiziq kesmasining haqiqiy uzunligi to'g'ri burchakli uchburchakning gipotenuzasiga, bu uchburchakning birinchi kateti gorizontaal yoki frontal yoki profil tasvirga, ikkinchi kateti esa, tegishlicha uning uchlarini applikatorlari yoki ordinatalari yoki absissalari ayirmasi  $\Delta Z$  yoki  $\Delta Y$  yoki  $\Delta X$  ga teng bo'ladi.



37-рasm

*Eslatma:*  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$  va  $\Delta Z$  larni aniqlashda koordinatalarning ishorasini hisobga olgan holda, ayirma algebraik deb qaraladi.

**Misol:** A uchi  $i$  va B uchi II -choraklarda joylashgan AB to'g'ri chiziq kesmasining haqiqiy uzunligi va uning H va V ga og'ish burchaklari aniqlansin, 39-rasm.

**Yechish:** To'g'ri chiziq kesmasining haqiqiy uzunligini va izlanayotgan burchaklarni aniqlash uchun ikki marotaba (masalaning shartiga ko'ra) to'g'ri burchakli uchburchak yasaladi.

1. 3-ifodaga asosan to'g'ri burchakli uchburchakning bir kateti qilib kesmaning gorizontaal proyeksiyasi  $A'B'$  va ikkinchi katet qilib esa, kesma

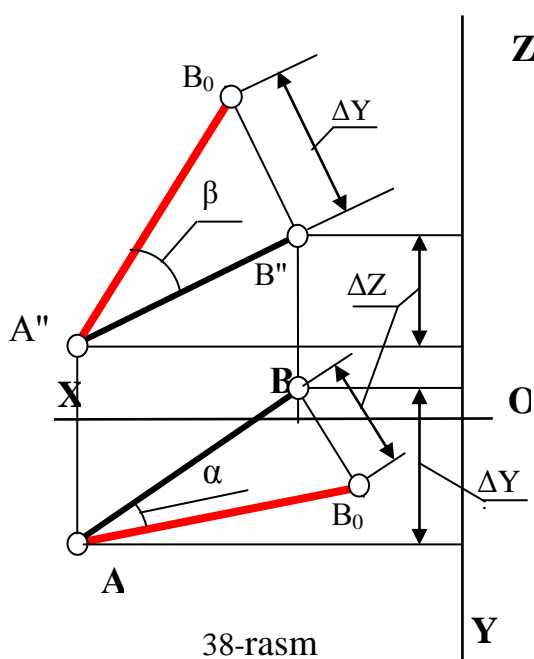
uchlarinig applikatalari ayirmasi olinadi. Gipotenuza  $A'B_0$ , berilgan AB kesmaning haqiqiy uzunligiga teng bo'ladi.

Bu  $A'B'B_0$  uchburchakning ikkinchi  $\Delta Z$  ga teng kateti ro'parasidagi burchagi AB kesmaning H ga nisbatan og'ish burchagi  $\alpha$  bo'ladi.

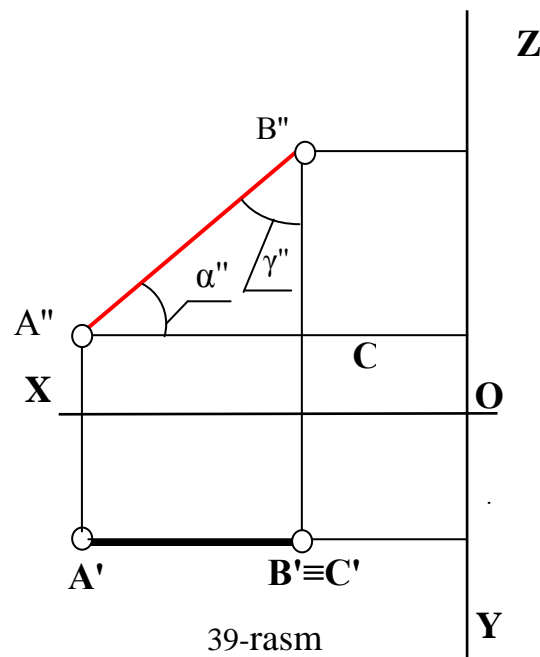
2. Endi to'g'ri burchakli uchburchakning birinchi kateti qilib uning frontal  $A''B''$  tasvirini, ikkinchi kateti qilib esa, kesma uchlarining ordinatalarini ayirmasi olinadi. Kesma uchlari  $i$  va II-choraklarda joylashgani uchun ularning Y koordinatalarining ishoralari har xil.  $Y_A$  musbat ishorali,  $Y_V$  esa manfiy ishoraga ega, demak ularning kattasidan kichigini ayirsak, ya'ni  $Y_A - (-Y_V) = Y_A + Y_V = \Delta Y$  bo'ladi, ya'ni  $\Delta Y$  bu holda ordinatalar yigindisiga teng bo'ladi. Hosil bo'lgan  $A''B_0$  gipotenuza kesmaning haqiqiy uzunligiga teng bo'ladi. Bu  $B_0B''A''$  uchburchakning ikkinchi  $\Delta Y$  ga teng kateti ro'parasidagi burchagi AB kesmaning V ga nisbatan og'ish burchagi  $\beta$  bo'ladi.

Masalaning to'g'ri yechilganligini tekshirib ko'rish uchun har ikkala uchburchakdagi haqiqiy uzunliklarni bir-biriga solishtiriladi. Agar ular teng bo'lsa, masala to'g'ri yechilgan bo'ladi. Chunki epyurda birgina kesmaning haqiqiy uzunligi ikki marotaba aniqlangan.

Agar berilgan to'g'ri chiziq maxsus vaziyatdagi to'g'ri chiziq bo'lsa, kesmaning haqiqiy uzunligi va proyeksiyalar tekisliklari bilan hosil qilgan burchaklari grafik amallar bajarmay ham chizmada osongina aniqlanadi. Masalan frontal kesma berilgan bo'lsin, 38-rasm.



38-rasm



39-rasm

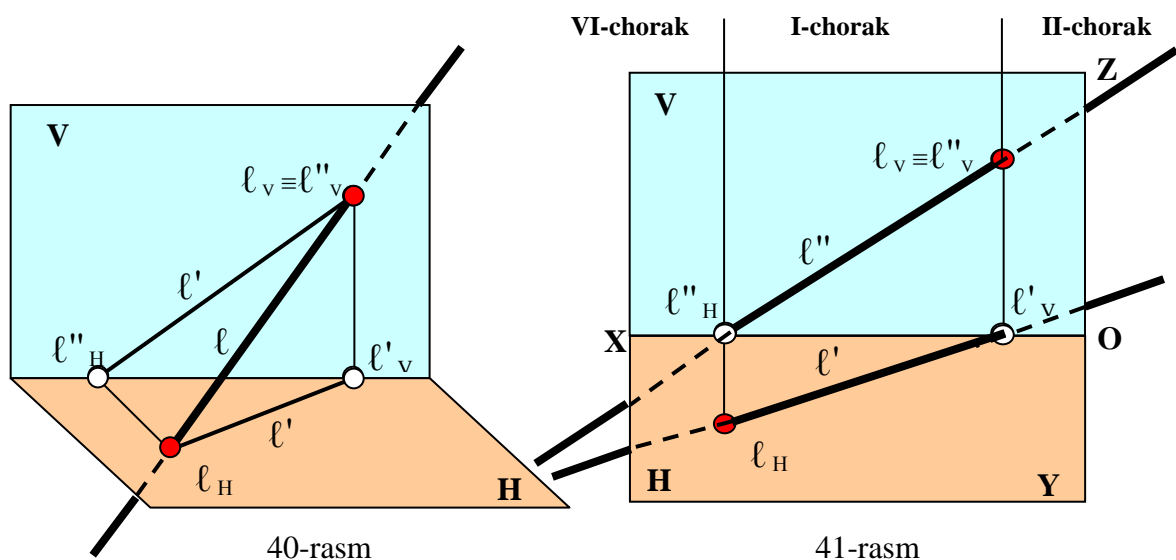
39-rasmdan quyidagilarni aniqlash mumkin: Kesmaning haqiqiy uzunligini aniqlashda yasaladigan ABC to'g'ri burchakli uchburchak frontal proyeksiyalar tekisligiga parallel bo'ladi. Uni chizmada  $\Delta A''B''C''$  deb belgilangan va u V ga o'zgarmay tavrirlanadi. Shunga ko'ri:  $AB=A''B''$ ;  $\alpha'' = \alpha$  va  $\gamma'' = \gamma$ ;  $A''C'' = A'B'$  va  $B''C'' = \Delta Z$  bo'ladi.

### 3.3. To'g'ri chiziqning izlarini topish. Kesmani teng va berilgan nisbatda bo'laklarga ajratish. Ikki to'g'ri chiziq. Raqobatlashuvchi to'g'ri chiziqlar

To'g'ri chiziqning izi deb uning proyeksiyalar tekisligi bilan kesishgan nuqtasiga aytiladi, 40-rasm.

Umumiy vaziyatdagi to'g'ri chiziq har bir proyeksiyalar tekisligida bittadan izga ega bo'ladi.

$\ell$  to'g'ri chiziqning gorizontaal proyeksiyalar tekisligi bilan uchrashgan nuqtasiga uning **gorizontaal izi** deb ataladi va uni  $\ell_H(\ell'_H, \ell''_H)$  nuqta bilan belgilanadi; To'g'ri chiziqning V tekislik bilan uchrashgan nuqtasiga uning **frontal izi** deb ataladi va uni  $\ell_V(\ell'_V, \ell''_V)$  nuqta bilan belgilanadi. To'g'ri chiziqning W tekislik bilan uchrashgan nuqtasiga uning **profil izi** deb ataladi va uni  $\ell_W(\ell'_W, \ell''_W, \ell'''_W)$  nuqta bilan belgilaymiz.



To'g'ri chiziqning izlari uni fazoning bir choragidan ikkinchi choragiga o'tishini ko'rsatadi. Ya'ni u o'zining izi orqali fazoning bir choragidan ikkinchiga o'tadi, 41-rasm. Masalan, to'g'ri chiziq o'zining gorizontali izi orqali I chorakdan IV ga, yoki III chorakka o'tishi mumkin. Shunga o'xshash u o'zining frontal izi orqali I chorakdan II ga yoki III chorakka o'tishini ko'rsatadi.

Proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar bo'lgan to'g'ri chiziqlar faqat bittadan izga ega bo'ladi. Proyeksiyalar tekisligiga parallel to'g'ri chiziqlar esa ikkitadan izga ega bo'ladi.

41-rasmda  $l$  to'g'ri chiziqning tasviri berilgan. Bu to'g'ri chiziq pastga qarab davom ettirilib, H tekisligi bilan kesishib, uning gorizontali izi  $l_H$  ( $l'_H$ ,  $l''_H$ ) ni hosil qilindi. Bu izning gorizontali proyeksiyasi o'zi bilan birga yotadi va frontal proyeksiyasi esa, OX o'qida ( $l_H \in H$  bo'lgani uchun) yotadi.

Bu to'g'ri chiziqni yuqoriga davom ettirsak, u V tekisligi bilan kesishib, uning frontal izi  $l_V$  ni hosil qiladi; frontal izning frontal proyeksiyasi  $l'_V$  frontal iz bilan ustma-ust yotadi, uning gorizontali proyeksiyasi esa,  $l_V \in V$  yotgani uchun OX o'qiga tasvirlanadi. Shunday qilib to'g'ri chiziqning har bir izning bitta proyeksiyasi shu izning o'zi bilan ustma-ust yotadi, qolgan proyeksiyalari esa proyeksiyalar o'qlarida yotadi:

$$\begin{aligned} l_H = l \cap H: l_H \in H \text{ bo'lgani uchun } l''_H \in OX \text{ va } l'_H \in l' \\ l_V = l \cap V: l_V \in V \text{ bo'lgani uchun } l'_V \in OX \text{ va } l''_V \in l'' \end{aligned} \quad (3)$$



3-ifoga AB to'g'ri chiziqning berilgan gorizontal va frontal proyeksiyalari yordamida uning izlarini topish algoritmi deb ataladi.

Bu algoritimga asosan to'g'ri chiziqning gorizontal izini topish uchun, uning frontal proyeksiyasini OX o'qi bilan kesishguncha davom ettirib, uning gorizontal izining frontal proyeksiyasi  $l''_H$  topiladi. So'ngra  $l''_H$  dan OX ga perpendikulyar bog'lovchi chiziq o'tkazib,  $l'$  da uning gorizontal  $l'_H$  proyeksiyasi belgilanadi.

To'g'ri chiziq frontal izini topish uchun uning gorizontal proyeksiyasini OX o'qi bilan kesishguncha davom ettirib, frontal izining gorizontal proyeksiyasi  $l'_V$  topiladi.  $l'_H$  dan OX ga perpendikulyar bog'lovchi chiziq o'tkazilib,  $l''$  ni davomida uning frontal  $l''_V$  proyeksiyasi aniqlanadi. Hosil bo'lgan  $l'_H l'_V$  to'g'ri chiziq kesmasi uning birinchi chorakdagi qismi bo'lib, to'g'ri chiziqni  $l'_H$  nuqtadan pastga davom ettirsak, u IV chorakka o'tadi.

Agar to'g'ri chiziqni  $l'_V$  nuqtadan o'ng tomonga davom ettirilsa, u II chorakka o'tishini 42-rasmda ko'rish mumkin.

42-rasmga W tekisligini kiritib, AB to'g'ri chiziqning profil izi  $l'_W$  ni ham quyidagi algoritm asosida topish mumkin:

$$l'_W = l' \cap W : l'_W \in W \text{ bo'lgani uchun } l''_W \in OZ \text{ va } l'''_W \in l'''$$

To'g'ri chiziq izlarini topish algoritmini taxlil qilib shunday xulosaga kelish mumkin: to'g'ri chiziqning bir nomli proyeksiyalarida uning izlarini bir nomli proyeksiyalari yotadi:

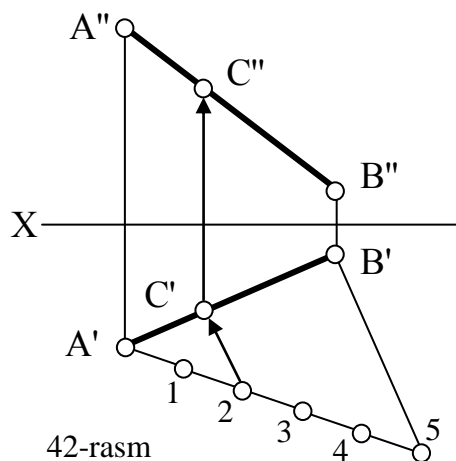
$$l'_H, l'_V, l'_W \in l'; \quad l''_H, l''_V, l''_W \in l''; \quad l'''_H, l'''_V, l'''_W \in l'''';$$

Bu xossaga asoslanib to'g'ri chiziq izlarining proeksilarini to'g'ri yoki noto'g'ri topilganligini aniqlash mumkin.

**To'g'ri chiziq kesmasini teng yoki berilgan nisbatda ajratish** parallel proyeksiyalarning to'rtinchi xossasiga asoslanib, ya'ni Fales teoremasiga (Agar kesishuvchi to'g'ri chiziqlarning bir tomonida parallel to'g'ri chiziqlar dastasi teng kesmalar ajrasa, ular ikkinchi to'g'ri chiziqni ham teng kesmalarga ajratadi) asosan amalga oshiriladi.

To'g'ri chiziq kesmaning m/n nisbatda bo'luvchi C nuqta aniqlansin, 42-rasm. Bu yerda m va n lar butun sonlar. Buning uchun berilgan to'g'ri chiziq

kesmasining istalgan uchidan, masalan,  $A'$  dan ixtiyoriy burchak ostida yordamchi to'g'ri chiziq o'tkaziladi. Bu to'g'ri chiziqqa boshlangich nuqtadan  $m$  va  $n$  butun sonlar yigindisiga teng bo'lgan ixtiyoriy uzunlikdagi teng kesmalar ketma-ket qo'yiladi. Masalan,  $m=2$  va  $n=3$  bo'lsa, ularning yigindisi 5 ga teng, yordamchi to'g'ri chiziqqa beshta bir xil uzunlikdagi kesma ketma-ket o'lchab qo'yiladi. So'ngra beshinchi nuqtani  $B'$  nuqta bilan tutashtiriladi. Agar o'lchab qo'yilgan kesmani uchlaridan  $5B'$  ga parallel to'g'ri chiziqlar o'tkazilsa, Fales teoremasiga asosan  $AB$  kesma teng beshta bo'laklarga ajralib qoladi. Lekin masalani shartiga ko'ra 2-nuqta orqali  $5B'$  ga parallel to'g'ri chiziq o'tkazib, izlangan nuqtaning gorizontal  $S'$  proyeksiyasi aniqlanadi,  $C'$  dan bog'lovchi chiziq o'tkazib,  $A''B''$  da  $C''$  topiladi.



**Ikki to'g'ri chiziq bir-biriga nisbatan vaziyati** fazoda o'zaro parallel, kesishuvchi va uchrashmas-ayqash bo'lishi mumkin.

### Parallel to'g'ri chiziqlar

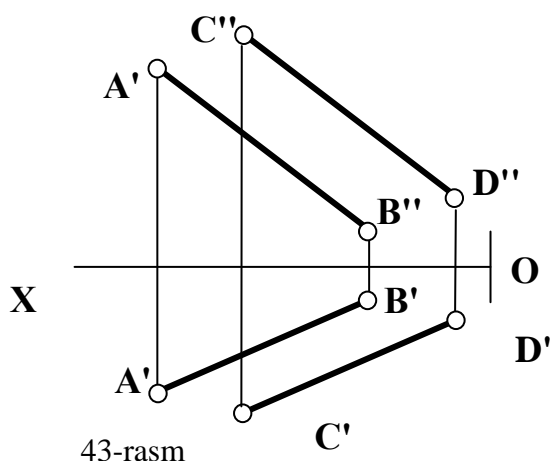
Agar berilgan ikki to'g'ri chiziq fazoda parallel bo'lsa, parallel proyeksiyalarning oltinchi xossasiga asosan ularning bir nomli proyeksiyalari ham parallel bo'ladi:

$$A'B' \parallel C'D'; A''B'' \parallel C''D'' \text{ va } A'''B''' \parallel C'''D'''.$$

Umumiy vaziyatdagi parallel to'g'ri chiziqlarni tasvirlash uchun, ularning xoxlagan ikki proyeksiyalar tekisliklaridagi proyeksiyalarini parallel vaziyatda olinsa etarlik bo'ladi.

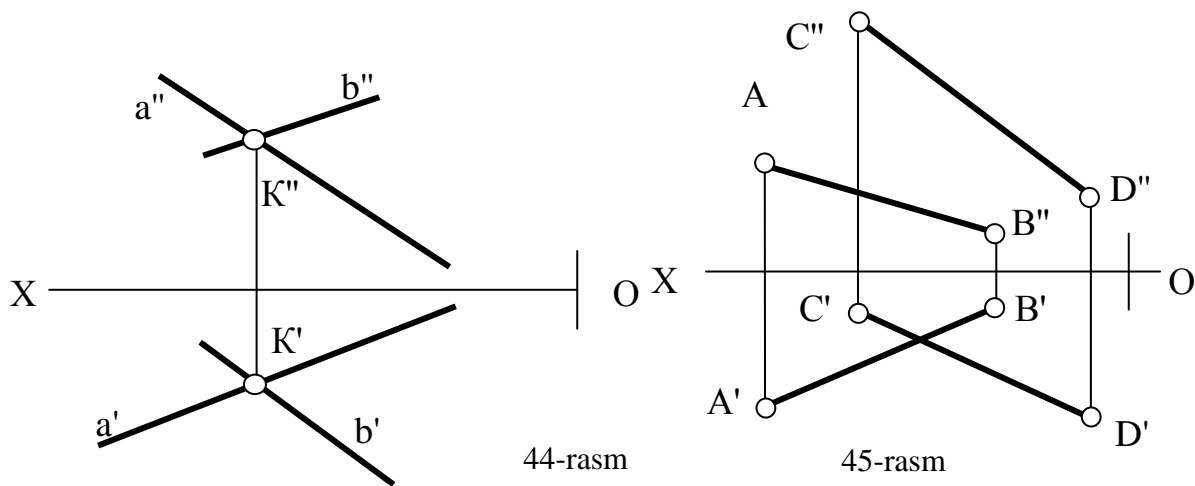
Lekin bu qoida ikki gorizontal, frontal va profil to'g'ri chiziqlar uchun to'g'ri kelmaydi. Masalan, 43-rasmda ko'rsatilgan ikkita gorizontal chiziqlarning frontal va profil proyeksiyalari o'zaro parallel bo'lsin, agar ularning gorizontal tasvirlarini aniqlasak, ayqash gorizontal to'g'ri chiziqlar berilgan ekanligini ko'rish mumkin. Bundan shunday xulosa kelib chiqadi: o'zaro parallel bo'lgan gorizontal, frontal va profil to'g'ri chiziqlarni proyeksiyalarini yasash uchun avval ularning tegishlicha gorizontal, frontal va profil proyeksiyalarini o'zaro parallel qilib o'tkazish kerak bo'ladi.

Eslatma: Agar parallel to'g'ri chiziqlar proyeksiyalovchi bo'lsa, ularning bitta proyeksiyalari o'zaro parallel va ikkinchi proyeksiyalari nuqta bo'ladi.



### Kesishuvchi to'g'ri chiziqlar

Agar to'g'ri chiziqlar fazoda o'zaro kesishgan bo'lsa, ular umumiy K nuqtaga ega bo'ladi va ularning bir nomli proyeksiyalari ham shu K nuqtaning proyeksiyasida kesishadi, ya'ni uni  $K'$  va  $K''$  proyeksiyalari  $OX$  o'qiga perpendikulyar bo'lgan bitta bog'lovchi chiziqda yotadi, 44-rasm:  $a' \cap b' = K'$  va  $a'' \cap b'' = K''$ . Shuningdek  $K''$  va  $K'''$  lar esa,  $OX$  o'qiga parallel bo'lgan bog'lovchi chiziqda yotadi.



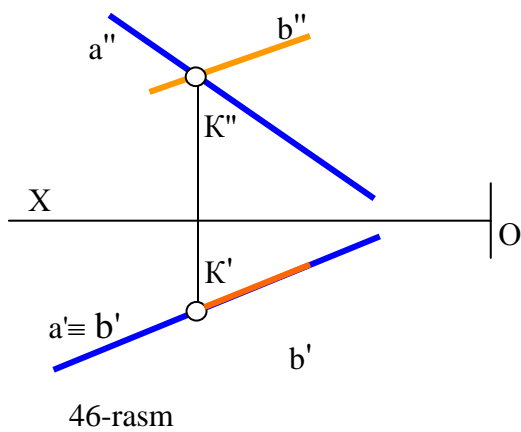
### **Ayqash-uchrashmas to'g'ri chiziqlar**

Agar to'g'ri chiziqlar parallel yoki kesishuvchi bo'lmasa, bunday to'g'ri chiziqlarni ayqash-uchrashmas to'g'ri chiziqlar deb ataladi, 46-rasm. Bunday to'g'ri chiziqlarning umumiy kesishish nuqtasi bo'lmaydi va bir tekislikda yotmaydi. Lekin ular parallel tekisliklarda yotadi.

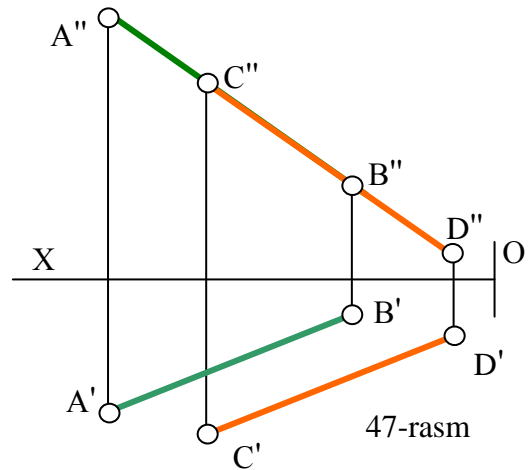
Shunga ko'ra, agar ayqash to'g'ri chiziqlarning bitta bir nomli proyeksiyalari o'zaro parallel bo'lsa, bunday proyeksiyalar orasidagi qisqa masofa ayqash to'g'ri chiziqlar orasidagi masofaga teng bo'ladi. Ayqash to'g'ri chiziqlarning proyeksiyalari kesishgan bo'lishi mumkin, lekin ular bitta bog'lovchi chiziqda yotmaydi.

### ***Raqobatlashuvchi to'g'ri chiziqlar***

Agar fazoda berilgan ikki parallel yoki kesishuvchi to'g'ri chiziqlar bitta proyeksiyalovchi tekislikda yotsa, ularning bitta bir nomli proyeksiyalari qo'shilib qoladi. Bunday, ya'ni **bitta proyeksiyasi qo'shilib qolgan to'g'ri chiziq**larga **raqobatlashuvchi to'g'ri chiziqlar** deb ataladi.



46-rasm



47-rasm

46 va 47-rasmlarda gorizontaal va frontal proyeksiyalari ustma-ust yotuvchi ikki kesishuvchi va parallel raqobatlashuvchi to'g'ri chiziqlar ko'rsatilgan. Raqobatlashuvchi to'g'ri chiziqdan foydalanib proyeksiyalari ustma-ust yotuvchi geometrik figuralarning ko'rinar va ko'rinmas qismlari chizmada aniqlanadi.

46-rasmdagi b to'g'ri chiziqni K nuqtadan o'ng tomonda yotuvchi barcha nuqtalarining gorizontaal proyeksiyalari ko'rinar bo'ladi. Chunki ularni N tekislikdan uzoqliklari-applikatalari, ular bilan raqobatlashuvchi b to'g'ri chiziqning applikatalaridan katta.

47-rasmdagi CD to'g'ri chiziq AB dan oldinda joylashgani uchun uning frontal proyeksiyasi ko'rinar bo'ladi.

### Tayanch iboralar:

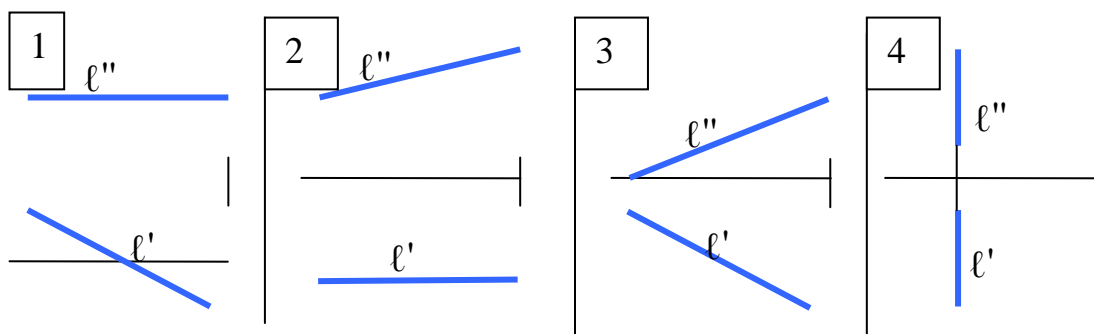
To'g'ri chiziqning chizmasini tuzish va o'qish, umumiy-ixtiyoriy vaziyatdagi to'g'ri chiziqlar; xususiy-maxsus vaziyatdagi to'g'ri chiziqlar; to'g'ri chiziqda nuqta tanlash; ixtiyoriy vaziyatdagi kesmasining haqiqiy uzunligi; to'g'ri chiziqning proyeksiyalar tekisliklari bilan hosil qilgan burchaklari; to'g'ri chiziqning izlari; to'g'ri chiziqni nisbatlarga bo'lish; ikki to'g'ri chiziqning o'zaro joylashuvi; parallel, kesishuvchi va ayqash to'g'ri chiziqlar; raqobatlashuvchi to'g'ri chiziqlar;

### **Nazorat savollari:**

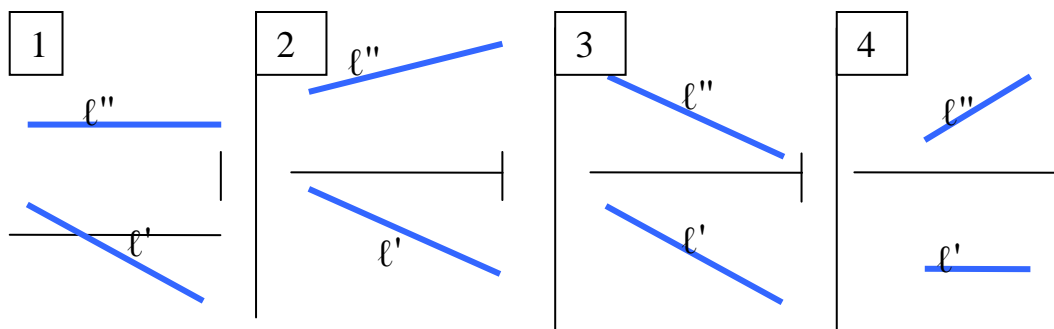
1. To'g'ri chiziqning chizmasi qanday bajariladi.
2. To'g'ri chiziqning chizmasi qanday o'qiladi.
3. Fazodagi to'g'ri chiziq proyeksiyalar tekisliklariga nisbatan qanday vaziyatda joylashadi.
4. Umumiy-ixtiyoriy vaziyatdagi to'g'ri chiziqlarni izoxlab bering;
5. Xususiy vaziyatdagi to'g'ri chiziqlar deb qanday to'g'ri chiziqlarga aytiladi;
6. Proyeksiyalovchi to'g'ri chiziqlarga qanday to'g'ri chiziqlar kiradi;
7. Gorizontal, frontal va profil to'g'ri chiziqlarni izoxlab bering;
8. To'g'ri chiziqda nuqta tanlashlik shartini aytib bering;
9. Ixtiyoriy vaziyatdagi kesmasining haqiqiy uzunligi qanday geometrik figura yasash usulidan foydalanib aniqlanadi;
10. To'g'ri chiziqning proyeksiyalar tekisliklari bilan hosil qilgan burchaklari qanday aniqlanadi.
11. Nima uchun maxsus chiziqlarning chizmasida ularning haqiqiy uzunligi va proyeksiyalar tekisligi bilan hosil qilgan burchaklari o'zgarmasdan tasvirlanadi.
12. To'g'ri chiziqning izlari deb nimaga aytiladi;
13. To'g'ri chiziqning izlari nimani ko'rsatadi;
14. To'g'ri chiziqni bo'laklarga ajratishni nazariy asoslab bering; Fazoda ikki to'g'ri chiziq bir biriga nisbatan qanday vaziyatda joylashadi;
15. Parallel, kesishuvchi va ayqash to'g'ri chiziqlarni chizmada tasvirlab bering;
16. Raqobatlashuvchi to'g'ri chiziqlar deb qanday to'g'ri chiziqlarga aytiladi;
17. Raqobatlashuvchi to'g'ri chiziqlarni nima uchun bilish zarur.

## O‘tilgan materiallarni mustahkamlashga oid testlar:

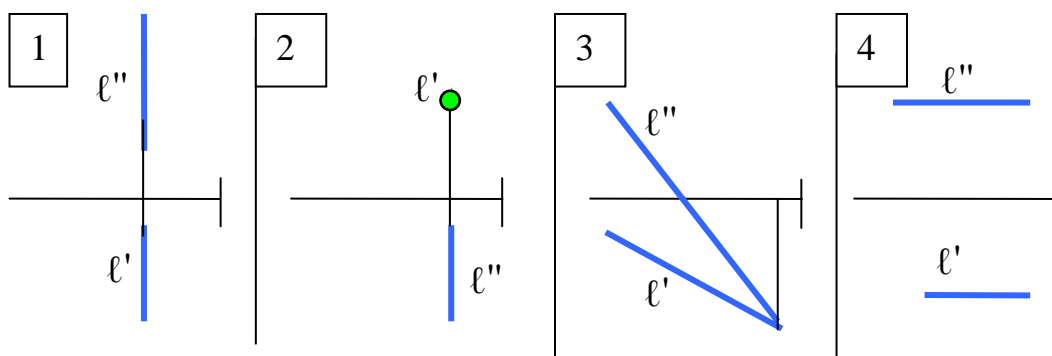
1. Qaysi misolda umumiy vaziyatdagi to‘g‘ri chiziq tasvirlangan?



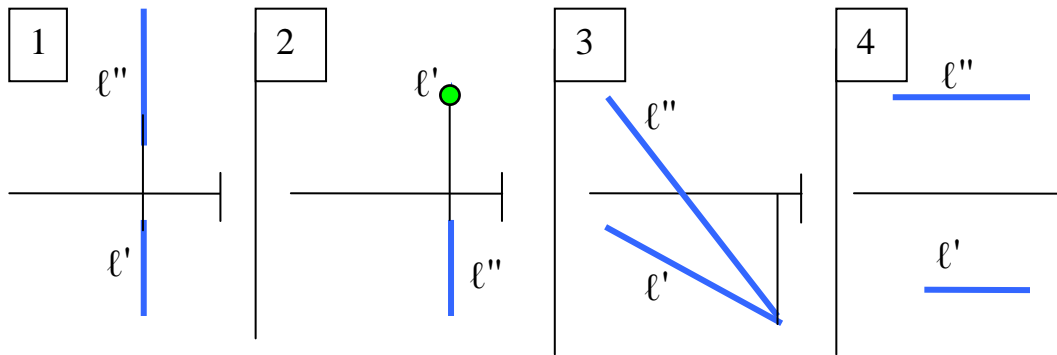
2. Qaysi misolda gorizontaal to‘g‘ri chiziq ko‘rsatilgan?



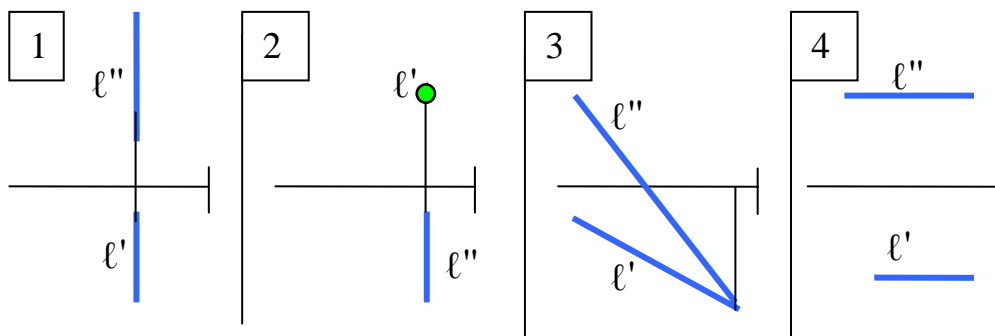
3. Qaysi misolda gorizontaal proyeksiyalovchi to‘g‘ri chiziq ko‘rsatilgan?



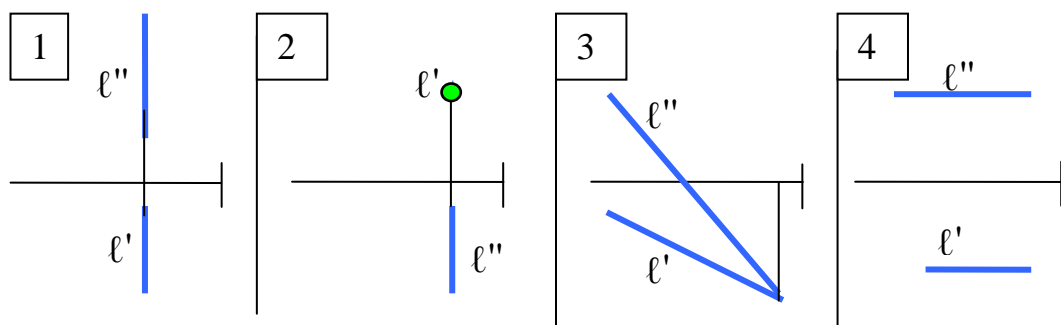
4. Qaysi misolda V-tekisligida yotuvchi to‘g‘ri chiziq ko‘rsatilgan?



5. Qaysi misollarda to'g'ri chiziq kesmasining haqiqiy uzunligi va burchaklar to'g'ri ko'rsatilgan?



6. Qaysi misolda profil to'g'ri chiziq ko'rsatilgan?

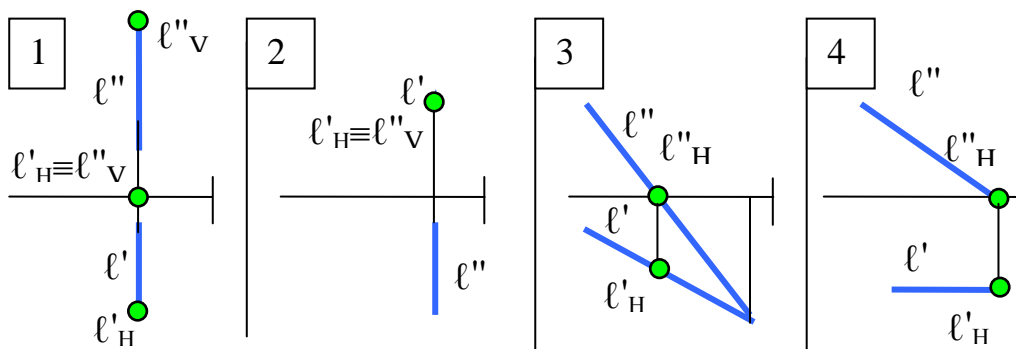


7. Frontal to'g'ri chiziqning qanday izlari bo'ladi?

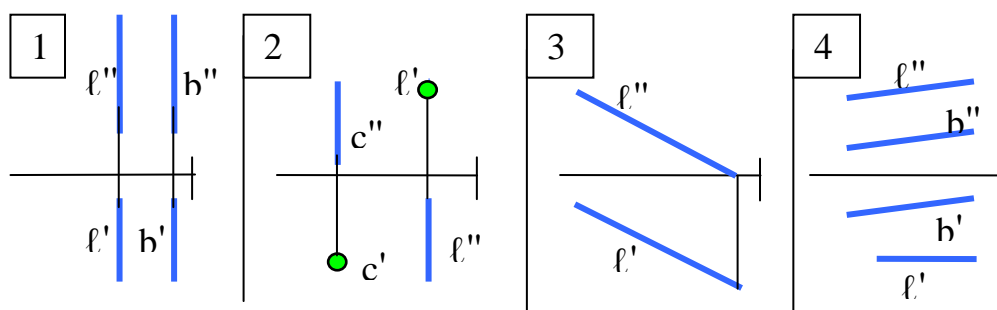
- |            |            |         |            |
|------------|------------|---------|------------|
| 1)         | 2)         | 3)      | 4)         |
| frontal    | gorizontal | frontal | gorizontal |
| gorizontal | frontal    | profil  | profil     |
| profil     |            |         |            |



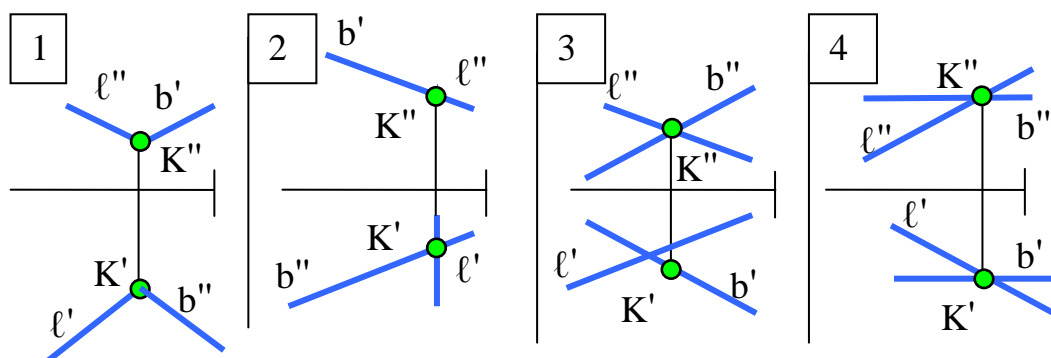
8. Qaysi misollarda umumiy vaziyatdagi to'g'ri chiziq izlari to'g'ri ko'rsatilgan?



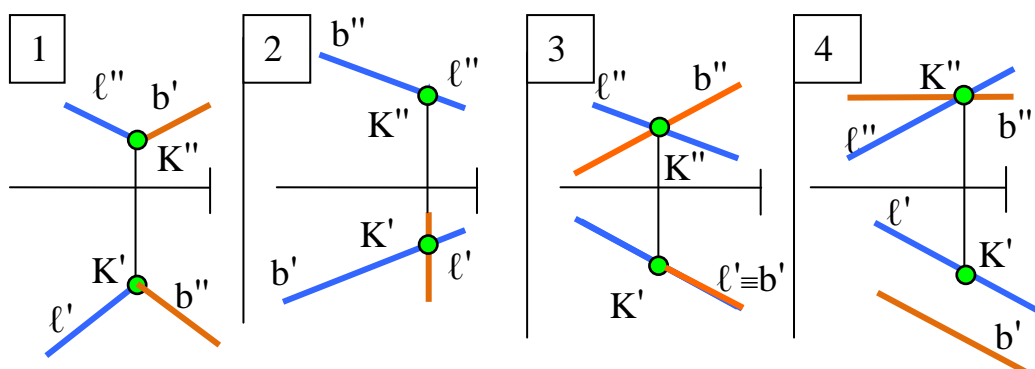
9. Qaysi misolda parallel to'g'ri chiziqlar tasvirlangan?



10. Qaysi misolda kesishuvchi to'g'ri chiziqlar tasvirlangan?



11. Qaysi misolda raqobatlashuvchi to'g'ri chiziqlar tasvirlangan?



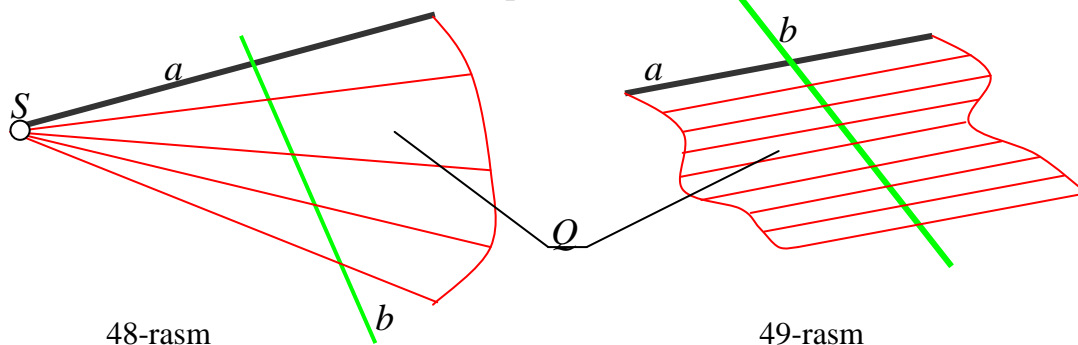


## IV BOB. TEKISLIK VA UNING CHIZMADA BERILISHI

### 4.1. Tekislikning chizmada berilishi va uning izlari. Tekislikda to‘g‘ri chiziq va nuqta tanlash. Tekislikning maxsus chiziqlari

#### 4.1.1. Tekislikning chizmada berilishi va uning izlari

Tekislik ikki o‘lchamli geometrik figura bo‘lib, eng oddiy sirt hisoblanadi. Sirtlar esa biror chiziqni ma‘lum qonuniyat asosida uzluksiz harakati natijasida hosil bo‘ladi. Bu xarakatlanuvchi to‘g‘ri chiziqqa sirtning yasovchisi, uni xarakatlanish qonuniyatini ifodalovchi chiziq sirtning yo‘naltiruvchisi deb ataladi. Tekislikning yasovchi va yo‘naltiruvchi chiziqlari to‘g‘ri chiziq bo‘ladi. Ya‘ni tekislik yasovchi to‘g‘ri chiziqning bir uchi qo‘zg‘almas bo‘lib, ikkinchi uchi yo‘naltiruvchi to‘g‘ri chiziq bo‘ylab xarakatlanishi natijasida hosil bo‘ladi. (48-rasm). Bunda agar yasovchi to‘g‘ri chiziqning qo‘zg‘almas uchini cheksizlikda deb qaralsa, tekislikni yasovchi chiziqlari xarakatlanish jarayonida o‘zaro parallel bo‘lib qoladi. Shunga ko‘ra tekislikni yasovchi to‘g‘ri chiziqni yo‘naltiruvchi to‘g‘ri chiziq bo‘ylab dastlabki vaziyatiga parallel bo‘lgan holda harakatlanishidan hosil bo‘ladi deb qarash mumkin, (49-rasm).



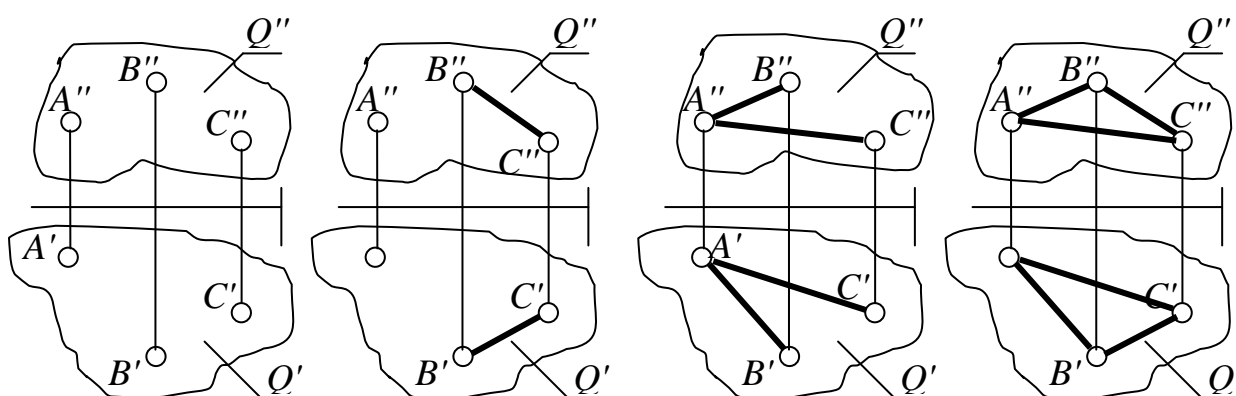
Shunga ko‘ra tekislik chizmada uni yasovchi va yo‘naltiruvchi to‘g‘ri chiziqlarini elementlari bilan quyidagicha berilishi mumkin (50-rasm):

- Bir to‘g‘ri chiziqda yotmaydigan uchta A, B va C nuqtalar yordamida;

b) Nuqta va bu nuqtadan o'tmaydigan to'g'ri chiziq yordamida; ya'ni tekislik berilgan uchta A, B va C nuqtalarning istalgan ikkitasini to'g'ri chiziq bilan birlashtirib yasaladi.

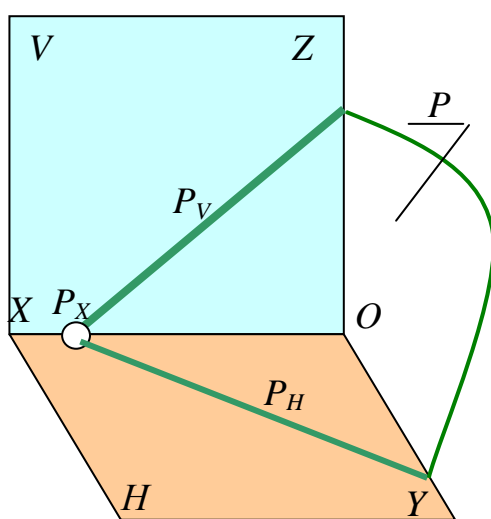
d) Ikki parallel to'g'ri chiziq yordamida; ya'ni tekislik A, B va C nuqtalarning biridan, qolgan ikkitasi orqali o'tuvchi to'g'ri chiziqqa parallel to'g'ri chiziq o'tkazish yordamida yasaladi.

e) Uchburchak yordamida; ya'ni berilgan uchta A, B va C nuqtalarni to'g'ri chiziqlar bilan birlashtirilib hosil qilinadi.

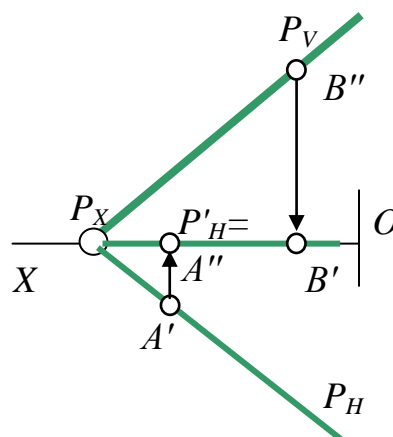


50-rasm

Agar berilgan  $P$  tekislik proyeksiyalar tekisliklariga parallel va perpendikulyar bo'lmasa, bunday tekislik proyeksiyalar tekisliklari bilan kesishib gorizont, frontal va profil deb ataluvchi izlarini hosil qiladi, 51,52-rasm.



51-rasm

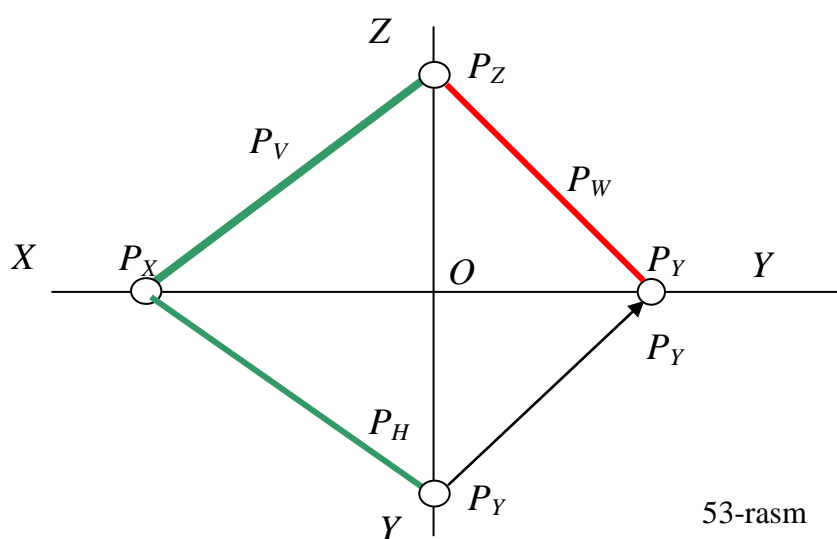


52-rasm

Tekislikning gorizontal proyeksiyalar tekisligi  $H$  bilan kesishgan chizig‘iga uning gorizontal izi deb ataladi va  $P$  tekislik uchun quyidagicha belgilanadi:  $P_H$ , ya’ni:  $P \cap H = P_H$ . Uning gorizontal proyeksiyasi o‘zi bilan ustma-ust yotadi, frontal proyeksiyasi esa  $OX$  o‘qida yotadi. Shuning uchun nuqta tekislikning gorizontal izda yosa, uning frontal proyeksiyasi  $OX$  o‘qida bo‘ladi.

Tekislikning frontal proyeksiyalar tekisligi  $V$  bilan kesishgan chizig‘iga uning frontal izi deb ataladi va  $P$  tekislik uchun quyidagicha belgilanadi:  $P_V$ , ya’ni:  $P \cap V = P_V$ . Uning frontal proyeksiyasi o‘zi bilan ustma-ust yotadi, gorizontal proyeksiyasi esa  $OY$  o‘qida yotadi. Shuning uchun nuqta tekislikning frontal izda yosa, uning gorizontal proyeksiyasi  $OY$  o‘qida bo‘ladi.

Tekisligining profil proyeksiyalar tekisligi bilan kesishgan chizig‘iga uning profil izi deb ataladi va  $P$  tekislik uchun quyidagicha belgilanadi:  $P_W$ , ya’ni:  $P \cap W = P_W$ .



53-rasm

Tekislik izlarining uchrashish nuqtalari  $P_X$ ,  $P_Y$  va  $P_Z$  lar  $P$  tekislikning koordinata o‘qlari bilan kesishish nuqtalari bo‘ladi.

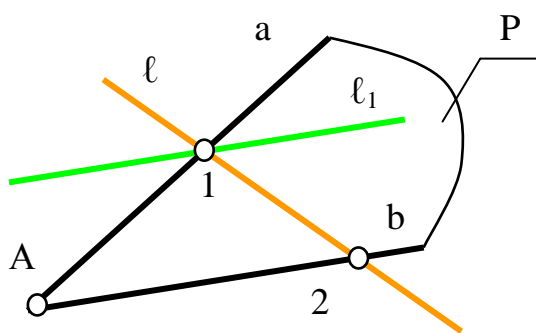
Amalda ko‘proq tekislikning gorizontal va frontal izlaridan foydalaniladi. Uning profil izi kerak bo‘lgandagina yasaladi. Agar berilgan tekislikning profilni yasash kerak bo‘lsa,  $P_H$  va  $P_V$  izlardan foydalanib quyidagicha aniqlanadi (53-rasm):

1. Frontal izi  $P_V$  bilan  $OZ(-OZ)$  o‘qining kesishgan nuqtasi  $P_Z$  topiladi;

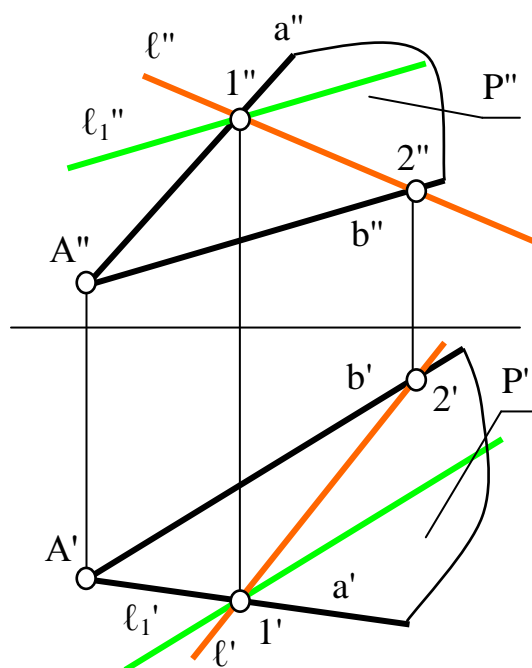
2. Gorizontali izi  $P_H$  bilan  $OY(-OY)$  o'qining kesishgan nuqtasida  $P_Y$  topiladi;
3. Tekis chizmada  $OY$  o'qi  $H$  va  $W$  tekisliklarida yotganligi uchun  $P_Y$  o'ng tomondagi, ya'ni  $W$  dagi proyeksiyasi yasaladi va uni  $P_Z$  bilan birlashtirib, tekislikning izlanayotgan profil izi  $P_W$  yasaladi.

Agar to'g'ri chiziq tekislik bilan ikkita umumiy nuqtaga ega bo'lsa, yoki uning bir nuqtasidan o'tib, tekislikning biror to'g'ri chizig'iga parallel bo'lsa, u shu tekislikda yotadi. Bunga **to'g'ri chiziqning tekislikda yotishlik sharti** deb ataladi.

Boshqacha qilib aytganda, to'g'ri chiziq tekislikda yotuvchi ikkita to'g'ri chiziqni kesib o'sa, yoki ularning birini kesib ikkinchisiga parallel bo'lsa, u shu tekislikda yotadi, (54,55 rasm):



54-rasm



55-rasm

$$l \cap a = 1 \text{ va } l \cap b = 2 \Rightarrow l \in P$$

$$l_1 \cap a = 1 \text{ va } l_1 \parallel b \Rightarrow l_1 \in P \tag{2}$$

$l$  to'g'ri chiziq  $P$  tekislikda yotadi, chunki u berilgan tekislik bilan ikkita umumiy 1 va 2 nuqtalarga ega.

$\ell_1$  to'g'ri chiziq ham  $P$  tekislikda yotadi, chunki u berilgan tekislik bilan bitta umumiy 1 nuqtaga ega va tekislikda yotuvchi  $b$  to'g'ri chiziqqa parallel joylashgan.

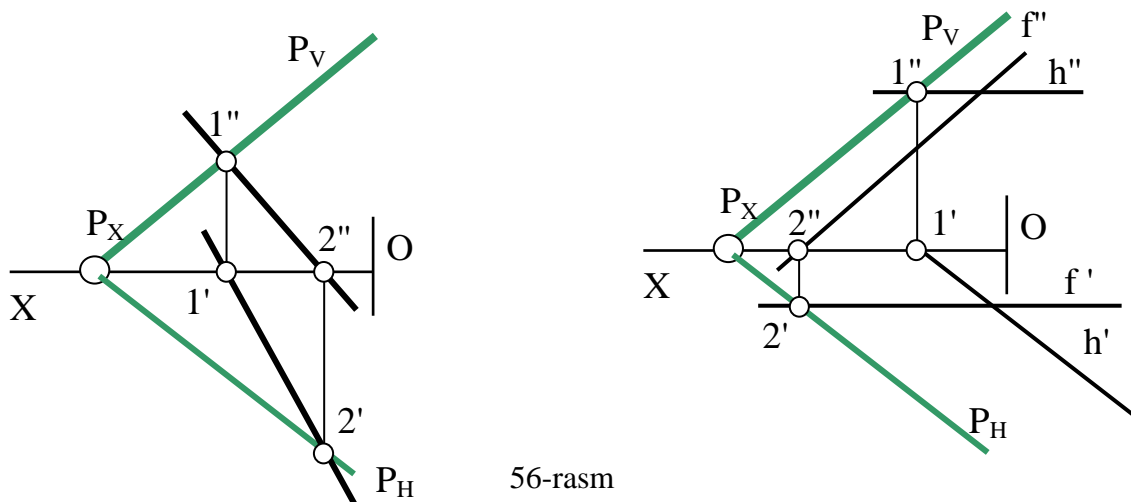
Agar tekislik izlari bilan berilgan bo'lsa, tekislikda yotuvchi to'g'ri chiziqlar uning gorizontal va frontal izlarini kesib o'tadi yoki bir izini kesib ikkinchi iziga parallel bo'ladi:

$$\ell \cap P_H = 1 \text{ va } \ell \cap P_V = 2 \Rightarrow \ell \in P \quad (2A)$$

$$f \cap P_H = 1 \text{ va } f \parallel P_V \Rightarrow f \in P \text{ yoki } h \cap P_V = 1 \text{ va } h \parallel P_H \Rightarrow h \in P$$

2 va 2A-ifodalarni to'g'ri chiziqni tekislikda yotishlik algoritmi deb ataladi.

Bunda to'g'ri chiziq bilan tekislik izlarini kesishgan nuqtasi to'g'ri chiziqning izlari deb qaralsa quyidagi xulosa kelib chiqadi:



56-rasm

#### 4.1.2. Tekislikda nuqta tanlash

Agar nuqta tekislikning biror to'g'ri chizig'ida yotsa yoki tekislikning biror nuqtasi bilan qo'shib qolsa, u ham shu tekislikda yotadi.

Bunga nuqtaning tekislikda yotishlik sharti deb ataladi. Bu shartga asoslanib nuqtani tekislikda yotishlik algoritmi quyidagicha bo'ladi:

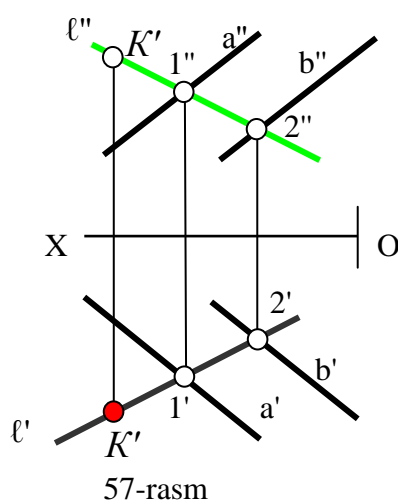
$$A \in \ell \text{ va } \ell \in P \Rightarrow A \in P \text{ yoki } A \equiv B \text{ va } B \in P \Rightarrow A \in P \quad (3)$$

3-ifodani nuqtani tekislikda yotishlik algoritmi deb ataladi.

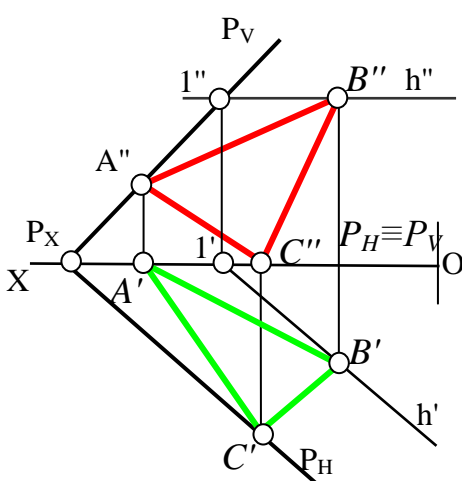
Bu algoritmgaga asoslanib tekislikda yotuvchi nuqta, to'g'ri chiziq va tekis shakllarning etishmagan proyeksiyalari aniqlanadi.

Nuqtaning va to'g'ri chiziqning tekislikda yotishlik shartlari chizma geometriya fanida yechiladigan barcha masalalarning asosini tashkil etadi. Shuning uchun bu o'ta oson va o'ta muhim shartlarni va algoritmlarni yaxshi o'zlashtirib, uni yodda saqlash kerak bo'ladi.

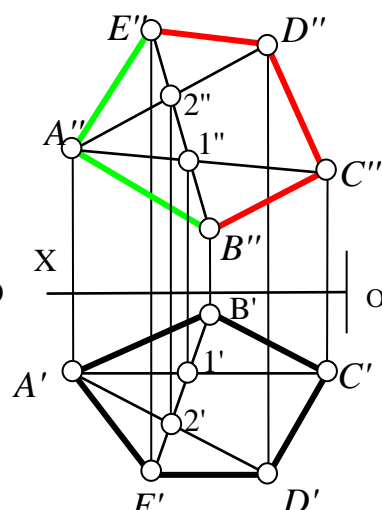
Amalda tekislikda yotuvchi nuqta, uchburchak va tekis yopiq egri chiziqni etishmaydigan proyeksiyasini aniqlashni ko'rib chiqaylik, 57, 58, 59-rasmlar.



57-rasm



58-rasm



59-rasm

57-rasmda  $a$  va  $b$  parallel to'g'ri chiziqlar bilan ifodalangan takislikda yotuvchi  $K$  nuqtaning frontal  $K''$  proyeksiyasi berilgan bo'lib, uning gorizonttal  $K'$  proyeksiyasini topish ko'rsatilgan.

Buning uchun nuqtaning tekislikda yotishlik shartiga va 3-algoritmgaga asoslanib  $R$  tekislikda ixtiyoriy  $\ell$  to'g'ri chiziqni  $K$  nuqta orqali o'tkaziladi, ya'ni chizmada  $\ell$  to'g'ri chiziqning frontal  $\ell'$  proyeksiyasi  $K''$  orqali o'tkazilgan.

To'g'ri chiziqning tekislikda yotishlik shartiga asoslanib bu to'g'ri chiziqning gorizonttal  $\ell'$  proyeksiyasi aniqlanadi,  $K$  nuqtaning gorizonttal  $K'$  proyeksiyasi  $\ell'$  da yotadi.  $\ell$  to'g'ri chiziqning gorizonttal  $\ell$  proyeksiyasi tekislikning 12 to'g'ri chizig'i yordamida aniqlangan.

58-rasmda izlari bilan ifodalangan  $R$  takislikda yotuvchi  $ABC$  uchburchakning gorizonttal  $A'B'C'$  proyeksiyasi berilgan bo'lib, uning frontal  $A''B''C''$  proyeksiyasini topish ko'rsatilgan.

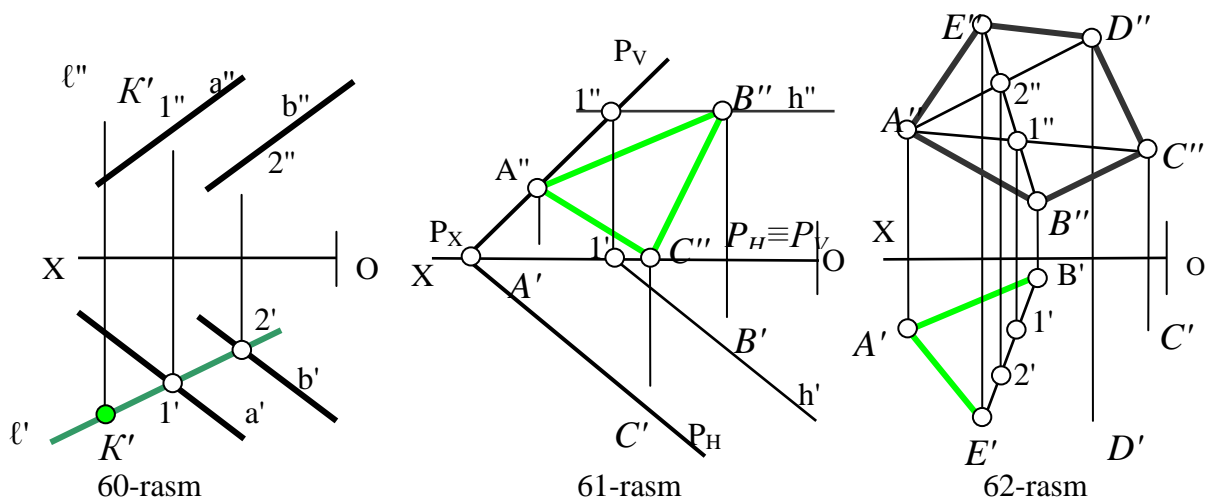


Buning uchun nuqtaning tekislikda yotishlik shartiga va 3-algoritmga asoslanib, A nuqta tekislikning frontal izida va C nuqta uning gorizonttal izida yotganligi uchun, bu nuqtalarning ikkinchi proyeksiyalari osongina topiladi, ya'ni  $A'' \in P_V$  va  $C'' \in P_H \equiv OX$ . B nuqtani frontal proyeksiyasini topish uchun, tekislikda uning gorizonttal  $P_H$  iziga parallel bo'lgan h to'g'ri chiziq o'tkazilga:  $h' \in B'$ . h to'g'ri chiziqning frontal proyeksiyasini 1(1',1'') nuqtadan foydalanib aniqlanadi:  $h'' \subset 1''$  va  $h'' \parallel P_H \equiv OX$ . 3-algoritmdan foydalanib h to'g'ri chiziqning frontal h'' proyeksiyasida B'' aniqlanadi.

Topilgan A'', B'', C'' nuqtalarni birlashtirib, gorizonttal proyeksiyasi berilgan uchburchakning etishmagan proyeksiyasi yasaladi.

59-rasmda ABCDE beshburchakning berilgan gorizonttal va ikki tomonining frontal proyeksiyalaridan foydalanib, uning BCDE bo'lagini etishmagan frontal proyeksiyalarini topish ko'rsatilgan. Buning uchun beshburchakning BAE tomonlarini tekislik va C, D uchlarini bu tekislikda yotuvchi nuqta deb qarab, avval C va D nuqtalarni frontal proyeksiyalari aniqlanadi. Buning uchun nuqtani tekislikda yotishlik algoritmi asosida BE to'g'ri chiziqdan va uni 1 va 2 nuqtalarda kesib o'tuvchi AC va AD to'g'ri chiziqdan foydalanilgan.

Misol: 60, 61, 62-rasmlarda 57, 58, 59-rasmlardagidek berilgan tekisliklarda yotuvchi geometrik figuralarning berilgan proyeksiyalaridan foydalanib, ularni etishmagan proyeksiyalarini mustaqil 2, 2A va 3-algoritmardan foydalanib aniqlansin.



### 4.1.3. Tekislikning maxsus chiziqlari

Tekislikning maxsus chiziqlariga tekislikning gorizonta, frontal, profil proyeksiyalar tekisliklariga parallel to'g'ri chiziqlari va tekislikning bu chiziqlariga perpendikulyar bo'lgan to'g'ri chiziqlari kiradi.

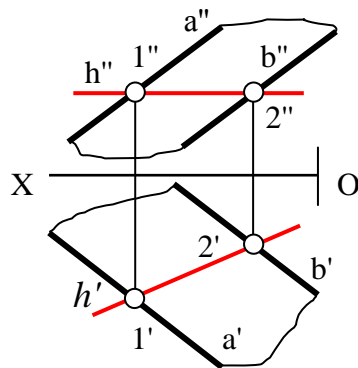
#### Tekislikning gorizonta to'g'ri chizig'i

Berilgan tekislikda yotib, gorizonta proyeksiyalar tekisligi  $H$  ga parallel bo'lgan to'g'ri chiziqqa tekislikning gorizontali deyiladi va uni  $h$  harfi bilan belgilanadi,

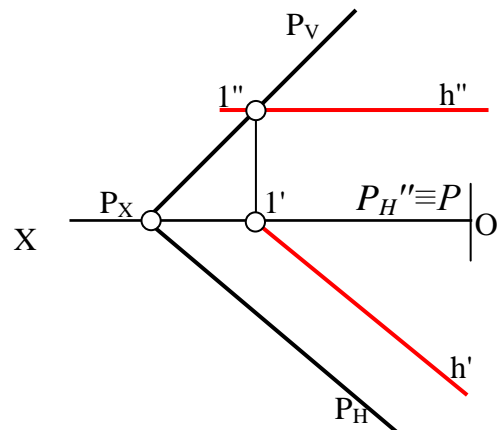
Tekislik gorizontalinig frontal proyeksiyasi  $OX$  o'qiga parallel bo'ladi, uning gorizonta proyeksiyasi esa tekislikning gorizonta proyeksiyasi yotadi. Agar tekislik izlari bilan berilgan bo'lsa, uning gorizonta  $h'$  proyeksiyasi  $R_H$  ga parallel bo'ladi, 63, 64-rasm:

$$h \in P \text{ va } h \parallel H \Rightarrow h'' \parallel OX \text{ va } h' \in P'$$

$$\text{agar } P(P_H, P_V) \Rightarrow h'' \parallel OX \text{ va } h' \parallel P_H$$



63-rasm



64-rasm

#### Tekislikning frontal to'g'ri chizig'i

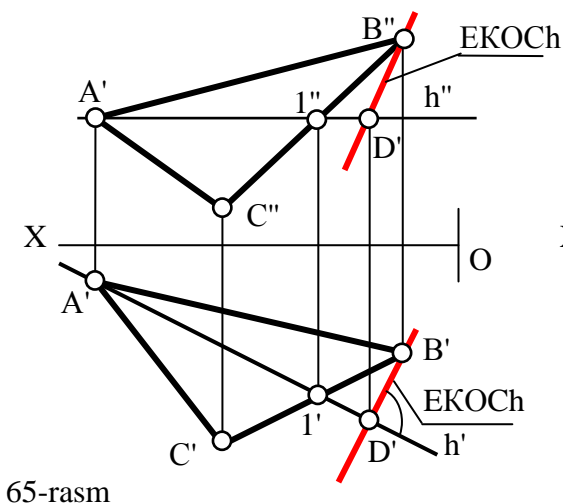
Berilgan tekislikda yotib, frontal proyeksiyalar tekisligi  $V$  ga parallel bo'lgan to'g'ri chiziqqa tekislikning frontali deyiladi, Tekislikning frontalini  $f$  harfi bilan belgilanadi. Tekislik frontalining gorizonta proyeksiyasi  $OX$  o'qiga parallel

bo‘ladi, Uning frontal proyeksiyasi esa esa tekislikning frontal proyeksiyasida yotadi. Agar tekislik izlari bilan berilgan bo‘lsa, uning frontal  $f'$  proyeksiyasi  $P_V$  ga parallel bo‘ladi, 65, 66-rasm:

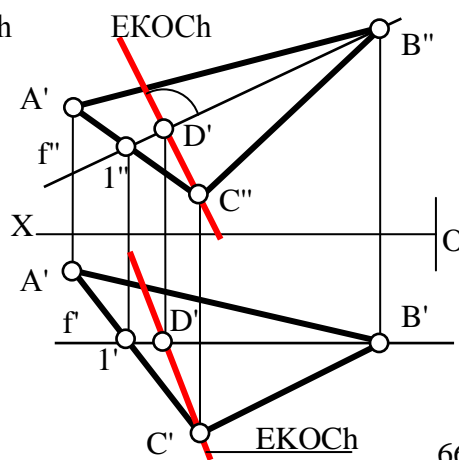
$$f \in P \text{ va } f // V \Rightarrow f' // OX \text{ va } f'' \in P''$$

$$\text{agar } P(P_H, P_V) \Rightarrow f' // OX \text{ va } f'' // P_V$$

62 va 64-rasmlarda ko‘rsatilgan gorizontalar  $h$  va frontal  $f$  chiziqlar haqiqatda ham tekislikda yotadi va ular  $H$  va  $V$  proyeksiyalar tekisliklariga parallel, chunki ular tekislik izlarini bir nuqtada kesib, ikkinchisiga parallel bo‘lib o‘tgan.



65-rasm



66-rasm

### Tekislikning profil to‘g‘ri chizig‘i

Berilgan tekislikda yotib, profil proyeksiyalar tekisligiga parallel bo‘lgan to‘g‘ri chiziqqa tekislikning profil chizig‘i deb ataladi.

Tekislik profilining gorizontalar va frontal proyeksiyalari  $OX$  o‘qiga perpendikulyar bo‘lib, profil proyeksiyasi tekislikning profil proyeksiyasida yotadi. Agar tekislik izlari bilan berilgan bo‘lsa, uning profil proyeksiyasi tekislikning profil iziga parallel bo‘ladi. Tekislikning profil chizig‘i amalda ishlatilmaydi, shuning uchun uni chizmasiga misol keltirilmadi.

## Tekislikning eng katta ogʻma chizigʻi –EKOCh

Berilgan tekislikda yotib uning gorizontal va frontal toʻgʻri chiziqlariga tegishli perpendikulyar boʻlgan toʻgʻri chiziq'larga tekislikning eng katta ogʻma chizigʻi deb ataladi.

Tekislikning eng katta ogʻma chizigidan foydalanib, uning H va V bilan hosil qilgan  $\alpha$  va  $\beta$  burchaklari topiladi.

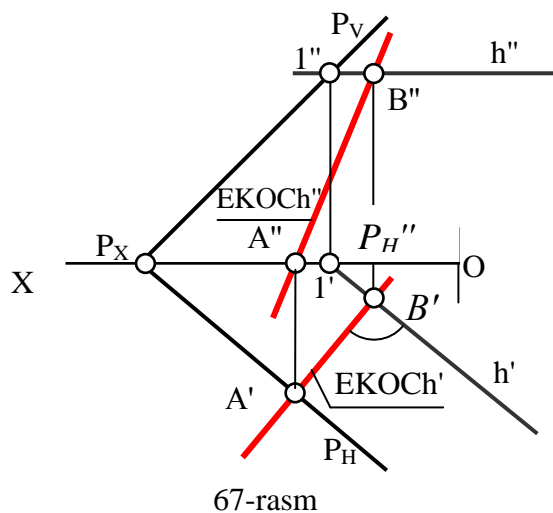
Parallel proyeksiyalarning bir tomoni proyeksiyalar tekisligiga parallel boʻlgan toʻgʻri burchakning tekislikdagi proyeksiyasi ham toʻgʻri burchak boʻlib tasvirlanish xossasiga asoslanib, tekislikning eng katta ogʻma chizigi quyidagicha oʻtkaziladi:

H tekislikka nisbatan berilgan tekislikning eng katta ogʻma chizigʻi, tekislikning gorizontaliga perpendikulyar boʻlgani uchun uning gorizontal proyeksiyasi  $h'$  ga perpendikulyar boʻladi, 65, 67-rasm. Yaʼni berilgan tekisligining BD (65-rasmda) va AB (67-rasmda) chizigʻi uning eng katta ogʻma chizigʻi-EKOCh boʻladi. Shuning uchun:

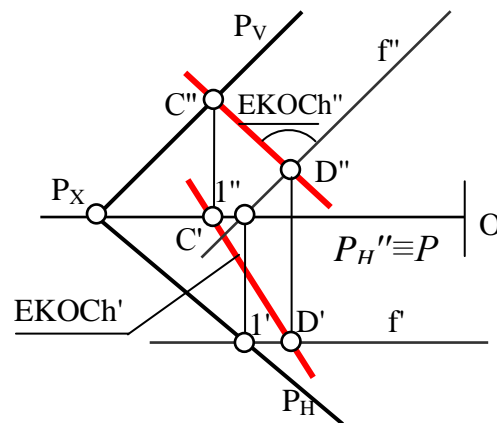
$$EKOCh' \perp h' \text{ agar } P(P_H, P_V) \Rightarrow EKOCh' \perp P_H$$

V tekislikka nisbatan eng katta ogʻma chiziq, berilgan tekislikning frontaliga perpendikulyar boʻlgani uchun, uning frontal proyeksiyasi tekislik frontalining frontal  $f''$  proyeksiyasiga perpendikulyar boʻladi, 66,68-rasm:

$$EKOCh'' \perp f'' \text{ agar } P(P_H, P_V) \Rightarrow EKOCh'' \perp P_V$$

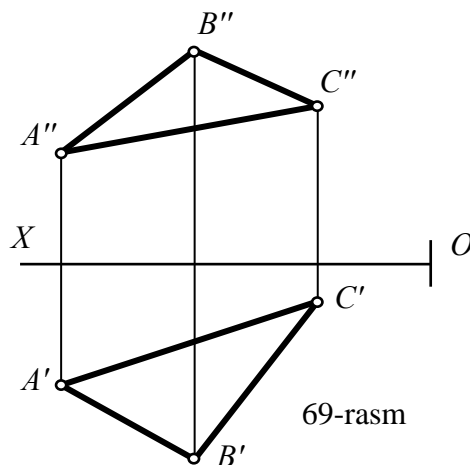


67-rasm



68-rasm

Misol: 69-rasm berilgan tekisliklarning maxsus chiziqlari o'tkazilsin.

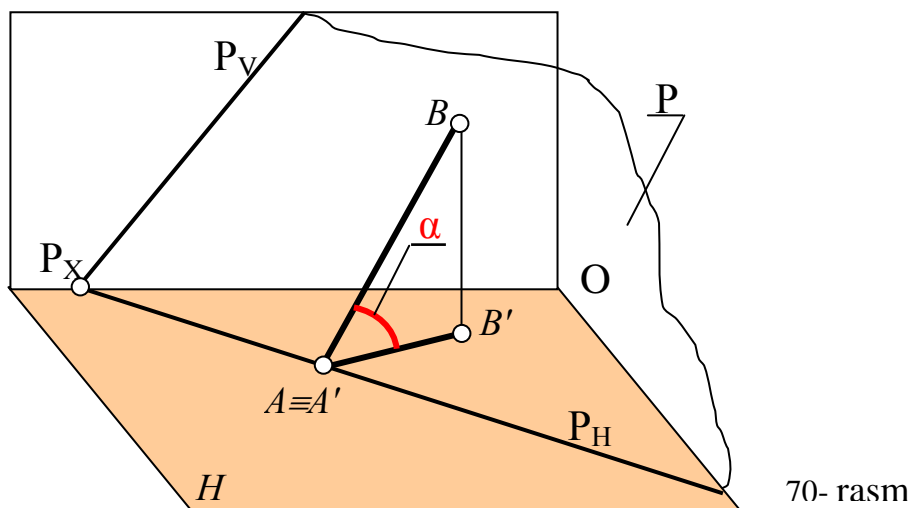


69-rasm

## 4.2. Tekislikni H va V tekisliklar bilan hosil qilgan burchaklarini aniqlash. Ixtiyoriy va maxsus vaziyatdagi tekisliklar

### 4.2.1. Tekislikni H va V tekisliklar hosil qilgan burchak kattaligini aniqlash

Umumiy vaziyatda berilgan tekislikning H tekislikka nisbatan og'ish burchagi, tekislik gorizontliga nisbatan o'tkazilgan eng katta og'ma chizig'ining gorizontalar proyeksiyalar tekisligi bilan hosil qilan burchagiga teng bo'ladi, 70-rasm.



70- rasm

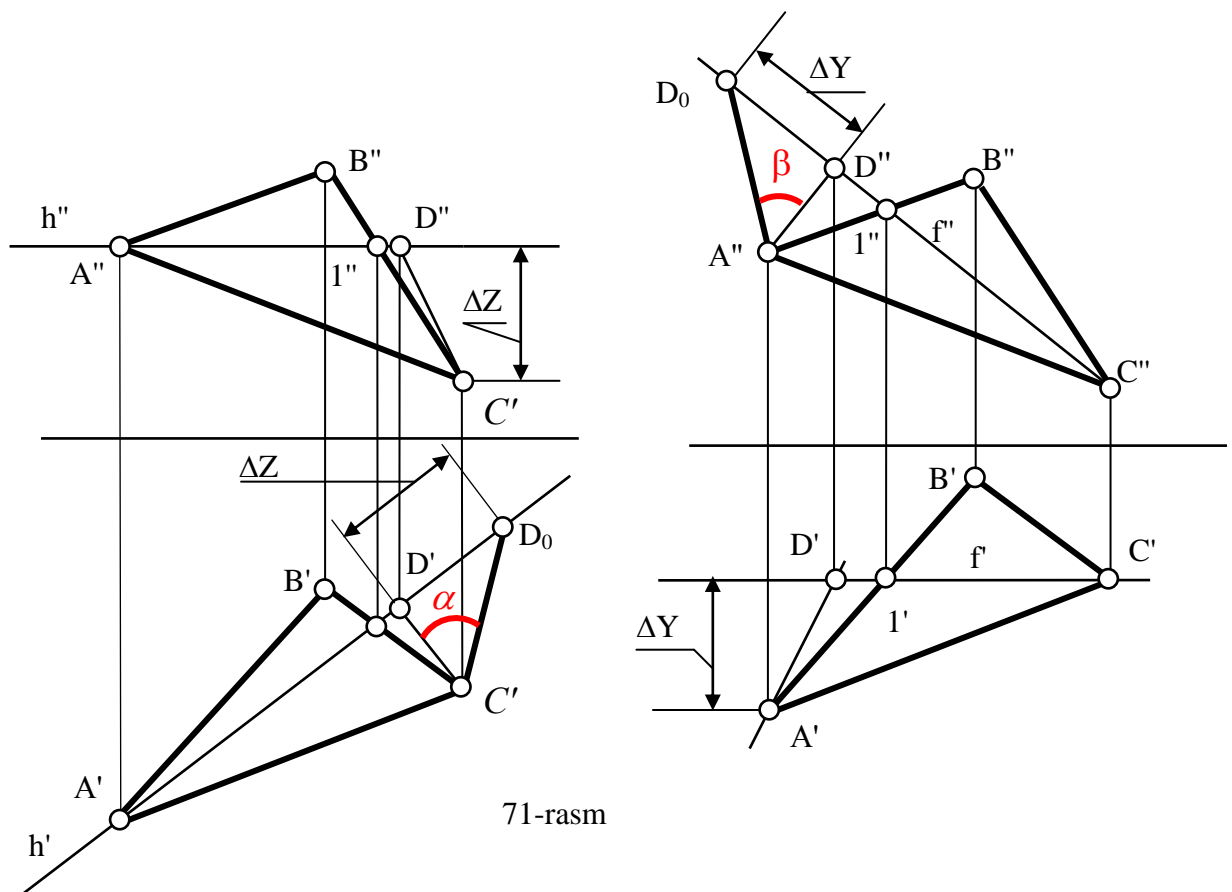
Chunki ikki tekislik orasidagi burchak, ularning kesishuv chizig'iga perpendikulyar bo'lgan uchinchi tekislik bilan, berilgan tekisliklarning kesish natijasida hosil bo'lgan chiziqli burchakka teng bo'ladi. Chizmadan ko'rinib turibdiki, tekislikning EKOCh chizig'i – AB va uning gorizonta A'B' proyeksiyasi aynan P va H tekisliklarning kesishuv chizig'i  $P_H$  ga perpendikulyar bo'lgan tekislikni ifodalaydi.

Shunday qilib umumiy vaziyatda berilgan tekislikning gorizonta yoki frontal proyeksiyalar tekisliklariga nisbatan og'ish burchagi quyidagicha topiladi:

1) Tekislikning ixtiyoriy nuqtasidan tekislikning eng katta og'ma chizig'i o'tkaziladi:  $EKOCh' \perp h'$  agar  $P(P_H, P_V) \Rightarrow EKOCh' \perp P_H$ ; yoki  $EKOCh'' \perp f''$  agar  $P(P_H, P_V) \Rightarrow EKOCh'' \perp P_V$ .

2) To'g'ri burchakli uchburchak usulidan foydalanib, eng katta og'ma chiziqning haqiqiy uzunligi aniqlanadi, hosil bo'lgan burchak, berilgan tekislik bilan H yoki V tekislik orasidagi burchak bo'ladi.

Misol: Umumiy vaziyatda berilgan tekisliklarning gorizonta va frontal proyeksiyalar tekisligi bilan hosil qilgan burchaklari aniqlansin, 71, 72-rasm.



71-rasm

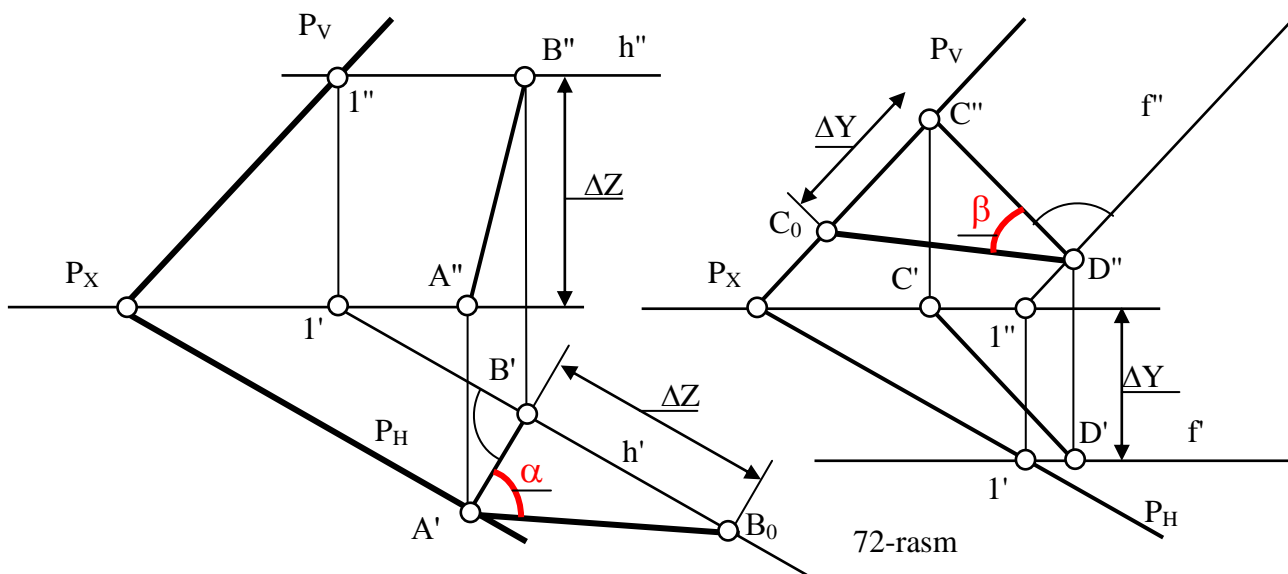
71-rasmda ABC uchburchak berilgan bo'lib, uning H ga nisbatan CD va V ga nisbatan AD chiziqlari EKOCh chiziqlari bo'ladi. Bunda masala quyidagi algoritm asosida yechiladi:  $\alpha$  burchakni topish uchun:

1.  $A \supset h (h', h'')$ ; 2.  $C \supset EKOCh \equiv CD : C'D' \perp h'$ ;
2. CD ning haq. kat. top.:  $CD = C'D_0$ ; 4.  $\angle D'C'D_0 = \alpha$

$\beta$  burchakni topish uchun:

1.  $C \supset f (f', f'')$ ; 2.  $A \supset EKOCh \equiv AD : A''D'' \perp f''$ ;
2. AD ning haq. kat. top.:  $AD = A''D_0$ ; 4.  $\angle D_0A''D'' = \beta$

72-rasmda esa R tekislik izlari bilan berilgan bo'lib, uning H ga nisbatan AB va V ga nisbatan CD chiziqlari EKOCh chiziqlari bo'ladi. Bunda A nuqta  $P_H$  va C nuqta  $P_V$  ixtiyoriy tanlab olingan.



72-rasm

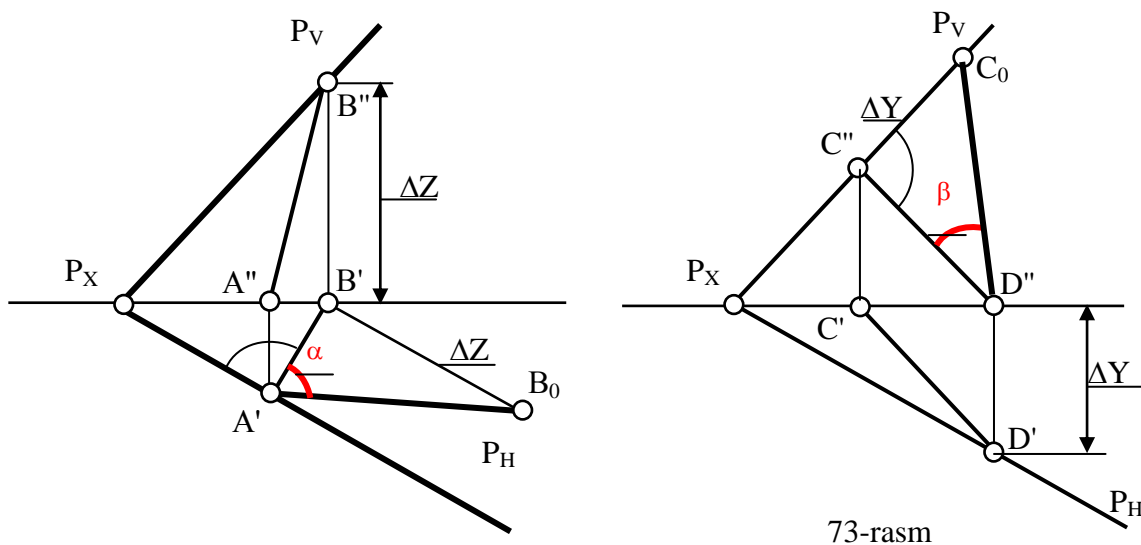
Masala quyidagi algoritm asosida yechiladi:  $\alpha$  burchakni topish uchun:

1. Ixtiyoriy  $A \in P_H$  va  $h(h',h'')$ ; 2.  $A \supset EKOCh \equiv AB : A'B' \perp h'$ ;
3.  $AB$  ni haq. kat. top.:  $AB = A'B_0$ ; 4.  $\angle B'A'B_0 = \alpha$

$\beta$  burchakni topish uchun:

1. Ixtiyoriy  $C \in P_V$  va  $f(f',f'')$ ; 2.  $C \supset EKOCh \equiv CD : C''D'' \perp f''$ ;
2.  $CD$  ni haq. kat. top.:  $CD = C_0D''$ ; 4.  $\angle C_0D''C'' = \beta$

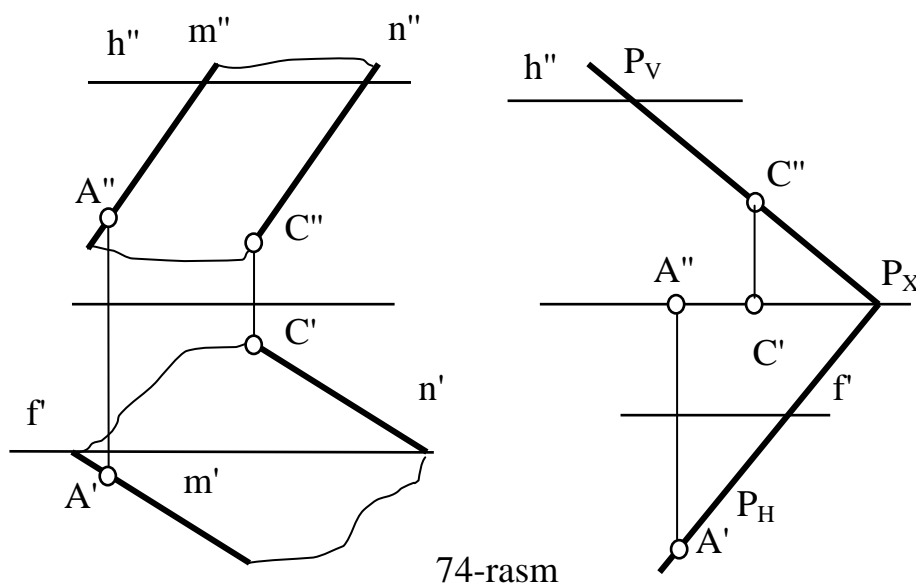
Agar tekislik izlari bilan berilgan bo'lsa, ularning EKOCh chiziqlarini  $P_H$  yoki  $P_V$  ga perpendikulyar qilib ham o'tkazish mumkin, 73-rasm. Bunda EKOCh larning har ikkala uchlari tekislikning izlarida olinsa, grafik ishlar kamroq bajariladi.



73-rasm



74-rasmda berilgan tekisliklarning H va V tekisliklar bilan hosil qilgan burchaklari topilsin.



74-rasm

#### 4.2.2. Ixtiyoriy va maxsus vaziyatdagi tekisliklar

Projeksiyalar tekisliklariga parallel va perpendikulyar bo‘lmagan tekislik umumiy yoki ixtiyoriy vaziyatdagi tekislik deb ataladi. Yuqorida keltirilgan tekisliklar ularga misol bo‘la oladi.

Projeksiyalar tekisliklariga parallel va perpendikulyar bo‘lgan tekisliklar **maxsus** yoki **xususiy vaziyatdagi** tekisliklar deb ataladi.

##### Projeksiyalar tekisligiga parallel bo‘lgan tekisliklar:

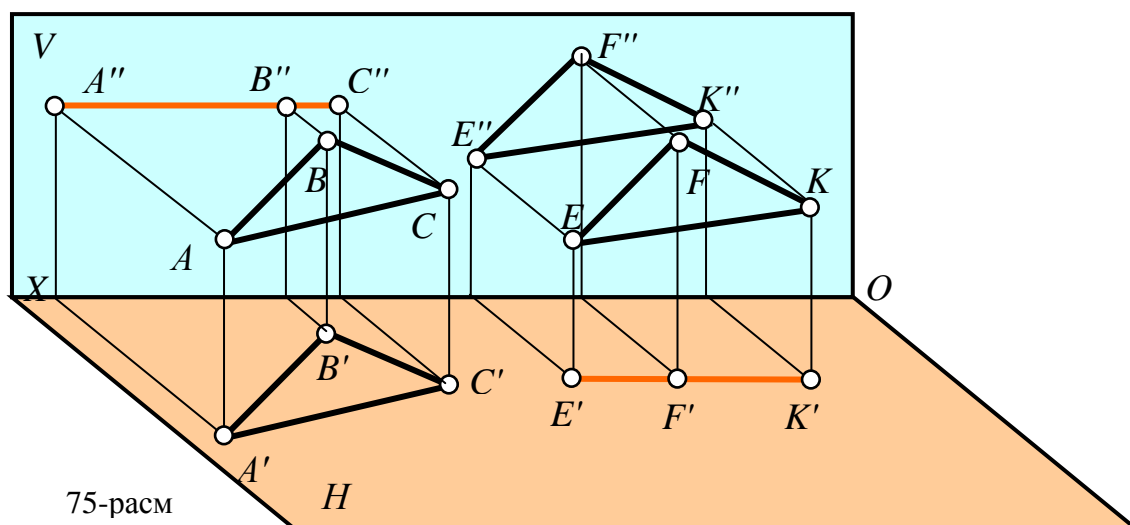
Bunday tekisliklar proyeksiyalar tekisliklarining bittasiga parallel bo‘lib, qolgan ikkitasiga perpendikulyar bo‘ladi.

Agar tekislik gorizonttal proyeksiyalar tekisligi H ga parallel bo‘lsa, unga gorizonttal tekislik deb ataladi. 75 va 76-rasmlarda yaqqol tasvirda va chizmada gorizonttal tekislik ABC uchburchak ko‘rinishida ko‘rsatilgan.

Bu rasmlarni taxlil qilib quyidagi xulosalarga kelish mumkin:

a)  $\Delta ABC$  gorizonttal tekislik bo‘lgani uchun, u H ga o‘zining haqiqiy ko‘rinishida tasvirlanadi:  $\Delta A'B'C' = \Delta ABC$ .

b) ABC tekis shaklning frontal va profil proyeksiyalari to'g'ri chiziq bo'lib, OX o'qiga parallel bo'ladi.



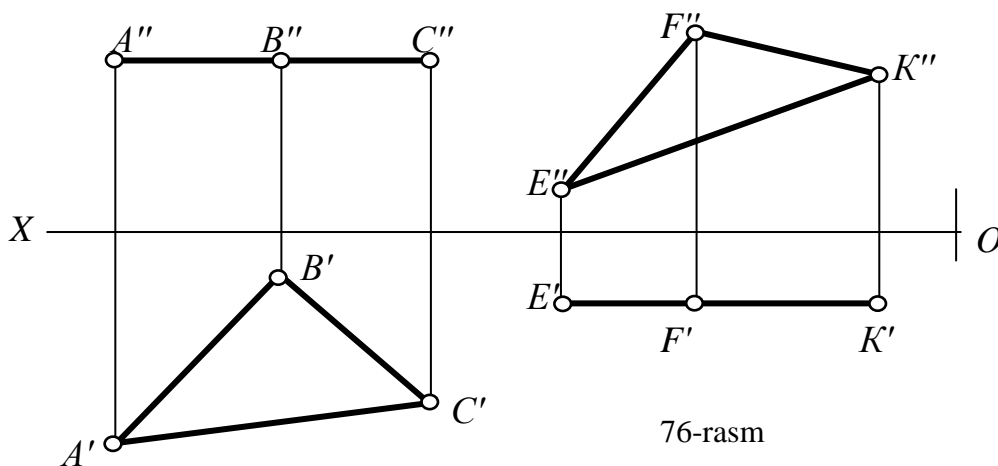
Agar tekislik frontal proyeksiyalar tekisligi H ga parallel bo'lsa, unga frontal tekislik deb ataladi. 75 va 76-rasmlarda (o'ng tomonda) yaqqol tasvirda va chizmada frontal tekislik EFK uchburchak ko'rinishida ko'rsatilgan.

Bu rasmlarni taxlil qilib quyidagi xulosalarga kelish mumkin:

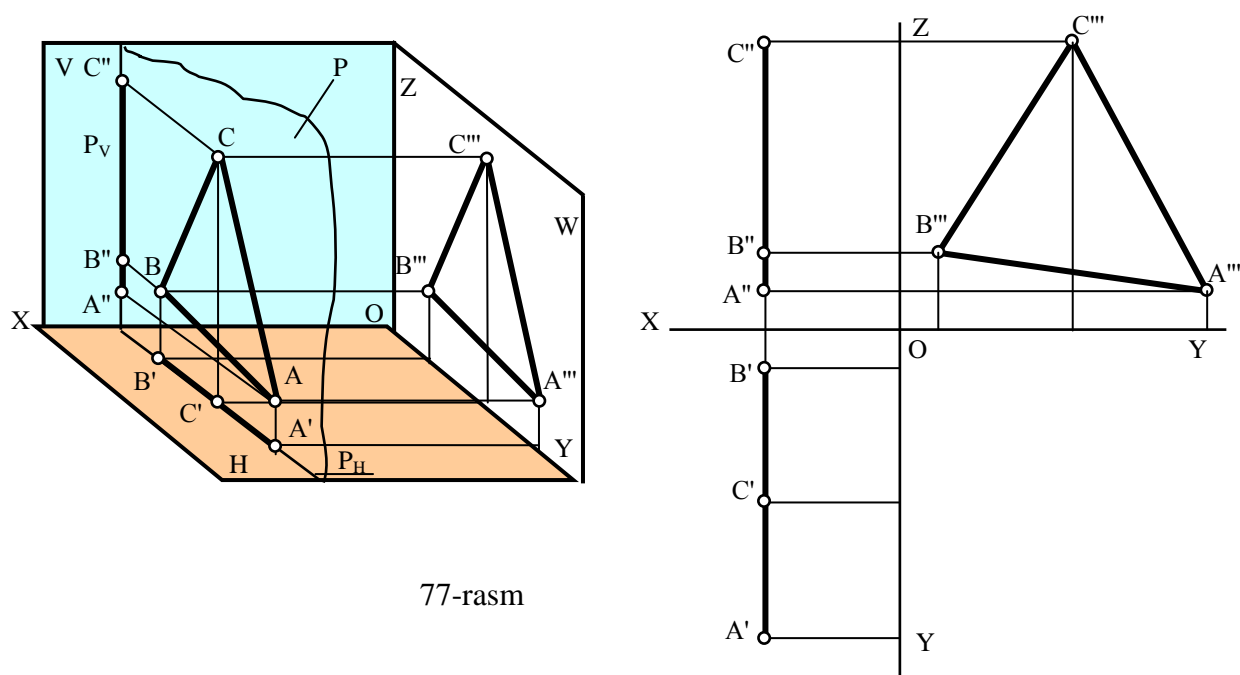
a)  $\triangle EFK$  frontal tekislik bo'lgani uchun, u V ga o'zining haqiqiy ko'rinishida tasvirlanadi:  $\triangle E''F''K'' = \triangle EFK$ ;

b)  $\triangle EFK$  ning gorizontal va profil proyeksiyalari to'g'ri chiziq bo'lib, OX o'qiga parallel bo'ladi.

Agar tekislik profil proyeksiyalar tekisligi W ga parallel bo'lsa, unga profil tekislik deb ataladi.



Profil tekislik  $W$  ga parallel bo'lgani uchun, u  $W$  ga o'zining haqiqiy ko'rinishida tasvirlanadi va uning gorizontal va frontal proyeksiyalari to'g'ri chiziq bo'lib,  $OX$  o'qiga perpendikulyar bo'ladi, 77-rasm.



77-rasm

### 4.3. Proyeksiyalar tekisliklariga perpendikulyar bo'lgan tekisliklar – proyeksiyalovchi tekisliklar

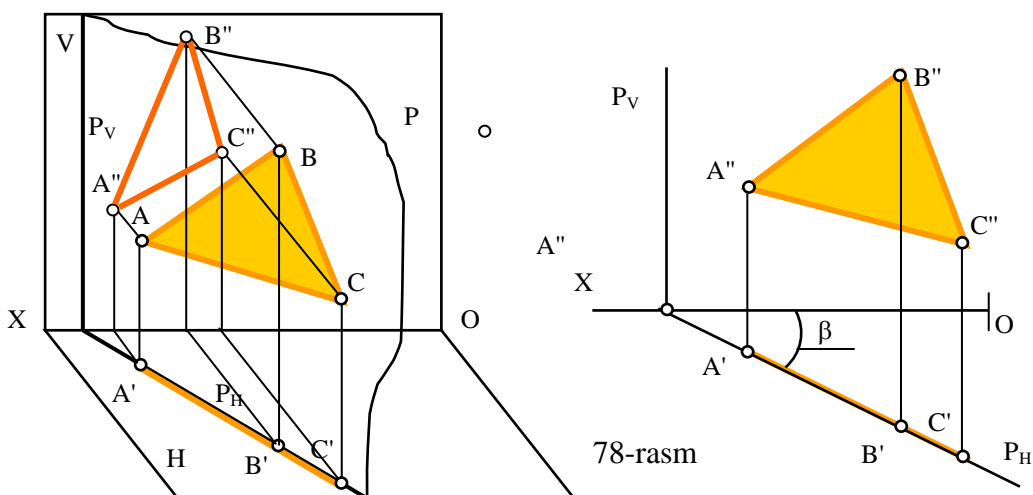
Bunday tekisliklar proyeksiyalar tekisliklarining faqat bittasiga perpendikulyar bo'ladi.

Agar tekislik gorizontal proyeksiyalar tekisligi  $H$  ga perpendikulyar bo'lsa, unga gorizontal proyeksiyalovchi tekislik deb ataladi. Bunday tekislikda yotgan har qanday geometrik element-nuqta, to'g'ri chiziq va tekis shakllarning, hamda uning o'zini ham proyeksiyasi gorizontal izi bilan, ya'ni  $R_N$  bilan qo'shib qoladi yoki ustma-ust yotadi, 78-rasm Shuning uchun bunday tekislikning  $P_H$  izini, uning asosiy izi deb ataladi:  $P' \equiv P_H$ .

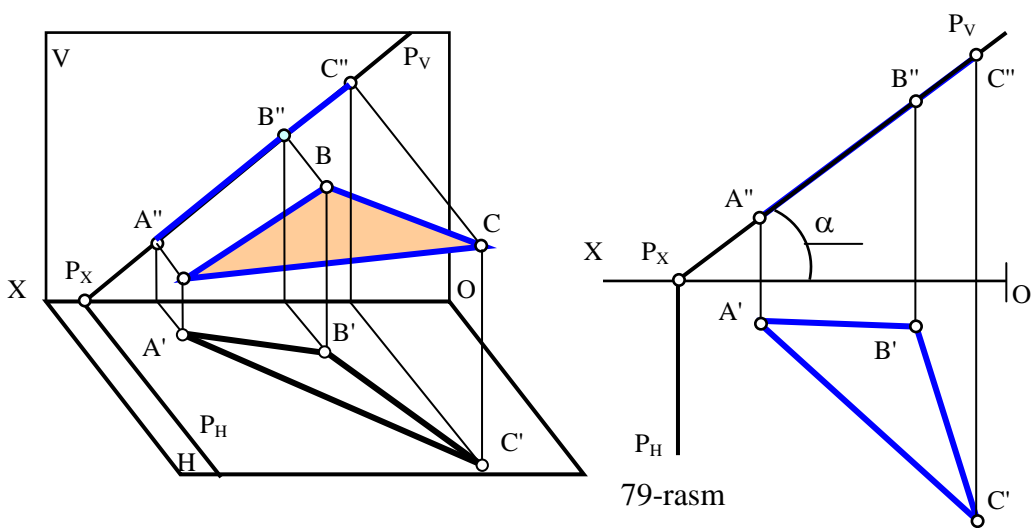
Bunday tekisliklarning ishchi izi  $P_H$  ni  $OX$  va  $OY$  o'qlar bilan hosil qilgan burchaklari, uning  $V$  va  $W$  proyeksiyalar tekisliklari bilan hosil qilgan burchaklarining haqiqiy kattaligiga teng bo'ladi.

Horizontal proyeksiyalovchi tekislikning frontal va profil izlari, proyeksiyalar tekisligi H ni hosil qiluvchi OX va OY o'qlar bilan to'g'ri burchakni tashkil qiladi:  $P_V \perp OX$  va  $P_W \perp OY$ .

Agar tekislik frontal proyeksiyalar tekisligi V ga perpendikulyar bo'lsa, unga frontal proyeksiyalovchi tekislik deb ataladi. Bunday tekislikda yotgan har qanday geometrik element-nuqta, to'g'ri chiziq va tekis shakllarning, hamda uning o'zini ham frontal proyeksiyasi frontal izi  $P_V$  bilan qo'shib qoladi yoki ustma-ust yotadi, 79-rasm Shuning uchun bunday tekislikning  $P_V$  izini, uning **asosiy izi** deb ataladi:  $P'' \equiv P_V$ .



78-rasm



79-rasm

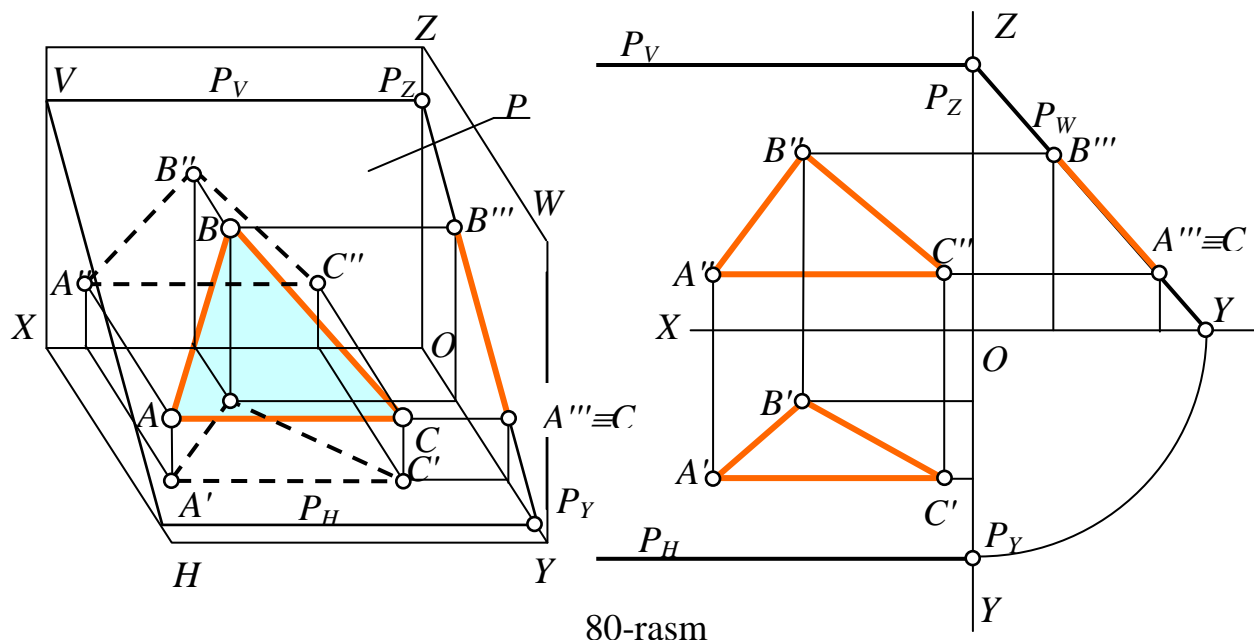
Bunday tekisliklarning ishchi izi  $P_V$  ni OX va OZ o'qlar bilan hosil qilgan burchaklari, uning H va W proyeksiyalar tekisliklari bilan hosil qilgan burchaklarining haqiqiy kattaligiga teng bo'ladi.

Frontal proyeksiyalovchi tekislikning gorizontaal va profilʼ izlari, proyeksiyalar tekisligi H ni hosil qiluvchi OX va OY oʻqlar bilan toʻgʻri burchakni tashkil qiladi:  $P_H \perp OX$  va  $P_W \perp OY$ .

Agar tekislik profil proyeksiyalar tekisligi W ga perpendikulyar boʻlsa, unga profil proyeksiyalovchi tekislik deb ataladi. Bunday tekislikda yotgan har qanday geometrik element-nuqta, toʻgʻri chiziq va tekis shakllarning, hamda uning oʻzini ham profil proyeksiyasi profil izi bilan, yaʼni  $P_W$  bilan qoʻshilib qoladi yoki ustma-ust yotadi. Shuning uchun bunday tekislikning  $P_W$  izini, uning asosiy izi deb ataladi:  $P''' \equiv P_W$ .

Bunday tekisliklarning ishchi izi  $P_W$  ni OY va OZ oʻqlar bilan hosil qilgan burchaklari, uning H va V proyeksiyalar tekisliklari bilan hosil qilgan burchaklarining haqiqiy kattaligiga teng boʻladi.

Profil proyeksiyalovchi tekislikning gorizontaal va frontal izlari OY va OZ oʻqlar bilan toʻgʻri burchakni tashkil qiladi, yaʼni ular OX oʻqiga parallel boʻladi:  $P_H \perp OY$  va  $P_V \perp OZ$ , 80-rasm.



#### 4.4. Fazoda to'g'ri chiziq bilan tekislikning va ikki tekislikning o'zaro joylashuvi

##### 4.4.1. Proyeksiyalovchi tekislik bilan to'g'ri chiziqning kesishish nuqtasini topish

Geometriyadan ma'lumki, fazoda to'g'ri chiziq bilan tekislik bir-biriga nisbatan uch xil vaziyatda bo'lishi mumkin:

1) To'g'ri chiziq tekislikda yotadi, ya'ni to'g'ri chiziq tekislik bilan ikki umumiy nuqtaga ega yoki bitta umumiy nuqtaga ega bo'lib, tekislikdagi biror to'g'ri chiziqqa parallel bo'ladi.

2) To'g'ri chiziq tekislikka parallel, ya'ni to'g'ri chiziq tekislikda yotuvchi biror to'g'ri chiziqqa parallel bo'ladi.

3) To'g'ri chiziq tekislik bilan kesishadi, ya'ni to'g'ri chiziq tekislik bilan umumiy bitta nuqtaga ega, bu nuqta to'g'ri chiziqning tekislik bilan uchrashish yoki kesishish nuqtasi deyiladi.

13-§da proyeksiyalovchi tekislikning bitta proyeksiyasi uning ishchi izi bilan ustma-ust yotish xossasiga ekanligi ta'kidlangan edi:

$$P \perp H \Rightarrow P' \equiv P_H, \text{ agar } P \perp V \Rightarrow P'' \equiv P_V, \text{ agar } P \perp W \Rightarrow P''' \equiv P_W \quad (1)$$

1-ifodaga **proyeksiyalovchi tekislikning xossasi** deb ataladi va deyarli barcha masalalar unga asosan yechiladi. Chunki masalalarda izlanayotgan nuqtani yoki to'g'ri chiziqni bitta proyeksiyasi proyeksiyalovchi tekislikning asosiy izida yotadi. Bunday hollarda masalalarni oxirigacha echib qo'yish uchun, izlanayotgan nuqtani yoki to'g'ri chiziqni ikkinchi proyeksiyasini nuqtaning to'g'ri chiziqda va tekislikda yoki to'g'ri chiziqning tekislikda yotishlik shartiga asosan aniqlanadi.

81-rasmda:  $P \perp H \Rightarrow P' \equiv P_H$  bo'lgani uchun izlanayotgan  $K$  nuqtaning gorizonta  $K'$  proyeksiyasi bir vaqtning o'zida  $a'$  va  $P_H$  da, ya'ni ularning kesishish nuqtasida yotadi:

agar  $P \perp H$  bo'lsa,  $K' \in a'$  va  $K' \in P_H$ , ya'ni  $a' \cap P_H = K'$ ;

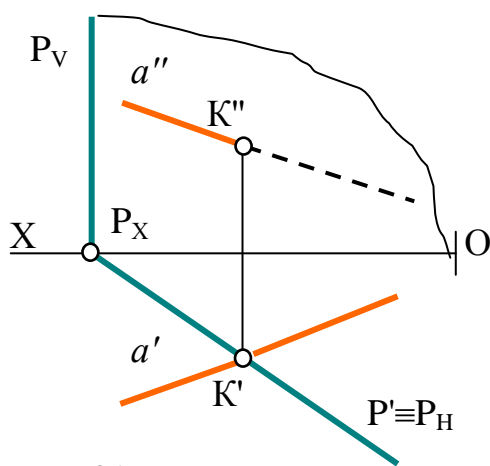
agar  $P \perp V$  bo'lsa,  $K'' \in a''$  va  $K'' \in P_V$ , ya'ni  $a'' \cap P_V = K''$ ; (2)

agar  $P \perp W$  bo'lsa,  $K''' \in a'''$  va  $K''' \in P_W$ , ya'ni  $a''' \cap P_W = K'''$

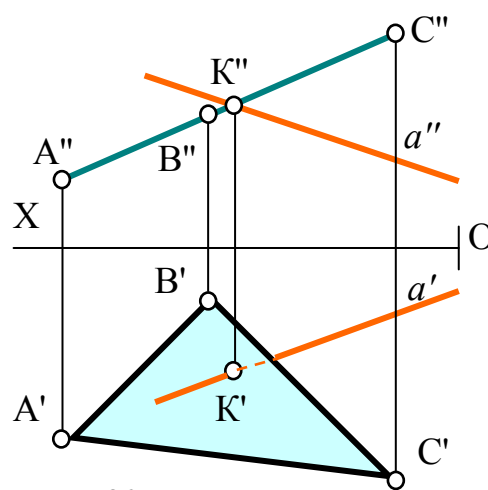
2-ifodaga to'g'ri chiziq bilan proyeksiyalovchi tekislikning kesishgan nuqtasini topish algoritmi deb ataladi.

82-rasmda:  $P \perp V \Rightarrow P'' \equiv P_V$  bo'lgani uchun izlanayotgan  $K$  nuqtaning frontal  $K''$  proyeksiyasi bir vaqtning o'zida  $a''$  va  $P_V$  da, ya'ni ularning kesishish nuqtasida yotadi:  $a'' \cap P_V = K''$ .

Demak bunday masalalar bitta grafik amal bilan yechilar ekan. Buni 1-ifodadan ham ko'rish mumkin.

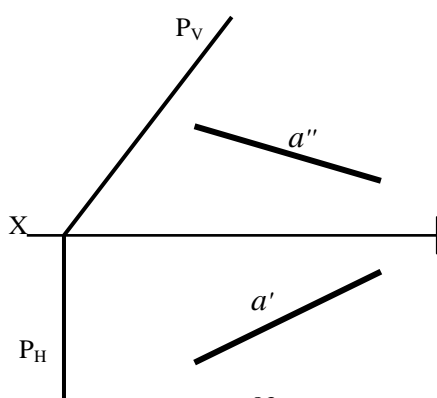


81-rasm

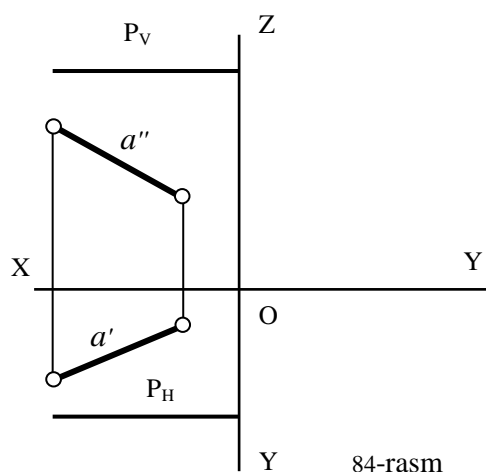


82-rasm

Misol: 1-algoritmgaga asosan 83- va 84-rasmlarda berilgan to'g'ri chiziq bilan proyeksiyalovchi tekislikning kesishuv nuqtasi aniqlansin.



83-rasm



84-rasm

#### 4.4.2. Ihtiyoriy vaziyatdagi tekislikni proyeksiyalovchi tekislik bilan kesishgan chizig'ini topish

Ma'lumki, ikki tekislik ham bir-biriga nisbatan fazoda uch xil vaziyatda bo'lishi mumkin:

- 1) Berilgan ikki tekislik ustma-ust yotadi yoki ikkita tekis shakl bir tekislikda joylashadi.
- 2) Ikki tekislik bir-biriga parallel bo'ladi.
- 3) Ikki tekislik o'zaro kesishadi.

Har qanday ikki tekislikning bir-biri bilan kesishgan chizig'i to'g'ri chiziq bo'ladi. Shunga ko'ra proyeksiyalovchi tekislik bilan ixtiyoriy tekislikning kesishgan chizig'ini, proyeksiyalovchi tekislik bilan ixtiyoriy to'g'ri chiziqning kesishgan nuqtasini topish asosida quyidagicha aniqlanadi:

1. Tekislikda ixtiyoriy ikki to'g'ri chiziq tanlab olinib, ularning proyeksiyalovchi tekislik bilan uchrashish nuqtalari aniqlanadi;

2. So'ngra bu nuqtalarni birlashtirib ixtiyoriy tekislik bilan proyeksiyalovchi tekislikning kesishgan chizig'i topiladi. Demak, bunday masalalar ikkita grafik amal bilan yechilar ekan, masalan proyeksiyalovchi R tekislik gorizontal proyeksiyalovchi va Q tekislik ixtiyoriy bo'lsa, 85-shakl:

$$\begin{aligned} 1. a, b \in Q \text{ va } a \cap P = E; b \cap P = F \\ 2. E \cup F = (EF); (EF) = P \cap Q \end{aligned} \quad (3)$$

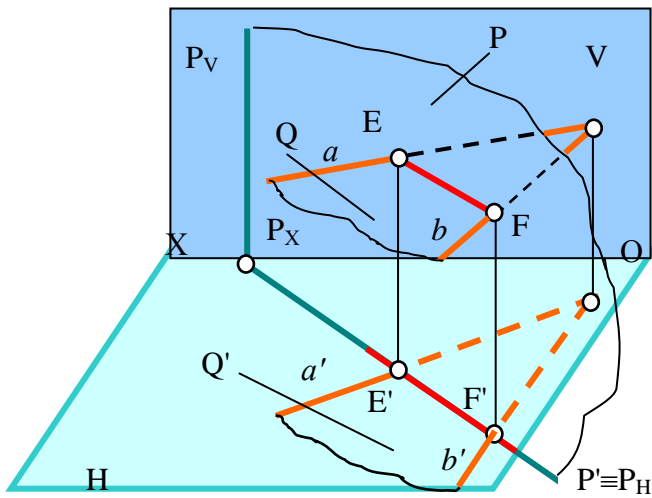
3-ifodaga ixtiyoriy tekislik bilan proyeksiyalovchi tekislikning kesishgan chizig'ini topish algoritmi deb ataladi. 85-rasmda frontal proyeksiyalovchi tekislik bilan ikki kesishuvchi  $a$  va  $b$  to'g'ri chiziqlar ko'rinishida berilgan umumiy vaziyatdagi tekislikni kesishuv  $EF$  chizig'ini topish yaqqol tasvirda ko'rsatilgan. Uning chizmada 3-algoritmgaga asosan yechilishi esa, 86-rasmda keltirilgan. Ya'ni chizmada masalani yechish algoritmi quyidagicha bo'ladi: Proyeksiyalovchi tekislik  $H$  ga perpendikulyar bo'lgani uchun,  $E'F' \in P_H$ :

$$1. a' \cap P_H = E', b' \cap P_H = F' \text{ va } E'' \in a'', F'' \in b''$$

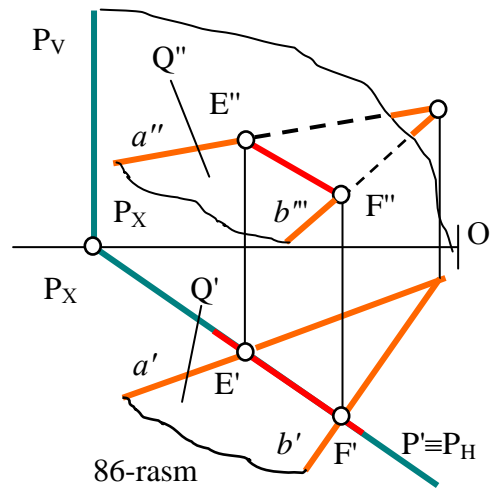


$$2. E' \cup F' = (E'F'); E'' \cup F'' = (E''F'');$$

$$EF(E'F', E''F'') = P \cap Q$$



85-rasm



86-rasm

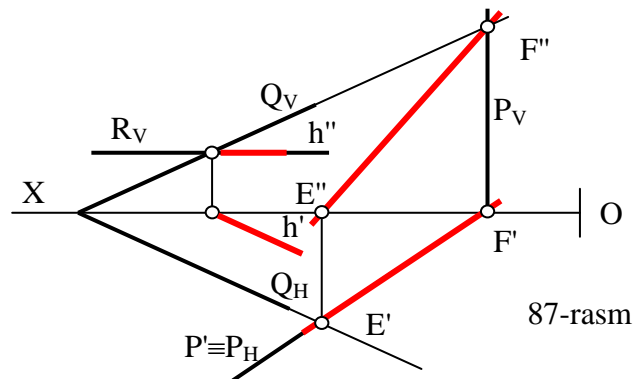
Agar tekislik izlari bilan berilgan bo'lsa bunday masalalani yechish algoritmi quyidagicha bo'ladi:

$$1. Q_H, Q_V \in Q \text{ va } Q_H \cap P = E; Q_V \cap P = F$$

$$2. E \cup F = (EF); (EF) = P \cap Q$$

(2A)

Ya'ni Q tekislikni ixtiyoriy to'g'ri chiziqlari o'rnida uning izlari olinadi, 87-rasm.

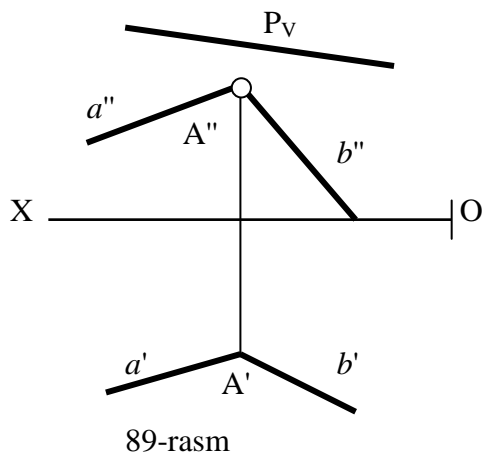
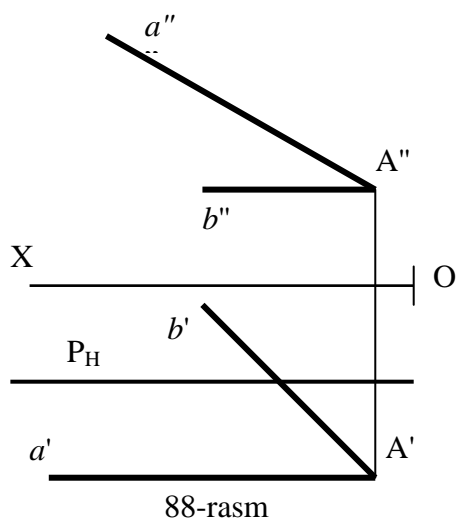


87-rasm

Agar proyeksiyalovchi tekislik gorizontal yoki frontal yoki profil tekislik bo'lsa, ular ixtiyoriy tekislikni tegishli uchun gorizontal, frontal va profil chiziqlari bo'ylab kesadi.

Buni 87-rasmdagi izi bilan berilgan gorizontal R tekislik va ixtiyoriy Q tekisliklarning o'zaro kesishuvida ko'rish mumkin:  $R \cap Q = h(h', h'')$ .

Misol: 88 va 89-rasmda berilgan proyeksiyalovchi tekislik bilan ixtiyoriy tekislikning kesishuv chizig'i EF yasalsin. Har ikkala masalalarni tahlil qilib ularning yechish algoritmlari tuzilsin.



#### 4.4.3. Ikki ixtiyoriy tekisliklarning o'zaro kesishuvi

Har qanday ikki tekislikning kesishgan chizigi to'g'ri chiziq bo'lishi yuqorida qayd etilgan edi.

Buning uchun berilgan tekisliklarda ikkita umumiy nuqta aniqlanadi, so'ngra ular orqali to'g'ri chiziq o'tkazib, tekisliklarning kesishgan chizig'i yasaladi.

Ikki ixtiyoriy tekisliklar uchun umumiy bo'lgan nuqtalar quyidagi usullardan foydalanib topiladi:

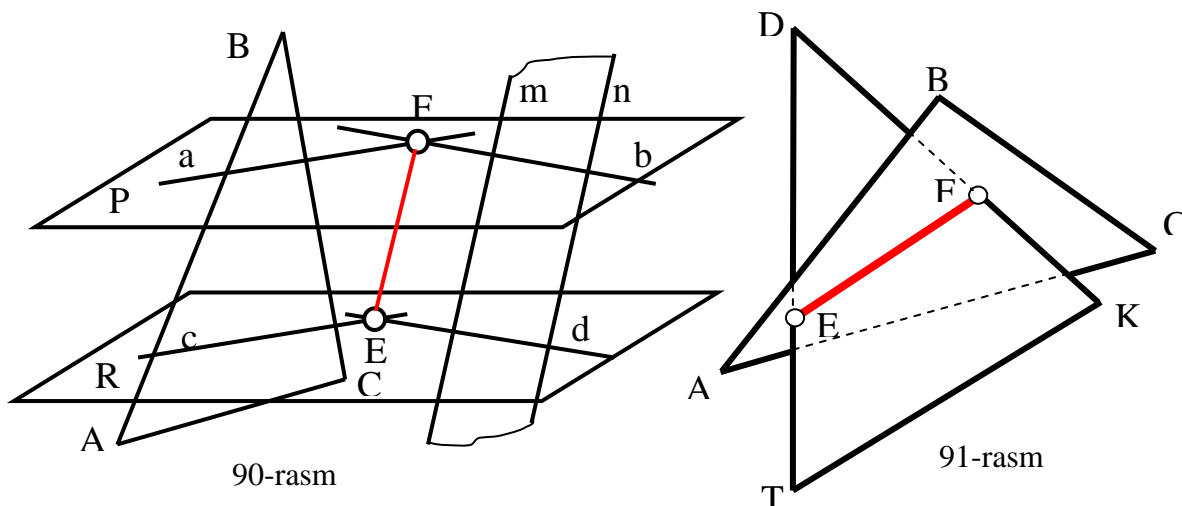
1) Kesuvchi yordamchi proyeksiyalovchi tekisliklar usuli, ya'ni yordamchi ikkita proyeksiyalovchi kesuvchi tekisliklar bilan berilgan tekisliklarni kesish asosida topiladi. Chunki uchta tekislikning o'zaro kesishishidan ular uchun umumiy bo'lgan bitta nuqta hosil bo'ladi. Kelajakda bu usul sirtlarning o'zaro kesishgan fazoviy egri chiziqlarni aniqlashda ham ishlatiladi, 90-rasm.

2) Berilgan tekisliklarning birida ikkita to'g'ri chiziq tanlab olib, ularni ikkinchi tekislik bilan uchrashish nuqtalarini aniqlash asosida aniqlanadi, 91-rasm.

3) Agar 90-rasmdagi  $a$  va  $b$  hamda  $c$  va  $d$  to'g'ri chiziqlarni raqobatlashuvchi to'g'ri chiziqlar deb qaralsa, berilgan ixtiyoriy tekisliklarning

kesishuv chizig'ini ularning ikkita raqobatlashuvchi to'g'ri chiziqlaridan foydalanib topish ham mumkin.

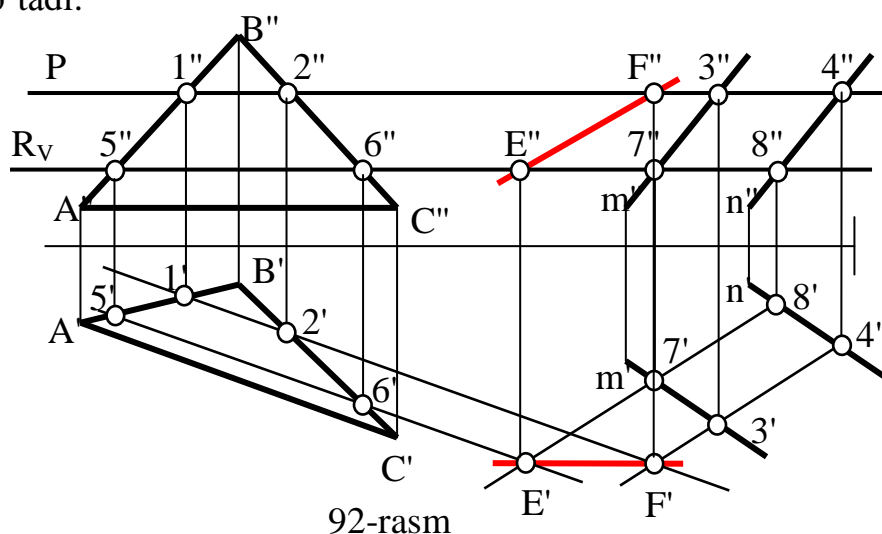
Har xil vaziyatda berilgan ikki ixtiyoriy tekisliklarning kesishgan chiziqlarini yasashni ko'rib chiqaylik.



92- rasmda umumiy vaziyatdagi ixtiyoriy ikkita tekislik berilgan bo'lib, ularning kesishgan chizig'ini kesuvchi tekislik usulidan foydalanib aniqlash ko'rsatilgan. Buning uchun:

1. Yordamchi proyeksiyalovchi tekisliklar sifatida gorizontal P va R tekisliklar olinadi.

Bu yerda P tekislik uchburchak ABC tekislikni va m,n parallel to'g'ri chiziqlar bilan berilgan ikkinchi tekislikni (12) va (34) gorizontal to'g'ri chiziqlari bo'ylab, R tekislik esa, ularni (56) va (78) gorizontal to'g'ri chiziqlari bo'ylab kesib o'tadi.

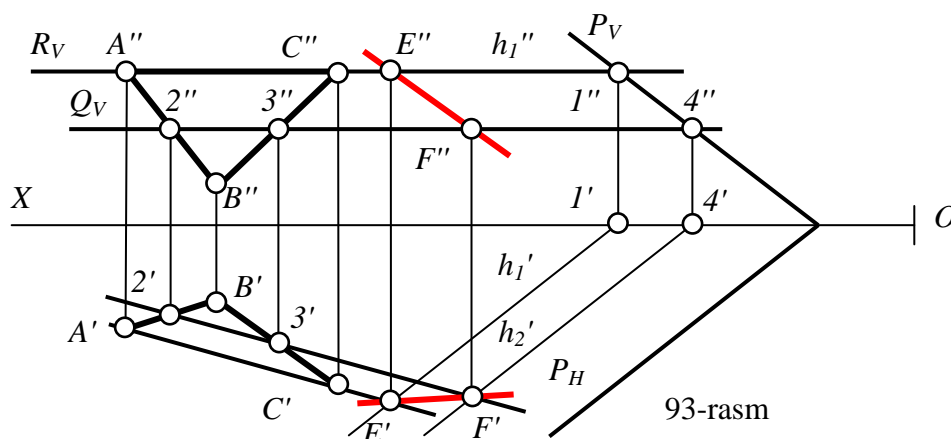


2. Har bir yordamchi kesuvchi P va R tekisliklarning berilgan tekisliklar bilan kesishgan chiziqlari o‘zaro kesishib ular uchun umumiy bo‘lgan E va F nuqtalar hosil bo‘ladi. Bu nuqtalar orqali to‘g‘ri chiziq o‘tkazib, berilgan ikki tekislikning kesishgan chizig‘i (EF) yasaladi, ya’ni masalani ramziy belgilarda ifodalangan yechish algoritmi quyidagicha bo‘ladi:

1.  $P \cap (ABC \text{ va } (m \parallel n))=E, R \cap (ABC \text{ va } (m \parallel n))=F$
2.  $E \cup F= (EF), \text{ bu } (EF) = (ABC \cap (m \parallel n)) \text{ bo‘ladi.}$  (4)

4-ifodaga ixtiyoriy ikki tekislikning kesishgan chizig‘ini topish algoritmi deb ataladi.

93-rasmda ikkita ixtiyoriy vaziyatdagi tekisliklar biri ABC uchburchak ko‘rinishida va ikkinchisi izlari  $P(P_H P_V)$  bilan berilgan.



Masala 4-algoritmgaga asosan quyidagicha yechiladi:

1.  $R \cap (ABC \text{ va } P(P_H P_V))=E, Q \cap (ABC \text{ va } P(P_H P_V))=F$
2.  $E \cup F= (EF), \text{ bu } (EF) = ABC \cap P(P_H P_V) \text{ bo‘ladi.}$

Ya’ni: 1. Yordamchi birinchi kesuvchi gorizont tekislik  $R(R_V)$  o‘tkazilgan, u berilgan tekisliklarni AB ( $A'B', A''B''$ ) va  $h_1$  ( $h_1', h_2''$ ) gorizont to‘g‘ri chiziq bo‘ylab kesadi. Shu gorizont to‘g‘ri chiziqlarning gorizont proektsiyalarining kesishgan nuqtasi izlanayotgan, ya’ni berilgan tekisliklarga umumiy bo‘lgan bitta E( $E', E''$ ) nuqta hosil bo‘ladi.

Shu usulda ikkinchi kesuvchi  $Q(Q_V)$  tekislik yordamida  $F(F',F'')$  nuqta ham  $E$  nuqta kabi topiladi.

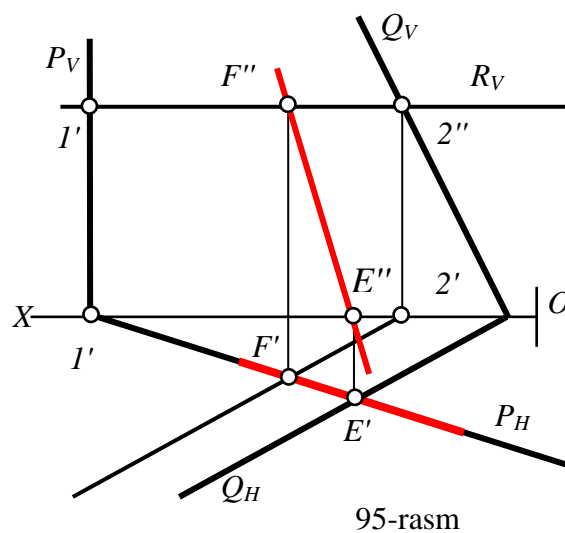
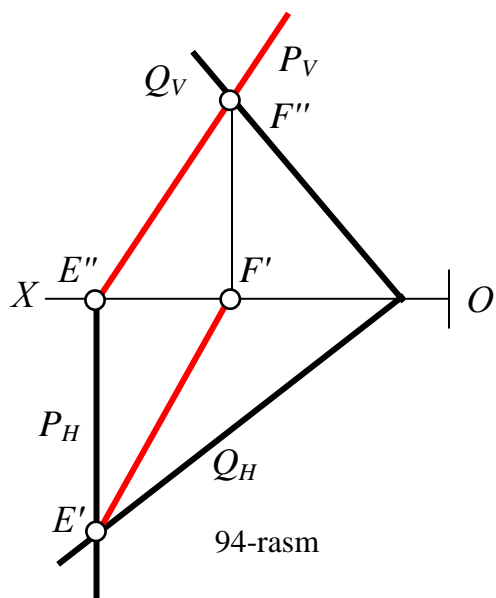
2. Topilgan  $E$  va  $F$  nuqtalar orqali to'g'ri chiziq o'tkazib berilgan ikki tekislikning kesishuv chizig'i aniqlanadi.

Agar berilgan tekisliklar izlari bilan berilgan bo'lsa, ularning kesishgan chizig'ini topish uchun, ularning bir nomli izlarini kesishgan nuqtalari topiladi va ular orqali izlanayotgan kesishuv chizig'i o'tkaziladi, 94-rasm. Bu holda masala quyidagicha yechiladi: 1.  $H \cap Q(Q_H, Q_V)$  va  $P(P_H, P_V)=E$ ,

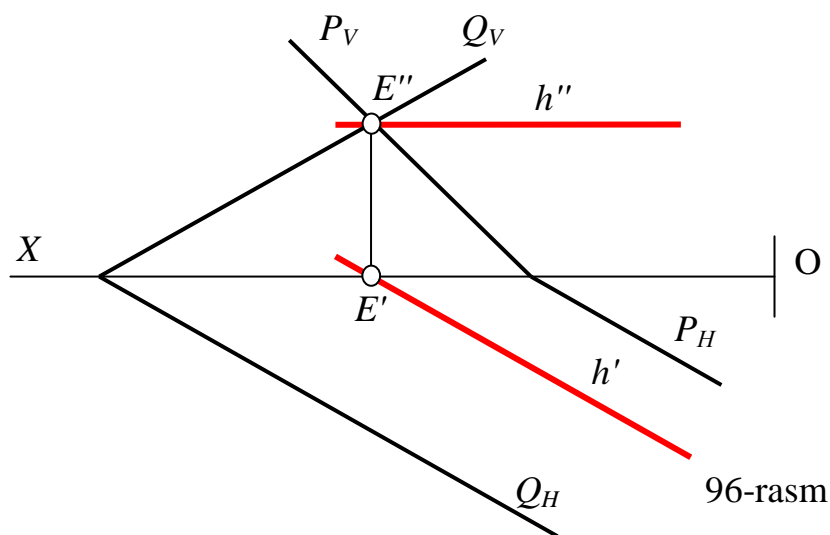
$$V \cap Q(Q_H, Q_V) \text{ va } P(P_H, P_V)=F$$

2.  $E \cup F = (EF)$ , bu  $(EF) = Q(Q_H, Q_V) \cap P(P_H, P_V)$  bo'ladi.

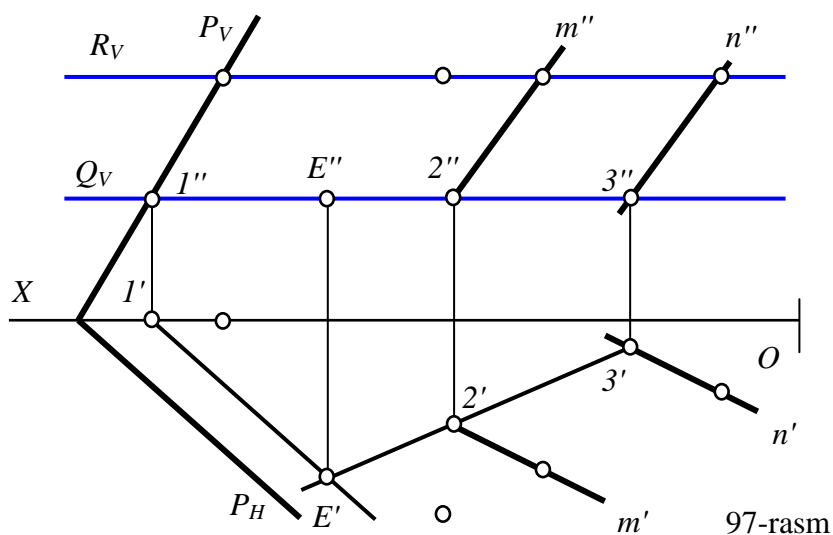
Agar berilgan tekisliklarning bir nomli izlarining kesishgan nuqtasi  $E$  yoki  $F$  chizmadan tashqarida bo'lsa, 92- va 93- rasmlardagi masalalar kabi qo'shimcha gorizontal yoki frontal kesuvchi tekisliklar yordamida berilgan tekisliklar uchun umumiy bo'lgan ikkinchi nuqtasi aniqlanadi, 95-rasm.



Agar berilgan tekisliklarning bir juft izlari kesishib, ikkinchisi parallel bo'lsa, ularning kesishgan chizig'i mazkur parallel izlariga parallel bo'ladi, 96-rasm.



97-rasmda berilgan ikki tekislikning kesishuv chizig‘i aniqlansin.



#### 4.4.4. To‘g‘ri chiziqni umumiy vaziyatdagi tekislik bilan uchrashish-kesishish nuqtasini topish

Ixtiyoriy to‘g‘ri chiziqni va tekislikni o‘zaro kesishuvidan ular uchun umumiy bo‘lgan nuqta hosil bo‘ladi. Shuning uchun bu nuqta bir vaqtni o‘zida to‘g‘ri chiziqda va tekislikda yotadi. Ya‘ni izlanayotgan nuqta to‘g‘ri chiziqning elementi va u P tekislikning biror to‘g‘ri chizig‘ida yotgan bo‘lishi kerak.

Ma‘lumki, P tekislikda to‘g‘ri chiziqni hosil qilish uchun uni biror tekislik bilan kesiladi. Shunga ko‘ra bunday masalalar quyidagi algoritm asosida yechiladi:

1. To'g'ri chiziq orqali yordamchi tekislik o'tkazilib, bu tekislikni berilgan tekislik bilan kesishgan (EF) chizig'i yasaladi, 98-rasm;

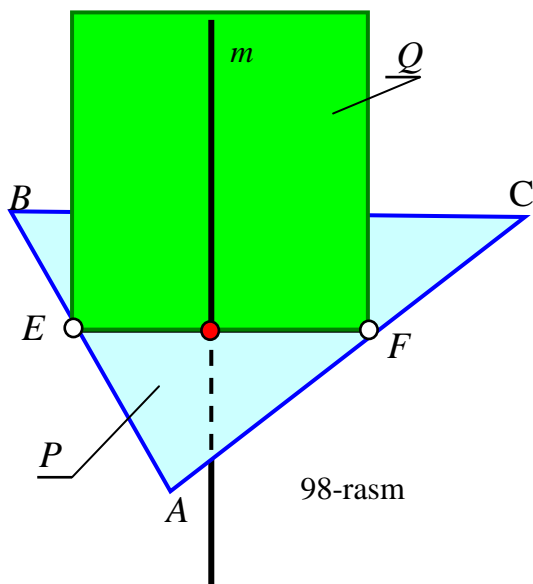
2. (EF) va berilgan to'g'ri chiziqning kesishgan K nuqtasi aniqlanadi. Bu K nuqta ixtiyoriy to'g'ri chiziq bilan berilgan ixtiyoriy tekislikning uchrashgan nuqtasi bo'ladi.

Demak, umumiy vaziyatdagi  $m$  to'g'ri chiziq bilan umumiy vaziyatdagi P yoki  $\triangle ABC$  tekislikning uchrashish nuqtasi quyidagi algoritm asosida aniqlanadi, 99-rasm:

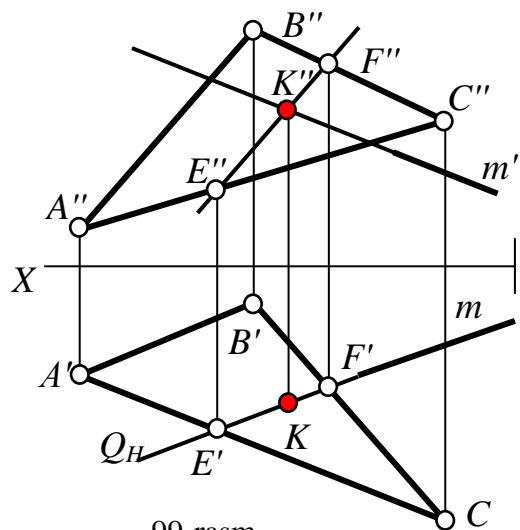
1) Berilgan  $m$  to'g'ri chiziq orqali yordamchi proyeksiyalovchi  $Q(Q_H, Q_V)$  tekislik o'tkaziladi:  $m \supset Q \perp H$  yoki  $Q \perp V$ ;

2) O'tkazilgan yordamchi Q tekislik bilan berilgan P( $\triangle ABC$ ) tekislikning kesishgan (EF) chizig'i aniqlanadi:  $Q \cap P = (EF)$ ;

3) Berilgan  $m$  to'g'ri chiziq bilan Q va P tekisliklarning kesishgan (EF) chizig'ini kesishtirib, ixtiyoriy to'g'ri chiziq bilan tekislikning uchrashgan nuqtasi aniqlanadi:  $(EF) \cap m = K$ . Ushbu masalalarni yechish rejasini-algoritmini ramziy belgilardan foydalanib ifodalansa, u quyidagi ko'rinishda bo'ladi:



98-rasm



99-rasm

1.  $m \supset Q \perp H$  yoki  $Q \perp V$ ;

2.  $Q \cap P = (EF)$ ;

3.  $(EF) \cap m = K$

(5)

5-ifodaga ixtiyoriy to'g'ri chiziq bilan ixtiyoriy tekislikning kesishgan nuqtasini topish algoritmi deb ataladi.

100 – rasm, a,b,c) larda, yuqorida keltirilgan yechish rejasi-algoritmidan foydalanib, to'g'ri chiziq bilan tekislikning kesishgan-uchrashgan nuqtasini aniqlashga misollar ko'rsatilgan.

100-rasm, a) da  $b$  to'g'ri chiziq bilan kesishuvchi  $m$  va  $n$  to'g'ri chiziqlar orqali berilgan ixtiyoriy tekislikning kesishgan nuqtasini aniqlash ko'rsatilgan. 5-algoritm asosida masala quyidagicha yechilgan:

$$1. b \supset Q \text{ va } Q \perp V \text{ bo'lgani uchun: } Q_V \equiv b''$$

$$2. Q_V \cap m'' = E'' \text{ va } Q_V \cap n'' = F'' ; E' \in m' \text{ va } F' \in n'$$

$$EF(E'F', E''F'') = Q \cap P(m \cap n)$$

$$3. EF(E'F', E''F'') \cap b(b', b'') = K(K', K'')$$

$$K = b \cap P(m \cap n)$$

100-rasm b) da  $m$  to'g'ri chiziq bilan izlari orqali berilgan ixtiyoriy tekislikning kesishgan nuqtasini aniqlash ko'rsatilgan. Bu masala quyidagicha yechilgan:

$$1. m \supset Q \text{ va } Q \perp H \text{ bo'lgani uchun: } Q_H \equiv m'$$

$$2. Q_H \cap P_H = E' \text{ va } Q_V \cap P_V = F'' ; E'' \in OX \text{ va } F' \in OX$$

$$EF(E'F', E''F'') = Q \cap P(P_H, P_V)$$

$$3. EF(E'F', E''F'') \cap m(m', m'') = K(K', K'')$$

$$K = m \cap P(P_H, P_V)$$

100-rasm d) da esa,  $b$  to'g'ri chiziq bilan parallel  $m$  va  $n$  to'g'ri chiziqlar orqali berilgan ixtiyoriy tekislikning kesishgan nuqtasini aniqlash ko'rsatilgan.

Masala 5-algoritm asosida quyidagicha yechilgan:

$$1. b \supset Q \text{ va } Q \perp V \text{ bo'lgani uchun: } Q_V \equiv b''$$

$$2. Q_V \cap m'' = E'' \text{ va } Q_V \cap n'' = F'' ; E' \in m' \text{ va } F' \in n'$$

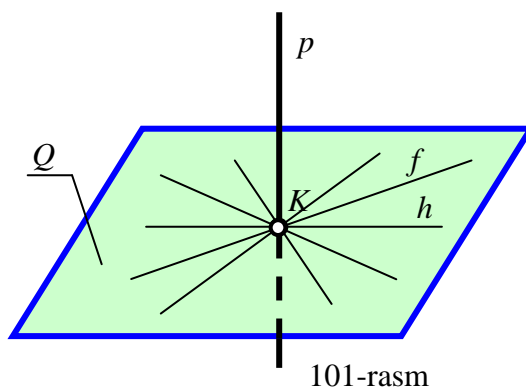
$$EF(E'F', E''F'') = Q \cap P(m \cap n)$$

$$3. EF(E'F', E''F'') \cap b(b', b'') = K(K', K'')$$

$$K = b \cap P(m \cap n)$$







101-rasm

Parallel proyeksiyalarning bir tomoni proyeksiyalar tekisligiga parallel bo‘lgan to‘g‘ri burchakning o‘zgarmay proyeksiyalanish xossasiga asosan:

Tekislikka perpendikulyar bo‘lgan to‘g‘ri chiziqning gorizontal proyeksiyasi tekislik gorizontaling gorizontal proyeksiyasiga va uning frontal proyeksiyasi tekislik frontalining frontal proyeksiyasiga perpendikulyar bo‘ladi.

Bunga chizmada to‘g‘ri chiziqning tekislikka perpendikulyarlik sharti deyiladi. Uni ramziy belgilardan foydalanib quyidagicha ifodalanadi:

$$p \perp Q \Rightarrow p' \perp h' \text{ va } p'' \perp f''$$

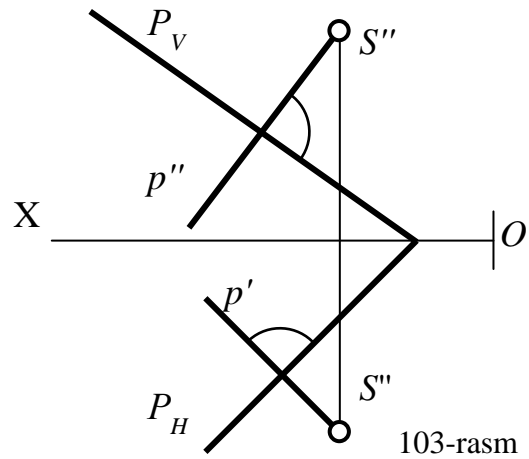
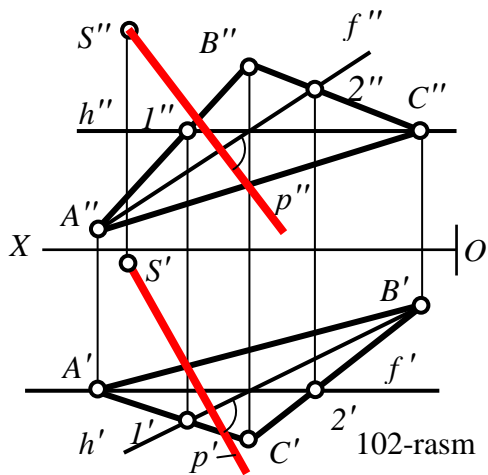
agar tekislik izlari bilan berilsa: (1)

$$p \perp Q \Rightarrow p' \perp P_H \text{ va } p'' \perp P_V$$

By ifodaga to‘g‘ri chiziqning tekislikka perpendikulyarlik algoritmi deb ataladi.

Chizmada berilgan tekislikka perpendikulyar bo‘lgan to‘g‘ri chiziqni 1-algoritmga asosan quyidagicha o‘tkaziladi:

1. Tekislikning gorizontal va frontal chiziqlari o‘tkaziladi. Agar tekislik izlari bilan berilgan bo‘lsa, ular o‘tkazilmaydi;
2. Perpendikulyarning gorizontal va frontal proyeksiyalarini tegishlicha h' va f'' larga yoki tekislikning  $P_H$  va  $P_V$  izlariga to‘g‘ri burchak ostida o‘tkaziladi, 102,103-rasm.



102-rasmda S nuqtadan berilgan ABC uchburchak tekisligiga, 103-rasmda esa, S nuqtadan izlari bilan berilgan P tekislikka perpendikulyarlar o'tkazish ko'rsatilgan.

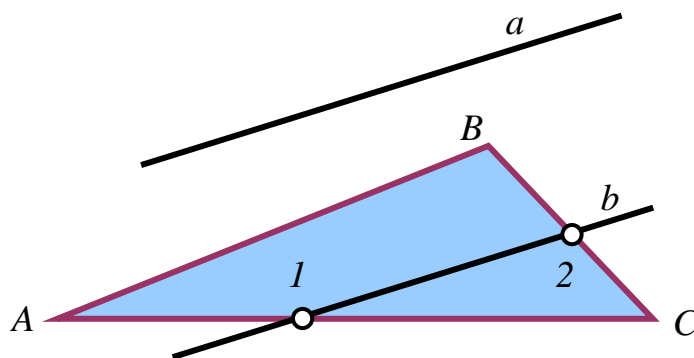
Agar berilgan tekislikning biror tomoni uning gorizontali yoki frontali bo'lsa, ulardan foydalanib perpendikulyarning proyeksiyalari o'tkaziladi.

#### 4.5.2. To'g'ri chiziqning tekislikka parallelligi

Agar to'g'ri chiziq tekislikda yotuvchi biror to'g'ri chiziqqa parallel bo'lsa, tekislikning o'ziga ham parallel bo'ladi. Chizmada bunday to'g'ri chiziqni proyeksiyalari tekislikning biror chizig'ini bir nomli proyeksiyalariga mos ravishda parallel bo'ladi, 104-rasm.

Bunga to'g'ri chiziqning tekislikka parallellik sharti deb ataladi. Bu shartlik ramziy belgilarda quyidagicha ifodalanadi:

$$a \parallel b \text{ va } b \in \Delta ABC \Rightarrow a \parallel \Delta ABC \quad (2)$$



104-rasm

### 4.5.3. Ikki tekislikning o‘zaro parallelligi

Agar bir tekislikdagi kesishuvchi ikki to‘g‘ri chiziq ikkinchi tekislikdagi kesishuvchi ikki to‘g‘ri chiziqqa mos ravishda parallel bo‘lsa, bu tekisliklar o‘zaro parallel bo‘ladi.

Tekisliklarning izlari ularni kesishuvchi ikki chiziqlari bo‘lganligi uchun: Agar izlari bilan berilgan tekisliklarning bir nomli izlari o‘zaro parallel bo‘lsa, ular ham o‘zaro parallel bo‘ladi.

Bunga ikki tekislikning parallellik sharti deb ataladi. Bu shartlik ramziy belgilarda quyidagicha ifodalanadi:

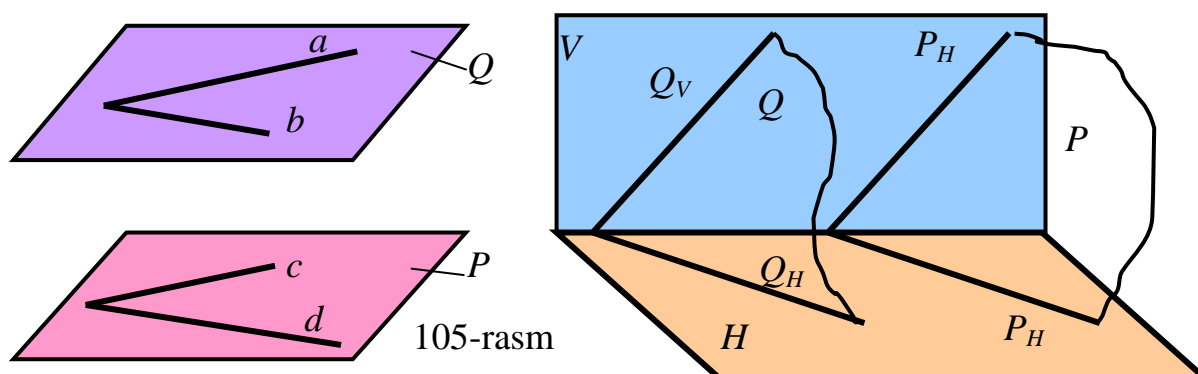
$$Q(a \cap b), P(c \cap d) \text{ va } a \parallel c, b \parallel d \Rightarrow Q \parallel P$$

Tekislik izlari bilan berilgan bo‘lsa (3)

$$Q(Q_H, Q_V), P(P_H, P_V) \text{ va } Q_H \parallel P_H, Q_V \parallel P_V \Rightarrow Q \parallel P$$

3-ifodaga ikki tekislikning parallellik algoritmi deyiladi.

105-rasmda o‘zaro parallel tekisliklar keltirilgan.

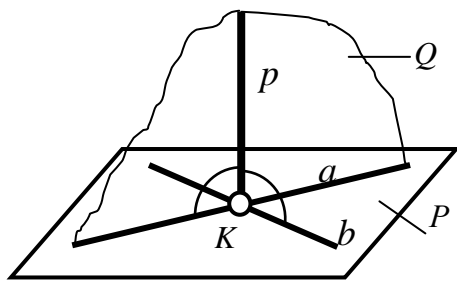


### 4.5.4. Ikki tekislikning o‘zaro perpendikulyarligi

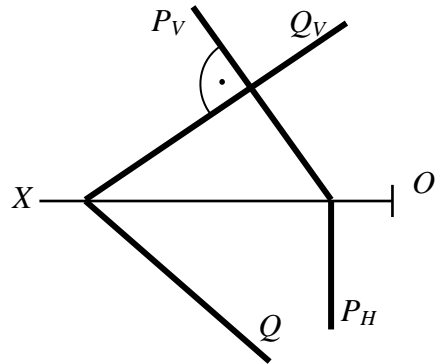
Agar bir tekislikda yotuvchi to‘g‘ri chiziq ikkinchi tekislikka perpendikulyar bo‘lsa, bu tekisliklar ham o‘zaro perpendikulyar bo‘ladi, 106-rasm.

Agar tekisliklar izlari bilan berilgan bo‘lsa:

Agar bir tekislikning birorta izi ikkinchi tekislikka perpendikulyar bo‘lsa bo‘lsa, bunday tekisliklar o‘zaro perpendikulyar bo‘ladi, 107-rasm. Bunda ikkinchi tekislik proyeksiyalovchi bo‘ladi.



106-rasm



107-rasm

$$p \in Q \text{ ba } p \perp P \Rightarrow Q \perp P$$

Tekislik izlari bilan berilgan bo'lsa,

$$Q(Q_H, Q_V), P(P_H, P_V) \text{ va } Q_H \perp P_H \quad (4)$$

$$\text{yoki } Q_V \perp P_V \Rightarrow Q \perp P$$

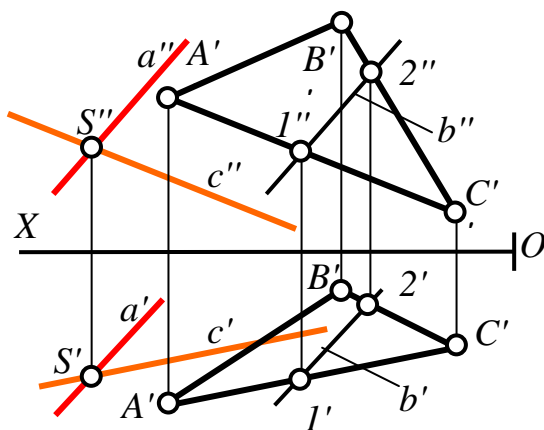
4- ifodaga ikki tekislikning o'zaro perpendikulyarlik algoritmi deyiladi.

#### 4.6. To'g'ri chiziq bilan tekislikning va ikki tekislikning o'zaro parallelligiga va perpendikulyarligiga oid masalalarning yechish algoritmlari

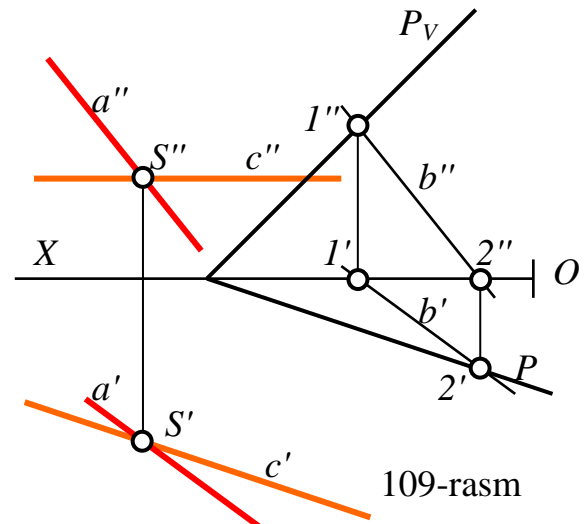
##### 4.6.1. To'g'ri chiziqning tekislikka parallelligiga oid masalalarning yechish algoritmlari

###### 1-misol:

S nuqtadan berilgan tekisliklarga parallel to'g'ri chiziqlar o'tkazilsin, 108,109-rasm.



108-rasm



109-rasm

108-rasmda uchburchak  $ABC$  ( $A'B'C'$ ,  $A''B''C''$ ) tekislik va  $S$  ( $S', S''$ ) nuqta berilgan.

To'g'ri chiziqning tekislikka parallellik shartiga asosan masalani yechish algoritmi quydagicha bo'ladi:

1.  $ABC$  tekislikda ixtiyoriy  $b \equiv (12)$  to'g'ri chiziq o'tkaziladi:

$$b \cap AC = 1; b \cap BC = 2$$

2.  $S$  nuqtadan  $b \equiv (12)$  to'g'ri chiziqqa parallel bo'lgan  $a$  to'g'ri chiziq o'tkaziladi.  $a$  nuqta izlanayotgan to'g'ri chiziq bo'ladi:

$$a \parallel ABC, \text{ chunki } a \parallel b (a' \parallel b', a'' \parallel b'') \text{ va } b \in ABC$$

Shuningdek, chizmada  $S$  nuqta orqali  $ABC$  uchburchak tekisligining  $AC$  tomoniga ham parallel bo'lgan  $c$  to'g'ri chiziq o'tkazilgan:

$$c \parallel ABC, \text{ chunki } c \parallel AC (c' \parallel A'C', c'' \parallel A''C'') \text{ va } c \in ABC$$

109-rasmda tekislik izlari bilan berilgan. Bu masala ham yuqoridagi 1-algoritm asosida yechiladi:

1.  $P(P_H, P_V)$  tekislikda ixtiyoriy  $b$  to'g'ri chiziq o'tkaziladi:

$$b \cap P_H = 2; b \cap P_V = 1$$

2.  $S$  nuqtadan  $b \equiv (12)$  to'g'ri chiziqqa parallel bo'lgan  $a$  to'g'ri chiziq o'tkaziladi.  $a$  nuqta izlanayotgan to'g'ri chiziq bo'ladi:

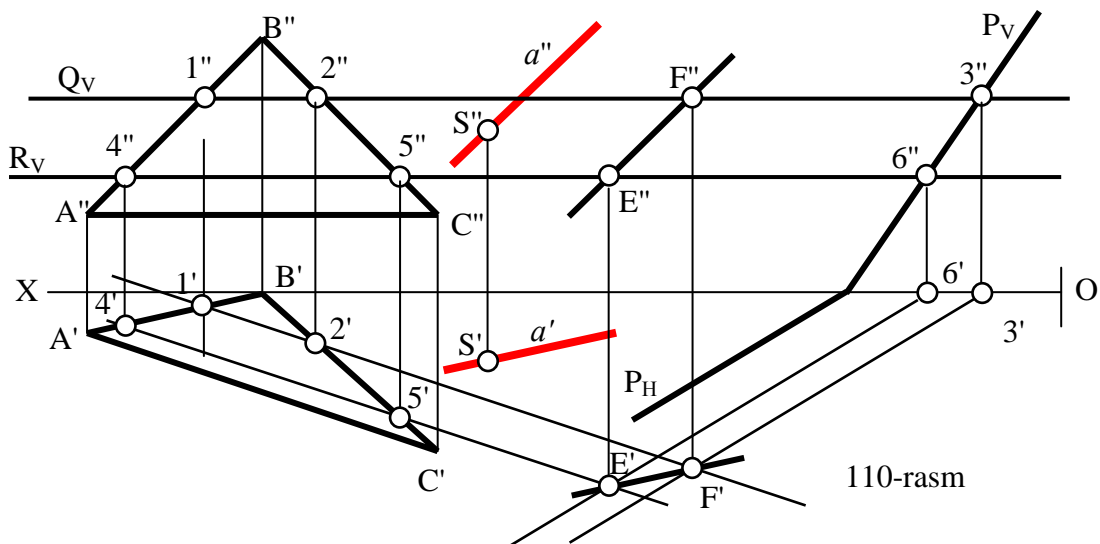
$$a \parallel ABC, \text{ chunki } a \parallel b (a' \parallel b', a'' \parallel b'') \text{ va } b \in ABC$$

Shuningdek, chizmada  $S$  nuqta orqali  $P(P_H, P_V)$  tekislikning gorizonta  $P_H$  iziga ham parallel bo'lgan  $c$  to'g'ri chiziq o'tkazilgan:

$$c \parallel ABC, \text{ chunki } c \parallel AC (c' \parallel A'C', c'' \parallel A''C'') \text{ va } c \in ABC$$

## **2-misol:**

$S$  nuqtadan berilgan  $\triangle ABC$  va  $P(P_H, P_V)$  tekisliklarga parallel to'g'ri chiziq o'tkazilsin, 110-rasm.



110-rasm

To'g'ri chiziqning tekislikka parallellik shartiga asosan izlanayotgan to'g'ri chiziq berilgan tekisliklarning biror to'g'ri chiziqlariga bir vaqni o'zida parallel bo'lishi kerak. Tekisliklarning bunday to'g'ri chiziqlari faqatgina ularning kesishgan chizig'i bo'ladi. Shunga ko'ra masalani yechish algoritmi quydagicha bo'ladi:

1. Berilgan tekisliklarning kesishgan EF (E'F', E''F'') chizig'i 7- ma'ruzdagi 4-algoritmga asosan aniqlanadi;

2. S nuqtadan EF to'g'ri chiziqqa parallel to'g'ri chiziq o'tkazib, berilgan tekisliklarga parallel bo'lgan  $a$  to'g'ri chiziq o'tkaziladi va u izlanayotgan to'g'ri chiziq bo'ladi:  $S \supset a \parallel EF \Rightarrow a \parallel \Delta ABC$  va  $P(P_H, P_V)$

**3-misol:**

S nuqtadan berilgan to'g'ri chiziqqa parallel tekislik o'tkazilsin, 111,112-rasmlar.

Berilgan nuqtadan masalaning shartini qoniqtiruvchi juda ko'p tekislik quyidgicha o'tkaziladi:

1. S (S',S'') nuqta orqali berilgan b (b',b'') to'g'ri chiziqqa parallel qilib  $a(a',a'')$  to'g'ri chiziq o'tkaziladi;

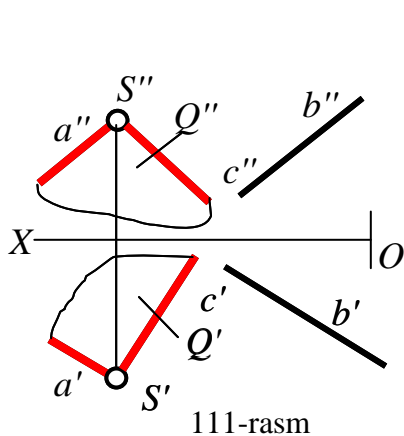
2.  $a$  to'g'ri chiziq orqali istalgan yo'nalishda  $s$  to'g'ri chiziq o'tkazib, izlanayotgan tekislik yasaladi.  $a$  va  $s$  to'g'ri chiziqlarning izlarini topib izlanayotgan tekislikni izlari bilan ham o'tkazish mumkin.

111-rasmda  $S (S', S'')$  nuqtadan  $b (b', b'')$  to'g'ri chiziqqa parallel qilib o'tkazilgan tekislik, kesishuvchi  $a$  va  $s$  to'g'ri chiziqlar bilan ifodalangan:

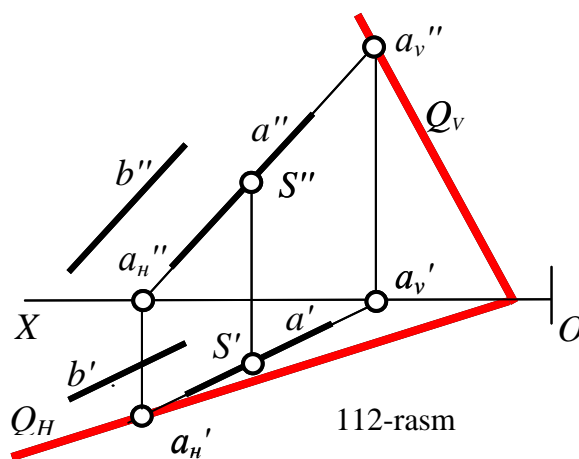
$$1. S \supset a \parallel b; S' \supset a' \parallel b'; S'' \supset a'' \parallel b'';$$

2.  $S \supset$  ixtiyoriy  $s(s', s'')$  to'g'ri chiziq o'tkaziladi.  $Q(a \cap s)$  izlanayotgan tekislik bo'ladi va  $Q \parallel b$  bo'ladi.

112-rasmda  $S (S', S'')$  nuqtadan  $b (b', b'')$  to'g'ri chiziqqa parallel qilib o'tkazilgan tekislik izlari bilan ifodalangan:



111-rasm



112-rasm

$$1. S \supset a \parallel b; S' \supset a' \parallel b'; S'' \supset a'' \parallel b'' \text{ va uning izlari } a_H \text{ va } a_V \text{ aniqlagan};$$

2.  $a$  to'g'ri chiziqni  $a_H$  va  $a_V$  izlari orqali izlarining kesishish nuqtasi  $Q_x$  ni  $OX$  o'qining ixtiyoriy nuqtasida olib, cheksiz ko'p  $Q_i$  tekisliklarni o'tkaziladi, va  $Q_i \parallel b$  bo'ladi.

#### 4.6.2. To'g'ri chiziqni tekislikka perpendikulyarligiga oid masalalarning yechish algoritmlar

To'g'ri chiziqni tekislikka perpendikulyarligidan foydalanib quyidagi masalalar:

1. Nuqta bilan tekislik orasidagi qisqa masofa;
2. Ikki parallel tekisliklar orasidagi qisqa masofa;
3. Nuqta bilan to'g'ri chiziq orasidagi qisqa masofa;
4. Ikki parallel to'g'ri chiziqlar orasidagi qisqa masofa;
5. Ayqash to'g'ri chiziqlar orasidagi qisqa masofa;
6. To'g'ri chiziq bilan tekislik orasidagi burchak kattaligini;

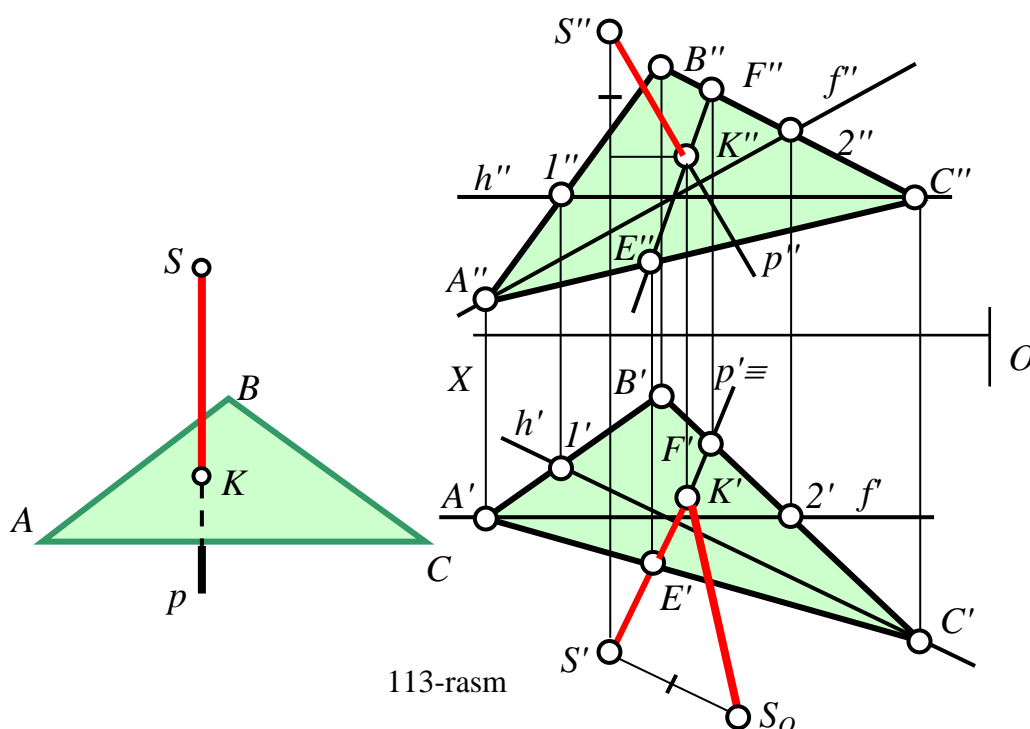


7. Ikki tekislik orasidagi burchak kattaligini aniqlash kabi metrik masalalar yechiladi.

Shuningdek berilgan tekislikka terpendikulyar tekislik va unga berilgan masofada parallel tekislik o'tkazish kabi masalalarni yechishda ham foydalaniladi. Bu masalalardan asosiylarining yechish algoritmlarini ko'rib chiqamiz

**4-misol:** Berilgan  $S (S', S'')$  nuqta bilan  $(ABC)$  tekislik orasidagi qisqa masofa aniqlansin. 113-rasm.

To'g'ri chiziqni tekislikka terpendikulyarlik shartiga va algoritmiga asosan masala fazoda quyidagi reja bo'yicha yechiladi:



113-rasm

1. 8-ma'ruzadagi to'g'ri chiziqni tekislikka terpendikulyarlik algoritmidan foydalanib berilgan  $S (S', S'')$  nuqtadan tekislikka terpendikulyar tushiriladi;

2. Tushirilgan terpendikulyarning berilgan tekislik bilan uchrashgan  $K$  nuqtasi aniqlanadi. Hosil bo'lgan  $SK$  kesma izlanayotgan masofa bo'ladi. chizmada bunday masalalar quyidagi algoritm asosida yechiladi:

1.  $S \supset p \perp \Delta ABC : S' \supset p' \perp h'$  ba  $S'' \supset p'' \perp f''$
2.  $p \cap \Delta ABC = K(K', K'')$
3.  $SK(S'K', S''K'')$ ni haqiqiy uzunligi aniqlanadi:  $SK = S_0K'$

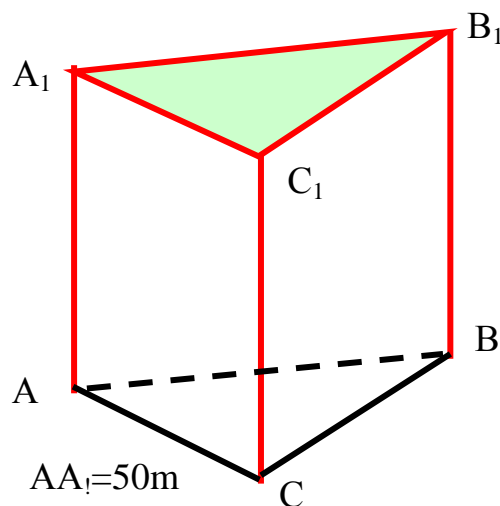
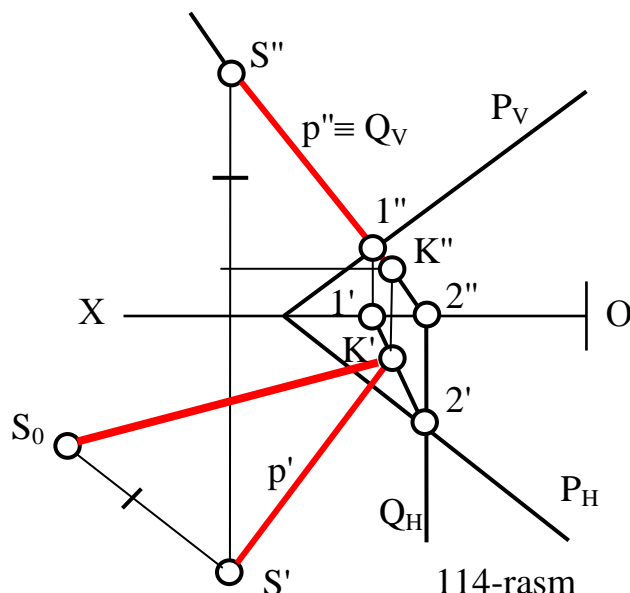
Agar berilgan tekislikning biror tomoni uning gorizontali yoki frontali bo'lsa, ulardan foydalanib, perpendikulyar o'tkaziladi.

114-rasmda  $S (S', S'')$  nuqta bilan izlari bilan berilgan umumiy vaziyatdagi  $P(P_H, P_V)$  tekislik orasidagi qisqa masofani aniqlash ko'rsatilgan.

Bu masala 3-algoritmga asosan quyidagicha yechiladi:

1.  $S \supset p \perp P(P_H, P_V) : S' \supset p' \perp P_H$ , va  $S'' \supset p'' \perp P_V$
2.  $p \cap P(P_H, P_V) = K(K', K'')$
3.  $SK (S'K', S''K'')$ ni haqiqiy uzunligi aniqlanadi:  $SK = S_0K'$

**5-misol:** Asosi ABC tekislik va balandligi 50 mm ga teng bo'lgan to'g'ri prizmaning proyeksiyalari yasalsin. 115-rasm.



Masalaning fazoviy yechish rejasi-algoritmi quyidagicha bo'ladi:

1. Izlanayotgan prizmaning ikkinchi asosi ABC tekislikka parallel bo'lganligi uchun unga 50 mm uzoqlikda parallel bo'lgan  $A_1B_1C_1$  tekislik o'tkaziladi;
2.  $AA_1, BB_1, CC_1$  qirralari o'tkazilib izlanayotgan prizma yasaladi, 115-rasm. Masala ikkita yechimga ega, chunki prizmaning ikkinchi asosini ABC dan pastda ham yasash mumkin.

Masalani chizmadagi yechish algoritmi quyidagicha bo'ladi:

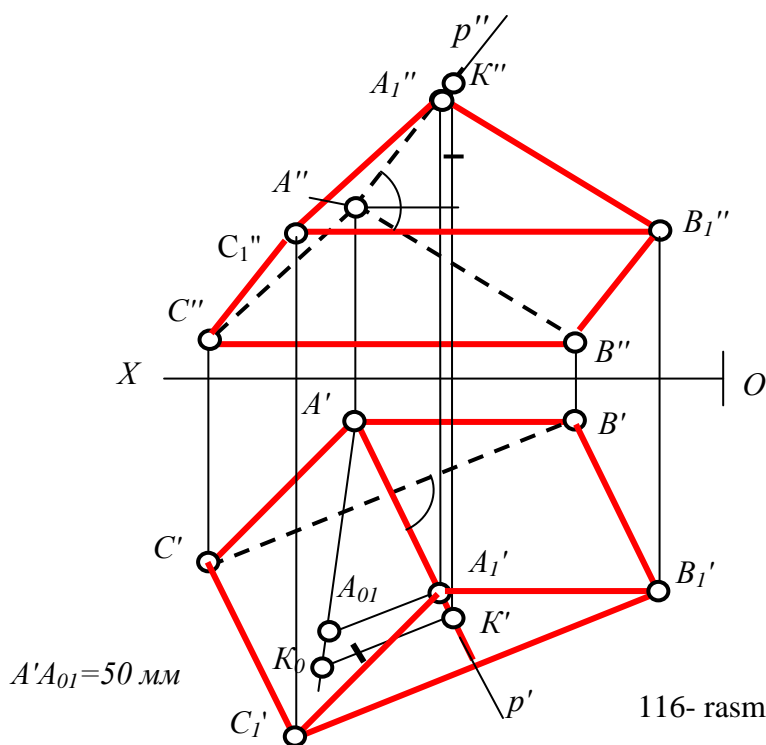
1) Asosining istalgan uchidan, masalan A dan tekislikka perpendikulyar o'tkaziladi:  $A' \supset p' \perp h'$  va  $A'' \supset p'' \perp f''$ ;

2) Bu perpendikulyarda ixtiyoriy K nuqta olib, AK kesmasining haqiqiy uzunligi aniqlanadi:  $A'K_0 = AF$ ;

3) Haqiqiy uzunligi bo'ylab berilgan masofa-balandlik 50 mm qo'yiladi:  $A'A_{10} = 50$  mm.  $A_{10}$  nuqtaning  $r'$  dagi  $A_1'$  proyeksiyasi topiladi. So'ngra uning frontal  $A_1''$  tasviri  $p''$  da topiladi;

4)  $A_1''$  dan  $A'B'C'$  uchburchakka teng va parallel  $A_1''B_1''C_1''$  uchburchak o'tkaziladi;

5) Hosil bo'lgan uchburchak uchlarini  $A'A_1''$  ga parallel to'g'ri chiziqlar bilan birlashtirib, izlanayotgan to'g'ri prizmaning proyeksiyalari yasaladi, 116-rasm.



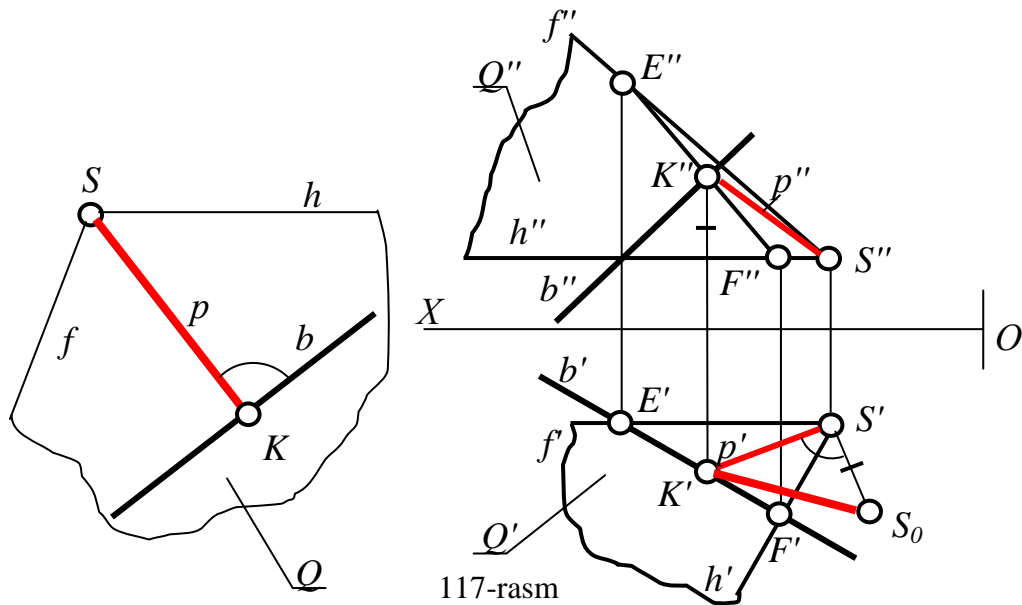
116- rasm

**6-misol:** S ( $S', S''$ ) nuqta bilan  $b(b', b'')$  to'g'ri chiziq orasidagi qisqa masofa aniqlansin, 117-rasm.

Masala fazoda quyidagicha yechiladi:

1. Berilgan S nuqta orqali b to'g'ri chiziqqa perpendikulyar p o'tkaziladi;
2. Uni b to'g'ri chiziq bilan kesishgan K nuqtasi belgilanadi;

3. Hosil bo'lgan  $SK$  kesma izlanayotgan masofa bo'ladi.



Bu ifodaga nuqta bilan to'g'ri chiziq orasidagi qisqa masofa aniqlash algoritmi deb ataladi.

Agar berilgan to'g'ri chiziq maxsus vaziyatda bo'lsa, masala osongina yuqoridagi algoritimga asosan yechiladi. Chunki bunday holda, chizmada nuqtadan to'g'ri chiziqqa perpendikulyar tushirish imkoniyati borligi parallel proyeksiyalarning to'g'ri burchakka oid xossasidan ma'lum. Agar berilgan to'g'ri chiziq umumiy vaziyatda bo'lsa, chizmada nuqtadan to'g'ri chiziqqa perpendikulyar o'tkazib bo'lmaydi. Shuning uchun bunday hollarda, nuqtadan berilgan to'g'ri chiziqqa (izlanayotgan perpendikulyar yotadigan) perpendikulyar bo'lgan tekislik o'tkaziladi va masalani yechish algoritmi quyidagicha bo'ladi:

1. Berilgan  $S$  nuqta orqali  $b$  to'g'ri chiziqqa perpendikulyar  $Q$  tekislik o'tkaziladi;
2.  $Q$  tekislik bilan  $b$  to'g'ri chiziqning kesishgan  $K$  nuqtasi aniqlanadi;
3. Hosil bo'lgan  $SK$  kesma izlanayotgan masofa bo'ladi.

Yuqoridagi algoritmdagi 1-amal chizmada quyidagicha bajariladi:

1.  $S$  nuqta orqali  $b$  to'g'ri chiziqqa bo'lajak perpendikulyar tekislikning gorizont va frontal chiziqlarini  $b$  ga perpendikulyar qilib o'tkaziladi:  $S' \supset h' \perp b'$  va  $S'' \supset f'' \perp b''$ . Bunday tekislikni izlari bilan ham o'tkazish mumkin. Buning uchun perpendikulyar tekislikning gorizont yoki frontal chizig'ining izi topiladi. Shu

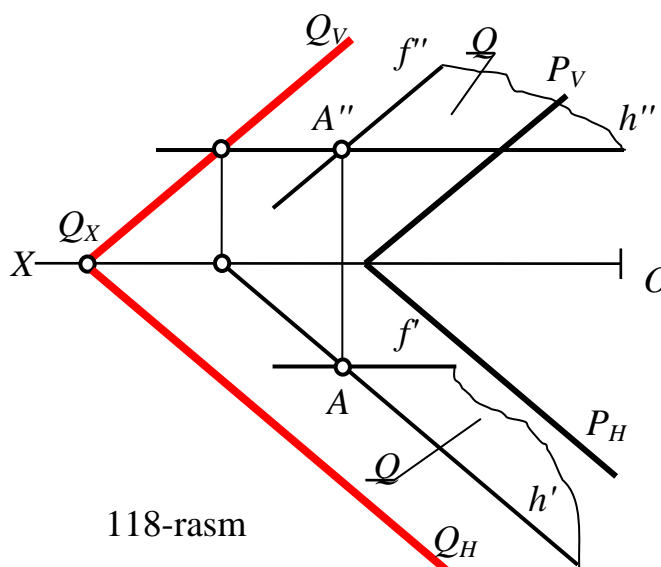
nuqtadan  $Q$  tekislikning gorizontal  $Q_H$  izi  $b'$  ga yoki  $Q_V$  frontal iziga perpendikulyar qilib o'tkaziladi va uni  $OX$  o'qi bilan kesishgan  $Q_X$  nuqtasi topiladi. Hosil bo'lgan nuqtadan tekislikning ikkinchi izi to'g'ri chiziqning ikkinchi proyeksiyasiga perpendikulyar qilib o'tkaziladi.

2. Berilgan  $b$  to'g'ri chiziq bilan yordamchi o'tkazilgan  $Q$  tekislikning uchrashgan  $K (K',K'')$  nuqtasi to'g'ri chiziq bilan tekislikning kesishgan nuqtasini topish algoritmgiga asosan aniqlanadi, (7-ma'ruza, 5-algoritmgiga qarang).

3. Berilgan  $S (S',S'')$  bilan aniqlangan  $K (K',K'')$  nuqtalar birlashtirilib, nuqtadan to'g'ri chiziqqa o'tkazilgan perpendikulyar yasaladi. Chizmada hosil bo'lgan  $SK$  perpendikulyar ixtiyoriy vaziyatda bo'lgani uchun bu izlanayotgan masofaning haqiqiy kattaligi to'g'ri burchakli uchburchak yasab topiladi.

#### 4.6.3. Ikki tekislikning o'zaro parallelligiga oid masalalarni yechish algoritmlari

**7-misol:** Berilgan  $A (A',A'')$  nuqta orqali  $P (P_H,P_V)$  tekislikka parallel bo'lgan  $Q (Q_H,Q_V)$  tekislik o'tkazilsin, 118-rasm.



118-rasm

Bunday masalalarni ikki tekislikning o'zaro parallel sharti va algoritmgiga asosan quyidagicha bitta grafik amal bilan yechiladi:

Nuqta orqali berilgan tekislikning ikkita kesishuvchi to'g'ri chiziqlariga parallel to'g'ri chiziqlar o'tkaziladi. O'tkazilgan kesishuvchi to'g'ri chiziqlar izlanayotgan tekislikni ifodalaydi.

Bu algoritmgaga nuqtadan berilgan tekislikka parallel tekislik o'tkazish algoritmi deb ataladi.

Agar masalada o'tkaziladigan tekislikni izlari bilan ifodalash so'ralsa, 6-algoritm asosida o'tkazilgan to'g'ri chiziqlarning izlari topiladi. So'ngra ular orqali to'g'ri chiziqlar o'tkazib tekislikning izlari yasaladi.

7-misolda izlanayotgan tekislikni izlari orqali o'tkazish talab qilinganligi uchun, bu masala chizmada quyidagicha yechiladi:

1. 6-algoritmga asosan A nuqta orqali berilgan ikkita kesishuvchi to'g'ri chiziqlariga parallel to'g'ri chiziqlar o'tkaziladi. Berilgan tekislik izlari bilan ifodalangan bo'lganligi uchun:

$$A' \supset h', f' : h' \parallel P_{H,f'} \parallel P'_V \text{ va } A'' \supset h'', f'' : h'' \parallel P''_{H,f''} \parallel P'_V$$

2. Kesishuvchi h va f to'g'ri chiziqlar P tekislikka parallel bo'lgan Q tekislikni ifodalaydi. Uni izini yasash uchun h ni frontal izini yoki f ni gorizonttal izi aniqlanadi. Chizmada h ni frontal izi aniqlangan bo'lganligi uchun,  $Q_V$  ni  $P_V$  ga parallel va uni OX o'qi bilan kesishgan  $Q_X$  nuqtadan  $P_H$  ga parallel qilib  $Q_H$  o'tkaziladi. Q ( $Q_H, Q_V$ ) tekislik izlanayotgan tekislik bo'ladi:

$$Q(Q_H, Q_V) \parallel P(P_H, P_V), \text{ chunki } Q_H \parallel P_H \text{ va } Q_V \parallel P_V$$

#### 4.6.4. Ikki tekislikning o'zaro perpendikulyarligiga oid masalalarni yechish algoritmlari

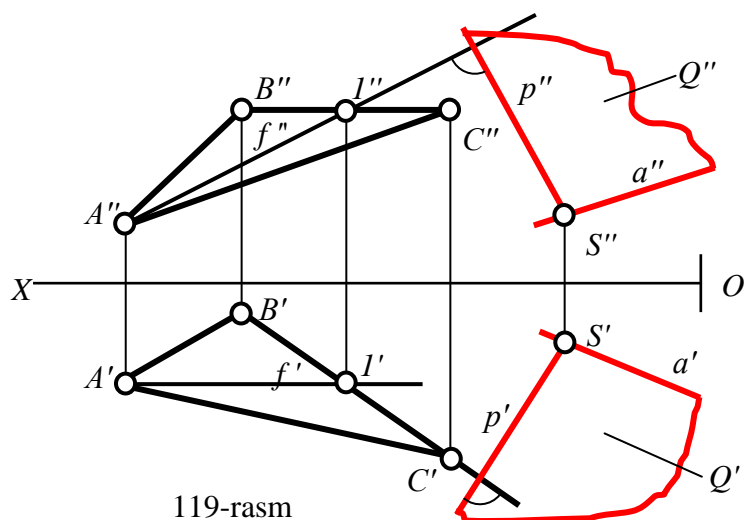
**8-misol:** a to'g'ri chiziq orqali ABC uchburchak tekisligiga perpendikulyar bo'lgan Q tekislik o'tkazilsin, 119-rasm.

Bunday masalalar ikki tekislikni perpendikulyarlik shartiga asosan bitta grafik amal bilan quyidagicha yechiladi:

1. a to'g'ri chiziqda ixtiyoriy S nuqta tanlab olinadi va undan to'g'ri chiziqni tekislikka perpendikulyarlik algoritmidan foydalanib perpendikulyar p o'tkaziladi.

Hosil bo'lgan va  $S$  nuqta orqali o'tuvchi  $Q(a \cap p)$  tekislik, berilgan  $ABC$  uchburchak tekisligiga perpendikulyar tekislik bo'ladi:

$a \ni S \supset p \perp \Delta ABC$  hosil bo'lgan  $Q(a \cap p) \perp \Delta ABC$  bo'ladi. Chunki  $p \in Q$



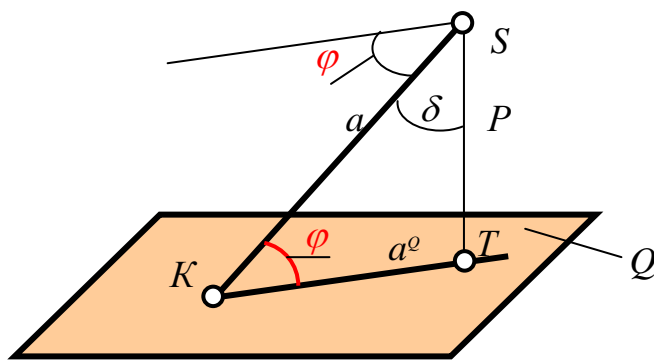
Bu algoritmgaga to'g'ri chiziq orqali berilgan tekislikka perpendikulyar tekislik o'tkazish algoritmi deb ataladi.

#### 4.6.5. Ikki tekislikni o'zaro perpendikulyarligiga oid masalalarning yechish algoritmlari

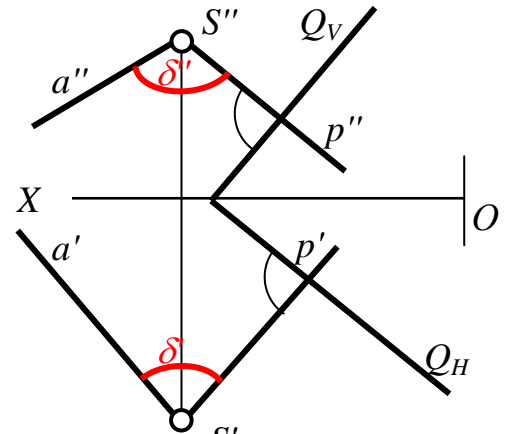
To'g'ri chiziq bilan tekislik va ikki tekislik orasidagi burchak chizig'ini aniqlash hamda to'g'ri chiziqqa perpendikulyar tekislik o'tkazish asosida yechiladi.

Masalan to'g'ri chiziq bilan tekislik orasidagi burchak kattaligini aniqlash uchun, u bilan berilgan tekislikning kesishuv nuqtasini topish va uni shu tekislikdagi to'g'ri burchakli proyeksiyasini yasash kerak bo'ladi. Chunki to'g'ri chiziq bilan tekislik orasidagi burchak kattaligi, u bilan uning berilgan tekislikdagi to'g'ri burchakli proyeksiyasi orasidagi chizikli burchakka teng bo'ladi, 120-rasm:  $a^Q = a^a^Q = \varphi$ . Masalalarni bunday rejada yechilsa bajariladigan grafik amallar soni ko'p bo'ladi. Shuning uchun bunday masalalarini to'g'ri chiziq bilan, uning biror nuqtasidan berilgan tekislikka tushirilgan perpendikulyar orasidagi  $\delta$  burchak kattaligidan foydalanib yechiladi. Bunda izlanayotgan  $\varphi$  burchak  $\delta$  burchakni  $90^\circ$

to'ldiruvchi burchak bo'ladi:  $\delta + \varphi = 90^\circ$ . Buni to'g'ri burchakli KST uchburchakda ko'rish mumkin. Agar  $\delta$  o'tmas burchak bo'lsa, izlanayotgan burchak uni  $90^\circ$  ga to'ldiruvchi burchak bo'ladi. Agar  $\delta$  burchak  $90^\circ$  ga teng bo'lsa, izlanayotgan burchak 0 ga teng bo'ladi va to'g'ri chiziq berilgan tekislikka parallel bo'ladi.



120-rasm



121-rasm

**9-misol:**  $a$  to'g'ri chiziq bilan  $Q$  tekislik orasidagi burchakni  $90^\circ$  ga to'ldiruvchi burchakning proyeksiyalari aniqlansin, 121-rasm.

Chizmada masala quyidagi algoritm asosida yechiladi:

1.  $a \ni S$  va  $S \supset p \perp Q$  :

bunda  $p' \perp Q_H, p'' \perp Q_V$

Hosil bo'lgan  $a$  va  $r$  to'g'ri chiziq orasidagi burchak izlangan  $\delta$  burchak bo'ladi.

Chizmada:  $a \wedge p' = \delta'$  va  $a'' \wedge p'' = \delta''$ .

Bu algoritmgaga to'g'ri chiziq bilan tekislik orasidagi burchakni  $90^\circ$  ga to'ldiruvchi burchakning proyeksiyalarini aniqlash algoritmi deb ataladi.

Bunday masalalar faqat  $\delta(\delta', \delta'')$  burchakning proyeksiyalarini topish bilan cheklaniladi.  $\delta$  burchakning haqiqiy kattaligi va uni  $90^\circ$  ga to'ldiruvchi  $\varphi$  burchak, chizmani qayta tuzish usullaridan foydalanib aniqlanadi. Buning uchun avval berilgan to'g'ri chiziq va uni biror nuqtasidan tekislikka o'tkazilgan perpendikulyar ixtiyoriy nuqtalarida chegaralab, uchburchak ko'rinishiga keltirib olinadi. So'ngra uning haqiqiy ko'rinishi aniqlanadi. Uchburchakning haqiqiy

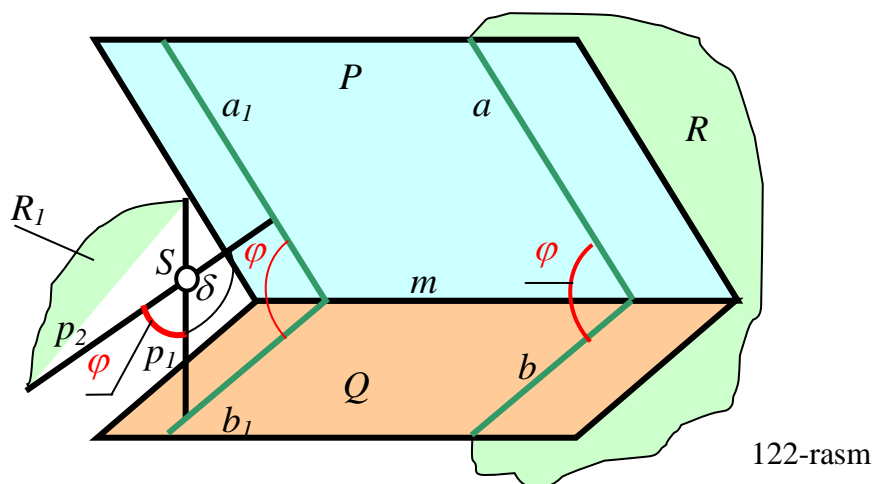


ko‘rinishida  $\delta$  burchak va  $\delta$  burchakni  $90^\circ$  ga to‘ldiruvchi  $\varphi$  burchaklar aniqlanadi.

#### 4.6.6. To‘g‘ri chiziq bilan tekislik va ikki tekislik orasidagi burchak kattaligini aniqlash algoritmi

**10-misol:** P va Q tekisliklarni orasidagi  $\varphi$  burchakning proyeksiyalari aniqlansin, 122-rasm.

Ikki tekislik orasidagi burchak kattaligini aniqlash uchun, ularni kesishuv chizig‘i  $m$  ni topiladi. Ularni, topilgan kesishuv chiziqlariga perpendikulyar bo‘lgan uchinchi R tekislik bilan kesiladi va natijada hosil bo‘lgan chiziqli  $a^b$  burchak, izlanayotgan  $\varphi$  burchak bo‘ladi, 122-rasm.  $P \wedge Q = a^b = \varphi$ .



Masalalarni bunday rejada yechilsa bajariladigan grafik amallar soni ko‘payib ketadi. Shuning uchun bunday masalalarini fazoda biror ixtiyoriy nuqta olib, berilgan tekisliklarga perpendikulyarlar tushiriladi. Bu perpendikulyarlar orasidagi o‘tkir burchak, izlanayotgan  $\varphi$  burchak bo‘ladi, 123-rasm.

Agar perpendikulyarlar orasidagi  $\delta'$  burchak o‘tmas burchak bo‘lsa, izlanayotgan burchak uni  $180^\circ$  ga to‘ldiruvchi burchak bo‘ladi. Agar perpendikulyarlar orasidagi  $\delta'$  burchak  $180^\circ$  ga teng bo‘lsa, izlanayotgan burchak 0 ga teng bo‘ladi va berilgan tekisliklar o‘zaro parallel bo‘ladi.

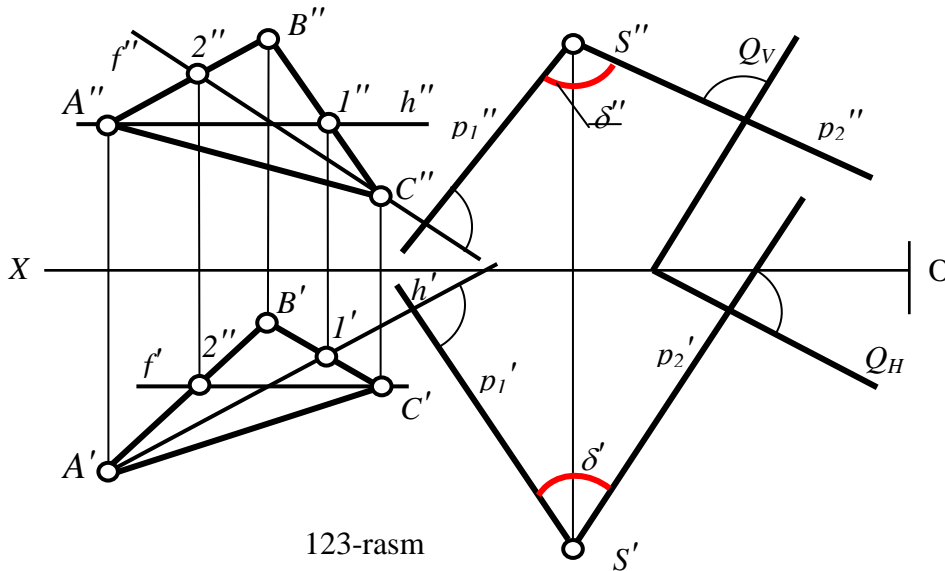
Chizmada masala quyidagi algoritm asosida yechiladi:

1. Fazoda ixtiyoriy S nuqta tanlanadi;
2.  $S \supset p_1 \perp \Delta ABC$  va  $S \supset p_2 \perp P(P_V, P_H)$

bunda  $p_1' \perp h'$ ,  $p_1'' \perp f'$  va  $p_2' \perp P_H$ ,  $p_2'' \perp P_V$

Hosil bo'lgan  $p_1$  va  $p_2$  to'g'ri chiziq orasidagi burchak izlangan  $\delta$  burchak bo'ladi.

Chizmada:  $p_1' \wedge p_2' = \delta'$  va  $p_1'' \wedge p_2'' = \delta''$



123-rasm

### Tayanch iboralar:

Tekislik, uni chizmada berilishi va tekislikning izlari; tekislikda to'g'ri chiziq tanlash; tekislikda nuqta tanlash; tekislikning maxsus chiziqlari: gorizontal chiziq, frontal chiziq, profil chiziq, eng katta og'ma chiziqlar; to'g'ri chiziqni tekislikka parallelligi; to'g'ri chiziqni tekislikka perpendikulyarligi; ikki tekislikni o'zaro parallelligi; ikki tekislikni o'zaro perpendikulyarligi; metrik masala; pozitsion masala; burchak kattaligi

### Nazorat savollari:

1. Tekislik deb nimaga aytiladi va u qanday hosil bo'ladi;
2. Tekislikning izlari qanay hosil bo'ladi;
3. Nima uchun tekislikning izlarida yotgan nuqtalarni ikkinchi proyeksiyalari OX o'qida yotadi;
4. Tekislikda to'g'ri chiziqni tanlash shartini izoxlab, uni algoritmini tushintirib bering;

5. Qanday shartga asosan tekislikda nuqta tanlanadi, uni algoritmini izoxlab bering;
6. Qanday to'g'ri chiziq'larga tekislikning maxsus chiziq'lari deb ataladi;
7. Tekislikning gorizontaal chizig'i deb qanday to'g'ri chiziqqa aytiladi va nima uchun uning frontal proyeksiyasi OX o'qiga parallel bo'ladi;
8. Tekislikning frontal chizig'i deb qanday to'g'ri chiziqqa aytiladi va uning qaysi proyeksiyasi OX o'qiga parallel bo'ladi;
9. Tekislikning frontal chizig'i deb qanday to'g'ri chiziqqa aytiladi va nima uchun uning gorizontaal va frontal proyeksiyalari OX o'qiga perpendikulyar bo'ladi;
10. Tekislikning eng katta og'ma chiziq'lari chiziq'lari deb qanday to'g'ri chiziq'larga aytiladi va nimaga asosan H ga nisbatan EKOChning gorizontaal proyeksiyasi tekislik gorizontaalining gorizontaal proyeksiyasiga perpendikulyar bo'ladi;
11. Nega V ga nisbatan EKOChning frontal proyeksiyasi tekislik frontalining frontal proyeksiyasiga perpendikulyar bo'ladi;
12. Fazoda to'g'ri chiziq bilan tekislik o'zaro qanday joylashadi;
13. Fazoda ikki tekislik o'zaro qanday joylashadi;
14. To'g'ri chiziq bilan tekislikning o'zaro parallel shartini izoxlab bering;
15. Ikki tekislikning o'zaro parallel shartini aytib bering;
16. To'g'ri chiziq bilan tekislikning o'zaro perpendikulyarlik shartini izohlab bering;
17. Ikki tekislikning o'zaro perpendikulyarlik shartini qanday
18. Nuqta orqali berilgan tekislikka qanday qilib parallel to'g'ri chiziq o'tkaziladi?
19. Nuqta orqali berilgan ikki tekislikka qanday qilib parallel to'g'ri chiziq o'tkaziladi?
20. Nuqta orqali berilgan tekislikka qanday qilib parallel tekislik o'tkaziladi?
21. Nuqta bilan tekislik orasidagi masofa aniqlash algoritmini aytib bering?

## V BOB. CHIZMANI QAYTA TUZISH USULLARI

Ma'lumki, masalalarda berilgan geometrik figuralar maxsus vaziyatda berilsa, ularni yechish oson va qulay bo'ladi. Agar masalalarda umumiy vaziyatda berilgan geometrik figuralarni maxsus vaziyatga keltirilsa, ularni ham yechish osonlashadi. Shuning uchun masalalarda berilgan umumiy vaziyatdagi geometrik figuralarning chizmasi qayta tuzilib maxsus vaziyatga keltiriladi. Chizma geometriyada chizmani qayta tuzish usullaridan asosiylari ikkita bo'lib, ular quyidagilardan iborat:

1. Proyeksiyalar tekisligini almashtirish usuli;
2. Aylantirish usuli;
3. Tekis parallel ko'chirish usuli.

Bu usullarda ham ixtiyoriy vaziyatda berilgan geometrik figuralarning chizmasi qayta tuzilib, masalalarni yechish uchun qulay bo'lgan vaziyatgacha, ya'ni xususiy vaziyatga keltiriladi.

Proyeksiyalar tekisliklarini almashtirish usulida berilgan geometrik figuralar o'zgaras-qo'zg'almas bo'lib, proyeksiyalar tekisliklaridan bittasi yangisi bilan, qo'zg'almay qolganiga perpendikulyar vaziyatda almashtiriladi va yangi sistema hosil qilinadi.

Aylantirish usulida aksincha, berilgan asosiy proyeksiyalar tekisliklari o'zgaras-qo'zg'almas bo'lib, tanlangan o'qlar atrofida berilgan geometrik figuralar masalani yechish uchun qulay bo'lgan vaziyatda kelguncha aylantiriladi.

Tekis parallel ko'chirish usulida esa, ixtiyoriy vaziyatda berilgan geometrik figuralar proyeksiyalar tekisliklarini birortasiga nisbatan tekis parallel ko'chirilib, maxsus vaziyatga keltiriladi.

Endi bu usullarni alohida-alohida ko'rib chiqamiz.

### 5.1. Proyeksiyalar tekisliklarini almashtirish usuli- PTAU

Bu usulning mohiyati shundan iboratki, masalalarda berilgan geometrik figuralar ixtiyoriy vaziyatda berilgan bo'lsa, yangi proyeksiyalar tekisligi shunday o'tkaziladiki, natijada ular maxsus vaziyatga kelib qoladi.

Masalan fazoda ixtiyoriy vaziyatdagi AB to'g'ri chiziq o'zining A'B', A''B'' proyeksiyalari bilan berilgan bo'lsin, 124-rasm.

AB to'g'ri chiziqni maxsus vaziyatga keltirish uchun, frontal proyeksiyalar tekisligi V ni H ga perpendikulyar va unga parallel bo'lgan yangi V<sub>1</sub> tekislik bilan almashtiriladi. Natijada yangi o'zaro perpendikulyar bo'lgan proyeksiyalar tekisliklari sistemasi V<sub>1</sub>/H hosil bo'ladi. Bu sistemaning yangi proyeksiyalar O<sub>1</sub>X<sub>1</sub> o'qi A'B' ga parallel qilib o'tkaziladi.

Bu yangi sistemada AB kesma frontal vaziyatga kelib qoladi. Shuning uchun uning uchlarini applikatorlari (Z<sub>A</sub>, Z<sub>V</sub>), haqiqiy uzunigi va H tekislik bilan hosil qilgan α burchagi o'zgarasdan yangi V<sub>1</sub> tekislikka proyeksiyalanadi:

$$Z_A, Z_B = \text{const}, AB = A_1''B_1'' \text{ ba } A_1''B_1'' \quad O_1X_1 \wedge \alpha \quad (1)$$

Agar AB to'g'ri chiziqni maxsus vaziyatga keltirishda yangi H<sub>1</sub> tekislik unga parallel qilib o'tkazilsa, yangi sistemada AB kesma gorizontaal vaziyatga kelib qoladi. Shuning uchun uning uchlarini ordinatalari Y<sub>A</sub>, Y<sub>V</sub> ni haqiqiy uzunigi va V tekislik bilan hosil qilgan β burchagi o'zgarasdan yangi H<sub>1</sub> tekislikka proyeksiyalanadi:

$$(2) \quad Y_A, Y_B = \text{const}, AB = A_1'B_1' \text{ ba } A_1'B_1' \quad O_1X_1 = \beta \wedge$$

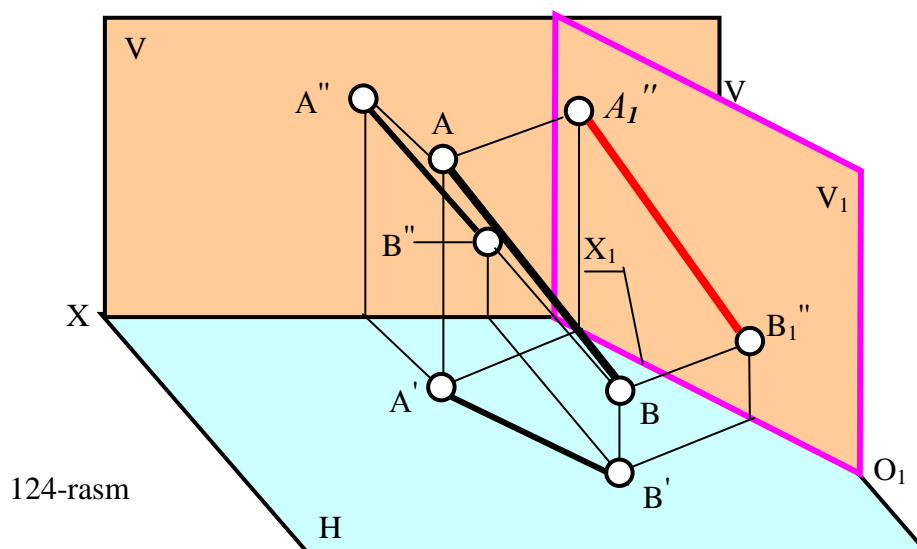
Endi PTAU usulidan foydalanib chizmani qayta tuzish usullarda yechiladigan tayanch masalalarni proyeksiyalar tekisligini bir va ikki marotaba almashtirib yechilishini ko'rib chiqamiz. Bunday tayanch masalalarga quyidagi masalalar kiradi:

1. Ixtiyoriy vaziyatda berilgan kesmani haqiqiy uzunligini aniqlash;
2. Ixtiyoriy vaziyatda berilgan kesmani proyeksiyalovchi vaziyatga keltirish;

3. Ixtiyoriy vaziyatda berilgan tekislikni proyeksiyalovchi vaziyatga keltirish;

4. Ixtiyoriy vaziyatdagi berilgan kesmani proyeksiyalovchi vaziyatga keltirish.

Bu masalalardan 1,3-lari proyeksiyalar tekisligini bir va 2,4-lari proyeksiyalar tekisligini ikki marotaba almashtirib yechiladi. Bu masalalarni yechilishini ko'rib chiqamiz.



124-rasm

### 5.1.1. Proyeksiyalar tekisligini bir marotaba almashtirib yechiladigan tayanch masalalarni yechish algoritmi

**1-masala:** Ixtiyoriy vaziyatdagi AB kesmaning haqiqiy uzunligi va H, V bilan hosil qilgan burchaklari aniqlansin.

Bunday masalalarni yechish uchun AB kesmaga parallel qilib yangi H<sub>1</sub> yoki V<sub>1</sub> tekislik kiritib yechiladi va masalani yechish algoritmi quydagicha bo'ladi:

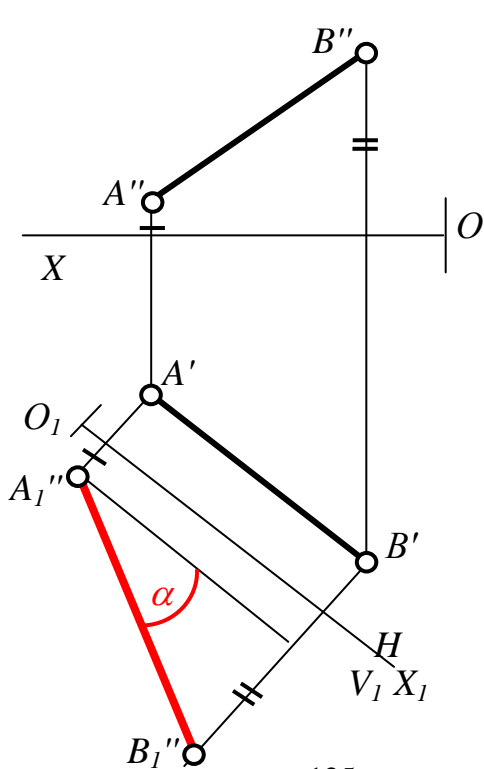
1. H<sub>1</sub> yoki V<sub>1</sub> ni AB kesmaga parallel qilib o'tkaziladi. Chizmada  $\alpha$  burchakni topish uchun V<sub>1</sub> ni AB ga ixtiyoriy masofada parallel vaziyatda o'tkazib, kesma frontal vaziyatga keltirilgan:  $V/H \rightarrow V/H : V_1 \parallel AB \Rightarrow O_1 X_1 \parallel A'B'$ , 125-rasm.

2. AB kesmani  $V_1$  dagi yangi proyeksiyasi aniqlanadi. Buning uchun  $A'$  va  $B'$  nuqtalardan  $O_1X_1$  o'qqa bog'lovchi chiziq o'tkazib,  $Z_A$  va  $Z_B$  larni yangi o'qdan boshlab ularga qo'yamiz. Hosil bo'lgan  $A_1''$  va  $B_1''$  nuqtalarni birlashtirib, kesmani yangi frontal proyeksiyasi yasaladi. Chizmadan kesmaning haqiqiy uzunligi va  $\alpha$  burchak aniqlanadi:

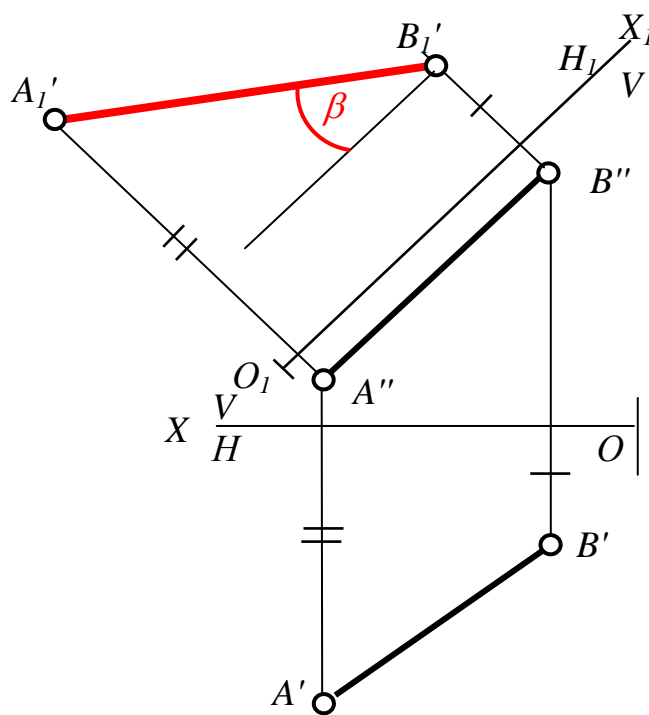
$$Z_A, Z_B = \text{const}, AB = A_1''B_1'' \text{ va } A_1''B_1'' \quad O_1X_1 = \alpha$$

Agar  $\beta$  burchakni topish zarur bo'lsa, 126-rasm:

$$Y_A, Y_B = \text{const}, AB = A_1'B_1' \text{ va } A_1'B_1' \quad O_1X_1 \triangleq \beta$$



125-rasm

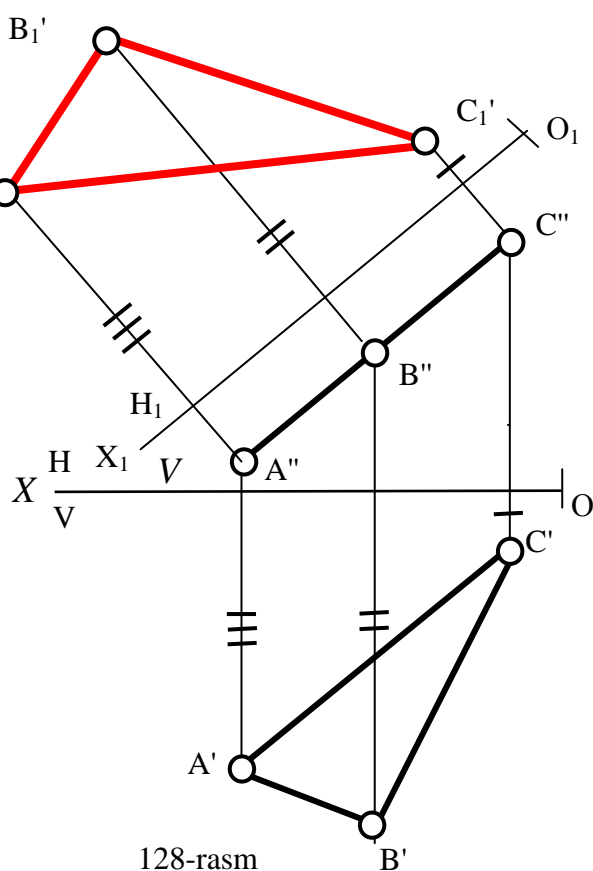
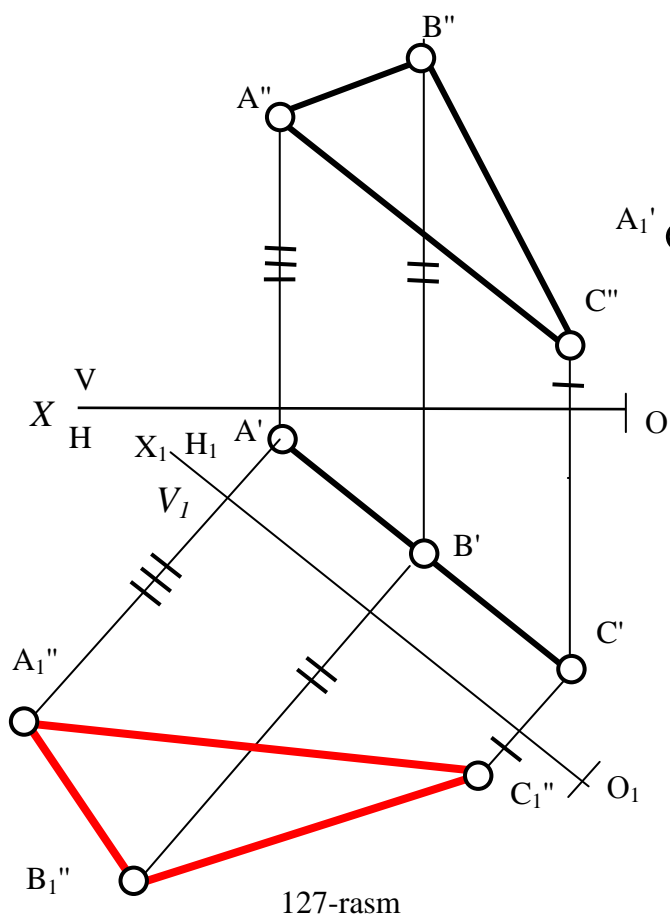


126-rasm

1.  $H_1$  ni  $AV$  ga ixtiyoriy masofada parallel vaziyatda o'tkazib, kesma gorizontaal vaziyatga keltirilgan:  $V/H \rightarrow V_1/H_1 : H_1 \parallel AB \Rightarrow O_1X_1 \parallel A'B'$

2. AB kesmani  $N_1$  dagi yangi proyeksiyasi aniqlanadi. Buning uchun  $A''$  va  $B''$  nuqtalardan  $O_1X_1$  o'qqa bog'lovchi chiziq o'tkazib,  $Y_A$  va  $Y_B$  larni yangi o'qdan boshlab ularga qo'yamiz. Hosil bo'lgan  $A_1'$  va  $B_1'$  nuqtalarni birlashtirib, kesmani yangi gorizontaal proyeksiyasi yasaladi. Chizmadan kesmaning haqiqiy uzunligi va  $\beta$  burchak aniqlanadi:

1-masala asosida proyeksiyalovchi tekisliklarda yotuvchi geometrik figuralarga oid metrik masalalar yechiladi. Masalan tekis ko'pburchaklarning haqiqiy ko'rinishi va ikki kesishuvchi to'g'ri chiziqlar orasidagi burchak kattaligini topish kabi masalalar. 127-rasmda gorizontal proyeksiyalovchi ABC uchburchakning haqiqiy ko'rinishini topish ko'rsatilgan. Buning uchun  $V_1$  tekislik uchburchak tekisligiga parallel qilib o'tkazilgan. 128-rasmda frontal proyeksiyalovchi ABC uchburchakning haqiqiy ko'rinishini topish ko'rsatilgan. Bu masalada  $H_1 \parallel ABC$  bo'ladi.



**2-masala:** Ixtiyoriy vaziyatdagi tekislik proyeksiyalovchi vaziyatga keltirilsin.

Bunday masalalarni yechishda yangi o'taziladigan tekisliklar H va berilgan tekislikka yoki V ga va berilgan tekislikka perpendikulyar bo'lishi uchun, birinchi holda tekislikning gorizotaliga yoki gorizontal iziga, ikkinchi holda esa uning frontaliga yoki frontal iziga perpendikulyar bo'ladi. Shunga ko'ra bunday masalalar quyidagi algoritm asosida yechiladi, 129-rasm:



1.  $V/H \rightarrow V_1/H$  bunda  $V_1 \perp h$  yoki  $V_1 \perp P_H$  bo'ladi.

Shuning uchun  $O_1X_1 \perp h'$  yoki  $O_1X_1 \perp P_H$  bo'ladi.

2.  $\Delta ABC$  ning  $V_1$  dagi proyeksiyasi yaslagi va bunda: (3)

$Z_A, Z_B, Z_C = \text{const}$ ,  $\Delta A_1''B_1''C_1''$  to'g'ri chiziq ko'rinishida proyeksiyalanib qoladi va  $\Delta A_1''B_1''C_1'' \cap O_1X_1 = \alpha$

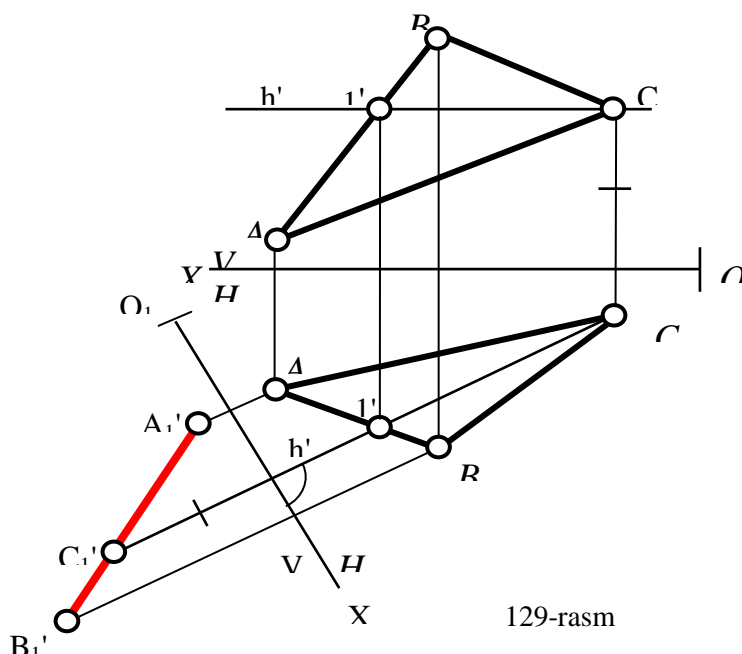
Berilgan tekislikni gorizontal proyeksiyalovchi vaziyatga keltirib,  $V$  bilan hosil qilgan  $\beta$  burchagini topish algoritmi quyidagicha bo'ladi, 130-rasm:

1.  $V/H \rightarrow V/H_1$  bunda  $H_1 \perp f$  yoki  $H_1 \perp P_V$  bo'ladi.

Shuning uchun  $O_1X_1 \perp f''$  yoki  $O_1X_1 \perp P_V$  bo'ladi.

2.  $\Delta ABC$  ning  $H_1$  dagi proyeksiyasi yaslagi va bunda: (3A)

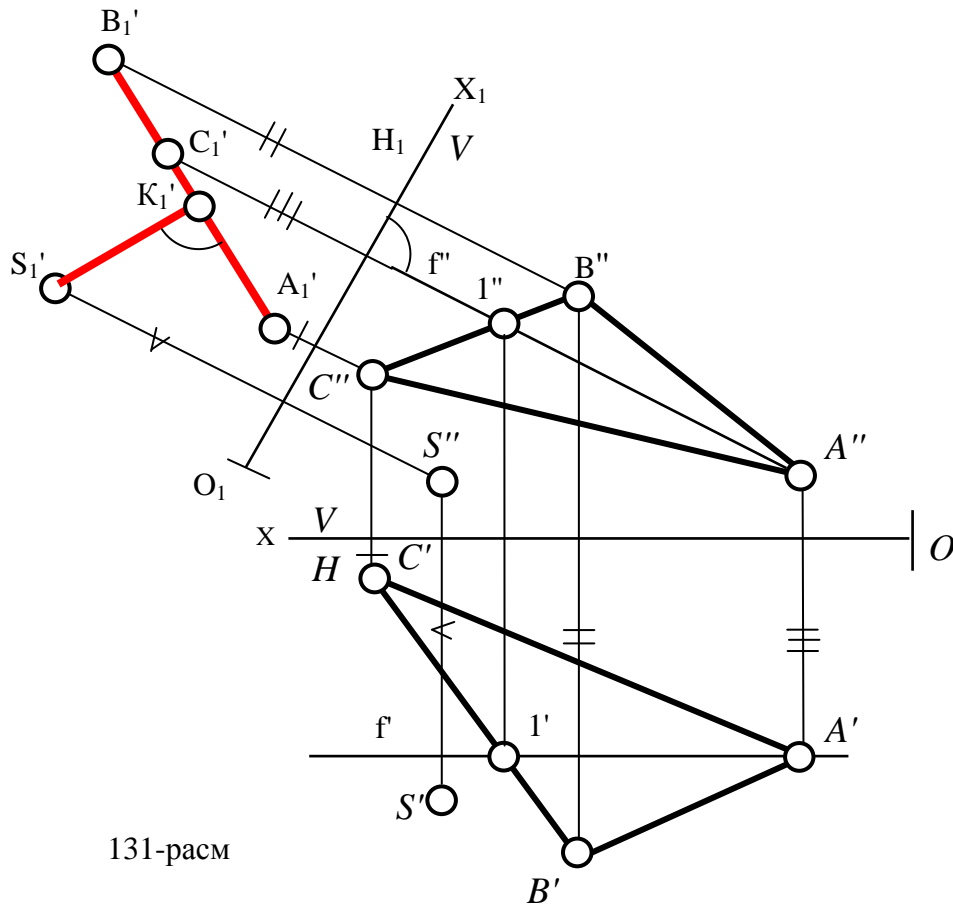
$Y_A, Y_B, Y_C = \text{const}$ ,  $\Delta A_1'B_1'C_1'$  to'g'ri chiziq ko'rinishida proyeksiyalanib qoladi va  $\Delta A_1'B_1'C_1' \cap O_1X_1 = \beta$



129-rasm

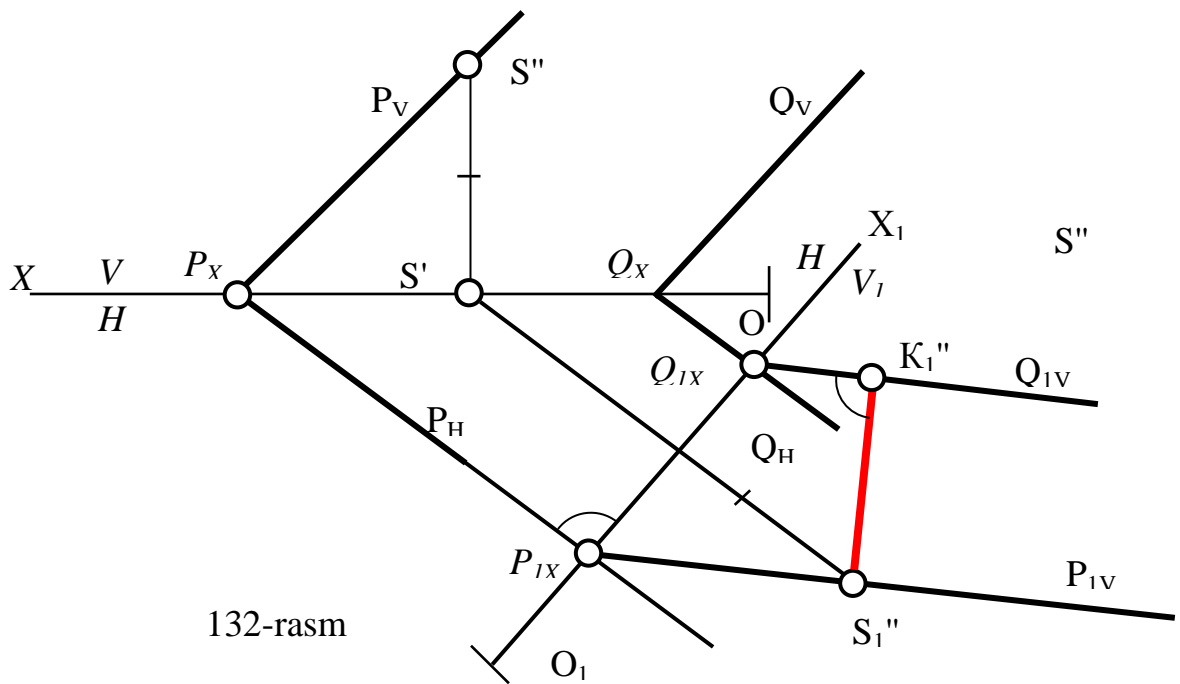
2-masala asosida tekislikni  $H$  va  $V$  bilan hosil qilgan burchaklarini, ikki parallel tekisliklar orasidagi masofani, nuqta bilan tekislik orasidagi qisqa masofani va pozision masalalarni yechish mumkin. Nuqta bilan tekislik orasidagi masofani aniqlash 131-rasm va 132-rasmda ikki parallel  $P (P_H, P_V)$  va  $Q (Q_H, Q_V)$  tekisliklar orasidagi masofani aniqlash keltirilgan.

131-rasmda berilgan tekislik 3A-algoritm asosida gorizontal proyeksiyalovchi vaziyatga keltirilgan va S nuqtani  $H_1$  tekislikdagi gorizontal  $S_1'$  proyeksiyasi aniqlangan. So'ngra undan tekislikka perpendikulyar tushirib izlanayotgan masofa  $S_1'K_1'$  aniqlangan.



131-рasm

132-rasmda berilgan tekisliklar 3-algoritm asosida frontal proyeksiyalovchi vaziyatga keltirilgan. Buning uchun birinchi tekislikni frontal izida ixtiyoriy S nuqta tanlab olib, uni  $H_1$  tekislikdagi gorizontal  $S_1'$  proyeksiyasi aniqlangan. So'ngra  $S_1'$  va  $P_{1X}$  orqali R tekislikni yangi  $P_{1V}$  izi o'tkazilgan. Unga parallel qilib  $Q_{1X}$  dan  $Q_{1V}$  ni  $P_{1V}$  ga parallel qilib o'tkazilgan. Natijada berilgan tekisliklar frontal proyeksiyalovchi vaziyatga kelib qolishgan. Shunga ko'ra  $S_1'$  dan  $Q_{1V}$  ga perpendikulyar tushirib izlanayotgan masofa  $S_1'K_1'$  aniqlangan.



132-rasm

### 5.1.2. Proyeksiyalar tekisligini ikki marotaba almashtirib yechiladigan tayanch masalalarni yechish algoritmi

10-ma'ruzada qayd etilganidek, proyeksiyalar tekisligini ikki marotaba almashtirib, ixtiyoriy vaziyatdagi to'g'ri chiziqni proyeksiyalovchi va ixtiyoriy vaziyatdagi tekislikni gorizontali yoki frontal vaziyatga keltirish, ya'ni 3 va 4-tayanch masalalarni yechish mumkinligi takidlangan edi.

**3-masala:** Ixtiyoriy vaziyatdagi AB to'g'ri chiziqni proyeksiyalovchi vaziyatga keltirilsin.

Bunday masala proyeksiyalar tekisligini ketma-ket ikki marotaba almashtirish yo'li bilan quyidagi algoritm asosida yechiladi:

1. V/H yoki V/H tizimiga yangi H<sub>1</sub> yoki V<sub>1</sub> ni AB kesmaga parallel qilib o'tkaziladi va uni gorizontali yoki frontal vaziyatga keltiriladi, 133-rasm:

$$V/H \rightarrow V/H_1: H_1 \parallel AB \Rightarrow O_1 X_1 \parallel A'B', \text{ bunda } Y_A, Y_B = \text{const}$$

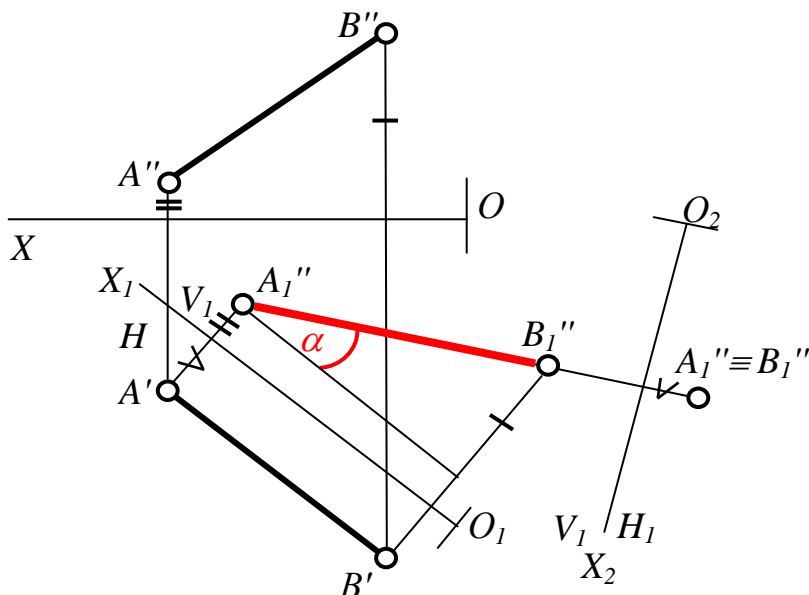
$$\text{yoki } V/H \rightarrow V_1/H: V_1 \parallel AB \Rightarrow O_1 X_1 \parallel A'B', \text{ bunda } Z_A, Z_B = \text{const}$$

2. V/H<sub>1</sub> yoki V<sub>1</sub>/H tizimiga yangi V<sub>1</sub> yoki H<sub>1</sub> tekislikni AB kesmaga perpendikulyar qilib o'tkaziladi va natijada kesma gorizontali yoki frontal proyeksiyalovchi vaziyatga kelib qoladi:

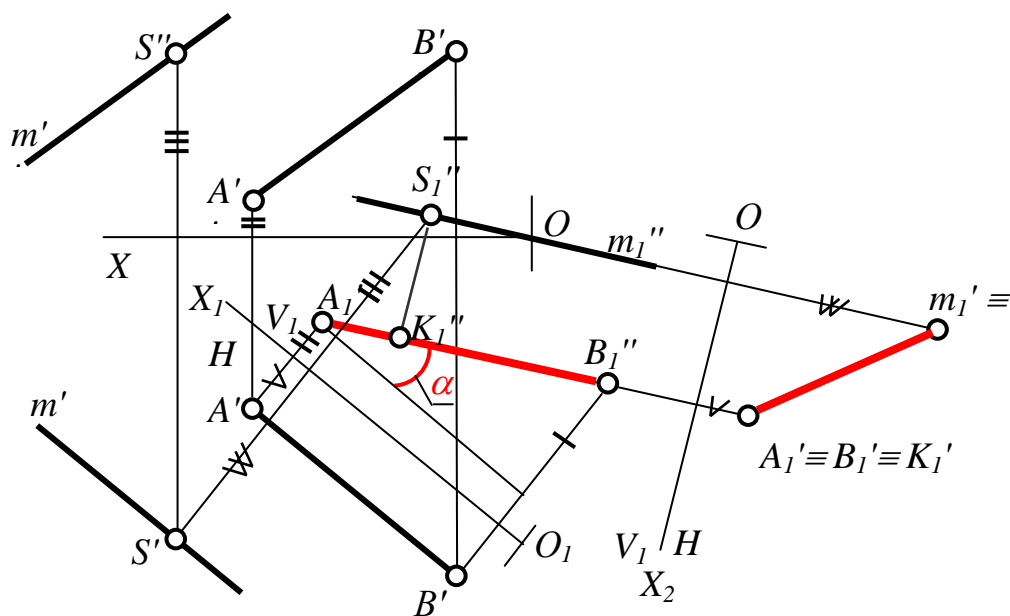
$V/H_1 \rightarrow V_1/H_1 : V_1 \perp AB \Rightarrow O_2 X_2 \perp A_1' B_1'$ , bunda  $Y_{A_1}, Y_{B_1} = \text{const}$

yoki  $V_1/H \rightarrow V_1/H_1 : H_1 \perp AB \Rightarrow O_2 X_2 \perp A_1'' B_1''$ , bunda  $Z_{A_1}, Z_{B_1} = \text{const}$

Masalani bunday yechish rejasidan keyinchalik foydalanish uchun uni 5-algoritm deb ataymiz. Chizmada kesma avval frontal va so'ngra gorizontal proyeksiyalovchi vaziyatga keltirilgan.



133-rasm



134-rasm

5-algoritm asosida parallel, ayqash to'g'ri chiziqlar va nuqta bilan tekislik orasidagi qisqa masofani hamda ikki yoqli burchak qiymatini aniqlash kabi masalalarini yechish mumkin. 134-shaklda S nuqta bilan AB kesma orasidagi qisqa masofani aniqlash ko'rsatilgan. Bu masalani o'zaro parallel m va AB to'g'ri

chiziqlar orasidagi qisqa masofani aniqlash masalasi deb ham qarash mumkin. Buning uchun m to'g'ri chiqda ixtiyoriy S nuqta tanlab olingan. Har ikkala masalada ham K1'S1' kesma masalani javobi bo'ladi.

4-masala: Ixtiyoriy vaziyatdagi uchburchak ABC tekislikni gorizontal yoki frontal vaziyatga keltirilsin.

Bu masala proyeksiyalar tekisligini ketma-ket ikki marotaba almashtirib quyidagi algoritm asosida yechiladi:

Birinchi marotaba yangi proyeksiyalar tekisligi kiritilib, berilgan tekislikni 4-algoritm asosida gorizontal yoki frontal proyeksiyalovchi vaziyatga keltiriladi:

Gorizontal proyeksiyalovchi vaziyatga keltirish uchun, 135-rasm:

$V/H \rightarrow V/H_1$  bunda  $N_1 \perp f$  yoki  $N_1 \perp P_V$  bo'ladi.

Shuning uchun  $O_1 X_1 \perp f'$  yoki  $O_1 X_1 \perp P_V$  bo'ladi.

$\Delta ABC$  ning  $H_1$  dagi proyeksiyasi yasлади va bunda:  $Y_A, Y_V, Y_C = \text{const}$ ,  $\Delta A_1' B_1' C_1'$  to'g'ri chiziq ko'rinishida proyeksiyalanib qoladi

Frontal proyeksiyalovchi vaziyatga keltirish uchun, 136-rasm:

$V/H \rightarrow V_1/H$  bunda  $V_1 \perp h$  yoki  $V_1 \perp P_H$  bo'ladi.

Shuning uchun  $O_1 X_1 \perp h'$  yoki  $O_1 X_1 \perp P_H$  bo'ladi.

$\Delta ABC$  ning  $V_1$  dagi proyeksiyasi yasлади va bunda:  $Z_A, Z_B, Z_C = \text{const}$ ,  $\Delta A_1'' B_1'' C_1''$  to'g'ri chiziq ko'rinishida proyeksiyalanib qoladi.

2. Ikkinchi marotaba yangi proyeksiyalar tekisligi kiritilib, berilgan tekislik gorizontal yoki frontal vaziyatga keltiriladi:

Gorizontal vaziyatga keltirish uchun:

$V_1/H \rightarrow V_1/H_1$  bunda  $H_1 \parallel \Delta ABC$  yoki  $H_1 \parallel P_H$  bo'ladi.

Shuning uchun  $O_2 X_2 \parallel \Delta A_1'' B_1'' C_1''$  yoki  $O_1 X_1 \parallel P_{H_1}$  bo'ladi.

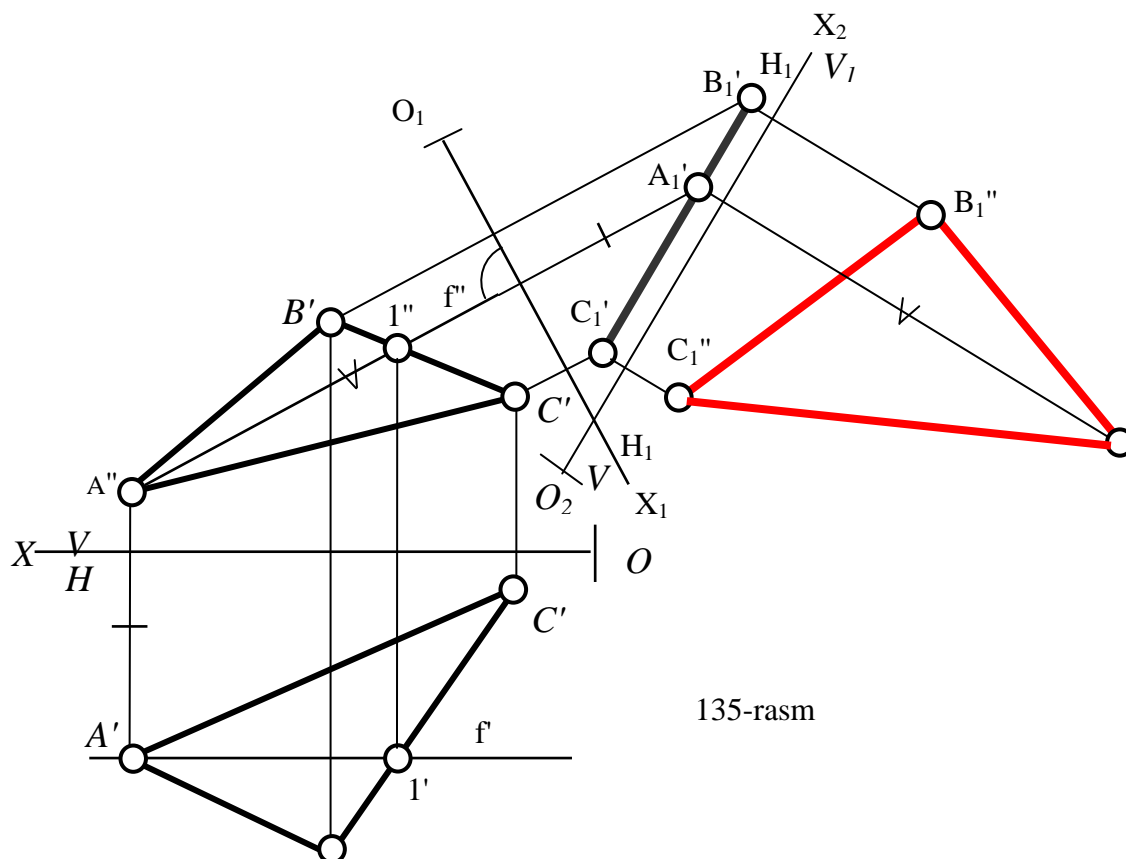
$\Delta ABC$  ning  $H_1$  dagi proyeksiyasi yasлади va bunda:  $Z_{A_1}, Z_{B_1}, Z_{C_1} = \text{const}$  va berilgan uchburchak gorizontal vaziyatga kelib qoladi, hamda u haqiqiy ko'rinishida  $\Delta A_1' B_1' C_1'$  ga teng bo'lib proyeksiyalanib qoladi, 136-rasm.

Frontal vaziyatga keltirish uchun:

$V/H_1 \rightarrow V_1/H_1$  bunda  $V_1 \parallel \Delta ABC$  yoki  $V_1 \parallel P_V$  bo'ladi.

Shuning uchun  $O_2X_2 \parallel \Delta A_1'B_1'C_1'$  yoki  $O_2X_2 \parallel \perp P_{V_1}$  bo'ladi.

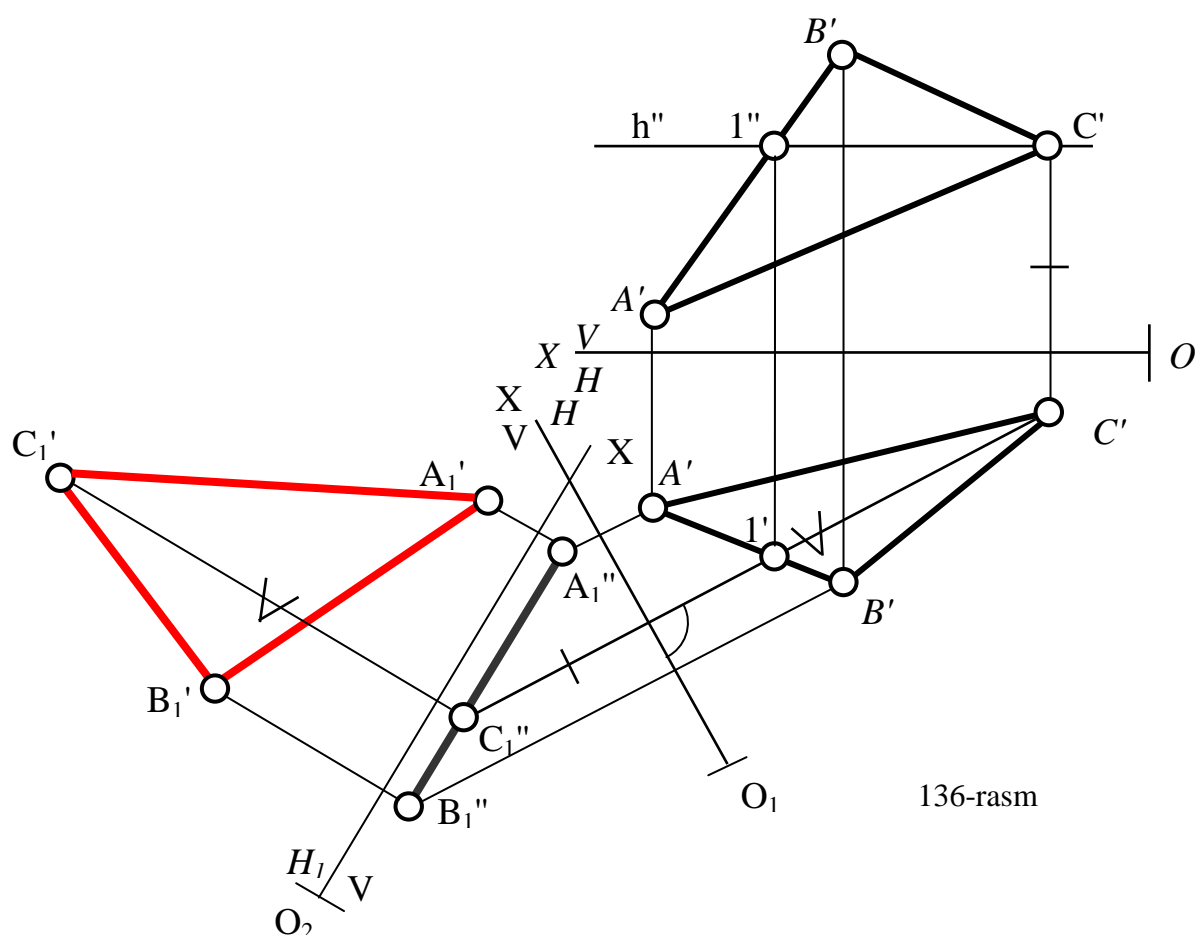
$\Delta AVC$  ning  $V_1$  dagi proyeksiyasi yaslandi va bunda:  $Y_{A_1}, Y_{B_1}, Y_{C_1} = \text{const}$  va berilgan uchburchak frontal vaziyatga kelib qoladi, hamda u haqiqiy ko'rinishida  $\Delta A_1''B_1''C_1''$  ga teng bo'lib proyeksiyalanib qoladi, 135-rasm.



Keyinchalik masalani bunday yechish rejasidan foydalanish uchun uni 6-algoritm deb ataymiz.

4-masala asosida tekis shakllarga iord quyidagi masalalar yechiladi:

1. Ko'pburchakning haqiqiy ko'rinishni aniqlash;
2. Uchburchak uchlaridan o'tuvchi aylana markazini aniqlash;
3. Ko'pburchakning biror uchi bilan uni qarshisida yotuvchi tomoni, ya'ni nuqta bilan to'g'ri chiziq orsidagi orasidagi masofani aniqlash;
4. Ko'pburchakning biror uchidagi burchak, ya'ni ikki to'g'ri chiziq orasidagi burchak qiymatini aniqlash;
5. o'pburchakning biror tomoniga berilgan masofada parallel to'g'ri chiziq o'tkazish kabi masalalar yechiladi.



136-rasm

## 5.2. Aylantirish usuli

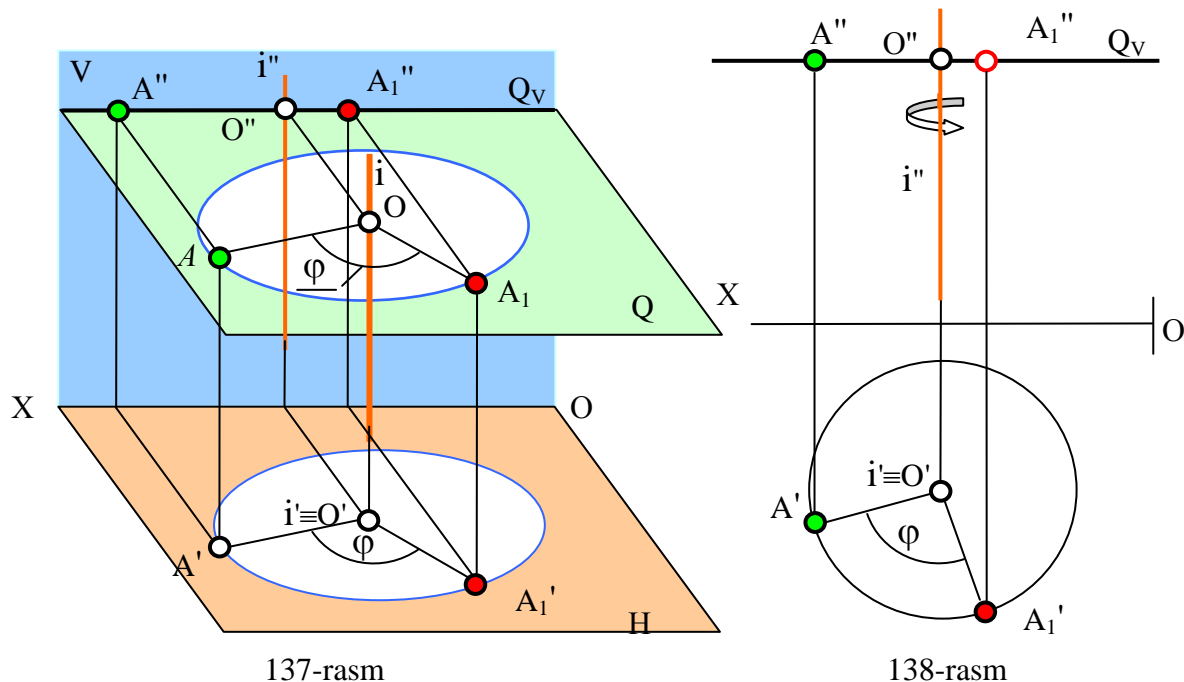
### 5.2.1. Aylantirish usuli (AU)ning moxiyati va uning turlari

Masalalarni aylantirish usuli bilan echganda asosiy proyeksiyalar tekisliklari o'zgarmas bo'lib, geometrik figuralar esa, aylanish o'qi deb ataluvchi biror to'g'ri chiziq atrofida masalani yechish uchun qulay vaziyatga kelguncha aylantiriladi.

Aylanish o'qini  $i$  harfi bilan belgilanadi va u proyeksiyalar tekisliklariga perpendikulyar yoki parallel qilib olinadi.

Aylantirish jarayonida  $A$  nuqta qo'zg'almas  $i$  o'q atrofida aylantirilganda, u aylana bo'ylab harakatlanadi, 137-rasm. Bu aylana yotgan  $Q$  tekislikka harakat tekisligi deb ataladi. Harakat tekisligi  $Q$  bilan aylanish o'qi  $i$  ning uchrashgan nuqtasi aylanish markazi bo'ladi. Bu aylanish markazi  $O$  dan aylanuvchi nuqtagacha bo'lgan masofa aylanish radiusi  $R$  bo'ladi.  $A$  nuqtaning  $i$  o'q atrofida  $\varphi$  burchakka aylantirilsa yoki biror tekislikka joylashtirilsa, uning yangi  $A_1$  vaziyati

hosil bo‘ladi. 137 va 138-rasmlarda aylanish o‘qi  $H$  tekislikka perpendikulyar qilib olingan.



Shuning uchun  $A$  nuqtaning harakatlanish aylanisini gorizontol tasviri aylana bo‘ladi, uning frontal tasviri esa, harakat tekisligining izi  $Q_V$  da yotadi.

138-rasmda  $A''$  orqali  $i''$  o‘qqa perpendikulyar bo‘lgan harakat tekisligi  $Q$  o‘tkazilgan,  $Q_V \perp i''$ . Harakat tekisligi  $Q$  bilan aylanish o‘qining kesishuvidan aylanish markazi  $O$  ( $O', O''$ ) hosil bo‘ladi. Aylanish radiusi  $R$  o‘zining haqiqiy kattaligida  $H$  tekislikka tasvirlanadi. Chizmada  $A$  nuqta  $\varphi$  burchakka burilib,  $A_1$  vaziyatga keltirilgan.

Shunday qilib, aylantirish usulining elementlari quyidagilardan iborat bo‘ladi:

1. Harakatlanuvchi nuqta, to‘g‘ri chiziq yoki tekislik;
2. Aylanish o‘qi  $i \perp H$  yoki  $i \perp V$ ;
3. Harakat tekisligi  $Q$ ; harakatlanuvchi nuqta orqali o‘tib,  $i$  ga perpendikulyar bo‘ladi;
4. Aylanish markazi  $O$ ; u harakat tekisligi bilan aylanish o‘qi  $i$  ning kesishishidan hosil bo‘ladi;



5. Aylanish radiusi  $R=OA$ ; u harakalanuvchi nuqtadan aylanish markazigacha bo'lgan masofaga teng bo'ladi;

6. Buriish burchagi yoki joylashtirish tekisligi;

7. Harakatlanuvchi nuqtaning yangi qayta tuzilgan proyeksiyasi.

Yuqorida keltirilgan AU ning elementlarini 1-algoritm deb belgilaymiz.

Yuqorida A nuqtani proyeksiyalovchi o'q atrofida aylantirini ko'rib chiqildi. Shuningdek aylanish o'qi sfatida gorizental yoki frontal chiziqni va tekislikning gorizental yoki frontal izlarini ham olish mumkin. Shunga ko'ra AU uch turga bo'linadi:

1. Proyeksiyalovchi o'q atrofida aylantirish;

2. Tekislikni gorizontali yoki frontali atrofida aylantirish;

3. Tekislikni gorizental yoki frontal izi atrofida aylantirish.

### 5.2.2. Aylantirish usulida to'rtta tayanch masalalarni yechish

Endi aylantirish usulidan foydalanib to'rtta tayanch masalalarni yechishni ko'rib chiqamiz.

**1-masala:** AB ( $A'B'$ ,  $A''B''$ ) to'g'ri chiziq kesmasining haqiqiy uzunligi va uning H bilan hosil qilgan  $\alpha$  burchagi aniqlansin, (139-rasm).

1-algoritmga asosan masala quyidagicha yechiladi:

1.2. Kesmaning xohlagan uchidan masalan B ( $B',B''$ ) uchidan aylantirish o'qi N ga perpendikulyar qilib o'tkaziladi. B uchi aylantirish o'qida yotganligi uchun u qo'zgalmas bo'ladi. A uchi esa,  $i$  o'q atrofida aylanadi, ya'ni A harakatlanuvchi nuqta bo'ladi.

3. Nuqtaning frontal proyeksiyasi  $A''$  orqali harakat tekisligi Q ning frontal izi  $Q_v$  ni aylanish o'qiga perpendikulyar qilib o'tkaziladi.

4. O'qning harakat tekisligi bilan kesishgan joyida aylanish markazi  $O(O',O'')$  bo'ladi.

5. Aylanish radiusi topiladi:  $R=A'O''$  bo'ladi.

6. A nuqta V nuqtadan, ya'ni  $i$  o'qdan o'tuvchi frontal joylashtirish tekisligi G ga qo'shilguncha aylanish markazi O atrofida aylantiriladi.

7. Natijada AB kesma frontal vaziyatga kelib qoladi va u haqiqiy kattaligida V tekislikka tasvirlanadi:

$$AB \stackrel{(i)}{\curvearrowright} A_1B_1 \parallel V \text{ va } A_1B_1 = AB \quad (2)$$

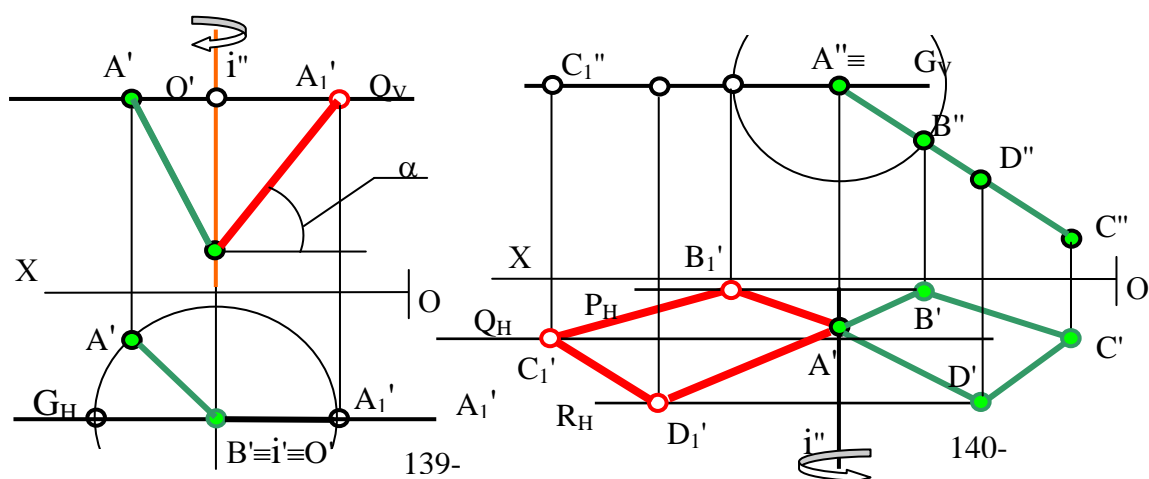
$\alpha$  burchak ham V tekislikka o'zining haqiqiy kattaligida tasvirlanadi.

Agar to'g'ri chiziq kesmasini  $i$  o'q atrofida to'liq aylantirilsa, to'g'ri doiraviy konus tasviri hosil bo'ladi, ya'ni masalani ikkita echimi bor ekan. Chunki bunday konusning ikkita yasovchisi V ga parallel bo'ladi.

Agar aylantirishni V ga perpendikulyar bo'lgan o'q atrofida bajarsak, harakat tekisligi Q frontal, joylashtirish tekisligi G esa gorizont bo'ladi.

Agar tekis shakl proyeksiyalovchi, ya'ni proyeksiyalar tekisligining birortasiga perpendikulyar bo'lsa, shu tekislika perpendikulyar bo'lgan o'q atrofida uni aylantirib, ikkinchi tekislika parallel vaziyatga keltirish mumkin. Natijada uning tekislikdagi yangi tasviri haqiqiy ko'rinishida bo'ladi.

Misol: Frontal proyeksiyalovchi tekislikda joylashgan tekis ABCD to'rtburchakning haqiqiy ko'rinishi aniqlansin, 140-rasm.



Bu masala ham 1 va 2-algoritm asosida quyidagicha yechiladi:

1,2. D uchidan o'tuvchi V ga perpendikulyar  $i$  o'q tanlab olinadi. D nuqta qo'zg'almas,

1. A, B, C nuqtalar esa harakatlanuvchi nuqtalar bo‘ladi.  
 2. A, B va C nuqtalarning harakat tekisliklari o‘tkaziladi.  
 4. Aylanish markazi O aniqlanadi, chizmada O nuqta V nuqta uchun aniqlangan;

5. Aylanish radiusi  $R=B'O'$  ga teng bo‘ladi.

6. Joylashtirish tekisligi G ni D nuqta orqali gorizontaal vaziyatda o‘tkaziladi. V nuqtani hamda to‘rtburchakning A va C uchlarini ham G ga joylashguncha  $i$  o‘q atrofida aylantiramiz. Bunda nuqtalarni soat strelkasi bo‘ylab yoki unga teskari aylantirish mumkin.

7. Harakatlanuvchi nuqtalarning, ya’ni to‘rtburchakning yangi proyeksiyalari hosil bo‘ladi. Chizmada to‘rtburchak gorizontaal vaziyatga kelib qolgani uchun uning gorizontaal tasviri haqiqiy ko‘rinishda bo‘ladi:

$$ABCD \stackrel{\textcircled{i}}{\curvearrowright} A_1B_1C_1D_1 \parallel H \text{ ba } A_1'B_1'C_1'D_1' = ABCD \quad (1A)$$

**2-masala:** Umumiy vaziyatdagi  $ABC(A'B'C', A''B''C'')$  uchburchak tekislikni proyeksiyalovchi vaziyatga keltirilsin, 141-rasm.

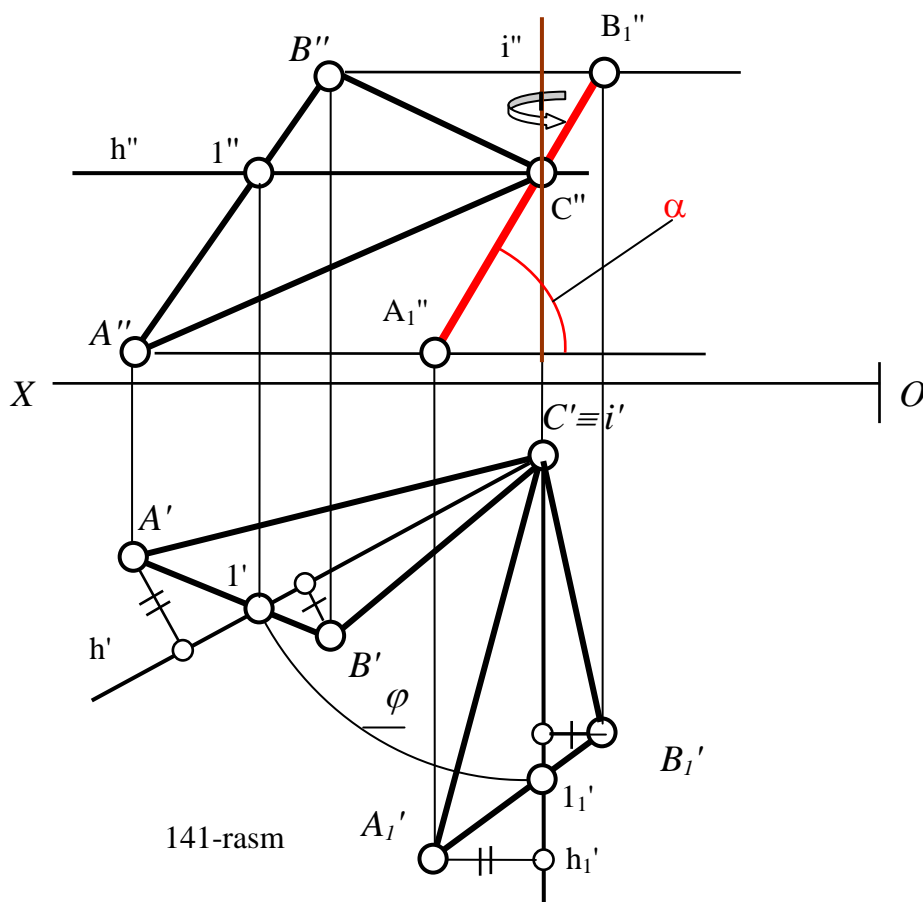
Bunday masalalar berilgan tekislikning gorizontaalini yoki frontalini H yoki V ga perpendikulyar bo‘lgan aylantirish o‘qi atrofida biror  $\varphi$  burchakka aylantirilib proyeksiyalovchi vazitga keltiriladi. Natijada berilgan tekislikning barcha nuqtalari aylantirish o‘qiga perpendikulyar bo‘lgan harakat tekisliklarida aylana bo‘ylab  $\varphi$  burchakka buriladi va u proyeksiyalovchi vaziyatga kelib qoladi. Shunga ko‘ra masalani yechish algoritmi quyidagicha bo‘ladi, 141-rasm:

1. ABC uchburchakning  $A1 \equiv h$  gorizontali o‘tkaziladi va uni V ga perpendikulyar bo‘lgan  $i$  o‘q atrofida  $\varphi$  burchakka aylantirib frontal proyeksiyalovchi vaziyatiga keltiriladi;

2. Uchburchak tekisligining barcha nuqtalarini  $\varphi$  burchakka burib berilgan tekislikni frontal proyeksiyalovchi vaziyatga keltiriladi. Bunda tekislikning nuqtalari orasidagi masofalar, ya’ni ularni gorizontaal chiziqdan uzoqliklari ham o‘zgarmaydi. Shunga asosan sirkul bo‘lmagan hollarda uchburchak uchlaridan

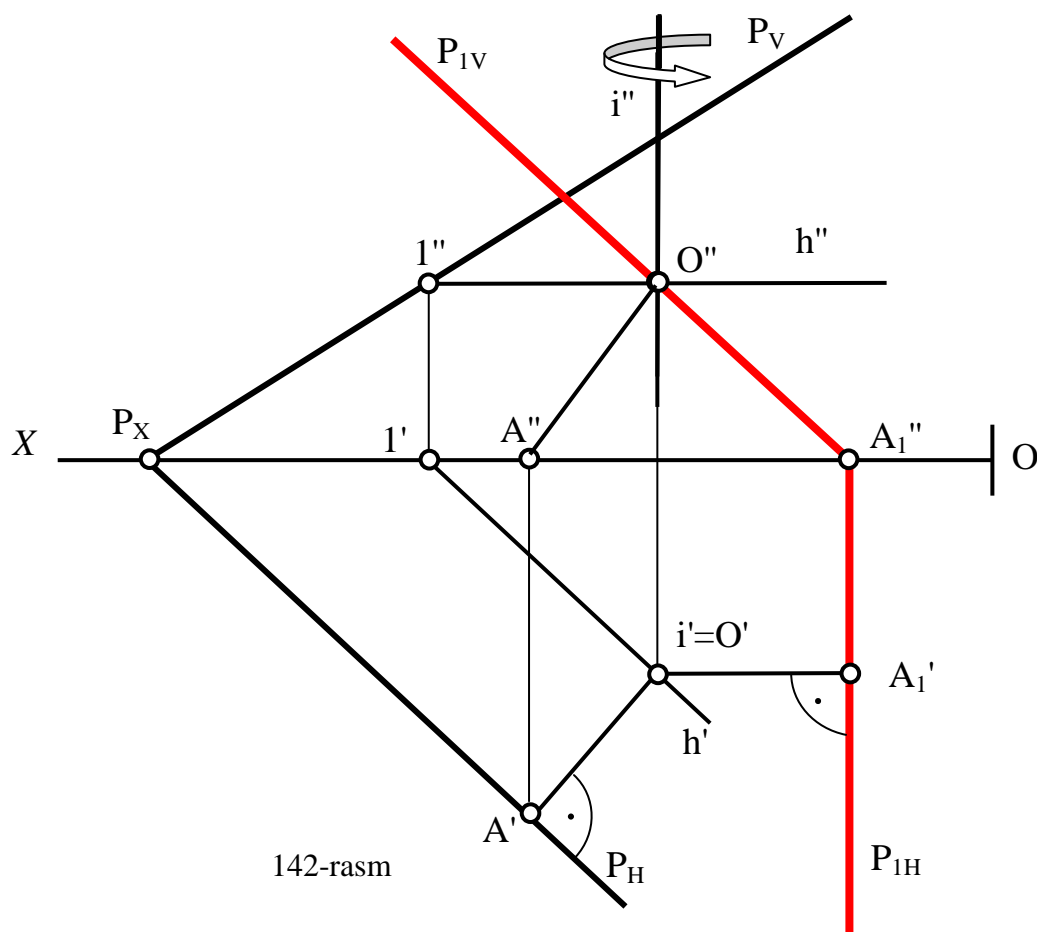
gorizontal yoki frontal chiziqlarga perpendikulyarlar tushiriladi. Ularni asoslarini  $h_1$  yoki  $f_1$  da belgilab o'tkaziladi va perpendikulyarlarni qiymati o'lchab qo'yiladi.

Chizmada  $\Delta A_1'B_1'C_1'$ ni yasashda  $p_1$  va  $p_2$  perpendikulyarlardan foydalanilgan. B va C nuqtalarning yangi frontal proyeksiyasini ulardan H ga parallel qilib o'tkazilgan harakat tekisliklarida aniqlanadi. Buning uchun  $B_1'$  va  $C_1'$  nuqtalardan bog'lovchi chiziqlar o'tkazib, ularni tegishli harakat tekisliklari bilan kesishuvidan  $B_1''$  va  $C_1''$  nuqtalar hosil bo'ladi. Bunda uchburchakning yangi frontal proyeksiyasi to'g'ri chiziq ko'rinishida tasvirlanib qoladi. Ya'ni masalani yechish algoritmi quyidagicha bo'ladi:



Agar izlari bilan berilgan P tekislikni O nuqtada uchrashuvchi-H ga perpendikulyar  $i$  o'q atrofida aylantirilsa, uning eng katta og'ma AO chizig'i bilan aniqlanuvchi tekislikning H ga nisbatan og'ish burchagi  $\alpha$  o'zgarmas bo'lib qolaveradi, 142-shakl.

Umumiy vaziyatdagi P tekislikni  $i$  o‘q atrofida aylantirib, frontal proyeksiyalovchi vaziyatga quyidagicha keltiriladi, 142-rasm.



142-rasm

1) P tekislikda ixtiyoriy O nuqta tanlab olib, undan H ga perpendikulyar bo‘lgan aylanish o‘qi  $i$  o‘tkaziladi;

2) O nuqtadan o‘tuvchi R tekislikning eng katta og‘ma chizig‘i AO o‘tkaziladi va uni V ga parallel, ya’ni frontal holatga kelguncha  $i$  atrofida aylantiriladi. A nuqta bilan birga  $P_H$  ham ko‘chib,  $A_1'$  dan o‘tadi va OX o‘qqa nisbatan perpendikulyar vaziyatni egallaydi:  $P_{IH} \perp OX$ .

3)  $P_{IH}$  bilan OX o‘qining kesishishidan hosil bo‘lgan  $P_{IX}$  va  $O''$  nuqtalarni birlashtirib, P tekislikning yangi frontal  $P_{IV}$  izi yasaladi. U tekislikning eng katta og‘ma chizig‘ining frontal proyeksiyasi  $A''O''$  bilan ustma-ust tushib qoladi, ya’ni berilgan tekislik frontal proyeksiyalovchi vaziyatga kelib qoladi.

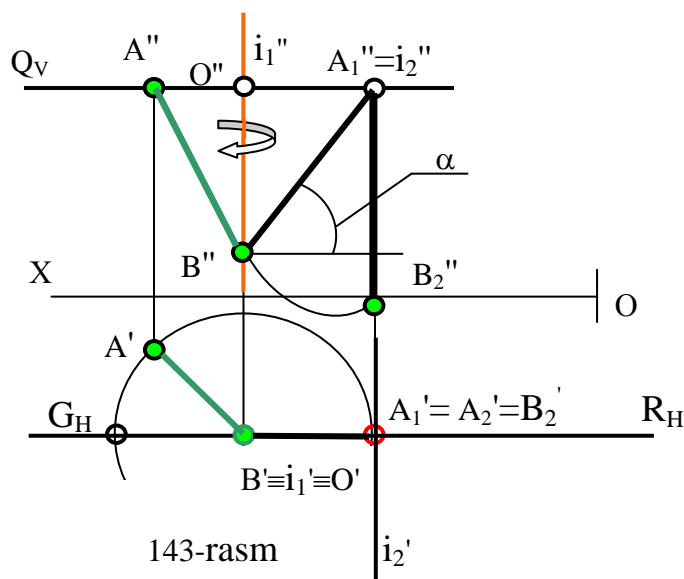
Agar tekislikni gorizontal proyeksiyalovchi vaziyatga keltirilsa, masalani yechish algoritmi quyidagicha bo‘ladi:

**3-masala.** Ixtiyoriy vaziyatda berilgan to‘g‘ri chiziq kesmasini proyeksiyalovchi vaziyatga keltirilsin, 143-rasm

Bu masalani yechish uchun avval kesma 1-misoldagi kabi H yoki V ga parallel vaziyatga kelguncha  $i_1$  o‘q atrofida aylantiriladi. So‘ngra uni V yoki H ga perpendikulyar, ya‘ni proyeksiyalovchi vaziyatga kelguncha  $i_2$  o‘q atrofida aylantiriladi. Bunda masalani yechish algoritmi 2-algoritmlar asosida quyidagicha bo‘ladi.

1.  $AB \stackrel{i_1}{\curvearrowright} A_1B_1 \parallel V$  va  $A_1B_1 = AB$  yoki  $AB \stackrel{i_1}{\curvearrowright} A_1B_1 \parallel H$  va  $A_1B_1 = AB$
2.  $A_1B_1 \stackrel{i_2}{\curvearrowright} A_2B_2 \perp V$  yoki  $A_1B_1 \stackrel{i_2}{\curvearrowright} A_2B_2 \perp H$

Chizmada kesma gorizontal proyeksiyalovchi vaziyatga keltirilgan.



**4-masala:** Umumiy vaziyatda berilgan  $ABC$  ( $A'B'C'$ ,  $A''B''C''$ ) uchburchakning haqiqiy ko‘rinishi topilsin, 144-rasm.

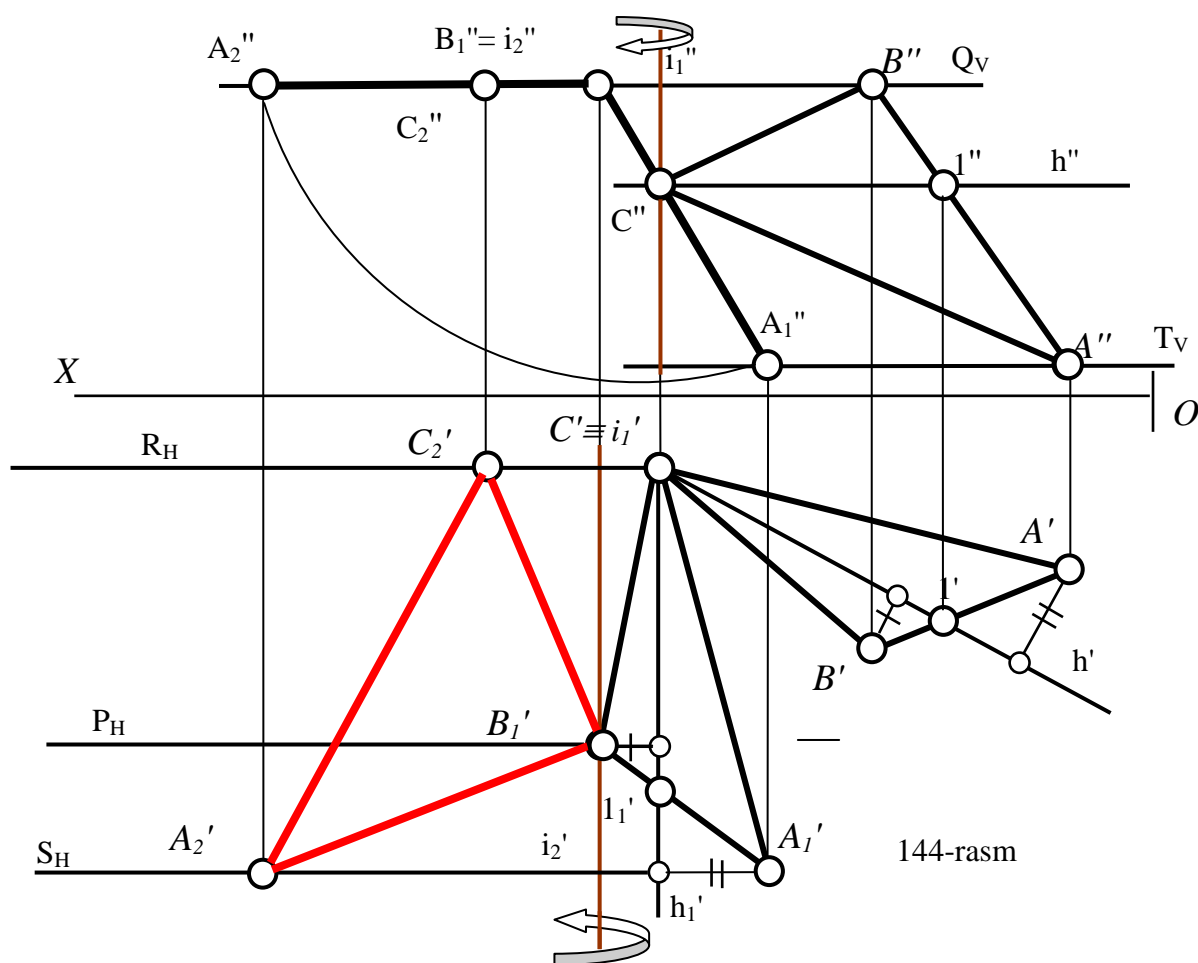
Umumiy vaziyatda berilgan tekislikni proyeksiyalovchi o‘qlar atrofida ikki marotaba aylantirib, H ga yoki V ga parallel vaziyatga keltiriladi. Natijada berilgan tekislikdagi tekis figura o‘zining haqiqiy ko‘rinishida H yoki V ga tasvirlanadi.

Bunday masalalarni yechish algoritmi quyidagicha bo‘ladi:

1. Berilgan tekislik 3 yoki 4-algoritmga asosan,  $i_1$  o‘q atrofida aylantirib proyeksiyalovchi vaziyatga keltirib olinadi. Chizmada tekislik frontal proyeksiyalovchi vaziyatga keltiriladi;

2. So‘ngra 1A-algoritmga asosida  $i_2$  o‘q atrofida aylantirib, tegishli H yoki V ga parallel vaziyatga keltiriladi.

1. h  $\textcircled{i_1}$   $h_1$  va  $h_1 \perp V$ , natijada  $\Delta ABC$   $\textcircled{i_1}$   $\Delta A_1B_1C_1$  va  $\Delta ABC \perp V$  yoki  
 f  $\textcircled{i_1}$   $f_1$  va  $f_1 \perp V$ , natijada  $\Delta ABC$   $\textcircled{i_1}$   $\Delta A_1B_1C_1$  va  $\Delta ABC \perp H$  (6)
2.  $\Delta A_1B_1C_1$   $\textcircled{i_2}$   $\Delta A_2B_2C_2 \parallel H$  va  $\Delta A_2B_2C_2 = \Delta ABC$  yoki  
 $\Delta A_1B_1C_1$   $\textcircled{i_2}$   $\Delta A_2B_2C_2 \parallel V$  va  $\Delta A_2B_2C_2 = \Delta ABC$  bo‘ladi.



144-rasm

### 5.2.3. Tekislikni uning gorizontali yoki frontali atrofida aylantirish

Umumiy vaziyatdagi tekislikni o‘zining gorizontali yoki frontal chizig‘i atrofida bir marotaba aylantirib, uni gorizontali yoki frontal proyeksiyalar

tekisligiga parallel holatga keltirish mumkin. Natijada berilgan tekislikda yotuvchi figura H yoki V ga o'zini haqiqiy ko'rinishda tasvirlanib qoladi.

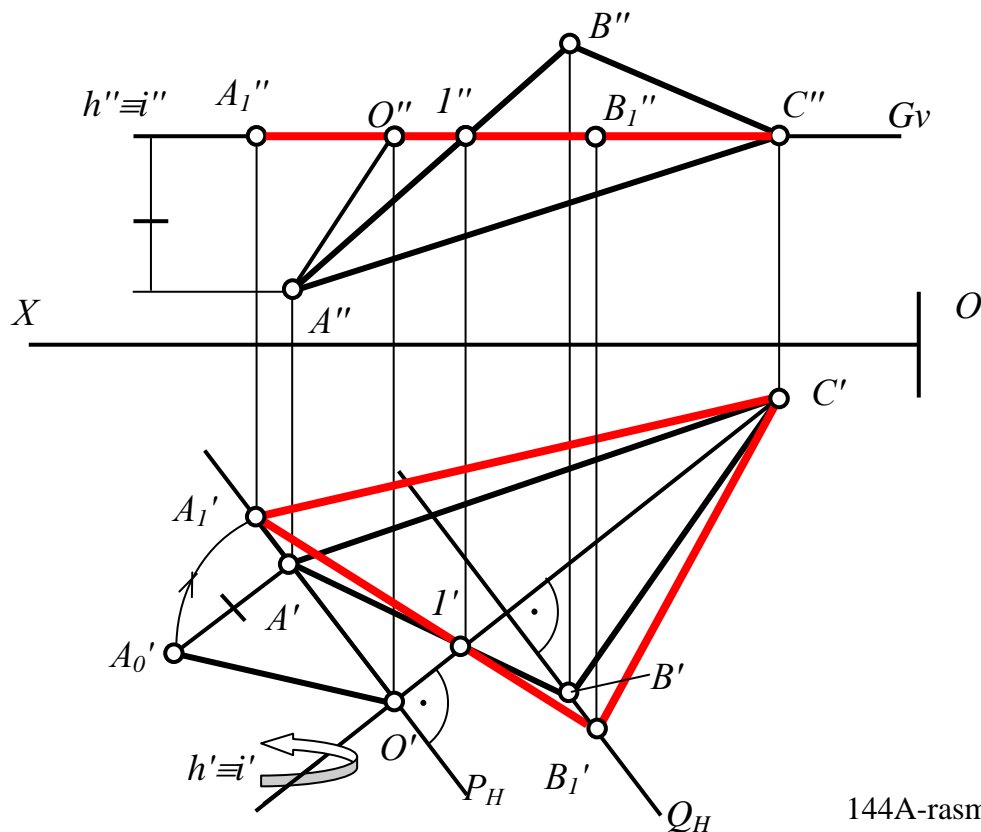
Bu usulning kamchiligi shundan iboratki, harakatlanuvchi nuqtalarning aylanalari H va V ga o'zgarib, ellips ko'rinishida va aylanish radiusi ham o'zgarib tasvirlanadi ya'ni uni haqiqiy ko'rinishini topish kerak bo'ladi.

Lekin bu boshqa usullardan ko'p joyni egallamasligi va bajariladigan grafik ishlarning kamligidan iborat o'zining avzalliklariga ham ega.

Umumiy vaziyatdagi  $ABC(A'B'C', A''B''C'')$  uchburchakning haqiqiy ko'rinishi uning gorizontali atrofida aylantirib topilsin, 144A-rasm.

Masala quyidagi algoritm asosida yechiladi:

1. Harakatlanuvchi ABC uchburchak berilgan.
2. Aylanish o'qi  $i$  u tekislikning gorizonttal S1 chizig'i bilan ustma-ust yotadi.
3. A va B nuqtalarining harakat tekisliklarining gorizonttal  $P_H$  va  $Q_H$  izlari, aylanish o'qi A1 ga perpendikulyar qilib o'tkaziladi;
4. Aylanish markazi O ( $O', O''$ ) A nuqta uchun aniqlanadi;



144A-rasm



5. Aylanish radiuslari  $R=OA$  bo‘ladi. A nuqtaning aylanish radiusini haqiqiy uzunligini to‘g‘ri burchakli uchburchak usulidan foydalanib topiladi:  $R=O'A_0'$ . B nuqtaning aylanish markazini va radiusini haqiqiy uzunligini topish shart emas, chunki A, B va qo‘zg‘almas 1 nuqtalar bitta to‘g‘ri chiziqda joylashgan. Ya‘ni yangi vaziyatda ham  $B_1$  nuqta  $A_1$ l to‘g‘ri chiziqda yotadi.

6. Aylanish radiusining haqiqiy uzunligi R ni  $O'A'$  bo‘ylab, ya‘ni harakat tekisligiga u yoki bu tomoniga qo‘yib, G tekislikka joylashtiriladi. Hosil bo‘lgan  $A'$  va  $1'$  nuqtalarni to‘g‘ri chiziq biln birlashtirilib, uni B nuqtaning harakat tekisligi  $Q_H$  ni kesguncha davom ettiriladi va  $V_1'$  topiladi.

7.  $A_1'$  va  $B_1'$  nuqtalarni qo‘zgalmas  $S'$  nuqta bilan birlashtirib berilgan uchburchakning haqiqiy ko‘rinishi topiladi:  $\Delta ABC = \Delta A_1'B_1'C'$ ;

Bu uchburchakning frontal tasviri  $G_V$  bilan ustma-ust yotadi:  $\Delta A_1''B_1''C'' \equiv G_V$

Bu masalani ABC uchburchakning frontali atrofida aylantirib topish ham mumkin.

#### **5.2.4. Tekislikni uning gorizontal yoki frontal izi atrofida aylantirish, ya‘ni uni H yoki V bilan jipslashtirish**

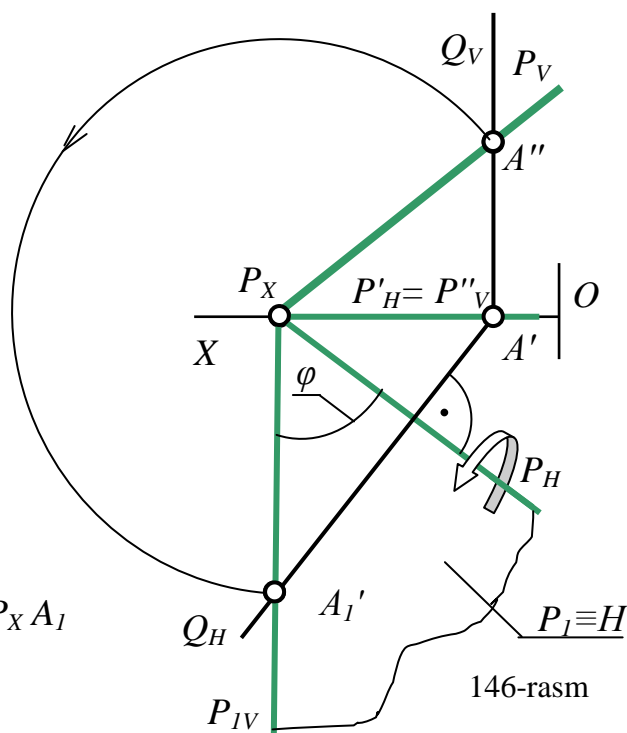
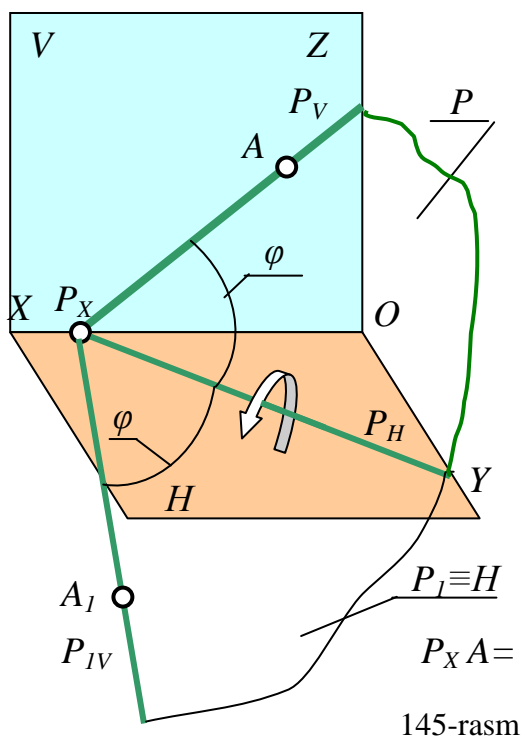
Jipslashtirish usuli aylantirish usulining xususiy holi bo‘lib, bunda aylantirish o‘qi o‘rnida tekislikning gorizontal yoki frontal izi olinadi, 145-rasm. P tekisligining V va H tekisliklari orasida joylashgan qismini, uning gorizontal izi  $P_H$  atrofida aylantirib, H tekisligiga ustma-ust joylashtirish mumkin.

Buning uchun tekislikning frontal  $P_V$  izi V tekisligidan ajratib olinadi va H ga joylashtiriladi. Bunda  $P_V$  va  $P_H$  izlarning orasida  $\varphi$  burchak ham H ga o‘zgarmasdan tasvirlanadi. Bunday masalalarni chizmada yechish uchun umumiy vaziyatdagi tekislikni jipslashtirish tartibini ko‘rib chiqaylik. 146-rasmda  $P(P_H, P_V)$  tekisligi berilgan. Uni  $P_H$  izi atrofida aylantirib, H bilan quyidagicha jipslashtirilgan:

1) Tekislikning frontal izi  $P_V$  da ixtiyoriy  $A (A', A'')$  nuqta tanlanib, uning gorizontal tasviri  $A'$  orqali shu nuqtaning harakat tekisligi  $Q (Q_H, Q_V)$  aylanish o'qiga, ya'ni  $P$  tekislikning gorizontal izi  $P_H$  ga perpendikulyar qilib o'tkaziladi.

2)  $P_X$  nuqtadan  $A$  nuqtagacha bo'lgan masofa  $P_X A''$ ,  $P$  tekislik  $H$  bilan jipslashganda ham o'z kattaligida tasvirlanadi. Shunga asosan  $P_X A''$  radiusili yoy yordamida  $Q_H$  da  $A''_1$  nuqta belgilanadi.

3)  $P_X$  va  $A_1'$  nuqtalarni birlashtirib, frontal izning  $H$  bilan jipslashgan proyeksiyasi yasaladi. Bunda tekislikning izlari orasidagi  $\varphi$  burchak haqiqiy kattaligida  $H$  tekislikka tasvirlanib qoladi. Shunga asosan jipslashtirish usulining quyidagi xossasini keltirish mumkin:



$P$  tekislikni uning biror izi atrofida aylantirib  $H$  yoki  $V$  ga jipslashtirilsa-joylashtirilsa, unda yotuvchi barcha geometrik figuralar o'zlarining haqiqiy uzunligida, kattaligida va ko'rinishida  $H$  yoki  $V$  tekisligiga tasvirlanib qoladi.

147-rasmda proyeksiyalovchi va 148-rasmda ixtiyoriy  $P$  tekislikda yotuvchi  $\Delta ABC$  ning haqiqiy ko'rinishini jipslashtirish usulidan foydalanib aniqlash ko'rsatilgan.

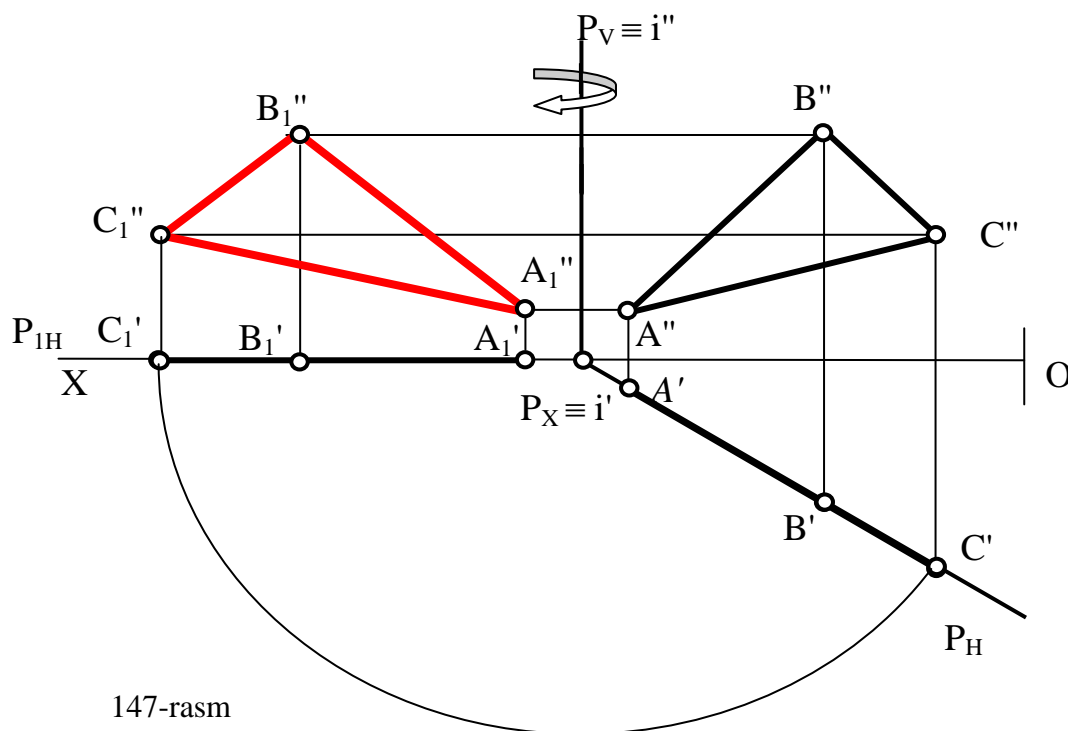
147-rasmda P tekislikda yotuvchi uchburchakning haqiqiy ko‘rinishi, uning frontal izi atrofida aylantirilib, V tekislikka joylashtirish natijasida aniqlangan.

148-rasmda P tekisligida yotuvchi uchburchakning gorizontaal proyeksiyasi  $\Delta A'B'C'$  berilgan. Uning frontal proyeksiyasi va jipslashtirish usuli bilan haqiqiy ko‘rinishi topilgan.

Buning uchun:

1. Uchburchakning yetishmaydigan frontal proyeksiyasi  $\Delta A''B''C''$  tekislikning gorizontaal yoki frontal chizig‘i yordamida topiladi. Chizmada tekislikning gorizontaalidan foydalanilgan;

2. 146-rasmdagidek, P tekislik  $P_H$  atrofida aylantirilib H tekislik bilan jipslashtiriladi;

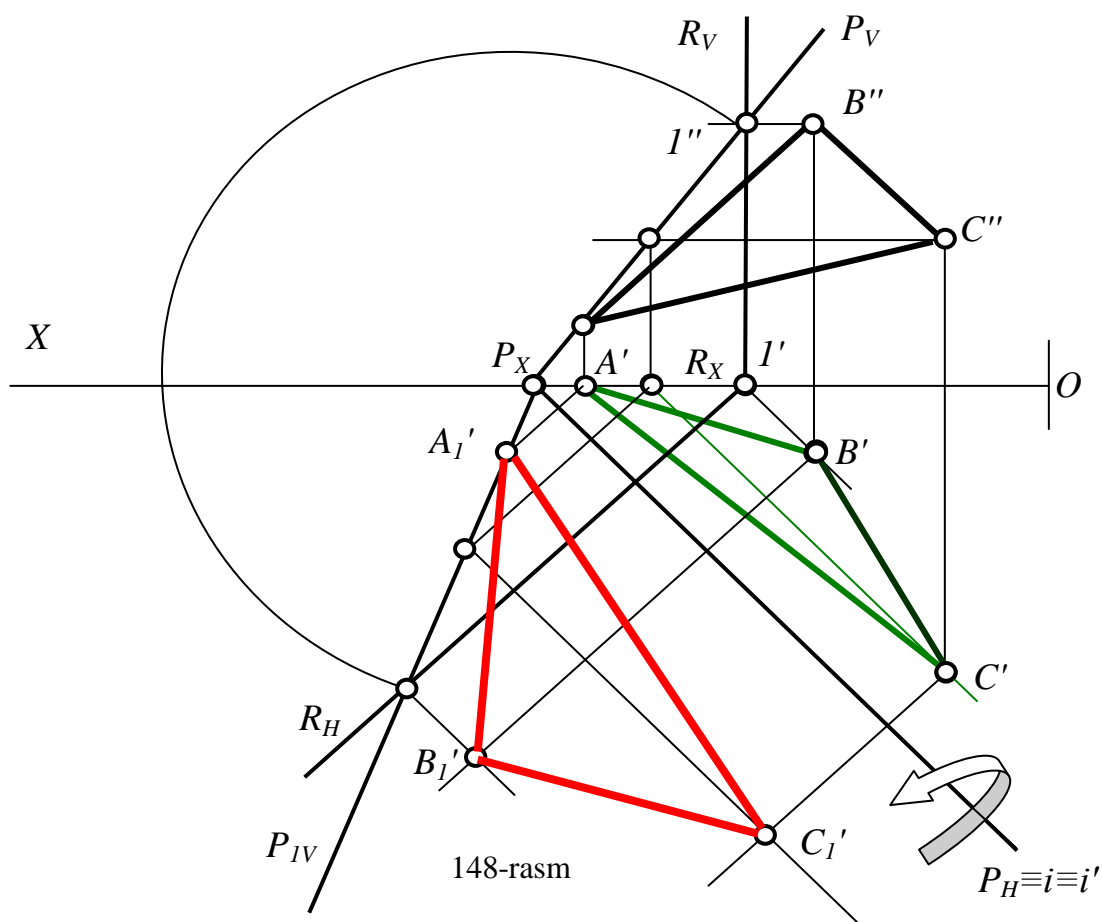


147-rasm

3. Berilgan uchburchakning uchlaridan o‘tuvchi gorizontaal chiziqlar bilan ulardan o‘tuvchi harakat tekisliklarining kesishgan  $A_1'$ ,  $B_1'$  va  $C_1'$  nuqtalari topiladi. Bu nuqtalar orqali to‘g‘ri chiziq o‘tkazib, uchburchakning H bilan jipslashgan proyeksiyasi  $\Delta A_1'B_1'C_1'$  hosil qilinadi. Bu P tekislikda yotuvchi ABC uchburchakning haqiqiy ko‘rinishi bo‘ladi:  $\Delta ABC = \Delta A_1'B_1'C_1'$ .

Keyinchalik yuqorida keltirilgan tayanch masalalarni yechish rejasidan-algoritmidan foydalanib quyidagi masalalarni echish mumkin:

1. Kesmani haqiqiy uzunligini va  $H$ ,  $V$  bilan hosil qilgan burchagini;
2. Ko'pburchakning haqiqiy ko'rinishni aniqlash;
3. Uchburchak uchlaridan o'tuvchi aylana markazini aniqlash;
4. Ko'pburchakning biror uchi bilan uni qarshisida yotuvchi tomoni, ya'ni nuqta bilan to'g'ri chiziq orsidagi orasidagi masofani aniqlash;
5. Ko'pburchakning biror uchidagi burchak, ya'ni ikki to'g'ri chiziq orasidagi burchak qiymatini aniqlash;
6. Ko'pburchakning biror tomoniga berilgan masofada parallel to'g'ri chiziq o'tkazish;
7. To'g'ri chiziq bilan tekislikning kesshuv nuqtasini topish;
8. Nuqta bilan tekislik orasidagi masofani aniqlash;
9. Ikki parallel to'g'ri chiziq va tekisliklar orasidagi qisqa masofani aniqlash kabi masalalar yechiladi.

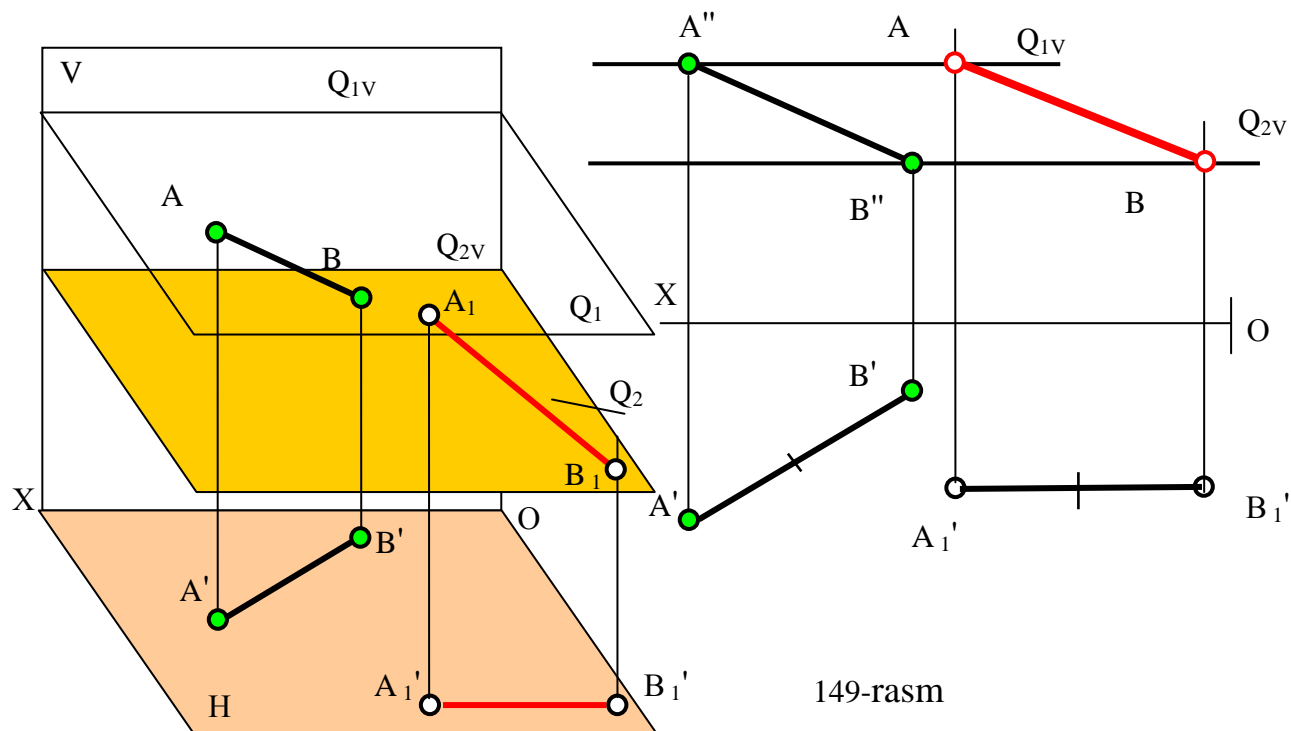


### 5.3. Tekis parallel ko‘chirish usuli

#### 5.3.1. Tekis parallel ko‘chirish usulining mohiyati

Bu usulda berilgan geometrik figuralarning barcha nuqtalari biror proyeksiyalar tekisligiga parallel bo‘lgan, ko‘chirish tekisliklari deb ataluvchi tekisliklarda harakat qiladi.

Masalan 149-rasmda berilgan  $AB$  kesmaning  $A$  va  $B$  uchlari, tegishlicha  $Q_1$  va  $Q_2$  tekisliklarda harakat qilgan kabi. Bunda parallel harakat qiladigan proyeksiyalar tekisligiga nisbatan geometrik figuralarning yangi proyeksiyasi dastlabki berilganidek bo‘ladi, ya’ni uning o‘lchamlari va ko‘rinishi o‘zgarmaydi. Faqat o‘z o‘rnini proyeksiyalar tekisliklariga nisbatan masalani yechish uchun qo‘lay vaziyatga o‘zgartiradi,  $A_1B_1 \parallel V$ , chizmada  $A_1'B_1' = A'B'$  va  $A_1'B_1' \parallel OX$  bo‘ladi. Ikkinchi tasviri esa uning berilgan nuqtalaridan o‘tuvchi harakat tekisliklarning izlari bo‘ylab harakat qiladi,  $A_1'' \in Q_{1V}$  va  $B_1'' \in Q_{2V}$ ,  $AV$  kesma frontal vaziyatga kelib qolganligi uchun  $A_1''B_1'' = [AB]$  bo‘ladi. Bu usul tasvirlarning ustma-ust tushmasligi va ularni chizmani bo‘sh joyida osonroq bajarilishi bilan boshqa usullardan ajralib turadi. Bu usulda berilgan geometrik figuralarning vaziyatiga ko‘ra yuqoridagi usullardagi kabi bir yoki ikki marotaba ularni tekis parallel ko‘chirib masalalar yechiladi. Bu usulda masalalarning umumiy yechish algoritmi quyidagicha bo‘ladi:



1. Geometrik figuraning nuqtalari orqali ko‘chirish tekisliklari H yoki V ga parallel qilib o‘tkaziladi;

2. Geometrik figurani tekis parallel ko‘chirib maxsus vaziyatga keltiriladi va tegishli yangi frontal yoki gorizontaal proyeksiyasi yasaladi. Uning yangi ikkinchi proyeksiyasidan foydalanib masala yechiladi. Agar masalani yechish uchun tekislikning yangi vaziyati yetarli bo‘lmasa, ikkinchi marotaba tekis parallel ko‘chirib maxsus vaziyatga keltiriladi, ya’ni:

3. Geometrik figuraning nuqtalari orqali harakat tekisliklari V yoki H ga parallel qilib o‘tkaziladi Geometrik figurani ikkinchi marotaba tekis parallel ko‘chirib, ikkinchi bor maxsus vaziyatga keltiriladi va tegishli yangi gorizontaal yoki frontal proyeksiyasi yasaladi. Uning yangi ikkinchi proyeksiyasidan foydalanib masala osongina yechiladi. Kesmani proyeksiyalovchi vaziyatga keltirish misolida masalani yechish algoritmi quyidagicha bo‘ladi:

1.  $A \in Q_1, V \in Q_2, \dots \parallel H$  yoki  $V$
- $F(AV) \text{ TPKU} \rightarrow F_1(A_1V_1) \parallel V$  yoki  $H$
2.  $A_1''V_1''$  yoki  $A_1'V_1' = [AV]$  (1)
3.  $A_1 \in R_1, V_1 \in R_2, \dots \parallel V$  yoki  $H$
4.  $F_1(A_1V_1) \text{ TPKU} \rightarrow F_2(A_2V_2) \perp H$  yoki  $V$

tegishlicha  $A_2'V_2'$  yoki  $A_1''V_1'' \rightarrow (.)$

Endi yuqoridagi usullarda yechilgan tayanch masalalarni TPK usulida 1-algoritm asosida yechib ko'ramiz.

### 5.3.2. Tekis parallel ko'chirish usulida to'rtta tayanch masalalarni yechilishi

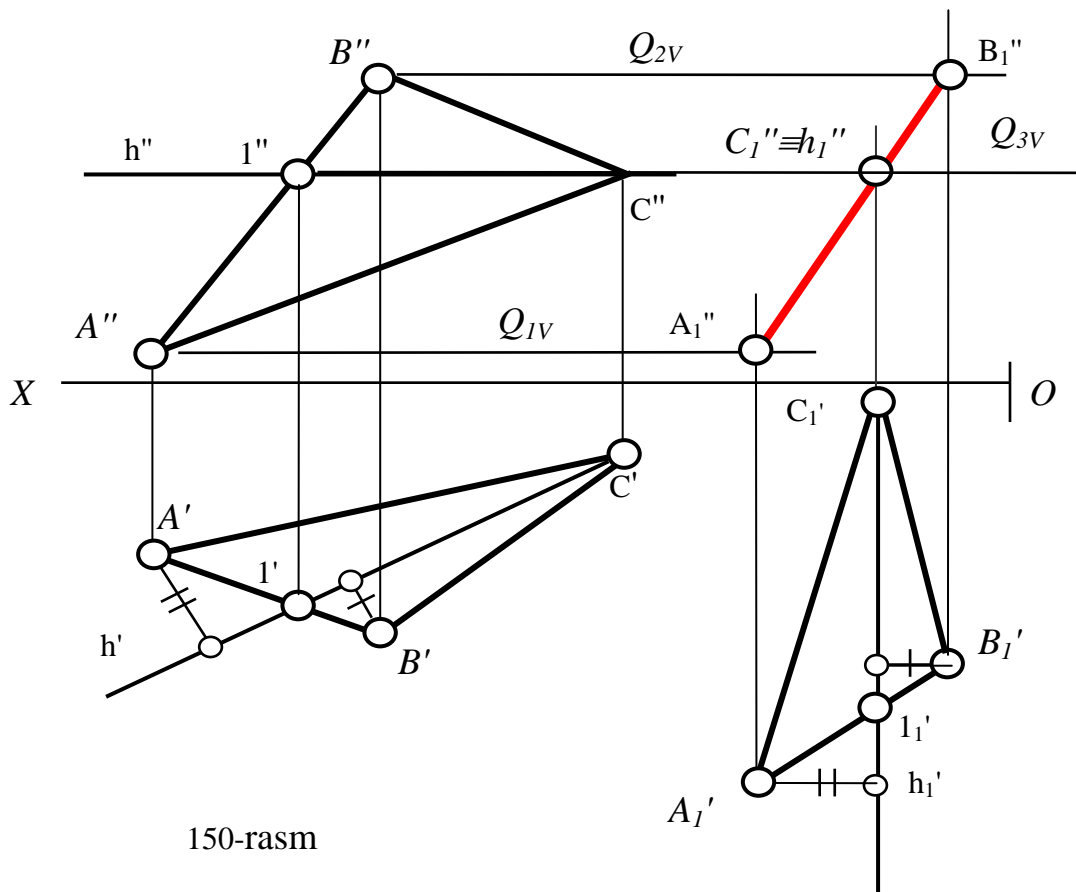
**1-masala.** Ixtiyoriy vaziyatdagi kesmaning haqiqiy uzunligi aniqlansin, 149-rasm. Yuqorida bu masalani yechilishiga qisman izox berib o'tgan edik. Bu masalani yechish algoritmini quyidagicha bo'ladi:

$$\begin{aligned} &1. A \in Q_1, B \in Q_2, C \in Q_3, \dots \parallel H \text{ yoki } V \\ &2. \Phi(AB)_{TPKU} \rightarrow \Phi_1(A_1B_1) \parallel V \text{ yoki } H \\ &A_1''B_1'' \text{ yoki } A_1'B_1' = [AB] \end{aligned} \quad (2)$$

**2-masala.** Ixtiyoriy vaziyatda berilgan tekislikni proyeksiyalovchi vaziyatga keltirilsin, 150-rasm.

Ma'lumki ixtiyoriy vaziyatdagi tekislikni proyeksiyalovchi vaziyatga keltirish uchun, uni gorizontal yoki frontal chizig'ini proyeksiyalovchi vaziyatga keltiriladi, ya'ni masala quyidagi algoritm asosida yechiladi:

$$\begin{aligned} &1. A \in Q_1, B \in Q_2 \parallel H \text{ yoki } V \\ &2. \Phi(AB)_{TPKU} \rightarrow \Phi_1(A_1B_1) \parallel V \text{ yoki } H \\ &A_1''B_1'' \text{ yoki } A_1'B_1' = [AB] \\ &3. A_1 \in P_1, B_1 \in P_2 \parallel V \text{ yoki } H \\ &4. \Phi_1(A_1B_1)_{TPKU} \rightarrow \Phi_2(A_2B_2) \perp H \text{ yoki } V \\ &\text{tegishlicha } A_2'B_2' \text{ yoki } A_1''B_1'' \rightarrow (.) \end{aligned} \quad (3)$$



150-rasm

Chizmada masala tekislikning gorizontaal chizig‘i frontal proyeksiyalovchi vaziyatga keltirib yechilgan. Uchburchakning yangi gorizontaal proyeksiyasi, uning uchlarini  $h$  dan uzoqliklari o‘zgarimasligidan foydalanib aniqlangan. So‘ngra uning to‘g‘ri burchak bo‘lib tasvirlangan frontal proyeksiyasi aniqlangan.

**3-masala.** Ixtiyoriy vaziyatda berilgan to‘g‘ri chiziq kesmasini proyeksiyalovchi vaziyatga keltirilsin, 151-rasm.

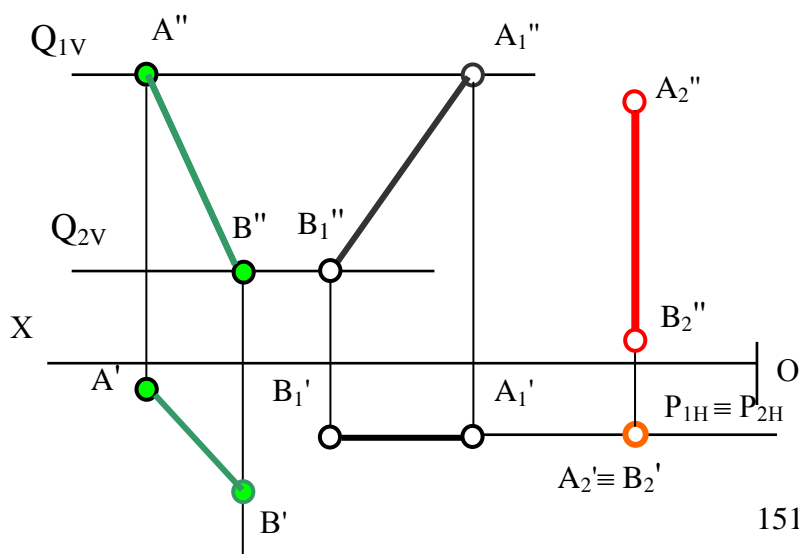
Bu masalani yechish uchun avval kesma  $H$  yoki  $V$  ga parallel vaziyatga keltirib olinadi. So‘ngra uni  $V$  yoki  $H$  ga perpendikulyar, ya‘ni proyeksiyalovchi vaziyatga keltiriladi, ya‘ni masalani yechish algoritmi aynan birinchi algoritm kabi bo‘ladi.

1.  $A \in Q_1, B \in Q_2, C \in Q_3, \dots \parallel H$  yoki  $V$
  2.  $ABC \text{ TP}KU \rightarrow \Delta A_1 B_1 C_1 \perp V$  yoki  $\Delta A_1 B_1 C_1 \perp H$ :  
 $h \rightarrow h_1 \perp V: h_1' \perp OX$  yoki  $f \rightarrow f_1 \perp H: f_1'' \perp OX$   
 va  $\Delta A_1' B_1' C_1'$  yoki  $\Delta A_1'' B_1'' C_1'' \rightarrow (:)$
- (4)

Chizmada kesma gorizontaal proyeksiyalovchi vaziyatga keltirilgan.



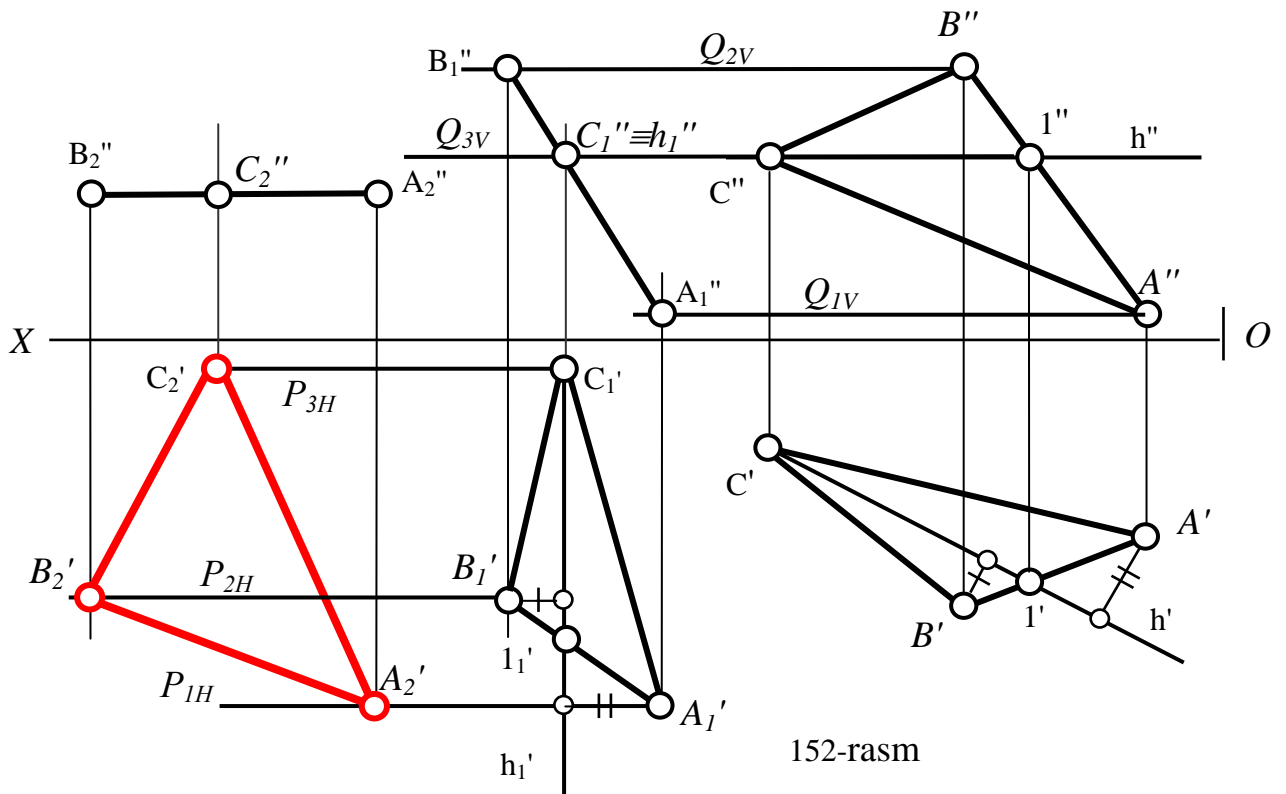
**4-masala:** Umumiy vaziyatdagi  $ABC$  ( $A'B'C'$ ,  $A''B''C''$ ) uchburchakning haqiqiy ko‘rinishi topilsin, 152-rasm.



151-rasm

Bunday masalalarni yechish algoritmi quyidagicha bo‘ladi: Avval tekislik 3-algoritmga asosan proyeksiyalovchi vaziyatga keltirib olinadi. Chizmada tekislik frontal proyeksiyalovchi vaziyatga keltirilgan. So‘ngra asosida tegishlicha H yoki V ga parallel vaziyatga keltiriladi:

1.  $A \in Q_1, B \in Q_2, C \in Q_3, \dots \parallel H$ ; 2.  $ABC_{\text{TPKU}} \rightarrow \Delta A_1 B_1 C_1 \perp V$  :  
 $\Delta A_1' B_1' C_1' = \Delta A' B' C'$  va  $\Delta A_1'' B_1'' C_1'' \rightarrow (:) \tag{5}$
3.  $A_1 \in P_1, B_1 \in P_2, C_1 \in P_3 \parallel V$ ; 4.  $\Delta A_1 B_1 C_1_{\text{TPKU}} \rightarrow \Delta A_2 B_2 C_2 \parallel H$  :  
 $\Delta A_2' B_2' C_2' = \Delta ABC$



**Tayanch iboralar:**

Chizmani qayta tuzish, uning mohiyati, chizmani qayta tuzish usullari, proyeksiyalar tekisligini almashtirish usuli, proyeksiyalar tekisligini bir marotaba almashtirish, proyeksiyalar tekisligini ikki marotaba almashtirish, to'g'ri chiziqni proyeksiyalovchi vaziyatga keltirish, ixtiyoriy vaziyatdagi tekislikni xususiy vaziyatga keltirish, aylantirish usuli, aylantirish o'qi, harakat tekisligi, aylantirish markazi, aylantirish radiusi, burish burchagi, joylashtirish tekisligi, tekislikni maxsus chiziqlari atrofida aylantirish, jipslashtirish usuli, jipslashtirish tekisligi, tekis parallel ko'chirish

### ***Nazorat uchun savollar:***

1. Chizmani qayta tuzish va uning mohiyati nimadan iborat?
2. Chizmani qayta tuzishning asosiy usullarini aytib bering?
3. Proyeksiyalar tekisligini bir marotaba almashtirib yechiladigan masalalarni aytib chiqing?
4. H/V tizimida H tekislik H1 ga almashtirilsa nuqtalarning qaysi koordinatasi nima uchun o'zgarmaydi?
5. H/V tizimida V tekislik V1 ga almashtirilsa nuqtalarning qaysi koordinatasi nima uchun o'zgarmaydi?
6. To'g'ri chiziqning haqiqiy uzunligini yoki tekis ko'pburchakning haqiqiy ko'rinishini aniqlashda yangi proyeksiyalar tekisligi qanday o'tkaziladi?
7. PTA usulida ixtiyoriy vaziyatdagi tekislikni qanday qilib proyeksiyalovchi vaziyatga keltiriladi?
8. PTA usulida metrik va pozitsion masalalarni yechish uchun ixtiyoriy vaziyatdagi tekislik qanday vaziyatga keltiriladi?
9. Nima uchun proyeksiyalar tekisligini ikki marotaba almashtirish kerak bo'ladi?
10. Ixtiyoriy vaziyatdagi to'g'ri chiziqni proyeksiyalovchi vaziyatga keltirish uchun yangi proyeksiyalar tekisligi nechta bo'ladi va ular qanday o'tkaziladi?
11. Ixtiyoriy vaziyatdagi tekis ko'pburchakning haqiqiy ko'rinishini aniqlashda yangi proyeksiyalar tekisligi nechta bo'ladi va ular qanday o'tkaziladi?
12. Proyeksiyalar tekisligini ikki marotaba almashtirib yechiladigan masalalarni aytib chiqing?
13. Aylantirish usulining mohiyati nimadan iborat?
14. Aylantirish usulining elementlarini aytib bering?
15. Nima uchun ko'p hollarda aylantirish o'qi qilib proyeksiyalovchi to'g'ri chiziq olinadi?
16. Nima uchun aylantirish o'qini geometrik figuralarning biror nuqtasi orqali o'tkaziladi?

17. Nima uchun aylantirish o‘qi qilib gorizontol yoki frontal to‘g‘ri chiziq olinsa, aylantirish radiusining haqiqiy uzunligi aniqlanadi?
18. Jipslashtirish usulining mohiyati va xossasi nimadan iborat?
19. Aylantirish usulida kesmani haqiqiy uzunligi va tekis figuraning haqiqiy ko‘rinishi qanday aniqlanadi?
20. Aylantirish usulida metrik va pozitsion masalalarni yechish uchun ixtiyoriy vaziyatdagi tekislik qanday vaziyatga keltiriladi?
21. Tekis parallel ko‘chirish usulining mohiyati nimadan iborat?
22. Tekis parallel ko‘chirish usulining elementlarini aytib bering?
23. Tekis parallel ko‘chirish usulining boshqa usullardan afzalligi nimadan iborat?
24. Tekis parallel ko‘chirish usulida ixtiyoriy kesmani qanday qilib proyeksiyalovchi vaziyatga keltiriladi?
25. Tekis parallel ko‘chirish usulida ixtiyoriy vaziyatdagi tekis figura qanday qilib H yoki V ga parallel vaziyatga keltiriladi?
26. Tekis parallel ko‘chirish usulidan foydalanib qanday masalalarni yechish mumkin?

## VI bob. KO'PYOQLIKLAR

### 6.1. Umumiy ma'lumotlar

**Ta'rif.** **Hamma tomonidan tekis ko'pburchaklar bilan chegaralangan geometrik rasm - ko'pyoqlik deyiladi.**

Tekis ko'pburchaklarning o'zaro kesishuvidan hosil bo'lgan kesmalar, ko'pyoqlikning-qirralari va qirralar orasidagi ko'pburchaklarni uning yoqlari deb ataladi. Qirralarning o'zaro kesishuv nuqtalari ko'pyoqlikning uchlari deb yuritiladi (153, 154-rasmlar).

Ko'pyoqlikning barcha yon yoqlarining yig'indisi uning sirti deb ataladi. Ko'pyoqlikning uchlari va qirralari uning *aniqlovchilari* hisoblanadi (153-rasm). Ko'pyoqlikning bir yon yog'ida yotmagan ikki uchini birlashtiruvchi kesma uning *diagonali* deb ataladi (154-rasm). Ko'pyoqlik aniqlovchilari uning istalgan yon yog'iga (tekislikka) nisbatan bir tomonda joylashsa, uni *qabariq ko'pyoqlik*, aksincha *botiq ko'pyoqlik* deb yuritiladi. Ko'pyoqliqlarining bir necha turlari mavjud bo'lib, ulardan quyidagilarni ko'rib chiqamiz:

---

**Piramida**      **Ta'rif.** YOqlaridan biri tekis ko'pburchak bo'lib, qolgan yoqlari esa umumiy uchga ega bo'lgan uchburchaklardan tuzilgan ko'pyoqlik **piramida** deyiladi

---

Ko'pburchak piramidaning asosi va uchburchaklar esa uning yon yoqlari deb ataladi. YOn yoqlarining umumiy uchi piramidaning ham uchi hisoblanadi va u asos tekisligida yotmaydi. Asosi muntazam ko'pburchakli piramida *muntazam piramida* deb ataladi. Piramida balandligi asosining markazidan o'tib, unga perpendikulyar bo'lsa, uni to'g'ri piramida, perpendikulyar bo'lmasa og'ma piramida deb yuritiladi (153-rasm).

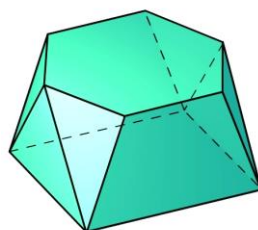
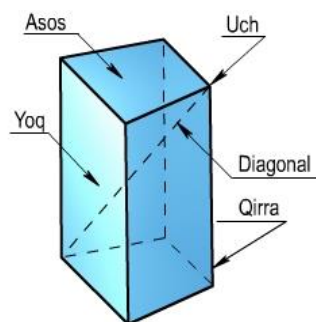
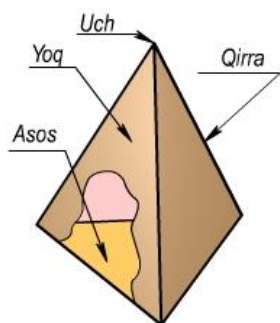
---

**Prizma**      **Ta'rif.** YOn yoqlari to'rt burchaklardan va asosi ko'p burchakdan iborat bo'lgan ko'pyoqlik **prizma** deyiladi.

---

Yon yoqlarning kesishuv chiziqlari – prizma *qirralari*, qirralar orasidagi ko‘p burchaklining yoqlari deyiladi (154-rasm). Prizmani barcha qirralarini kesuvchi parallel tekisliklarda hosil bo‘lgan ko‘pburchaklar–prizmaning asoslari deb ataladi. YOn qirralari asosiga nisbatan og‘ma yoki perpendikulyar bo‘lsa, prizma ham mos ravishda *og‘ma* yoki *to‘g‘ri prizma* deb ataladi. Asosi muntazam ko‘pburchak bo‘lgan prizma, *muntazam prizma* deb yuritiladi.

Asoslari o‘zaro parallel tekisliklarda yotgan ikkita ko‘pburchakdan va yon yoqlari esa asos uchlaridan o‘tuvchi uchburchaklar va trapesiyalardan iborat bo‘lgan ko‘pyoqlik *prizmatoid* deyiladi (155-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 (153-jadval).



**153-rasm**

**154-rasm**

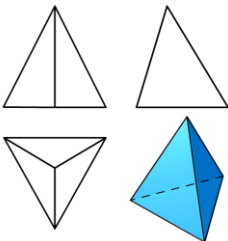
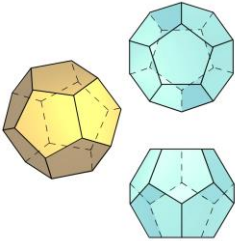
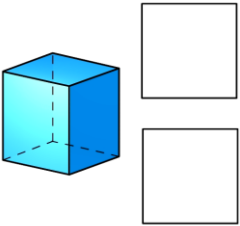
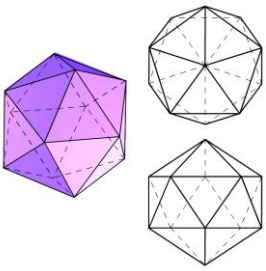
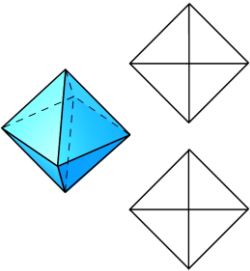
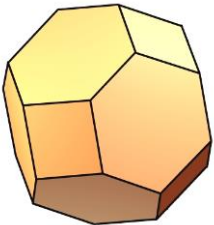
**155-rasm**

Ko'pyoqliklarning muhim xossalaridan birini Eyler quyidagicha bayon etgan:

**Eyler teoremasi.** Har qanday qavariq ko'pyoqlikda yoqlar bilan uchlar sonining yig'indisidan qirralar sonining ayirmasi ikkiga teng bo'ladi (ya'ni  $YO+U-Q=2$ ).

153-jadval

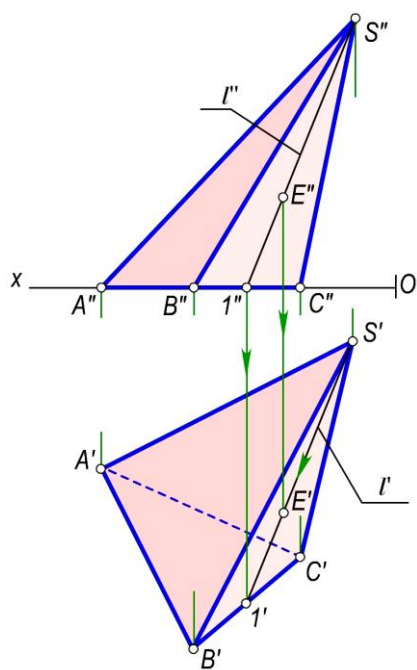
**Muntazam ko'pyoqliklar**

<p><b>Tetraedr (156-rasm)</b></p> 	<p><b>Dodekaedr (157-rasm)</b></p> 	<p><b>Kub – geksaedr (158-rasm)</b></p> 
<p><b>Ikosaedr (159-rasm)</b></p>  <p><math>YO + U - Q = 2</math>          YO – yoqlar soni          U – uchlar soni          Q – qirralar soni</p>	<p><b>Oktaedr (160-rasm)</b></p> 	<p><b>Kesik oktaedr (161-rasm)</b></p> 

YO n yoqlari turli rasmdagi muntazam ko'pburchaklardan iborat bo'lgan ko'pyoqlikni *yarim muntazam ko'pyoqlik* deb yuritiladi. Bu ko'pyoqliklar 18 xil

bo‘lib, ular *Arximed jismlari* deb yuritiladi. 161-rasmda Arximed jismlaridan biri bo‘lgan kesik oktaedrning yaqqol tasviri keltirilgan.

Ko‘pyoqliklar texnikada turli ko‘rinishdagi mashina detallari, 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 keng foydalaniladi. Qadimiy binolarda esa gumbaz, gumbaz osti, bino gumbazidan prizmatik qismiga o‘tish joylarida bezak-ornament sifatida ham qo‘llanilgan.



162-rasm

**Ko‘pyoqlikning tekis chizmada tasvirlanishi.** Ko‘pyoqlik chizmada o‘z aniqlovchilarining to‘g‘ri burchakli proyeksiyalari orqali beriladi. 161-rasmda  $SABC$  piramidaning tekis chizmasi o‘z aniqlovchilari:  $S(S'S'')$  uchi, asosi  $ABC(A'B'C', A''B''C'')$  uchburchakning proyeksiyalari orqali tasvirlangan.  $SA, SB, \dots$  qirralarning proyeksiyalari  $S, A, B, C$  uchlarning bir nomli proyeksiyalarini birlashtiruvchi  $S'A'$  va  $S''A''$ ,  $S'B'$  va  $S''B''$  va x.k. kesmalar bo‘ladi.

YOqlarining proyeksiyalari esa qirralarning proyeksiyalari bilan chegaralangan  $S'A'B'$  va  $S''A''B''$ ,  $S'A'C'$  va  $S''A''C''$ , ... tekis rasmlardan iborat bo‘ladi. Ko‘pyoqlik sirtidagi ixtiyoriy ye( $E''$ ) nuqtaning yetishmagan  $E'$  proyeksiyasi yon tekislikka tegishli ixtiyoriy  $\ell(\ell', \ell'')$  to‘g‘ri chiziq vositasida yasaladi (162-rasm).



## 6.2. Ko'pyoqliklarning tekislik bilan kesishishi

Ko'pyoqliklarni tekislik bilan kesilganda kesimda ko'pburchak hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan ko'pburchakning uchlari, ko'pyoqlik qirralarining kesuvchi tekislik bilan kesishgan nuqtalari bo'ladi.

Kesimning tomonlari esa ko'pyoqlik yoqlarining kesuvchi tekislik bilan kesishish chiziqlari bo'ladi. Ko'pyoqlikning tekislik bilan kesilgan qismini quyidagi uch usul bilan yasash mumkin:

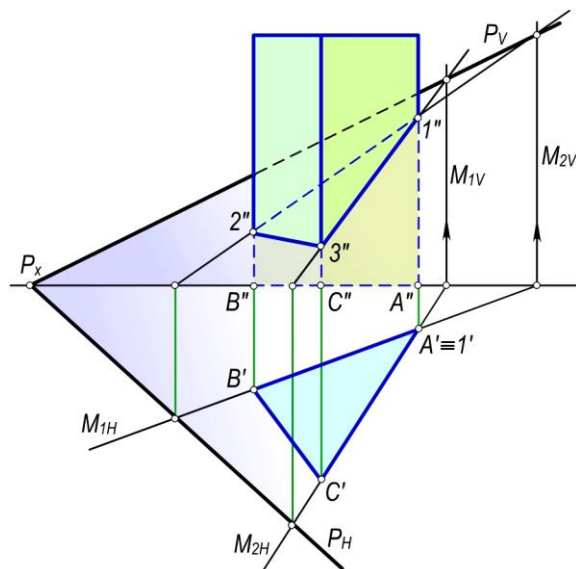
- kesim tomonlarini, ya'ni ko'pyoqlik yoqlarining kesuvchi tekislik bilan kesishish chizig'ini, yasash usuli.
- kesim uchlari, ya'ni ko'pyoqlik qirralarining kesuvchi tekislik bilan kesishgan nuqtasini yasash usuli.
- aralash usul, bunda yuqoridagi ikkala usuldan foydalaniladi.

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

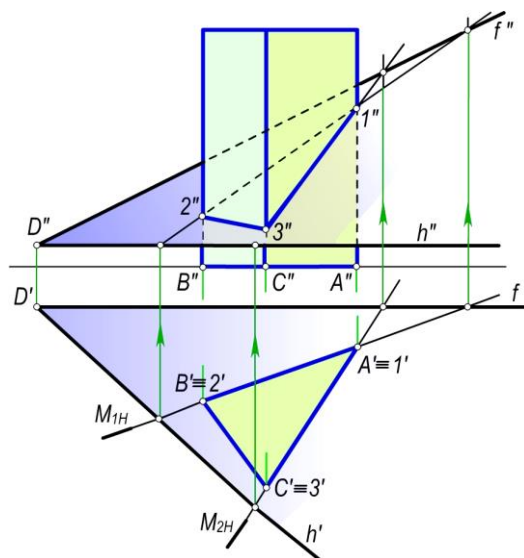
### 6.2.1. Kesim tomonlarini yasash usuli.

Bu usul ikki tekislikning kesishish chizig'ini yasash algoritmini bir necha marta takrorlash asosida bajariladi. Bu usuldan proyeksiyalovchi vaziyatdagi prizmaning tekislik bilan kesishish chizig'ini yasashda foydalanish juda qulaydir. 162-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  $M_1(M_{1H}, M_{1V})$  va  $M_2(M_{2H}, M_{2V})$  gorizontal proyeksiyalovchi tekisliklar o'tkazilgan. Bu tekisliklarni berilgan  $P$  tekislik bilan kesishgan chiziqlari yordamida kesim yuzasining  $12(1'2', 1'', 2'')$ ,  $13(1', 3', 1''3'')$  tomonlari aniqlangan.



163-rasm



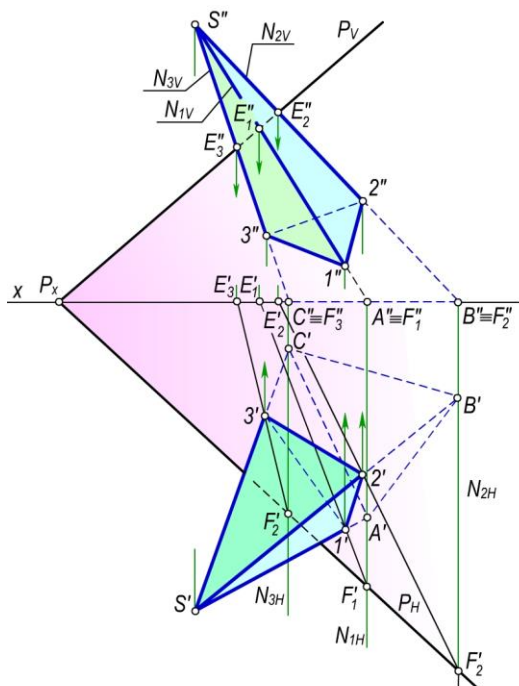
164-rasm

Aynan shu prizmani, o‘zaro kesishuvchi  $h(h',h'')$  va  $f(f',f'')$  to‘g‘ri chiziqlar orqali berilgan  $P(P',P'')$  tekislik bilan kesishuv chizig‘ini yasash 163-rasmda ko‘rsatilgan. Bunda kesishish chiziqlari prizma yoqlari orqali o‘tkazilgan  $M_1(M_{1H})$  va  $M_2(M_{2H})$  gorizontal proyeksiyalovchi tekisliklar vositasida kesim yuzasining  $\Delta 123(1'2'3',1''2''3'')$  proyeksiyalari yasalgan.

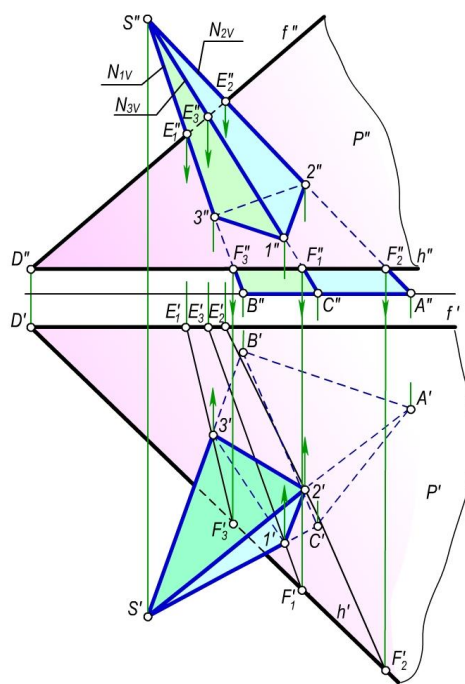
### 6.2.2. Kesim uchlarini yasash usuli.

Bu usul 1-usulga nisbatan umumiyroq hisoblanib, to‘g‘ri chiziq bilan tekislikning kesishish nuqtasini yasash algoritmi asosida bajariladi. 165, 166-rasmlarda asosi N proyeksiyalar tekisligida bo‘lgan  $SABC$  ( $S'A'B'C'$ ,  $S''A''B''C''$ ) piramidani, izlari orqali berilgan  $R(P_V, P_H)$  tekislik va kesishuvchi chiziqlar ( $h$  va  $f$ )

proyeksiyalari orqali berilgan umumiy vaziyatdagi  $P(P',P'')$  tekislik bilan kesishishdan hosil bo'lgan kesimini yasash ko'rsatilgan.



165-rasm



166-rasm

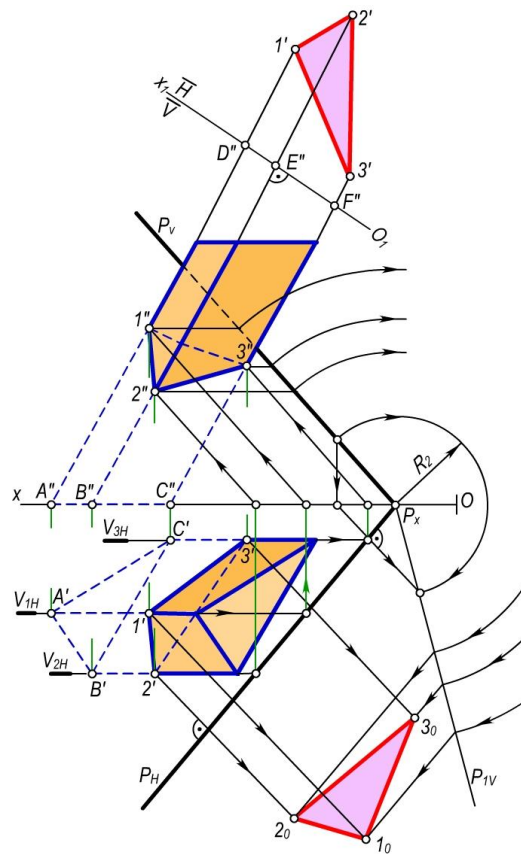
Bunda kesim proyeksiyalari  $\Delta 1'2'3'$  va  $\Delta 1''2''3''$  ni yasash algoritmi quyidagicha bo'ladi:

- $SA, SB, SC$  qirralar orqali yordamchi  $N_1, N_2, N_3$  frontal proyeksiyalovchi tekisliklar o'tkaziladi;

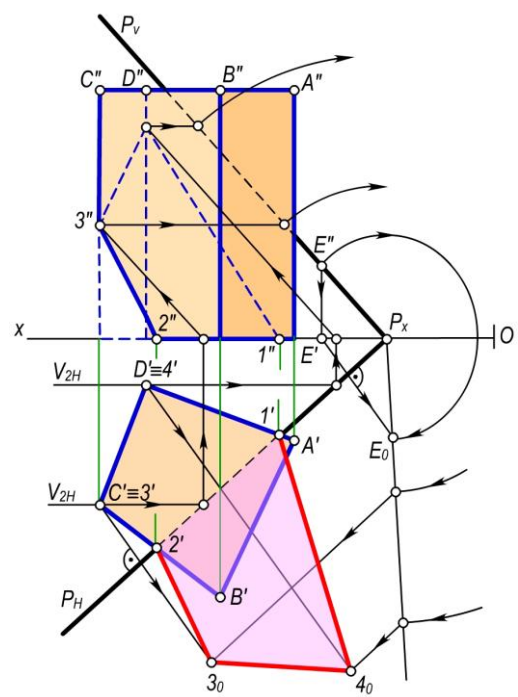
- bu tekisliklarning  $P$  tekislik bilan kesishgan chiziqlari  $E_1F_1$ ,  $E_2F_2$ ,  $E_3F_3$  ning proyeksiyalari yasaladi;
- kesishuv chiziqlari  $E_1F_1$ ,  $E_2F_2$ ,  $E_3F_3$  bilan piramida qirralari  $SA$ ,  $SB$ ,  $SC$  ning mos ravishda kesishuv nuqtalari  $1$ ,  $2$ ,  $3$  larni proyeksiyalari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

6.15-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 jiplashtirish usuli bilan aniqlangan.

167-rasmda to‘g‘ri prizmaning umumiy vaziyatdagi  $R(P_V, P_H)$  tekislik bilan kesishish chizig‘ining proyeksiyalarini yasash ko‘rsatilgan. Kesimning  $1(1', 1'')$  va  $2(2', 2'')$  nuqtalari bevosita prizma asosi bilan  $R$  tekislikning  $P_n$  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 jiplashtirish usulida yasalgan.



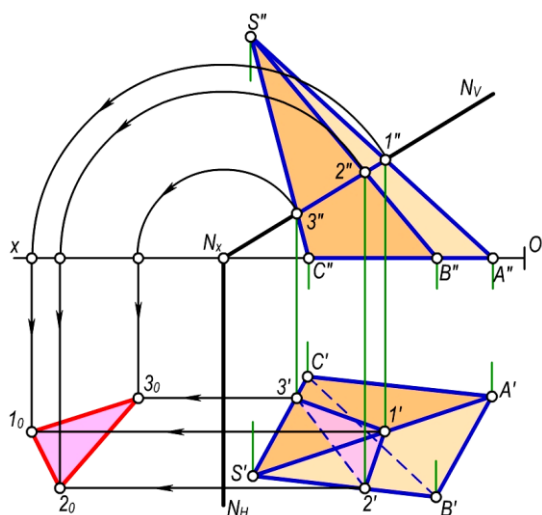
167 rasm



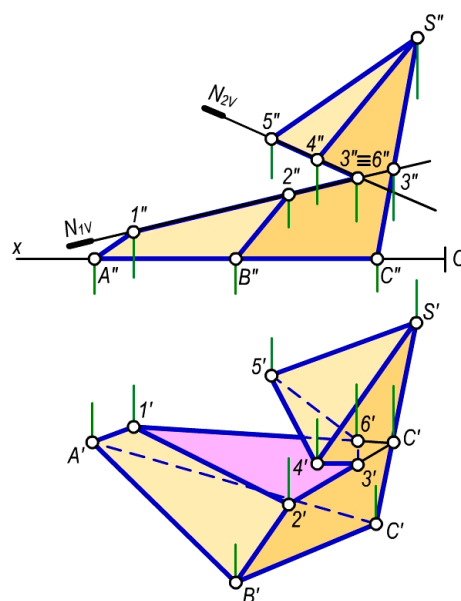
168-rasm

Agar ko'pyoqliklar proyeksiyalovchi tekisliklar bilan kesishsa, ularning kesim yuzasini proyeksiyalarini yasash yanada osonlashadi, chunki bunda kesim yuzaning bir proyeksiyasi proyeksiyalovchi tekislik izida bo'ladi 168-rasmda

ogʻma piramidaning frontal proyeksiyalovchi  $N(N_H, N_V)$  tekislik bilan kesishgan va kesim yuzasini va uning haqiqiy kattaligini yasash koʻrsatilgan. 169-rasmda uchyoqli piramidani  $N_1(N_{1V})$  va  $N_1(N_{2V})$  frontal proyeksiyalovchi tekisliklar bilan kesib, kesimda hosil boʻlgan oʻyiq qismining gorizontaal proyeksiyasini yasash koʻrsatilgan. Kesim yuzasi proyeksiyalarini yasash yoʻllarini chizmadan tushunib olish qiyin emas.



169-rasm



170-rasm

### 6.3. Koʻpyoqlikning toʻgʻri chiziq bilan kesishishi

Toʻgʻri chiziq kavariq koʻpyoqlikning yoqlari bilan ikki nuqtada kesishadi. Bu nuqtalarning biri *kirish* ikkinchisi *chiqish* nuqtalari deb yuritiladi. Toʻgʻri chiziq bilan koʻpyoqlik sirtining kesishish nuqtalarini yasashda quyidagi usullardan foydalaniladi:

- toʻgʻri chiziq orqali xususiy vaziyatdagi tekislik oʻtkazish usuli;
- toʻgʻri chiziq orqali umumiy vaziyatdagi tekislik oʻtkazish usuli.

Quyida toʻgʻri chiziq bilan koʻpyoqlikning kesishish nuqtalarini yasashga oid bir necha misollarni koʻrib chiqamiz.

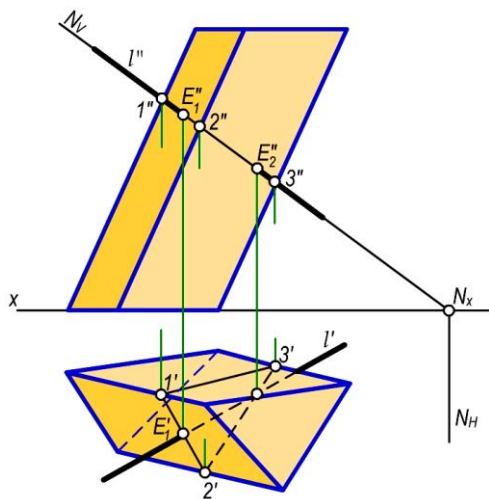
**1-usul:** Toʻgʻri chiziq bilan koʻpyoqlik sirtining oʻzaro kesishish nuqtalarini xususiy vaziyatdagi tekislik vositasida yasash, qoʻyidagi yasash algoritmi asosida bajariladi:

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

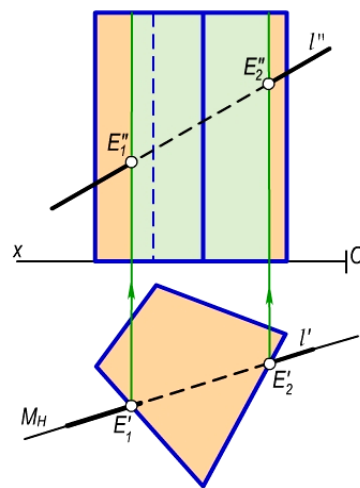
170–rasmda  $\ell(\ell', \ell'')$  to'g'ri chiziqning uch yoqli  $\square(\square', \square'')$  prizma sirti bilan kesishish nuqtalarini yasash tasvirlangan.

Yasash algoritmi qo'yidagicha:

- $\ell$  to'g'ri chiziq orqali frontal proyeksiyalovchi  $N(N_H, N_V)$  tekislik o'tkaziladi;  $\ell'' \subset N_V$  va  $N_H \perp O_x$ ;
- $N$  tekislik bilan  $\square$  prizmaning kesishishidagi kesim yuza chizig'i proyeksiyalari  $1'2'3'$  va  $1''2''3''$  yasaladi.  $N \cap \square \Rightarrow =23$ ;
- Kesim yuza chizig'i  $\Delta 123$  bilan  $\ell$  to'g'ri chizig'ining uchrashish 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 aniqlanib, so'ngra proyeksion bog'lanish chizig'i orqali  $E''_1$  va  $E''_2$  lar holati aniqlanadi.



171-rasm.



172-rasm

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

172–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  $M(M_N)$  gorizontaal proyeksiyalovchi tekislik o‘tkaziladi, kesishuv nuqtalari proyeksiyalari  $E'_1$  va  $E'_2$  belgilanadi. So‘ngra ularning  $E''_1$  va  $E''_2$  proyeksiyalari yasaladi.

**2-usul:** To‘g‘ri chiziq bilan ko‘pyoqlik 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‘pyoqlik sirtiga kirish va chiqish nuqtalarini yasash algoritmi quyidagicha:

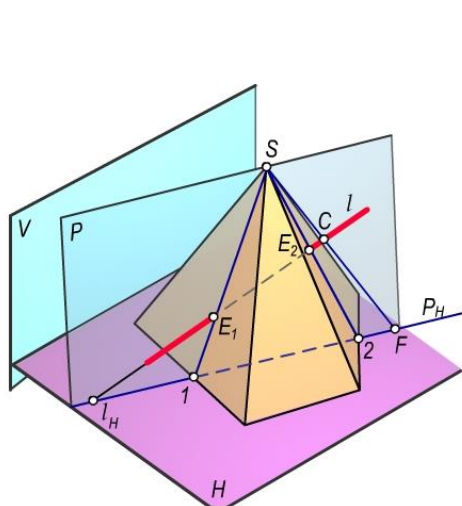
- berilgan to‘g‘ri chiziq orqali sirtning asosini kesuvchi umumiy vaziyatdagi yordamchi tekislik o‘tkaziladi;
- yordamchi tekislik bilan sirt asosi tomonlarining kesishish nuqtalari belgilanadi;
- bu nuqtalar orqali yordamchi tekislik bilan sirt yon yoqlarining kesishish chiziqlari aniqlanadi;
- bu chiziqlar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

173a,b–rasmda  $\ell(\ell',\ell'')$  to‘g‘ri chiziq bilan  $\square(\square'\square'')$  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:

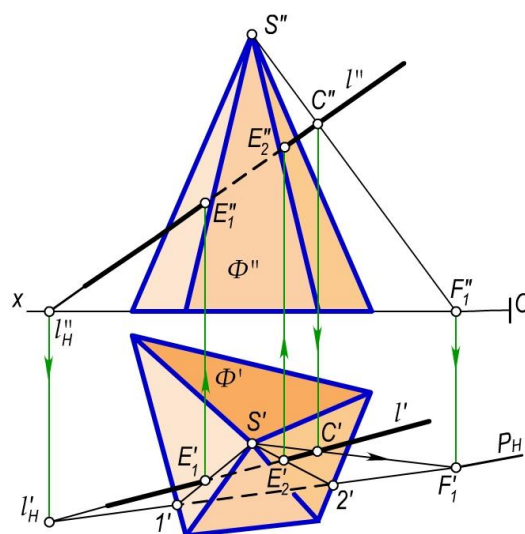
- berilgan  $\ell$  to‘g‘ri chiziqning gorizontaal  $\ell'_H$  izi yasaladi;
- piramidaning S uchidan  $\ell$  to‘g‘ri chiziqni ixtiyoriy  $S(C',C'')$  nuqtada kesib o‘tuvchi  $SC(S'C',S''C'')$  to‘g‘ri chiziq o‘tkazib uning ham gorizontaal  $F'_1$  izi yasaladi;
- $\ell'_H$  va  $F'_1$  izlar orqali piramidani asosini kesuvchi umumiy vaziyatdagi  $P$  tekislikning gorizontaal  $P_H$  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  $l'$  to'g'ri chiziqning o'zaro uchrashish  $E'_1$  va  $ye'_2$  nuqtalarini belgilanadi. Bu nuqtalardan foydalanib ularning frontal  $E''_1$  va  $ye''_2$  proyeksiyalari aniqlanadi. Hosil bo'lgan  $E_1$  va  $ye_2$  nuqtalar  $l$  to'g'ri chiziq bilan  $\square$  piramida sirtining kesishishidagi kirish va chiqish nuqtalari bo'ladi.



a)

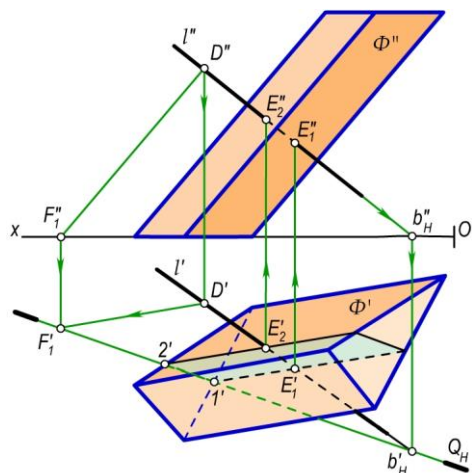


b)

### 173-rasm

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'pyoqlik sirtining o'zaro kesishish nuqtalari berilgan to'g'ri chiziq orqali ko'pyoqlikning yon qirralariga parallel



174-rasm

qilib o'tkazilgan umumiy vaziyatdagi tekislik vositasida aniqlanadi.

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

174-rasmda og'ma vaziyatdagi  $\square(\square',\square'')$  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 gorizonttal  $b_h(b'_h,b''_h)$  izi yasaladi;
- $b$  to'g'ri chiziqning ixtiyoriy  $D(D',D'')$  nuqtasidan prizmaning yon qirralariga parallel qilib to'g'ri chiziq o'tkaziladi va uning ham gorizonttal  $F_1(F'_1,F''_1)$  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  $ye'_2$  nuqtalarida kesadi. Bu nuqtalarning frontal proyeksiyalari  $E''_1$  va  $ye''_2$  nuqtalar,  $l''$  to'g'ri chiziqda aniqlanadi. Natijada, to'g'ri chiziqni prizma sirti bilan kesishishidagi kirish va chiqish nuqtalari hosil bo'ladi.

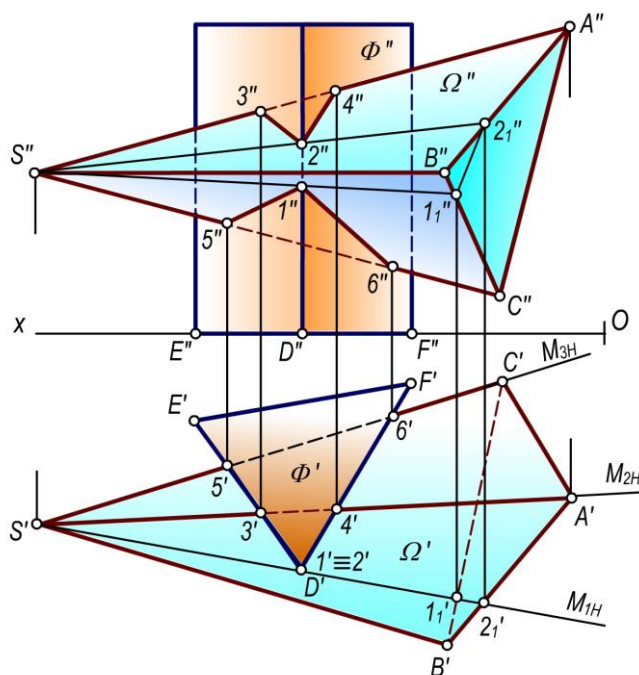
#### 6.4. Ko'pyoqliklarning o'zaro kesishishi

Ko'pyoqliklar fazoda bir-biriga nisbatan o'zaro joylashuviga qarab, to'la, qisman kesishgan yoki butunlay kesishmagan vaziyatlarda uchraydilar. Ko'pyoqliklar o'zaro kesishganda bir yoki bir necha yopiq fazoviy yoki tekis siniq chiziqlar hosil bo'ladi. Bu siniq chiziq uchlarini, ko'pyoqlikning to'g'ri chiziq bilan kesishish nuqtalarini yasash usuli yordamida aniqlanadi. Agar kesishuvchi ko'pyoqliklardan birini  $\square$  va ikkinchisini  $\Omega$  deb belgilasak, ularning kesishgan chizig'ini yasash qo'yidagi algoritm bilan bajariladi:

- $\square$  ko'pyoqlik qirralarining  $\Omega$  ko'pyoqlik sirti yoqlari bilan kesishish nuqtalari yoki  $\Omega$  ko'pyoqlik qirralarining  $\square$  ko'pyoqlik yoqlari bilan kesishish nuqtalari aniqlanadi;
- $\square$  va  $\Omega$  ko'pyoqlarning 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 qirralarini aniqlanib va ularning ko'rinar qismlarini asosiy tutash chiziqlarda yurg'izib chiqiladi.

175-rasmda tasvirlangan prizma va piramida sirtlarining o'zaro kesishish chizig'ini yasash algoritmi qo'yidagicha bo'ladi:



175 – 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  $M_1(M_{1N})$  gorizontaal proyeksiyalovchi tekislik yordamida yasalgan;
- piramida qirralarining prizma sirti bilan kesishgan 3,4,5,6 nuqtalari yasalgan. Piramidaning faqat SA va SC qirralari prizma bilan kesishadi. SA va SC qirralarining prizma bilan kesishgan 3(3',3''), 4(4',4''), 5(5',5''), 6(6',6'') nuqtalari 172-rasmda ko'rsatilganidek  $M_2(M_{2H})$  va  $M_3(3H)$  gorizontaal proyeksiyalovchi tekisliklar yordamida topilgan;

- Aniqlangan 1",2",3",4",5",6" nuqtalarni rasmda ko'rsatilganidek, ko'rinar-ko'rinmas qismlarini e'tiborga olib, tartib bilan birlashtirib chiqilsa, ikki sirtning o'zaro kesishish siniq chizig'ining frontal proyeksiyasi hosil bo'ladi.

### **Nazorat savollari**

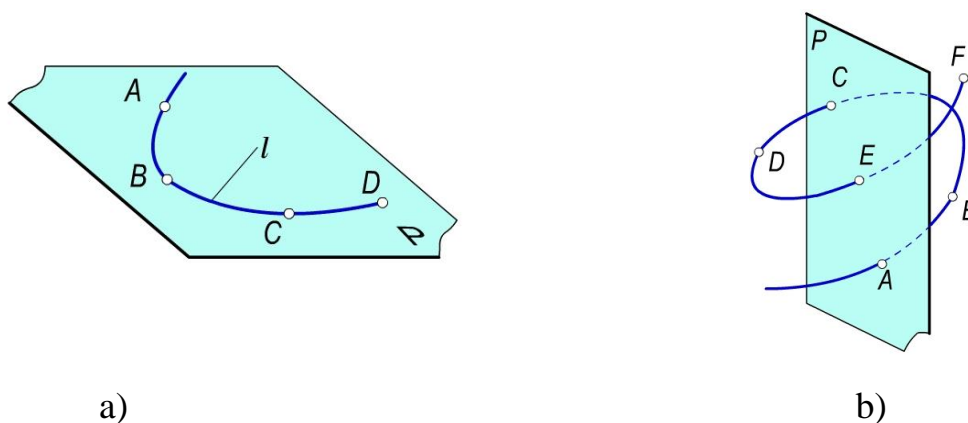
1. Ko'pyoqlik deb nimaga aytiladi?
2. Ko'pyoqlikning aniqlovchilariga nimalar kiradi?
3. Qanday ko'pyoqlikni piramida deb ataladi?
4. Qanday ko'pyoqlikni prizma deb ataladi?
5. Qanday ko'pyoqlikni to'g'ri, ko'pyoqlik deb ataladi?
6. Qanday ko'pyoqlikni muntazam ko'pyoqlik deb yuritiladi?
7. Eyler teoremasida ko'pyoqlikning qaysi xossalari keltirilgan?
8. Tekislik bilan ko'pyoqlikning kesishishidagi kesim yuzani yasashda qanday usullardan foydalaniladi?
9. To'g'ri chiziq bilan ko'pyoqlikning kesishish nuqtalarini yasashda qanday usullardan foydalaniladi?
10. Ikki ko'pyoqlikning o'zaro kesishish chizig'ini yasashda qanday usullardan foydalaniladi?

## VII bob. EGRI CHIZIQLAR

### 7.1. 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 chiziqni fazoda yoki tekislikda ma'lum yo'nalishda uzluksiz harakatlanuvchi biror nuqtaning izi sifatida qabul qilinadi.

Egri chiziqlar tekis (176,a-rasm) va fazoviy (176,b-rasm) egri chiziq'larga bo'linadi.



176-rasm

Egri chiziqlar qonuniy va qonunsiz egri chiziqlarga bo'linadilar. Egri chiziqni tashkil kiluvchi nuqtalar to'plami ma'lum biror qonunga buysunsa u *qonuniy*, aksincha nuqtalar to'plami xech qanday qonunga asoslanmagan bo'lsa, bunday egri chiziq *qonunsiz egri chiziq* deyiladi. 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 chiziq deyiladi.

Algebraik egri chiziqlar tartib va klass tushunchalari bilan xarakterlanadi. Egri chiziqlarning tartibi uni ifodalovchi 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 ikkinchi tartibli egriklarning tartibi va klassi bir xil bo‘lib, u 2 ga teng bo‘ladi.

## 7.2. Tekis egri chiziqlar. Ularga urinma va normal o‘tkazish

Tekis egri chiziqlar analitik va grafik ko‘rinishlarda berilishi mumkin. Analitik ko‘rinishda quyidagi xollar bilan beriladi:

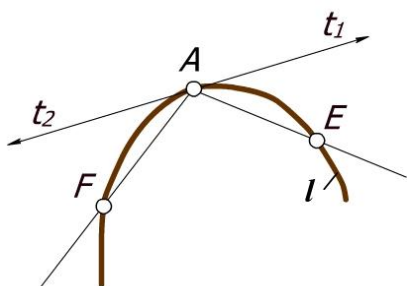
- dekart koordinatalar sistemasida  $f(x,u)=0$  ko‘phad bilan;
- qutb koordinatalar sistemasida  $r=f(\varphi)$  bilan;
- parametrik ko‘rinishda  $x=x(t)$  va  $u=u(t)$  bilan.

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

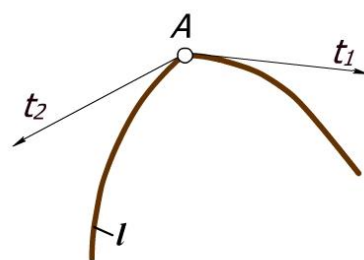
Tekislikka tegishli biror nuqtaning uzluksiz harakati natijasida tekis egri chiziq hosil bo‘ladi. Tekis egri chiziqning har bir nuqtasidan unga bitta urinma va bitta normal o‘tkazish mumkin.

177-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. ye nuqtani A nuqtaga egri chiziq buylab yaqinlashtira boshlaymiz. Natijada, AE kesuvchi A nuqta atrofida burila boshlaydi. ye nuqta A nuqta bilan ustma-ust tushganda AE kesuvchi  $t_1$  urinmani xosil 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 xosil qiladi. Qarama-qarshi yo‘nalgan  $t_1$  va  $t_2$  yarim urinmalar xosil qilgan to‘g‘ri chiziq egri chiziqqa berilgan nuqtada o‘tkazilgan *urinma* deyiladi. Shunday nuqtalardan tashkil topgan egri chiziq *ravon egri chiziq* deyiladi.

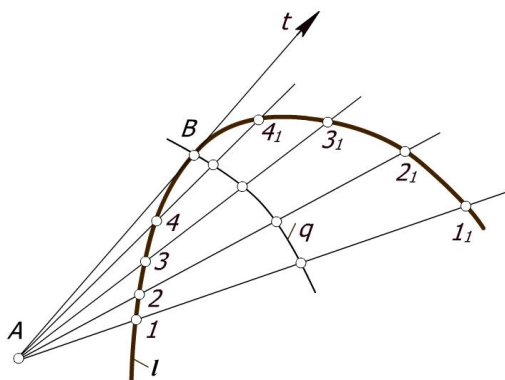
Egri chiziqning A nuqtadagi  $t$  urinmaga o'tkazilgan perpendikulyar  $n$  to'g'ri chiziq uning normali deb ataladi. Ba'zan yarim urinmalar o'zaro ustma-ust tushmasdan o'zaro kesishishi mumkin. Bunday nuqtalar *sinish nuqtasi* deyiladi (178-rasm). Amaliyotda egri chiziq'larga urinma va normal o'tkazish masalalari ko'p uchraydi, shuning uchun urinma va normal o'tkazishning ba'zi bir grafik usullarini kurib chikamiz.



177-rasm



178-rasm



179-rasm

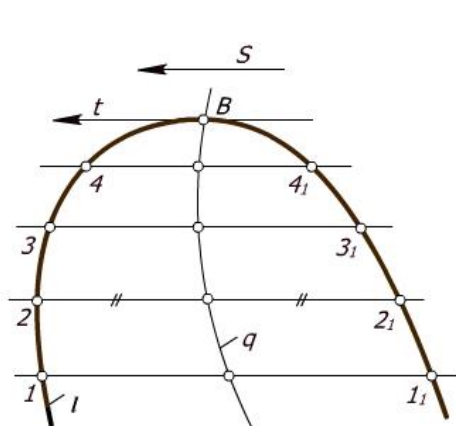
### 7.2.1. Egri chiziqqa undan tashqari olingan nuqta orqali urinma o'tkazish.

Agar  $\ell$  egri chiziq va undan tashqarida olingan A nuqta berilgan (179-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. Xosil bo'lgan vatarlarning uchlarini  $11_1, 22_1, 33_1, \dots$

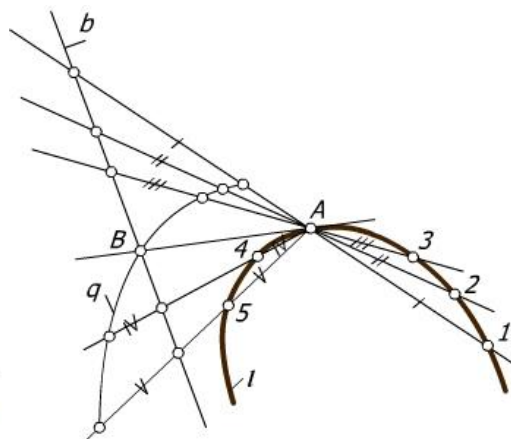
nuqtalar bilan belgilab, har bir vatarning o'rta nuqtalari topiladi. Vatarlarning o'rta nuqtalarini birlashtirib  $q$  egri chiziqni xosil qilinadi. Bu egri chiziq *xatoliklar egri chizig'i* deyiladi va uning  $\ell$  egri chizig'i bilan kesishish B nuqtasi A nuqtadan o'tuvchi urinmaning egri chiziqqa urinish nuqtasi bo'ladi. A va B nuqtalarni to'g'ri chiziq bilan birlashtirilsa,  $t$  urinma xosil bo'ladi.

### 7.2.2. Berilgan yoʻnalishga parallel urinma oʻtkazish.

Biror  $\ell$  egri chiziqqa berilgan  $s$  yoʻnalishga parallel urinma oʻtkazish uchun  $\ell$  egri chiziqni  $s$  yoʻnalishga parallel chiziqlar bilan kesiladi va xosil boʻlgan  $11_1, 22_1, 33_1, \dots$  vatarlarni teng ikkiga buluvchi nuqtalar orqali  $q$  xatoliklar egri chizigʻini oʻtkaziladi (180-rasm).  $q$  egri chiziqning  $\ell$  bilan kesishish nuqtasi  $B$  ni topiladi.  $B$  nuqta orqali berilgan  $s$  yoʻnalishga parallel qilib  $t$  urinmani oʻtkaziladi.



180-rasm

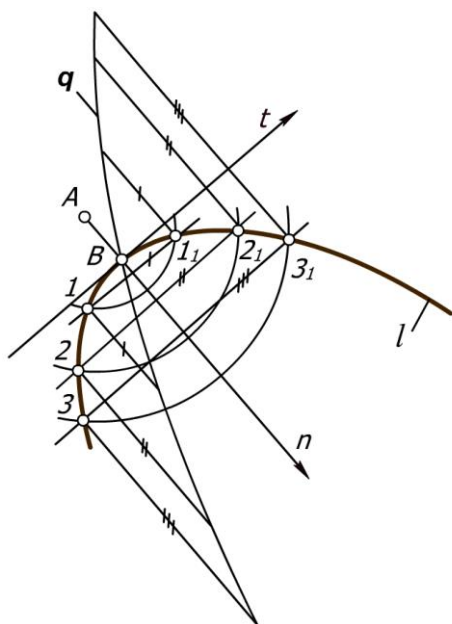


181-rasm

### 7.2.3. Egri chiziq ustida yotgan nuqta orqali unga urinma oʻtkazish.

Berilgan  $\ell$  egri chiziqni uning ustida yotgan  $A$  nuqtadan chikuvchi toʻgʻri chiziqlar bilan kesiladi (181-rasm).  $A$  nuqtadan oʻtuvchi urinmaning taxminiy yoʻnalishiga perpendikulyar qilib  $b$  toʻgʻri chiziqni oʻtkaziladi. kesuvchi nurlarga  $b$  toʻgʻri chiziqni kesib oʻtgan nuqtalardan boshlab usha chiziqning  $\ell$  dagi vatar uzunligi oʻlchab quyiladi. Nuqtalar toʻplami  $q$  egri chiziqni xosil qiladi.  $q$  egri chiziqning  $b$  bilan kesishish nuqtasi  $B$  ni  $A$  nuqta bilan birlashtirganda  $t$  urinmaga xosil boʻladi.





182-rasm

### 7.2.4. Egri chiziqdan tashqarida olingan nuqtadan unga normal o'tkazish.

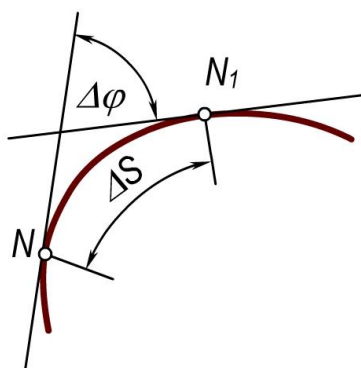
$l$  egri chiziqdan tashqaridagi A nuqtani konsentrik aylanalarning markazi sifatida qabul qilib (182-rasm), undan berilgan egri chiziqni kesuvchi bir necha aylanalar chiziladi. Bu aylanalar  $l$  egri chiziqni  $11_1, 22_1, 33_1, \dots$  nuqtalarda kesadi. Mos nuqtalarni o'zaro birlashtirib, egri chiziqning  $11_1, 22_1, 33_1, \dots$  vatarlarini xosil qilinadi. Vatarlar uchlaridan qarama-qarshi yo'nalishda unga perpendikulyar chiziqlar chiqariladi va ularga

vatarlar uzunliglarini o'lchab quyiladi. Bu kesmalarning uchlarini tartib bilan birlashtirib  $q$  chiziq xosil qiladi.  $q$  va  $l$  egri chiziqlar o'zaro B nuqtada kesishadilar. A va B nuqtalarni birlashtiruvchi  $n$  to'g'ri chiziq  $l$  egri chiziqning normalini bo'ladi.

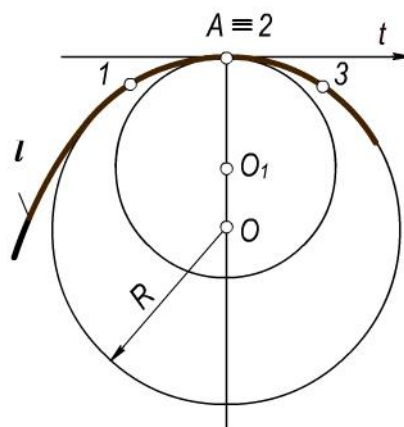
### 7.3. Tekis egri chiziqning egriligi

Qo'shni yarim urinmalar orasidagi  $\alpha$  burchakni ular orasidagi  $s$  yoy uzunligiga nisbatining limiti *egri chiziqning egriligi* deyiladi (183-rasm). Egrilikni  $k$  bilan belgilasak, u quyidagicha ifodalanadi:

$$k = \lim_{\Delta s \rightarrow 0} \frac{\Delta \varphi}{\Delta s}.$$



183-rasm



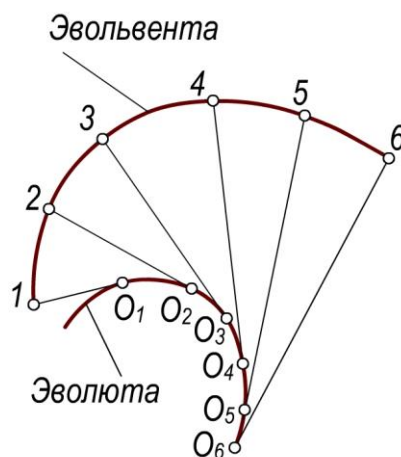
184-rasm

Bunda  $\varphi$  burchak qancha katta bo'lsa, egri chiziq shuncha ko'p egilgan va, aksincha, qanchalik kichik bo'lsa, egri chiziq shuncha kam egilgan bo'ladi. Egrilik qiymati egri chiziqning har bir nuqtasida har xil bo'ladi. Aylananing hamma nuqtasidagi egrilik bir xildir, to'g'ri chiziqda esa egrilik nolga teng. Har qanday egri chiziqning egriligi aylana yordamida aniqlanadi. Bu aylana egri chiziqdagi cheksiz yaqin uchta 1, 2, 3 nuqtalardan o'tadi. Uning radiusi, **egrilik radiusi**, markazi esa **egrilik markazi** deyiladi. Egrilik radiusi  $R$  va egrilik miqdori  $k$  o'zaro teskari proporsionaldir:  $k=1/R$ , ya'ni egrilik radiusi  $R$  qancha katta bo'lsa,  $k$  egrilik shuncha kichik va, aksincha, egrilik radiusi qancha kichik bo'lsa  $k$  egrilik shuncha katta bo'ladi. Masalan, to'g'ri chiziqda egrilik radiusi cheksiz katta bo'lganligi tufayli egrilik nolga teng.

#### 7.4. Evolyuta va evolventa

Biror  $\ell$  egri chiziqning hamma nuqtalari uchun egrilik markazlari yasalsa, ularning to'plami  $\ell_1$  egri chiziqni hosil qiladi. Bu  $\ell_1$  egri chiziq berilgan  $\ell$  egri chiziqning *evolyutasi* deb ataladi (185-rasm).  $\ell$  egri chiziq  $\ell_1$  evolyutaga nisbatan evolventa deyiladi).

Evolyutaning urinmalari  $\ell$  evolventaning normalidir. Evolyuta urinmalarida cheksiz ko'p evolventalar joylashgan bo'lishi mumkin. Shuning uchun egri chiziqning evolyutasi o'z evolventasini aniqlay olmaydi, lekin uning evolventasi o'z evolyutasini aniqlay oladi.



185-rasm

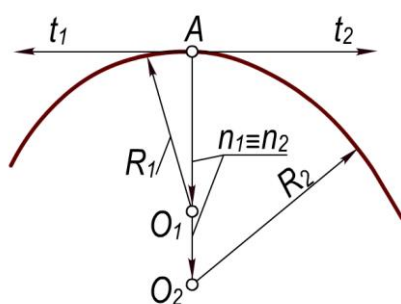
## 7.5. Tekis egri chiziq nuqtalarining klassifikatsiyasi

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 yo‘llaridan tashkil topgan chiziq *ulama* chiziq deyiladi. Bu yo‘llarning ulanish nuqtalari ulama chiziqning *uchlari*, ulanuvchi yo‘llarning 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 quyidagilardan iborat:

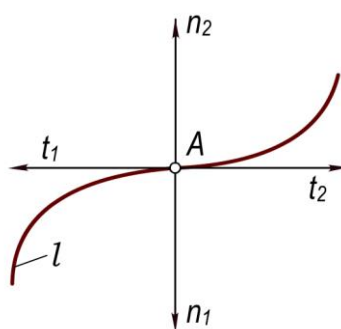
**Qo‘sh nuqta.** Yarim urinmalar qarama-qarshi yo‘nalishga ega, normallar ustma-ust tushadi, egrilik markazlari esa har xil joylashadi (186-rasm).

**Egilib o‘tish nuqtasi.** Yarim urinmalar ham, normallar ham qarama-qarshi yo‘nalishda bo‘ladi (187-rasm).

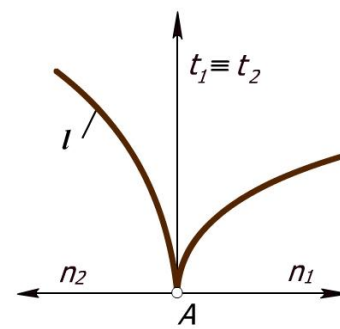
**Birinchi turdagi qaytish nuqtasi.** Yarim urinmalar ustma-ust tushadi va bir xil yo‘nalishda bo‘ladi, normallar qarama-qarshi yo‘nalishda bo‘lib, bir chiziq ustida yotadi (188-rasm).



186-rasm



187-rasm

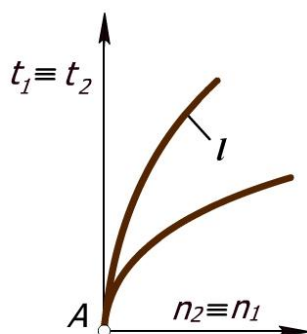


188-rasm

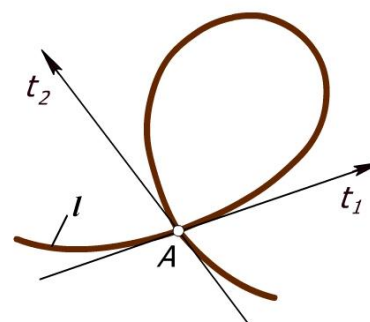
**Ikkinchi turdagi qaytish nuqtasi.** Yarim urinmalar va normallar juft-juft bo‘lib bir xil yo‘nalishga ega bo‘ladi (189-rasm);

**Sinish nuqtasi.** Yarim urinmalar va normallar har xil yo‘nalishda bo‘ladi (188-rasm);

**Tugun nuqta.** Tugun nuqtada egri chiziq o'zini-o'zi bir va bir necha marta kesib o'tadi (190-rasm).



189-rasm



190-rasm

### 7.6. Ikkinchi tartibli egri chiziqlar

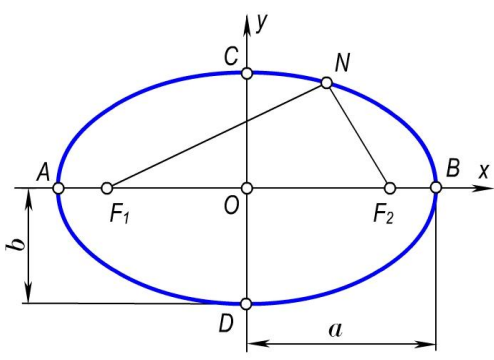
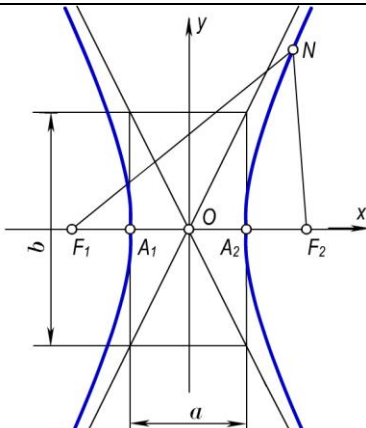
Ta'rif. Ikkinchi darajali tenglamalar bilan ifodalanuvchi egri chiziqlar ikkinchi tartibli egri chiziqlar deyiladi.

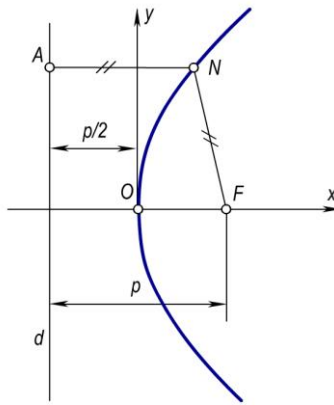
Bunday chiziqlar to'g'ri chiziq bilan eng ko'pi ikki nuqtada kesishadi. Ikkinchi tartibli egri chiziqlar va ularning xususiyatlaridan mashinasozlikda, binokorlikda, umuman muhandislik amaliyotining barcha tarmoqlarida keng foydalaniladi. Shu boisdan ham 2-tartibli egri chiziqlari mukammal o'rganilgan. 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. Chizmachilikda va chizma geometriyada esa ularni yasash va hosil bo'lish usullari o'rganiladi.

Ikkinchi tartibli egri chiziqlarning nomi, ta'rifi, tenglamasi va ularning shakllari 191-jadvalda keltirilgan.

191-jadval

<p><b>Aylana</b> Berilgan nuqtadan teng masofalarda joylashgan nuqtalarning to'plami aylana deyiladi.</p>	
---	--

<p><b>Kanonik tenglamasi</b></p> $x^2 + y^2 = R^2$ <p><b>Parametrik tenglamasi</b></p> $x = R \cdot \cos t$ $y = R \cdot \sin t$	
<p><b>Ellips</b></p> <p>Berilgan ikki <math>F_1</math> va <math>F_2</math> nuqtadan uzoqliklarining yig'indisi o'zgarmas miqdor bo'lgan nuqtalarning to'plami ellips deyiladi. <math>F_1N + F_2N = AB = const</math></p> <p><b>Kanonik tenglamasi</b></p> $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ <p><b>Parametrik tenglamasi</b>    <math>x = a \cos t</math>  <math>y = b \sin t</math></p>	
<p><b>Giperbola</b></p> <p>Berilgan <math>F_1</math> va <math>F_2</math> ikki nuqtadan uzoqliklarining ayirmasi o'zgarmas miqdor bo'lgan nuqtalarining to'plami giperbola deyiladi. <math>F_1N - F_2N = A_1A_2 = const</math></p> <p><b>Kanonik tenglamasi</b></p> $\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$ <p><b>Parametrik tenglamasi</b>    <math>x = a \sec t</math>  <math>y = b \operatorname{tg} t</math></p>	

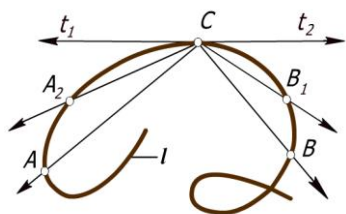
<p><b>Parabola</b></p> <p>Berilgan nuqtadan va d to'g'ri chiziqdan teng masofalarda joylashgan nuqtalarning to'plami parabola deyiladi. <math>FN=AN</math></p> <p>Kanonik tenglamasi <math>y^2=2px</math></p> <p>Parametrik tenglamasi</p> $x=t, y=\sqrt{2pt} \text{ yoki } y=t,$ $x=t^2/2p$	
--	--

### 7.7. Fazoviy egri chiziqlar. Ularga urinma va normallar o'tkazish

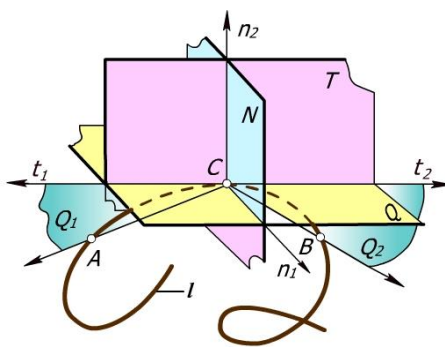
Ta'rif. Hamma nuqtalari bitta tekislikda yotmagan egri chiziq fazoviy egri chiziq deyiladi.

Fazoviy egri chiziqni ikki xil egrilikka ega chiziq ham deb yuritiladi, 7.16-rasmda tasvirlangan fazoviy  $\ell$  egri chiziqqa uning S nuqtasida urinma o'tkazish ko'rsatilgan. Egri chiziq ustidagi S nuqta orqali SA va SB kesuvchi to'g'ri chiziqlarni o'tkazamiz. So'ngra A nuqtani egri chiziq buylab S nuqtaga yaqinlashtira boramiz.

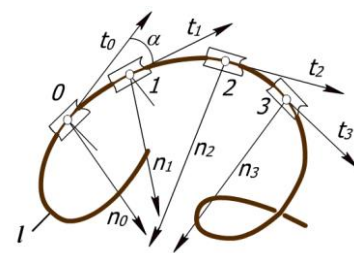
A nuqta S nuqtaga cheksiz yaqinlashganda SA kesuvchining limiti  $\ell$  egri chiziqning S nuqtasidagi  $t_1$  urinmaga aylanadi. Bunda  $t_1$  urinma  $\ell$  egri chiziqning S nuqtasida o'tkazilgan yarim urinma deyiladi. S nuqta orqali o'tuvchi  $t_2$  yarim urinma ham SB kesuvchi orqali xuddi shunday yasaladi. U o'zining limit vaziyatida  $t_1$  yarim urinma bilan bitta  $\ell$  to'g'ri chiziqda yotadi (192-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'rilovchi va ularga perpendikulyar bo'lgan normal deb ataluvchi tekisliklar muhim rol o'ynaydi.



191-rasm



192-rasm



193-rasm

Egri chiziqning *yopishma* tekisligi quyidagicha yasaladi. Berilgan  $\ell$  fazoviy egri chiziqda yotgan  $S$  nuqta orqali unga  $t_1, t_2$  yarim urinmalar o'tkazilgan bo'lsin. 192-rasmda  $SA$  va  $SB$  kesuvchi to'g'ri chiziqlarni o'tkazib  $t_1SA$  ( $Q_1$ ) va  $t_2SB$  ( $Q_2$ ) kesuvchi tekisliklarni hosil qilamiz.  $A$  va  $B$  nuqtalarni  $S$  nuqtaga yaqinlashtirganda  $Q_1$  va  $Q_2$  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  $S$  nuqtasida o'tkazilgan *yopishma* tekisligi deyiladi.

Fazoviy egri chiziqning berilgan nuqtasida unga cheksiz ko'p normal o'tkazish mumkin. Normallar to'plami hosil kilgan  $N$  tekislik egri chiziqning berilgan nuqtasida o'tkazilgan *normal tekisligi* deyiladi.

Normallar to'plamidagi chiziqlardan biri  $n_1$  yopishma tekislik ustida yotadi ( $n_1 \in Q$ ), boshqa biri  $n_2$  esa unga perpendikulyar joylashgan ( $n_2 \perp Q$ ) bo'ladi. Shulardan birinchisi  $n_1$ —bosh normal, ikkinchisi  $n_2$  — binormal deyiladi. Binormal  $n_2$  va urinma  $t$  hosil kilgan  $T$  tekislik to'g'rilovchi (rostlovchi) *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* deb yuritiladi. 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.

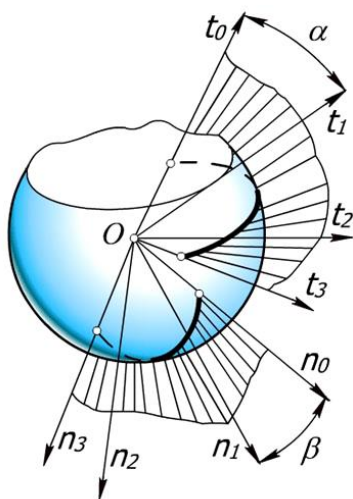


## 7.8. Fazoviy egri chiziqlarning tabiiy koordinatalarda berilishi

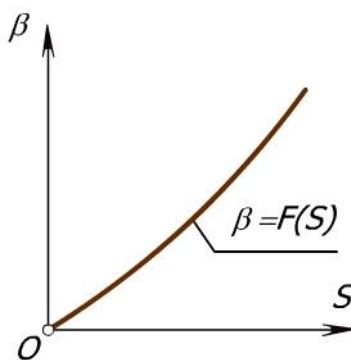
193-rasmda berilgan  $\ell$  fazoviy egri chiziqning  $0, 1, 2, \dots$  nuqtalarida unga o'tkazilgan  $t_0, t_1, t_2, \dots$  urinmalar va  $n_0, n_1, n_2, \dots$  binormallar tasvirlangan. Fazoviy egri chiziq bo'ylab harakatlanuvchi nuqta uzluksiz o'zgaruvchi quyidagi uchta miqdor bilan bevosita bog'liq bo'ladi:

- tanlab olingan  $0$  nuqtadan boshlab qo'shni nuqtalar orasidagi  $s$  masofa;
- $t$  yarim urinmaning burilish burchagi  $\alpha$ ;
- qo'shni binormallar orasidagi  $\beta$  burchak.

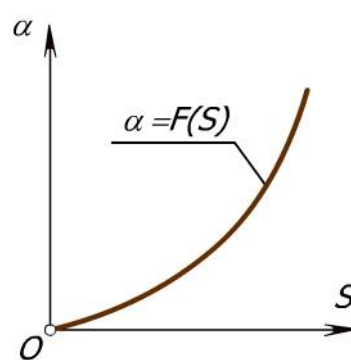
Yarim urinmalar orasidagi  $\alpha$  burchak **qo'shni burchak**, binormallar orasidagi  $\beta^\circ$  burchak **burilish burchagi** deyiladi.  $s, \alpha$  va  $\beta$  miqdorlar fazoviy egri chiziqning tabiiy koordinatalari deb yuritiladi.



194-rasm



195-rasm



196-rasm

Fazoviy egri chiziqning  $\alpha$  qo'shni burchagi va  $\beta$  burilish burchagini quyidagicha aniqlash mumkin (194-rasm). Ixtiyoriy tanlab olingan biron  $0$  nuqtadan yarim urinmalarga va binormallarga parallel qilib  $t_0, t_1, t_2, \dots$  va  $n_0, n_1, n_2, \dots$  to'g'ri chiziqlar chiqaramiz. Bu to'g'ri chiziqlar to'plami ikki konus sirtini: **yarim urinmalar yo'naltiruvchi konusi va binormallar yo'naltiruvchi konusini** tashkil qiladi.  $0$  nuqtani sferaning markazi sifatida qabul qilib biror  $R$  radiusi sfera o'tkazamiz. Bu sfera yarim urinmalar va binormallar yo'naltiruvchi konuslarini



yarim urinmalar va binormallar sferik *indikatriisalari* deb ataluvchi egri chiziqlar bo'yicha kesadi.  $\alpha$  va  $\beta$  burchaklar miqdorlari bo'yicha (masalan, radianda) indikatriisa yoy uzunliklari o'lchanadi. Fazoviy egri chiziqning  $s$  uzunligi va unga mos ravishda  $\alpha$  qo'shni burchak va  $\beta$  burilish burchagi o'lchanib quyidagicha bog'liqliklar tuziladi:  $\alpha=f(s)$ ,  $\beta=f(s)$  va ular fazoviy egri chiziqning tabiiy koordinatalaridagi tenglamalari deb ataladi. 195 va 196-rasmlarda shu tenglamalarning grafiklari yasalgan.

**Fazoviy egri chiziqning egriligi.**  $\alpha=f(s)$  tenglamaning grafigi bo'yicha  $\Delta\alpha/\Delta s$  nisbatning  $\Delta s \rightarrow 0$  dagi limitini aniqlash mumkin. Bu esa egri chiziqning berilgan nuqtasidagi egrilik radiusini aniqlaydi, ya'ni  $R = \lim_{\Delta s \rightarrow 0} \frac{\Delta\alpha}{\Delta s}$  bo'ladi.

$R$  ning miqdori egri chiziqning cheksiz yaqin uchta nuqtasi orqali o'tuvchi aylana radiusiga teng.

Egrilik radiusi qanchalik kichik bo'lsa, chiziq shuncha ko'p egilgan bo'ladi. Egrilik radiusiga teskari miqdor  $K_1$  fazoviy egri chiziqning birinchi egriligi deyiladi. U quyidagicha ifodalanadi:  $K_1 = \frac{1}{R}$ .

Fazoviy egri chiziqda uning o'z o'qi atrofida burilib harakatlanishi hisobiga ikkinchi xil egilish hosil bo'ladi. Burilish burchagi yopishma tekislikning burilishini ifodalaydigan  $\beta$  burchak bilan o'lchanadi.

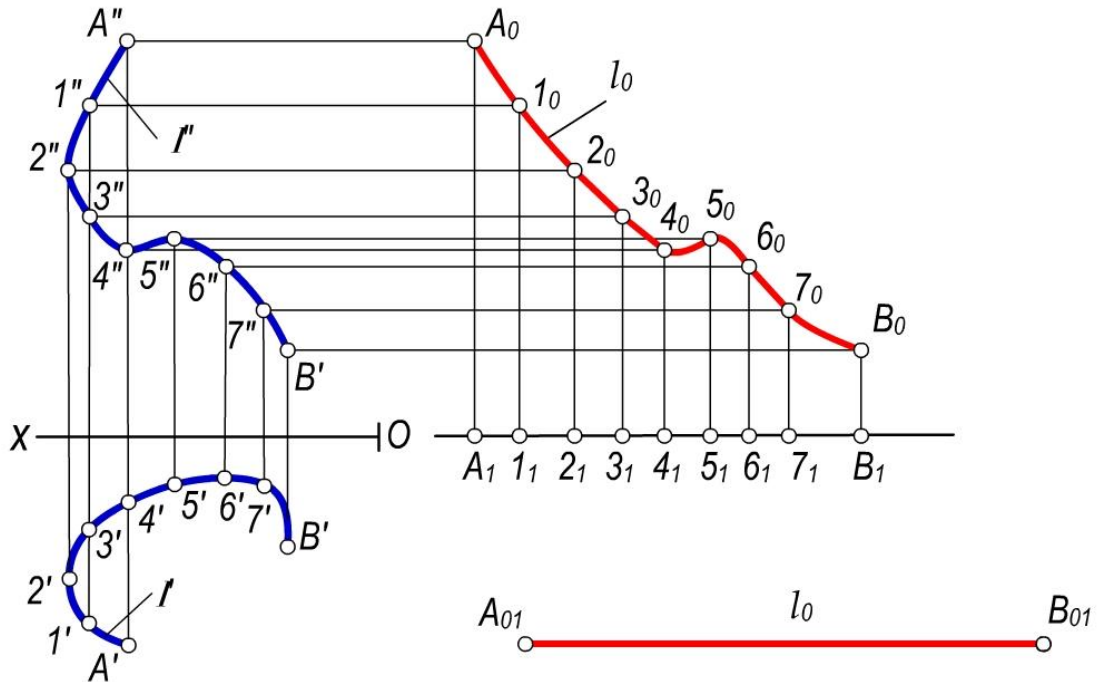
$\beta=f(s)$  bog'lanish grafigi bo'yicha  $\Delta\beta/\Delta s$  nisbatini aniqlash mumkin.  $\Delta\beta/\Delta s$  nisbatning  $\Delta s \rightarrow 0$  dagi limiti fazoviy egri chiziqning berilgan nuqtasidagi vint parametri deyiladi:  $P = \lim_{\Delta s \rightarrow 0} \frac{\Delta\beta}{\Delta s}$ .

Vint parametriga teskari  $K_2$  miqdor fazoviy egri chiziqning ikkinchi egriligi yoki burilish egriligi deyiladi. Uning qiymati  $K_2 = \frac{1}{P}$  bo'ladi.

Fazoviy egri chiziqning berilgan nuqtasidagi to'la egriligi  $K^2 = K_1^2 + K_2^2$  ifodasi bilan aniqlanadi.

## 7.9. Fazoviy egri chiziqning uzunligini uning to'g'ri burchakli proeksiyalariga asosan aniqlash

Biror fazoviy  $\ell$  egri chiziqning  $\ell'$  va  $\ell''$  to'g'ri burchakli proeksiyalari berilgan bo'lsin. (197-rasm). Uning uzunligini grafik usulda aniqlash uchun quyidagi yasash algoritmlari bajariladi.



197-rasm

Egri chiziqning  $\ell'$  - gorizontaal proeksiyasi  $A'B'$  ni har bir bo'lagini ixtiyoriy tanlangan  $a$  to'g'ri chiziqning  $A_1$  nuqtadan boshlab unga ketma-ket quyib chiqiladi. Xosil bo'lgan  $A_1, B_1$  kesma  $A'B'$  gorizontaal proeksiyani to'g'rilangani yoki uni uzunligini o'lchovchi kesma bo'ladi.

So'ngra  $a$  to'g'ri chiziqning  $A_1, 1_1, 2_1, 3_1, \dots, V_1$  nuqtalaridan unga perpendikulyarlar chiqariladi. Bu perpendikulyarlarga ixtiyoriy tanlangan gorizontaal  $Ox$  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.

## 7.10-§. Vint chiziqlari

**Silindrik vint chiziqlar:** Ta'rif. Nuqtaning silindrik sirt bo'ylab aylanma va ilgariylanma harakati natijasida hosil bo'lgan traektoriyasi silindrik **vint chizig'i** deyiladi.

198,a-rasmda  $A_0C_0$  yasovchining bir necha holatlari  $A_1C_1, A_2C_2, A_3C_3, \dots$  tasvirlangan. Bunda yoqlar  $A_0B_1=B_1B_2=B_2B_3=\dots$  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  $A_2B_2=2 \cdot A_1B_1, A_3B_3=3 \cdot A_1B_1$  va x.k. bo'lib,  $A_0A_{12}$  yasovchi bir marta aylanma harakat qilganda  $A_{12}V_{12}=12 \cdot A_1V_1$  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 ikkinchi o'rami hosil bo'ladi.

198,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 gorizontaal 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 gorizontaal proeksiyasi aylana bilan ustma-ust tushadi. Vint chizig'ining frontal proeksiyasi sinusoidagi o'xshash chiziq bo'ladi.

Silindrik vint chizig'ining yoyilmasi 198,b-rasmda keltirilgan. Buning uchun biror  $a$  to'g'ri chiziqqa silindr asosi aylanasining yoy uzunligi  $\pi d$  qo'yiladi va u 12

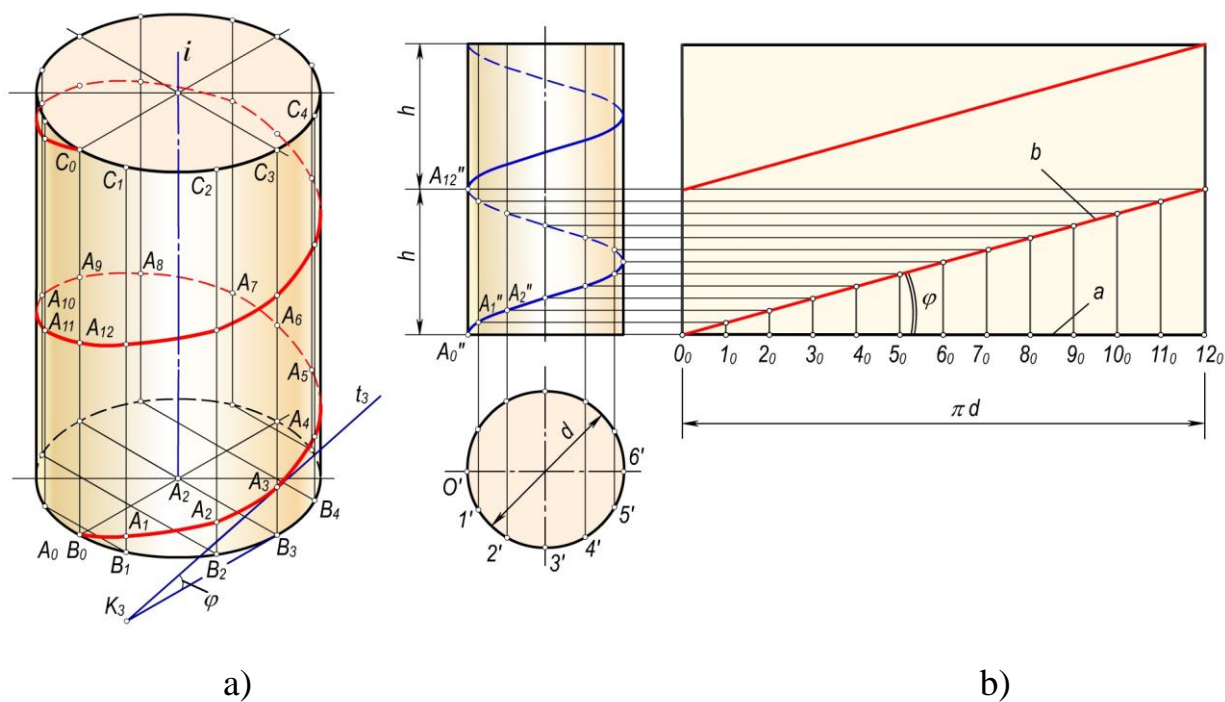
ta teng bo'lakka bo'linadi. Hosil bo'lgan  $0_0, 1_0, 2_0, \dots, 12_0$  nuqtalardan  $a$  ga perpendikulyar chiziqlar chiqariladi. Bu perpendikulyarga vint chizig'i nuqtalarining applikatorlari mos ravishda o'lchab qo'yiladi. Hosil bo'lgan nuqtalar to'plami  $b$  to'g'ri chiziqni hosil qiladi. Bu to'g'ri chiziqni  $a$  bilan tashkil qilgan  $\varphi$  burchagi og'ish burchagi bo'ladi. Vint chizig'ining  $A_1$  nuqtasidan boshlab hosil bo'lgan ikkinchi bo'lagini aylanmasi ham  $b_1$  to'g'ri chiziq shaklida ko'rsatilgan.

Vint chizig'ining ko'tarilish burchagi  $\operatorname{tg} \varphi = h/\pi d$  formula bilan va uning bir o'ramining uzunligi  $l = \sqrt{h^2 + (\pi d)^2}$  formula bilan aniqlanadi.

Silindrning vint chizig'ini uning **geodezik chizig'i** deyiladi. Geodezik chiziqlar yordamida sirdagi 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.



198-rasm.

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  $\varphi$  burchak hosil qiladi (198,a–rasm). Shuning uchun silindrik vint chiziqni **bir xil qiyaqlikdagi chiziq** deyiladi.

Silindrik vint chizig'iga o'tkazilgan urinmalarning N tekislikdagi izlarining geometrik o'rni silindrik **sirt asosining evolventasi** bo'ladi. Asos aylanasi esa **evolyuta** hisoblanadi.

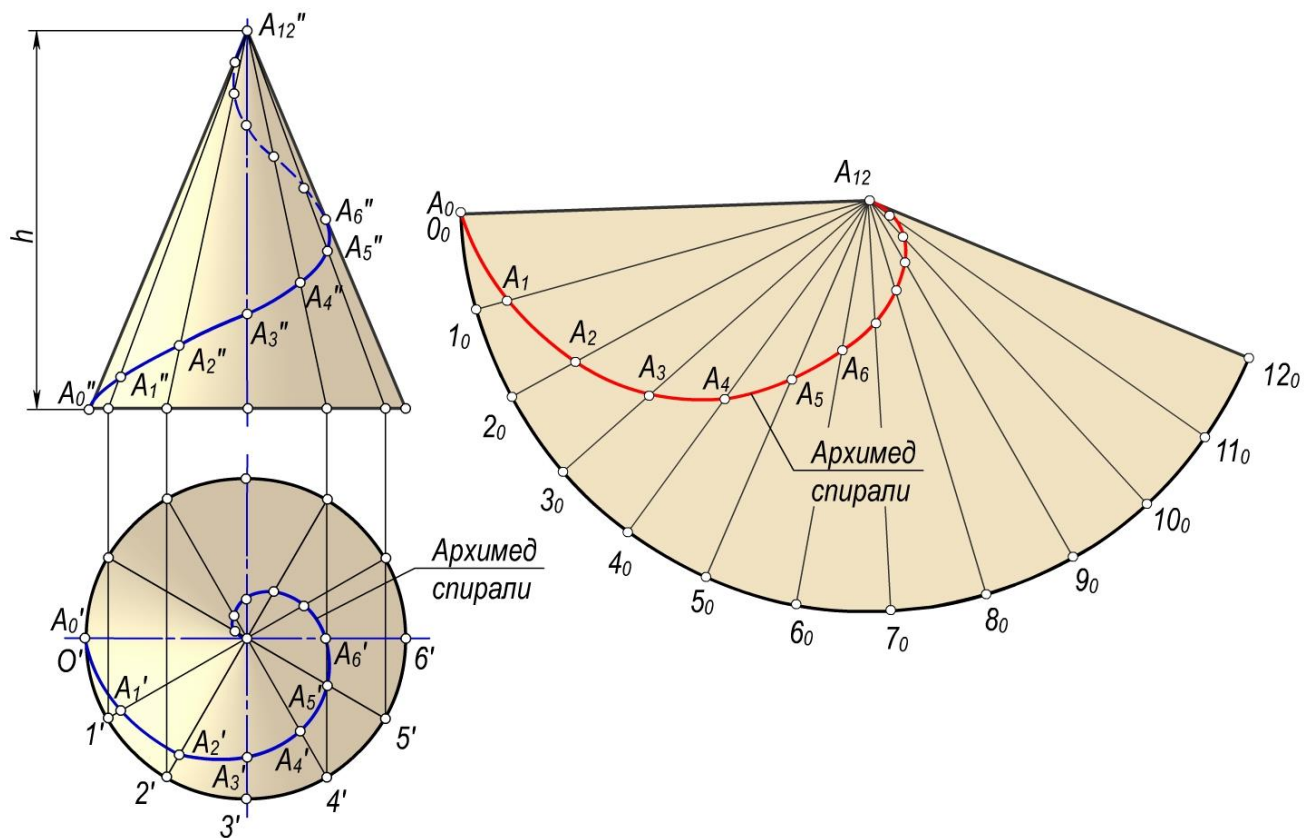
Agar silindr sirtidagi boshlang'ich  $A_0$  nuqtaning ilgariylanma va aylanma harakati o'zaro proporsional bo'lmasa, o'zgaruvchi qadamli vint chiziq xosil bo'ladi.

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

Nuqtaning konus yasovchisi buylab harakati shu yasovchining aylanish burchagiga proporsionaldir. 199,a–rasmda konusning 12 ta yasovchilarining holatlari chizilgan va ularga nuqtalarning holatlari mos ravishda belgilangan. A nuqtaning konus sirti buylab 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.

199,b-rasmda aylanma konus yoyilmasi va unda konus vint chizig'ining yoyilmadagi holati yasalagan. Bu chiziq yoyilmada Arximed spirali ko'rinishida bo'ladi.



199-rasm.

### Nazorat savollari

1. Tekis va fazoviy egri chiziqlarning farqi nimada?
2. Egri chiqqa urinma deb nimaga aytiladi.
3. Egri chiziqning egriligi deb nimaga aytiladi?
4. Egri chiziqning evolyutasi deb nimaga aytiladi?
5. Egri chiziqning biror nuqtasida unga normal qanday o'tkaziladi?
6. Tekis egri chiziqlarning maxsus nuqtalarini aytib bering?
7. Ikkinchi tartibli egri chiziqlar deb nimaga aytiladi va ularning turlarini aytib bering?
8. Silindrik va konussimon vint chiziqlari qanday xosil bo'ladi?
9. Vint chizig'ining qadami nima?
10. Qanday chiziqni geodezik chiziq deyiladi?

## VIII BOB. SIRTLAR

### 8. Sirtlar to'g'risida umumiy ma'lumotlar.

#### Sirtlarni chizmada berilishi. Sirtlarda nuqta tanlash

##### 8.1.1. Sirtlar hosil bo'lishi va ularni chizmada berilishi

Yasovchi deb ataluvchi ixtiyoriy chiziqning fazoda ma'lum qonunga asosan uzluksiz harakatidan sirtlar hosil bo'ladi. Bunda sirt hosil qiluvchi yasovchi o'zgarmas yoki o'zgaruvchan bo'lishi o'am mumkin.

Yasovchi chiziqning turiga qarab sirtlar to'g'ri va egri chizikli sirtlarga bo'linadi.

Yasovchi chiziq biror o'q atrofida aylanma harakat qilsa aylanish sirtlari hosil bo'ladi. Aylanma konus, aylanma silindr, shar, tor, ellipsoid, paraboloid kabi sirtlar shular jumlasidandir. To'g'ri chizikli yasovchining biror o'q atrofida ham aylanma, ham ilgarilama harakat qilishidan vint sirti hosil bo'ladi. To'g'ri chizikli sirtlar yoyiluvchi va yoyilmas sirtlarga bo'linadi.

Bunday sirtlar yasovchi to'g'ri chiziqning biror to'g'ri yoki egri yo'naltiruvchi chiziqqa urinib harakatlanishidan hosil bo'ladi va ularni yoyilganda barcha nuqtalari bilan tekislikka joylashadi. Bunday to'g'ri chizikli yoyiluvchi sirtlarga torslar deyiladi. Torslar uchta turga bo'linadi:

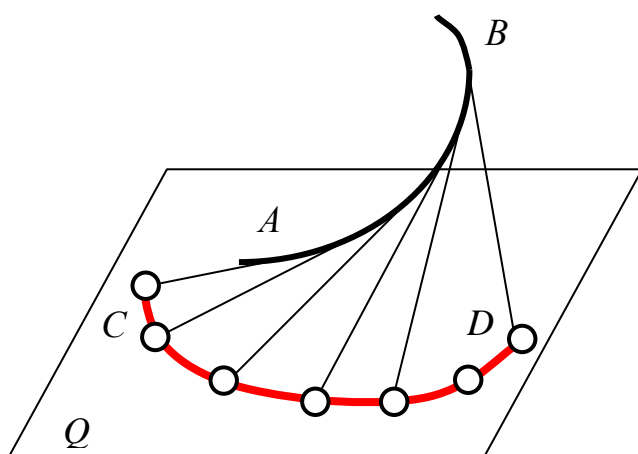
1. Qaytish qirrali sirtlar;
2. Konus sirtlar;
3. Silindrik sirtlar.

**Qaytish qirrali sirtlar.** Bunday sirtlar yasovchi to'g'ri chiziqning biror yo'naltiruvchi AB egri chiziqqa urinma harakatidan hosil bo'ladi. Bu AB egri chiziqni qaytish qirrasi deb ataladi. Sirtning yo'naltiruvchi AB egri chizig'i uni ikki qismga bo'ladi. Shuning uchun unga qaytish qirrasi deb ataladi, 200-rasmda bunday sirtning faqat bir bo'lagi ko'rsatilgan. Qaytish qirrali sirtning yasovchilarini Q tekislik bilan kesishidan CD egri chiziq hosil bo'ladi. Qaytish qirrali sirtlarda bir-biriga yaqin joylashgan yasovchilar oracidagi yuza tekis

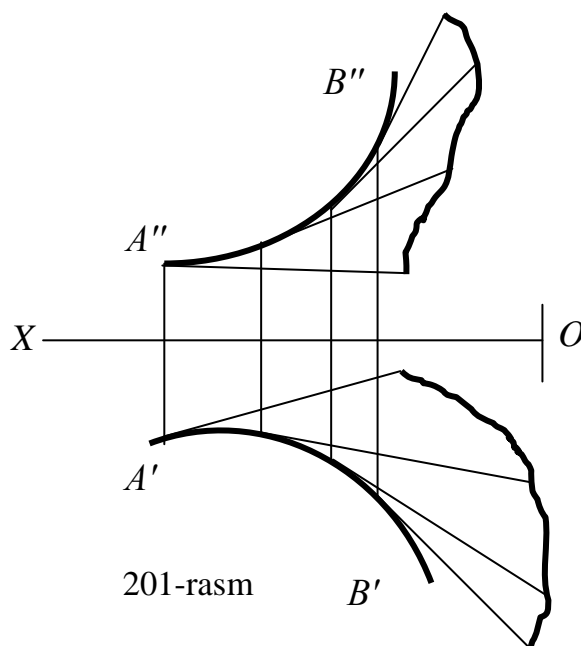
element deb ataladi. Shunday tekis elementlardan hosil bo'lgan sirtlarni barcha nuqtalarini tekislikka joylashtirish mumkin.

Qaytish qirrali sirtning qiyofasi uning qirrasini turiga bog'liq. Agar qaytish qirrasini vint chizig'i bo'lsa, urinma bo'lib harakat qiladigan chiziq yoyiluvchi gelisoid sirtini hosil qiladi.

Qaytish qirrali sirtlar chizmada qirrasining proyeksiyalari bilan ko'rsatiladi, buning uchun qaytish qirrasida bir nechta ixtiyoriy nuqtalar tanlanib, 201-rasm, ular orqali urinmalar o'tkaziladi. Chizmada urinmalar ixtiyoriy chiziq bilan chegaralangan.



200-rasm



201-rasm

### Konus sirtlar

Agar qaytish qirrali sirtning qirrasini cheksiz kichrayib borib nuqtaga aylanib qolsa, sirtning barcha yasovchilari shu nuqtadan o'tib, ularning bog'lami konus sirtini hosil qiladi.

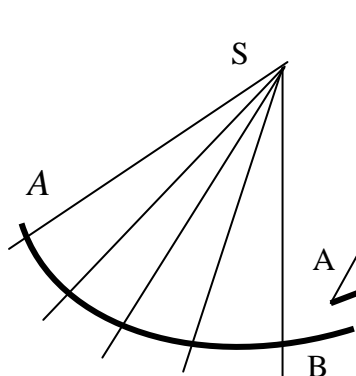
Konus sirtini hosil qilish uchun, uning uchi qaytish qirrasini bilan birga, yo'naltiruvchi egri chizig'i xususiy holda sinik chizig'i berilgan bo'ladi. Agar uning yo'naltiruvchi egri chizig'i xususiy holda sinik chiziq bo'lsa, ikki yoqli burchaklar hosil bo'ladi.

Shunday qilib konus sirtlar, qo'zg'almas nuqtadan o'tuvchi to'g'ri chiziqning yo'naltiruvchi egri chiziqqa doimo urinib harakatlanishidan hosil bo'lar

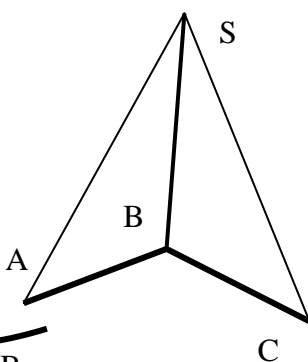


ekan. Agar yoʻnaltiruvchi egri siniq chiziqdan iborat boʻlsa, xosil boʻlgan sirtga piramida deyiladi.

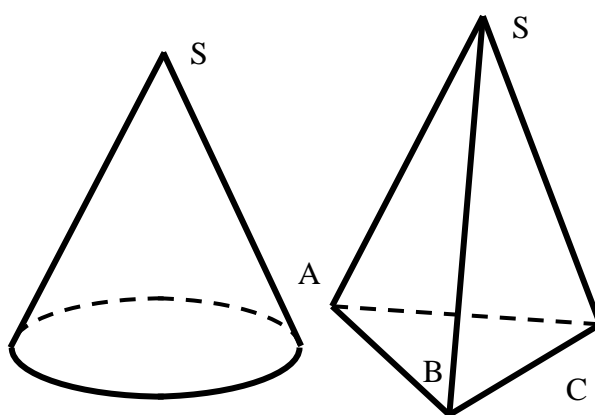
Konus sirtning turi uning yoʻnaltiruvchi egri chizigʻiga bogʻliq. Agar yoʻnaltiruvchi ochiq egri chiziq yoki siniq chiziq boʻlsa, ochiq konus sirti yoki ikki yoqli burchak, 202-rasm, agar yopiq boʻlsa, yopiq konus sirti deb ataladi, 203-rasm. 204-rasmda asosi uchburchakdan iborat boʻlgan piramida koʻrsatilgan. Chizmada konus sirlari,  $S$  uchi va yoʻnaltiruvchi aylanasini, piramida sirlari esa,  $S$  uchi va yoʻnaltiruvchi siniq chiziqlarini uchidan oʻtuvchi qirralarini proyeksiyalari yordamida beriladi.



202-rasm



203-rasm



204-rasm

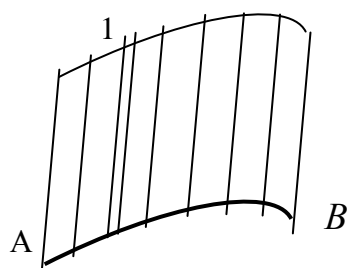
### Silindrik sirtlar

Agar konusning qaytish qirradi, yaʼni uchi cheksiz uzoqlikda boʻlsa, uning yasovchilari oʻzaro parallel boʻlib, hosil boʻlgan sirtga silindrik sirtlar deb ataladi. Ularni chizmada proyeksiyalash uchun yoʻnaltiruvchi egri chiziq va yasovchilarning yoʻnalishi beriladi. Xususiyl holda yoʻnaltiruvchi siniq chiziq boʻlishi mumkin, bunda prizma hosil boʻladi.

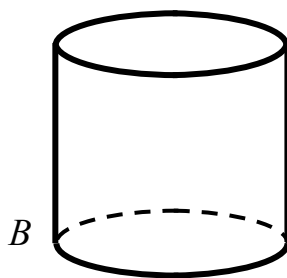
205-rasmda ochiq silindrik sirt koʻrsatilgan boʻlib, uning yoʻnaltiruvchisi  $AB$  egri chiziq,  $s \uparrow$  esa yasovchilar yoʻnalishini koʻrsatadi.

Qaytish qirrali, konus va silindrik sirtlarning qoʻshni yotgan yasovchilari tekis elementlarni hosil qiladi. Yaʼni bunday sirtlarni tekislikka yoyish mumkinligini koʻrsatadi.

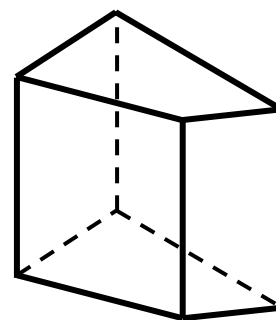
Quyidagi 206 va 207-rasmlarda silindr va prizma sirlari yo‘naltiruvchisi ko‘pburchak va yasovchilari to‘g‘ri chiziq yordamida berilgan.



205-rasm



206-rasm



207-rasm

### Aylanish sirlari

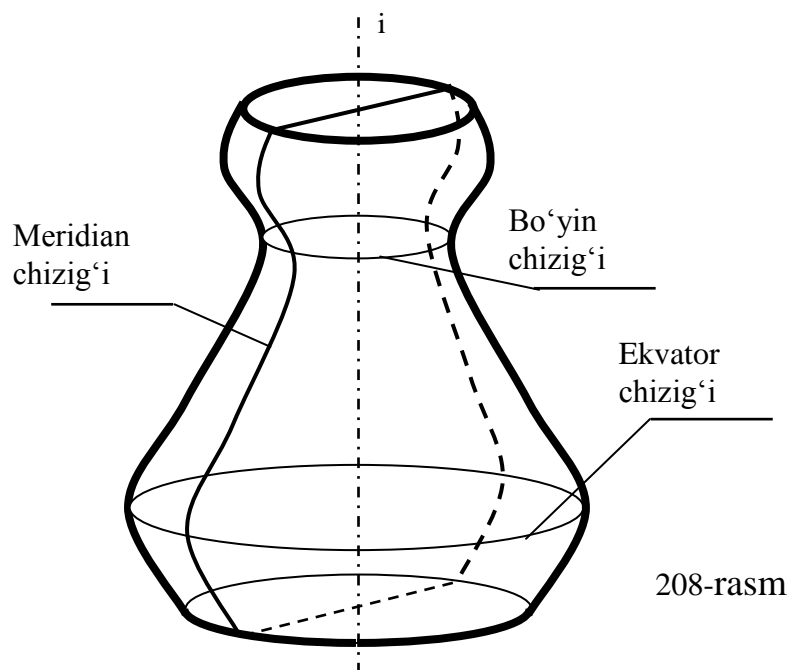
Agar sirtni yasovchi chizig‘i yo‘naltiruvchisi qo‘zg‘almas to‘g‘ri chiziq atrofida uzluksiz harakatlanib, uning barcha nuqtalarini qo‘zg‘almas to‘g‘ri chiziqdan uzoqliklari o‘zgarmay qolsa, hosil bo‘lgan geometri ko‘ringa aylanish sirti deb ataladi. Yo‘naltiruvchisi qo‘zg‘almas to‘g‘ri chiziq bunday sirtlarning aylanish o‘qi deb ataladi. Ya‘ni aylanish sirlari yasovchi chiziqni aylanish o‘qi atrofida aylanma harakat qilishi natijasida hosil bo‘ladi. Bunda yasovchi chiziqning barcha nuqtalari, tekisligi aylanish o‘qiga perpendikulyar bo‘lgan aylanalar bo‘ylab harakatlanadi, 208-rasm. Bu aylanalarga aylanish sirtining parallellari deb ataladi. Ulardan eng kichigiga bo‘yin va kattasiga ekvator chizig‘i deb ataladi.

Agar aylanish sirtlarini o‘qi orqali o‘tuvchi tekisliklar dastasi bilan kesilsa, meridian chiziqlari deb ataluvchi kesishuv chiziqlari hosil bo‘ladi. Bunday tekisliklar orasida  $V$  ga parallel bo‘lgan tekislik ham mavjud bo‘ladi.  $n$  aylanish sirti bilan kesishgan meridian chizig‘iga bosh meridian chiziq deb ataladi.

Chizmada ko‘p hollarda aylanish sirtlarining o‘qi  $H$  ga tik qilib olinadi, shunga ko‘ra ularning gorizontaal proyeksiyalari, uning asoslari, bo‘yin va ekvator chiziqlarini gorizontaal proyeksiyasidan iborat bo‘ladi. Frontal proyeksiyasi esa, bosh meridian chizig‘ining frontal proyeksiyasidan iborat bo‘ladi.

Aylanish sirtlarini birinchi yo‘naltiruvchisi egri chiziq va ikkinchisi to‘g‘ri chiziq bo‘lgan, yasovchi aylananing uzluksiz harakati natijasida ham hosil qilish

mumkin. Bunda yasovchi aylanalarning markazi yoʻnaltiruvchi toʻgʻri chiziqda yotib, yoʻnaltiruvchi egri chiziqqa urinib oʻtgan boʻladi.



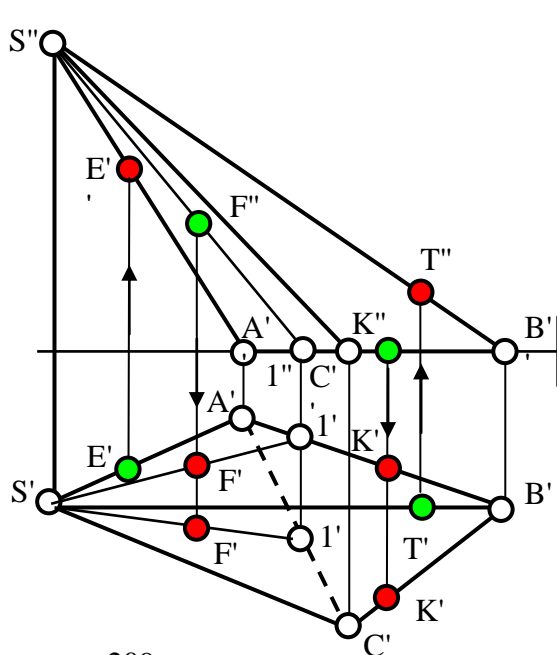
### 8.1.2 Sirtlarda nuqta tanlash

Tekislik oddiy sirt boʻlganligi uchun sirtlarda nuqta tanlash, tekislikda nuqta tanlash asosida tanlanadi. Yaʼni agar  $A$  nuqta  $F$  sirtlarning yasovchisi «ya» da yoki yoʻnaltiruvchisi «yoʻ» da yoki biror paralleli « $r_i$ » da yoki biror toʻgʻri chizigʻida yosa, u sirtning oʻzida ham yotadi. Bunga nuqtaning sirtlarda yotishlik sharti deb ataladi. Nuqtaning sirtlarda yotishlik shartining algoritmi quyidagicha boʻladi:

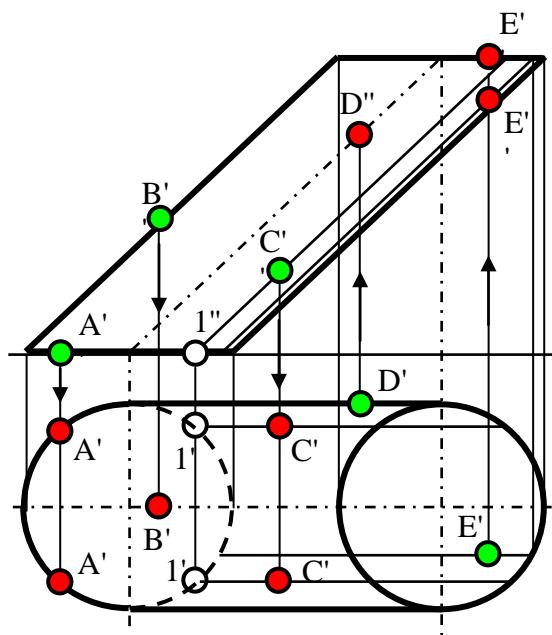
$$A \in \forall ya, \text{ yoki } A \in yo', \text{ yoki } A \in \forall qirra, \text{ yoki } A \in \forall p_i, \text{ yoki } A \in \forall t/ch \Rightarrow A \in \Phi \quad (1)$$

Misol: 1-algoritmdan foydalanib sirtlarda yotuvchi va bitta proyeksiyasi berilgan nuqtalarning etishmagan proyeksiyalari aniqlansin. Maslalani yechishda yoʻnaltiruvchisi berk boʻlgan torslarning chetki yasovchilarida va qirralarida yotuvchi nuqtalarning bittadan yetishmaydigan proyeksiyalari boʻladi. Oraliq yasovchilarida yoki yoʻnaltiruvchisida yoki parallellarida yoki bosh meridian chiziqlarida yotuvchi nuqtalar uchun ikkitadan yetishmaydigan proyeksiyalari boʻladi.

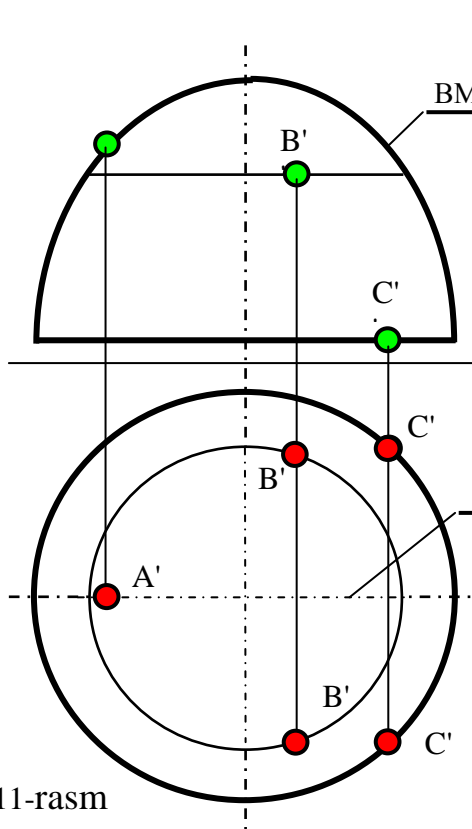
209, 210, 211 va 212-rasmlarda tegishli piramida, silindr, tor va shar sirtlarida va asoslarida yotuvchi nuqtalarining yetishmagan proyeksiyalarini aniqlashga misollar ko'rsatilgan.



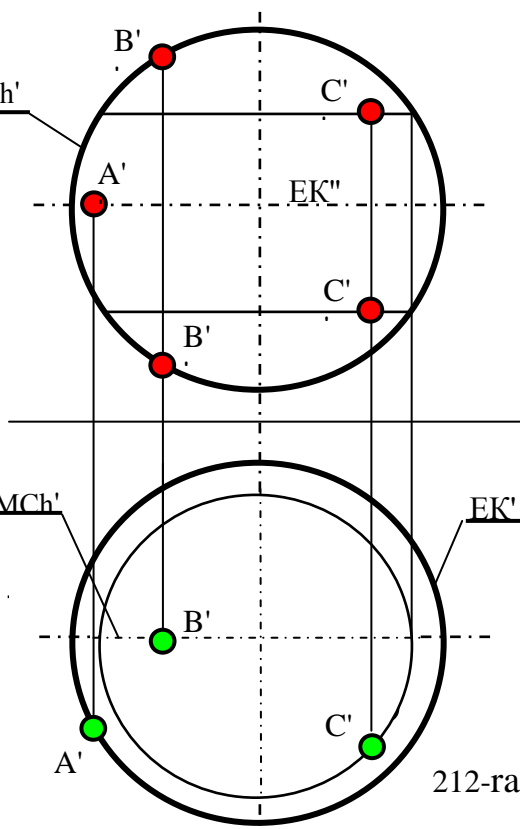
209-rasm



210-rasm



211-rasm



212-rasm

## 8.2. Ixtiyoriy va proyeksiyalovchi tekisliklar bilan sirtlarni kesishuvi. Sirtlarni to'g'ri chiziq bilan kesishuvi

### 8.2.1. Ixtiyoriy va proyeksiyalovchi tekisliklar bilan sirtlarni kesishuvi

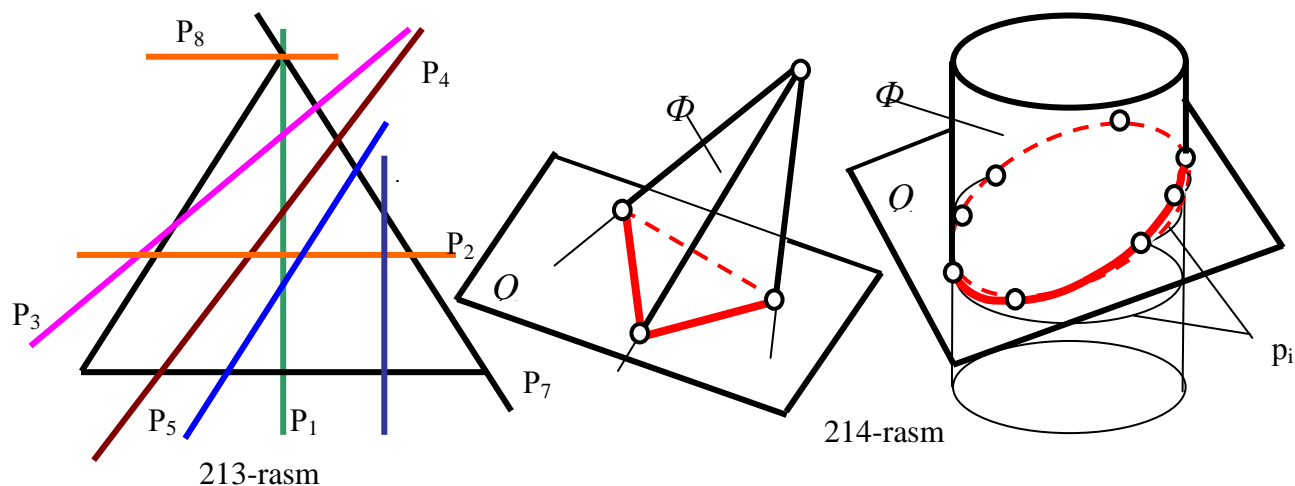
Sirtlar bilan tekislikni kesishuv chizig'i ya'ni kesimi ularning turiga va kesuvchi tekislikning vaziyatiga ko'ra to'g'ri chiziqdan yoki aylanadan yoki ko'pburchakdan yoki ellipsdan yoki biror qismi egri va to'g'ri chiziqlardan iborat berk kontur bo'ladi. Bunda kesuvchi tekislik ixtiyoriy yoki proyeksiyalovchi bo'lishi mumkin.

Eni proyeksiyalovchi tekislik bilan sirtlarni kesishuv chizig'ini aniqlashni ko'rib chiqaylik. Masalan to'g'ri doiraviy konus sirtini uchi orqali o'tuvchi  $R_1$  tekislik bilan kesilsa, uchburchak, uni o'qiga tik bo'lgan  $R_2$  tekislik bilan kesilsa, aylana hosil bo'ladi. Agar konus sirtini uning o'qiga og'ma  $R_3$  tekislik bilan barcha yasovchilari kesilsa ellips, shuningdek uni yasovchilarini  $R_4$  tekislik bilan qisman kesib o'tsa, ya'ni asosini ham kesib o'tsa, to'liq bo'lmagan ellips va to'g'ri chiziq hosil bo'ladi. Agar uni bitta yasovchisiga parallel  $R_5$  tekislik bilan kesilsa, parabola va uni bir yo'la ikkita yasovchisiga parallel  $R_6$  tekislik bilan kesilsa giperbola hosil bo'ladi. Agar kesuvchi tekislik konus sirtining uchidan o'tgan bo'lsa kesim chizig'i nuqta yoki u konus sirtining uchidan o'tib asosiga urinib o'sa, kesishuv chizig'i to'g'ri chiziqdan iborat bo'ladi, 213-rasm. Chizmada konus sirtining faqat frontal proyeksiyasi berilgan.

Bunday masalalarni proyeksiyalovchi tekislikning xossasidan ham foydalanib yechish mumkin. Chunki bu xossaga ko'ra izlanyotgan kesishuv chizig'ining bitta proyeksiyasi avvaldan ma'lum bo'ladi. Shuning uchun masalani sirtlarda yotuvchi nuqtalarning yetishmagan proyeksiyalarini topish yo'li bilan quyidagicha ishlanadi:

1. Proyeksiyalovchi  $P$  tekislik  $H$  ga tik bo'lsa,  $P' \equiv P_H$  bo'ladi, shuning uchun;  $kch' \equiv P_H$  bo'ladi. Kesishuv chizig'i- $kch$  ning yetishmagan frontal proyeksiyasini topish uchun, uning gorizontaal proyeksiyasida bir nechta nuqtalar

tanlab olinadi va ularning frontal proyeksiyalari aniqlanadi. Nuqtalarni tanlashda avval chetki yasovchilarda, asoslarida, bo‘yin yoki ekvatorida va bosh meridian chiziqlaridagi nuqtalari olinadi. So‘ngra oraliq nuqtalari tanlab olinadi va ularning frontal proyeksiyalari aniqlanadi.



2. Topilgan nuqtalar ketma-ket tutashtirilib kesishuv chizig‘ining frontal proyeksiyasi aniqlanadi. Agar *kch* egri chiziq bo‘lsa, oraliq nuqtalarni ko‘proq olish tavsiya etiladi. Bu holda masalani yechish algoritmi quyidagicha bo‘ladi:

1. *kch* yotuvchi 1,2,3,... nuqtalar tanlanib, 1',2',3',...topiladi; (1)
2. Bu nuqtalarni birlashtirib *kch''* yasladi, 214-rasm.

Shuningdek ko‘p hollarda sirlarni proyeksiyalovchi tekislik bilan kesishuv chizig‘ini yasash, proyeksiyalovchi tekislik bilan to‘g‘ri chiziqni kesishgan nuqtasini aniqlash asosida, ya‘ni bitta grafik amal bilan yechiladigan masalani bir necha bor takror bajarib, quyidagicha yechiladi, 214-rasm:

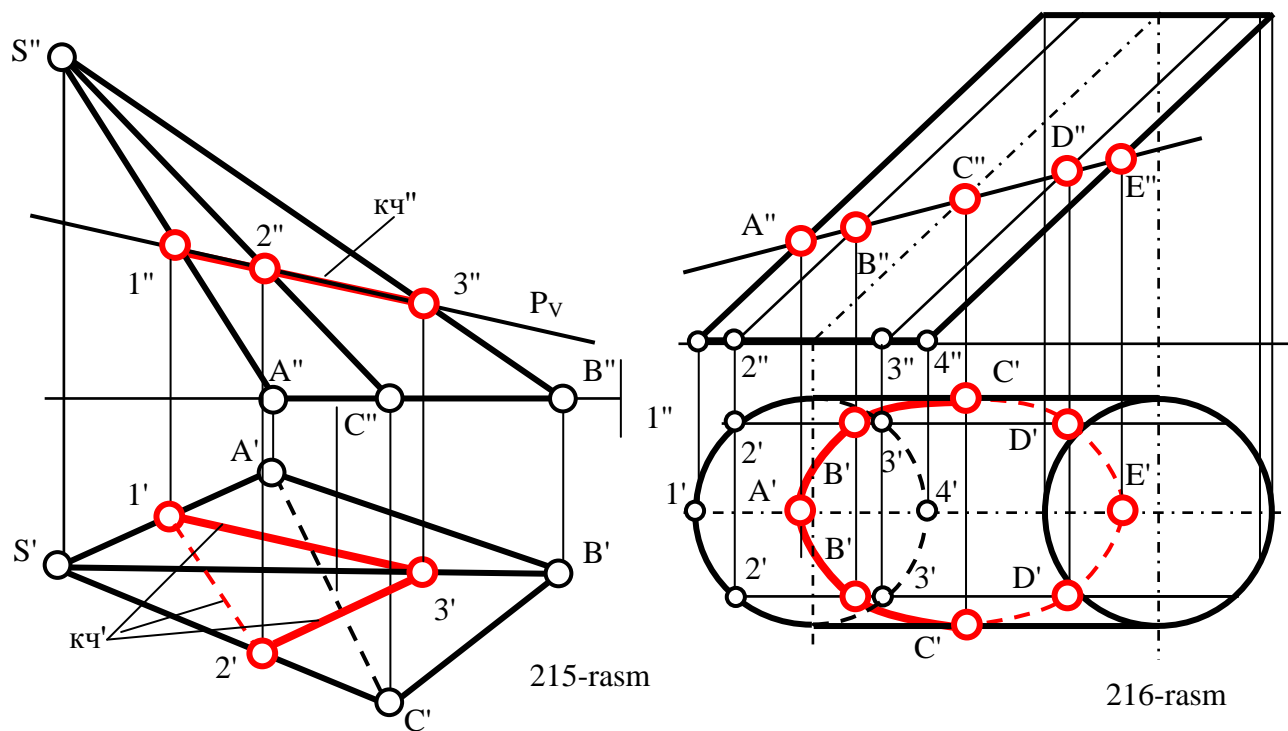
1. Sirlarning yasovchilarni yoki qirralarini yoki asosini yoki yo‘naltiruvchisini yoki parallellarini yoki ixtiyoriy to‘g‘ri chiziqlarini proyeksiyalovchi  $Q$  tekislik bilan kesishgan nuqtalari topiladi. Bunda avval proyeksiyalovchi tekislikni sirtning chetki yasovchilari, asoslari, bo‘yin yoki ekvatori va bosh meridian chiziqlari bilan kesishgan nuqtalari aniqlanadi. So‘ngra lozim bo‘lgan joylarda yasovchilari yoki to‘g‘ri chiziqlari yoki parallellari o‘tkazilib proyeksiyalovchi tekislik bilan kesishgan oraliq nuqtalari aniqlanadi, 215-218-rasmlar;

1. Topilgan nuqtalar ketma-ket tutashtirilib kesishuv chizig‘ining proyeksiyasi aniqlanadi. Agar *kch* egri chiziq bo‘lsa, oraliq nuqtalarni ko‘proq olish tavsiya etiladi.

Bu holda masalani yechish algoritmi quyidagicha bo‘ladi:

1.  $\Phi \cap Q = kch$ : Qirralarini  $\cap Q = k/n$ ,  
chetki yasovchilarini  $\cap Q = k/n$ , yo‘naltiruvchisini  $\cap Q = k/n$ ,  
 $r_i$ -parallellarini  $\cap Q = k/n\dots$ ,  
 $Ek \cap Q = kn$ , Bo‘yin  $\cap Q = k/n$ ,  
 $BMCh \cap Q = kn$  va  $\forall t/ch \cap Q = k/n\dots$

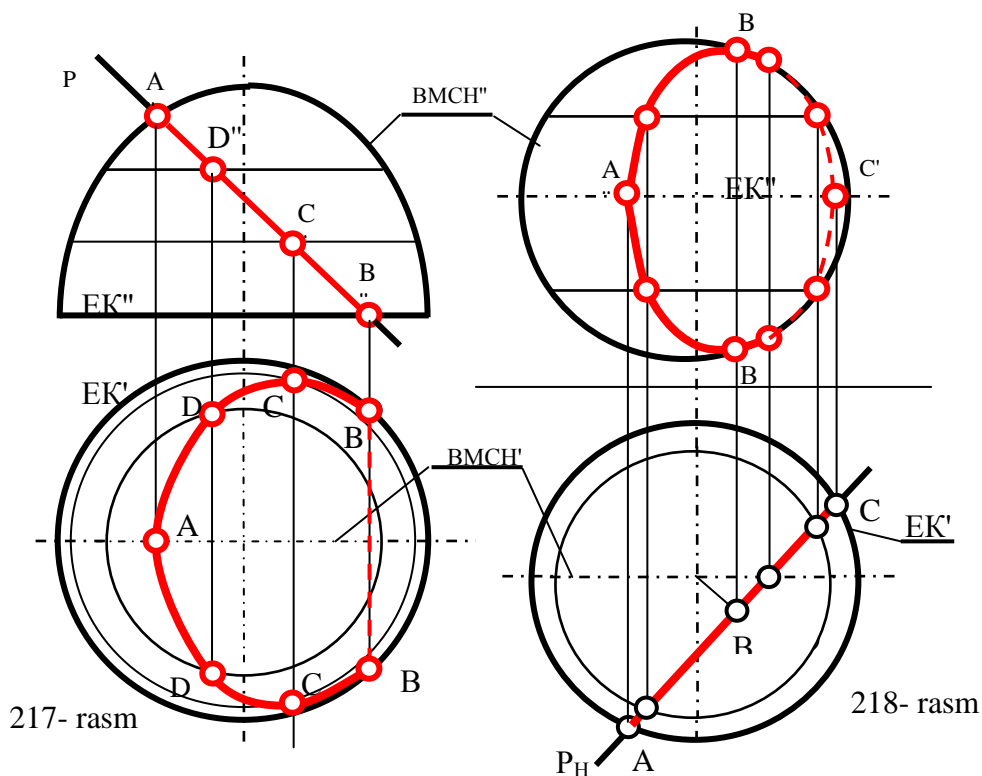
2. Topilgan nuqtalarni birlashtirib “*kch*” yasaladi.



Agar berilgan masalada tekislik ixtiyoriy bo‘lsa, uning chizmasini qayta tuzib proyeksiyalovchi vaziyatga keltiriladi va masalalarni osonroq yechishga erishiladi.

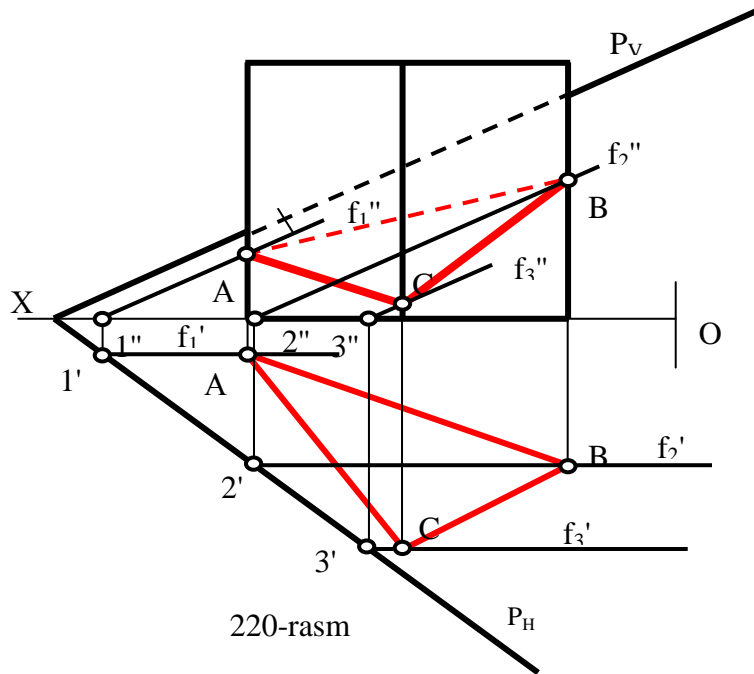
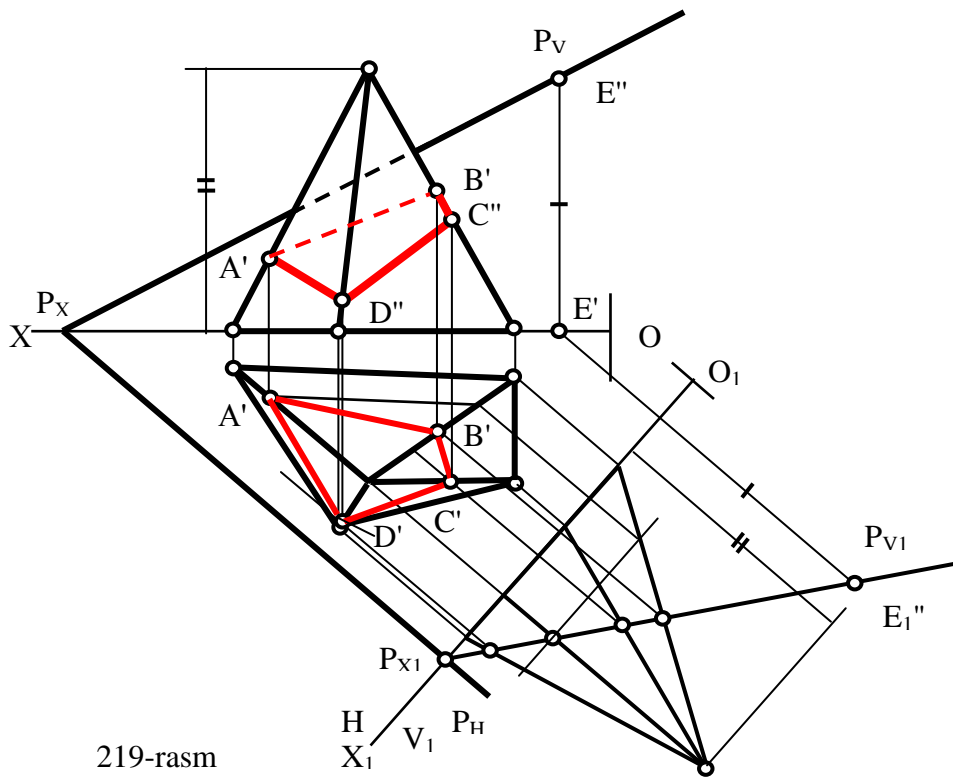
Chunki bunday holda izlanayotgan kesishuv chizig‘ining bitta proyeksiyasi to‘g‘ri chiziq bo‘lib, tekislikning biror izi bilan qo‘shilib qoladi, 219-rasm.

Shuning uchun sirtlarni proyeksiyalovchi tekislik bilan kesishuv chizig'ini aniqlashni bilgan holda, ularni ixtiyoriy tekislik bilan kesishgan chizig'ini ham aniqlash mumkin bo'ladi.



Lekin masalani berilishida sirtlar proyeksiyalovchi vaziyatda berilgan bo'lsa, ya'ni ularni kesishuv chizig'ining bitta proyeksiyasi ma'lum bo'lsa, ixtiyoriy tekislikni chizmasini qayta tuzishga xojat bo'lmaydi. Bunda masala sirt yotuvchi nuqtani etishmagan proyeksiyasini topish asosida yechiladi, 220-rasm.

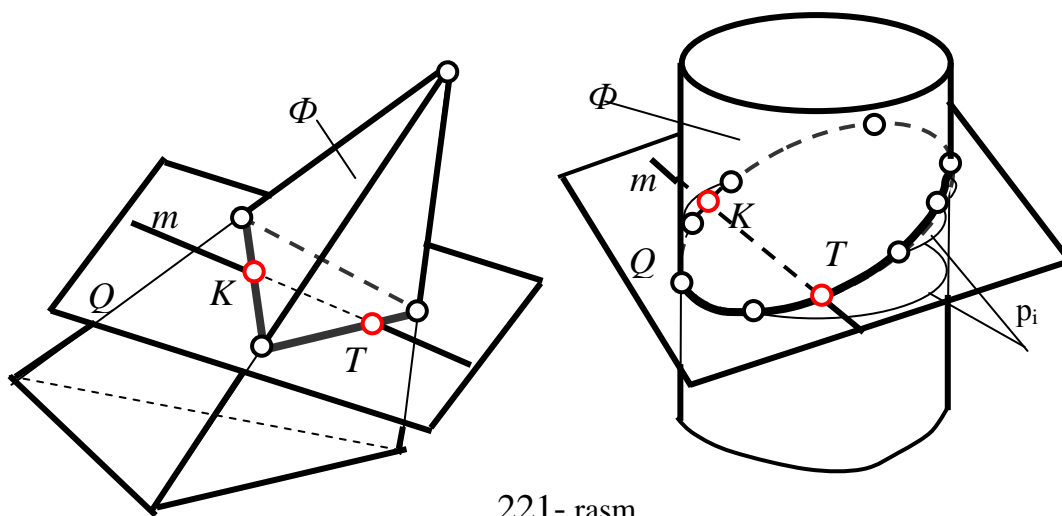




### 8.2.2. Sirtlarni to'g'ri chiziq bilan kesishuvi

To'g'ri chiziqning sirtlar bilan uchrashish nuqtalarini aniqlash, to'g'ri chiziq bilan ixtiyoriy tekislikning uchrashgan nuqtasini topish kabi yechiladi. Ya'ni bunday masalalar uchta grafik amallarni bajarib yechiladi:

1. Berilgan to'g'ri chiziq orqali proyeksiyalovchi yordamchi tekislik o'tkaziladi.
2. Yordamchi tekislik bilan sirtning kesishgan chizig'i topiladi.
3. Topilgan kesishish chizig'i bilan berilgan to'g'ri chiziq kesishib izlangan kirish va chiqish nuqtalarni (yoki urinish nuqtasini) hosil qiladi 221-rasm.



221- rasm

Ya'ni masala quyidagi algoritm asosida yechiladi:

1.  $m \supset Q \perp H$  yoki  $Q \perp V$ ;
2.  $\Phi \cap Q = kch$ :  
 Qirralarini  $\cap Q = kn$ ,  
 chetki yasovchilarini  $\cap Q = kn$ ,  
 yo'naltiruvchisini  $\cap Q = kn$ ,  
 $r_i$ -parallellarini  $\cap Q = kn...$ ,  
 $E_k \cap Q = kn$ , Bo'yin  $\cap Q = kn$ ,  
 $BMCh \cap Q = kn$  va  $\forall t/ch \cap Q = kn...$   
 Topilgan nuqtalarni birlashtirib  $kch$  yasлади
3.  $m \cap kch = K$  va  $T$ : K-kirish, T-chiqish nuqtasi.

Misol:  $m$  to'g'ri chiziqning quyidagi sirtlar bilan uchrashish nuqtalari  $K$  va  $T$  lar aniqlansin, 222,223 va 224-rasmlar.

Bu masalalar quyidagi algoritm asosida yechiladi:

1.  $m(m',m'')$  to'g'ri chiziq orqali yordamchi proyeksiyalovchi  $P(P_H, P_V)$  tekisliklar o'tkaziladi. 222, 224-rasmlarda frontal va 223-rasmda gorizontal proyeksiyalovchi o'tkazilgan;

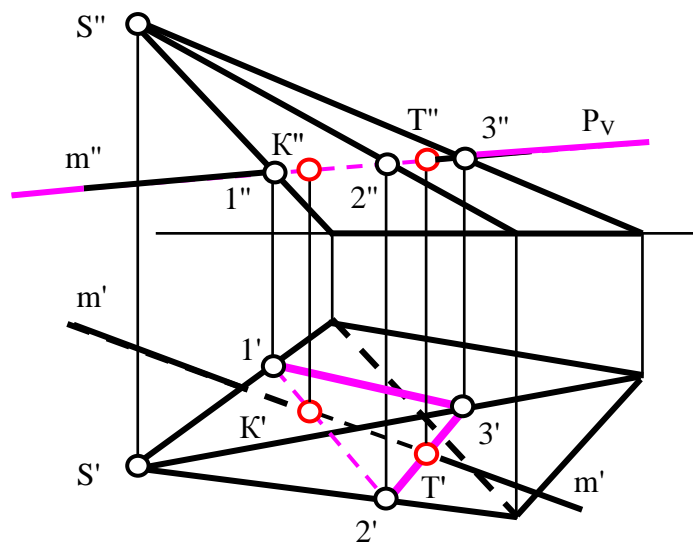
2. O'tkazilgan tekisliklar bilan sirtlarning kesishgan chizig'i yasaladi:

222-shaklda kesishish chizig'i piramida qirralarini proyeksiyalovchi tekislik bilan kesishuv nuqtalarini topish asosida aniqlangan. 223, 224-rasmlarda esa kesishish chizig'i aylanish sirtlarining ekvator, bosh meridian va parallellari bilan kesishuv nuqtalarini topish asosida aniqlangan;

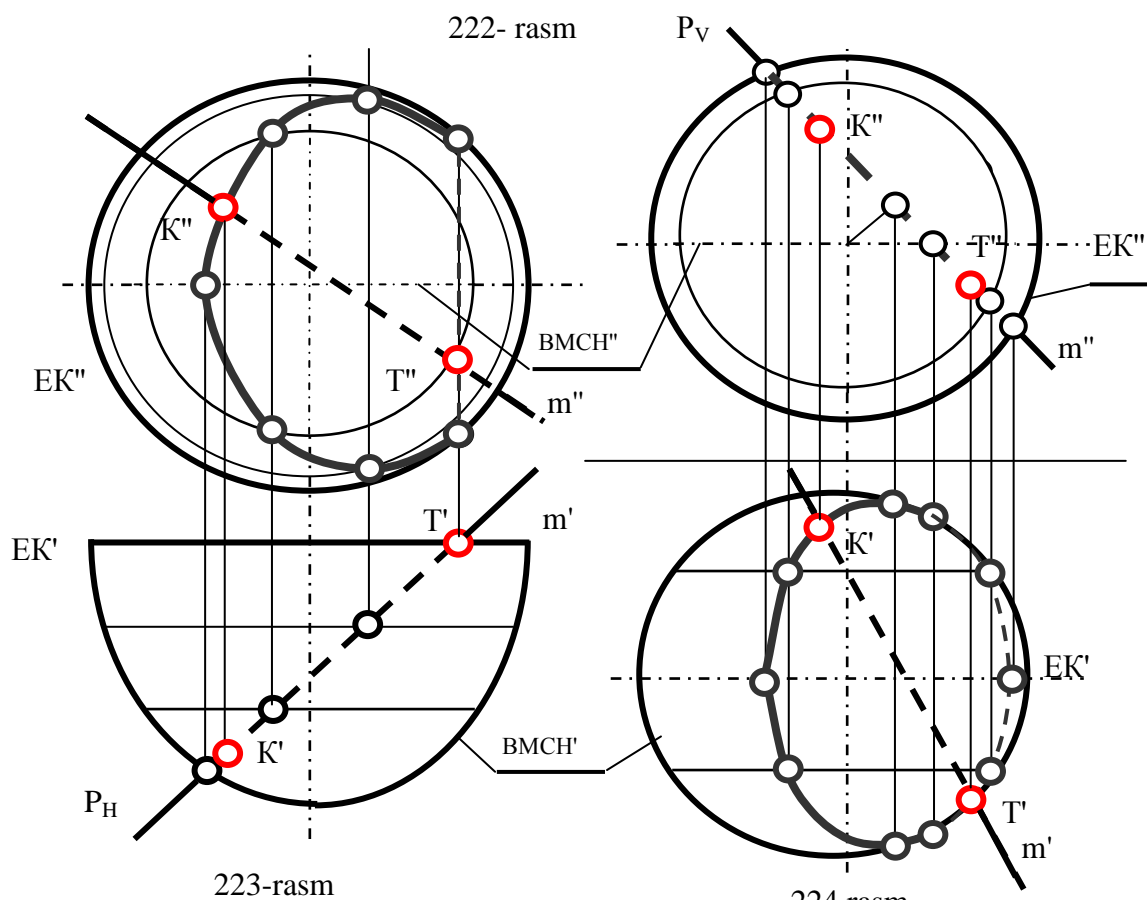
3. Har bir misolda  $m(m',m'')$  to'g'ri chiziq bilan topilgan kesishish chiziqlari o'zaro kesishib, kirish va chiqish nuqtalari  $K$  va  $T$  ni hosil qiladi.

To'g'ri chiziqning ko'rinar va ko'rinmas qismlari aniqlanadi. Bunda  $K$  va  $T$  nuqtalar oralig'i hamda uni sirt to'sib qolgan qismi ko'rinmaydi. To'g'ri chiziqning bunday ko'rinmas qismi shtirix chiziq bilan va qolgan qismi ko'rinar bo'lib, yo'g'on chiziq bilan pardoatlanadi.

To'g'ri chiziq yoki sirtlarning tomonlari proyeksiyalovchi bo'lsa izlanayotgan nuqtalarning bitta tasviri to'g'ri chiziqning yoki sirtning bitta tasviri bilan qo'shilib qoladi. Natijada bunday masalalar to'g'ri chiziqda yoki sirtida yotuvchi nuqtalarning yetishmagan tasvirlarini topish kabi yechiladi, 225-rasm. Bu rasmdagi misolning birinchisida frontal proyeksiyalovchi prizma va ikkinchisida gorizontal proyeksiyalovchi to'g'ri chiziq berilgan. Shu bois birinchi misolda  $m''$  prizmani frontal proyeksiyasi bilan kesishib  $K$  va  $T$  nuqtalarning frontal proyeksiyalarini hosil qiladi. Ikkinchi misolda esa,  $m'$  bilan  $K$  va  $T$  nuqtalarning gorizontal proyeksiyalari ustma-ust joylashib qoladi.



222- rasm



223-rasm

224 rasm

### **8.3. Sirtlarning o‘zaro kesishishi**

#### **8.3.1. Sirtlarning o‘zaro kesishuvi. Yordamchi kesuvchi tekisliklar usuli**

Umumiy holda ikki sirtning kesishgan chizig‘i fazoviy egri chizig‘ yoki ko‘pburchak yoki qisman egri va to‘g‘ri chiziq bo‘lib, ular bir yoki ikki va undan ko‘p bo‘laklardan iborat bo‘linishi mumkin.

Sirtlarning o‘zaro kesishuvi chizig‘i tekis egri chiziq yoki ko‘pburchak bo‘lishi ham mumkin. Sirtlarning kesishgan chiziqlarini yasashda ular uchun umumiy bo‘lgan nuqtalari aniqlanadi. So‘ngra topilgan nuqtalarni o‘zaro birlashtirib kesishuv chizig‘i yasaladi. Sirtlar uchun umumiy bo‘lgan nuqtalarni aniqlash uchun ularni yordamchi kesuvchi sirtlar bilan kesiladi. Yordamchi kesuvchi sirt bilan har bir sirtlarning kesishgan chiziqlari aniqlanadi va ularning o‘zaro kesishish nuqtalari topiladi. Bu nuqtalar berilgan sirtlarning kesishish chizig‘ini nuqtalari bo‘ladi.

Ko‘pincha yordamchi kesuvchi sirtlar sifatida tekislik yoki sfera (shar)lardan foydalaniladi.

Yordamchi kesuvchi tekisliklarni, berilgan ikkala sirtni ham grafik yasashda oson va oddiy bo‘lgan chiziqlar bo‘ylab kesadigan qilib tanlab olinadi. Buning uchun proyeksiyalovchi tekisliklar yoki biror proyeksiyalar tekisligiga parallel tekisliklar yoki uchli sirtlarning uchidan o‘tuvchi tekisliklardan foydalanish qulay bo‘ladi.

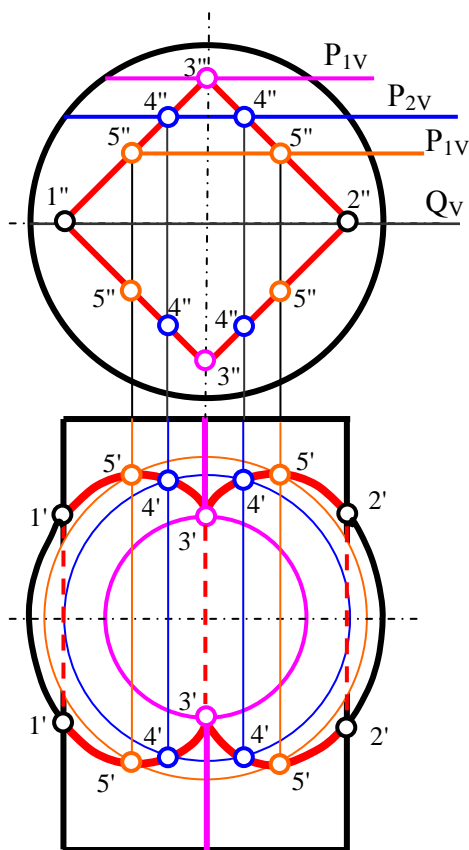
Umumiy vaziyatdagi konus yoki piramida va silindr yoki prizma sirtlarining o‘zaro kesishish chizig‘ini aniqlashda yordamchi kesuvchi tekislik sifatida umumiy vaziyatdagi tekisliklardan foydalanish yaxshi natija beradi. Bunda berilgan sirtlarning asoslari bir tekislikda joylashgan bo‘lishi kerak.

O‘qlari o‘zaro kesishuvchi va umumiy simmetriya tekisligiga ega bo‘lgan hamda bunday tekisligi biror proyeksiyalar tekisligiga parallel joylashgan bo‘lsa, aylanish sirtlarining kesishish chizig‘ini aniqlashda yordamchi kesuvchi sferalar-sharlar usulidan foydalanish mumkin.

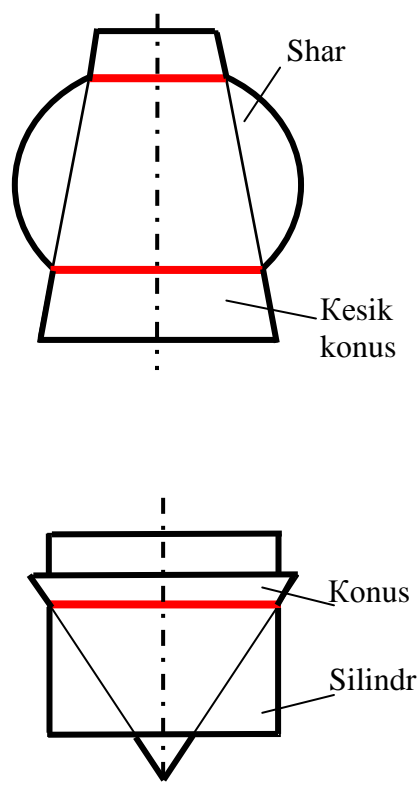
Ko'p hollarda ikki sirtning kesishish chizig'ini kesuvchi proyeksiyalovchi tekisliklar yordamida aniqlanadi. Buning uchun ikkala sirtning ham oddiy chizig'lar aylana yoki to'g'ri chiziq bo'ylab kesadigan proyeksiyalovchi tekisliklar bilan kesiladi.

Bunda hosil bo'lgan chiziqlar bitta tekislikda yotadi va shuning uchun ular o'zaro kesishib, ikki sirtning kesishish chizig'ining nuqtalarini hosil qiladi. Shunday qilib kesuvchi sirtlarda bir biriga raqobatlashuvchi, grafik jihatdan oddiy chiziqlar turkumi mavjud bo'lsa, bu chiziqlar o'zaro kesishib, sirtlarning kesishish chizig'ining nuqtalarini hosil qiladi.

Misol: Shar sirti bilan frontal proyeksiyalovchi to'rt yoqli prizmaning kesishgan chizig'i aniqlansin, 225-rasm.



225- rasm



226-rasm

Masala kesivchi tekisliklar usulidan foydalanib quyidagi algoritm asosida yechiladi:

1. Avval chetki chegarasi-ocherki, ya'ni chetki qirra, yasovchi, ekvator, bo'yin va bosh meridian chiziqlar orqali proyeksiyalovchi tekisliklar o'tkazib sitlar uchun tayanch bo'lgan nuqtalari aniqlanadi. So'ngra tayanch nuqtalari bir-biridan uzoqroq bo'lganlari orasida proyeksiyalovchi tekisliklar o'tkazib oraliq nuqtalari aniqlanadi;

2. Topilgan nuqtalar o'zaro ketma-ket birlashtirilib, berilgan sirtlarning kesishuv chizig'i aniqlanadi.

1-amal: Avval tayanch nuqtalari topiladi: Masalani berilishiga ko'ra sharning ekvator chizig'ida va prizmaning chetki o'ng hamda chap qirralarida yotuvchi bir juft 1,2 nuqtalar, frontal proyeksiyalovchi Q tekislik bilan sirtlarning kesishuvidan hosil. Q tekislik sharni ekvator chiziq va prizmani chetki qirra bo'ylab kesadi. Ularning o'zaro kesishuvidan H tekislikda bir juft 1' va 2' nuqtalar hosil bo'ladi. 1 va 2 nuqtalarning frontal 1" va 2" proyeksiyalari  $Q_V$  da yotadi.

Prizmaning quyi va yuqori chetki qirralarini shar sirti bilan kesishgan ikki juft 3 nuqtalar, sirtlarni kesuvchi gorizontal  $R_1$  tekislik yordamida aniqlanadi. Bu tekislik prizmani quyi va yuqori chetki qirralari va sharni radiusi kichik bo'lgan aylana bo'ylab kesadi. Ularning gorizontal proyeksiyalari kesishib, gorizontal proyeksiyalari ustma-ust yotuvchi ikki juft 3 nuqtalarni gorizontal 3' nuqtalarni hosil qiladi va bu nuqtalarning frontal proyeksiyalari  $R_{1V}$  da yotadi.

Kesishuv chizig'ining oraliq nuqtalari bo'lgan 4 va 5-nuqtalari  $R_2$  va  $R_3$  tekisliklar yordamida yuqoridagi 1,2 va 3 nuqtalarni topish kabi aniqlanadi. Izlanayotgan kesim chizig'i sharning ekvator chizig'iga nisbatan simmetrik bo'lganligi uchun proyeksiyalovchi  $R_1$ ,  $R_2$  va  $R_3$  tekisliklarga simmetrik bo'lgan tekisliklar o'tkazilmagan.

2-amal: Topilgan nuqtalar o'zaro ketma-ket birlashtirilib, berilgan sirtlarning kesishuv chizig'i aniqlanadi.

### 8.3.2. Yordamchi kesuvchi sharlar-sferalar usuli

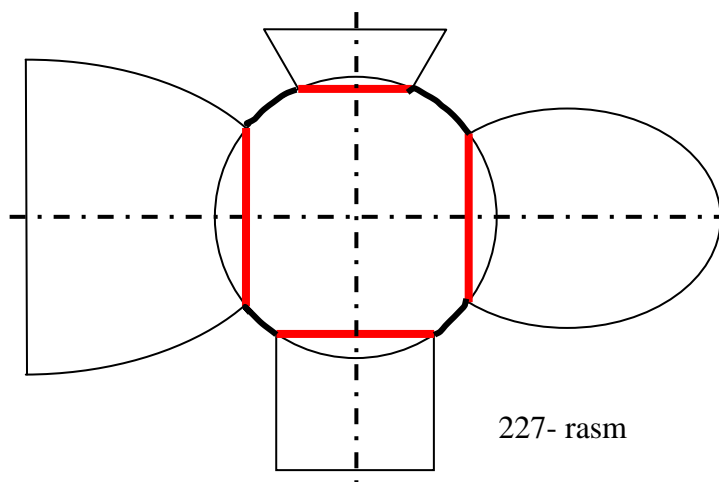
Yordamchi sharlar-sferalar usuli bilan sirtlarning o‘zaro kesishish chizig‘ini anig‘lash ikki xil bo‘lishi mumkin:

Birinchisida kesuvchi sharlar markazi bir joyda, ya’ni ular konsentrik sharlar bo‘lishi mumkin. Bu usulga konsentrik sharlar usuli deyiladi.

Ikkinchisida kesuvchi sharlar markazi bir joyda bo‘lmasligi, ya’ni eksentrik sharlar bo‘lishi mumkin. Bu usulga eksentrik sharlar usuli deyiladi.

Agar aylanish sirtarining o‘qlari ustma-ust yotuvchi bo‘lsa, ularning kesishish chiziqlari aylana bo‘ladi, 226-rasm. Bu aylanalar soni sirtlarning bosh meridianlarining nechta nug‘tada kesishishiga bog‘liq.

Agar sirtlarning umumiy aylanish o‘qi biror tasvir tekisligiga parallel bo‘lsa, aylanalarning shu tekislikdagi proyeksiyasi to‘g‘ri chiziq kesmasi va ikkinchi proyeksiyalar tekisligidagi tasviri aylana ko‘rinishida bo‘ladi.



227- rasm

Markazi biror aylanish sirtining o‘qida yotuvchi sharni shu aylanish sirti bilan kesishish chizig‘i ham aylana bo‘ladi. Chunki shar ko‘p o‘qlilik xossasiga ega bo‘lib, bunday markazli sharning o‘qlaridan biri aylanish sirtining o‘qi bilan ustma-ust yotib qoladi. Demak, har qanday aylanish sirtlarining o‘qi shar markazidan o‘tsa, sharning har bir sirtini o‘qlari bilan bitta umumiy o‘qqa ega bo‘lgan o‘qlari mavjud bo‘ladi va bu sirtlarning shar bilan kesishish chiziqlari aylanalardan iborat bo‘ladi, 227-rasm.

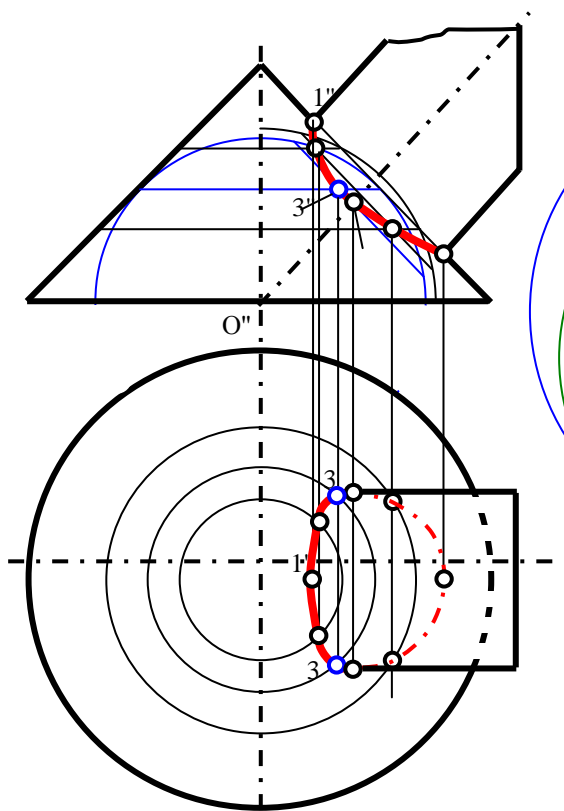


Bunday xususiyat aylanish sirtlaridan faqatgina sharga xos bo'lgani uchun undan kesuvchi sirtlar sifatida foydalaniladi.

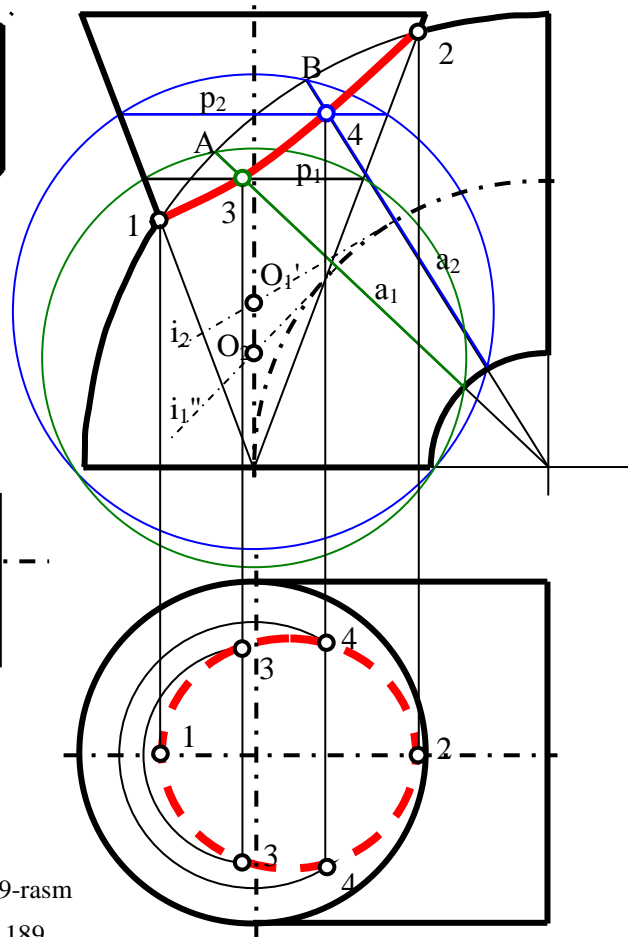
Shularga asoslanib, kesishuvchi aylanish sirtlarining o'qlari o'zaro kesishgan bo'lib, ular biror proyeksiyalar tekisligiga parallel bo'lsa, ikki aylanish sirtining kesishgan chizig'ini topishda yordamchi kesuvchi sharlar usulidan foydalanish mumkin.

Misol: O'qlari o'zaro kesishuvchi konus va silindr sirtlarining kesishish chizig'i aniqlansin, 128-rasm.

1-amal: Avval kesishish chizig'ining tayanch nuqtalari, ya'ni sirtlarning bosh meridianlarini kesishgan 1 va 2 nuqtalari topiladi. So'ngra sirtlarning o'qlarini kesishgan O nug'tani markaz qilib,  $R_1$  va  $R_2$  radiusli sharlar o'tkazilib oraliq nuqtalar topiladi.  $R_1$  radiusli shar O'' markazdan konusga sirtiga o'rinma qilib o'tkazilgan. Har bir o'tkazilgan shar bilan sirtlarning kesishgan aylanalari-parallelari o'zaro kesishib, 3 nuqtalarni hosil qiladi. Bu nuqtalarni gorizont va frontal proyeksiyalarini rovon egri chiziq bilan tutashtirib berilgan sirtlarning kesishish chizig'ini proyeksiyalari yasaladi.



228 rasm



229-rasm

Silindrning gorizontaal proyeksiyasidagi chetki yasovchilarida yotuvchi bir juft 4 nuqta, kesishuv chizig'ini ko'rinar va ko'rinmas bo'lakarga ajratadi. Uni frontal 4" proyeksiyasi silindrning o'qi bilan ustma-ust yotuvchi yasovchisi bilan kesishuv chizig'ining frontal proyeksiyasini kesishtirib aniqlanadi. So'ngra uni gorizontaal 4' proyeksiyasi aniqlangan. Kesishish chizig'ining gorizontaal proyeksiyasini bu 4' nuqtadan boshlab o'ng tomoni ko'rinmas bo'ladi. Chunki kesishish chizig'ining bu bo'lagi 2 nuqta kabi sirtlarning yuqoridan ko'rinishida silindrning tanasi bilan to'silib qoladi.

Endi yordamchi kesuvchi eksentrik sharlar usulidan foydalanib masala yechishni ko'rib chiqaylik.

Bu usuldan o'qlari kesishuvchi va ayqash bo'lgan, yasovchisi aylanadan iborat aylanish sirtlarining kesishgan chizig'ini topishda foydalaniladi. Masalan, yasovchisi aylana bo'lgan tor va konus sirtlarning kesishgan chizig'ini shu usuldan foydalanib topishni ko'rib chiqaylik, 229-rasm.

1. Bu sirtlarning bosh meridian chiziqlarini kesishgan  $1(1',1'')$  va  $2(2',2'')$  nuqtalari topiladi. Oraliq nuqtalarini topish uchun 1 va 2 nuqtalar oralig'ida torning  $a_1''$ ,  $a_2''$  yasovchi aylanalari o'tkaziladi. Ularning har birini cheksiz kichik silindr deb qarab, konus sirti bilan kesishgan chizig'i nuqtasi topiladi. Buning uchun:

ularni  $i_1$  va  $i_2$  o'qlarini konus o'qlari bilan kesishgan  $O_1$  va  $O_2$  nuqtalar anig'lanadi. Bu nuq'talar kesuvchi sharlarning markazi bo'ladi. Kesuvchi sharlarning radiusi qilib, yasovchi aylanalar bilan tor ekvatorining kesishgan  $A''$  va  $B''$  bilan  $O_1''$  va  $O_2''$  markaz orasidagi masofa olinadi:  $R_1=A''O_1''$ ,  $R_2=A''O_2''$ ;

O'tkazilgan sharlar berilgan sirt uchun umumiy bo'lgan ustma-ust yotuvchi bir juft ikkita 3 va 4 nuq'talarni hosil qiladi. Ya'ni bu sharlar torni  $a_1''$ ,  $a_2''$  yasovchi aylanalar, konusni esa,  $r_1''$ ,  $r_2''$  parallellar bo'ylab kesib o'tadi, Ularning moslarini kesishidan  $3(3',3'')$  va  $4(4',4'')$  nuq'talar hosil bo'ladi. 3 va 4 nuq'talarning gorizontaal proyeksiyalari konusning  $r_1''$  va  $r_2''$ parallellari yordamida topilgan.

2. 1, 2, 3 va 4 nuq'talarni ravon egri chiziq bilan birlashtirib, izlayotgan tor va konus sirtlarining kesishgan chizig'i yasaladi. Bu chiziqning gorizontaal

tasvirdagi hamma qismi ko‘rinmas bo‘ladi. Chunki topilgan nug‘talar konus asosi bilan to‘sib qo‘ygan.

Shunday g‘ilib, berilgan masala markazlari  $O_1$  va  $O_2$  bo‘lgan kesuvchi sharlardan, ya’ni ekssentrik sharlardan foydalanib yechiladi.

### **Tayanch iboralar**

Sirt, sirtning hosil bo‘lishi, yasovchi chiziq, yo‘naltiruvchi chiziq, parallellar, meridian chiziq, bosh meridian, ekvator chizig‘i, bo‘yin chizig‘i, konus, silindr, piramida, prizma, tors, shar, tor, ellipsoid, paraboloid, bir va ikki pallali giperboloid.

Sirtlarning tekislik bilan kesishuvi, kesishuv chizig‘i, kesishuv chizig‘ining xarakterli nuqtalari, oraliq nuqtalari, sirtlarni to‘g‘ri chiziq bilan kesishuvi, kirish va chiqish nuqtalari.

Sirtlarni o‘zaro kesishuvi, kesishuv chizig‘ining holatlari, kesishuv chizig‘ining xarakterli nuqtalari, oraliq nuqtalari, kesuvchi tekisliklar usuli, kesuvchi sharlar usuli, konsentrik va ekssentrik sharlar.

### **Nazorat savollari**

1. Sirt deb qanday geometrik figuralarga aytiladi?
2. Sirtlar qanday geometrik elementlardan iborat?
3. Sirtlarning asosiy elementlarining nomlarini aytib va tushintirib bering?
4. Aylanish sirtlarning parallellari, meridian chizig‘i, bosh meridiani, ekvator chizig‘i va bo‘yin chizig‘i deb qanday chiziqlariga aytiladi?
5. Konus, silindr, piramida, prizma va tors deb qanday sirtlarga aytiladi?
6. Shar, tor, ellipsoid, paraboloid, bir va ikki pallali giperboloid deb qanday sirtlarga aytiladi?
7. Sirtlarda nuqta tanlash shartini aytib bering?
8. Sirtlarni proyeksiyalovchi tekislik bilan kesishuv chizig‘ini aniqlash algoritmini aytib bering?

9. Sirtlarni ixtiyoriy tekislik bilan kesishuv chizig'ini aniqlash algoritmini aytib bering?

10. Sirtlarni tekislik bilan kesishuv chizig'ini aniqlashda uning qaysi nuqtalarini topishdan boshlanadi?

11. Sirtlarni tekislik bilan kesishuv chizig'ining ko'rinar va ko'rinmas qismlari qanday aniqlanadi?

12. Sirtlarni to'g'ri chiziq bilan kesishuv nuqtalarini aniqlash algoritmini aytib bering?

13. Sirtlarni to'g'ri chiziq bilan kesishuv nuqtalarining nomlanishini aytib bering?

14. Sirtlarni o'zaro kesishuvidan qanday geometrik figuralar hosil bo'ladi?

15. Sirtlarning o'zaro kesishuv chizig'ini aniqlashda kesuvchi tekisliklar usulidan foydalanish algoritmini aytib bering?

16. Sirtlarning o'zaro kesishuv chizig'ini aniqlashda kesuvchi sharlar usulidan foydalanish algoritmini aytib bering?

17. Qanday hollada sirtlarning o'zaro kesishuv chizig'ini aniqlashda konsentrik yoki ekssentrik sharlardan foydalaniladi?

18. Sirtlarning o'zaro kesishuv chizig'ini aniqlashda uning qaysi nuqtalarini topishdan boshlanadi?

19. Sirtlarning o'zaro kesishuv chizig'ining xarakterli nuqtalari deb qanday nuqtalariga aytiladi?

## IX BOB. YOYILMALAR

### 9. Sirtlarni tekislikka yoyish

Agar sirtlar buklanmay va yirtilmay tekislikka joylashsa, bunday sirtlarni yoyiluvchi sirtlar, ularning tekislikda bunday holda ajratgan soxasiga-egallagan yuzasiga sirtning yoyilmasi deb ataladi.

Yoyiluvchi sirtlarga qaytish qirralari sirtlar, ya'ni cheksiz kichik bo'lagi ikki kesishuvchi yoki parallel tekis elementga ega bo'lgan konus va silindr hamda ularning xususiy hollari bo'lgan piramida va prizma sirtlari kiradi.

Bu sirtlarning turiga, asosi va yasovchilarining berilishiga qarab, ularning tekislikdagi yoyilmalarini quyidagi usullardan foydalanib yasaladi:

1. **Uchburchak usuli.** Bu usuldan foydalanib tomonlari uchburchak bo'lgan piramida va uni asosida konus sirtlari tekislikka yoyiladi;

2. **Normal kesim usuli.** Bu usulda yasovchilari va qirralari  $H$  ga yoki  $V$  ga parallel bo'lgan prizma va silindrlar tekislikka yoyiladi.

3. **Yumalatish usuli.** Bu usul bilan asosi  $H$  ga, yasovchilari va qirralari  $V$  ga parallel bo'lgan yoki asosi  $V$  ga, yasovchilari qirralari  $H$  ga parallel bo'lgan prizma va silindrlar tekislikka yoyiladi. Shuningdek bu usuldan foydalanib to'g'ri doiraviy konusni ham yoyilmasi yasaladi.

Yoyilmalarni to'g'ri yasash, tekis materiallardan har xil buyumlarni qo'lay, oson va tejamkorlik bilan tayyorlashda, ya'ni amaliyotda katta ahamiyatga ega.

#### 9.1.1. Sirtlarni tekislikka yoyishning uchburchak usuli

Uchburchak usuldan foydalanib piramidani aniq va konus sirtini taqriban tekislikka yoyiladi. Konus sirtini yoyish uchun unga ichki bo'lgan 6, 8 yoki 12 yoqli piramida yasaladi va piramida kabi yoyilmasi yasaladi.

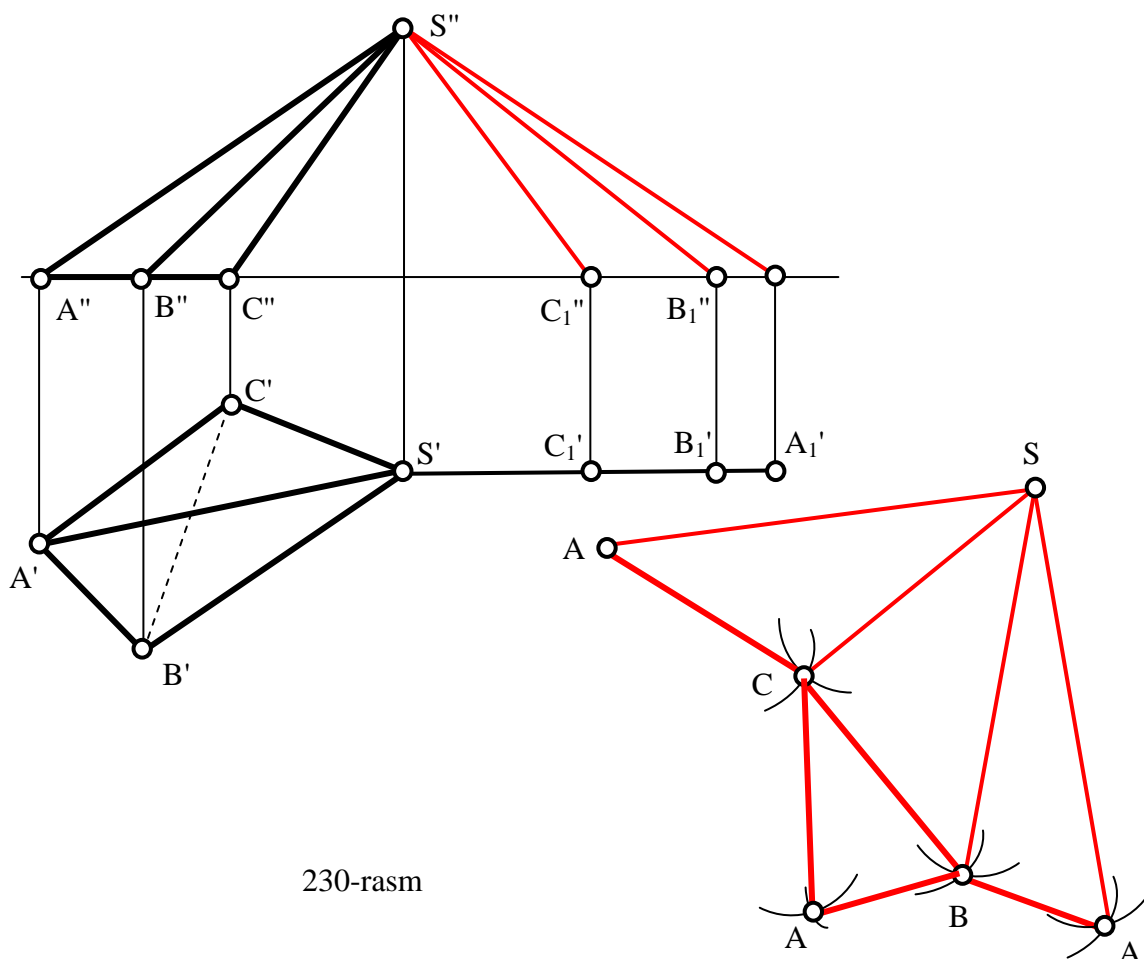
Piramidaning yoyilmasini yasash uchun, yon yoqlarini tashkil etuvchi uchburchak tomonlarini haqiqiy kattaliklari ma'lum bo'lishi kerak. Shunga ko'ra,

avval piramida qirralarini va asosining haqiqiy kattaliklari topiladi. Soʻngra piramidaning istalgan bir tomonining yoyilmasi-uchburchagi yasaladi. Qolgan yon tomonlari esa, u ketma-ket birinchi yasalgan uchburchakka yasaladi.

1-misol. SABC uch yoqli piramidaning toʻliq yoyilmasi yasalsin, 183-rasm.

1. Piramidaning qirralarini haqiqiy uzunligi aniqlanadi. Buning uchun S nuqtadan H ga proyeksiyalovchi  $i$  ( $i'$ ,  $i''$ ) oʻqi atrofida uning qirralari aylantirilib frontal holatga keltiriladi. Piramidaning asosi gorizontalk tekislikda boʻlgani uchun, H da oʻzining haqiqiy koʻrinishida tasvirlanadi.

2. Tekislikda piramidaning istalgan yon tomonini, masalan CSB uchburchakni, uning tomonlarini haqiqiy uzunligidan foydalanib yoyilmasi yasaladi.



230-rasm

Agar piramida frontal proyeksiyalovchi tekislik bilan kesilgan boʻlsa, kesim yuzining nuqtalarini yoyilmada topish uchun, ularning piramida uchidan

uzoqliklarini aniqlash kerak bo'ladi. Buning uchun nuqtalarni o'z qirralarining haqiqiy uzunliklariga parallel ko'chiriladi va aniqlanadi.

Endi piramidaning yon tomonlari yoyilmasini birortasiga masalan SCB tomoniga, uning asosini yoyimini chizmada ko'rsatilganidek yasalsa, piramidaning to'liq yoyilmasi hosil bo'ladi.

2-misol. Asosi aylana bo'lgan elliptik konusning yon sirti tekislikka yoyilsin, 231-rasm.

Konus sirlari nazariy jixatdan aniq yoyilmaga ega bo'lishiga qaramay, amalda ularning taxminiy yoyilmasi yasaladi. Buning uchun konus sirti uning ichiga chizilgan ko'pyoqli piramida bilan almashtiriladi.

Berilgan misolda konus sirt unga ichki bo'lgan sakkiz yoqli piramida bilan almashtirilgan. Yoyishni birinchi misoldagi piramidani yoyish kabi bajarish mumkin. Lekin yoyishni amaliy jixatdan oson va tejamliroq bo'lishi uchun quyidagicha yasash maqsadga muvofiq bo'ladi. Konus sirti simmetriya tekisligiga ega bo'lgani, bu simmetriya tekisligi asosining A va E nuqtalari hamda S uchidan o'tganligi uchun, yoyishni SA yoki SE yasovchidan boshlanadi. Natijada yoyilmani yarmini yasab, ikkinchi yarmini esa simmetriyadan foydalanib yasab qo'yiladi.

Buning uchun A nuqtadan boshlab konus asosi aylanasining yarmisini to'rt bo'lakka bo'lib chiqiladi va shu nuqtalardan o'tuvchi yasovchilarining haqiqiy uzunliklari aylantirish usulidan foydalanib topiladi. Chetki AS va SE yasovchilar frontal bo'lganligi uchun, ular frontal proyeksiyalar tekisligiga haqiqiy uzunliklarida tasvirlangan bo'ladi. Keyin bir-biriga ulanib ketuvchi, umumiy S uchga ega, to'rtta uchburchaklar yasaladi. Bu uchburchaklar tomonlarini uzunliklari yordamida yasaladi. Ulardan ikkitasi yasovchilarning haqiqiy uzunligiga, uchinchi esa asos aylanasidagi vatar uzunligiga teng bo'ladi: Masalan, SED uchburchakni yasashda, uning tomonlarining uzunligi  $SE=S''E''$ ,  $ED=E'D'$  va  $SD=S''D_1''$  ga teng bo'ladi.

Keyin hosil bo'lgan yoyilmadagi E, D, C, B va A nuqtalarni ravon egri chiziq bilan birlashtirib konus yoyilmasining yarmi yasaladi.

Konus yoyilmasining ikkinchi yarmini yasash uchun SA yasovchini simmetriya o'qi deb qarab, E, D, C, B va A nuqtalarga simmetrik bo'lgan nuqtalar topiladi. Ularni ham ravon egri chiziq bilan birlashtirib, konusning yon sirtini yoyilmasi yasaladi.

Agar konus sirtida yotuvchi biror nuqtani (bu nuqta qandaydir geometrik elementning biror nuqtasi bo'lishi mumkin) yoyilmada aniqlash kerak bo'lsa, shu nuqta orqali yasovchi o'tkaziladi, keyin uning haqiqiy kattaligida nuqtaning o'rni topilib, yoyilmaga ko'chiriladi.

### **9.1.2. Yoyishning normal kesim usuli**

Yoyishning normal kesim usuldan foydalanib, qirralari va yasovchilari biror proyeksiyalar tekisligiga parallel bo'lgan prizma va silindr sirtlarining yoyilmasi yasaladi. Bunday sirtlarning yoyilmasi quyidagicha bajariladi:

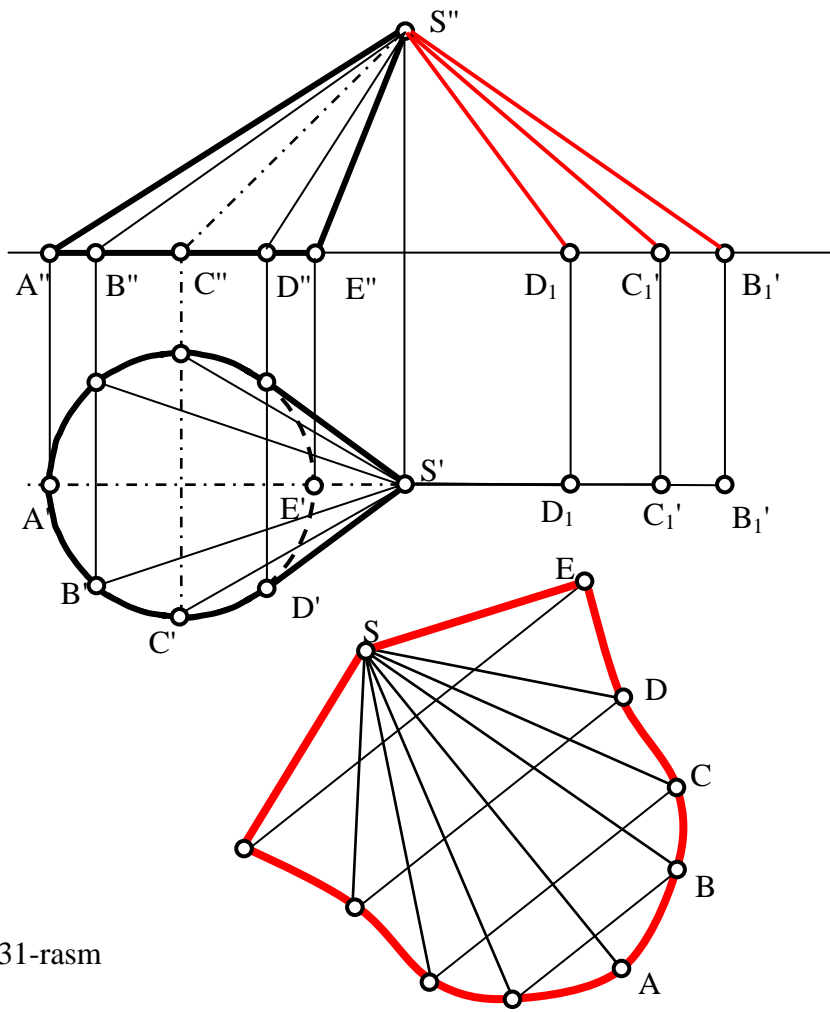
1. Berilgan sirtning normal kesimi yasilib, uning haqiqiy ko'rinishi topiladi.
2. Hosil bo'lgan normal kesimning tomonlarini haqiqiy uzunliklari tekislikdagi biror to'g'ri chiziqqa yoyiladi. Natijada sirtning qirralari va yasovchilari, ya'ni yon tomonlari normal kesim joylashgan to'g'ri chiziqqa perpendikulyar bo'lib tekislikka joylashib qoladi.

Har bir qirrani yoki yasovchini normal kesimdan uzoqliklarini, normal kesim yoyilgan to'g'ri chiziqdan yuqoriga va pastga o'lchab qo'yiladi. Hosil bo'lgan nuqtalarni yoyilmada prizma bo'lsa, to'g'ri chiziq bilan, yoyilmada konus bo'lsa, ravon egri chiziq bilan birlashtiriladi.

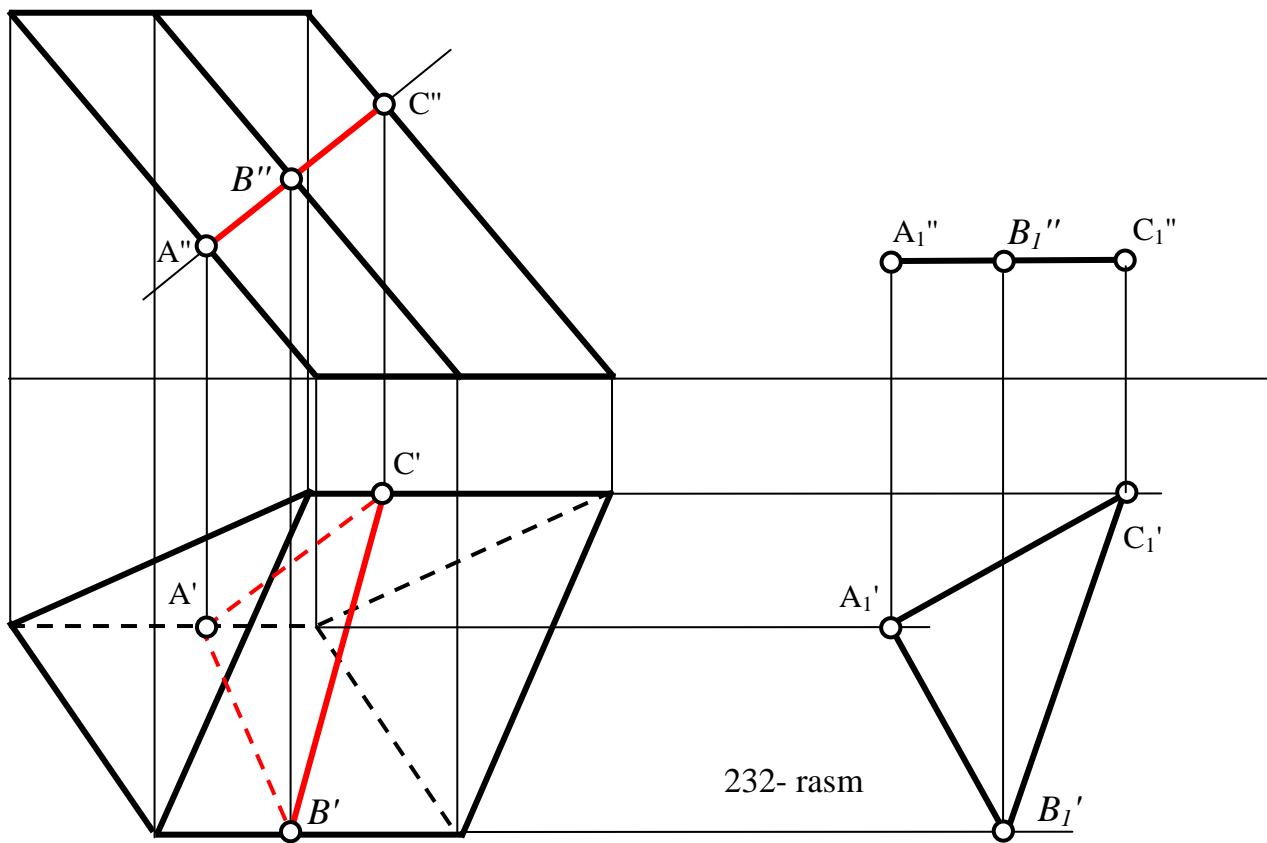
Misol: Uchyoqli og'ma prizmaning to'liq yoyilmasi yasalsin, 232, 233-rasm.

Berilgan prizmaning yon qirralari frontal bo'lgani uchun ularning frontal proyeksiyalari haqiqiy uzunlikda bo'ladi va shunga ko'ra yoyilma quyidagicha yasaladi:



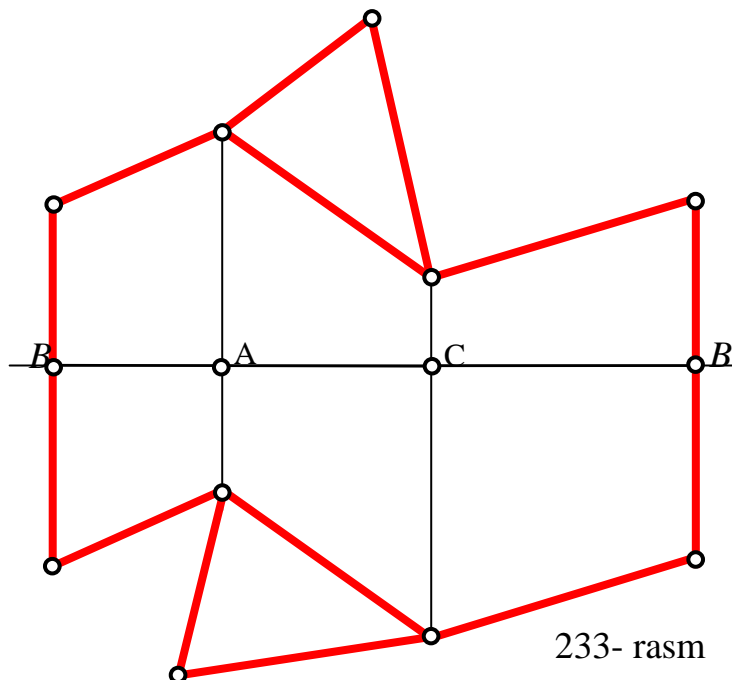


231-rasm



232- rasm

1. Prizmaning normal kesimi, ya'ni qirralariga perpendiulyar bo'lgan frontal proyeksiyalovchi R tekislik bilan kesishgan chizig'i  $\Delta ABC$  ( $\Delta A'B'C'$ ,  $\Delta A''B''C''$ ) aniqlanadi. Bu normal kesimning haqiqiy ko'rinishi topiladi. Chizmada uni tekis parallel ko'chirish usulidan foydalanib aniqlangan.



2. Normal kesimni to'g'ri chiziqqa yoyiladi. So'ngra har bir qirralarning haqiqiy uzunliklarini  $A''$ ,  $B''$  va  $C''$  nuqtalardan o'lchab, yoyilmadagi A, B va C nuqtalardan yuqoriga va pastga qo'yiladi. Ƴar bir qirraning uchlarini to'g'ri chiziqlar bilan birlashtirib prizmaning yon sirtlarini yoyilmasi yasaladi.

Prizmaning asoslarini uning istalgan tomoniga, masalan chizmadagidek AC tomoniga yasab, prizmaning to'liq yoyilmasi hosil qilinadi, 233- rasm.

Misol: Elliptik silindr yon sirtining yoyilmasi yasalsin, 234-rasm.

Berilgan silindrik sirt frontal simmetriya tekisligiga ega bo'lgani uchun uning yoyilmasini yarmini yasab, keyin to'liq yoyilmaga to'ldirish amaliy jihatdan maqsadga muvofiq hisoblanadi. Shunga binoan yoyish quyidagicha tartibda bajariladi:

1. Silindrning normal kesimi va uning haqiqiy ko'rinishi yasaladi. Buning uchun silindr yasovchilariga perpendikulyar bo'lgan R tekislik bilan kesiladi.

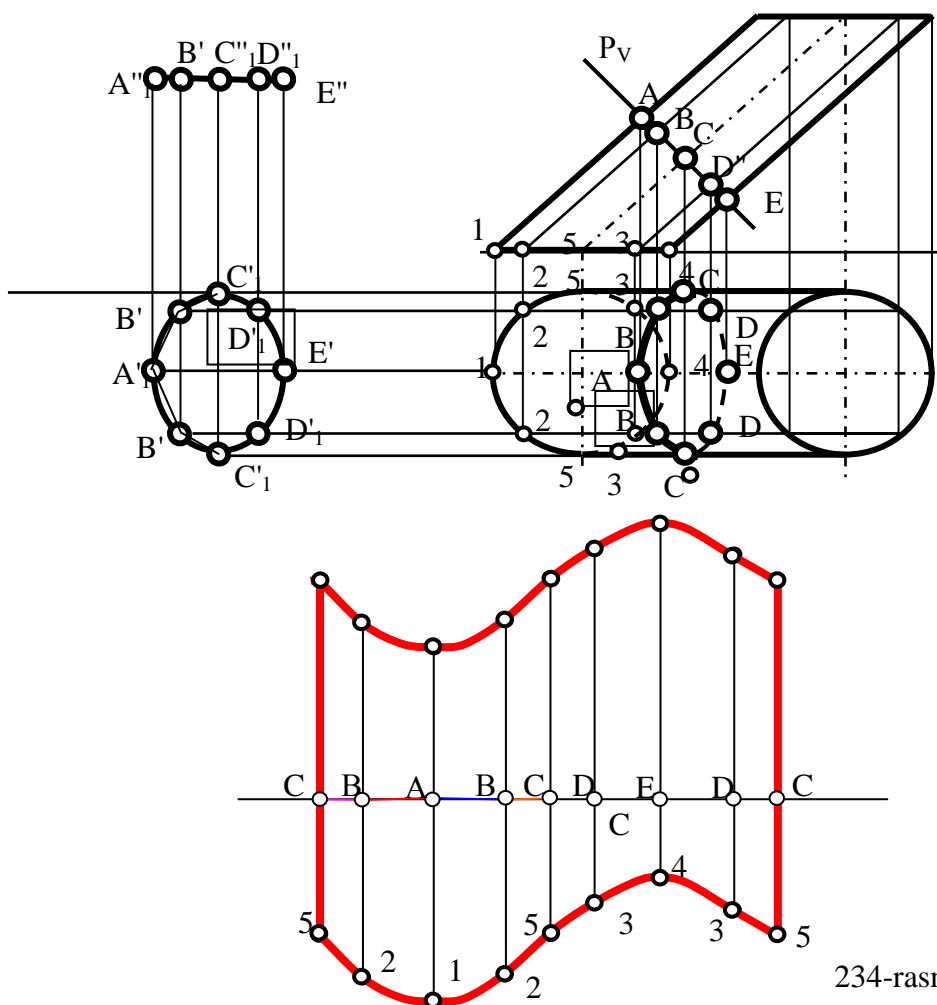
Chizmada normal kesimning haqiqiy ko‘rinishi tekis parallel usulidan foydalanib topilgan.

2. Normal kesimning haqiqiy ko‘rinishidagi tomonlari to‘g‘ri chiziqqa yoyiladi. Bu to‘g‘ri chiziqdan har bir yasovchining normal kesimdan yuqori bo‘lagini yuqoriga va pastki bo‘lagini pastga qo‘yib chiqiladi. Hosil bo‘lgan nuqtalarni ravon egri chiziq bilan birlashtirib, silindrning yon sirtini yoyilmasi yasaladi.

### 9.1.3. Yoyishning yumalatish usuli

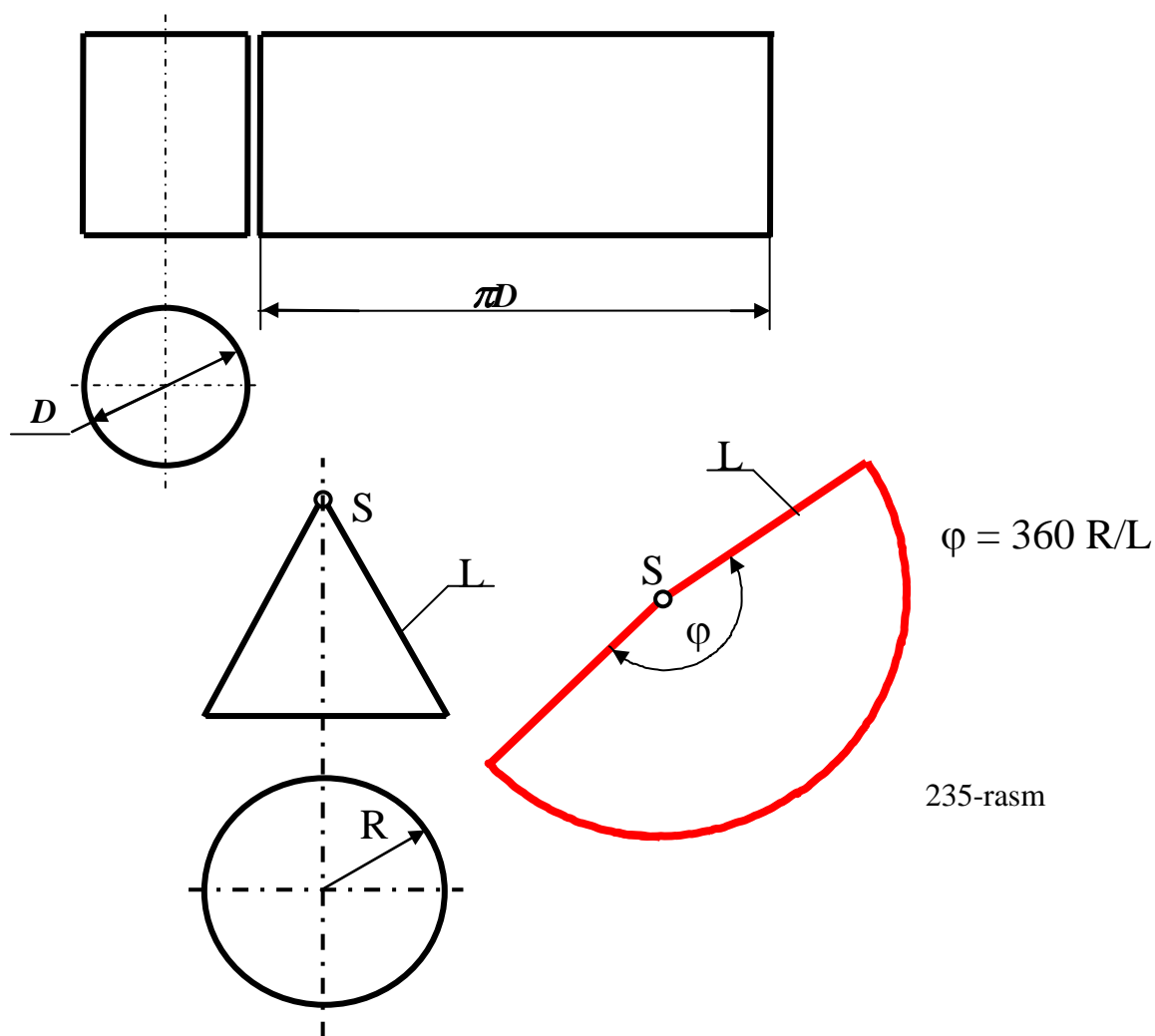
Yoyishning yumalatish usulidan foydalanib, to‘g‘ri doiraviy silindr va konus sirtlarini tekislikda yumalatib osongina yoyish mumkin.

Bunda silindr sirtining yoyilmasi bir tomoni yasovchisiga, ikkinchi tomoni esa asosi aylanasining uzunligiga teng bo‘lgan to‘g‘ri to‘rt burchakdan iborat bo‘ladi, 235- rasm.



234-rasm

To'g'ri doiraviy konusning yoyilmasi aylana sektori bo'lib, uning radiusi konus yasovchisining haqiqiy uzunligiga, sektor yoyining uzunligi konus asosi aylanasi uzunligiga teng bo'ladi, 235-rasm. Amalda aylana sektori uning markaziy burchagining kattaligini aniqlab yasaladi. Bu burchakning kattaligi quyidagicha aniqlanadi:  $\varphi^0 = 360^0 (R/l)$

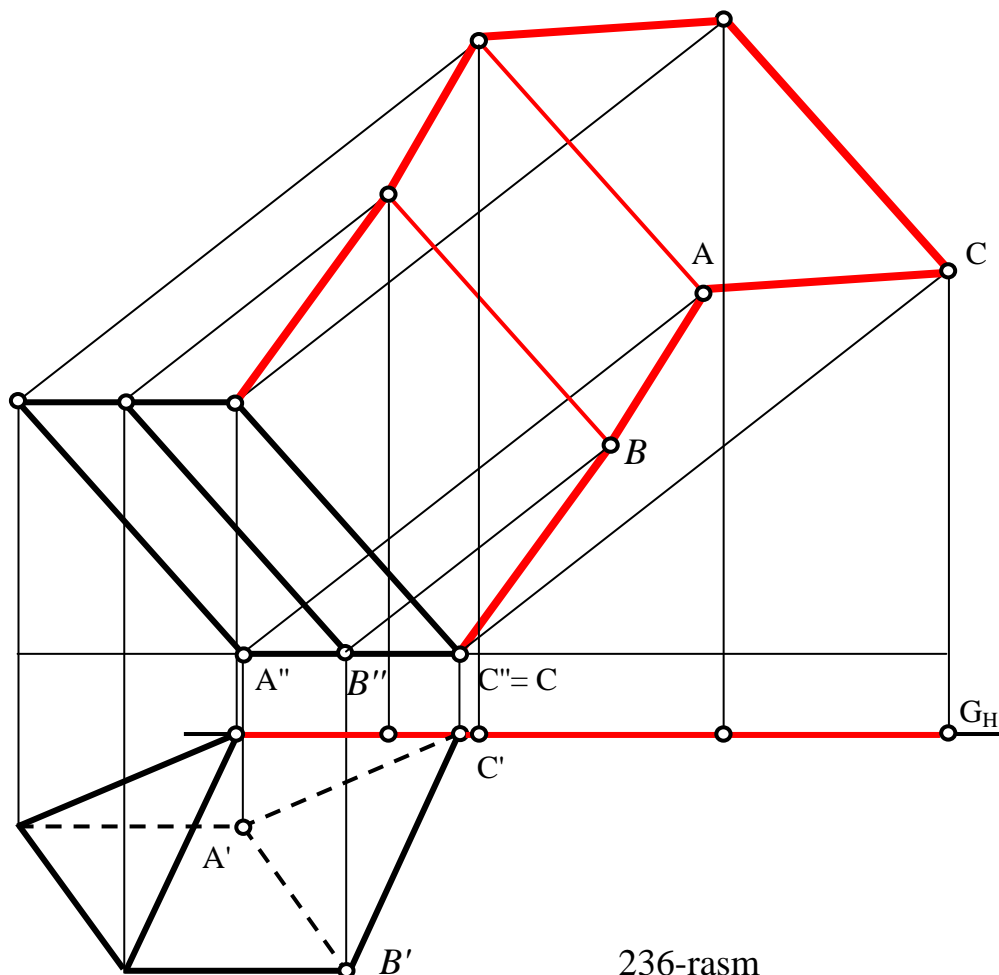


Yoyilmadagi biror nuqtaning o'rnini topish uchun tasvirlarda bu nuqta orqali yasovchi o'tkaziladi. Keyin bu nuqtaning chetki yasovchini haqiqiy kattalikdagi o'rnini belgilanib, yoyilmaga ko'chiriladi. Chunki bunday konusning barcha yasovchilari o'zaro teng bo'ladi.

Shuningdek, bu usuldan foydalanib asosi H ga va yasovchisi (qirradi) V ga parallel yoki aksincha, asosi V ga va yasovchisi (qirradi) H ga parallel bo'lgan silindr yoki prizma yon sirtlarini ham tekislikda yumalatib yoyish mumkin. Bunday silindr va prizmaning yasovchilari, qirralari va asosi tomonlarining haqiqiy uzunliklari chizmadan ma'lum bo'ladi.

Shuning uchun bunday sirtlarni biror yasovchisi yoki qirradi orqali  $H$  ga yoki  $V$  ga parallel bo'lgan yoyish-joylashtirish tekisligi o'tkaziladi. Silindr va prizmani shu tekislikda sirpantirmay yumalatib, bu sirtlarning o'tkazilgan tekislikdagi yoyilmasi yasaladi.

Misol: Prizmaning yon sirti tekislikka yoyilsin, 236-rasm.



236-rasm

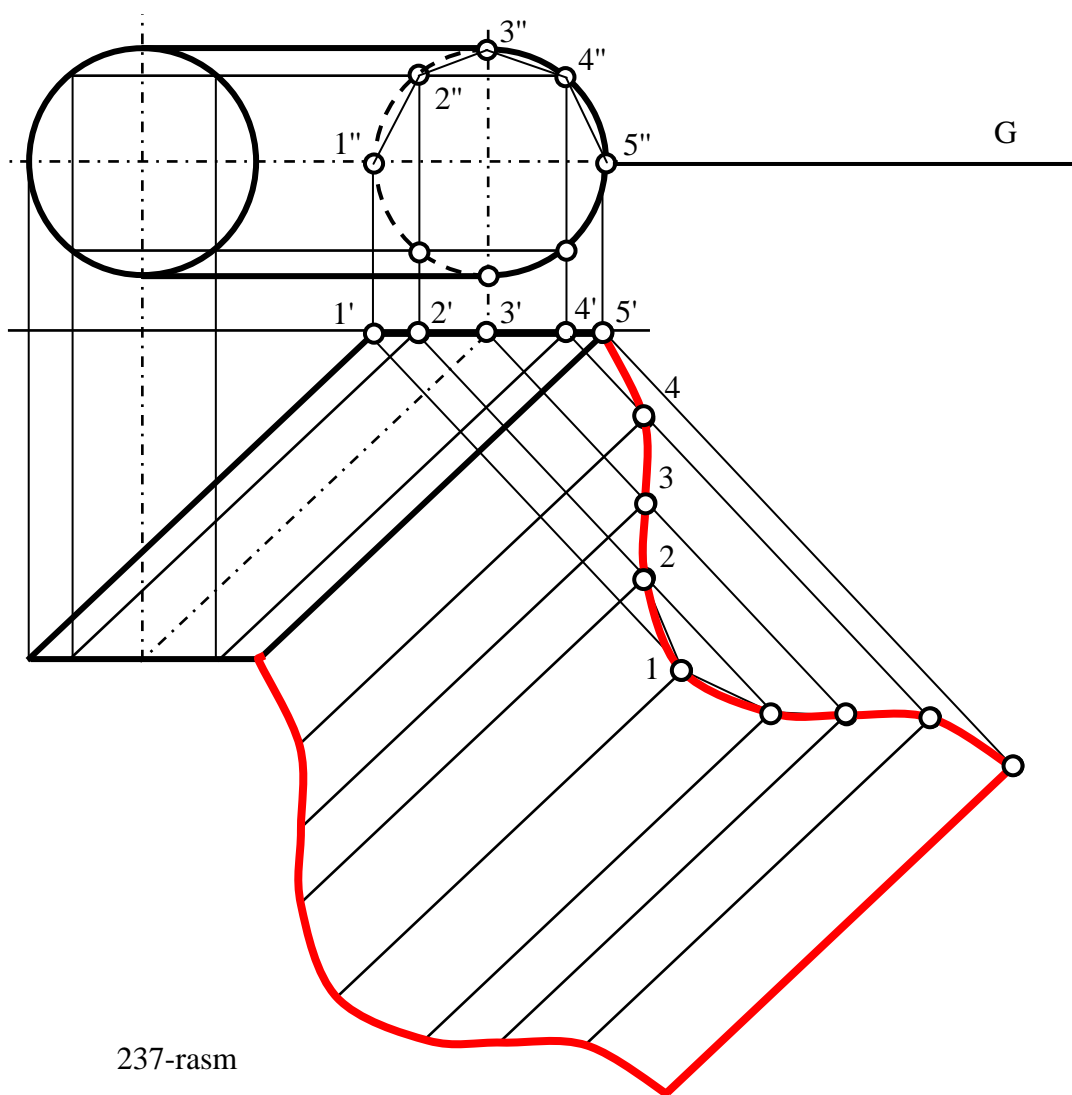
Bu prizma asosining haqiqiy ko'rinishi  $H$  ga va qirralarining haqiqiy uzunliklari  $V$  ga proyeksiyalanib qolganligi uchun uning  $S$  qirradi orqali frontal joylashtirish  $G \parallel V$  tekisligi o'tkaziladi. Prizmani bu tekislikda yumalatib, barcha qirralarini ketma-ket unga joylashtirib, uning yoyilmasi yasaladi.  $SB$  tomonini yumalatib, yoyish tekisligiga joylashtirishni ko'rib chiqaylik.

$B''$  nuqtalardan  $S''$  qirraga perpendikulyar qilib  $V$  nuqtaning harakat tekisligi o'tkaziladi.  $B$  qirra yoyish tekisligiga joylashganda o'zining haqiqiy uzunligida va  $S$  dan  $B$  nuqttagacha bo'lgan masofa ham o'zining haqiqiy  $S'B'$  uzunligida proyeksiyalangan bo'ladi. Shunga asoslanib, sirkul bilan  $S''$  markazdan, radiusi

S'B' kecmaga teng bo'lgan yoy o'tkazib, B'' nuqtadan o'tkazilgan harakat tekisligida B nuqta aniqlanadi. Natijada prizmaning yon sirti G tekislikka haqiqiy ko'rinishida joylashib qoladi. Qolgan qirralarni ham S va B qirra kabi yoyish tekisligiga ketma-ket joylashtirib, berilgan prizmaning yoyilmasi yasaladi. Chizmani A,B va S nuqtalarning harakat tekisliklari belgilanmagan.

Misol: Silindrning yon sirti tekislikka yoyilsin, 237-rasm.

Bu silindrning yoyilmasini yasash uchun asosini teng sakkiz bo'lakka bo'lib, uning sakkizta yasovchisi yasaladi. Silindr sirti simmetriya tekisligiga ega bo'lganligi va bu simmetriya tekisligi asosining 1 va 5 nuqtalaridan o'tganligi uchun, yoyishni 1 yoki chizmadagidek 5 yasovchidan boshlanadi.



237-rasm

Qulay bo'lgani uchun yoyishni 5 yasovchidan H ga parallel qilib, yoyish-joylashtirish G tekisligini o'tkazishdan boshlanadi. Silindrni bu tekislikda yumalatib, barcha yasovchilarini ketma-ket unga joylashtirib, silindrning yoyilmasi yasaladi; 4 yasovchini yumalatib, yoyish tekisligiga joylashtirishni ko'rib chiqaylik.

4' nuqtadan 5' yasovchiga perpendikulyar qilib 4 nuqtaning harakat tekisligi o'tkaziladi. 4 yasovchi yoyish tekisligiga joylashganda o'zining haqiqiy uzunligida va 5 dan 4 nuqtagacha bo'lgan  $54=5''4''$  masofa ham o'zining haqiqiy kattaligida proyeksiyalangan bo'ladi. Shunga asoslanib, sirkul bilan 5' markazdan, radiusi  $5''4''$  kecmaga teng bo'lgan yoy o'tkazib, 4 nuqtaning harakat tekisligida uning yoyilmadagi o'rni aniqlanadi.

Qolgan 3, 2 va 1 yasovchilarni ham 4 yasovchi kabi yoyish tekisligiga ketma-ket joylashtirib, berilgan silindrning yon sirtining yarimini yoyilmasi yasaladi. So'ngra ikkinchi yarmini simmetriyadan foydalanib yasab qo'yiladi.

Chizmani soddalashtirish maqsadida silindrning ikkinchi asosi nuqtalarining yoyilmadagi vazirlari aniqlanmadi. Chunki ularning vaziyatini silindrning yasovchilari tengligidan foydalanib, chizmadagidek ham aniqlash mumkin.

### **Tayanch iboralar**

Sirtlarni yoyilmasi, uchburchak usulda yoyish, normal kesim usulda yoyish, yumalatib yoyish, simmetriya tekisligi.

### **Nazorat savollari**

1. Sirtlarning yoyilmasi deb nimaga aytiladi?
2. Sirtlarning yoyilmasini yasashning qanday usullarini bilasiz?
3. Sirtlarning to'liq yoyilmasini izoxlab bering?
4. Qaysi sirtlarni qanday vaziyatlarida yumalatib yoyish mumkin?





R tekislik aksonometriya tekisligi deb yuritiladi (238-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 R tekislik orasidagi burchak  $\varphi=90^\circ$  bo‘lsa, to‘g‘ri burchakli; agar  $0^\circ < \varphi^\circ \neq 90^\circ$  bo‘lsa, qiyshiq burchakli aksonometriya deb ataladi.

Biror figuraning aksonometrik proyeksiyasini yasash uchun figuraning o‘zi va uning ortogonal proyeksiyalaridan birini aksonometrik proyeksiyalar tekisligiga proyeksiyalash yetarlidir. Masalan, fazodagi A nuqta ortogonal proyeksiyalaridan biri A' proyeksiyasi bilan birga R aksonometriya tekisligiga tasvirlangan (13.1-rasm). Bunda  $A_r$  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  $O_rA_{xp}A'_rA_r$  bo‘ladi.

$O_{rx_r}, O_{ry_r}, O_{rz_r}$  lar aksonometrik proyeksiyalar o‘qlari,  $O_r$  esa O koordinatalar boshining aksonometriyasi bo‘ladi.

Aksonometrik proyeksiyalar parallel proyeksiyalar turiga mansub bo‘lganligi sababli ular parallel proyeksiyalarning hamma xossalari ega.

Shunga ko‘ra  $AA' \parallel OZ, A'A_x \parallel OY, A'A_y \parallel OX$  bo‘lganligi uchun  $A_rA'_r \parallel O_pZ_p, A'_rA_{xr} \parallel O_pY_p, A'_rA_{yr} \parallel O_pX_p$  bo‘ladi.

## 10.2. Aksonometrik o‘qlar va ular bo‘yicha o‘zgarish koeffisientlari

Dekart koordinatalar sistemasidagi uchala koordinata o‘qlari uchun umumiy bo‘lgan ye uzunlikni masshtab birligi sifatida qabul qilamiz (238-rasm). Buni *natural masshtab birligi* deb ataymiz. Natural masshtab birligi  $e$  kesmani Ox, Oy va Oz koordinata o‘qlariga qo‘yib, ularni R tekislikka proyeksiyalasak,  $e_x, e_y, e_z$  kesmalar hosil bo‘ladi. Bu kesmalar aksonometrik masshtab birliklari deb

yuritiladi. Ularning ye ga nisbatlari aksonometrik o‘qlar bo‘yicha o‘zgarish koeffitsientlari deb yuritiladi va quyidagicha belgilanadi:

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

238-rasmdan

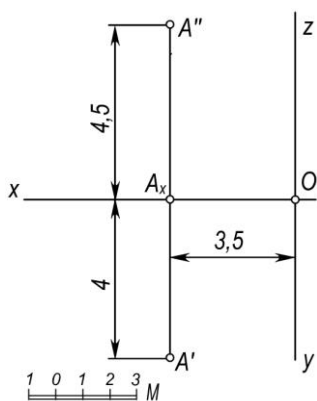
$$\frac{O_p A_{xp}}{OA_x} = \frac{e_x}{e} = k_x, \quad \frac{O_p A_{yp}}{OA_y} = \frac{e_y}{e} = k_y, \quad \frac{O_p A_{zp}}{OA_z} = \frac{e_z}{e} = k_z, \quad (2)$$

tenglilarni yozish mumkin.

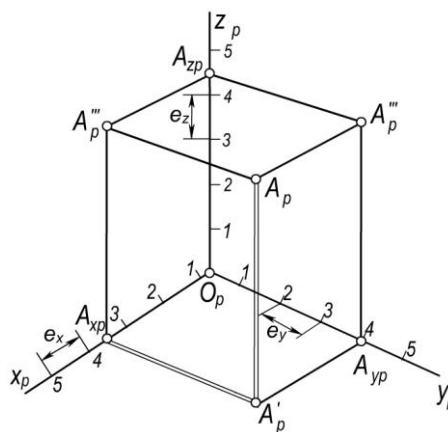
Demak, A nuqtaning dekart va aksonometrik koordinatalari orasidagi bog‘lanishni quyidagicha yozishimiz mumkin:

$$\frac{x_p}{x} = k_x \text{ yoki } x_p = k_x x, \quad \frac{y_p}{y} = k_y \text{ yoki } y_p = k_y y, \quad \frac{z_p}{z} = k_z \text{ yoki } z_p = k_z z. \quad (3)$$

Aksonometrik o‘qlarning vaziyatlari va shu o‘qlar bo‘yicha o‘zgarish koeffitsientlari berilgan bo‘lsa, fazodagi xar qanday nuqtaning aksonometriyasini yasash mumkin. Buning uchun nuqtaning x, y va z koordinatalarini mos o‘zgarish koeffitsientlariga 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 (239,a-rasm). Buning uchun  $O_p X_p$  o‘qiga  $O_p$  nuqtalardan boshlab  $O_p A_{xp} = 3,5e_x$  kesmani o‘lchab qo‘yiladi va  $A_{xp}$  nuqtani belgilab olinadi (239,b-rasm). Bu nuqtadan  $O_p Y_p$  o‘qiga parallel qilib  $A_{xp} A'_p = 4e_y$  kesmani o‘lchab qo‘yiladi va hosil bo‘lgan  $A'_p$  nuqtadan  $O_p Z_p$  o‘qiga parallel qilib  $A'_p A_p = 4,5e_z$ ; kesmani o‘lchab qo‘yiladi. Hosil bo‘lgan  $A_p$  nuqta A nuqtaning aksonometrik proyeksiyasi,  $A_p'$  esa A nuqtaning ikkilamchi proyeksiyasi bo‘ladi.



a)



b)

### 239-rasm.

Aksonometrik proyeksiyalar uch turga bo'linadi.

- Agar uchala o'qlar bo'yicha o'zgarish koeffisientlari o'zaro teng bo'lsa, ya'ni  $k_x=k_y=k_z$  bo'lganda hosil bo'lgan aksonometriya *izometrik proyeksiyalar* deyiladi.
- Agar o'zgarish koeffisientlaridan ikkitasi o'zaro teng bo'lib, uchinchi ulardan farkli 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 ( $k_x=k_y \neq k_z$  bo'lsa), *trimetrik proyeksiyalar* deyiladi.

### 10.3. 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.** Diagonalari 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:

**Natija:** *Bir nuqtadan chiqqan uchta har qanday to'g'ri chiziq aksonometrik o'qlar bo'la oladi.*

Bu teoreмага binoan aksonometriya o'qlari orasidagi burchaklarni va ular bo'yicha o'zgarish koefitsientlarini, 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 kitobning 10.7. va 13.8 paragraflarida ko'riladi.

#### **10.4. O'zgarish koefitsientlari va proyeksiyalash burchagi orasidagi o'zaro bog'lanish**

Aksonometriyaning asosiy teoremasiga asosan aksonometrik proyeksiyalar o'qlari va ular bo'yicha o'zgarish koefitsientlarini ixtiyoriy olish mumkin. Ammo ular bir-biri bilan o'zaro uzviy bog'liq bo'ladi.

Ox, Oy va Oz koordinatalar o'klarini R aksonometrik proyeksiyalar tekisligiga  $\varphi$  burchak ostida proyeksiyalaymiz (240-rasm). Bunda koordinatalar boshi O nuqtaning R tekislikdagi proyeksiyasi  $O_r$  bo'ladi. Bunday qiyshiq burchakli aksonometrik proyeksiyalashning proyeksiyalanish burchagi  $\varphi$  ni chizmada hosil qilish uchun O nuqtadan R tekislikka  $OO_0$  perpendikulyarni tushiramiz.  $OO_p$  va  $O_rO_0$  to'g'ri chiziqlar orasidagi  $\varphi$  burchak proyeksiyalash burchagi bo'ladi.

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

$$k_x^2 + k_y^2 + k_z^2 = 2 + \operatorname{ctg}^2 \varphi \quad (1)$$

Ushbu teoremani isboti Sh.Murodov va boshqalarning «Chizma geometriya kursi», 1988 yil chop etilgan kitobida keltirilgan.

**2-teorema.** To‘g‘ri burchakli aksonometrik proyeksiyalashda o‘qlar bo‘yicha o‘zgarish koeffisientlari kvadrlarining yig‘indisi 2 ga teng.

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

**Isboti.** 241-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,  $O_P A$ ,  $O_P B$ ,  $O_P C$  aksonometriya o‘qlari hosil bo‘ladi. Bu o‘qlarni  $O_x$ ,  $O_y$  va  $O_z$  hosil qilgan burchaklarini mos ravishda  $\alpha$ ,  $\beta$  va  $\gamma$  bilan belgilaymiz. Bunda  $OO_P A$ ,  $OO_P B$ ,  $OO_P C$  lar to‘g‘ri burchakli uchburchaklar bo‘lganligi uchun

$$O_P A:OA = \cos \alpha, \quad O_P B:OB = \cos \beta \quad \text{va} \quad O_P C:OC = \cos \gamma \quad \text{bo‘ladi.} \quad (3)$$

$OO_P$  proyeksiyalash yo‘nalishi bilan  $O_x$ ,  $O_y$  va  $O_z$  o‘qlar orasidagi burchaklar  $\alpha_1$ ,  $\beta_1$  va  $\gamma_1$  yo‘naltiruvchi burchaklar deyiladi.

Analitik geometriyadan ma’lumki, aylantiruvchi burchaklar kosinuslari kvadrlarining yig‘indisi 1 ga teng, ya’ni

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

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,

$$\sin^2 \alpha + \sin^2 \beta + \sin^2 \gamma = 1 \quad \text{bo‘ladi.} \quad (5)$$

$\sin^2 \alpha = 1 - \cos^2 \alpha$ ,  $\sin^2 \beta = 1 - \cos^2 \beta$ ,  $\sin^2 \gamma = 1 - \cos^2 \gamma$  ekanligini e’tiborga olgan holda (5) ifodani soddalashtirishdan so‘ng quyidagicha yozish mumkin:

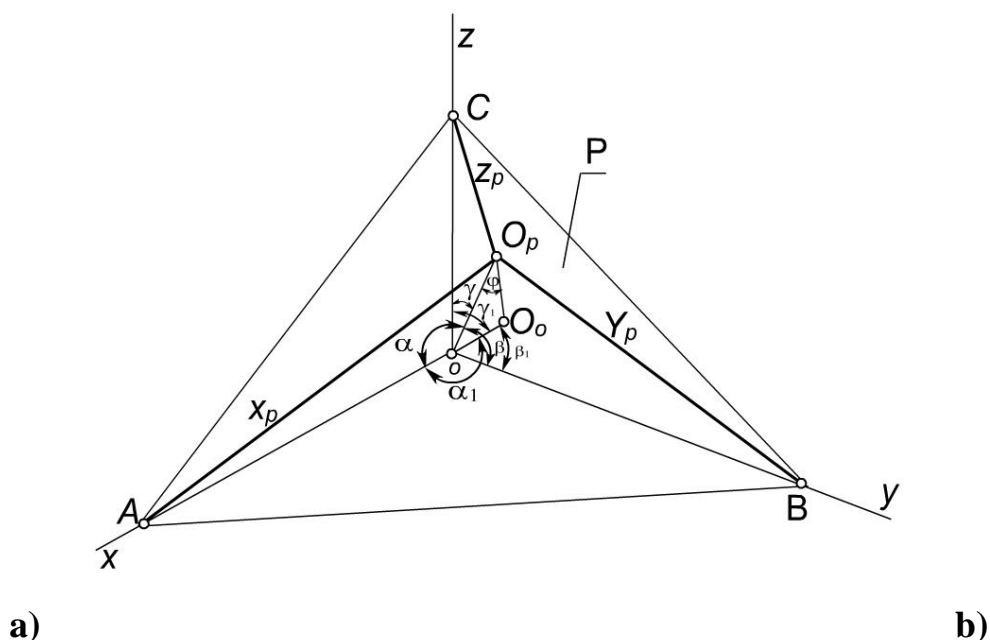
$$\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta + \cos^2 \gamma = 2 \quad (6)$$

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

## To'g'ri burchakli aksonometrik proyeksiyalarda keltirilgan o'zgarish 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:

$$k_x=0.92, k_y=0.47, k_z=0.96;$$



240-rasm.

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,  $k_x^k = 1.0028$ ,  $k_y^k = 0.5123$ ,  $k_z^k = 1.0464$  bo'ladi. Bularni yaxlitlab  $k_x^k = 1$ ,  $k_y^k = 0.5$  va  $k_z^k = 1$  deb olsak,  $k_x^k = k_x \cdot 1.09$ ,  $k_y^k = k_y \cdot 1.09$ ,  $k_z^k = k_z \cdot 1.09$  bo'ladi. Bunda  $K_x^k$ ,  $K_y^k$  va  $K_z^k$

o‘qlar bo‘yicha keltirilgan o‘zgarish koeffitsientlari deb belgilangan. Bunda 1,09 keltirish koeffitsienti bo‘lib, uni  $m$  bilan belgilaymiz. U holda

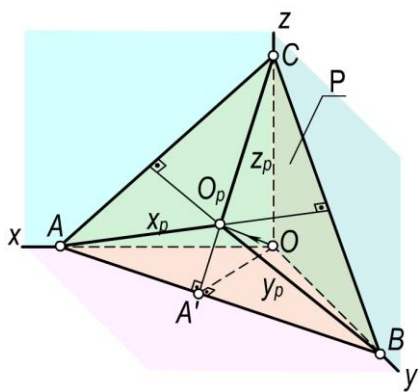
$$k_x = \frac{k_x^k}{m}, \quad k_y = \frac{k_y^k}{m}, \quad k_z = \frac{k_z^k}{m}, \text{ yoki } (k_x^k)^2 + (k_y^k)^2 + (k_z^k)^2 = 2m^2$$

hosil bo‘ladi.

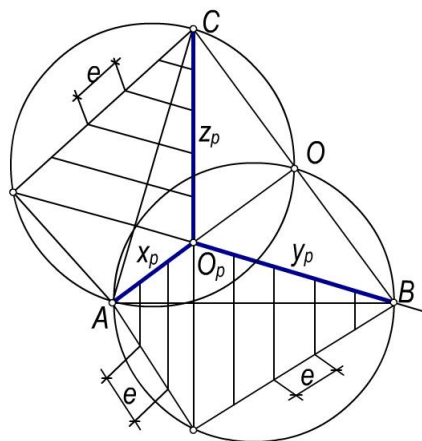
Demak, keltirilgan koeffitsientlari bo‘yicha bajarilgan aksonometrik proyeksiyalarda o‘qlar bo‘yicha aksonometrik masshtablar keltirish koeffitsientiga proporsional ravishda o‘zgaradi.

### 10.5. To‘g‘ri burchakli aksonometriyada izlar uchburchagi va aksonometriya o‘qlari

Dekart koordinatlar sistemasi OXYZ da P aksonometriya tekisligini joylashtirganda u koordinata tekisliklari bilan kesishib ABC uchburchakni hosil qiladi. (241, a-rasm). Bu uchburchak aksonometriyada *izlar uchburchagi* deb yuritiladi.



a)



b)

241-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 uchyoylikni hosil qiladi (13.4,a-rasm). Bu uchyoyliklarning P tekislik bilan kesishuvidan hosil bo‘lgan ABC uchburchakda  $A'C \perp AB$  bo‘lishi 1-teoremadan ma’lum. Demak, AA'C uchburchak to‘g‘ri burchakli bo‘lganligi sababli  $\angle CAA' < 90^\circ$  bo‘ladi. Shuningdek,  $\angle A'BC < 90^\circ$  va  $\angle ACB < 90^\circ$  bo‘ladi.

**3-teorema.** To‘g‘ri burchakli aksonometriyada aksonometriya o‘qlari orasidagi burchaklar o‘tmas burchaklardir.

**Isboti:** 1-teoremada aksonometriya o‘qlari izlar uchburchagining balandliklari, 2-teoremada esa izlar uchburchagining o‘tkir burchakli bo‘lishini isbot qilingan edi. Planimetriyadan ma’lumki, har qanday o‘tkir burchakli uchburchakning balandliklari o‘zaro o‘tmas burchak ostida kesishadi.

To‘g‘ri burchakli aksonometriyada izlar uchburchagi teng tomonli uchburchak bo‘lsa, bunday aksonometriya izometriya bo‘ladi, teng yonli uchburchak bo‘lsa - **dimetriya**, tomonlari har xil bo‘lgan uchburchak bo‘lsa - **trimetriya** bo‘ladi.

Izlar uchburchagi ABC berilgan bo‘lsa,  $O_pA$ ,  $O_pB$  va  $O_pC$ , kesmalarning uzunliklarini aniqlash mumkin. (241,b-rasm). Izlar uchburchagida  $x_p$ ,  $y_p$  va  $z_p$  o‘qlar o‘tkazilgan. Bunday chizmani XOY, XOZ, YOZ tekisliklar bilan ifodalangan uchyoylikning P tekislikka to‘g‘ri burchakli proyeksiyasi deyish mumkin (242,a-rasmga qarang). Jipslashtirish usulidan foydalanib,  $AO_pB$  uchburchakning proyeksiyasiga ko‘ra, uning haqiqiy kattaligi  $AO_pB$  ni yasaymiz. Buning uchun  $\angle AOB = 90^\circ$  bo‘lganligi uchun diametri AB ga teng bo‘lgan aylana chizamiz.  $O_p$  nuqta dan ABga perpendikulyar tushirib,  $O_I$  nuqta ni belgilab olamiz. Uni A va V nuqtalar bilan tutashtiramiz.

$\frac{O_pA}{O_I A}$  va  $\frac{O_pB}{O_I B}$  nisbatlar  $x_p$  va  $y_p$  o‘qlar bo‘yicha o‘zgarish koeffitsientlari

hisoblanadi:



$$k_x = \frac{O_p A}{O_1 A}, \quad k_y = \frac{O_p B}{O_1 B}.$$

Xuddi shuningdek,  $O_2$  nuqta ni aniqlab,  $Z_p$  o‘q bo‘yicha o‘zgarish koeffisienti  $k_y = \frac{O_p}{O_2 C}$ , ni aniqlash mumkin. Agar  $AO_1B$  va  $AO_2S$  uchburchaklarning tomonlariga  $O_1$  va  $O_2$  nuqtalardan boshlab natural uzunlik birliklarni qo‘yib, ularning mos aksonometrik o‘qlardagi proyeksiyalarini aniqlash bilan aksonometrik masshtablarni yasash mumkin.

### 10.6. Aylananing aksonometriyasi

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  $d \cdot \cos\varphi$  ga, teng. Bu yerda  $\varphi$  aylana tekisligi bilan aksonometrik proyeksiyalar tekisligi orasidagi burchak.

**Aylananing to‘g‘ri burchakli aksonometriyasi.** Chizmachilikda aylananing to‘g‘ri burchakli aksonometriyasi bo‘lgan ellipsni chizish ko‘p hollarda uchraydi.

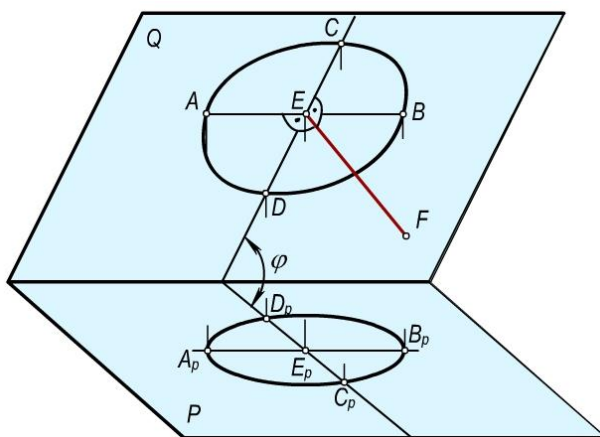
Aylana tekisligi  $Q$  aksonometrik proyeksiyalar tekisligi  $R$  bilan o‘zaro o‘tkir burchak  $\varphi^\circ$  hosil qilib kesishganda aylananing aksonometriyasi ellips bo‘ladi (242-rasm). Bu ellipsning katga o‘qi  $A_p B_p$  aylananing  $AB$  diametriga, kichik o‘qi  $C_p D_p$  esa aylana diametrini  $\varphi$  burchak kosinusiga ko‘paytirilganiga teng bo‘ladi.

$$A_p B_p = AB, C_p D_p = CD \cos \varphi.$$

Parallel proyeksiyalarning xossalari qo‘ra elipsning  $A_p B_p$  katta o‘qi  $Q$  va  $P$  tekisliklarning o‘zaro kesishish chizig‘i  $a$  ga parallel,  $C_p D_p$  kichik o‘qi esa bu to‘g‘ri chiziqqa perpendikular bo‘ladi, ya‘ni:

$$A_p B_p \parallel a, C_p D_p \perp a.$$

Shunday qilib, aylananing aksonometrik proyeksiyasini yasash uchun aylana markazining proyeksiyasi  $ye_r$  nuqta yasab va bu nuqtadan ellipsning katta va kichik o‘qlari o‘tkaziladi. Ellipsni uning katta va kichik o‘qlari bo‘yicha yasash qiyin emas.

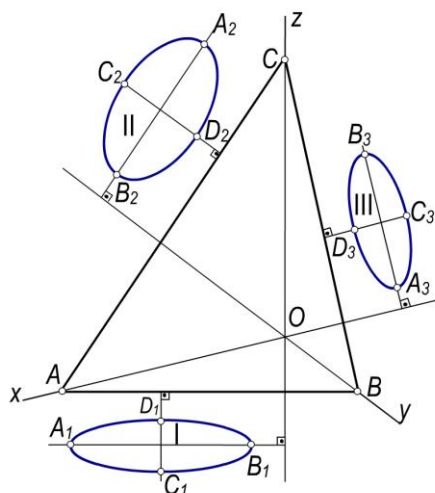


**242-rasm.**

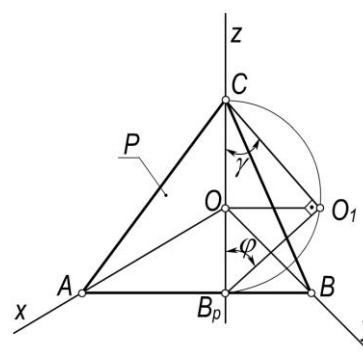
Ko‘pincha,  $N$ ,  $V$ ,  $W$  yoki ularga parallel tekisliklarda yotuvchi aylanalarning aksonometrik proyeksiyalarini yasashga to‘g‘ri keladi. Bunday aylanalarning aksonometriyalarini yasashni batafsil ko‘rib chiqamiz.

Ma‘lumki, to‘g‘ri burchakli aksonometriyada  $P$  aksonometrik proyeksiyalar tekisligi  $N$ ,  $V$ ,  $W$  tekisliklar bilan kesishadi.  $P$  tekislikning bu tekisliklar bilan kesishish chiziqlari izlar uchburchagining tomonlaridan iborat bo‘ladi. Demak,  $N$  tekislikka tegishli aylananing  $P$  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 (243-rasm). To‘g‘ri burchakli aksonometriyada aksonometriya o‘qlari izlar

uchburchagining balandligidan iborat bo‘ladi. Shunga ko‘ra, **I** ellips uchun  $A_p B_p \perp O_p C$ , ( $Oz$ ) **II** ellips uchun  $A_p B_p \perp O_p B$  ( $Ou$ ), **III** ellips uchun  $A_p B_p \perp O_p A$  ( $Ox$ ) bo‘ladi. Ellipslarning  $C_p D_p$  kichik o‘qlari  $A_p B_p$  katta o‘qlariga doim perpendikulyar bo‘ladi.



**243-rasm.**



**244-rasm.**

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 244-rasmga murojaat qilamiz. Oz o‘qidan o‘tuvchi va izlar uchburchagining **AB** tomoniga perpendikulyar qilib o‘tkazilgan tekislik  $P$  tekislikni  $CB_p$  to‘g‘ri chiziq bo‘yicha,  $XOY$  tekislikni esa eng katta og‘ma chizig‘i  $O_1 B_p$  bo‘yicha kesib o‘tadi. Natijada  $CO_1 B_p$  to‘g‘ri burchakli uchburchakni hosil qilinadi. Bu uchburchakning  $CO_1 B_p$  jipslashgan vaziyati rasmda ko‘rsatilgan. Buning uchun diametri  $CB_p$  kesma bo‘lgan yarim aylana chiziladi va  $O_r$  nuqtadan  $Oz$  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  $Oz$  o‘qi va  $XOY$  tekislik orasidagi burchaklar bo‘ladi. Bundan  $Oz$  o‘qi bo‘yicha o‘zgarish koeffisienti  $k_z = \cos \gamma$  ekanligini ma‘lum.  $XOY$  tekislikning eng katta qiyalik chizig‘i  $O_1 B_p$  ning

yoʻnalishi boʻyicha oʻzgarish koeffitsienti  $k_{xOy} = \cos \varphi$  boʻladi. Toʻgʻri burchakli  $CO_1B_p$  uchburchakdan  $\cos^2 \varphi = 1 - \cos^2 \gamma$  boʻlgani uchun

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

boʻladi.

Xuddi shuningdek,  $xOz$  va  $yOz$  tekisliklarining eng katta qiyalik chiziqlari yoʻnalishlari boʻyicha oʻzgarish koeffitsientlarining qiymatlarini keltirib chiqarish mumkin:

$$k_{xOz} = \sqrt{1 - k_y^2}, \quad k_{yOz} = \sqrt{1 - k_x^2}.$$

Yuqorida ellipsning kichik oʻqi  $C_p D_p = CD \cos \varphi$  ekanligini koʻrib chiqqan edik. Bunda  $CD$  – proyeksiyalanayotgan aylananing diametri,  $\varphi$  esa aylana tekisligi bilan  $P$  tekislik orasidagi burchakdir. Shunga koʻra:

- $XOY$  tekislikka tegishli aylanani proyeksiyasi boʻlgan ellips uchun

$$C_p D_p = CD \cdot \sqrt{1 - k_z^2};$$

- $XOZ$  tekislikka tegishli aylananing proyeksiyasi uchun

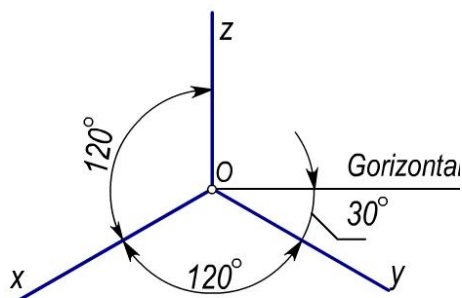
$$C_p D_p = CD \cdot \sqrt{1 - k_y^2};$$

- $YOZ$  tekislikka tegishli aylanani proyeksiyasi uchun

$$C_p D_p = CD \cdot \sqrt{1 - k_x^2}; \text{ boʻladi.}$$

## 10.7. Toʻgʻri burchakli standart aksonometriyalar

### 10.7.1. Toʻgʻri burchakli standart izometriya.



Toʻgʻri burchakli aksonometriyada aksonometrik proyeksiyalar tekisligi  $R$  koordinatalar tekisliklari bilan bir xil burchak xosil qilsa, izlar uchburchagi teng tomonli boʻlib, uning balandligi bissektrissasi xam boʻladi. Shuning uchun toʻgʻri burchakli izometiryada aksonometrik oʻqlar orasidagi burchaklar  $120^\circ$  ga teng (245-rasm). Bu xolda oʻqlar boʻyicha oʻzgarish

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  $k_x=\sqrt{\frac{2}{3}}=0.82$  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 xar 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  $m=\frac{1}{0.82}=1.22$  ga teng bo‘lib, buyumning aksonometriyasi asliga nisbatan 1,22 marta kattalashadi.

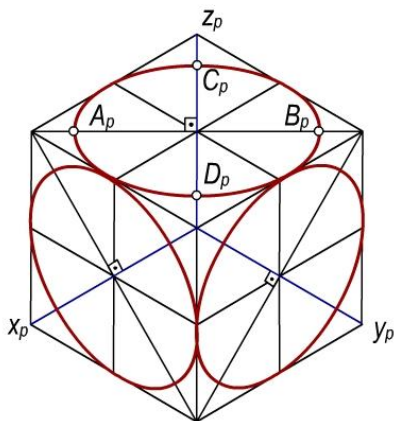
13.9-rasmda kub va uning yoqlariga ichki chizilgan aylanalarning izometriyalari bo‘lgan ellipslar tasvirlangan. Aylananing tekisliklari (kubning yoqlari) H, V va W proyeksiyalar tekisliklariga parallel. Natural o‘zgarish koeffisientlari 0,82 bo‘yicha ellipslarning katta va kichik o‘qlari quyidagicha bo‘ladi:

$$A_pB_p=d, \quad C_pD_p=\sqrt{1-0.82^2}d=0.58\cdot d$$

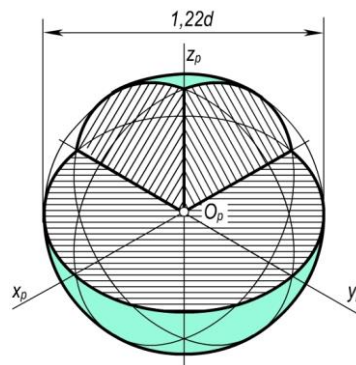
Bunda  $d$  - berilgan aylana diametri.

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.

247-rasm to‘g‘ri burchakli izometriyada tasvirlangan sferaning diametri  $1,22d$  ga teng. Bunda  $d$  sferaning diametri.



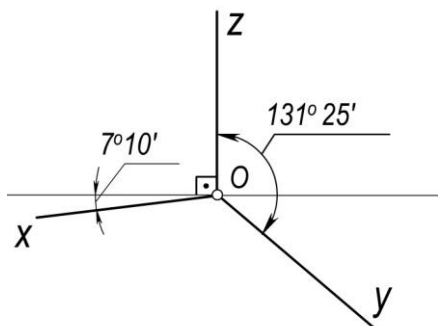
246-rasm.



247-rasm.

### 10.7.2. 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.



248-rasm.

To'g'ri burchakli dimetriyaning juda ko'p turlari mavjud bo'lib, ulardan aksonometrik o'qlarning o'zaro joylashuvi 248-rasmda ko'rsatilgan vaziyatdagi holati standartda tavsiya qilingan. Bu o'qlarni  $\alpha$  va  $\beta$  burchaklarning tangenslari orqali oson yasash mumkin, chunki  $\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{8}$ ,  $\operatorname{tg} \beta = \frac{7}{8}$ . 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  $k_y = 1/2 k_x$  deb olingan. U holda  $k_x^2 + k_y^2 + k_z^2 = 2$  tenglikka yuqoridagi qiymatlarni qo'yib,  $k_x^2 + k_x^2 + \frac{k_x^2}{4} = 2$  yoki  $9k_x^2 = 8$  ga ega bo'lamiz. Bundan,  $k_x = \sqrt{\frac{8}{9}} = \frac{2\sqrt{2}}{3} \approx 0.94$  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:

$$k_x = 1, \quad k_y = 1, \quad k_z = 0.5$$

U holda keltirish koeffisienti  $m = \frac{1}{0.94} = 1.06$  bo'ladi. Bu holda buyumning aksonometriyasi asliga nisbatan 1,06 marta kattalashadi.

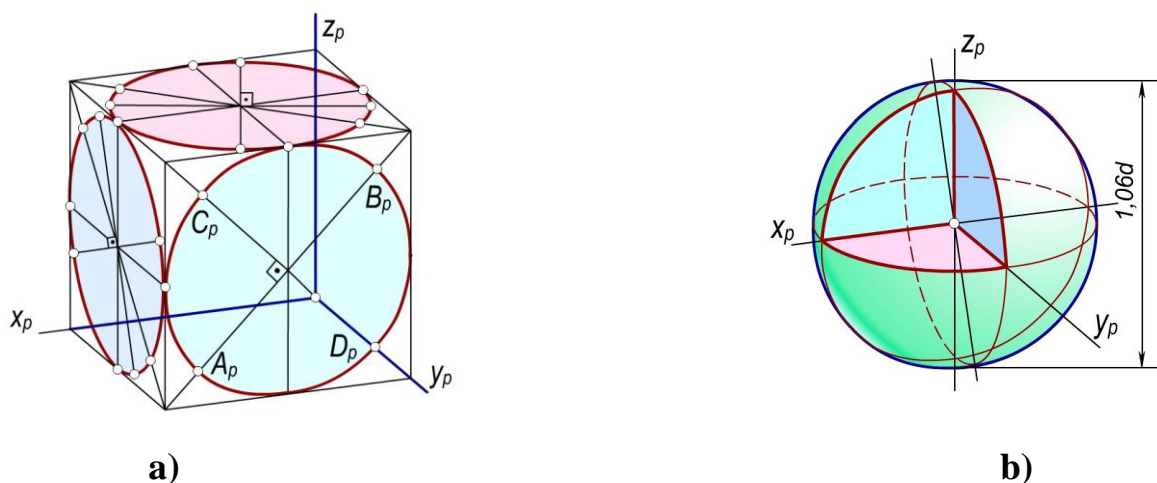
249,a-rasmda to'g'ri burchakli dimetriyada kub va uning yoqlarida ichki chizilgan aylanalarning dimetrik proyeksiyalari bo'lgan ellipslar tasvirlangan.

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

$$C_p D_p = CD \cdot \sqrt{1 - 0.94^2} = 0.33 \cdot d$$

bo'ladi.  $V(XOZ)$  tekislikka tegishli aylananing proyeksiyasi ellips uchun esa

$$C_p D_p = d \sqrt{1 - 0.47^2} = 0.88 \cdot d \text{ bo'ladi.}$$



**249-rasm.**

Keltirilgan o'zgarish koeffisientlari bo'yicha  $XOY$  va  $YOZ$  tekisliklariga parallel bo'lgan yoqlardagi ellipslar (aylananing dimetriyasi) uchun katta o'qlar  $A_p B_p = 1,06d$ , kichik o'qlar  $C_p D_p = 0,35d$  bo'ladi. Chunki  $C_p D_p = 1,06 \times 0,33d$ .  $XOZ$  tekislikka parallel bo'lgan yoqdagi ellips uchun  $A_p B_p = 1,06d$ ,  $C_p D_p = 0,93d$ . Chunki  $C_p D_p = 1,06 \times 0,88d = 0,93d$ .

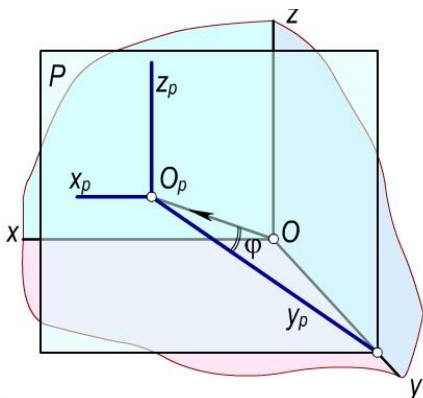
Sferani to'g'ri burchakli dimetriyasini keltirilgan o'zgarish koeffisientlari bo'yicha chizish, 13.12,b-rasmda ko'rsatilgan. Sferaning dimetriyasi  $D_1$  diametrli aylana bo'lib,  $D_1 = 1,06d$  ga teng.

Diametri  $d$  ga teng aylanalar gorizontaal va profil tekisliklarda joylashgan bo'lsa, ularning dimetriyasidagi ellipsning katta va kichik o'qlari mos ravishda  $1,06d$  va  $0,35d$  ga teng. Agar diametri  $d$  ga teng aylana frontal tekislikda joylashgan bo'lsa, bunday aylananing dimetriyasidagi ellipsning katta va kichik o'qlari mos ravishda  $1,06d$  va  $0,94d$  ga teng bo'ladi.

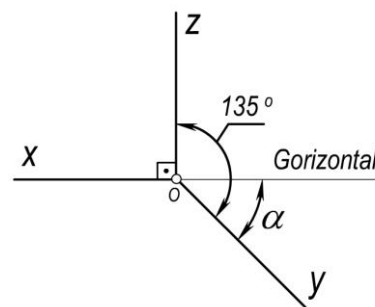
## 10.8. Qiyshiq burchakli standart aksonometriyalar

### 10.8.1. Qiyshiq burchakli standart frontal dimetriya.

Buyumlarning yaqqol tasvirlarini qiyshiq burchakli aksonometriyada yasash uchun qiyshiq burchakli standart izometriya va dimetriyalardan foydalaniladi. Bunda R aksonometrik proyeksiyalar tekisligini xususiy xolda, ya'ni koordinata tekisliklarining birortasiga parallel qilib olinadi. Bu holda proyeksiyalash yo'nalishini aksonometrik tekislikka perpendikulyar qilib olib bo'lmaydi. Chunki bunda koordinata o'qlaridan biri nuqta bo'lib proyeksiyalanadi. Bu esa tasvir yaqqoligini ta'minlamaydi. Agar R aksonometriya tekisligini  $xOz$  koordinatalar tekisligiga parallel qilib olinsa (250-rasm)  $O_r x_r \parallel Ox$ ,  $O_p z_p \parallel Oz$ , bo'lganligi uchun,  $O_r x_r$  va  $O_p z_p$  o'qlar o'zaro perpendikulyar bo'lib, bu o'qlar bo'yicha o'zgarish koeffisientlari  $k_x = k_z = 1$  bo'ladi,  $k_y$  esa  $OO_r V$  to'g'ri burchakli uchburchaqdan topiladi va  $k_y = \frac{OO_p}{OB} = \text{ctg } \varphi$  ga teng bo'ladi. Bu holda  $xOz$  koordinatalar tekisligi va unga parallel bo'lgan barcha tekisliklarda joylashgan shakllar aksonometriya tekisligiga o'zining kattaligicha proyeksiyalanadi. Bu esa predmet yaqqol tasvirini yasashni osonlashtiradi.

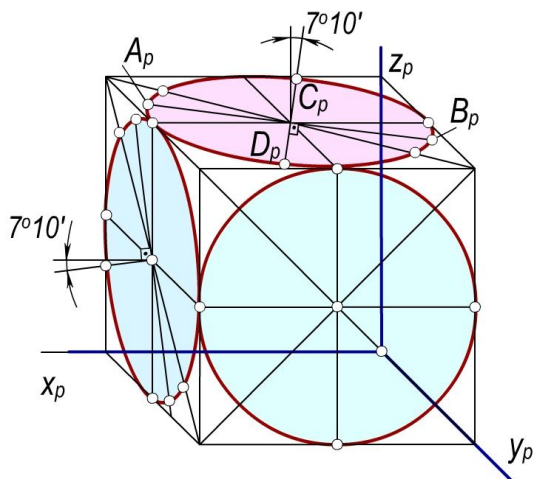


250-rasm.



251-rasm.





252-рasm.

Agar  $\varphi=45^\circ$  bo'lsa,  $k_y=\text{ctg}45^\circ=1$  bo'lgani uchun aksonometriya o'qlari bo'yicha o'zgarish koeffisientlari  $k_x=k_z=1$  va  $k_y=1$  bo'ladi. Bu xolda qiyshiq burchakli frontal izometriya hosil bo'ladi.

Amalda  $O_p y_p$  o'qi  $O_p x_p$  o'qining davomidagi gorizontal to'g'ri chiziq bilan hosil qilgan burchagi  $\alpha$  ning  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$  vaziyatlari olinadi (251-rasm) va

bu o'q bo'yicha o'zgarish koeffisienti  $k_y=0,5$  qabul qilingan  $k_x=k_z=1$ ,  $k_y=0,5$  bo'yicha chizilgan aksonometriyalar *qiyshiq burchakli frontal dimetriyalar yoki kabinet proyeksiyalar* deyiladi.

Qiyshiq burchakli frontal dimetriyada aksonometriya o'qlarining vaziyati 251-rasmدا ko'rsatilganidek qabul qilingan, ya'ni  $XOZ=90^\circ$ ,  $YOZ=135^\circ$  O'zgarish koeffisienlari esa  $k_x=k_z=1$  va  $k_y=0,5$  bo'ladi.

252-rasmدا kub va uning yoqlaridagi ichki chizilgan aylanalarning aksonometriyalari qiyshiq burchakli frontal dimetrik proyeksiyada tasvirlangan. Bunda  $xOz$  tekislikka parallel yoqda yotgan aylana dimetriyadaga aylanaga teng bo'lib proyeksiyalanadi. Qolgan yoqlardagi aylanalarda, ellipslar bo'lib proyeksiyalanadi. Bu ellipslar o'qlar keltirilgan o'zgarish koeffisientlari bo'yicha  $1,06d$  va  $0,33d$  ga teng bo'ladi.

**10.8.2. Qiyshiq burchakli standart frontal izometriya.** Qiyshiq burchakli frontal izometriyada  $k_x=k_z=k_y=1$  bo'lganligi uchun  $k_x^2+k_y^2+k_z^2=2+\text{ctg}^2 2\varphi$  dan  $I^2+I^2+I^2=2+\text{ctg}^2 \varphi$  yoki  $\text{ctg}^2 \varphi=1$  bo'ladi.

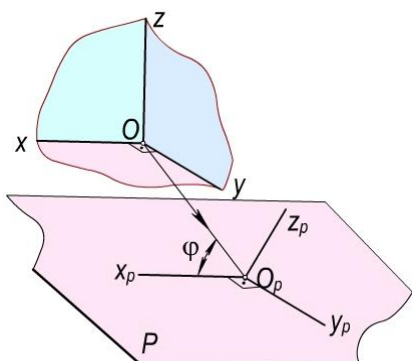
Bundan  $\varphi^\circ=\text{arctg}1=45^\circ$ . Demak, qiyshiq burchakli izometriyada  $\varphi$  proyeksiyalash burchagi  $45^\circ$  ga teng ekan.

Qiyshiq burchakli dimetriya uchun  $k_x=k_z=1$  va  $k_y=0,5$  bo'lgani uchun,  
 $1^2 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 + 1^2 = 2 + \text{ctg}^2 \varphi$  yoki  $\text{ctg}^2 \varphi = \frac{1}{4}$ ; bundan  $\text{ctg}^2 \varphi = \frac{1}{4}$ ; bo'lib,  
 $\varphi^\circ = \text{arcctg} \frac{1}{2} \approx 63^\circ$  bo'ladi.

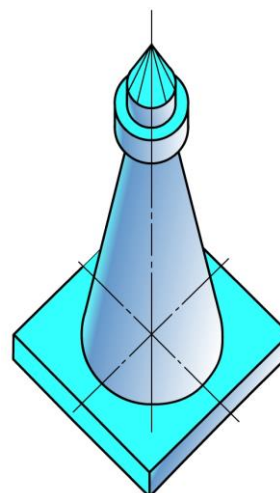
Qiyshiq burchakli dimetriyada proyeksiyalash burchagi  $\varphi=63^\circ$  ga teng bo'ladi.

### 10.8.3. Qiyshiq burchakli gorizontal izometriya (zenit aksonometriyasi).

Agar P aksonometriya tekisligi XOY koordinatalar tekisligiga parallel bo'lsa, u holda hosil bo'lgan tasvir gorizontal izometriya (zenit aksonometriyasi) deyiladi (253-rasm). Bunda  $\varphi$  burchak ixtiyoriy bo'lishi mumkin.



253-rasm.



254-rasm.

$O_p X_p$  va  $O_p Y_p$  o'qlar bo'yicha o'zgarish koeffitsientlari  $k_x=k_y=1$  bo'lib,  $O_p Z_p$  o'q bo'yicha o'zgarish koeffitsienti  $k_z$ - esa 0,7 dan 1 gacha deb olinishi mumkin. Ko'p hollarda  $k_z=1$  deb olinadi.

Zenit aksonometriyasi juda katta qurilish maydonida joylashgan binolar, yo'llar, aerodromlar va hokazolarning o'zaro joylashuvini kichik masshtabda ko'rsatish uchun foydalaniladi. 254-rasmda minoraning zenit aksonometriyasi tasvirlangan. Minoraning plani  $\alpha$  burchakka burilgan.

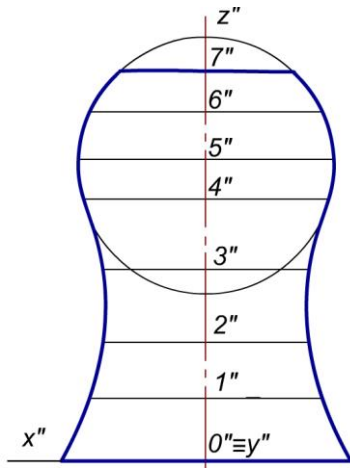
## 10.9. Aylanish sirtlarining ocherklarini aksonometriyada yasash

**10.9.1. Parallellar usuli.** Bu usul asosan aylanish o'qi bo'ylab cho'zilgan aylanish sirtlarning aksonometriyalarini yasash uchun qo'llaniladi. 255,*a*-rasmdagi chizmada berilgan aylanish sirtining bir necha paralellari (aylanalari) o'tkaziladi. Bu paralellarining aksonometriyalari bo'lgan ellipslar chiziladi. Bu ellipslarni o'rab oluvchi  $m$  egri chiziq aylanish sirtining ocherki bo'ladi. Sirtning aksonometriyasi 255,*b*-rasmda to'g'ri burchakli izometriyada yasalgan.

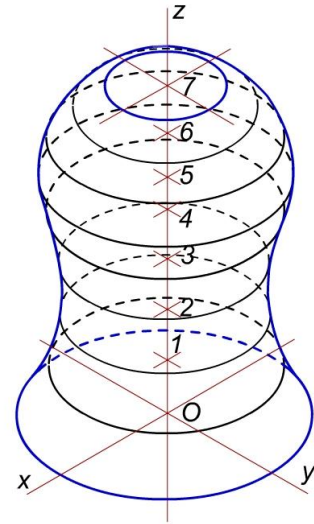
**10.9.2. Meridianlar usuli.** Aylanish o'qlari bo'yicha siqiq bo'lgan sirtlarning aksonometriyasini yasashda bu usuldan foydalanish mumkin. Sirtning bir necha meridianlari o'tkazilib, ularning aksonometriyasi yasaladi. 256,*a*-rasmda tor sirtining aksonometriyasi to'g'ri burchakli izometriyada ko'rsatilgan. Bunda tor meridianlari (aylana)larning aksonometriyalari bo'lgan ellipslarni o'rab oluvchi chiziq aylanish sirtining ocherkini ifodalaydi.

257,*a*-rasmda berilgan yarim tor (halqa) ning aksonometriyasini yasash 257,*b*-rasmda to'g'ri burchakli izometriyada bajarilgan.

Bunday torning aksonometriyasini yasash uchun, dastlab  $H$  tekislikka tegishli bo'lgan, markazlari  $A(A', A'')$  va  $B(B', B'')$  nuqtalarda bo'lgan ikki yasovchi aylananing aksonometriyalari bo'lgan ellipslar chiziladi. So'ngra bu ellipslar markazlari  $A_p$  va  $B_p$  nuqtalar orqali o'tuvchi frontal vaziyatdagi  $A''B''$  yarim aylananing aksonometriyasi chiziladi. Bu yarim aylana tor yasovchilari markazlari harakat qiluvchi chiziq bo'lib, unda bir necha (etarli miqdorda) nuqtalar olinadi. Markazlari mazkur nuqtalarda bo'lgan  $m(m', m'')$  kabi bo'lgan ellipslar yasovchi aylanalarning aksonometriyalari chiziladi. Ushbu aylanalar aksonometriyalarini o'rab (qamrab) oluvchi egri chiziq torning konturi hisoblanadi. Yasovchi aylanalarning aksonometriyalari o'rniga ushbu markazlar bo'yicha radiusi yasovchi aylana radiusi bilan bir xil bo'lgan sferalarning aksonometriyalari (aylanalar) chizilsa ham bo'ladi.

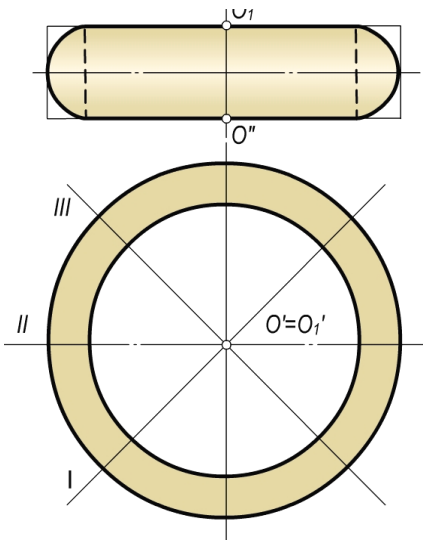


a)

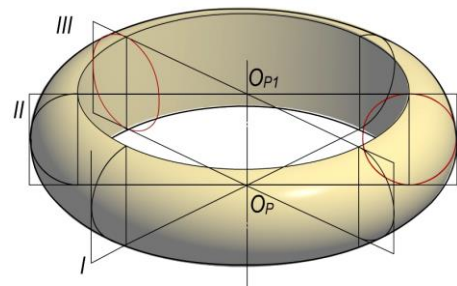


b)

255-rasm.

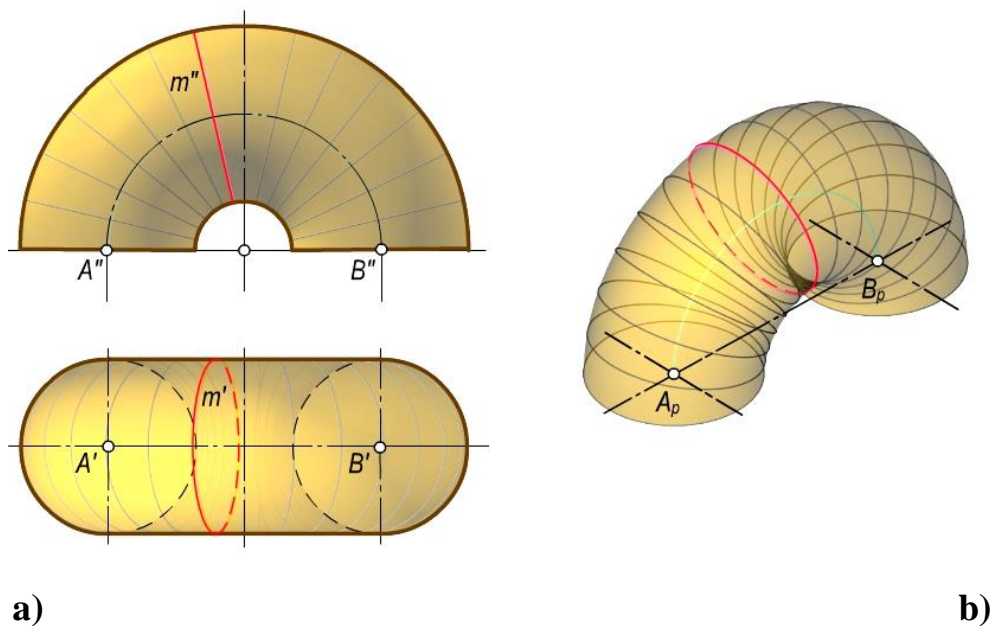


a)



b)

256-rasm.



257-rasm.

### 10.10. Aksonometriyada pozision masalalarni yechish

Aksonometrik proyeksiyalarda geometrik figuralarning o‘zaro joylashuviga qarab turli pozision masalalar ortogonal proyeksiyalardagi qoidalarga asoslanib yechiladi.

Bunda geometrik figuralarning aksonometriyasi hamda ularning ikkilamchi proyeksiyalaridan biri berilishi kerak. Ko‘pincha figuralarning gorizontal tekislikdagi ikkilamchi proyeksiyalaridan foydalaniladi.

**1-masala.** Berilgan  $a$  to‘g‘ri chiziqning  $Q$  tekiclik bilan kesishish nuqtasini yasalsin.

**Yechish.**  $ABC$  uchburchak tekisligining  $A_pB_pC_p$  va  $a$  to‘g‘ri chiziqning  $a_p$  proyeksiyasi hamda ularning ikkilamchi proyeksiyalari  $A_pB_pC_p$ ,  $a'_p$  berilgan bo‘lsin (13.21- rasm). Ularning kesishish nuqtasini yasash algoritmi quyidagicha bo‘ladi:

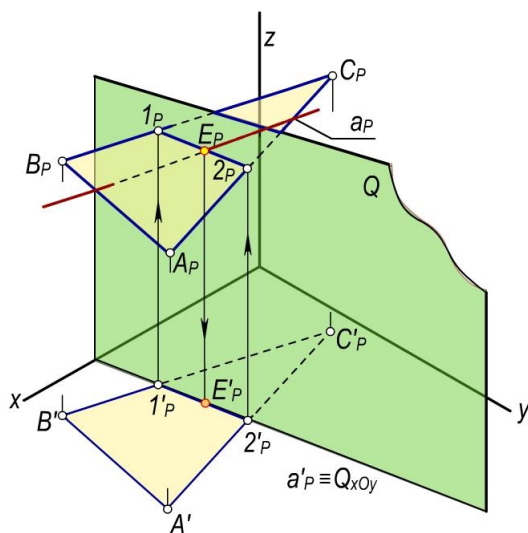
- $a_p$  ( $a'_p$ ) to‘g‘ri chiziq orqali  $Q_p$  tekislikni  $O_pZ_p$  o‘qqa parallel qilib o‘tkaziladi;
- Bu tekislik  $ABC$  tekislikning  $A_pB_pC_p$  ikkilamchi proyeksiyasi bilan  $1'_p$  va  $2'_p$  nuqtalarda kesishadi. Bu nuqtalardan  $O_pZ_p$  o‘qqa parallel

chiziqlar chiqarib,  $1_p$  va  $2_p$  nuqtalarni  $B_p C_p$  va  $A_p B_p$  tomonlar ustida belgilanib, ular o‘zaro tutashtiriladi;

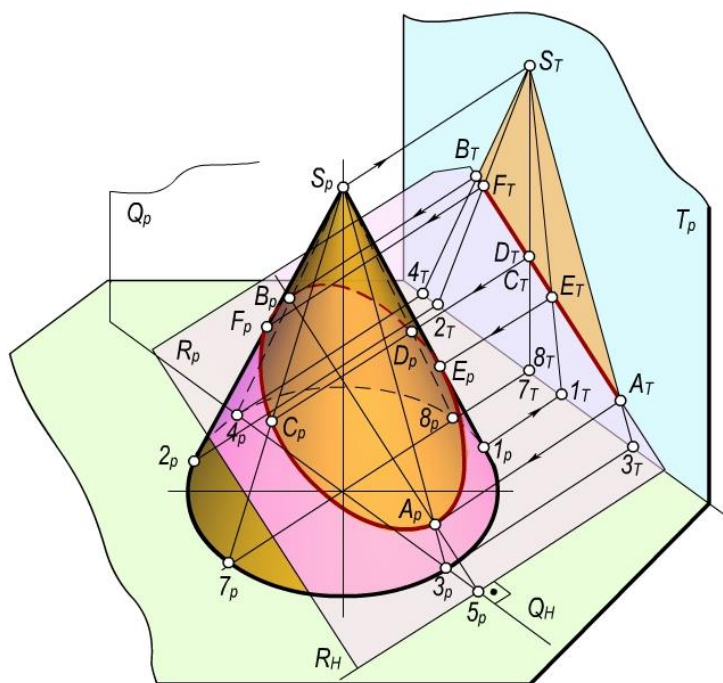
- So‘ngra  $a_p$  va  $1_p$   $2_p$  to‘g‘ri chiziqlarning o‘zaro kesishuv nuqtasi  $ye_p$  belgilab olinadi. Uning ikkilamchi proyeksiyasi  $ye_R'$  nuqta bo‘ladi.

**2-masala.** Konusning tekislik bilan kesishish chizig‘i yasalsin.

**Yechish.** To‘g‘ri burchakli izometriyada tasvirlangan  $F$  konusning  $R$  tekislik bilan kesishish chizig‘ini yasash algoritmi qo‘yidagicha bajariladi.  $T \perp P$  tekislikka proyeksiyalanadi (13.22-rasm). U holda kesishish chizig‘ining  $T_P$  tekislikdagi proyeksiyasi  $A_T B_T$  to‘g‘ri chiziq kesmasi bo‘ladi. Bu kesmada ixtiyoriy  $C_T \equiv D_T$  nuqtalarni belgilab, ular orqali  $C_T 7_T = C_T 8_T$  yasovchilar o‘tkaziladi. Bu yasovchilarning  $C_P 8_P$  aksonometriyalari o‘tkazilib, ularda  $C_T$  va  $D_T$  nuqtalar belgilab olinadi. Boshqa nuqtalarning aksonometriyalari ham xuddi shunday topiladi. Kesishish chizig‘ining konus ocherkiga urinish nuqtalari  $ye_R$  va  $F_P$  lar quyidagicha topiladi. Konusning ocherkini ifodalovchi  $C_P 1_P$  va  $C_P 2_P$  yasovchilarning  $T_P$  tekislikdagi  $C_T 1_T$  va  $C_T 2_T$  preksiyalarini o‘tkaziladi. Ularning  $A_T B_T$  kesma bilan kesishish nuqtalari  $E_T$  va  $F_T$  larni belgilab olinadi.  $Ye_T$  va  $F_T$  nuqtalardan teskari yo‘nalishda nurlar o‘tkazib, ularning mos ravishda  $C_P 1_P$  va  $C_P 2_P$  yasovchilar bilan kesishish nuqtalari  $E_P$  va  $F_P$  larni belgilab olinadi. Kesimning  $A_P$  - quyi va  $B_P$  - yuqori nuqtalarni ortogonal proyeksiyalarga oid qoidalarga asoslanib topish mumkin. Buning uchun konusning  $i_P$  o‘qidan o‘tuvchi va berilgan  $P_P$  tekislikka perpendikulyar  $Q_P$  tekislikdan foydalanamiz. Bu tekislik konusni  $C_P 3_P$  va  $C_P 4_P$  yasovchilari, berilgan tekislikni esa  $5_P 6_P$  to‘g‘ri chiziq bo‘yicha kesadi.  $C_P 3_P$  va  $C_P 4_P$  yasovchilarning  $5_P 6_P$  to‘g‘ri chiziq bilan kesishishidan  $A_P$  va  $B_P$  nuqtalar hosil bo‘ladi. Hosil bo‘lgan nuqtalarni tekis egri chiziq bilan tutashtirib, konusning  $P$  tekislik bilan kesishish chizig‘ini yasaladi.



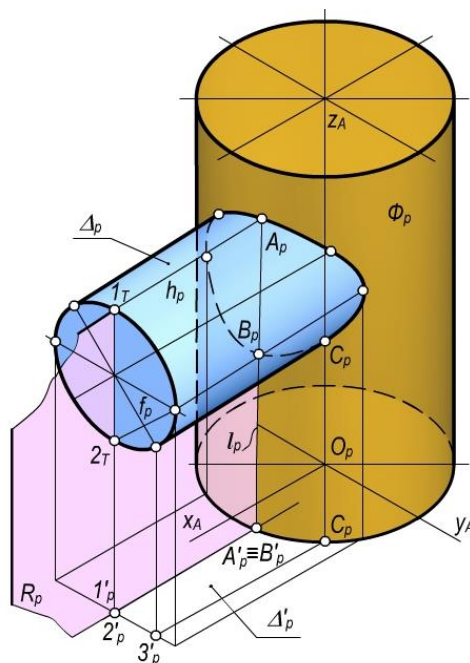
258-rasm.



259-rasm.

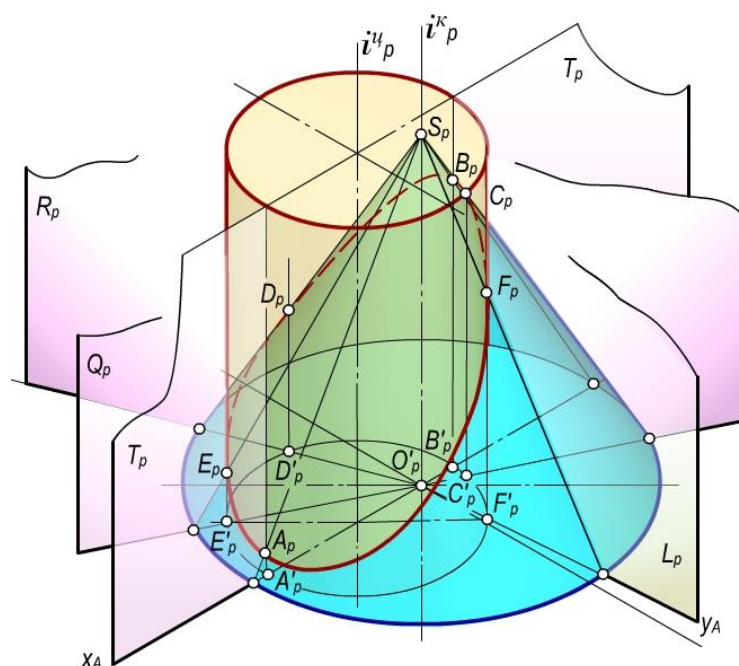
**Sirtlarning o‘zaro kesishish chiziqlarini yasash.** Ortogonal proyeksiyalardagi singari aksonometriyada ham sirtlarning o‘zaro kesishish chiziqlarini yasashda yordamchi kesuvchi tekisliklardan foydalaniladi. Bunda kesuvchi tekisliklar berilgan sirtlar bilan oddiy chiziqlar bo‘yicha kesishadi. Bu oddiy chiziqlar o‘zaro kesishib sirtlarning kesishish chizig‘iga tegishli nuqta larni hosil qiladi.

Yordamchi tekislikni yasalishi oson bo'lgan chiziqlar hosil bo'ladigan qilib tanlanadi. Bu shartga ko'ra ba'zi masalalarni yechishda qo'shimcha proyeksiyalashdan ham foydalanish mumkin. Quyidagi 13.23 va 13.24-rasmlarda tasvirlangan ikki sirtning o'zaro kesishish chizig'ini yasashda yordamchi kesuvchi tekisliklardan foydalanilgan. 13.23-rasmda gorizontaal va vertikal vaziyatda joylashgan silindrlarning o'zaro kesishuv chizig'ini yasash ko'rsatilgan. Bu holatda yordamchi kesuvchi tekisliklar har ikkala silindrni yasovchilari bo'yicha kesadigan qilib o'tkazilgan. Silindrlar yasovchilari o'zaro kesishib izlanayotgan egri chiziqqa tegishli nuqtalarini hosil qiladi. 13.24-rasmda esa aylanish o'qlari o'zaro parallel bo'lgan vertikal vaziyatdagi silindr va konuslarning aksonometriyalari berilgan. Ularning o'zaro kesishish chizig'ini yasash uchun ham yordamchi tekisliklar ularning yasovchilari bo'yicha kesishadigan qilib o'tkazilgan. Bu tekisliklar konus sirtini o'qidan o'tkazilgan. Ular konus va silindrni yasovchilari orqali kesadi. Bu yasovchilarning kesishish o'zaro nuqtalari ikki sirtning kesishi chizig'iga tegishli nuqtalar bo'ladi.



260-rasm.





261-rasm.

### Nazorat savollari

1. Aksonometrik proyeksiyalar qanday qanday hosil qilinadi?
2. Aksonometriya asosiy teoremasining mohiyati nimadan iborat?
3. O'qlar bo'yicha o'zgarish koeffisientlarini ta'riflab bering.
4. Haqiqiy va keltirilgan o'zgarish koeffisientlarning farqini tushuntiring.
5. Izlar uchburchagi nima va u haqidagi teoremlarning qaysi birini bilasiz?
6. Proyeksiyalash burchagi va o'zgarish koeffisientlari orasida qanday bog'lanish bor?
7. Aylananing aksonometriyasi haqida nimalar bilasiz?
8. Standart aksonometriyaning qanday turlarini bilasiz?
9. To'g'ri burchakli standart izometriya haqida nimalarni bilasiz?
10. To'g'ri burchakli standart dimetriyani ta'riflab bering?
11. Qiyshiq burchakli standart dimetriya (kabinet proyeksiya) haqida nimalar bilasiz?
12. Zenit aksonometrik proyeksiyalar qanday maqsadlarni ko'zlab chiziladi?
13. Aksonometrik proyeksiyalarda pozision masalalarni yechish uchun nimalarga e'tibor beriladi?

**IKKINCHI QISM**  
**MUHANDISLIK GRAFIKASI**  
**XI BOB. GEOMETRIK CHIZMACHILIK**

**11.1. Chizmachilik asboblari va ulardan foydalanish**

Chizmachilik asboblari gotovalnya, chizg'ich, uchburchakliklar, lekalolar, reysshina, transportir kabilar kiradi. Chizmachilik ashyolariga rasm qog'oz, qalam, chizg'ich, tush, qadoqlar kiradi. Chizmachilik jihozlariga rasm stollari, rasm taxtalari, rasm mashinalari, shaxsiy kompyuter kabilar kiradi.

*Qalamlar va ularni ishga tayyorlash.* Chizmachilikda ishlatiladigan qalamlar "Konstruktor" nomi bilan ataladi. Grafitning tarkibiga qarab ular uch ko'rinishga ega – yumshoq, qattiq va o'rtacha yumshoq (qattiq) qalamlarga bo'linadi.

Yumshoq qalamlar yumshoqligining ortishiga qarab M, 2M, 3M va hokazo. Qattiq qalamlar qattiqligining ortishiga binoan T, 2T, 3T va hokazo. O'rtacha qalamlar TM bilan belgilanadi.

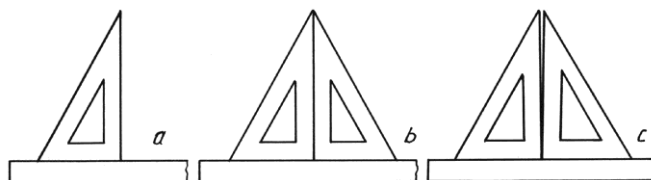
Horijiy mamlakatlarda tayyorlanadigan "KOH-I-NOOR" qalamlarning yumshoqlari B, 2B, 3B va hokazo, qattiqlari H, 2H, 3H va hokazo, o'rtachasi HB bilan belgilanadi.

Hozirgi vaqtda turli yo'g'onliklardagi grafit sterjenli sangali qalamlar sotilmoqda. Chizmalar chizishda ulardan samarali foydalanish mumkin. Ingichkaroq sterjenlardan foydalanib ingichka (yordamchi) chiziqlarni, yo'g'onroq sterjenlardan kontur va boshqa chiziqlarni chizish mumkin.

*Chizg'ich.* Rasm chizishda chizg'ichning millimetrlangan qirrasidan foydalaniladi. Uning xuddi shu qirrasiga yaxshi holda saqlanishi lozim.

*Uchburchakliklar.* Uchburchaklik chizg'ichlar yog'ochdan, selluloiddan, plastmassadan tayyorlanadi. Chizmachilik darslari uchun  $45^{\circ} \times 45^{\circ} \times 90^{\circ}$  va  $30^{\circ} \times 60^{\circ} \times 90^{\circ}$  burchakli ikkita uchburchaklik bo'lishi kerak. Uchburchaklikning to'g'ri ( $90^{\circ}$ ) burchagi aniq yasalganligini tekshirish uchun, uning bir tomonini chizg'ichning to'g'ri qirrasiga qo'yib (1-holat 262-rasm, a), vertikal kateti bo'yicha chiziq chiziladi. Keyin chizg'ichning vaziyatini o'zgartirmasdan, uchburchaklikni

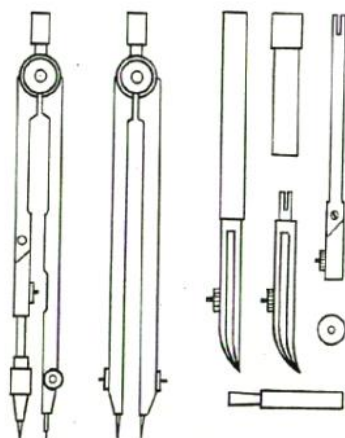
aylantirib qo'yiladi (2-holat 262- rasm, b). Shunda uchburchaklikning kateti oldingi chizilgan chiziqqa ustma-ust tushsa (262- rasm, b),  $90^\circ$  li burchak aniq yasalgan bo'ladi. Agar ustma-ust tushmasa,  $90^\circ$  li burchak xato yasalgan hisoblanadi (262-rasm, c). Uchburchaklikning  $90^\circ$  li burchagini qum qog'ozga ishqalansa to'g'irlash lozim bo'ladi.



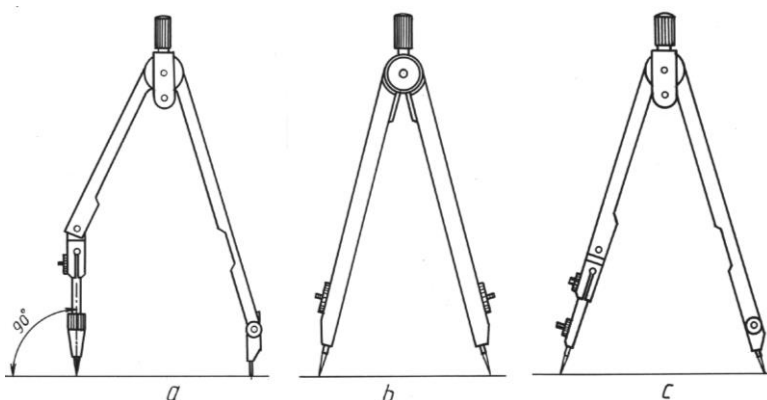
262- rasm

**Gotovalnya (chizmachilik asboblari to'plami).** Aylanalarni chizadigan, chizmalarni o'lchaydigan, chizmalarni tushlaydigan va boshqa ishlarni bajarish uchun qo'llaniladigan asboblari to'plamiga gotovalnya deyiladi (263- rasm).

**Chizmachilik sirkuli.** Sirkullar chizadigan (264- rasm, a) va o'lchaydigan (264- rasm, b) bo'ladi. Chizish sirkuli aylana va uning yoylarini chizishda ishlatiladi. Sirkulning asosiy qismlari – uzun oyog'i va katta oyog'i hamda qisqichi hisoblanadi. Aylana yoki aylananing yoylari chizishga kirishishdan oldin sirkulning grafit sterjenini va ignasining uchlari baravar qilib olish kerak (264-rasm).



263- rasm



264- rasm

O'lchagich yoki rejalar sirkuli. Rasmda o'lchash chizg'ichiga va chizg'ichdan rasmda o'lchash hamda ko'chirish uchun rejalar sirkulidan foydalaniladi. Sirkulga qalamli moslama o'rniga ignali moslama o'rnatilsa,

rejalash sirkuli hosil bo‘ladi (264-rasm, c). Rejalash sirkulidan foydalanishda uning ignalik uchlarini barobar qilib olish zarur.

Xorij oliy o‘quv yurtlarida U10, U11 va U14 markali gotovalnyalardan foydalanish tavsiya etiladi. 265- rasmda sirkul turlari va ulardan foydalanish yo‘llari ko‘rsatilgan.

1. Qalam oyoqchali rasm sirkuli va uni ishlatish;
2. Sirkulning qalamli oyoqchasi;
3. Reysfederli oyoqchalar;
4. Sirkul uzaytirgich va uni ishlatish;
5. Reysfeder oyoqchali kronsirkul;
6. Kronsirkulni ishlatish usuli;
7. Igna oyoqli mikrometrik o‘lchagich:
8. Masofani o‘lchash uchun sirkul (o‘lchagich) (m);

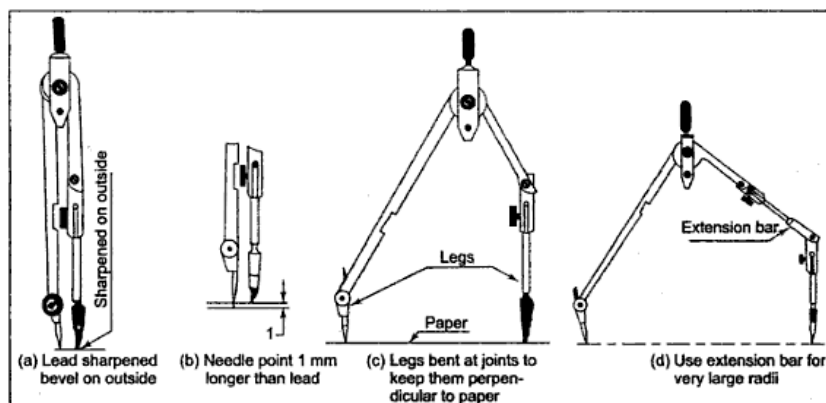


Figure 1.4 Small Spring Bow Compass

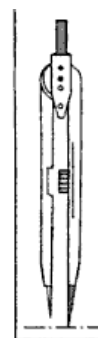
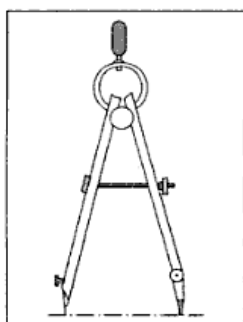


Figure 1.5 Large Divider

264- rasm

Ko‘rsatilganlardan tashqari gotovalnyada vintni buraydigan asbob (otvyortka-penal), markazcha va ehtiyot qismlar bo‘ladi.

**Chizma qog‘ozi.** Chizma qog‘ozi yuqori sifatli B markali va oddiy O markali qog‘ozlar ishlab chiqariladi. Ikkala turdagi qog‘ozning o‘ng silliq va teskari g‘adir – budir tomonlari bo‘ladi. Chizmalar qog‘ozning o‘ng tomoniga chiziladi. Qog‘ozning orqa tomoniga akvarel bo‘yoqlarda rasm bajariladi.

B markali qog‘oz uzoq vaqt saqlanidagan muhim chizmalarni chizish uchun mo‘ljallangan va u O markaliga nisbatan qattiqroq va qalinroq bo‘ladi.

## **11.2. Chizmachilikka oid standartlar**

Standartlashtirish texnika taraqqiyotini tezlashtirish, kompleks mexanizatsiya va avtomatlashtirishni ishlab chiqarishda joriy qilish, korxonalarni ixtisoslashtirish va kooperatsiyalashtirish, mahsulot sifatini yaxshilash va uning tannarxini arzonlashtirishda muhim ahamiyatga egadir. Standartlar texnik hujjatlar bo‘lib, ular buyumlarning o‘lchash, shakli, og‘irlik va boshqa sifatlarini ko‘rsatadi. Chizma standartlari esa chizmalarni va eskizlarni bajarishda qabul qilingan qoida va shakl (forma)larni belgilaydi. Rasm standartlari qonun kuchiga ega. Ular mashinalar va apparatlar ishlab chiqaradigan korxonalarda, sanoat bilan bog‘liq bo‘lgan loyiha idoralarida, barcha o‘quv yurtlarida majburan joriy etiladi.

Buyumlar ishlab chiqaradigan korxonalar o‘z mahsulotlarini, shu mahsulotlar bo‘yicha qabul qilingan standartlarga muvofiq tayyorlab beradi.

Sobiq SSSRda da 1924-yilgacha horijiy davlatlar standartlari, ya'ni dyumli rezbalar tadbiq qilingan. Lekin OST NKTP 1260 standart bo‘yicha eski import mashina va jizohlarni ta'mirlashda qo‘llaniladi. 1925-yildan 1940-yilgacha davlat standartlari OST, 1940-yildan boshlab GOST indeksi bilan belgilangan. Sanoatda OST va GOST lardan boshqa standartlar joriy etilmagan mahalliy ahamiyatga ega bo‘lgan buyumlar ishlab chiqarish uchun idoralar tomonidan qabul qilingan standartlardan foydalanishgan.

Sobiq SSSRda standartlarning quyidagi kategoriyalari mavjud edi: Butun ittifoq standarti (GOST); xalq xo‘jaligi tarmoqlari standartlari (OST); respublikalari standartlari (RST); korxonalar standartlari (STP).

1-yanvar 1963-yildan boshlab SEV (o‘zaro iqtisodiy yordam ittifoqi) standarti kiritildi. Shundan so‘ng GOST (SEV) ko‘rinishda belgilanadi. 1971-yildan boshlab YESKD standartlari amal qila boshladi.

O‘zbekiston mustaqillikka erishganidan so‘ng barcha standartlar isloh qilinadi. Vazirlar mahkamasining “O‘zbekiston Respublikasida standartlashtirish bo‘yicha ishlarni tashkil qilish to‘g‘risida”gi 1992-yil 2-martdagi 93-sonli Qarorida sobiq SSSR ning davlat standartlari GOST MDH davlatlarida standart sifatida amal qilinadi.

O‘zbekiston Respublikasining konstruktorlik hujjatlari yagona tizimi (O‘zKHYT) 2003-yil 17-noyabrda qabul qilindi va O‘zDSt 2.001:2003 deb belgilandi.

O‘zDSt standart nomeri O‘zKHYT standartlar klassiga berilgan 2 raqam bilan tuzila boshlandi (1- jadvalga qaralsin):

**Klassifikatsion guruhlarining tarkibi:**

1-jadval

<b>Guruhlar shifri</b>	<b>Standartlar bo‘limi</b>	<b>Standartlar guruhlarining nomlari</b>
0	O‘zDSt 2.001	Asosiy qoidalar
1	O‘zDSt 2.100 dan O‘zDSt 2.199 gacha	Umumiy qoidalar
2	O‘zDSt 2.201 dan O‘zDSt 2.299 gacha	Konstruktorlik hujjatlarida buyumlar klassifikatsiyasi va belgilari
3	O‘zDSt 2.301 dan O‘zDSt 2.399 gacha	Chizmalarni chizish bo‘yicha umumiy qoidalar
4	O‘zDSt 2.401 dan O‘zDSt 2.499 gacha	Mashinasozlik va asbobsozlik chizmalarini bajarish qoidalari
5	O‘zDSt 2.501 dan O‘zDSt 2.599 gacha	Konstruktorlik hujjatlarini hisobga olish, saqlash, dublikatlarini olish, o‘zgarishlar kiritish qoidalari

6	O‘zDSt 2.601 dan O‘zDSt 2.699 gacha	Ekspluatatsion va ta’mirlash hujjatlarini bajarish qoidalarini
7	O‘zDSt 2.701 dan O‘zDSt 2.799 gacha	Sxemalarni bajarish qoidalarini va sxemalarda qo‘llaniladigan grafik belgilar
8	O‘zDSt 2.801 dan O‘zDSt 2.899 gacha	Qurilish va kemasozlik hujjatlarini bajarish qoidalarini
9	O‘zDSt 2.901 dan O‘zDSt 2.999 gacha	Qolgan standartlar

O‘zDSt – O‘zbekiston davlat standartining belgisi (indeksi)

2 – O‘z KHYT standartining klassi

0 – Standart guruhining klassifikatsiya shifri

01 – Guruhdagi standartning tartib raqami

2003 – Standart ro‘yxatga olingan yil

O‘zKHYT standartning belgilanishiga misol: O‘zDSt 2.001:2003

### 11.2.1. Formatlar

O‘zDSt 2.301:2003 ko‘rsatmasiga binoan hamma chizmalar ma’lum formatdagi qog‘ozga chiziladi. Standart asosiy beshta – A4, A3, A2, A1 va A0 (195-rasm) formatlarni tasdiqlagan. Barcha formatlar uchun o‘lcham birligi sifatida o‘lchamlari 210x297 mm bo‘lgan A4 format qabul qilingan. Qolgan formatlar A4 ning bir tomonini ikkiga, ikkala tomonini ham ikkiga va hokazo ko‘paytirishdan hosil qilinadi.

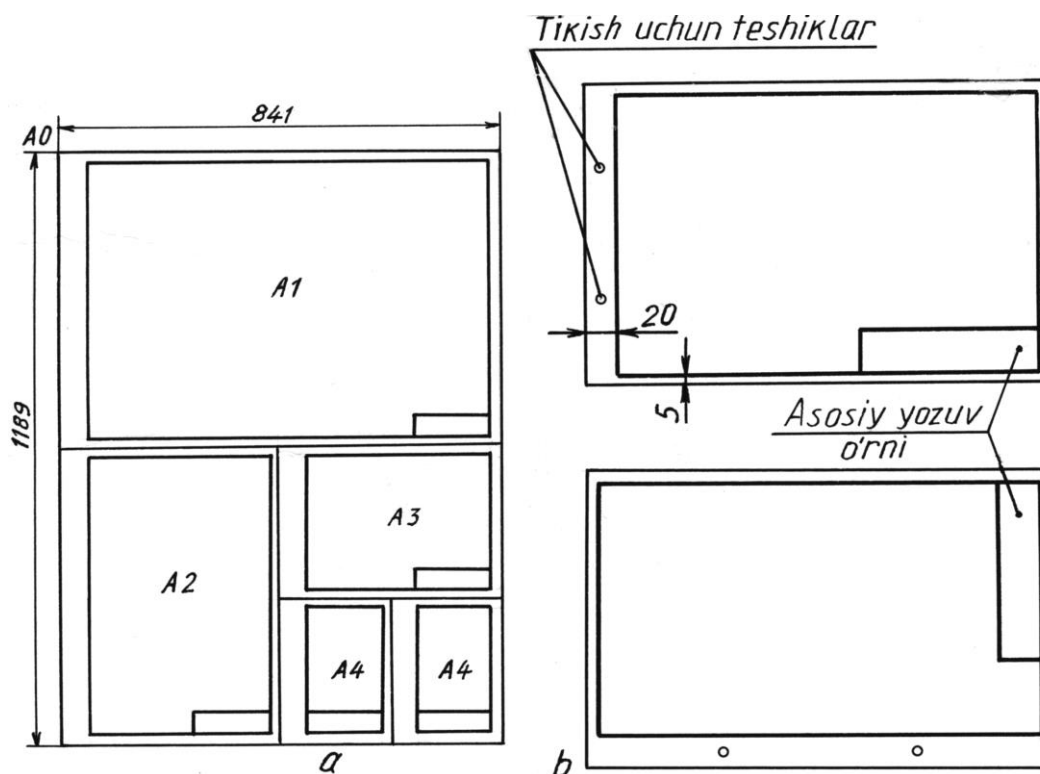
Quyida O‘zDSt 2.301:2003 ko‘rsatmasiga binoan standart rasm qog‘oz bichimlari keltirilgan.

<b>Format</b>	<b>A0</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>
O‘lchami	1189x841 s $\approx$ 1 m <sup>2</sup>	594x841	594x420	297x420	297x210

Qog'ozni bo'lish tartibi					
--------------------------	--	--	--	--	--

Rasm formati ramkasi va asosiy yozuvi. O'zDSt 2.104:2003 ko'rsatmasiga muvofiq mashinasozlik ishlab chiqarish chizmalarida asosiy yozuvlar rasm qog'oz ramkasining pastki o'ng tomoni burchagida joylashtiriladi. Asosiy yozuvga rasmda tasvirlangan jismning nomi, kim tomonidan chizilgan, qachon chizilgan, kim tomonidan tekshirilgan va qabul qilinadi, chizilgan jismning materiali, mashtabi kabilar yoziladi.

Rasmni albom yoki kitob qilib tikish maqsadida uning ramkasi rasm qog'ozining chap tomonidan 20 mm, qolgan uchala tomonidan 5 mm dan joy qoldiriladi (195-rasm).



266-rasm

266-rasm, a rasmda o'quv rasmsining asosiy yozuvining shakli va o'lchamlari ko'rsatilgan. 266-rasm, b rasmda asosiy yozuvining grafalarini yozib to'ldirish berilgan.

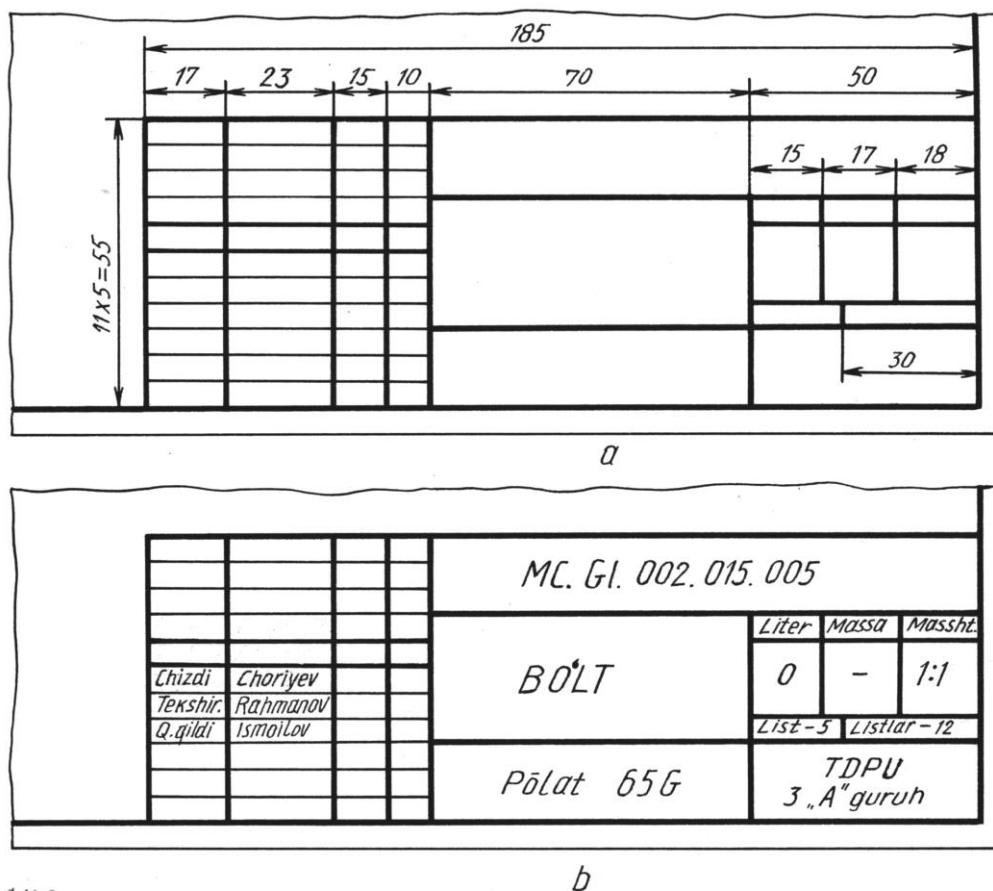


## 11.2.2. Chiziq turlari

Har qanday rasm shartli tasvir hisoblanadi va u turli yo'g'onlikdagi chiziqlardan foydalanib chiziladi.

O'zDSt 2.303:2003 rasm chiziqlarning quyidagi ko'rinishlarini tasdiqlagan:

1. Asosiy tutash yo'g'on kontur chiziq; 2. Shtrix ko'rinmas kontur chiziq; 3. Ingichka tutash chiziq; 4. Shtrix-punktir chiziq; 5. Tutash to'lqin chiziq; 6. Ikki nuqtali shtrix-punktir chiziq; 7. Uzuq yo'g'on chiziqlar. Bu chiziqlarning grafik tasvirlanishi va tatbiq etilishi 267-rasm, a, b larda ko'rsatilgan.



267-rasm

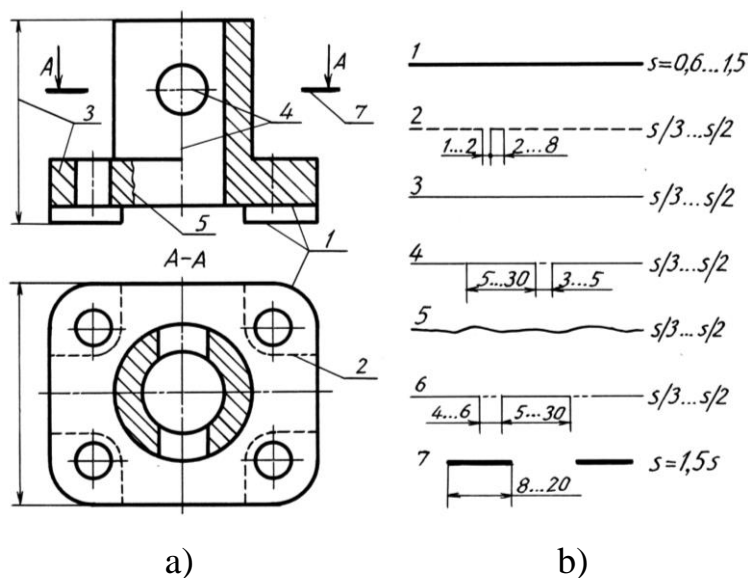
1. Asosiy yo'g'on tutash chiziq – u bilan detallning ko'rinib turadigan kontur chizig'I, kesim va qirqim tarkibiga kiruvchi konturlari chiziladi.

2. Shtrix chiziq – detallning ko'zga ko'rinmaydigan konturlarini tasvirlash uchun qo'llaniladi.

3. Ingichka tutash chiziq – undan detallga o'lchamlar qo'yishda kesim yuzalarini shtrixlashda, o'chamlar qo'yishda, shuningdek, chizmalarni chizishda yordamchi chiziq sifatida foydalaniladi.

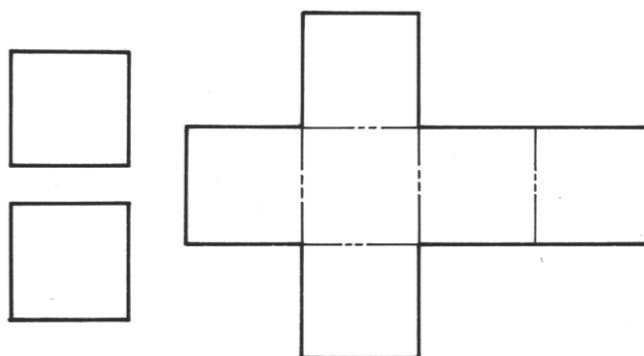
4. Ingichka shtrix-punktir chiziq – aylana markaz chiziqlari, simmetriya o‘q chiziqlarini tasvirlashda qo‘llaniladi.

5. Tutash to‘lqinsimon chiziq – undan detalning tasviridagi qismini qirqimda ajratib ko‘rsatishda, detal to‘liq tasvirlanmaganda, uni uzib tasvirlashda foydalaniladi.



268-rasm

6. Ikki nuqtali ingichka shtrix-punktir chiziq detal yoyilmalarini bajarganda bukiladigan joylarini tasvirlash uchun qo‘llaniladi (269-rasm).



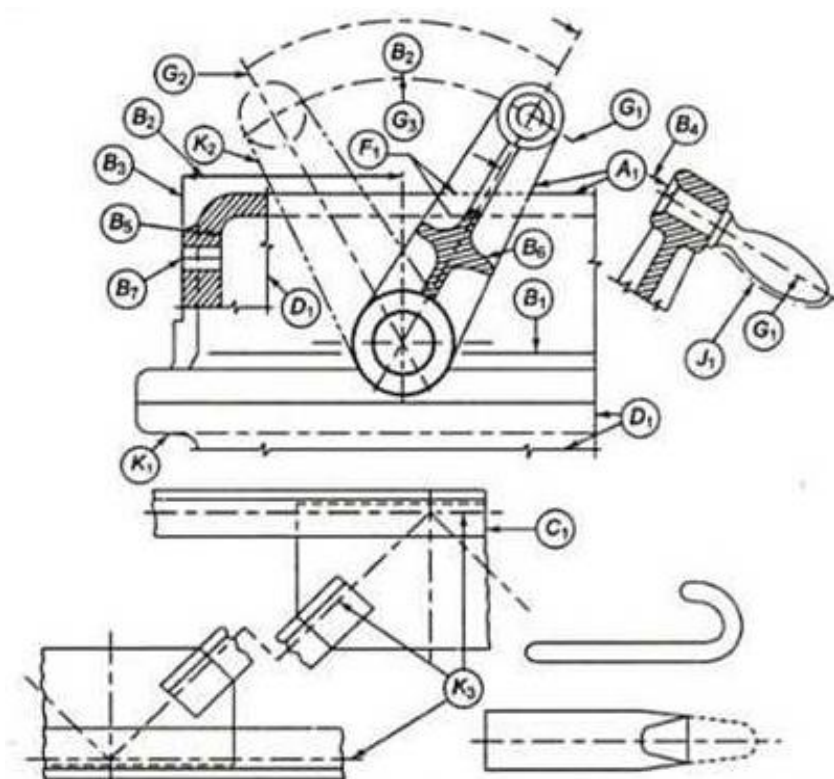
269-rasm

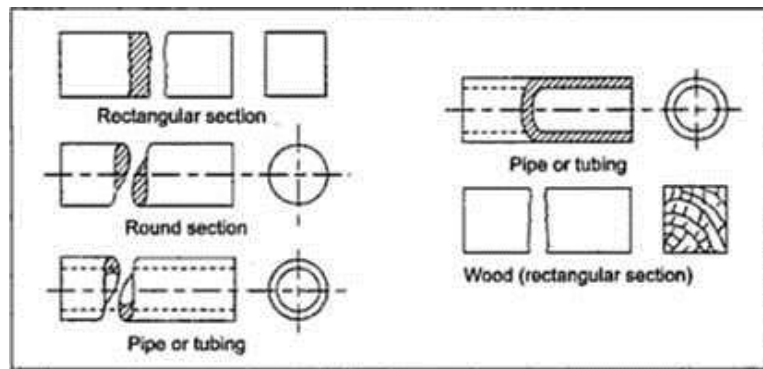
7. Uzuq yo‘g‘on chiziqlar – kesuvchi tekislik yo‘nalishining boshi va oxirgi, shuningdek, sinish joylarini tasvirlashda tatbiq qilinadi (268-rasm, a).

Asosiy tutash chiziq yo‘g‘onligi  $s$  harfi bilan belgilanadi va qolgan chiziqlar yo‘g‘onliklari asosiy yo‘g‘on tutash chiziqqa nisbatan aniqlanadi, ya’ni uning tanlab olingan yo‘g‘onligiga bog‘liq bo‘ladi. Rasmdagi tasvirning kattaligi va murakkabligiga qarab asosiy yo‘g‘on tutash chiziq orqali tasvirlanayotgan kontur

chiziqning yo‘g‘onligi  $s = 0,6$  mm dan 1,5 mm gacha olinadi. Qabul qilingan kontur chiziqning yo‘g‘onligiga qarab, ko‘rinmas kontur chiziq shtrixlarining uzunligi 2 mm dan 6 mm gacha bo‘lishi lozim. Shtrixlar oralig‘i 2 mm gacha olinib undan oshib ketmasligi kerak. Qabul qilingan shtrixlar uzunligi va ular orasidagi masofa shu rasmning barcha joyida bir xilda bo‘lishi ta‘minlanishi lozim. Shtrix-punktir chiziqlarda shtrixlarning uzunligi taxminan 15 mm dan 30 mm gacha, shtrixlar orasidagi masofa 3 mm dan 5 mm gacha bo‘lishi mumkin. Shtrixlar orasidagi nuqta biroz cho‘zilgan, ya‘ni ikki-uch nuqta birlashtirilgandagi kabi cho‘zilgan nuqta tarzida tasvirlanishi lozim. Shtrix-punktir chiziqlar aylana markazida nuqta bilan emas, balki, shtrixlarning o‘zaro kesishishi bilan, oxirida ham shtrix bilan tugallanishi lozim. Aylana diametri 12 mm dan kichikroq bo‘lsa, ulardagi markaz chiziqlar tutash qilib chiziladi.

Zamonaviy ishlab chiqarishda qo‘llaniladigan mashina mexanizmlarining chizmalarini tushunarli va tezkorlik bilan chizishda chiziq turlarining ahamiyati kattadir, 270-rasm. Buni quyidagi chizmalarda ko‘rish mumkin.







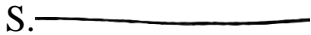






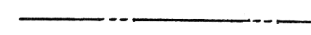
270-rasm

Muhandislik chizmalari chiziq turlari o'rdamida taxt qilinadi. Bu chiziqlar ikki qalinlikda, odatda, qalin va ingichka, chiziladi. Qalin chiziqning ingichkaga nisbatan tavsiya qilingan koeffitsienti 2:1. Tavsiya qilingan qalinliklar: 0.25, 0.5, 0.7, 1.0, 1.4, 2.0 mm.

Qalinliklarni rasm o'lchami va turiga bog'liq ravishda yuqorida keltirilganlardan tanlab ishlatilishi mumkin. Aniq ob'ekt rasmsining barcha kurinishi uchun barcha ingichka chiziqlar tanlangan bir qalinlikda bo'lishi kerak, xuddi shunday qalin chiziqlar ham tanlangan qalinlikda bo'lishi kerak. 2- jadvalda I.S. 10714-1983 tavsiya etgan chiziq turlari berilgan.

**2- jadval.** *Muhandislik grafikasi uchun Xindiston Standart chiziq turlari*

Chiziq	Ifodalanishi	Umumiy amaliy
A 	Qalin tutash chizish	A1 Ko'rinarli kontur chiziq, A2 Ko'rinarli qirra
B 	Ingichka tutash chiziq (to'g'ri yoki egri)	B1 Tasavvur qilinadigan o'tish chiziqlari B2 O'lcham chiziqlari B3 Proeksiya chiziqlari B4 lider B5 lyuk B6 tekislik aylantirish

		chiziqlari B7 qisqa markaziy chiziqlar
S. 	Ingichka tutash to'liqsimon chiziq	S1 Qisman yoki uzilgan ko'rinishlar chegaralari, agar chegara ingichka tutash chiziq bo'lmasa
D* 	Ingichka tutash siniq chiziq	D1 _____
E. 	Qalin shtrix chiziq**	E1 Ko'rinmas chiziqlar E 2 Ko'rinmas qirralar
F. 	Ingichka shtrix	F1 Ko'rinmas qirralar F2 Ko'rinmas chiziqlar
G 	Shtrixpunktir ingichka	G1 Markaz chiziqlari G2 Simmetriya chiziqlari G3 Traektoriya
H 	Shtrixpunktir ingichka	H1 Kesuvchi tekislik
J 	Yo'g'on shtrix-punktir chiziq	maxsus ishlov beriladigan yuzalarni yoki chiziqlarni ko'rsatishda
K 	Ingichka ikki nuqta shtrix punktir chiziq	K1 ayrim qismlar K2 xarakatda bo'lgan qismlarning eng chekka va qo'shimcha vaziyatlari K3 Markaziy chiziqlar K4 yoyilmadagi bukilish chiziqlar K5 Kesuvchi tekislik oldidagi qismlar

### 11.2.3. Masshtablar

O'zDSt 2.302:2003 ga binoan rasm hujjatlarining barcha turlari uchun uch xil masshtablar mavjud:

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 kattalik (natural) masshtabi – 1:1;

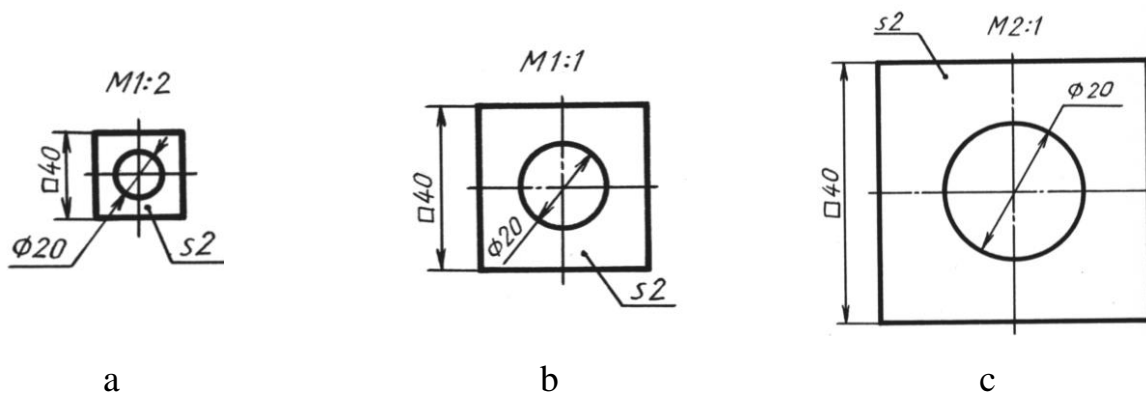
Kattalashtirish masshtabi – 2:1, 2,5:1, 4:1, 5:1, 10:1, 20:1, 40:1, 50:1, 100:1.

Buyum tasvirining rasmda asliga nisbatan qancha kattalashtirilib yoki kichiklashtirilib yoxud o'zining haqiqiy (natural) kattaligida chizilganligini ko'rsatuvchi son masshtab deyiladi.

Tasvirlarning masshtablari va ularning belgilanishi standart tomonidan belgilangan. Masshtab so'zi to'liq yozilmasdan, uning o'rniga bosh harfi M yoziladi, masalan, M1:2 yoki M1:1 yoki M2:1 kabi.

Asosiy yozuvning masshtab yoziladigan katagiga M harfi qo'yilmaydi va u joyga 1:2 yoki 1:1 yoki 2:1 ko'rinishda yoziladi.

Tasvir qanday masshtabda chizilmasin, rasmda detalning haqiqiy kattalikdagi (natural) o'chamlari qo'yiladi (271-rasm).



271-rasm

Masshtabda yozilgan sonlarga qarab detal qanday kattalikda chizilganligi bilinadi. Detal ikki marta kichik chizilgan bo'lsa 1:2 (birga-ikki) deb belgilanadi. Detal haqiqiy kattaligida chizilgan bo'lsa 1:1 (birga-bir) deb yoziladi. Detal ikki marta kattalashtirib chizilgan bo'lsa, 2:1 (Ikkiga-bir) deb qayd qilinadi. Shunday qilib masshtabda kichik son birinchi bo'lib yozilsa (1:2), kichraytirish masshtabi,

katta son birinchi bo‘lib yozilsa (2:1) kattalashtirish masshtabi, 1:1 ko‘rinishda belgilansa haqiqiy kattalikdagi (natural) masshtab deyiladi.

#### **11.2.4. O‘lcham qo‘yish qoidalari (O‘zDSt 2.307:2003)**

Buyumlar ularning o‘lchamlari asosida tayyorlanadi. Shuning uchun ham chizmalarda detal o‘lchamlarini to‘g‘ri qo‘yish va o‘zaro bog‘lab borish katta ahamiyatga ega. Chizmalarda o‘lchamlarni qo‘yishda quyidagilarni hisobga olish tavsiya etiladi:

- detalning har bir o‘lchami geometrik va texnologik jihatdan juda to‘g‘ri, to‘liq ishlab chiqarish jarayoni bilan bog‘langan bo‘lishi, ya’ni detalni tayyorlashdagi belgilash, ishlov berish, nazorat qilish kabi usullar hisobga olinishi lozim;
- rasmga qo‘yilayotgan o‘lcham shunday bo‘lishi lozimki, detalni tayyorlaydigan mutaxassis uni qiynalmay o‘qiy olishi kerak;
- o‘lchamlar qo‘yilayotganda yondosh detallarni ham hisobga olish lozim;
- o‘lchamlarni texnologik va konstruktorlik talablarini qondiradigan bazadan boshlab qo‘yish lozim;
- o‘lchamlar qo‘yish va ularni o‘zaro bog‘lashda xatoga yo‘l qo‘yilmaslik uchun standart belgilagan qoidalarni mukammal o‘rganib, ularga amal qilish lozim;
- o‘lchamlar chizmalarda o‘lcham chiziqlari va sonlari bilan ko‘rsatiladi. O‘lcham chiziqlaridagi strelkalar (ko‘rsatkichlar) bitta rasmdagi barcha o‘lcham chiziqlari uchun bir xil bo‘lishi lozim;
- o‘lcham chiziqlari detal konturiga parallel chizilib, chiqarish chiziqlariga perpendikulyar bo‘lishi lozim;
- o‘lcham va chiqarish chiziqlari iloji boricha o‘zaro kesishishmasligi lozim;
- o‘lcham chiziqlarini iloji boricha rasm konturidan tashqarida chizish lozim;
- o‘lcham chiziqlari rasm konturidan va unga parallel o‘tkazilgan ikkinchi o‘lcham chizig‘i oralig‘i 6...10 mm da olinishi lozim;
- o‘lcham sonlari rasmning qanday masshtabda va qanchalik aniq chizilishidan qat’i nazar, tasvirlangan buyumning haqiqiy o‘lchamini ifodalashi kerak;

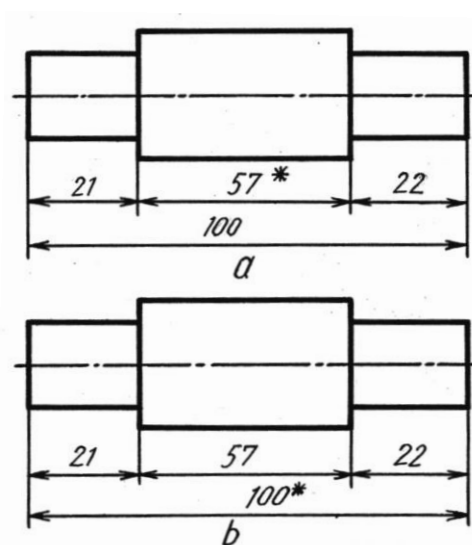
- rasmda chiziqli o'lchamlar mm hisobida, o'lchov birligi mm ko'rsatilmagan holda qo'yiladi;

Rasm chizishda ishtirok etmaydigan, lekin rasmni o'qish uchun ancha qulaylik tug'diradigan o'lchamlar ma'lumot o'lchamlariga kiradi. Bunday o'lchamlarga yopiq zanjir usulida qo'yiladigan o'lchamlardan birortasi detal elementining vaziyatini ko'rsatuvchi o'lchamlar, yig'ish rasmsidagi ayrim konstruktiv elementlarining eng chetki vaziyatlarini aniqlovchi o'lcham va shu kabilar kiradi. Rasmda ma'lumot o'lchamlari "\*" (yulduzcha) bilan belgilanib, texnik talablarda esa "Ma'lumot o'lchamlari" deb yozib qo'yiladi. (272-rasm);

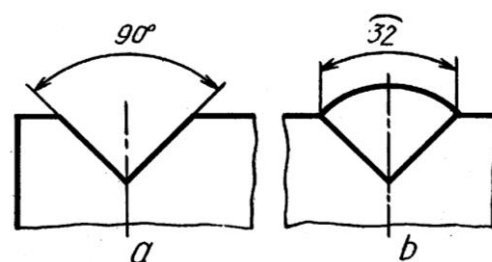
- burchaklarga o'lcham qo'yishda shu burchak uchidan chiziladigan yoydan foydalaniladi. Chiqarish chiziqlari esa radial yo'nalishda chiziladi (202-rasm, a), aylana yoyining o'lchamini ko'rsatish 273-rasm, b da berilgan;

- profili egri chiziqli detallarning o'lchamlari 274- rasmdagidek qo'yiladi;

- yumaloqlanadigan burchak uchlari yoki yumaloqlash yoyi markazi koordinatalarini ko'rsatish zarur bo'lsa, o'lcham yumaloqlanadigan burchak tomonlari kesishgan nuqtadan yumaloqlash yoylari markazidan chiqarib qo'yiladi (274- rasm);

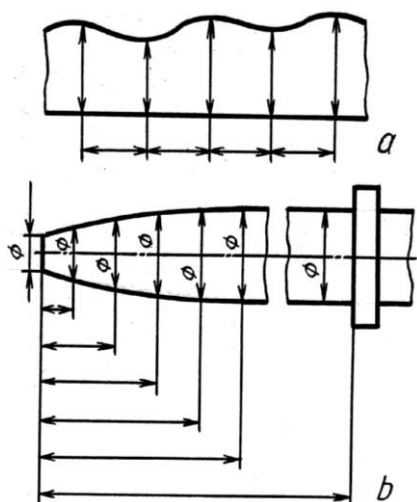


271-rasm

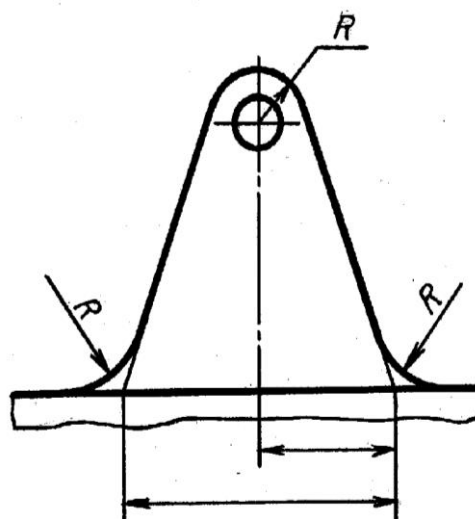


272-rasm



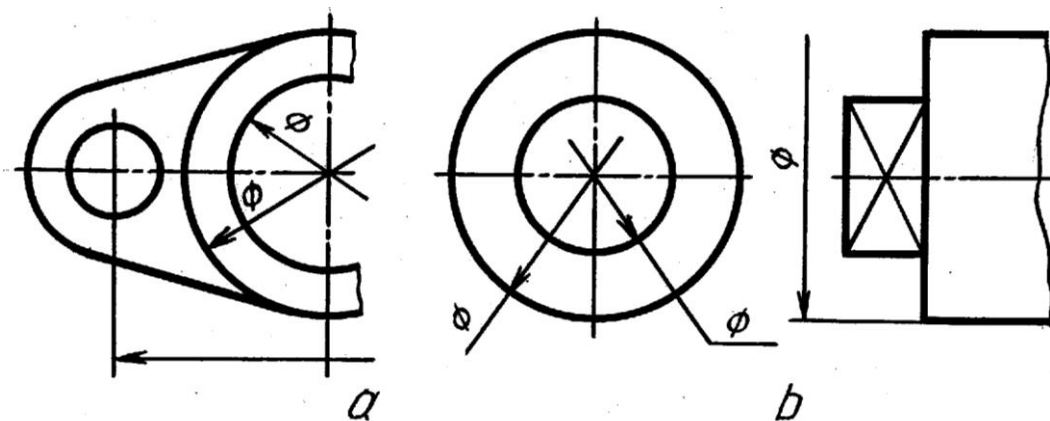


273-rasm



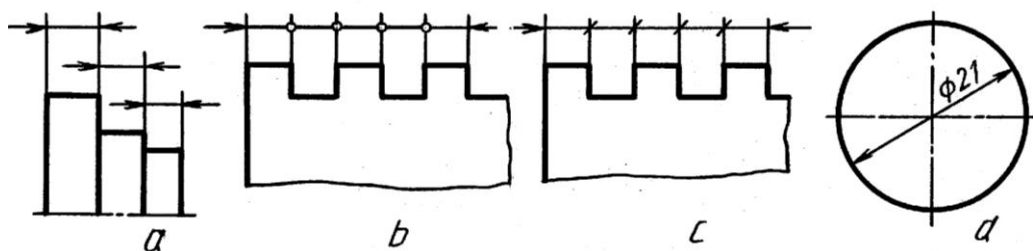
274-rasm

- simmetrik detallarning ko‘rinishi to‘la chizilmagan bo‘lsa, o‘lcham chiziqlari markaziy simmetrik o‘qdan biroz o‘tkazib, uzib qo‘yiladi (275- rasm);
- aylana to‘la yoki qisman chizilgan bo‘lishidan qat’iy nazar, uning o‘lcham chizig‘ini aylana markazidan o‘tkazib yoki to‘liq ko‘rsatish (275- rasm);
- rasmda buyumning bir qismi uzib ko‘rsatilsa, o‘lcham chizig‘i uzilmasdan to‘liq ko‘rsatiladi (275- rasm);



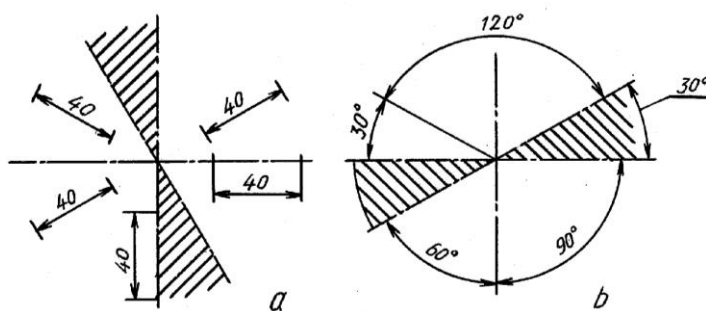
275- rasm

- kontur yoki chiqarish chiziqlari o‘zaro yaqin joylashib, o‘lcham chizig‘i yo‘nalishlari qo‘yish (strelka) uchun joy bo‘lmasa, kontur yoki chiqarish chizig‘ini uzib tasvirlash mumkin (275- rasm);
- o‘lcham chiziqlariga strelkalarni qo‘yish uchun joy yetarli bo‘lmagan hollarda chiqarish chizig‘i bilan o‘lcham chizig‘i kesishgan joyga nuqta qo‘yiladi yoki chiziqcha chiziladi (276- rasm);

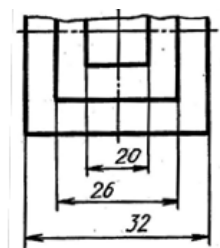


276- rasm

- agar strelkalar qo'yish uchun o'lcham chizig'ining uzunligi yetarli bo'lmasa, u holda, o'lcham chiziqlariga strelkalar tashqi tomonidan qo'yiladi (276- rasm);
- diametr o'lchami aylana ichida ko'rsatilgan hollarda o'lcham soni o'lcham chizig'i o'rtasidan bir tomonga siljiriladi (276- rasm). Bu yerda o'lcham soni markaz chiziqlarning o'zaro kesishayotgan joyiga to'g'ri kelmasligi lozim;
- har doim diametr o'lchamini ko'rsatuvchi son oldiga "Ø" belgisi,
- radius o'lchamini ko'rsatuvchi son oldiga "R", kvadrat o'lchamini soni oldiga "□" belgisi qo'yilishi shart, masalan,  $\phi 2 R4 \square 5$
- bir nechta parallel o'lcham chiziqlariga o'lchamlar qo'yilganda, o'lcham sonlarini shaxmat tartibida joylashtirish lozim (277- rasm);
- chizikli o'lchamlarning chiziqlari har xil qiyalikda chizilgan bo'lsa, o'lcham sonlari 278-rasmda ko'rsatilgandek qo'yiladi. Shtrixlangan zonada ( $30^\circ$  ni tashkil qiladi) o'lcham sonlarini qo'yish mumkin emas, ya'ni taqiqlanadi;



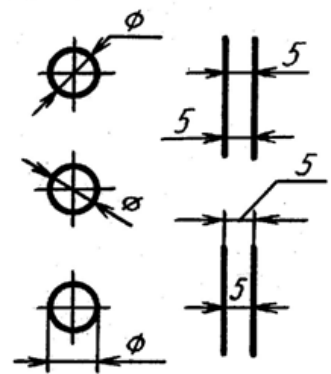
278-rasm



277-rasm

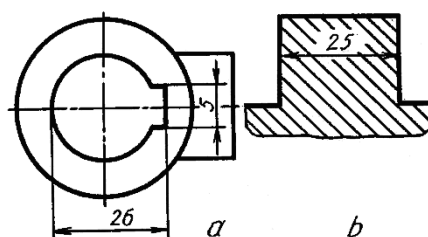
- burchaklarning o'lchamida ham  $30^\circ$  li shtrixlangan zonada o'lcham sonlari va qolgan burchak o'lchamlari 278-rasm, b dagidek bo'ladi;

- diametrlari kichik aylanalarga va oralig'i kichik bo'lgan parallel chiziqlarga o'lchamlar 279-rasmdagi kabi qo'yiladi;
- o'lcham sonlarini qo'yishda kontur chiziq va o'lcham chiziqlari uzilmaydi, o'q va markaz chiziqlarining o'zaro kesishish joyiga qo'yilmaydi, o'lcham qo'yilganda markaz



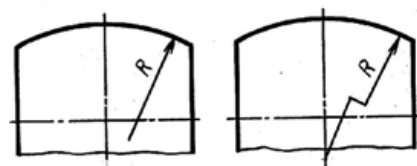
279-rasm

- chiziqlariga to'g'ri kelib qolsa, u uzib qo'yiladi va o'lcham sonlari yoziladigan joy shtrixlanmaydi (280-rasm, a, b);

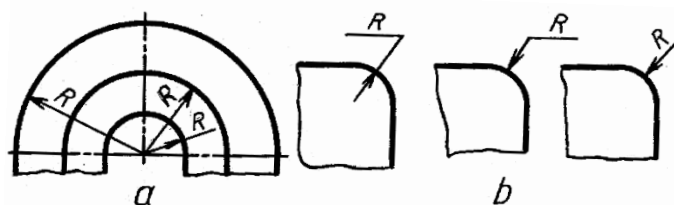


280-rasm

- aylana yoyi markazi o'rnini aniqlovchi o'lchamlarni ko'rsatish talab qilinsa, u holda radiusning o'lcham chizig'ini burchaklari  $90^\circ$  ga teng bo'lgan siniq chiziqqa almashtirib chizish mumkin (281-rasm);
- bir markazdan bir nechta radiuslar o'tkazilganda har qanday ikki va undan ortiq radius chiziqlari bitta to'g'ri chiziqqa yotmasligi lozim (282-rasm, a);



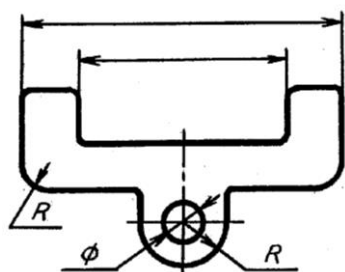
281-rasm



282-rasm

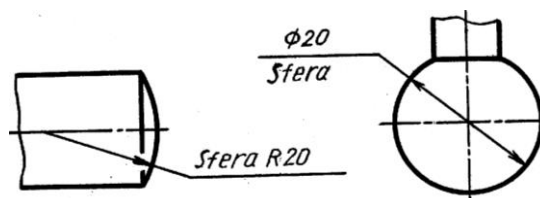
- tashqi va ichki yumaloqlash radiuslarining o'lchamlari kichik bo'lganda 282-rasm, b dagidek qo'yiladi.

- yumaloqlash yoki bukilish joylardagi yumaloqlash radiuslari bir xil bo‘lib, ular ko‘p uchraydigan bo‘lsa, rasmning bo‘sh joyiga “Ko‘rsatilmagan radius o‘lchamlari R 1,5 mm” deb yozib qo‘yiladi (283-rasm);
- shar (sfera) ni belgilash uchun diametr yoki radius o‘lchami oldiga yoxud ostiga “Sfera” so‘zi qo‘shib yoziladi (284-rasm);



Ko‘rsatilmagan radius  
o‘lchamlari 1,5 mm

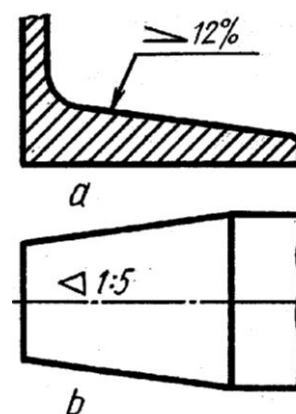
283-rasm



284-rasm

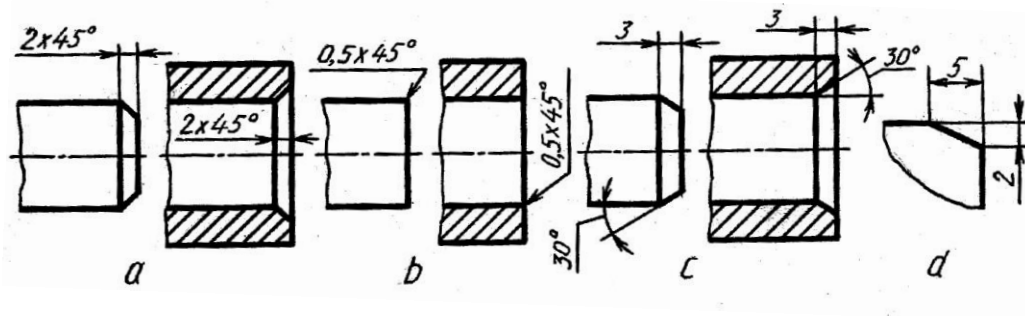
- qiyalikni ifodalovchi soni oldiga qiyalikni ifodalovchi belgi qo‘yiladi (285-rasm, a), bunda belgining uchi qiyalik tomon yo‘nalgan bo‘ladi. Konussimon detaldagi konuslikning o‘lcham soni oldiga uchi tomon qaratilgan belgi qo‘yiladi (285-rasm, b);

- 45° burchak bilan tayyorlangan faskalar o‘lchamlari 286-rasm, a dagidek qo‘yiladi. Bunday faskaning o‘lchami 1 mm va undan kichik bo‘lsa, ular rasmda tasvirlanmasligi mumkin, lekin ularning o‘lchamlari faska yasaladigan qirradagi chiqariladigan chiziqning tochkasiga yozib qo‘yiladi (286-rasm, b). 30° burchakli faska o‘lchamida burchak va faska balandligi



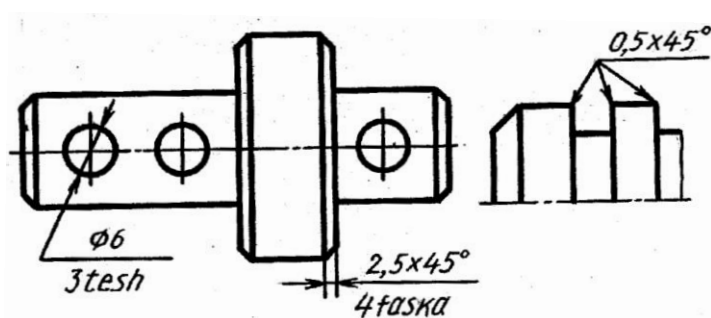
285-rasm

- qo‘yiladi (285-rasm, c), yoki ikkita katetlarning o‘lchamlari beriladi (286-rasm, d);



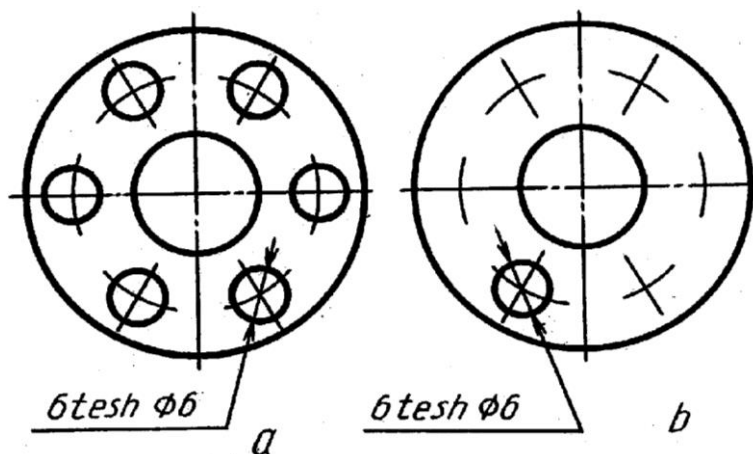
286-rasm

- faska, teshik va shunga o'xshash elementlar sonini 287-rasmdagidek ko'rsatish mumkin;



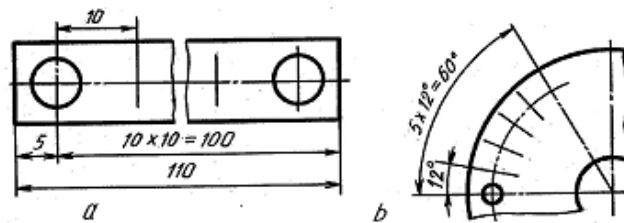
287-rasm

- teshiklar aylana bo'yicha bir-biridan baravar uzoqlikda joylashgan bo'lsa, ularning markazlari orasidagi o'lchamlari qo'yilmaydi, faqat teshiklarning o'lchamiga ularning soni qo'shib ko'rsatiladi (288-rasm);



288-rasm

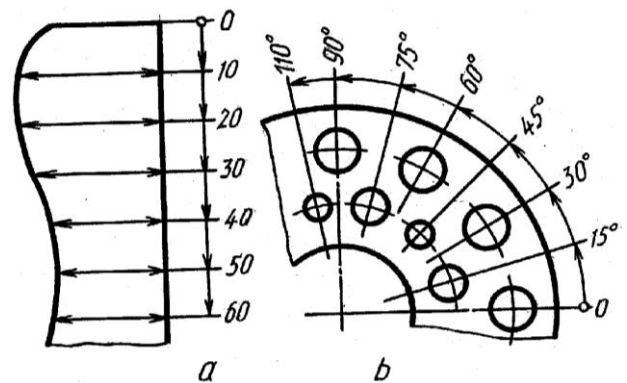
- bir hil diametrli teshiklarning o'lchamlarini qo'yishda ulardan bittasi chizilib, uning o'lchami, soni ko'rsatiladi (289-rasm, a), qolganlarining markaz chiziqlari belgilanadi;



289-rasm

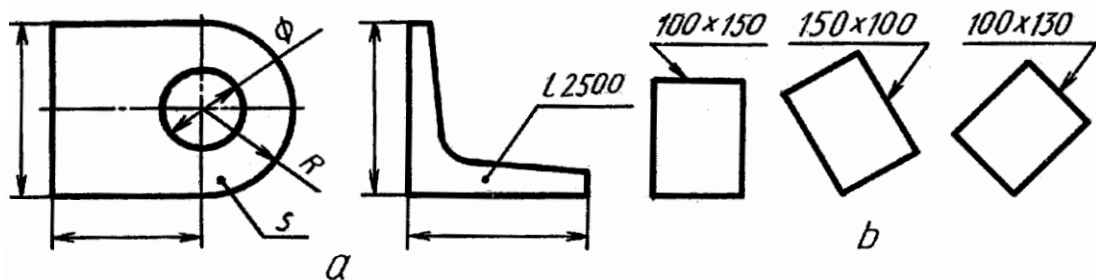
- bitta detalda bir xil teshiklar mavjud bo'lsa, bu elementlardan bittasini o'lchami va chetki o'rni o'lchami ko'rsatilib, qolganlarini oraliqlari sonining oraliqlar o'lchamiga ko'paytmasi ko'rinishida belgilanadi (289-rasm, b);
- umumiy bazadan ko'plab o'lcham qo'yiladigan bo'lsa, chizikli va burchak o'lchamlari 0 belgidan umumiy bir o'lcham chizig'i o'tkaziladi va o'lcham sonlari chiqarish chiziqlari yo'nalishida ularning uchlariga qo'yiladi.

- detal bitta ko'rinishda tasvirlangan bo'lsa, uning qalinligi o'lchami soni oldiga s, uzunligi o'lchami soni oldiga l harfi yoziladi (291-rasm);
- murakkab shaklli silindrik buyumning silindr diametrlariga 292-rasmdagidek o'lcham qo'yishga



290-rasm

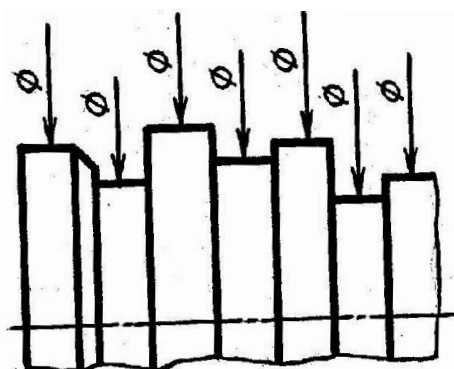
standart ruxsat etiladi;



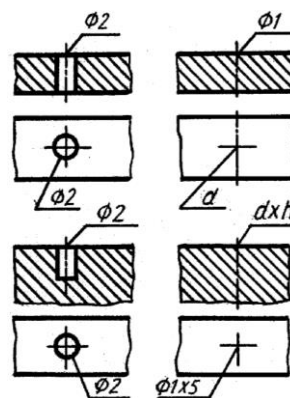
291-rasm

- kichik diametrli teshikning o'qi bo'yicha qirqimdagi tasviri bo'lmasa, u hoda o'lchamlar 292-rasmdagidek qo'yiladi. d-asosiy teshik diametri, h-teshik chuqurligi, c-faska balandligi;
- diametri 2 mm va undan kichik bo'lgan tashiklarning o'qi bo'yicha qirqimdagi tasviri berilmagan bo'lsa, o'lchamlari 293-rasmdagidek soddalashtirib

tasvirlanadi. Bunda berk teshik o'lchami teshikdan chiqarilgan chiqarish chizig'ining tochkasiga  $d \times h$  ko'rinishida qo'yiladi (293- rasm);



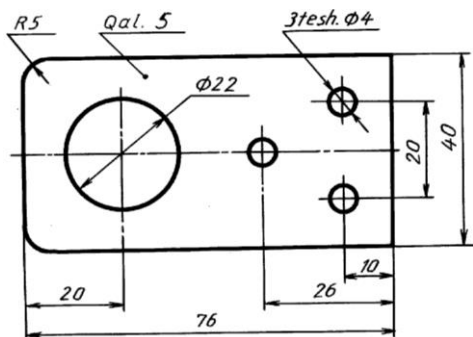
292-rasm



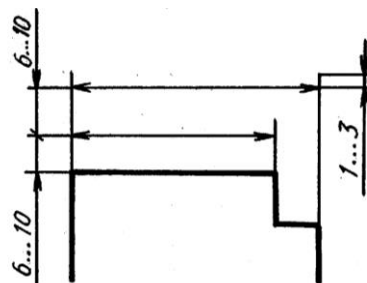
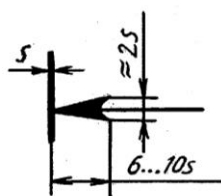
293-rasm

- rasmdagi vertikal chiziqlari ustiga qo'yilgan o'lcham sonlarini o'qish va ularni yozish qulay bo'lishi uchun rasmni soat strelkasi yo'nalishida chapdan o'ngga  $90^\circ$  ga burib o'qiladi.

Rasmda har bir o'lcham bir marta ko'rsatiladi. Detalning eng katta o'lchamlarini, ya'ni uzunligi, balandligi va eni yoki qalinligini ko'rsatuvchi o'lchamlar gabarit o'lchamlar deyiladi (294-rasmdagi 5, 40, 76 o'lchamlar).



294-rasm



295-rasm

O'lcham chiziqlari chiqarish chiziqlariga strelka uchi bilan tegib turishi lozim, uning tuzilishi 295- rasmda ko'rsatilgan. Strelka kattaligi kontur chiziqning yo'g'onligiga bog'liq bo'lib, rasmning hamma joyida u bir xil kattalikda bo'lishi lozim. Chiqarish chiziqlari oxirgi strelkasidan 2-3 mm gacha chiqib tursa kifoya, ortiqchasini o'chirib qo'yish lozim.

Chizmalarda o'lchamlar qo'yish usullari bilan darslar davomida tanishib va o'rganib boriladi.

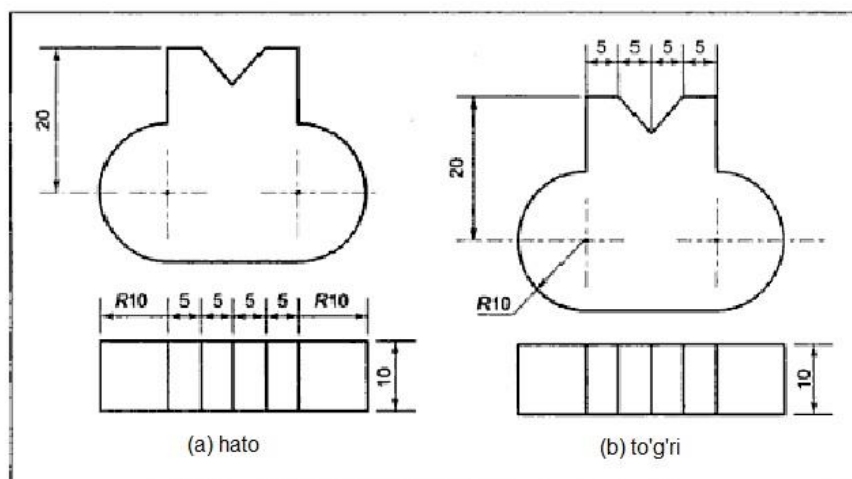
### 11.2.4.1. O'lcham qo'yishning ayrim horij qoidalari

1. Detalni tayyorlash uchun zarur bo'lgan hamma o'lchamlar rasmda berilishi kerak. Detal tayyorlanishida, o'lchamlarni birortasi ikkinchisini hisobidan aniqlanmasligi kerak, masalan, aylananing bir qismi berilgan bo'lsa, radius o'lchami qo'yiladi, to'liq aylana bo'lsa diametr o'lchami qo'yiladi. O'lchamlar faqat bir o'lchov birligida millimetrda ko'rsatilishi kerak. Millimeter o'lcho'v birligi har bir raqamga yozilmaydi, lekin umumiy eslatmada quyidagicha yozib qo'yiladi "hamma o'lchamlar mm hisobida".

2. Har bir o'lcham faqat bir marotaba berilishi kerak. Bir ko'rinishda berilgan o'lcham, boshqa ko'rinishda qaytarilmasligi kerak, masalan, FVda berilgan gorizonttal uzunlik, CDda qaytarilmasligi kerak, yoki ABda berilgan vertical o'lcham, yondan ko'rinishda qaytarilmasligi kerak.

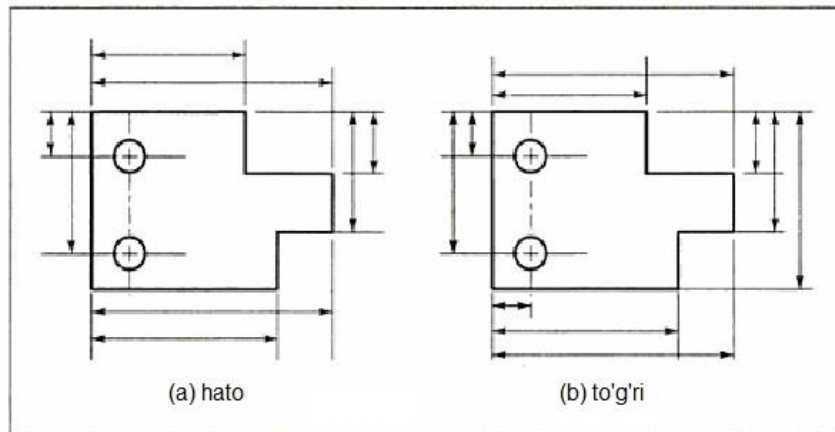
3. O'lchamlar, odatda ko'rinishlardan tashqarida, detalning biror elementi qaysi ko'rinishda yaqqol ko'rinsa, shu ko'rinishda o'lcham berilishi kerak. Iloji boricha, o'lchamlar ikkita ko'rinishda joylashishi kerak. 296-rasmda (a)da o'lchamlar noto'g'ri joylashtirilgan va (b)da to'g'ri joylashtirilgan.

4. O'lcham va chiqarish chiziqlari o'zaro kesishmasligiga e'tibor berish kerak. Buning uchun kichik o'lch'amlar ko'rinishga yaqin joylashsa, katta o'lchamlar undan uzoqroq joylashadi. 297-rasmda o'lcham va chiqarish chiziqlarini joylashishi tasvirlangan a) to'g'ri, b) noto'g'ri.



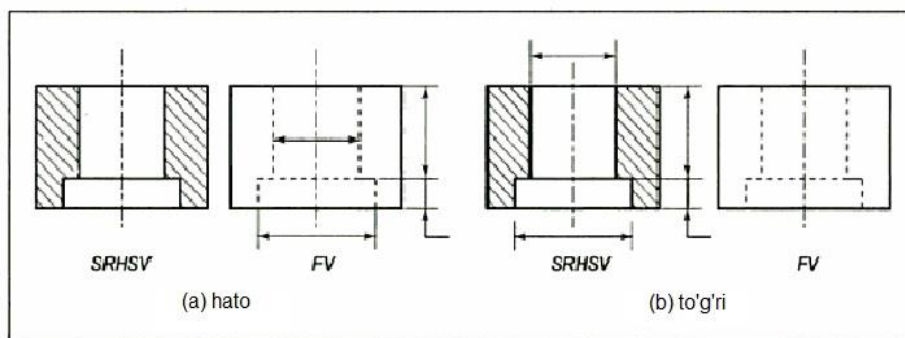
296-rasm





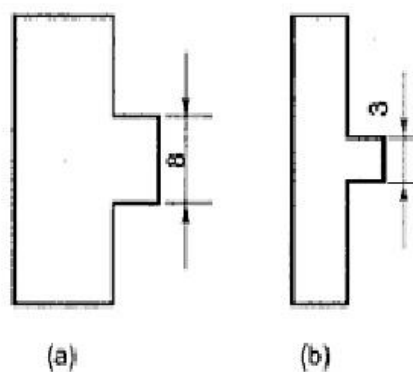
297-rasm

5. Imkon qadar, o'lchamlar detallarning ko'rinadigan chiziqlariga qo'yilishi kerak, 298-rasm.



297A-rasm

6. Markaziy, kontur, chiqarish chiziqlarining birortasi o'lcham chizig'i sifatida ishlatilmasligi kerak, 298-rasm.



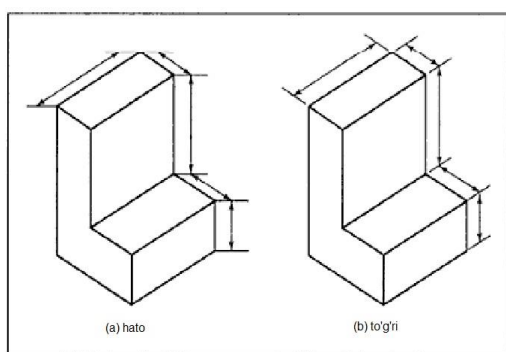
298-rasm

Shunday qilib, detalning og'ma parallel proyeksiyalari xosil bo'lishi uchun, uning proyeksiyalari proyeksiyalanuvchi tekislikka perpendikulyar joylashishi kerak. Bu og'ma proyeksiyalarning o'lchamlari haqiqiy kattalikda bo'ladi.

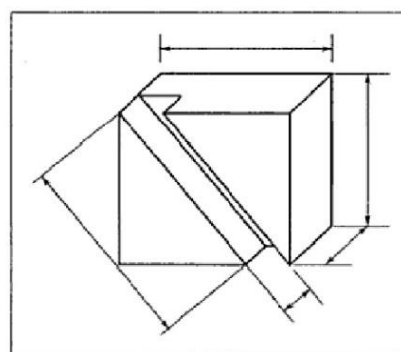
Yaqqol tasvirda o'lcham qo'yish uchun quidagi qoidalarga rioya qilish kerak:

1. Odatda, asosiy chiziqlar o'lchamlari yaqqol ko'rinishlarda qo'yiladi. O'lcham va chiqarish chiziqlari asosiy chiziqlar yo'nalishiga parallel chiziladi (299- rasmga qarang). Bunda o'lcham va chiqarish chiziqlari asosiy chiziq'larga parallel (b) va parallel bo'lmagan (a) ko'rinishlari tasvirlangan.

2. Asosiy chiziq'larga parallel bo'lgan, detalning og'ma parallel proyeksiyalari haqiqiy kattaligi bilan proyeksiyalanib, o'lchamlar qo'yiladi. Yaqqol ko'rinishda chiqarish chiziqlari o'lcham chiziqlariga perpendikulyar bo'ladi (300-rasm).



299-rasm



300-rasm

### 11.3. Chizma shriftlari O'zDSt 2.304:2003

Harf (shrift) lar insoniyat tomonidan yaratilgan xat yozishning eng qulay madaniy shakli hisoblanadi.

Chizmalardagi barcha yozuvlar standart shrift bilan aniq va yaqqol yozilishi kerak. Standart bo'yicha shriftlarning ikki A va B turi belgilangan. Harf va raqamlarning shakli, barcha o'lchamlari, harflar va so'zlar oralig'i standart bilan belgilangan (3-jadval).

Parametrlar	Belgisi	O'lchamlar nisbati		B turdagi shrift o'lchamlari					
Shrift o'lchami, bosh harflar balandligi	h	10/10h	10d	3,5	5,0	7,0	10	14	20
Yozma (kichik) harflar balandligi	$h_1$	7/10h	7d	2,5	3,5	5,0	7,0	10	14
Harflar orasidagi masofa	d	2/10h	2d	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0
Qatorlar orasidagi masofa	b	17/10h	17d	6,0	8,5	12	17	24	34
So'zlar orasidagi masofa	e	6/10h	6d	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	12
Harf chiziqlarining yo'g'onligi	d	1/10h	1d	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0

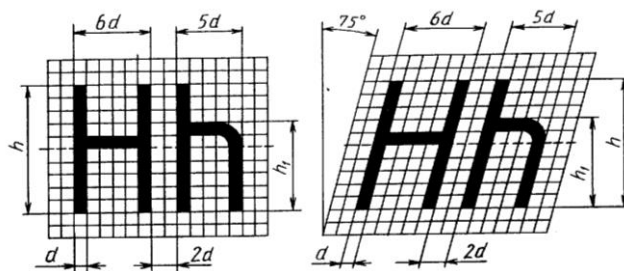
Shrift va raqamlar to'g'ri va  $75^\circ$  qiyalikda yozilishi mumkin.

Standart shriftlarning quyidagi o'lchamlari belgilangan: (1,8); 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40. Shriftning o'lchamlari orqali uning balandligi tushuniladi. Shriftlarni yozishdan oldin shrift chiziqlarining yo'g'onligi d ga teng kataklar chizib olinadi va barcha parametrlari shu kataklar orqali aniqlab yoziladi.

Shrift chiziqlarining yo'g'onligi d shriftning turi va balandligiga qarab aniqlanadi. A turdagi shrift uchun  $d = 1/14$ , B turdagi shrift uchun  $d = 1/10$  belgilangan.

B turdagi bosma (katta) harflarning va raqamlarning balandligi  $h = 10d$ , yozma (kichik) harflar balandligi  $h = 7d$ , harflar orasidagi masofa  $d = 2d$ , so'zlar orasidagi oraliq eng kamida  $e = 6d$  ga teng olinadi.

Harflarning balandligi  $h$ , yozilishi yo‘g‘onligi  $d$  bilan belgilansa, eni va elementlari orasidagi masofa  $d$  ga qancha to‘g‘ri kelishi bilan aniqlanadi (301÷306-chizmalar).



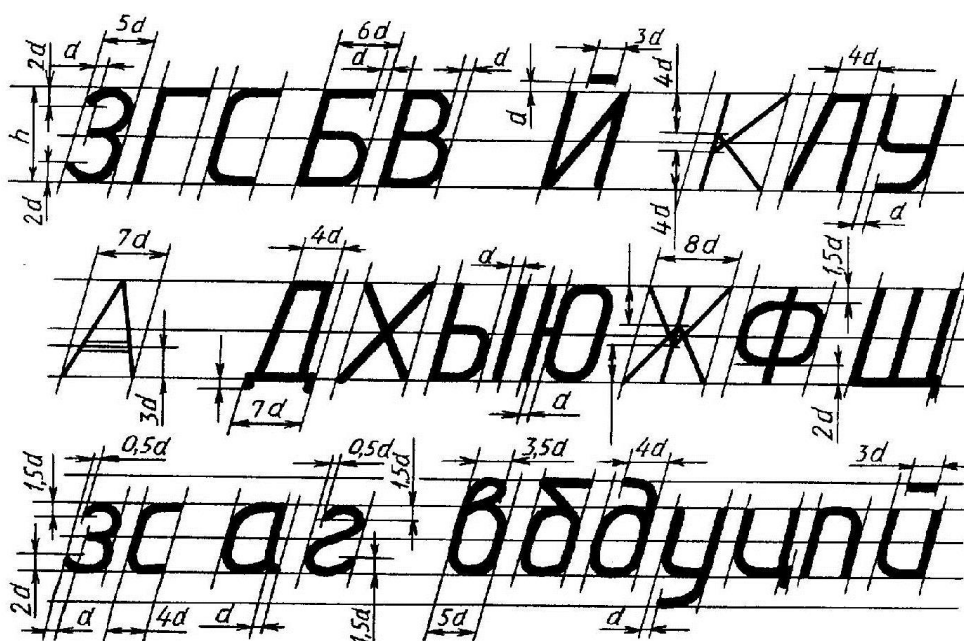
301-rasm

Lotin va kirill (rus alifbosi) shriftlarni yozishda ularning bir-biriga o‘xshashligidan foydalaniladi. Ostki qismi tor bo‘lgan harf ustki qismi tor bo‘lgan harf bilan yonma-yon joylashgan hollarda ular orasidagi masofa kamaytiriladi (301-rasm).

Rasm shriftlarini yozish yordamchi to‘rlar chizishdan boshlanadi. Shrift qiyaligini chizish uchun transportir yoki  $30^\circ$  va  $45^\circ$  burchakli ikkita uchburchaklik yordamida satr asosiga  $75^\circ$  qiyalikdagi chiziqlar chizib olinadi. Ba’zi harflarni yozishda yordamchi to‘rlarning o‘rtasidan o‘tuvchi ya’ni  $1/2 h$  o‘rta chiziqni belgilab olishga to‘g‘ri keladi.



302-rasm



303-rasm

A B C D E F G H I J K M

L N O P Q R S T U V W

X Y Z O' G' C H S H N G

a b c d e f g h i j k l m n

o p q r s t u v w x y z

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 3

I III IV VI VIII IX V

304-rasm

А Б В Г Д Е Х З И Й К

Л М Н О П Р С Т У Ф Х

Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я

а б в г д е ж з и й к л м

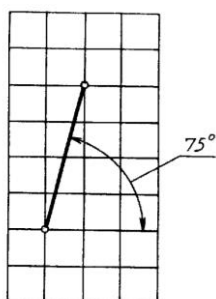
н о п р с т у ф х ц ч ш

щ ъ ы ь э ю я

305-rasm

Rasm shriftlarini yozish yordamchi to‘rlar chizishdan boshlanadi. Shrift qiyaligini chizish uchun transportir yoki  $30^\circ$  va  $45^\circ$  burchakli ikkita uchburchaklik yordamida satr asosiga  $75^\circ$  qiyalikdagi chiziqlar chizib olinadi. Ba’zi harflarni yozishda yordamchi to‘rlarning o‘rtasidan o‘tuvchi ya’ni  $1/2$  h o‘rta chiziqni belgilab olishga to‘g‘ri keladi. Harflarning o‘rtasidagi to‘g‘ri yoki qayrilish chiziqlarining yo‘g‘onligi o‘rta chiziqning ustida yoki ostida chiziladi.

Rasm shriftlarni kataklangan daftarda yozib mashq qilish ancha qulay. Daftarda  $75^\circ$  taqribiy qiyalikda chiziq o‘tkazish uchun to‘rtta vertikal va bitta gorizontal katak dioganali bo‘yicha chiziq o‘tkaziladi (307-rasm).



307-rsm

4ta katak balandligi 20mm, 3ta katak balandligi 15mm, 2ta katak balandligi 10 mm ni tashkil etadi. Oldin 3 ta katak balandligi 15 mm li shriftlarni yozib mashq qilish tavsiya etiladi. Shunda shriftlar eni 2 ta katak kengligida olinadi. Keyinchalik 2 ta katak balandligidagi 10 o‘lchamli shriftni, keyinchalik bitta katakda 5 o‘lchamli shriftni yozib mashq qilinadi.

Amaliy mashg‘ulot darslarida grafik ishlar uchun bajariladigan sarvaraqni yozish mashq qilinadi.



306-rasm

Yunon harflari quyidagicha o‘qiladi:

1.Alfa. 2.Betta. 3. Gamma. 4.Delta. 5.Epsilon. 6. Dzeta. 7. Eta. 8. Teta. 9. Kappa. 10. Lambda. 11. Myu. 12. Nyu. 13. Ksi. 14. Omikron. 15. Pi. 16. Ro. 17. Sigma. 18. Tau. 19. Ipsilon. 20. Vota. 21. Fi. 22. Ksi (Xi). 23. Psi. 24. Omega.

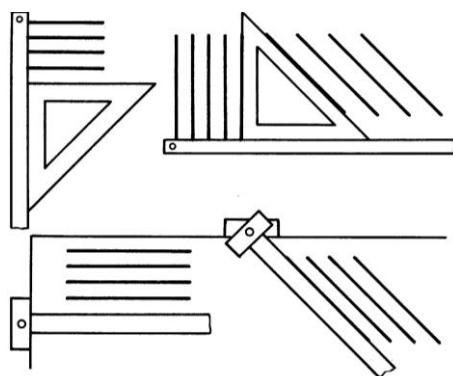
Muhandislik chizmalari mashina detallari shakli va o‘lchami haqida to‘liq ma’lumot berishni nazarda tutadi. Shakl tavsifi rasmdagi shakldan, o‘lchamlari esa belgi va izohli o‘lchamlar shaklidan o‘giriladi. Shriflar oddiy va tushunarli bo‘lishi lozim. Oson o‘qilishi, bir xilligi, kulayligi va bajarishdagi tezkorlik – shriflarga qo‘yilgan asosiy talablardan hisoblanadi.



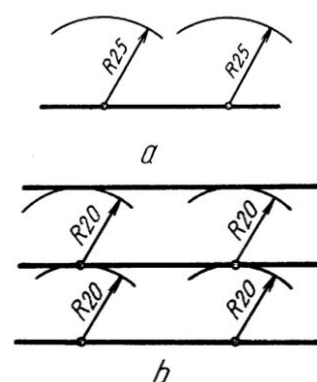
## 11.4. Geometrik yasashlar

O‘zaro parallel to‘g‘ri chiziqlar chizish. Bunday chiziqlarni reysshina va uchburchaklik, to‘g‘ri chizg‘ich va uchburchaklik yoki reysshinaning o‘zi orqali chizish mumkin (308-rasm).

Sirkul yordamida ham o‘zaro parallel chiziqlarni chizish mumkin (309-rasm).



308-rasm

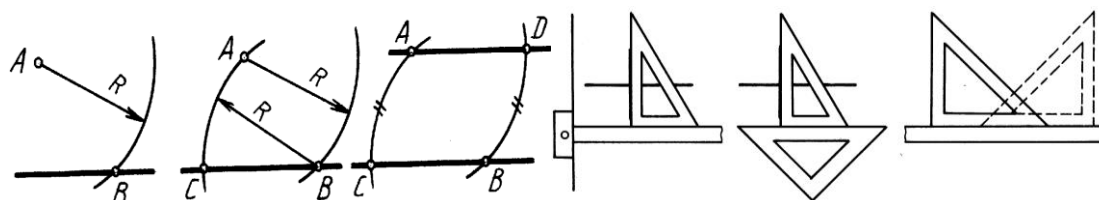


309-rasm

Buning uchun berilgan to‘g‘ri chiziqda A va B nuqtalar tanlab olinadi va ulardan bir xil kattalikdagi radiuslarda yoylar chiziladi. Shu chizilgan yoylarga urinma qilib to‘g‘ri chiziq chiziladi.

Berilgan to‘g‘ri chiziqqa A nuqtadan unga parallel to‘g‘ri chiziq o‘tkazish uchun A dan chiziqni kesadigan radiusda yoy chiziladi va B nuqtadan A nuqta orqali o‘tadigan yoy chiziladi hamda unga  $AC=BD$  ko‘rinishda o‘lchab qo‘yiladi. So‘ngra A va D nuqtalar tutashtiriladi (310-rasm).

2. O‘zaro perpendikulyar to‘g‘ri chizqlar chizish. Ularni reysshina va uchburchaklik, ikkita uchburchaklik va to‘g‘ri chizg‘ich hamda uchburchaklik yordamida chizish mumkin (311-rasm).



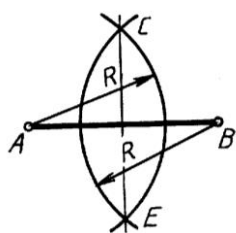
310-rasm

311-rasm

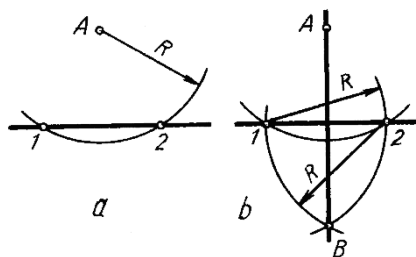
Buning uchun avval reysshina yoki to‘g‘ri chizg‘ich berilgan to‘g‘ri chiziqqa taqab qo‘yiladi, so‘ngra biroz pastga suriladi. To‘g‘ri chiziqqa perpendikulyar

chiziqni sirkul yordamida o‘tkazish uchun berilgan chiziqqa tanlab olingan (yoki berilgan) A va B nuqtalardan o‘zaro kesishadigan bir xil kattalikdagi yoylar chiziladi ba hosil bo‘lgan C va E nuqtalar o‘zaro tutashtiriladi (312-rasm).

Berilgan to‘g‘ri chiziqqa A nuqta orqali perpendikulyar tushirish uchun A da shu chiziqni kesadigan yoy chiziladi. 1 va 2 nuqtalardan o‘zaro kesishadigan bir xil kattalikdagi yoylar chiziladi va hosil bo‘lgan B nuqta A bilan tutashtiriladi (313-rasm).

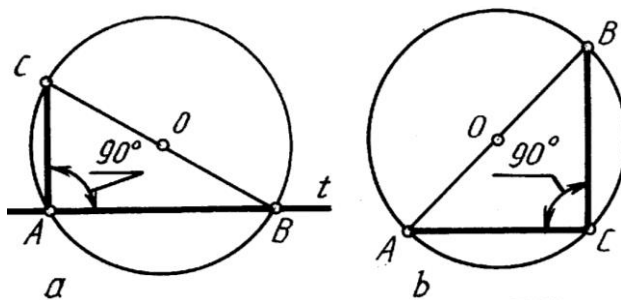


312-rasm



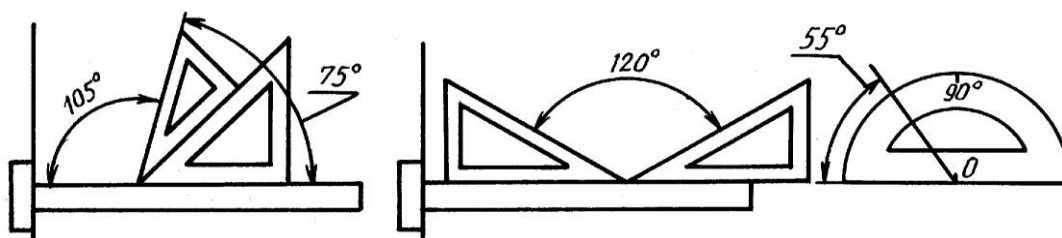
313-rasm

Berilgan to‘g‘ri chiziqqa perpendikulyar chiziqni o‘tkazishda aylanadan ham foydalanish mumkin. Aylanani kesib o‘tadigan ixtiyoriy kattalikdagi aylana chiziladi va A yoki B nuqtadan aylana markazi O orqali aylana diametri chiziladi. C nuqta bilan A nuqta tutashtiriladi. Shunda CA t chiziqqa perpendikulyar bo‘ladi (314-rasm, a). Chunki, aylana diametrik kesishayotgan A, B nuqtali aylananing xohlagan nuqtasi C bilan tutashtirilsa, to‘g‘ri burchak hosil bo‘ladi (314-rasm,b).



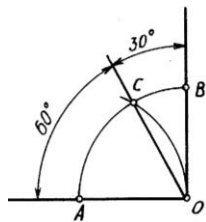
314-rasm

3. Burchaklar yasash va ularni teng bo‘lish. Reysshina ba uchburchakliklar yoki transporter yordamida turli burchaklarni chizish berilgan (315-rasm).

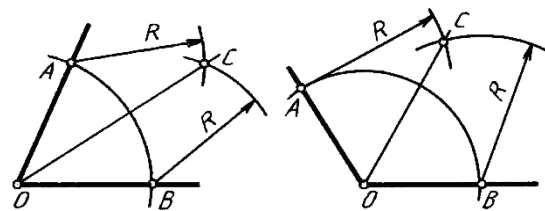


315-rasm

Sirkulda to'g'ri burchakning o'zaro kesishgan nuqtasi O dan ixtiyoriy kattalikdagi radiusda aylana yoyi chiziladi va shu kattalikdagi radiusda A nuqtadan yoy chizilsa, C nuqta hosil bo'ladi. C nuqta O bilan tutashtirilganda  $30^\circ$  va  $60^\circ$  li burchaklar yasaladi (316-rasm).



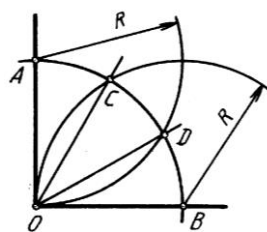
316-rasm



317-rasm

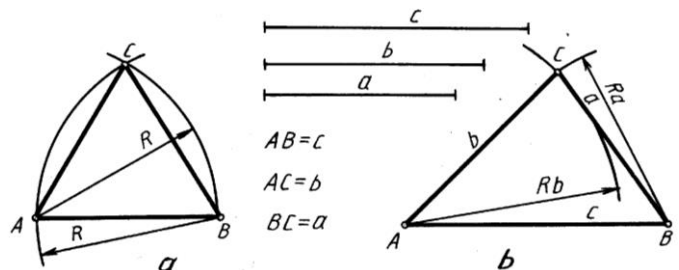
Ixtiyoriy kattalikdagi burchakni teng ikkiga bo'libsh uchun xoxlagan radiusdagi yoy burchak uchidan chiziladi va A, B nuqtalardan o'zaro kesishadigan bir xil kattalikdagi yoilar chiziladi hamda ularning kesishishidan hosil bo'lgan C nuqta O bilan tutashtiradi (317-rasm).

To'g'ri burchakni o'zaro teng uchga bo'lish uchun ixtiyoriy kattalikdagi yoy O nuqtadan chiziladi va shu kattalikdagi radiusda A va B nuqtalardan yoilar chizilsa, C va D nuqtalar hosil bo'ladi. So'ngra C va D nuqtalar O bilan tutashtiriladi (318-rasm).



318-rasm

4. Tekis ko'pburchaklar yasash. Tomonlari o'zaro teng uchburchakni yasash uchun tanlab olingan AB kesmaning A va B nuqtalaridan shu AB ga teng yoilar chiziladi hamda ularning kesishayotgan nuqtasi A va B bilan tutashtiriladi (319-rasm).

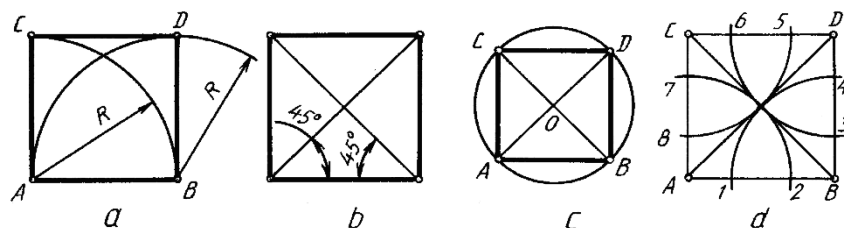


319-rasm

Har xil uzunlikdagi a,b,c kesmalar yordamida uchburchakni chizish uchun A va B nuqtalardan a va b ga teng radiuslarda yoilar chiziladi. Kvadrat yasashda A va B nuqtalaridan perpendikulyar chiziqlar chizilib, AB kesmaga teng kesmalar

o'lchab qo'yiladi va CD nuqtalar o'zaro tutashtiriladi (320-rasm, a). Yoki AB kesmaning A va B nuqtalaridan  $45^\circ$  burchakdagi kvadrat diagonallari chiziladi va A,B nuqtalardan vertical chiziqlar chiziladi (320-rasm, b). Aylananing ikkita o'zaro perpendikulyar diametri orqali ham kvadrat yasash mumkin (320-rasm,c).

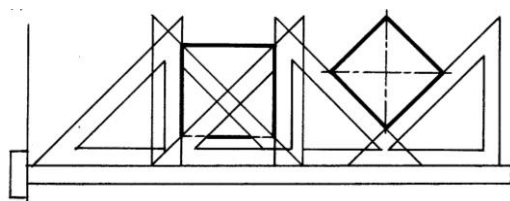
Kvadratning, burchaklari A,B,C,D lardan O markazi orqali o'tuvchi yo'lar chizilsa, kvadrat tomonlarida 1,2,3,...8 nuqtalar hosil bo'ladi va ular o'zaro tutashtirilsa, muntazam sakkizburchak hosil bo'ladi (320-rasm,d).



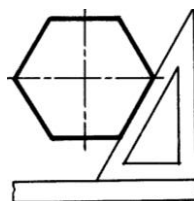
320-rasm

Reysshina va uchburchakliklar yordamida turli kopburchaklarni yasash yollari 1.8.14,15,16- chizmalarda korsatilgan.

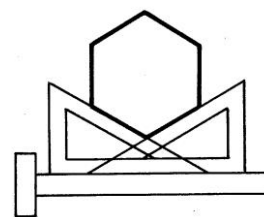
Bir tomoni AB kesma orqali muntazam besh burchakni yasash uchun A uchidan AB ga perpendikulyar chiziladi va unga  $AB/2$  bo'lak, yani AO o'lchab qo'yiladi va B bilan tutashtiriladi. Bu gipotenuza 1B ga 1A olib o'tiladi va B2 radiusda yoy chiziladi, AB ning davomida 3(4) nuqta aniqlanadi.



321-rasm



322-rasm



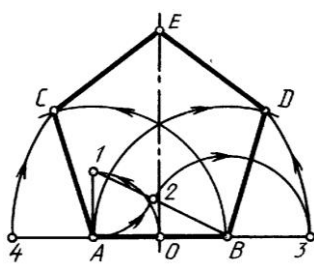
323-rasm

A va B lardan  $A_3, B_4$  va AB radiuslarda yo'lar chizilib, ular o'zaro kesishtiriladi, C va D nuqtalar aniqlanadi. C va D nuqtalardan AB radiusda yo'lar chizilsa, E nuqta aniqlanadi (324-rasm).

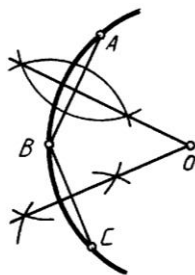
5. Aylana yoyi markazini aniqlash. Xohlagan kattalikda chizilgan aylana yoyida uchta A,B,C nuqtalar tankab olinadi. AB va BC nuqtalar tutashtiriladi. AB va BC larni teng ikkiga bo'luvchi perpendikulyar chiziqlarning o'zaro kesishish nuqtasi O aylana (yoyi) ning markazi bo'ladi (325-rasm).

6. Aylana yoyini to'g'irlash va aylanani to'g'ri chiziqqa yoyish.

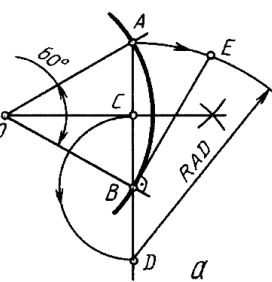
Aylana yoyi sector bo'yicha  $60^\circ$  va undan kichikroq, bo'lsagina uni to'g'irlash aniqroq, bo'ladi. Buning uchun yoyning AB vatarini teng ikkiga bo'lib, AB ning davomiga BC masofa olib o'tiladi. OB radiusga perpendikulyar qilib, aylanaga urinma o'nkaziladi. D nuqtadan AD radiusda chizilgan yoy B nuqtadan chizilgan urinmani E nuqtada kesib o'tadi. Shunda yoyning yoyilmasi BE hosil bo'ladi (256-rasm, a).



324-rasm



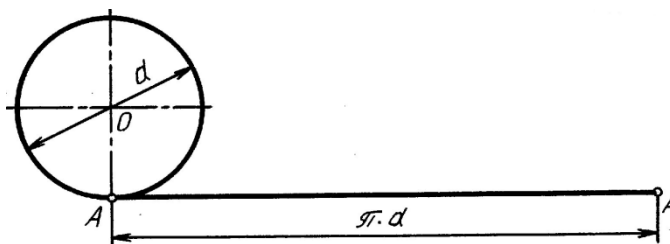
325-rasm



326-rasm

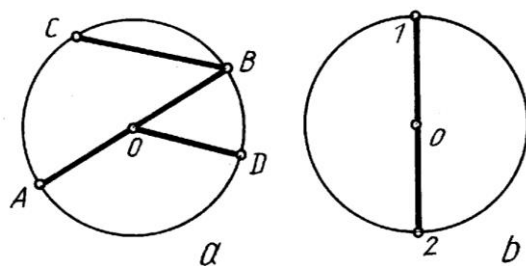
Yoki AB vatar o'zaro teng bir nechta mayday yoychalarga bo'lib olinadi va OB ga perpendikulyar o'tkazilgan aylana urinmasiga yoki cyizmaning bo'sh yoyiga chizilgan to'g'ri chiziqqa shu yoychalar o'lchab qo'yiladi (326-rasm, b).

Aylanani yoyish uchun uning diametrik  $d$  doimiy son 3,14 ga ko'paytiriladi, yani  $\pi \cdot d$  tenglama orqali amalgam oshiriladi (327-rasm).



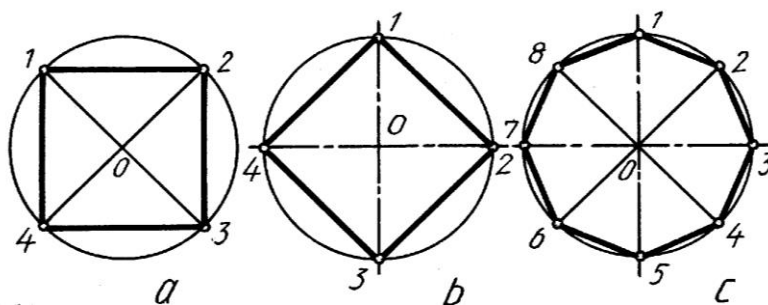
327-rasm

7. Aylanani teng bo'laklarga bo'lish va muntazam ko'pburchaklar yasash. Aylananing markazi O ni kesib o'tadigan AB-aylana diametri, OD-aylananing markazini o'tmaydigan aylananing BC b'ligi esa yoy deyiladi (328-rasm, a). Aylananing diametri  $12$  shu aylananing diametri uni teng ikkiga bo'ladi (328-rasm, b).



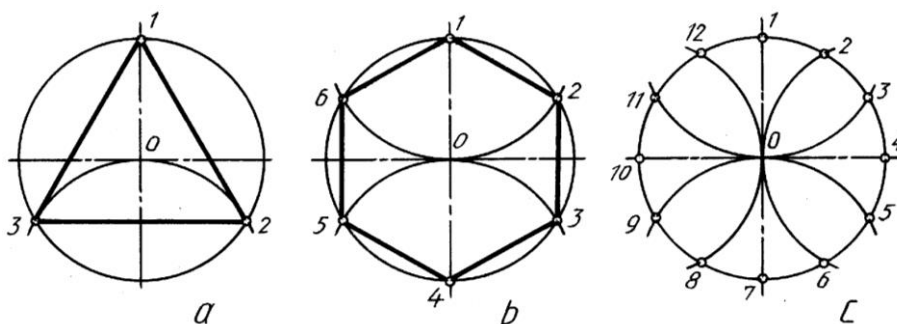
328-rasm

Aylananing o‘zaro ikkita perpendikulyar diametrik uni to‘rtga (329-rasm, a,b), burchaklar  $45^\circ$  li to‘rtta diametri uni sakkizga teng, bo‘ladi (329-rasm, c).



329-rasm

Aylana o‘z radiusiga teng yoy bilan 1 nuqtasi orqali kesilsa, u o‘zaro teng uch qismga bo‘linadi (330-rasm, a). Aylana o‘z radiusiga teng yoy bilan 1 va 4 nuqtalari orqali kesilsa, teng olti qismga ajraladi (330-rasm, b). Aylananing o‘zaro perpendikulyar diametrlari bilan kesishayotgan 1,7,4,10 nuqtalari orqali aylana radiusiga teng yo‘llar orqali kesilsa, o‘zaro teng o‘n ikki qismga bo‘linadi (330-rasm,c). Aylanani o‘zaro teng qismlarga bo‘linganda hosil qilingan nuqtalar ketma-ket tutashtirilib chiqilsa, muntazam ko‘pburchakkar yasaladi.



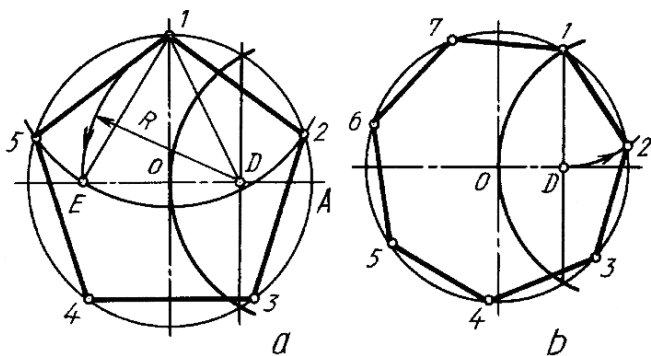
330-rasm

Aylanani besh va yetti bo‘lakka bo‘lish uchun OA radiusi teng ikkiga bo‘lib olinadi. Besh qismga bo‘lishda D nuqtadan D1 radiusda yoy chiziladi. Shunda aylananing teng beshga bo‘luvchi 1E kesma hosil bo‘ladi. 1E kesma 1 nuqtadan

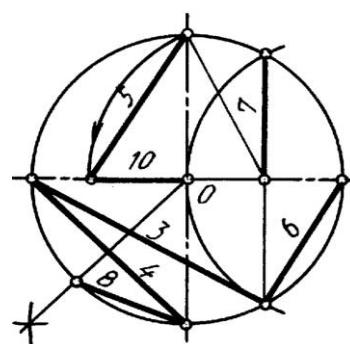
aylana yoyi bo'yicha o'lchab qo'yiladi. Aniqlangan nuqtalar ketma-ket tutashtirib chiqiladi (331-rasm, a).

Yetti taqriban qismga bo'lishda 1D kesmadan foydalaniladi (332-rasm, b).

Berilgan kesmalardan (332-rasm) aylanalarni o'zaro teng qismlarga bo'lishda foydalanish mumkin. Bu yerda 3,4,5,6,7,8,10 sonlar aylananing teng bo'laklarga bo'lishda qo'laniladigan raqamlar hisoblanadi.



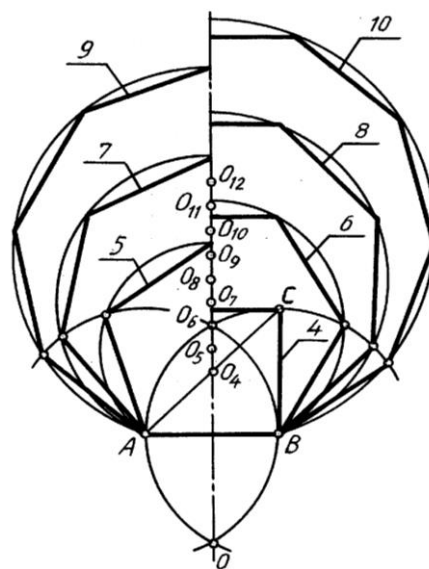
331-rasm



332-rasm

Biror AB kesma berilgan bo'lsa, u orqali turli muntazam ko'pburchaklarni yasash sxemasi (333-rasm) ko'rsatilgan.

A B radius bilan A va B nuqtalardan chizilgan yo'lar O va O nuqtalarda kesishadi va ular tutashtirilsa, barcha ko'pburchaklar yasash uchun chiziladigan aylanalarning simmetriya o'qi o'tkazilgan bo'ladi. Kvadrat yasash uchun B dan perpendikulyar chizilib C nuqta aniqlanadi. AC diagonal simmetriya o'qi bilan kesishib, kvadrat aylanasining markazi  $O_4$  ni hosil qiladi.  $O_4$  va  $O_6$  oraliq teng ikkiga bo'linsa, muntazam beshburchakning (aylananing) markazi  $O_5$  topiladi.  $O_5$  dan A nuqta orqali o'tuvchi aylana chizilsa, AB radiusdli yoy bilan kesishadi. Shu tartibda  $O_6$  dan oltiburchak yasaladigan aylana chiziladi va hokazo. Qolgan aylanalarning markazlarini aniqlash uchun  $O_4$  dan  $O_4$ ,  $O_5$  oraliq o'lchab qo'yiladi. Shunda  $O_5$ ,  $O_6, \dots, O_{12}$  markazlari belgilanadi.



333-rasm

## 11.5. Qiyalik va konusliklar

Tekislik va sirtlarning gorizontaal tekislikka nisbatan yoki bir biriga nisbatan og'ish burchaklari to'g'ri chiziq qiyaligi bilan o'lchanadi. To'g'ri chiziqning qiyaligi deyilganda, uning gorizontaal chiziq nisbatan oqish burchagi tushuniladi.

Qiyalik odatda ikki sonning nisbatini ko'rinishida yoki foizlarda berilishi mumkin. GOSTga ko'ra qiyalik belgisi «<», «>» ko'rinishida bo'lib, u o'lcham soni oldiga qo'yiladi va qiyalik qaysi tomonga bo'lsa, belgining uchi o'sha tomonga qaratib qo'yiladi.

Misol: a) 1 : 4 nisbatdagi qiyalik yasalsin:

Bu qiyalikni yasash uchun i nisbatining surat va maxrajini to'g'ri burchakli uchburchakning katetlari deb olib, uning gipotenuzasini hosil qilamiz, bu gipotenuza so'ralgan qiyalik bo'ladi.

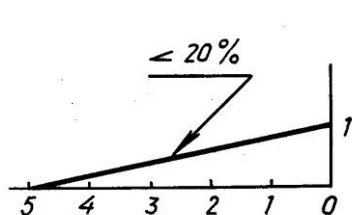
b) 20 foizlik qiyalik yasalsin.

Ma'lumki, 20% bu 100%ning 20 ulushidir, shunga ko'ra  $\frac{20}{100} = \frac{1}{5}$ , ya'ni 1:5 nisbatdagi qiyalikni yasash kerak ekan, buni yasash usuli (334-rasmda ko'rsatilgan).

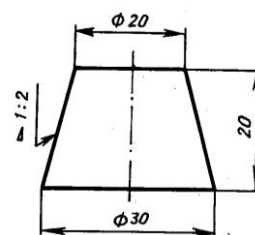
Bu kichiklarni tasvirlash ko'pincha po'lat prokat balkalari bo'lgan shveller, qo'shtavr, rels va shu kabilarning ko'ndalang kesimining chizmalarini bajarishda qo'llaniladi.

Konuslik to'g'ri doiraviy konus asosi diametrning konus balandligiga nisbati konuslik deyiladi:  $K = \frac{D}{l}$  agar kesik konus bo'lsa, u holda formula

$K = \frac{D-d}{l}$  ko'rinishini oladi, bunda D-konusning katta diametri. d-konusning kichik diametri bo'lib, l-konusning balandligidir (335-rasm).



334-rasm



335-rasm



GOST 1307-68 ga ko‘ra chizmalarda konuslikni belgilash uchun o‘lcham soni oldiga «D» belgisi qo‘yiladi.

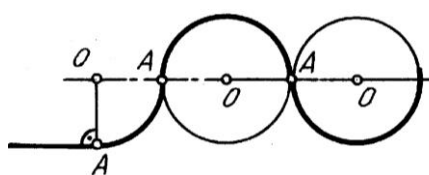
Misol: kesik konusning asosidagi diametrlari  $D=30$  va  $d=20$  va balandligi  $I=20$

bo‘lsin, u holda konuslik  $K = \frac{30-20}{20} = \frac{10}{20} = \frac{1}{2}$  yoki nisbat ko‘rinishda 1:2 bo‘ladi.

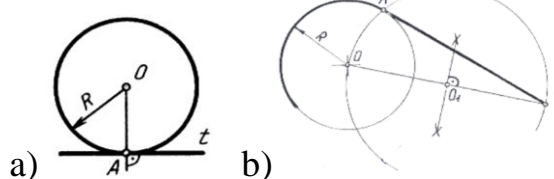
## 11.6. Tutashmalar

Detallarning konturlarini chizishda to‘g‘ri chiziqning aylana bilan yoki ikkita aylananing o‘zaro ravon o‘tishinin tasvirlashga to‘g‘ri keladi. Bunday ravon o‘tish tutashma deyiladi. To‘g‘ri chiziq va aylana yoylarining o‘zaro ravon o‘tadigan joyi A tutashtirish (o‘tish) nuqtasi, tutashtirishni ta‘minlaydigan O markaz tutashtirish markazi deyiladi (336-rasm).

**1. Aylanaga urinma o‘tkazish.** Aylana radiusi kesishayotgan A nuqtadan u radiusga perpendikulyar chiziq o‘tkazilsa, aylanaga urinma chizilgan bo‘ladi. Aylanadan tashqaridagi A nuqtadan aylanaga urinma o‘tkazishda aylana markazi O bilan A nuqta tutashtiriladi va O A masofa teng ikkiga bo‘linadi.  $O_1$  nuqtadan O va T nuqtalar orqali o‘tuvchi aylana yoyi chiziladi va uning aylana bilan kesishgan A nuqtasi O bilan tutashtiriladi. T va A nuqtalar tutashtirilsa, aylanaga T nuqtadan urinma o‘tkazilgan hisoblanadi.



336-rasm



337-rasm

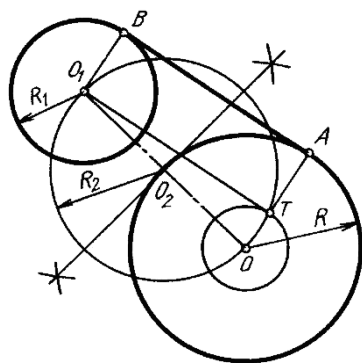
Diametrlari xar hil bo‘lgan ikkita aylanaga urinma o‘tykazish uchun ularning markazlari o‘zaro tutashtiriladi va  $OO_1$  masofa teng ikkiga bo‘linadi.

$O_2$  nuqtadan har ikkala aylana markazlaridan o‘tadigan yordamchi  $R-R_1$  radius bilan O dan yordamchi kichik aylana chizilsa,  $O_2$  dan chizilgan yordamchi aylanani T nuqtada keasadi.  $O_1$  va T nuqtalar tutashtirilsa, yordamchi kichik aylanaga urinadigan chiziq hosil bo‘ladi. O va T nuqtalar tutashturilib davom

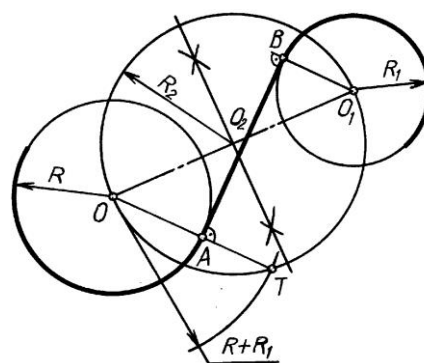
ettirilsa,  $O$  markazli aylanani  $A$  nuqtada kesadi.  $O_1$  va  $OA$  ga parallel chizib,  $O_1$  markazli aylanada  $B$  nuqta topiladi.

$A$  va  $B$  nuqtalar tutashtirilsa, ikkita aylanaga urinma o'tkazilgan bo'ladi (267-rasm).

Diametrlari turlicha bo'lgan ikkita aylanaga  $OO_1$  oralig'ida kesadigan urinma o'tkazishda markazlari tutashtirilib,  $OO_1$  masofa teng ikkiga bo'linadi.  $O_2$  nuqtadan  $O$  va  $O_1$  lar orqali o'tuvchi yordamchi aylana chiziladi.  $O$  nuqtadan  $R+R_1$  radius bilan yordamchi aylana yoyi chizilib,  $T$  nuqta topiladi.  $T$  va  $O$  nuqtalar tutashtiriladi va  $A$  nuqta hosil bo'ladi.  $O_1$  dan  $OT$  ga parallel chizib,  $B$  nuqta aniqlanadi.  $A$  va  $B$  nuqtalar tutashtirilib, aylanalarga urinma o'tkaziladi (338-rasm).



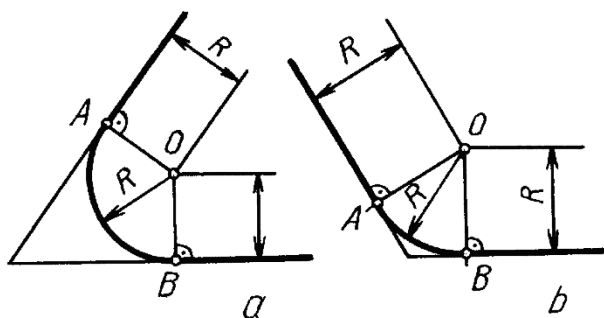
338-rasm



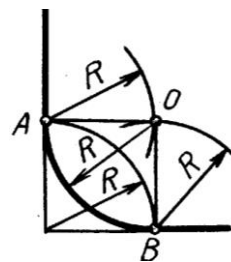
339-rasm

**2. Burchaklarni yumaloqlash.** Ikki to'g'ri chiziq o'zaro kesishib, o'tkir, o'tmas va to'g'ri burchak hosil qiladi. Ularni aylana yoyi bilan yumaloqlash uchun yumaloqlash radiusi  $R$  masofada burchak ichki tomoni yoqlariga parallel to'g'ri chiziqlar o'tkazilib, ular o'zaro kesishtiriladi. Shunda tutashtirish markazi  $O$  hosil bo'ladi.  $O$  dan burchak tomonlariga perpendikulyar o'tkazilib, tutashtirish nuqtalari  $A$  va  $B$  lar topiladi.  $O$  nuqta orqali burchak yumaloqlanadi (339-rasm).

To'g'ri burchakni yumaloqlashda  $T$  nuqtadan yumaloqlash radiusi  $R$  ga teng yoy chizib, o'tish nuqtalari  $A$  va  $B$  larni aniqlab so'ngra  $A$  va  $B$  lardan yana o'sha radius bilan yoylar chizib tutashtirish markazi aniqlanadi (340-rasm).

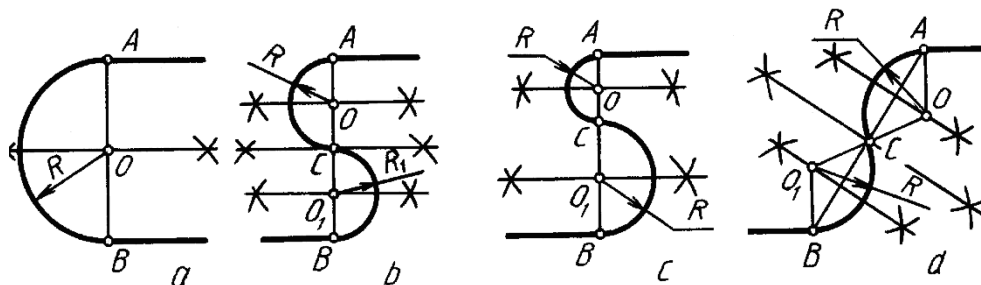


340-rasm



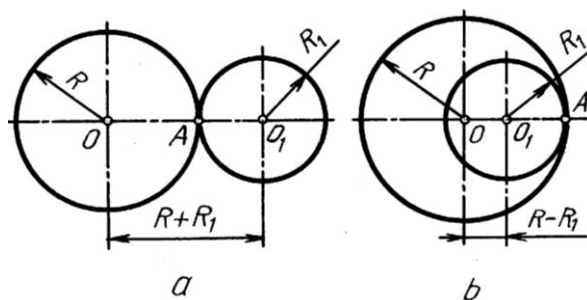
341-rasm

3. **O‘zaro ikkita parallel to‘g‘ri chiziqni yumaloqlash.** Buning uchun ikkala to‘g‘ri chiziqqa perpendikulyar chiziq o‘tkaziladi. A va B oraliq teng ikkiga bo‘linsa, yumaloqlash markazi O hosil bo‘ladi (342-rasm, a). Bu yerda bitta qaytish yumaloqlash radiusiga ega. Agar o‘zaro parallel to‘g‘ri chiziqlarni ikkita radiusda yumaloqlash lozim bo‘lsa, u vaqtda yumaloqlash radiusi o‘zaro teng (342-rasm, b) bo‘lishi mumkin. Parallel to‘g‘ri chiziqdagi o‘tish nuqtalari ularga perpendikulyar chiziqda bo‘lmay, balki, qiya chiziqda (342-rasm, d) bir hil yumaloqlash radiusiga ega bo‘lsa, AB niikkiga bo‘lib C nuqta topiladi. AC va AB lar ham ikkiga bo‘linib, tutashtirish markazlari O va O<sub>1</sub> lar aniqlanadi.



342-rasm

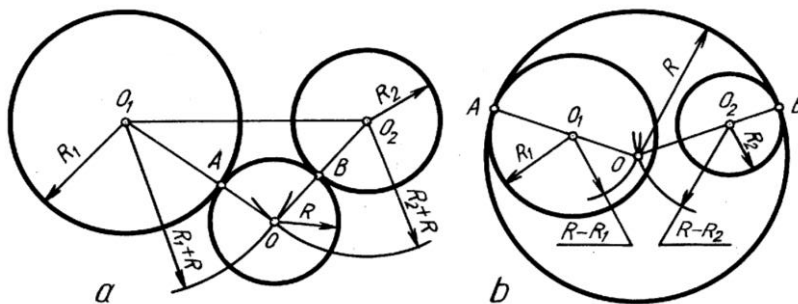
4. **Aylanalarni o‘zaro yo‘ylar bilan tutashtirish.** Ikkita aylananing o‘zaro urinish nuqtasi ularning markazlarini tutashtiruvchi chiziqda yotadi (343-rasm, a, b). Ikkita aylana bir-biri bilan tashqi tomonlari bilan urinsa (343-rasm, a) tashqi tutashma, kichikroq aylana kattaroq aylananing ichida urinsa (343-rasm, b) ichki tutashma deyiladi. Tashqi tutashmada aylana markazlari  $R+R_1$  ga, ichki tutashmada ular oralig‘i  $R-R_1$  ga teng bo‘ladi.



343-rasm

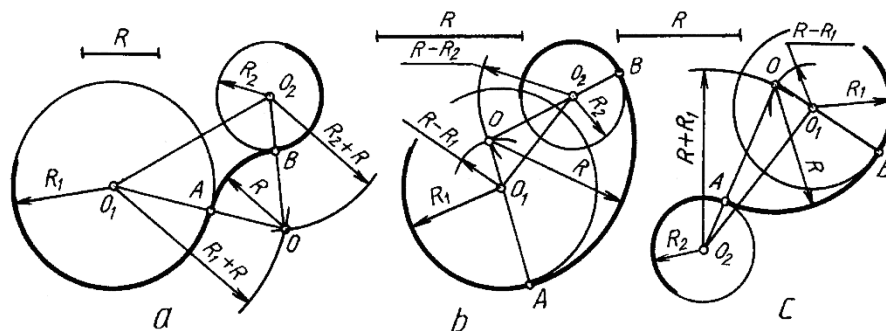
$O_1, O_2$  markazli aylanalarni uchinchi  $O$  markazli aylana tashqi tomoni bilan urinib o'tsa (344-rasm, a) tashqi, ikkala aylanani o'z ichiga olib urinsa (344-rasm, b) ichki tutashmalar hosil bo'ladi. Tashqi tutashmada  $O$  markazni aniqlash uchun  $O_1$  dan  $R+R_1$  radius bilan yoy,  $O_2$  dan  $R+R_2$  radius bilan yoy chizilib, ular o'zaro kesishtiriladi (344-rasm, a). Ichki tutashmada  $O$  markazni aniqlashda  $O_1$  dan  $R-R_1$ ,  $O_2$  dan  $R-R_2$  radius bilan chizilgan yoylar o'zaro kesishtiriladi (344-rasm, b).

Ikkita aylanani berilgan radius  $R$  bilan tashqi tutashtirish. Ikkita  $O_1$  va  $O_2$  markazli aylanalarni berilgan tutashtirish radiusi  $R$  bilan tutashtirish uchun oldin  $R+R_1$  radiusda  $O_1$  dan, keyin  $R+R_2$  radiusda  $O_2$  dan yoylar chizib, ular o'zaro kesishtiriladi. Shunda tutashtirish markazi  $O$  hosil bo'ladi.  $O$  bilan  $O_1$  va  $O_2$  markazlar tutashtirilsa, aylanalarda o'tish nuqtalari  $A$  va  $B$  lar topiladi.  $O$  orqali  $A$  va  $B$  nuqtalar tutashtiriladi (345-rasm, a).



344- rasm

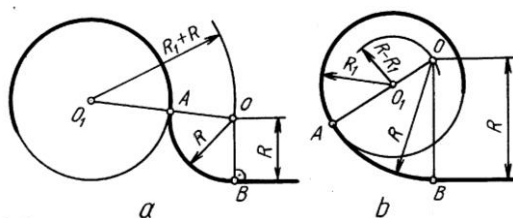
Berilgan aylanalarni ichki tutashtirishda quyidagi shart, yani beriladigan yumaloqlash radiusi  $R > R_1 + R_2 + O_1O_2/2$  dan kam bo'lmasligi lozim. Endi  $O_1$  dan  $R-R_1$  radiusda,  $O_2$  dan  $R-R_2$  radiusda yoylar chizilib, ular o'zaro kesishtirilsa tutashtirish markazi  $O$  aniqlanadi (345-rasm, b). Tashqi tutashmada o'tish nuqtalari  $A$  va  $B$  lar,  $OO_1$  va  $OO_2$  lar orasida, ichki tutashmada  $A$  va  $B$  nuqtalar  $OO_1$  va  $OO_2$  larning davomlarida aniqlanadi (345-rasm, b).



345-rasm

Aylanalarning biriga tashqi, ikkinchisiga ichki aralashma tutashmani berilgan radiusda tutashtirish  $R > R_1 + R_2 + \frac{O_1 O_2}{2}$  dan kam bo'lmasa uni bajarish mumkin.  $O_1$  dan  $R - R_1$ ,  $O_2$   $R + R_2$  radiuslar bilan yo'lar chizilib, ular o'zaro kesishtiriladi.  $OO_1$ ning davomida A,  $OO_2$ lar oralig'ida B o'tish nuqtalari topiladi va O dan R radius bilan tutashma bajariladi (345– rasm, c).

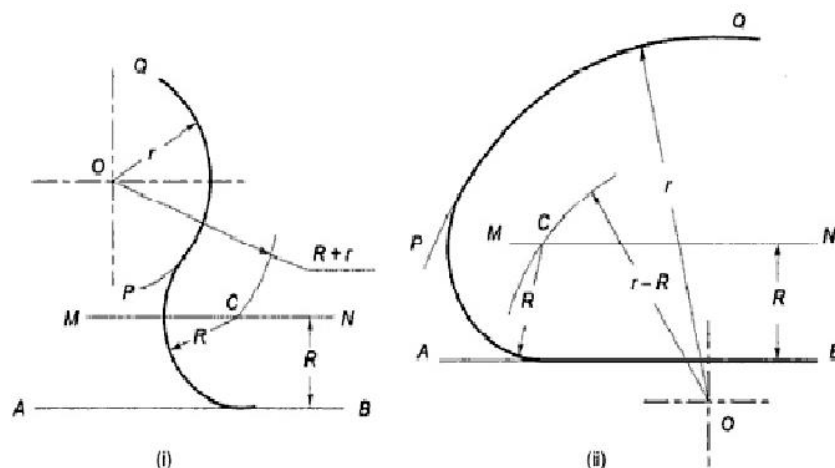
**5. Aylananing to'g'ri chiziq bilan tutashmasi.** Berilgan tutashtirish radiusi R masofada to'g'ri chiziqqa parallel qilib chiziq chiziladi va uni  $O_1$  markazdan  $R + R_1$  (346-rasm, a) yoki  $R - R_1$  (346-rasm, b) radiuslar bilan chizilgan yo'lar bilan kesishtiriladi. Natijada O nuqta aniqlanadi va undan to'g'ri chiziqqa perpendikulyar chizilib, o'tish nuqtasi topiladi. Tashqi tutashmada A o'tishda nuqtasi  $OO_1$  oralig'ida, ichki tutashmada O va  $O_1$  ning davomida aniqlanadi.



346-rasm

Berilgan radiusdagi yoini berilgan to'g'ri chiziq va aylana yoyiga urinma qilib chizish uchun.

*Yechimi* (347-rasm, a,b). AB berilgan chiziq va PQ r radiusli va O markazli aylana yoyi bo'lsin. R chizilishi kerak bo'lgan yoy radiusi.



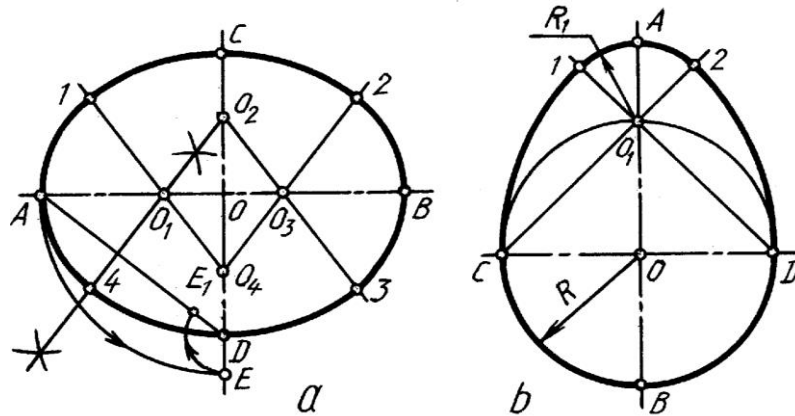
347-rasm

Ikki imkoniyat mavjud.  $R$  masofaga teng qilib  $AB$  ga parallel bo'lgan  $MN$  to'g'ri chiziq chizing. Endi, 1-holatda  $O$  markazdan  $(R+r)$  radiusga teng va 2-holatda  $(r-R)$  radiusda yoy chizing,  $MN$  to'g'ri chiziqni  $C$  nuqtada kessin.  $C$  markazdan  $R$  radiusdagi yoini  $AB$  to'g'ri chiziqqa va  $PQ$  yoyga urinma qilib chizing.

### 11.7. Sirkul egri chiziqlar

Texnikada qisilgan yoki cho'zilgan aylana yoylaridan tuzilgan yopiq qavariq sirtlar ko'p uchraydi. Bunday sirtlar oval deyiladi va ularni chizish usullari turlicha. Oval ko'pincha uning berilgan ikkita o'qi bo'yicha yasaladi. Bu o'qlarning kattasi  $AB$ , kichigi  $CD$  bilan belgilanadi.

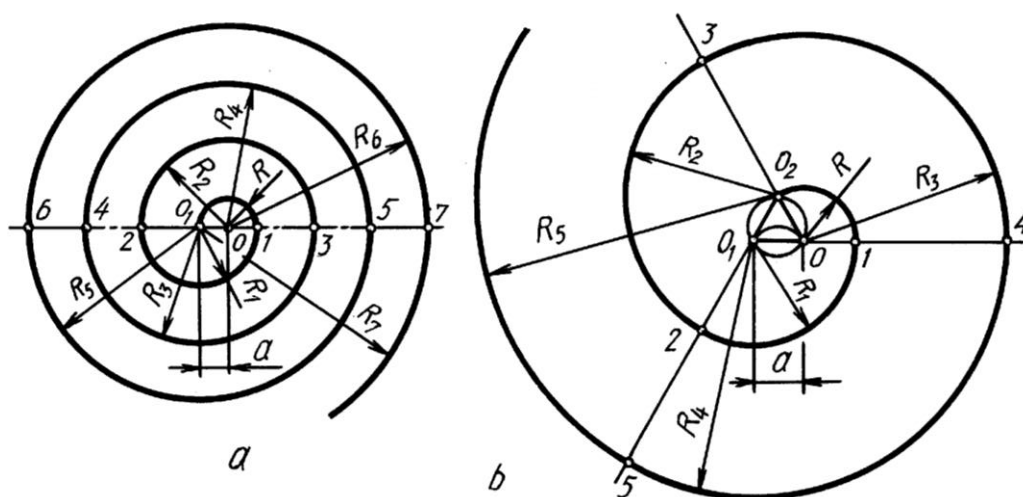
**Oval chizish.** Ovalning katta va kichik o'qlari o'zaro perpendikulyar qilib chizib olinadi.  $A$  nuqta  $OA$  radius bilan kichik o'qqa olib o'tiladi va  $A$  nuqta  $D$  bilan tutashtiriladi.  $D$  nuqtadan  $E$  nuqta  $DE$  radiusda  $AD$  ga olib o'tiladi va hosil bo'lgan  $AE$  kesma teng ikkiga bo'linadi. Shunda  $OA$  da  $O_1$ ,  $OC$  da  $O_2$  nuqtalar aniqlanadi va ular  $OB$  va  $OD$  larga o'tilib,  $O_3$  va  $O_4$  deb belgilanadi.  $O_2$  va  $O_3$  va  $O_4$  hamda  $O_1$  lar o'zaro tutashtiriladi va davom ettiriladi,  $O_1$   $A$  radiusda 14 yoy,  $O_4$   $C$  radiusda 12 yoy,  $O_3$   $B$  radiusda 23 yoy,  $O_2$   $D$  radiusda 34 yoylar ketma-ket chizib chiqiladi (348-rasm, a).



348–rasm

**Ovoid chizish.** Ovalning bir ko‘rinishi ovoid tuxmsimon konturli egri chiziq. Uni CD kichik o‘qi orqali chizish qulay hisoblanadi. CD diametrli aylana chizilib, katta AB o‘qi bilan kesishgan joyi  $O_1$  deb belgilanadi. C va  $O_1$ , D va  $O_1$  lar tutashtirilib davom ettiriladi. D nuqtadan DC radius bilan, CD radius bilan 1 va 2 nuqtagacha yoylar chiziladi.  $O_1$  dan 12 yoy yumaloqlanadi (349–rasm, b).

**O‘ramalar chizish.** Har xil kattalikdagi radiuslar bilan chizilgan aylana yoylaridan iborat ochiq va ravon egri chiziq o‘rama deyiladi (349–rasm, a,b).



349–rasm

O‘ramani ikkita va undan ko‘proq markazlar yordamida chizish mumkin. Ikki markazli o‘ramani chizish uchun markazi O dan R ( $OO_1$ ) radius bilan yarim aylana,  $O_1$  dan  $R_1$  ( $O_1 1,2$ ) radius bilan yarim aylana, yana O dan  $R_2$  ( $O 2,3$ ) radius bilan yarim aylanalar chiziladi (349–rasm, a).

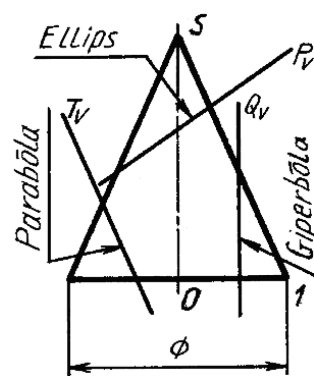
Uch markazli o‘rama O markazdan R ( $O_21$ ) radius bilan chizishdan boshlanadi. Oldin uchburchak yasaladi va uning har bir uchi markaz deb qabul qilinadi. Uchburchak tomonlari davom ettiriladi va har bir chiziladigan yoy shu uchburchak tomonlarigacha chiziladi (349-rasm, b).

### 11.8. Lekalo egri chiziqlari

Egri chiziq nuqtalarini sirkul yordamida tutashtirishning imkoni bo‘lmasa, ularni ravon tutashtirish uchun lekalolardan foydalaniladi. Shuning uchun bunday egri chiziqlar lekalo egri chiziqlari deyiladi. Bunday egri chiziqlar texnikada turli mashina va apparatlarda, lokatorlar, proyektorlar, antennalar, tishli g‘irdiraklarning tish profillarida keng qo‘llaniladi.

Quyida shunday egri chiziqlar, ya‘ni Ipatiya konus kesimlarini chizishni o‘rganishdan boshlanadi.

Ipatiya (370-415yillar) – “novcha” degani, ko‘zga ko‘ringan yirik olim, Aleksandriyada yashagan matematik, astronom, mexanik Teon qizi. Otasi kabi ilm bilan shug‘ullangan. U birinchi bo‘lib konus kesimlari bilan shug‘ullangan. Oyning ko‘rinadigan tomonidagi “Xotirjamlik” dengizi krateri Ipatiya deb nomlangan. Juda ko‘p ilmiy kashfiyotlar ochgan. 415-yili xristian dindorlari uning ayol ekanligini bilib qolishadi va olovda yoqib yuborishadi.



350-rasm

**Konus kesimi chiziqlari.** Doiraviy konusning barcha yasovchilari o‘qiga qiya tekislik  $P_v$  bilan kesilsa ellips, bitta  $S1$  yasovchisiga parallel tekislik  $T_v$  bilan kesilsa parabola, o‘qi  $OS$  ga parallel tekislik bilan kesilsa giperbola hosil bo‘ladi, 350-rasm.

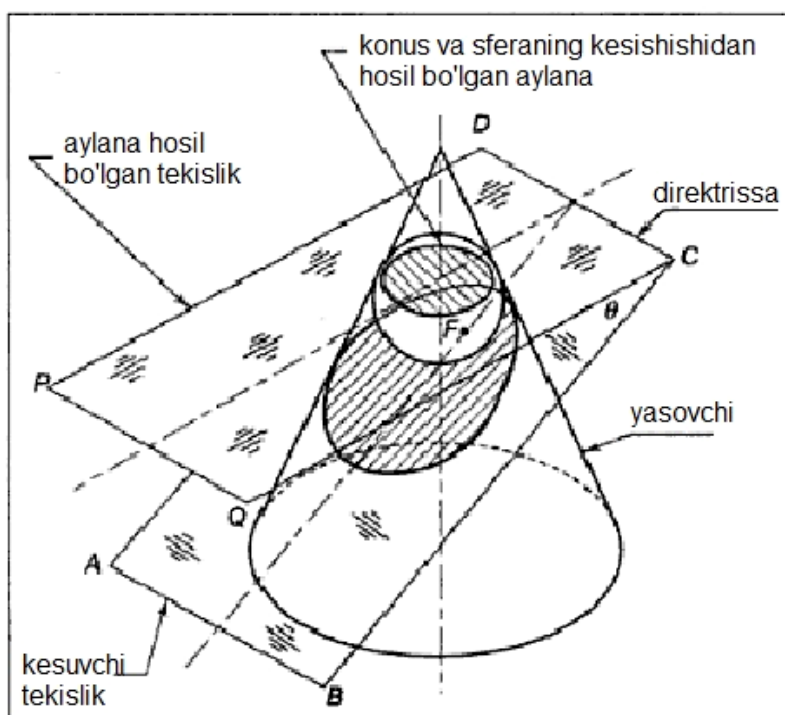
Agar konus urli kesuvchi tekisliklari bilan kesishgan kesim yuzasidan xaqiqiy kattalik konus egri chiziqlari deb nomlangan shakl xosil bo‘ladi. Agar kesuvchi tekislik konus asosiga og‘ish burchagi konus yasovchisi bilan unu\ing asosi orasidagi burchak kichik; teng, katta bo‘lsa, kesim yuzasi: ellips, parabola va



giperbola konus egri chiziqlari deb nomlanadi. 351-rasmda Konusni ABCD tekisligi bilan kesilishi ko'rsatilgan, tekislikning og'ish burchagi konus yasovchisi va asosi orasidagi burchakdan kichik. Kesim yuzasi ellips shakli bo'ladi.

Agar konusni ichida unga mos keladigan o'lchamda sfera joylashib kesuvchi tekislikka F nuqtada urinsa, bu nuqta konus egri chizig'i Konus deb ataladi. Konus va uning ichiga joylashgan sfera kesishib aylana chizig'ini xosil qiladi bu aylanada yotgan tekislik va kesuvchi tekislik o'zaro kesishib CD chizig'ini xosil qiladi, bu chiziq konus kesimi direktrisasi deyiladi.

351-rasmda faqat bitta sfera ko'rsatilgan, yana bitta sfera avval ko'rsatilgan shartlat bilan joylashtirilsa, ellips direktrisa va fokus juftligi xosil bo'ladi. Fokus orqali o'tuvchi va direktrisaga perpendikulyar joylashgan bu chiziq, konus egri chizig'i o'qi deb nomlanadi. Parabola va giperbola uchun faqat bitta fokus va direktrisa mavjud.



351-rasm

Fokus va direktrisa asosida topilgan konus egri chizig'i nuqtaning geometrik joyi bo'lib qo'zg'almas nuqta va qo'zg'almas to'g'ri chiziq masofalarining nisbati tushuniladi. Bu masofalarning nisbati egri chiziq ekstsentrikasi deb ataladi.

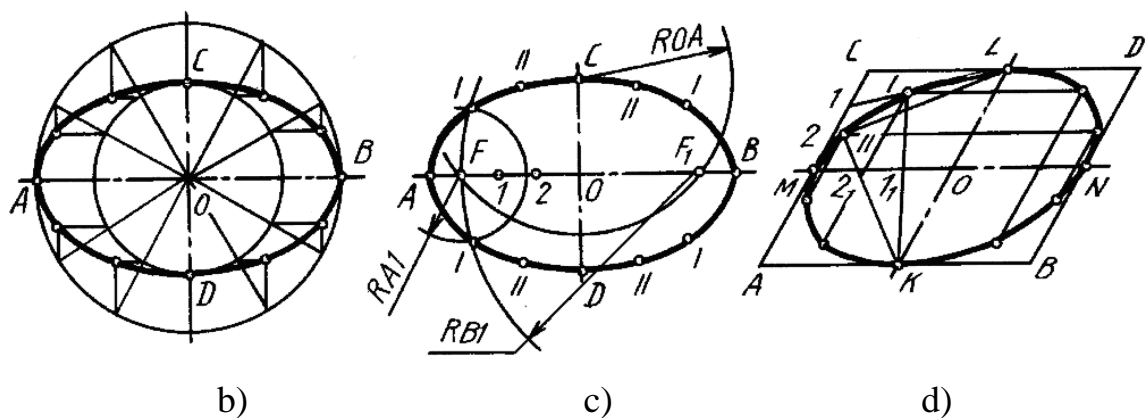
$$\text{Ekstsentrika} = \frac{\text{konusdagi Pnuqtagachabo`lg anmasofa}}{\text{Pnuq tan ingdirektrisaligachabo`lg anmasofaa}}$$

Ekstrentrika ellips uchun birdan kam parabola uchun birga teng va giperbola uchun birdan ko‘p. Ekstrentrika usul quyidagi masofalarga konus egri chiziqlarini Ekstrentrika usuliga chizilishi tushuntirilgan.

### 11.8.1. Ellips

Uni chizish usullari ko‘p bo‘lib, quyida uch xili bilan tanishiladi. Ellipsning katta AB va kichik CD diametrik yordamida aylana chiziladi va ularning har biri o‘zaro teng, masalan, 12 bo‘lakka bo‘lib olinadi hamda shu nuqtalar orqali aylana diametrlari chiziladi, (352-rasm, a). katta aylana nuqtalaridan vertikal, kichik aylana nuqtalaridan gorizantal chiziqlar chizilib, ular o‘zaro kesishtiriladi. Shunda ellips nuqtalari hosil bo‘ladi va ular lekalolar yordamida ketma-ket ravon tutashtiriladi.

Ellipsning katta AB va kichik CD o‘qlari chiziladi va OA radius bilan C yoki D nuqtadan yoy o‘tkaziladi. Shunda AB da ellips fokuslari  $FF_1$  nuqtalari aniqlanadi. FO ( $F_1O$ ) oralig‘ida bir nechta nuqtalar ixtiyoriy tanlab olinadi va A1 radius bilan F va  $F_1$  lardan, B1 radius endi F va  $F_1$  lardan yoylar chizilib ular o‘zaro kesishtiriladi. Shunda ellipsning I nuqtasi aniqlanadi. Shu tartibda II va boshqa nuqtalar topiladi va barcha nuqtalar lekalolar yordamida tutashtiriladi (352-rasm, b).

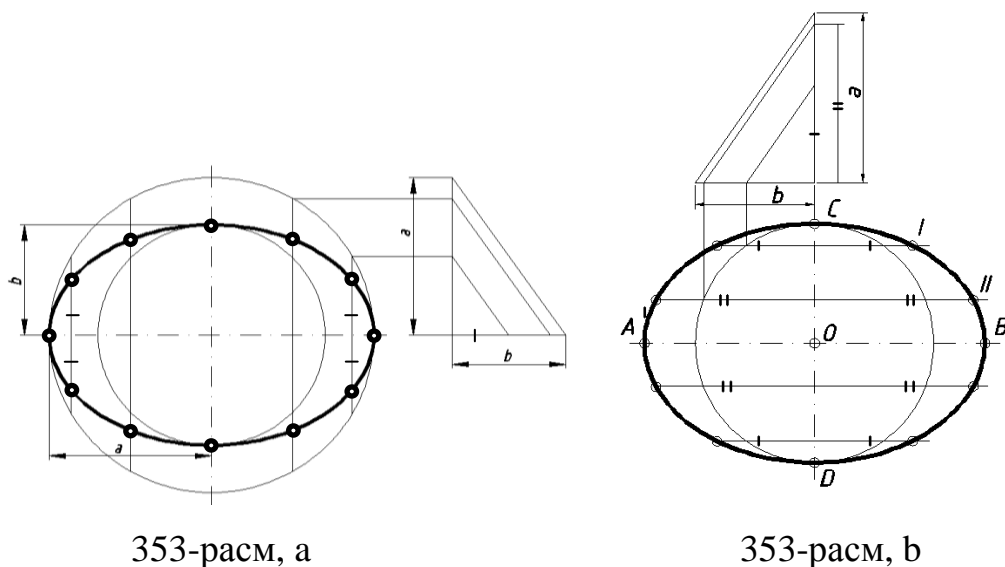


352-rasm

Ellipsni qo‘shma MN va KL diametrlari bo‘yicha yasashda berilganlar uchun ABCD parallelogram chizib olinadi. Om va MC lar bir xil o‘zaro teng

bo'laklarga bo'lib olinadi hamda 1L, 2L chiziqlar K1, K2 chiziqlarning davomi bilan kesishtirildi. Hosil bo'lgan nuqtalar I, II lar choraklarga olib o'tiladi va lekalolar yordamida ravon tutashtiriladi (352-rasm, c).

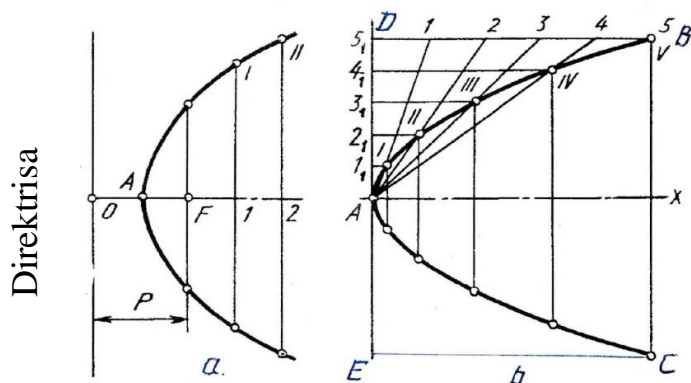
353-rasmda ellips yasashning yangi O'zbekiston xalq ustalari usuli ko'rsatilgan. Uning asosida diametri uning katta o'qiga teng bo'lgan aylanani, kichik o'qiga teng bo'lguncha deformatsiyalab (ezib) yoki diametri uning kichik o'qiga teng bo'lgan aylanani, katta o'qiga teng bo'lguncha deformatsiyalab (cho'zib) qurish olingan. Bunda katta yarim o'q  $a$ , kichik yarim o'q  $b$  ga qisqarib yoki kichik o'q  $b$ , katta  $a$  o'qqa uzayib qoladi. Natijada katta va kichik o'qlarga parallel bo'lgan aylana vatarlari, birinchi holda  $b/a$  nisbatda qisqaradi, 353-rasm. Ikkinchi holda esa,  $a/b$  nisbatda uzayib qoladi, 353- rasm, a,b.



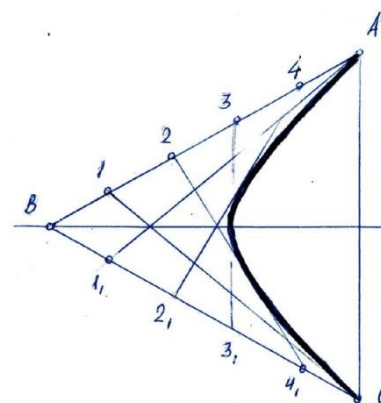
### 11.8.2. Parabola

Uning parametrlari boshi  $O$ , fokusi  $F$  berilgan bo'lsa, parabolaning qaytish nuqtasi  $A$  ni aniqlash uchun  $OF$  masofaga teng ikkiga bo'linadi.  $O$  nuqta orqali paranola direktrissasi o'tkaziladi.  $A$  nuqtadan boshlab ixtiyoriy masofada bir nechta nuqta tanlab olinadi va ulardan  $x$  o'qqa perpendikulyar yordamchi chiziqlar chiziladi.  $O_1, O_2, O_3$  radiuslar bilan  $F$  nuqtadan yo'ylar chiziladi. Shunda yordamchi chiziqlarda I, II, III nuqtalar aniqlanadi va ular lekalolar yordamida ravon tutashtiriladi (354-rasm, a).

Parabolaning o'qi  $x$ , uchi  $A$  va  $B, C$  nuqtalari bo'yicha uni chizish uchun  $BCDE$  yordamchi to'g'ri to'rtburchak yasab olinadi (354-rasm, b).  $AD$  va  $BD$  tomonlari o'zaro bir xil teng bo'laklarga bo'linib, 1,2,3,4 nuqtalar  $A$  bilan, so'ngra 1,2,3,4 nuqtalardan  $x$  o'qqa parallel chizilgan chiziqlar bilan kesishtiriladi. Hosil bo'lgan nuqtalar leklolar yordamida ravon tutashtiriladi.



354-rasm a



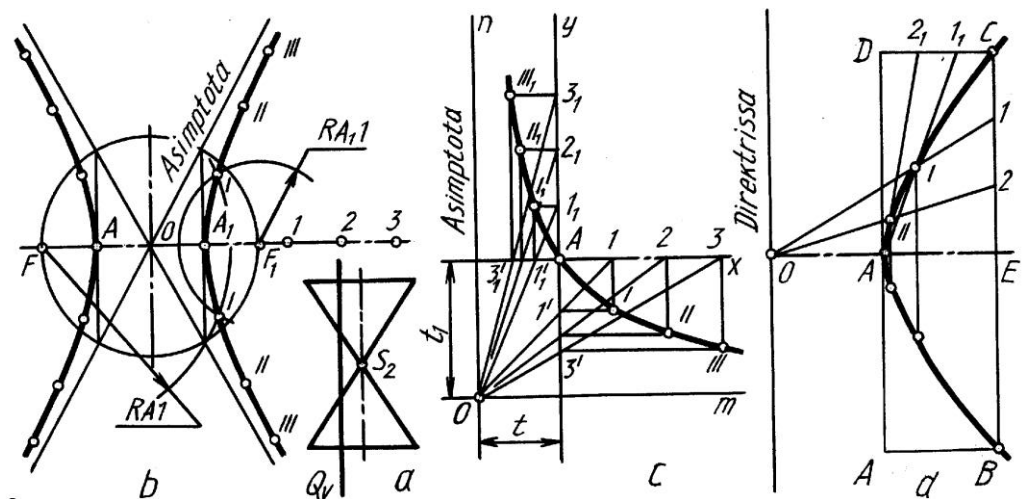
354-rasm b

O'zaro  $B$  nuqtadan kesuvchi to'g'ri chiziqlardan biriga  $A$  nuqtada, ikkinchisiga  $C$  nuqtada urinuvchi parabolani chizishda har ikkala tomon, ya'ni  $AB$  va  $BC$  lar o'zaro teng bo'laklarga bo'lib olinadi. 1 va  $1_1$ , 2 va  $2_1$ , 3 va  $3_1$ , 4 va  $4_1$  lar o'zaro tutashtiriladi va bu chiziqdagi urinma qilib parabola lekalolar yordamida ravon chiziladi (354-rasm, b).

### 11.8.3. Giperbola

Ikkita doiraviy konus uchlari biita o'qda umumiy nuqtaga ega bo'lsa,  $Q$  tekislik konuslarni o'qiga parallel holda ikkita kovagini kesadi va hosil bo'lgan egri chiziqlar giperbola deyiladi (355-rasm, a,b).

Giperbola fokuslari  $F, F_1$  uchlari  $A, A_1$  orqali berilgan bo'lsa, uni chizish uchun  $OF(OF_1)$  radius bilan aylana chiziladi.  $A, A_1$  dan vertical chiziqlar chizib, aylana bilan kesishgan nuqtalari  $O$  bilan tutashtirilsa giperbola asimptotalari chiziladi.  $F_1$  dan ixtiyoriy masofadagi 1,2,3 nuqtalar tanlab olinadi va  $A_1$  hamda  $A_11$  radiusda  $F, F_1$  nuqtalaridan o'zaro kesishadigan qilib yoylar chiziladi. Shunda giperbolaning to'rtta nuqtasi topiladi. Shu tartibda  $A_2, A_12$  radiuslar bilan chizilgan yoylarning yordamida yana to'rtta nuqta aniqlanadi va hokazo.



355-rasm

Giperbolaning har ikkala tarmoq chizig‘i assimptotalarga nisbatan bir xil masofada hosil bo‘lib, ular bilan kesishmaydi. Giperbolaning assiptotalari o‘zaro to‘g‘ri burchak hosil qilib joylashsa, teng tomonli yoki teng yonli giperbola deyiladi.

Giperbolaning bitta tarmog‘i A nuqtasi  $t, t_1$  orqal berilgan bo‘lsa, uni chizish uchun o‘zaro perpendikulyar  $m$  va  $n$  assimptotalari  $t$  va  $t_1$  masofada chizib olinadi. A nuqta orqali  $m, n$  chiziqlarga parallel qilib  $x$  va  $y$  o‘qlari o‘tkaziladi va ularga oralig‘i mos ravishda teng  $1, 2, 3, \dots, 1_1, 2_1, 3_1$  nuqtalar belgilanib olinadi. Bu nuqtalar O bilan tutashtirilsa,  $x$  va  $y$  o‘qlarida  $1', 2', 3', \dots, 1'_1, 2'_1, 3'_1, \dots$  nuqtalar hosil bo‘ladi. 1 va  $1'$ , 2 va  $2'$ , 3 va  $3'$  hamda  $1_1$  va  $1'_1$ ,  $2_1$  va  $2'_1$ ,  $3_1$  va  $3'_1$  nuqtalardan o‘zaro to‘g‘ri burchakda kesishadigan qilib chiziqlar o‘tkazilsa, giperbolaning I, II, III va  $I_1, II_1, III_1$  nuqtalari topiladi va ular ravon qilib lekalolar yordamida chiziladi (284-rasm, c).

Giperbolaning uchi A va C nuqtasi berilgan bo‘lsa, uni chizish uchun ABCD to‘g‘ri to‘rtburchak chizib olinadi va EC hamda CD tomonlari bir xil teng bo‘laklarga bo‘lib olinadi. AB ga teng AO masofa o‘lchab qo‘yiladi. So‘ngra 1, 2 nuqtalar O bilan tutashtirilib, 1 A, 2 A chiziqlar kesishtiriladi. Shunda giperbola nuqtalari I, II lar topiladi. Giperbolaning AB qismi AC dan mos holda olib o‘tiladi (355-rasm, d).

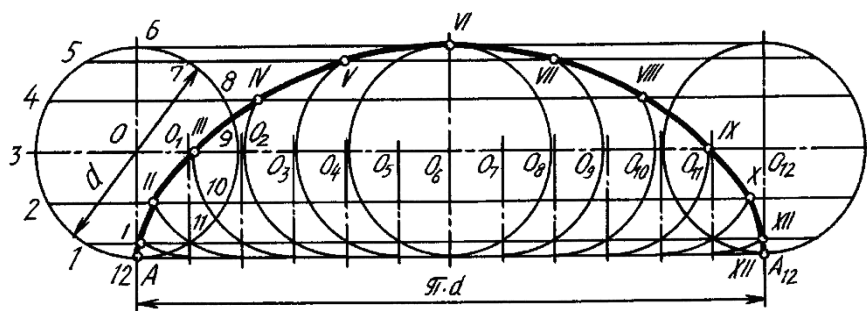
## 11.9. Siklik egri chiziqlar

Sikl - (yunoncha seklos – doira) - davriy qaytariladigan hodisalar tizimidagi jarayonlar majmui; bunda ma'lum ketma-ketlikda o'zgaradigan ob'yekt yana dastlabki holatiga qaytadi.

Davriy takrorlanuvchi egri chiqizlar **siklik egri chiqizlar** deyiladi.

### 11.9.1. Sikloida

Aylana qo'zg'almas to'g'ri chiziq bo'yicha surilmasadan yumalasa, u holda bu aylananing biror, masalan, to'g'ri chiziqdagi urinish nuqtasi tekis, ochiq va ravon egri chiziq – sikloida hosil qiladi. Bu yerda to'g'ri chiziqni yo'naltiruvchi, aylanani esa yasovchi deyiladi (356-rasm). Uni chizish uchun  $d$  diametrli aylana chizib olinadi va uni o'zaro teng 12 qismga ajratiladi. A nuqtasidan aylanaga urinma gorizontaal chiziq chiziladi va unga aylana uzunligi  $\pi \cdot d$  aniqlanib, A nuqtadan boshlab o'lchab qo'yiladi.  $AA_{12}$  oraliq teng 12 qismga bo'linib, har bir nuqtasidan vertical chiziqlar chiziladi. O dan o'tkazilgan shtrix punktir chiziqda  $O_1, O_2, O_3 \dots O_{12}$  nuqtalar aniqlanadi. Ushbu O, O, O, ... nuqtalardan (aylanalar markazlaridan)  $d$  diametrli aylanaga teng yordamchi aylanalar chiziladi. Aylana nuqtalarining harakat yo'nalishlari hosil bo'lib, ular yordamchi aylana yoylari bilan mos ravishda kesishgan nuqtalari I, II, ... XII deb belgilanadi. Sikloida nuqtalari lekallor yordamida ravon tutashtiriladi (356-rasm).

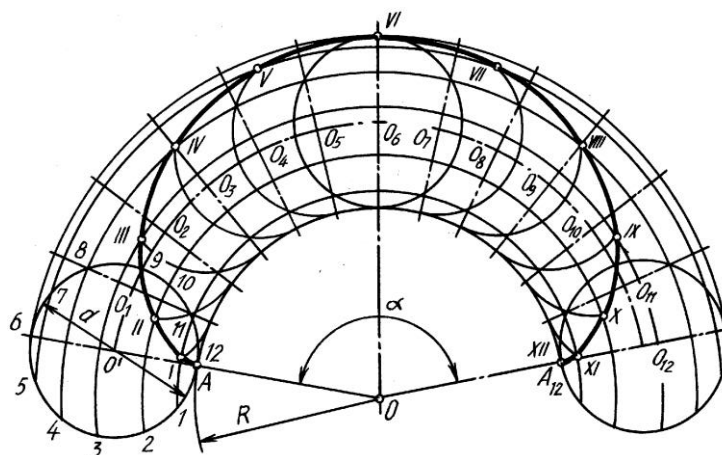


356-rasm

### 11.9.2. Episikloida

Agar biror aylana qo'zg'almas ikkinchi aylananing ustida surilmasdan yumalab siljisa, u holda bu harakatlanuvchi aylananing biror, ochiq va ravon egri chiziq-episikloida hosil qiladi. Bu yerda harakatlanuvchi aylanani yasovchi, qo'zg'almas aylanani esa yo'naltiruvchi deyiladi.

Episikloidani chizish uchun  $R$  radiusli aylana yoyini chizib, uning markaziy burchagi ( $\alpha = d(2R - 360^\circ)$ ) aniqlanadi (357-rasm).  $d$  diametrli aylana  $A$  nuqtadan urinadigan qilib chiziladi va u bilan  $R$  radiusli aylana yoyining  $AA_{12}$  oralig'i teng 12 qismga bo'linib chiqiladi.  $D$  diametrli aylana nuqtalarining harakat yo'nalishlari markaziy chizig'ini  $O$  markaz orqali chizib olinadi va unda  $O_1, \dots, O_{12}$  markazlar belgilanadi.  $O_1, O_2, \dots, O_{12}$  nuqtalardan  $d$  diametrli aylanaga teng yordamchi aylana yoylari chizilib,  $O'$  markazdan chizilgan aylana nuqtalarining harakat yo'nalishlari bilan mos ravishda kesishib hosil bo'lgan nuqtalar  $I, II, \dots, XII$  deb belgilanadi.



357-rasm

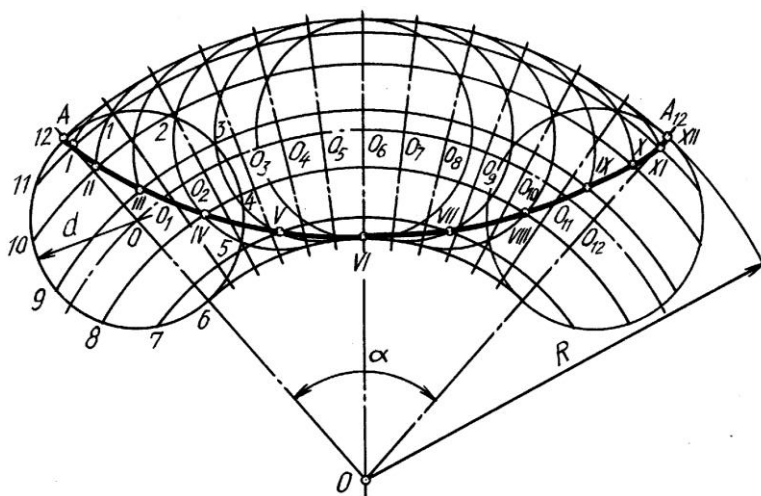
### 11.9.3. Giposikloida

Agar yqsovchi aylana yo'naltiruvchi aylananing ichki tomoni bo'yicha srpanmasdan yumalab siljisa, bu holda yasovchi aylananing biror, masalan, yo'naltiruvchi aylanadagi urinish nuqtasi tekis, ochiq va ravon egri chiziq-giposikloida chizadi.

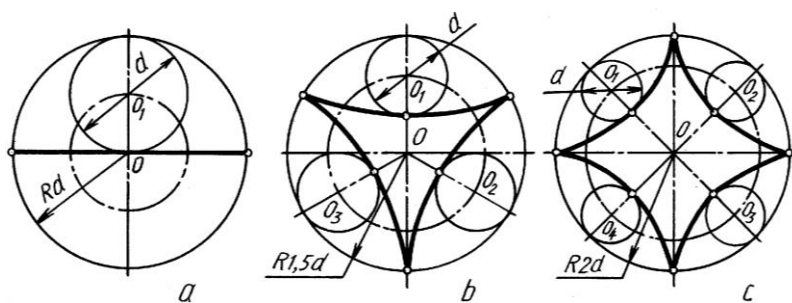
Giposikloida yasash uchun episikloidani chizishda tatbiq qilingan usuldan foydalaniladi. Buning uchun  $R$  radiusli aylana yoyi va uning markaziy burchagi ( $\alpha = d(2R \times 360^\circ)$ ) aniqlanadi.  $D$  diametrli aylana  $A$  nuqtadan  $R$  radiusli aylana yoyiga uning ichki tomoniga urinadigan qilib chiziladi va u hamda katta aylananing  $AA_{12}$  bo'lagi o'zaro teng 12 qismga bo'lib olinadi (358-rasm). Qolgan yasashlar rasmdan yaqqol ko'rinib turibdi.

Agar giposikloidani chizishda harakatlanuvchi aylananing  $d$  diametri qo'zg'almas aylana radiusi  $R$  ga teng ( $d=R$ ) bo'lsa, giposikloida to'g'ri chiziq

(359–rasm, a),  $R=1, \frac{1}{2} d$  bo‘lsa giposikloida uchta (359–rasm, b),  $R=2 d$  bo‘lsa giposikloida to‘rtta shox ( – rasm,c) hosil bo‘ladi va u to‘rt shoxli astroid ham deyiladi.



358 -rasm



359-rasm

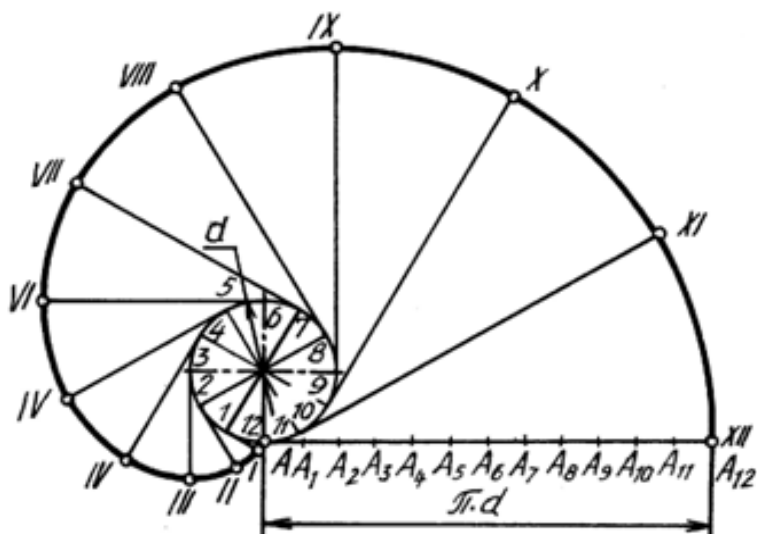
#### 11.9.4. Evolventa

Agar to‘g‘ri chiziq qo‘zg‘almas aylana bo‘yicha surilmasdan yumalasa, u holda bu to‘g‘ri chiziqning har bir nuqtasi shaklan o‘ramaga o‘xshash ochiq va ravon aylana evolventasi (yoyilmasi) deb ataluvchi egri chiziq chiziladi (360-rasm).

Evolventani chizish uchun  $d$  diametrli aylana chizilib, u teng 12 qismga bo‘lib olinadi va markazi  $O$  bilan tutashtirilib chiqiladi. Shunda oltita aylana diametri hosil bo‘ladi. Aylana diametrlarining har ikkala uchlaridan diametrlariga perpendikulyar yordamchi chiziqlar chiziladi. Aylananing  $A$  nuqtasidan uning uzunligi ( $\pi \cdot d$ ) aniqlanib chiziladi va u  $AA_{12}$  teng 12 qismga bo‘lib olinadi. Aylana diametrlariga chizilgan yordamchi chiziq'larga 1 nuqtadan bir  $AA_1$  bo‘lak, 2



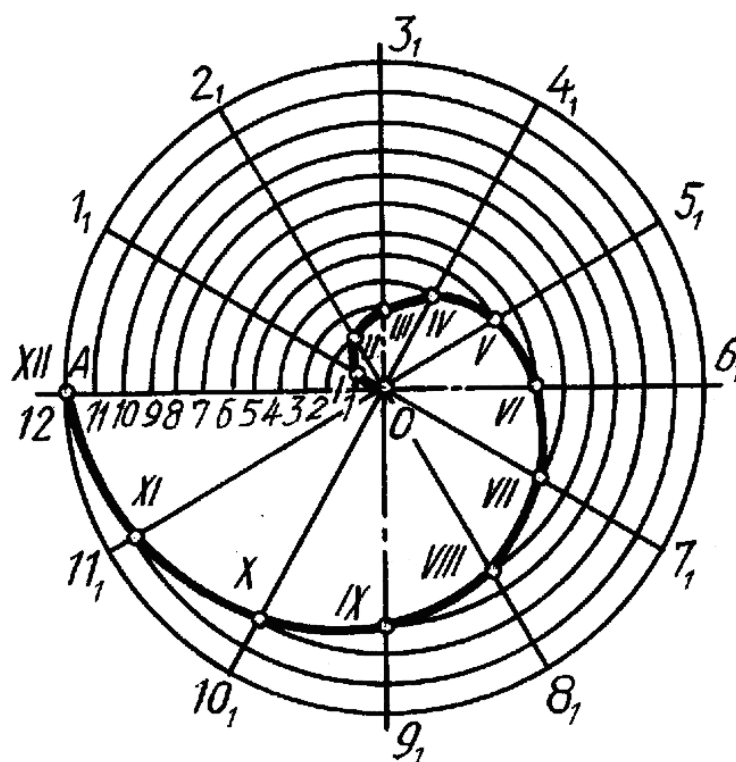
nuqtadan ikki  $AA_1$  bo‘lak,... o‘lchab qo‘yish orqali evolventa nuqtalari I,II,...XII lar aniqlanadi va ular lekalolar yordamida ravon tutashtiriladi.



360-rasm

### 11.9.5. Arximed spirali

Nuqta biror markaz atrofida teks aylanma harakat qiluvchi to‘g‘ri chiziq bo‘yicha bir vaqtda teks ilgarilama harakat qilsa, bu nuqta tekis, ochiq ravon egri chiziq chizadi. Bu egri chiziq Arximed spirali deb ataladi. Agar to‘g‘ri chiziqning bir mata aylanishi vaqtida nuqtaning to‘g‘ri chiziq bo‘yicha bosgan yo‘lini Arximed spiralning qadami deyiladi (361-rasm).



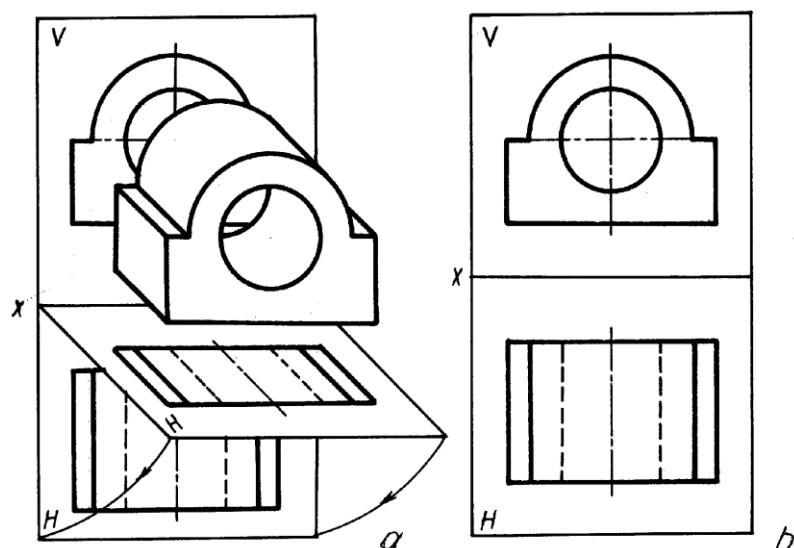
361-rasm

Uni chizish uchun uning berilgan qadami OA ni radius qilib aylana chiziladi va qadami OA hamda aylana bir xil teng 12 qismga bo'lib chiziladi. Aylanadagi  $1, 2, \dots$  nuqtalar markazi O bilan tutashtiriladi. OA dagi 1 nuqta sirkul yordamida  $O_1$ ga, 2 nuqta  $O_2$  ga, ... kabi olib o'tiladi. Shunda I, II, ... XII nuqtalar hosil bo'ladi va ular lekalolar yordamida ravon tutashtiriladi.

## XII BOB. PROYEKSION CHIZMACHILIK

### 12.1. Buyumni proyeksiyalar tekisliklariga proyeksiyalash

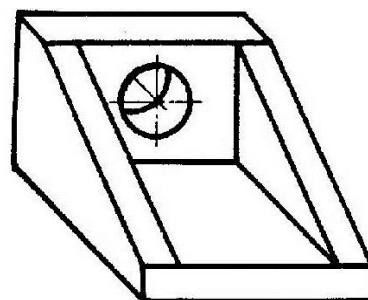
Ba'zi detallar o'zining konstruksiyasi soda bo'lishiga qaramay ikkita proeksiyada tasvirlanishi talab qilinadi. Masalan, model (detal) gorizontal proyeksiyalar takisligi H ga konturi to'g'ri to'rtburchak, V ga o'zining frontal konturi bo'yicha proyeksiyalanadi. Modelni olib qo'yib, H tekisligini pastga x o'qning ostiga V tekislik bilan bitta tekislik hosil qilinsa, epyur, ya'ni tekis rasm hosil bo'ladi (362-rasm, a,b). Proyeksiyalarni bog'lovchi yordamchi chiziqlar va tekisliklarni chegaralovchi chiziqlar ham standartga muvofiq tasvirlanmasliklari mumkin.



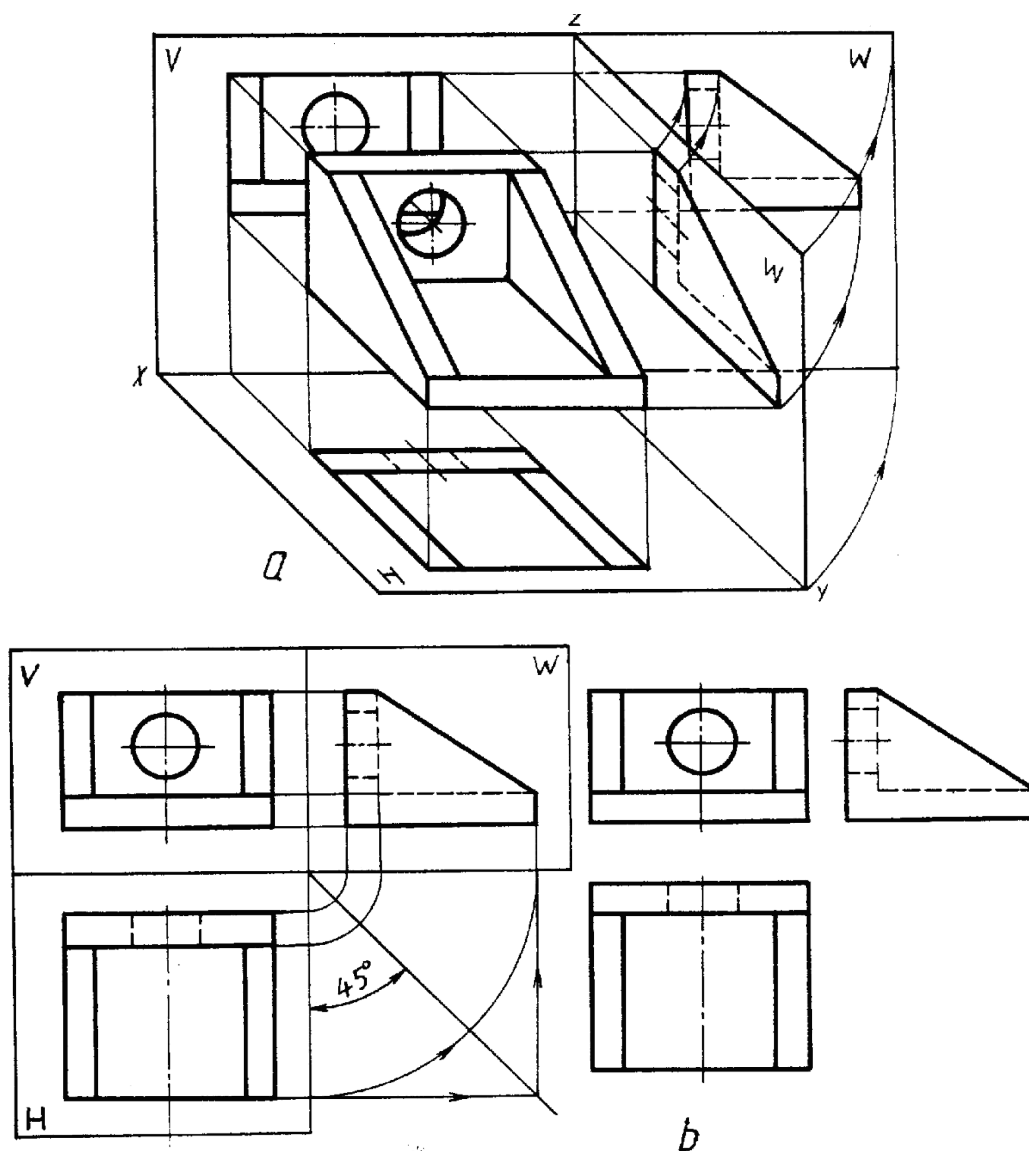
362- rasm

Taxnikada shunday detallar mavjudki, ularni uchta va undan ortiq proyeksiyalarda tasvirlashga to‘g‘ri keladi. Masalan, 363-rasmda tasvirlangan detal olinsa, uning tuzilishi ancha murakkab, orqa devorini silindr teshib o‘tgan bo‘lib, ikki tomonida og‘ma devorlari mavjud.

Bu devorlarning shakli faqat yonidan aniq ko‘rinadi. Shuning uchun ham uni uchinchi tekislikka proyeksiyalashga to‘g‘ri keladi. Bundan tashqari detalning umumiy shaklini, uning ostki va yon yoqlarining shakllarini profil proyeksiyada tasvirlashga to‘g‘ri keladi. Detalni uchta proyeksiyalar tekisliklari H,V va W ga proyeksiyalash jarayoni 363-rasm,a da to‘liq ko‘rsatilgan. Endi, H ni pastga, W ni o‘nga aylantirib tekis rasm hosil qilingandan keyin uchala tekislik bitta tekislikka keltiriladi. Bu yerda detalning uchta proyeksiyasi 364-rasm, b dagidek ko‘rinishga o‘tgandagina u haqiqiy kompleks rasmga aylanadi.



363-rasm



364-rasm

## 12.2. Ko‘rinishlar (O‘zDSt 2.305:2003)

Chizmachilikda detalning shaklini to‘liq ko‘rsatish maqsadida turli ko‘rinishlaridan foydalaniladi. Ko‘rinish deganda detalning kuzatuvchiga nisbatan ko‘rinib turgan tomonining proyeksiyalar tekisligidagi tasviri tushuniladi. Ular asosiy, qo‘shimcha va mahaliy ko‘rinishlarga bo‘linadi.

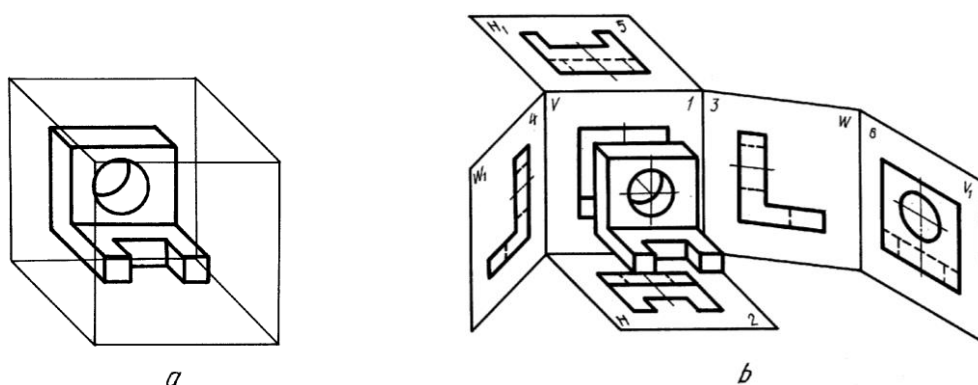
### 12.2.1. Asosiy ko‘rinishlar

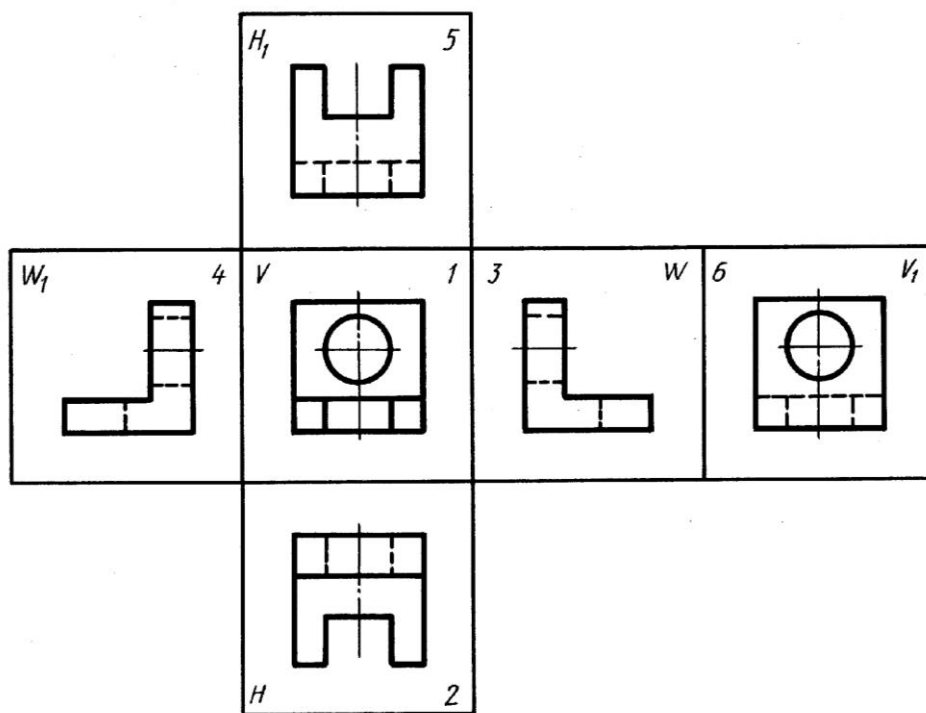
Kubning ichiga joylashgan modelning kub tomonlaridagi oltita tasviri asosiy ko‘rinishlar deyiladi. Modelning tasviri kub tomonlariga 365–rasm, a da ko‘rsatilgan yo‘nalishlar bo‘yicha proyeksiyalanadi. Kub tomonlarida modelning oldidan, ustidan, chap yondan, o‘ng yondan, pastdan (ostdan) va orqadan

ko‘rinishlari tasvirlanadi (365–rasm,b). So‘ngra kub tomonlarining yoyilmasi tekislikka 365–rasm, c dagidek tartibda joylashtiriladi. Kub yoqlarini chegaralovchi chiziqlar o‘chirilib tashlanadi va tasvirlar 365–rasm, d dagi kabi ko‘rinishga ega bo‘ladi. Bu asosiy ko‘rinishlardan frontal V tekislikdagi ko‘rinishi bosh ko‘rinish deb ataladi. Shuning uchun ham detalni bu tekislikka nisbatan shunday joylashtirish kerakki, undagi ko‘rinish bo‘yicha detalning shakli va o‘lchamlari to‘g‘risidagi ko‘proq va aniqroq tasavvur qilishga imkon yaratilsin.

Detalni rasmsi chizilayotganda ko‘rinishlar soni kam bo‘lishiga, lekin unda detal to‘g‘risida to‘la ma‘lumot beradigan bo‘lishiga harakat qilinadi. Bunda standartlarda belgilangan shartli belgilar, soddalashtirishlar va yozuvlardan to‘la foydalanish talab etiladi.

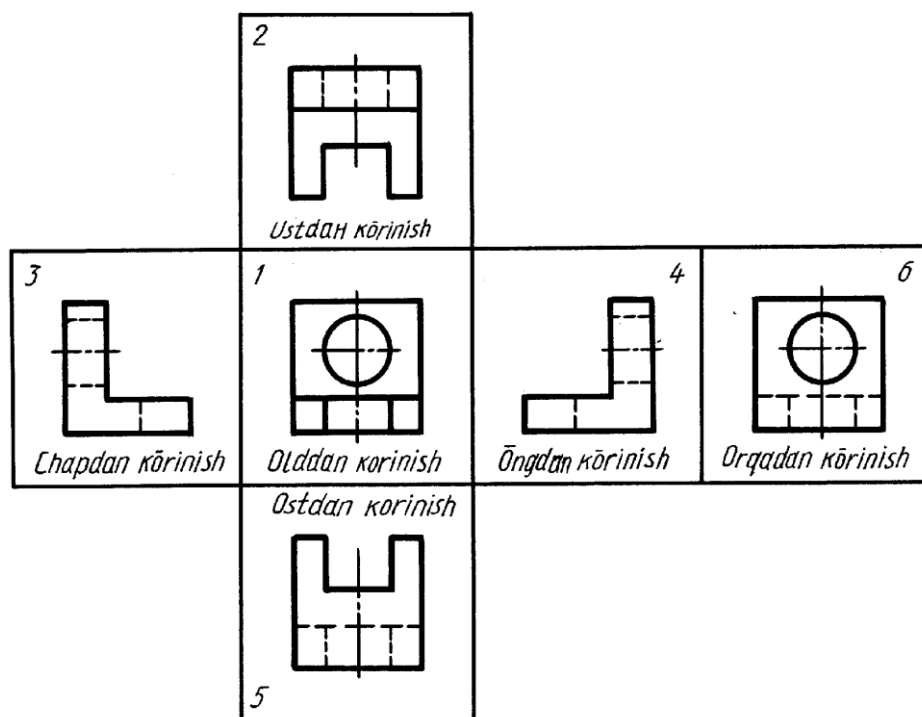
Ba‘zi xorijiy mamlakatlarda talabga ko‘ra ko‘rinishlar 366–rasmdagidek joylashtiriladi. Bu yerda proyeksiyalar tekisligi shaffof, ya‘ni nurni o‘tkazadi deb faraz qilinadi. Shunga binoan proyeksiyalar tekisligi kuzatuvchi bilan proyeksiyalanuvchi buyum orasida joylashadi. Demak, kub ichida joylashgan buyum nuqtalari orqali proyeksiyalar tekisligini kesib o‘tib, kuzatuvchi tomon yo‘nalgan bo‘ladi. Shuningdek, chapdan o‘ngdan ko‘rinishlar ham bir-biri bilan o‘z joylarini almashtirgan bo‘ladi. Faqat bosh va ortdan ko‘rinishlar o‘z o‘rinlarini saqlab qoladi. Bunday tasvirlash “E” tizimga mos hisoblanadi.





С

365- rasm



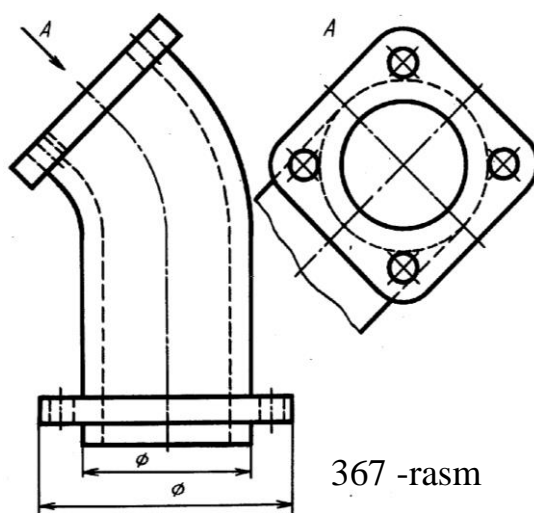
366- rasm

### 12.2.2. Qo'shmcha va mahalliy ko'rinishlar

Agar buyum (detal) sirtining biror qismini oltita asosiy ko'rinishining hech qaysisida to'g'ri tasvirlashning iloji bo'lmasa, detalning o'sha ko'rinishi asosiy ko'rinishlarga parallel bo'lmagan yangi qo'shmcha tekislikda bajariladi va bu

qo‘shimcha ko‘rinish deyiladi (367-rasm). Qo‘shimcha ko‘rinish rasmda ma‘lum yozuv bilan belgilanadi. Bunday tasvir rasmning bo‘sh joyiga chiziladi.

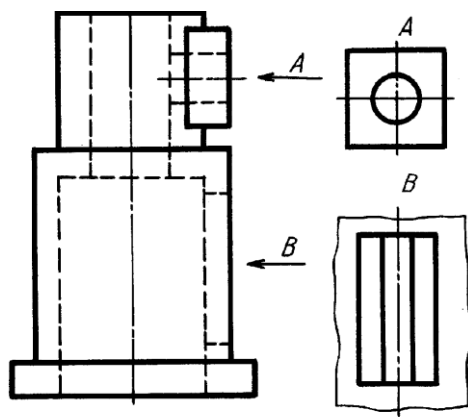
Agar detal sirtidagi tor (kichik) qismigina chegaralanib olinsa, bunday tasvir mahalliy ko‘rinish deyiladi (368–rasmdagi A va B ko‘rinishlar). Mahalliy ko‘rinish mumkin qadar kichik chegaralanishi kerak. Agar detalning qismi faqat konturi bo‘yicha ko‘rsatilib, uning orasida joylashgan detal sirti bo‘lagi tasvirlanmasa, bu tasvir ham mahalliy ko‘rinish hisoblanadi (368-rasmdagi A ko‘rinish).



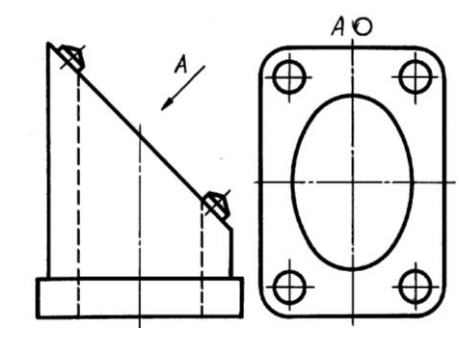
Qo‘shimcha va mahalliy ko‘rinishlar qulay holatga burib tasvirlanishi mumkin. Lekin detalning bosh ko‘rinishidagi qabul qilingan vaziyat o‘zgarmasligi lozim. Bunday hollarda ko‘rinishga buringanlikni ko‘rsatuvchi belgi qo‘yiladi (298-rasm).

Agar chizmada asosiy ko‘rinishlar bosh ko‘rinishga nisbatan, ya‘ni mos joylashtirilmagan bo‘lsa, ular chizmada zarur yozuv va yo‘nalishlar bilan ta‘minlanishi lozim (368, 369-rasm).

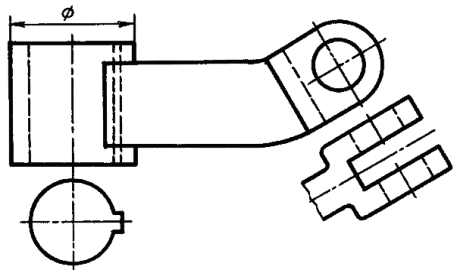
Chizmalarda ko‘rinishlarni mumkin qadar kam bo‘lishishiga erishish uchun turli shartli belgilardan foydalaniladi. Masalan, ventilning shpindeli bitta asosiy bosh ko‘rinishda chizilib, undagi silindrlarni diametr belgisi “ $\emptyset$ ”, kvadrat prizma “ $\square$ ”, rezkali qismi “M”, shar “Sfera” so‘zi bilan belgilansa, rasmni bemaolol o‘qish mumkin (370-rasm).



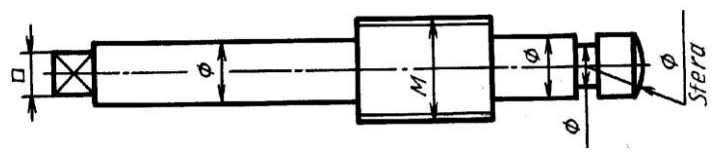
368- rasm



369 –rasm



370- rasm



371-rasm

### 12.2.3. Bosh ko‘rinish

Chizmalarda detalni tasvirlash uchun eng avval uning bosh ko‘rinishi tanlanadi. Bosh ko‘rinish detal to‘g‘risida eng ko‘p ma‘lumot berishi bilan bir qatorda uning shaklan qiyofasini imkon boricha ochib berishi lozim. Detalni iloji boricha bitta bosh ko‘rinishda tasvirlashga harakat qilinadi (371- rasmdgi kabi).

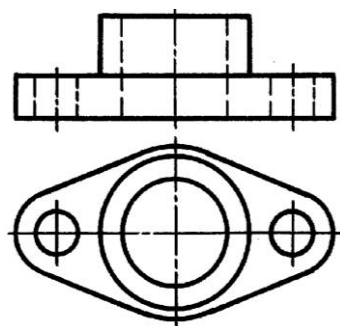
Agar detal bitta ko‘rinishda o‘qilishi qiyin bo‘lsa, unga qo‘shimcha qilib ustdan (372- rasm) yoki chapdan (373-rasm) ko‘rinishi yohud qo‘shimcha yoki mahalliy ko‘rinish kiritiladi (368, 370-rasm). Shunda ham detalning qismlarini aniqlash qiyin bo‘lsa, bosh ko‘rinishga nisbatan unga bog‘langan holda ustdan va chapdan ko‘rinishlari qo‘shib tasvirlanadi.

Detailning o‘rta qismidagi prizmatik sirtning to‘rtala burchagi yumaloqlangan, silindrik teshiklar faqat ustdan ko‘rinishda aniqlanadi (374-rasm).

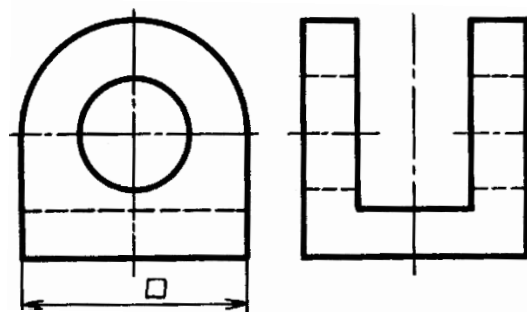
Detailning ustdagi qismi o‘rtadagi prizmatik sirt bilan radius orqali ravon tutashtirilganligi va ostdagi qismi yarim silindr ekanligi faqat chapdan ko‘rinishda



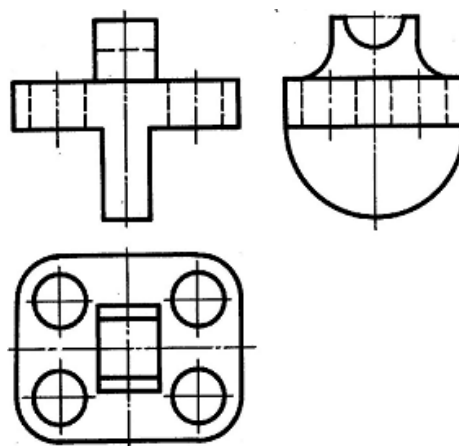
aniqlanadi. Detalning chizmalarida ko‘rinmaydigan qismlari shtrix chiziqlarida tasvirlanadi.



372-rasm



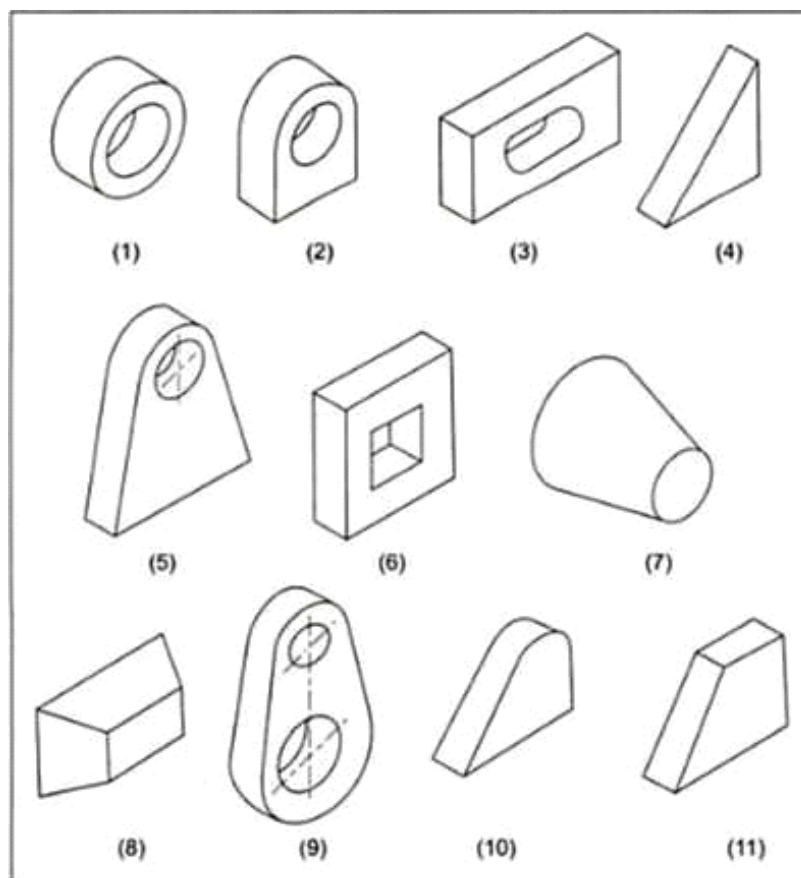
373-rasm



374-rasm

Oddiyroq detallarda ko‘rinmaydigan qismlarini shtrix chiziqda tasvirlash xalaqit bermasa-da, murakkabroq detallarda ko‘rinmaydigan qismlarni shtrix chiziqlarda tasvirlash chizmalarni o‘qishni ancha qiyinlashtiradi, chalkashtiradi ham. Rasmni o‘qishni osonlashtirish maqsadida, tasvirlarda qirqim va kesimlar qo‘llaniladi.

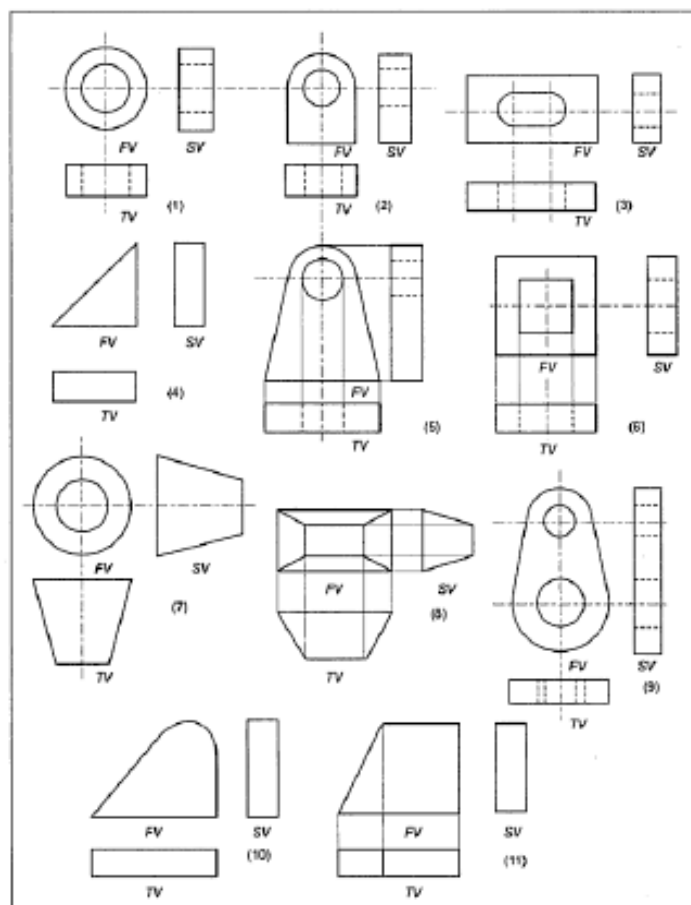
Uch o‘lchovli bo‘lgan mashina detallari, ikki yoki undan ko‘p (detalning shaklidan kelib chiqib) ko‘rinishlar bilan tasvirlanishi mumkin. Jismlarni proyeksiyalash bobida ko‘rib chiqilgandek, jismlarning proyeksiyalanishi turli ko‘rinishlarda berilishi mumkin. Mashina detallari 375-rasmda ko‘rsatilgandek oddiy jismlarning qo‘shish yoki ayirish bilan yaratiladi. Ayrilgan qismi: teshik, chuqurlik va h.k. va ularning ortogonal proyeksiyalari 376-rasmda tasvirlangan. Demak, mashina detallarining proyeksiyalari oddiy jismlarning proyeksiyalari demakdir, buni keyingi bo‘limda tushuntiriladi.



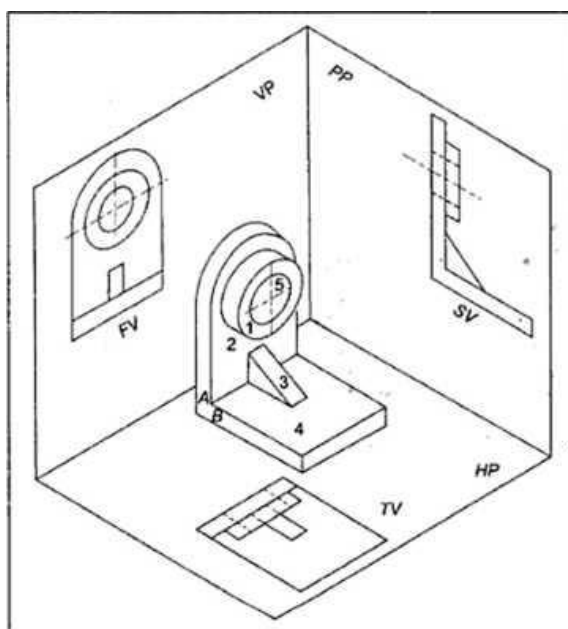
375-rasm. Sodda jismlar shakllari

377-rasmda tipik mashina detali tasvirlangan bo'lib u quyidagi jismlardan tashkil topgan: (1) silindrik disk, (2) yarim aylana va to'rt burchakli jism, (3) yarim silindr va to'rt burchakli jismdan iborat teshikli prizma va to'g'ri burchakli uchburchak prizma. Mashina detalining asosiy yuzasi biror proyeksiyalar tekisligiga parallel qilib joylashtiriladi. Demak, ularning proyeksiyalari: oldidan ko'rinish, ustidan ko'rinish va yondan ko'rinishlardir.

N	Element	OK	UK	ChK
1	Silindrik disk	aylana	To'rtburchak	To'rtburchak
2	Yarim silindr va to'rt burchakli jism	yarim aylana va to'rt burchak	To'rtburchak	To'rtburchak
3	Uchburchak jism	To'rtburchak	To'rtburchak	uchburchak
4	To'rt burchak jism	To'rtburchak	To'rtburchak	To'rtburchak
5	Silindrik teshik	aylana	To'rtburchak	To'rtburchak

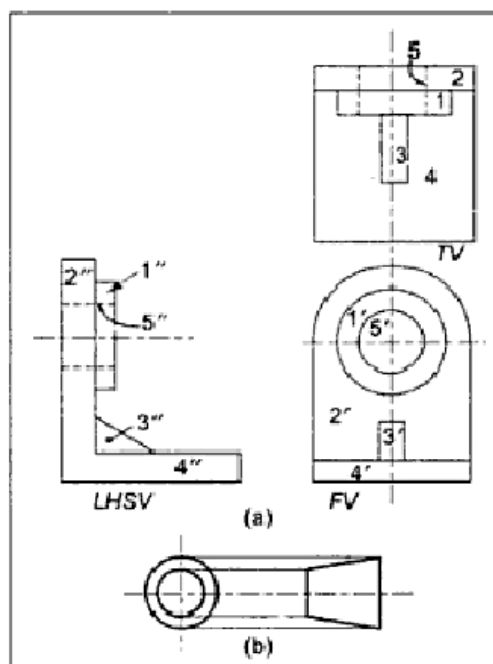


376- rasm. Sodda jismlarning ortogonal proyeksiyalari.



377- rasm. Ko'rinishlar - ortogonal proyeksiyalar

378- rasmda mashina detalining ortogonal proyeksiyalari uch ko'rinishda tasvirlangan. Bu ko'rinishlar beshta elementar geometric jismlarning yig'indilari sifatida ko'rilishi mumkin.



378- rasm

Olddan koʻrinishda jismlarning hamma konturlari koʻrinadigan proyeksiyada har bir shakl uchun koʻrinaigan boʻlib qoladi. Ustidan koʻrinishda uchburchak jismning proyeksiyasi (3) silindrik diskning (1) proyeksiyasidan tashqarida koʻrinadi. Shuningdek (1) jism tagida joylashgan toʻgʻri burchakning qismi (3) koʻrinmaydi, shuning uchun u shtrix chiziqlari bilan belgilanadi. Shuningdek teshikning proyeksiyasi ustidan va yondan koʻrinishlarda koʻrinmaydi.

Aytish mumkinki, bu mashina detali – yaxlit buyum. Demak, yondan koʻrinishda toʻrtburchakli prizma B va yarim silindr A bir biriga tutashuv qismida chiziq boʻlmaydi.

Proyeksiyalashning birinchi burchak usulida, ustidan koʻrinish olddan koʻrinish ostida chiziladi, chapdan koʻrinish oʻng tarafda va oʻngdan koʻrinish olddan koʻrinishning chap tomonida joylashadi. Ostidan koʻrinish olddan koʻrinishning tepasida joylashadi.

Avval aytib oʻtilgandek, agrar obʻekt ikki tekislikning oʻzaro kesishuvidan xosil boʻlgan 3-chorakka joylashtirilsa, ustidan koʻrinish, olddan koʻrinishning tepasida joylashtiriladi, chapdan koʻrinish chap tomonda va oʻngdan koʻrinish olddan koʻrinishning oʻng tomoniga joylashtiriladi. Ostidan koʻrinish, old koʻrinishning tagida chiziladi.

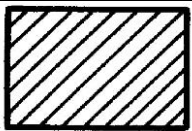
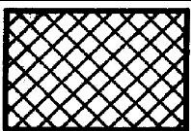
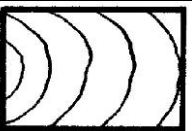
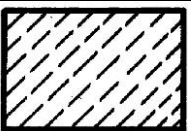
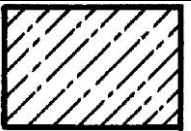
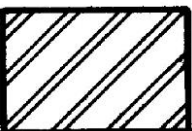
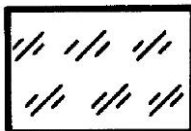
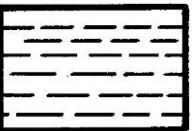
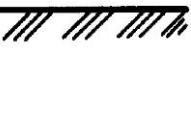

### 12.3. Kesimlar va qirqimlar (O‘zDSt 2.305:2003)

Detalning u yoki bu qismi (elementi) shaklini aniqlash maqsadida kesim qo‘llaniladi. Uning ichki tuzilishini aniqroq bilish maqsadida kesim bilan birga qirqim ham qo‘llaniladi. Shunday qilinganda detalning ko‘rinishi soni kamayadi. Kesim qo‘llanilganda detalning kesilgan yuzalari standartga muvofiq shartli belgilash qabul qilingan. Chizmdada turli materiallarni tez va oson farqlash maqsadida ular har hil ko‘rinishda shtrixlanadi.

#### 12.3.1. Materiallarning kesimda grafik belgilanishi

(O‘zDSt 2.306:2003). Detalning rasmsida kesim yoki qirqim qo‘llanilgan bo‘lsa, o‘sha joy yuzalari ma’lum tartibda belgilanishi lozim. Detal metallan yasalgan bo‘lsa, kesim yuzasi detalning asosiy konturi yoki o‘q chizig‘iga nisbatan 45° burchak ostida o‘ng yoki chap tomonga qiyalatib shtrixlanadi. Shtrixlar ingichka tutash chiziqda bajariladi. Bitta detalning barcha ko‘rinishlarida bajarilgan kesim yoki qirqimlarda bu yuzalar bir tomonlama shtrixlanishi va shtrixlar orasi ham o‘zaro teng bo‘lishi shart.

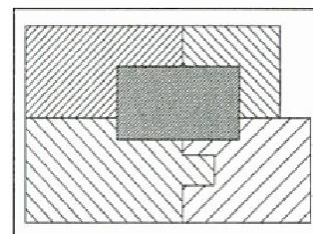
Yog‘ochdan tashqari barcha boshqa materiallar metal kabi hoshiya chizig‘iga nisbatan 45° burchakda qiyalatib shtrixlanadi. Lekin shtrixlar orasidagi masofalar materiallar turiga qarab har xil bo‘ladi. Metal, charm, rezina, tabiiy tosh, betonlarda 1,5–2 mm, sopol (keramika) va silikatli materiallarda qo‘shaloq chiziqlar oralig‘ida 1,5-2 va 5-7 mm bo‘ladi. Tabiiy tuproq uchta o‘zaro parallel chiziqlarda oralig‘i 1-2 mm, to‘plam chiziqchalar oralig‘i 3-5 mm qilib qoldiriladi. Ba’zi materiallarning kesim va qirqimda shartli grafik belgilanishi 308-rasmda ko‘rsatilgan.

				
Metallar	Metalmas materiallar	Yog‘och	Tabiiy tosh	Beton
				

Keramika va silikatli materiallar	Shafof materillar	Suyuqlik	Tabiiy tuproq	Setka (to‘qima materiallar)
-----------------------------------	-------------------	----------	---------------	-----------------------------

379-rasm

Yig‘ish chizmalarida, yonma-yon joylashgan ikki detal qirqilganda, qirqim chiziqlari birinchi detal konturiga nisbatan  $45^{\circ}$  ostida va ikkinchi detalda unga qarama-qarshi yo‘nalishda bajariladi. Agar uchinchi detal ham ikki detal yonida joylashsa, unda shtrix chiziqlar  $45^{\circ}$  ostida bajarilib, chiziqlar orasidagi masofa o‘zgaradi. Odatda, qirqilgan kichik yuzaning shtrix chiziqlari orasidagi masofa kichik va katta yuzalarda bu masofa katta olinadi (380-rasm).



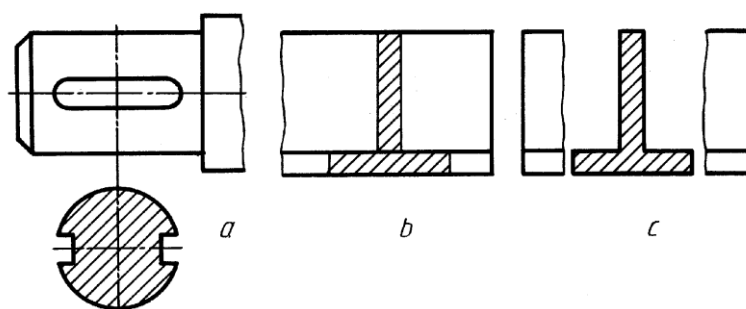
380-rasm

### 12.3.2. Kesimlar (O‘z DSt 2.305:2003)

Kesim deganda detalning shaklini uning o‘qiga perpendikulyar qilib o‘tkazilgan tekislik orqali aniqlash usuli tushuniladi. Shunda tekislikda hosil bo‘lgan yuza kesim deyiladi. Kesimdan ko‘proq val, o‘q, shatun kabi detallarning shakli va ulardagi o‘yiq, botiq (o‘sma) yoki chiqiq, teshik kabilarning geometriyasini aniqlashda qo‘llaniladi. Bunday elementlarning o‘qlari orqali detal o‘qiga perpendikulyar qilib kesuvchi tekislik o‘tkaziladi. Shunda detalning ko‘ndalang kesimi hosil bo‘ladi. Boshqacha qilib aytganda, kesimda detalning faqat tekislik bilan joyning o‘zigagina ko‘rsatiladi.

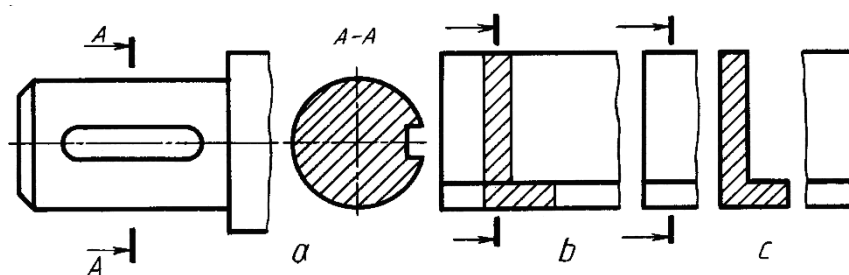
Kesimlar chetga chiqarib ko‘rsatiladi yoki bevosita ko‘rinishning o‘zida tasvirlanadi. Chetga chiqarib tasvirlangan kesim konturi asosiy yo‘g‘on tutash chiziq (tasvirlanayotgan detal konturiga teng) bilan chiziladi. Bevosita ko‘rinishning o‘zida tasvirlangan kesim konturi ingichka tutash chiziq bilan chiziladi (381-chizm,a,b). Tasvirlararo kesim konturi ham asosiy yo‘g‘on tutash chiziq bilan chiziladi (381-rasm,c). Kesim turidan qat‘iy nazar unda simmetrik shakl hosil bo‘lsa, kesuvchi tekislik izi uzun chiziq bilan tasvirlanmaydi

(381-rasm, a,b,c). Lekin chiqarilgan kesimda tekislik oʻrni, yaʼni shtrix punktir chiziq bilan almashtiriladi va kesim shu chiziqning davomida bajariladi (381-rasm,a).



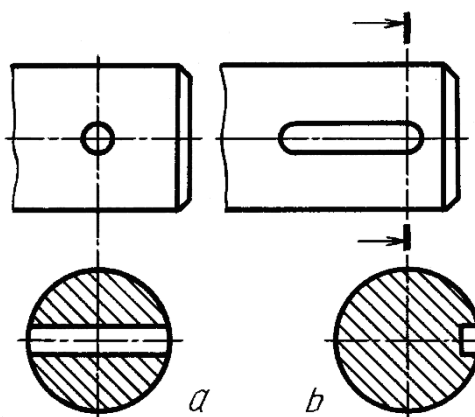
381-rasm

Agar kesimda nosimmetrik shakl hosil boʻlsa, chiqarilgan kesimda kesuvchi tekislik izi uzun chiziq bilan detalning qaysi joyidan oʻtganligini koʻrsatadi va kesim ham bir xil yozuv bilan taʼminlanadi (382-rasm,a).



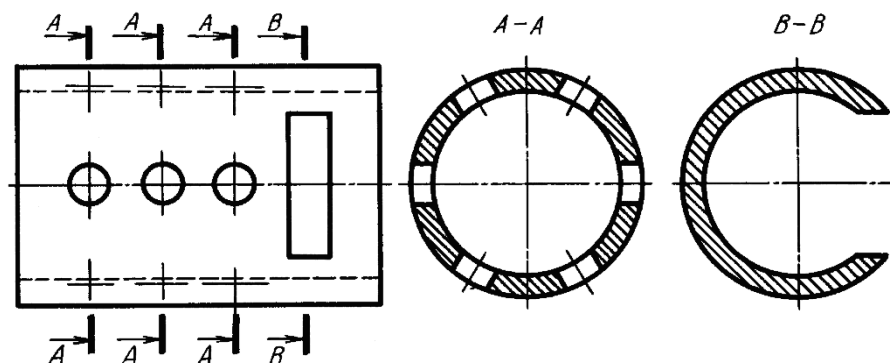
382-rasm

Ustiga chizilgan va tasvirlararo kesimda tekislik izi uzun chiziq chilib, u belgilanmaydi (382-rasm, b, c). Kesuvchi tekislik aylanish sirti markaziy oʻqi orqali kesib oʻtsa kesimda aylanish sirti konturi toʻliq koʻrsatiladi. (383-rasm, a, b).



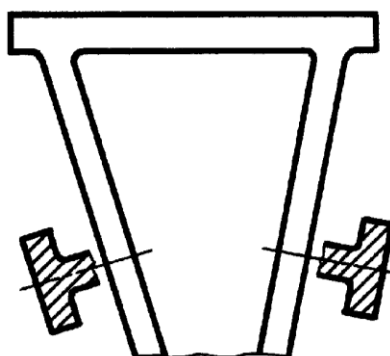
383-rasm

Bitta detalga tegishli bo'lgan bir nechta bir xil kesimlar uchun kesuvchi tekisliklar izi uzun chiziq bir xil harf bilan belgilanadi va bitta chiziladi (384-rasm).



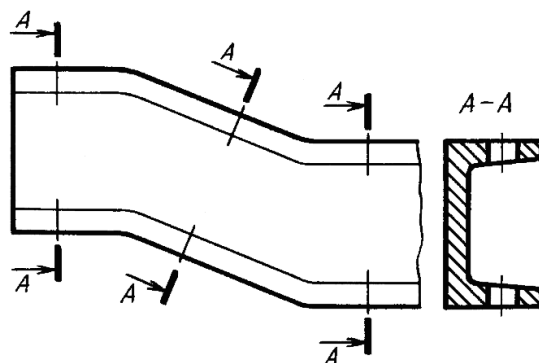
384-rasm

Kesuvchi tekisliklarni tanlashda, ularni o'tkazishda normal ko'ndalang kesim hosil qilishiga e'tibor beriladi (385-rasm).



385-rasm

Qiya joylashgan detalga tegishli bo'lgan bir nechta bir xil kesimlarni ifodalovchi tasvir 386-rasmdagi kabi bajariladi.



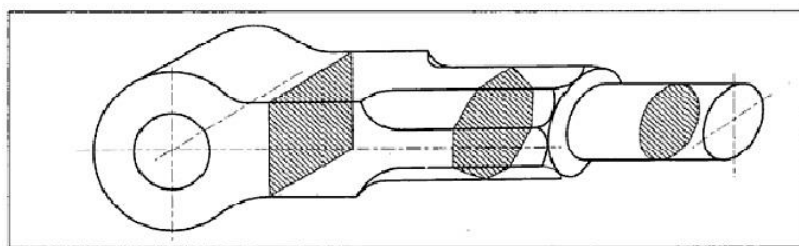
386-rasm



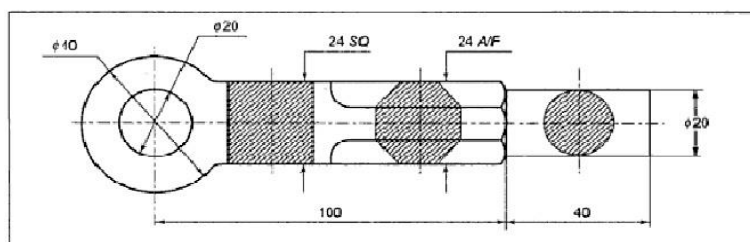
### 12.3.3. Aylantirilgan kesim

Uzun ob'ektlar misolida, agar ob'ektni ko'ndalang qirqimi o'zgarib tursa asosiy ko'rinishlar qirqimlarini saqlash uchun bajariladi.

Kesuvchi tekislik ob'ekt o'qiga perpendikulyar joylashib, ob'ektni kesib o'tadi natijada 387-rasm, a, dagi ko'ndalang kesim xosil bo'ladi. Bu kesim ob'ektning, uzunasi bilan joylashgan, ko'rinishning ustiga chiziladi, bunda kesuvchi tekislik  $90^{\circ}$  aylantiriladi (387-rasm (b)). Bunday kesim aylantirilgan kesim deb yuritiladi. Aytish kerakki, qoidaga muvofiq bu kesimning kontur chizig'I ingichka chiziq bilan bajariladi, ob'ektning hamma ko'rinarli chiziqlari yo'g'on chizikli qilib qoldiriladi, garchi aylantirilgan kesim bilan ustma-ust tushsa ham. Aytish kerakki, bu kesimda faqat kesilgan shaklning o'zi (kesim yuzasi) shtrixlanadi. Aylantirilgan kesimda kesim yuzasidan tashqarida hech nima tasvirlanmaydi.



387-rasm (a)

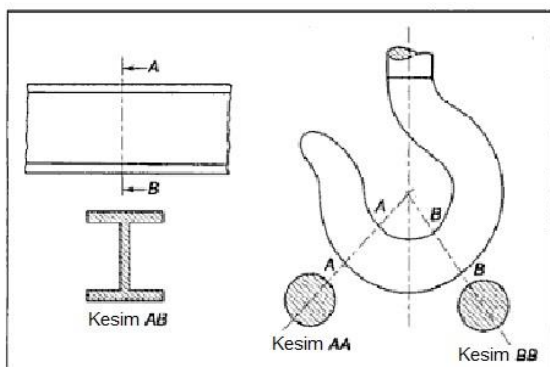


387-rasm (b)

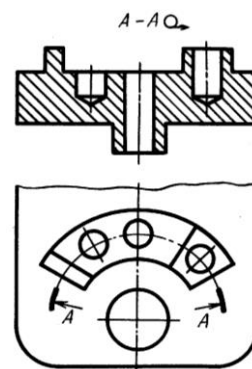
### 12.3.4. Chiqarilgan kesim

Kesimning bu turi aylantirilgan kesimga o'xshash, farqi shundaki ob'ekt ko'rinishining ustiga chizilmasligida. Chiqarilgan kesim, kesuvchi tekislik chizig'ining uzaytirilgan qismida yoki ixtiyoriy bo'sh joyda bajariladi (388-rasm, c a) Kesim, kesuvchi tekislik chizig'ining davomida chizilmasa (387-rasm, a, b), bu kesimni kesuvchi tekislik izini va belgisini "Kesim AB" yozuvi bilan kesim

tasvirining ostida yoziladi. Chiqarilgan kesimlarda ham kesuvchi tekislikning tashqarisida yotgan elementlar tasvirlanmaydi. Agar kesim yuzasi nosimmetrik shakl bo'lsa, kuzatuv yo'nalishi strelka va kesuvchi tekislik chizig'I bilan ko'rsatilishi kerak. Agar shakl simmetrik bo'lsa, kuzatuv strelkalarini tasvirlash shart emas (387-rasm, a).



387-rasm (a)

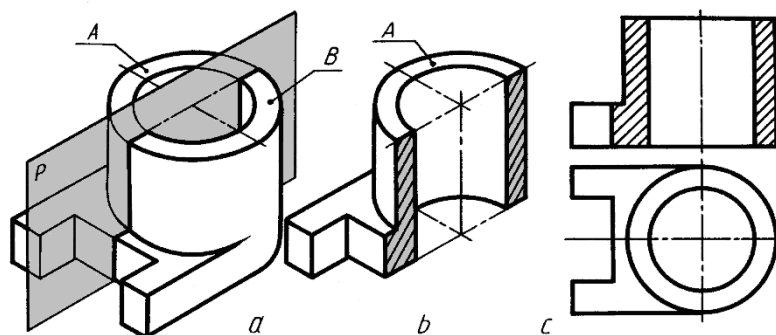


388-rasm

Kesuvchi tekislik sifatida silindrik sirt olinishi ham mumkin (388-rasm), bunday holda kesim yoyib tasvirlanadi va yoyilganlik belgisi qo'yiladi.

#### 12.4. Qirqimlar (O'zDSt 2.305:2003)

Detalning ko'zga ko'rinmaydigan ichki tuzilishini aniqlash maqsadida qirqimlar qo'llaniladi. Qirqimlar hosil qilish uchun rasmda detalning ichki tuzilishi bitta yoki bir nechta tekislik bilan fikran kesib ko'rsatiladi, Qirqim shartli tasvir hisoblanib, unda detalning tekislik bilan kesilgan joyi va kesuvchi tekislik orqasida joylashgan ko'rinadigan qismlari ham qo'shib ko'rsatiladi (389-rasm ,a,b,d).



389- rasm

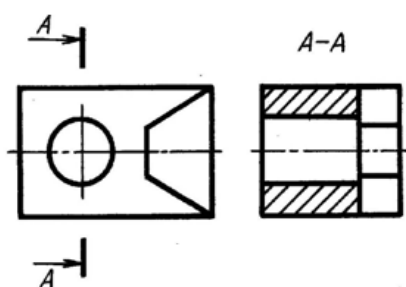
Bu yerda detal P tekislik bilan qirqilib, ikkiga: A va B bo'laklarga ajratilgan. Fikran B bo'lak olib qo'yilgandan keyin A bo'lakning qirqilgan joyi shtrixlanadi. Detalning bosh ko'rinishida ham o'sha joy shtrixlangan.

Qirqimlar kesuvchi tekislik detalni teng ikki qismga ajratsa, kesuvchi tekislik izi rasmda ko'rsatilmaydi (389-rasm, c). Detalning qismidagi teshikni qirqib ko'rsatish joiz bo'lsa, kesuvchi tekislik izi uzun chiziqlar bilan ko'rsatiladi va qirqim A-A kabi belgilanadi (390-rasm).

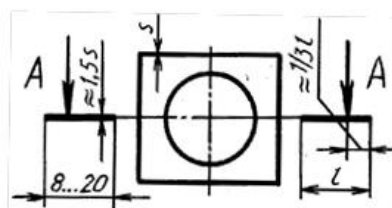
Kesuvchi tekislik izi uzun chiziqlarni tasvirlash 391-rasmda berilgan, A harflar yo'nalishlarining detal konturiga nisbatan tashqi tomonlariga yoziladi.

Yo'nalishning shakl va o'lchamlari 392- rasmda ko'rsatilgan.

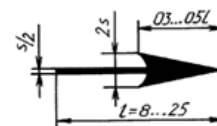
Kesuvchi tekisliklarning proyeksiyalari tekisliklariga nisbatan egallagan vaziyatiga qarab qirqimlar uch xil: frontal, gorizontal va profil bo'ladi. Bulardan tashqari, qo'shmcha tekisliklarda qiya qirqimlar ham bajariladi. Ayrim hollarda mahalliy qirqimlar qo'laniladi.



390-rasm



391-rasm

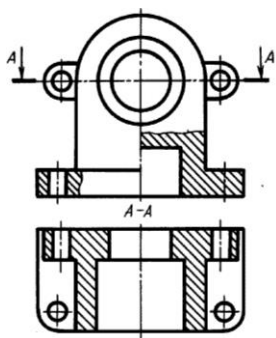


392-rasm

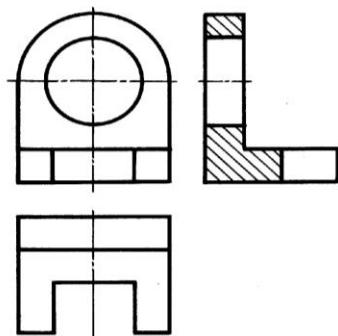
### 12.4.1. Oddiy qirqimlar

Detailning ichki tuzilishini bitta tekislik bilan kesib ko'rsatish mumkin bo'lsa, bunday qirqim oddiy hisoblanadi. 393-rasmda oddiy qirqimni hosil qilish ko'rsatilgan bo'lib, P II V bol'gani uchun u frontal qirqim deyiladi. Kesuvchi tekislik proyeksiyalar tekislik H ga parallel o'tkazilsa gorizontal qirqim hosil bo'ladi (393-rasm).

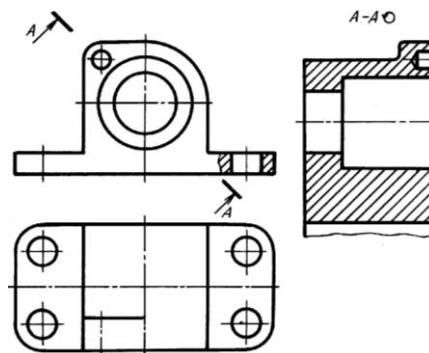
Qirqim detalning chapdan ko'rinishni bajarilsa, profil qirqim deyiladi (394-rasm).



393- rasm



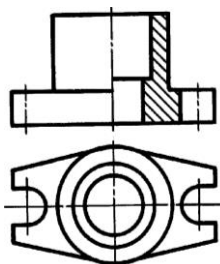
394-rasm



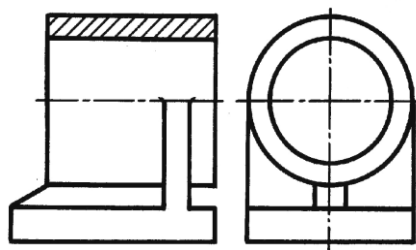
395-rasm

Kesuvchi tekislik H ga nisbatan qiya o'tkazilsa, qiya qirqim hosil bo'ladi, 394-rasm.

Simmetriya o'qiga ega bo'lgan detallning chizmalarda qirqim qo'lanilmoqchi bo'lsa, standartga muvofiq, ko'rinishning yarimi bilan qirqimning yarimini qo'shib tasvirlash mumkin (396-rasm), ularni shtrix punktir chiziq ajratib turadi. Shuningdek, detalning ko'rinishi bilan qirqimni, butun detalni emas, balki uning bir qismini, agar bu qism aylanish sirti bo'lsa, simmetriya o'qi orqali ajratib tasvirlashga standartda ruxsat etiladi (397-rasm).

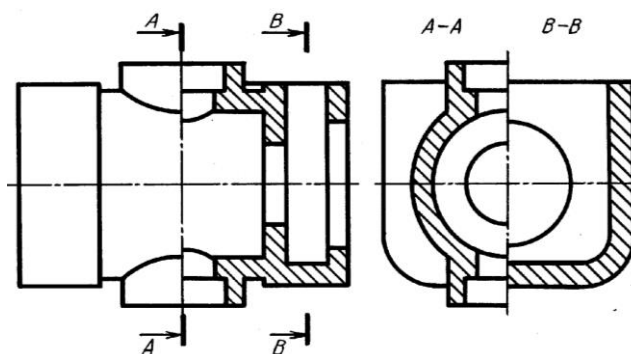


396-rasm



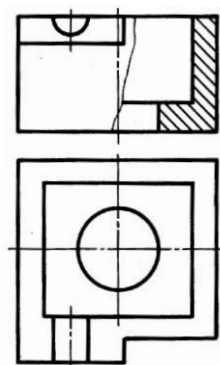
397-rasm

Asosiy ko'rinishda detal ko'rinishning yarimi bilan qirqimning yarimini qo'shib tasvirlangan bo'lsa, chapda ko'rinishda ikkita A-A va B-B qirqimlarning yarimini qo'shib tasvirlash ham mumkin (397-rasm). Bunday hollarda ham ikkala qirqimni shtrix punktir ajratadi. Detalning ba'zi elementlari ko'rinishning yarimini qirqimning yarimi bilan tasvirlashga imkon bermaydi va ular to'lqinsimon ingichka chiziq bilan ajratib ko'rsatiladi (398-rasm).

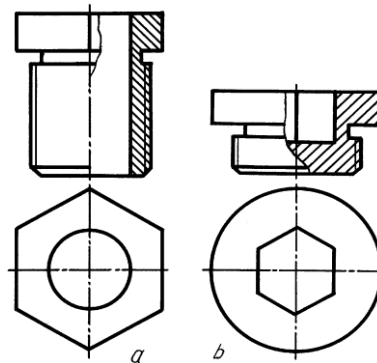


398-rasm

Qirrali simmetrik o'qqa ega bo'lgan detal rasmsida unga qirqim bajarishda, qirradi simmetriya o'qi bilan qo'shib qoladigan bo'lsa, ko'rinishning qismi tegishli qirqimda to'liqsimon ingichka chiziq bilan ajratiladi (399-rasm,a,b).



398A-rasm

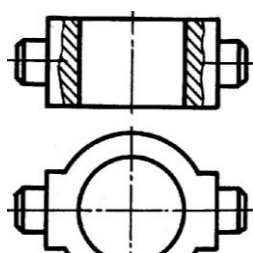


399-rasm

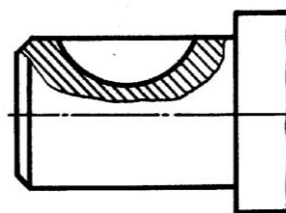
Bunday hollarda ko'rinish qismi yoki qirqim qismi ko'pligining farqi bo'lmaydi. Bunday qirqimlar ko'rinishning qismi bilan qirqimning qismi qo'shib tasvirlangan qismi 398-rasmdagi kabi tasvirlashga to'g'ri keladi.

Detailning biror qismidagi o'yiq, teshik kabi joylarni aniqlash maqsadida mahalliy qirqim tatbiq etiladi.

Bu yerda val uchidagi segmeni shponka pazi mahalliyqirqim orqali ko'rsatilgan. Mahalliy qirqim to'liqsimon ingichka chizig'i bilan chegaralanib, tasvirning biror chizig'i bilan qo'shib qolmasligi zarur (400,401-chizmalar).



400- rasm

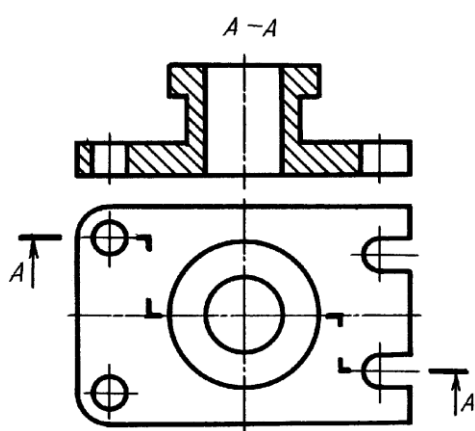


401-rasm

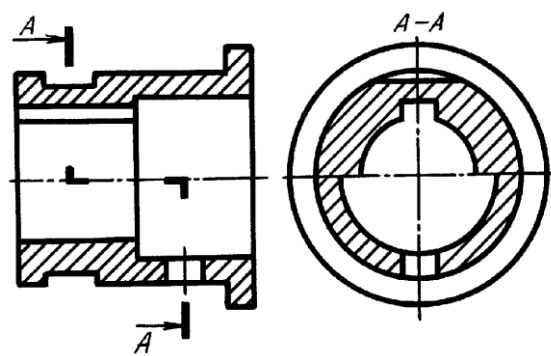
### 12.4.2. Murakkab qirqimlar

Detalning rasmsida uning ichki ko‘rinishlarini aniqlashda ikki va undan ortiq kesuvchi tekisliklar tatbiq qilinsa, murakkab qirqim hosil bo‘ladi (402-rasm).

Bu yerda detal frontal proyeksiyalar tekisligiga parallel joylashgan uchta tekislik bilan kesilmoqda. Bunday qirqimlarda tekisliklarning bukilgan joylari qirqimda tasvirlanmaydi, balki. Uchala tekislikdagi qirqimlar bitta tekislikka shartli keltirib shtrixlanadi. Shuning uchun detalning bosh ko‘rinishida qirqim bitta tekislik orqali hosil bo‘layotgandek tuyuladi. Murakkab qirqimni 403–rasmdagidek tasvirlash ham mumkin.



402-rasm



403-rasm

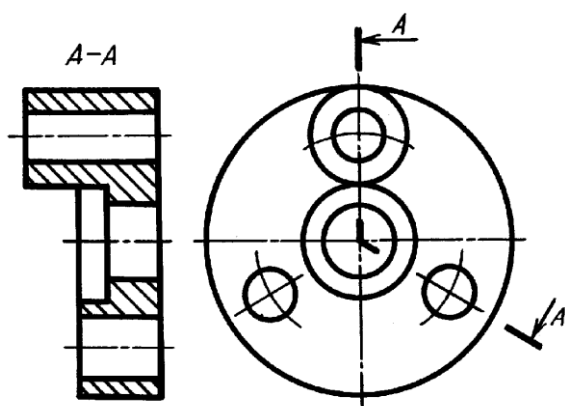
Kesuvchi tekisliklardan biri V ga parallel, ikkinchisi V ga qiya joylashgan bo‘lib, ular orqali murakkab qirqim hosil qilinsa, u siniq qirqim deyiladi (404-rasm).

Bunday hollarda V ga qiya vaziyatdagi tekislik va undagi kesim V ga parallel bo‘lguncha aylantiriladi. Shunda ikkala tekislik bitta tekislik bo‘lib qoladi, kesim o‘zining haqiqiy kataligida tasvirlanadi. Qiya kesuvchi tekislikni aylantirish jarayonida tekislik orqasida joylashgan detal qismi (elementlari) o‘z o‘rinlarini o‘zgartirmaydi (404-rasm).

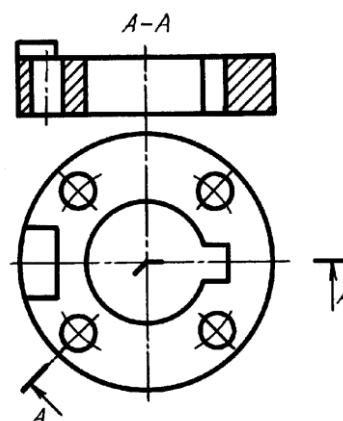
Bu yerda silindr ustidagi to‘rtburchak prizma tasvirida hech qanday o‘zgarish ro‘y bermagan. Chunki tekislikdagi kesim V bilan fikran jipslashtiriladi.

Proyeksiyalar tekisligiga parallel bo‘lgan kesuvchi tekislik bilan berilgan, qirqim detallarning ichki tuzulishini to‘liq ko‘rsatmasa, kesuvchi tekislik sindirilib davom ettiriladi, natijada avval ko‘rinmagan detal elementlari ko‘rsatiladi

(405-rasm). Shu yo'l bilan bajarilgan qirqim bir tekislikda yotmagan qirqim deb ataladi.



404- rasm

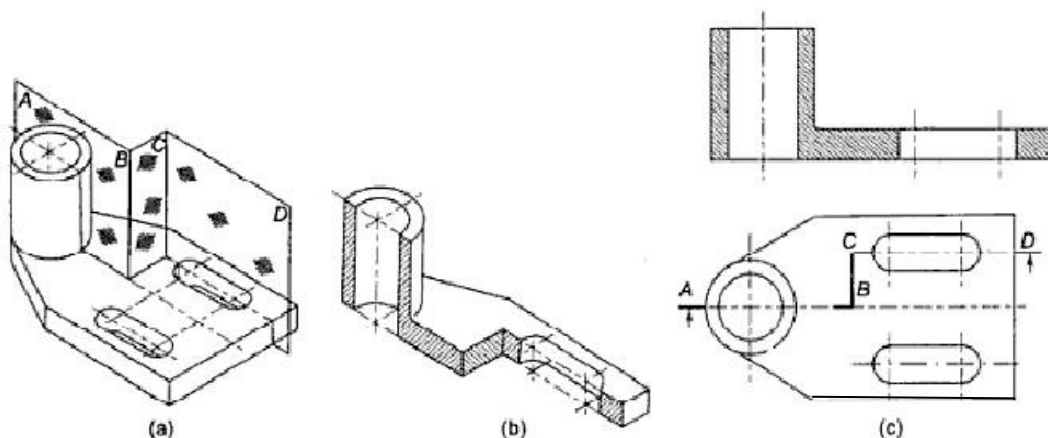


405-rasm

Bu yerda silindr ustidagi to'rtburchak prizma tasvirida hech qanday o'zgarish ro'y bermagan. Chunki tekislikdagi kesim V bilan fikran jipslashtiriladi.

Proyeksiyalar tekisligiga parallel bo'lgan kesuvchi tekislik bilan berilgan, qirqim detallarning ichki tuzulishini to'liq ko'rsatmasa, kesuvchi tekislik sindirilib davom ettiriladi, natijada avval ko'rinmagan detal elementlari ko'rsatiladi (406-rasm). Shu yo'l bilan bajarilgan qirqim bir tekislikda yotmagan qirqim deb ataladi.

Aytish kerakki, olddan ko'rinishdagi qirqimda, qoidaga muvofiq ikki yuzaning kesishuvidagi BC chiziq tasvirlanmaydi. Kesuvchi tekislikni birlashgan ko'rinish sifatida chiziladi, ustdan ko'rinishda krsuvchi tekislik ABCD yozuvi bilan belgilanadi.



406-rasm

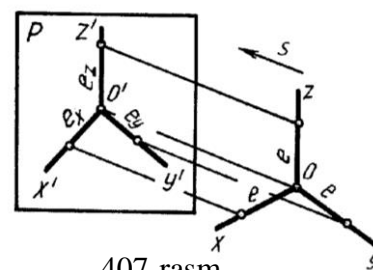
## 12.5. Aksonometrik proyeksiyalar

Mashina detallarini yasashda detallarning ish chizlaridan foydalaniladi. Lekin ish chizmasining asosiy kamchiligi shundaki, unda detalning ko'rinishlari alohida-alohida tasvirlanadi. Bu esa chizmaning o'qilishini biroz bo'lsa ham qiyinlashtiradi. Shuning uchun, amalda, detalning ish chizmasi bilan birga uning yaqqol tasviri ham bajariladi. Yaqqol tasviri, ya'ni aksonometrik proyeksiyasi yordamida ish chizmalari tez va osongina o'qiladi.

Ayniqsa, yangi ixtiro qilinayotgan mashina konstruksiyasi chizmalarini chizishda aksonometriya muhim ahamiyatga ega.

Aksonometriya yunoncha-akson-o'q va metro-o'lchash degani, ya'ni o'q bo'yicha o'lchash degan ma'noni anglatadi.

Fazodagi O nuqtada kesishuvchi o'zaro perpendikulyar uchta chiziq aksonometrik o'qlari



deb qabul qilinib, bu koordinatalar tizimini aksonometrik P tekislikka s yo'nalish bo'yicha proyeksiyalash orqali aksonometriyada koordinata o'qlarining proyeksiyalari hosil qilinadi (407-rasm).

Har bir o'q uchun umumiy bo'lgan e kesma masshtab birligi sifatida qabul qilinib, natural masshtab birligi deb ataladi. Bu kesmaning P tekisligidagi proyeksiyalari aksonometrik masshtab birliklari deyiladi. Ularning natural masshtab birligiga nisbatlari aksonometrik o'qlari bo'yicha o'zgarish koeffitsiyentlari uchala o'q bo'yicha bir xil bo'lsa ( $e_x=e_y=e_z$ ), izometrik proyeksiya yoki qisqacha izometriya deyiladi. Agar o'zgarish koeffitsiyentlari ikkita o'q bo'yicha bir xil bo'lib, uchinchi ulardan farq qilsa, ya'ni  $e_x=e_y \neq e_z$  bo'lsa, dimetrik proyeksiya yoki qisqacha dimetriya deyiladi. Uchala o'q bo'yicha o'zgarish koeffitsiyentlari turlicha, ya'ni  $e_x \neq e_y \neq e_z$  bo'lsa, trimetrik proyeksiya yoki qisqacha trimetriya deyiladi. s yo'nalish P ga perpendikulyar bo'lsa, to'g'ri burchakli, og'ma bo'lsa, qiyshiq burchakli aksonometrik proyeksiya deyiladi.

Quyida to'g'ri burchakli izometrik proyeksiya va qiyshiq burchakli dimetriya o'rganiladi.



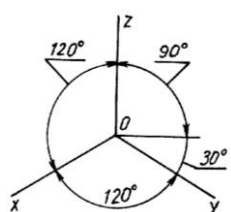
### 12.5.1. To‘g‘ri burchakli izometrik proyeksiya

Bunday izometrik proyeksiya uchun  $e_x=e_y=e_z=0,82$  bo‘lsa, har bir aksonometrik o‘q uchun o‘zgarish koeffitsiyenti 0,82 ga teng ekan. Izometriyada uchala o‘q bo‘yicha o‘zgarish koeffitsiyenti bir xil bo‘lgani uchun koordinata o‘qlari orasidagi burchaklar ham o‘zaro teng bo‘ladi (408- rasm), ya‘ni  $120^\circ$  dan bo‘ladi.

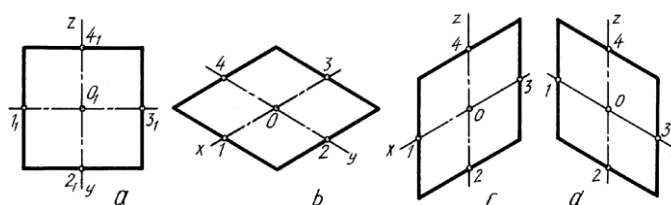
Yaqqol tasvirlar asosan detalning orthogonal proyeksiyalariga asosan bajariladi. Standart izometriyada qulay bo‘lishi uchun barcha o‘qalr bo‘yicha o‘zgarishsiz, ya‘ni 0,82 o‘rniga  $x=y=z=1$  qilib olinadi. Shunda detal o‘ziga nisbatan 1,22 marta kattalashtirib tasvirlanadi.

**Tekis shakllarning izometriyasini yasash.** Ko‘pyoqliklarning yoqlari, asoslari tekis shakllardan iborat bo‘ladi. Tekis shakllar ko‘pburchaklik, aylanalar izometriyada H, V va W tekisliklarda bir xil ko‘rinish va kattalikda chiziladi, faqat ularning farqi turlicha joylashganligida bo‘ladi.

Tekis shakllardan biri kvadratning izometriyasini H da chizish uchun x va y o‘qlari chizib olinadi va o‘qlarining kesishish nuqtasi O dan x va y larga kvadratning proyeksiyasidan mos holda o‘lchab qo‘yiladi. So‘ngra x va y larga parallellar chizib, kvadratning izometriyasi tayyor qilinadi. Xuddi shu tartibda V va W larda bajariladi. V da chizish uchun x va z o‘qlari chizib olinadi (338- rasm, c) va proyeksiyasidagi (338–rasm, a) 1 va 3 nuqtalar x ga, 2 va 4 nuqtalar z ga o‘lchab qo‘yiladi. 1 va 3 nuqtalardan z ga, 2 va 4 nuqtalar x ga parallellar chizilib ular o‘zaro kesishtiriladi.



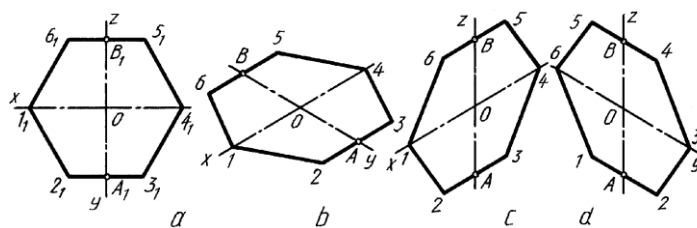
408–rasm



409–rasm

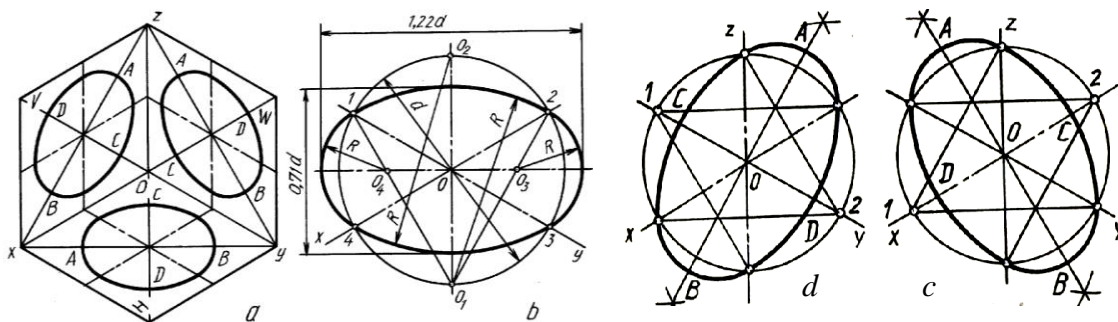
Muntazam oltiburchakning izometriyasini H da yasash uchun x va y o‘qlar chizilib, unga O nuqtadan proyeksiyasidagi  $1_1, 4_1$  x ga,  $A_1, B_1$  nuqtalar y o‘qqa o‘zgarishsiz o‘lchab qo‘yiladi (410-rasm, a, b). A va B lardan x o‘qqa parallel

chizib, unga rasmdagi  $A_12_1(B_1 6_1)$  va  $A_13_1(B_{150})$  bo‘laklar olib o‘tiladi. 1 nuqta 2 va 6 bilan, 4 nuqta 3 va 5 bilan tutashtiriladi. Shu tartibda muntazam oltiburchak V va W tekisliklarda chizilishi 410-rasm, c, d larda ko‘rsatilgan.



410-rasm

Aylana izometriyasining H, V, W tekisliklarda tasvirlanishi 411-rasm, a da berilgan bo‘lib, ular o‘zaro teng ellips chizish ancha vaqt talab qiladi. Shuning uchun standart ruxsatiga binoan uni to‘rt markazli ovalga almashtirib chiziladi. Bu yerda ovalning katta o‘qi  $AB=1,22d$  ga teng tasvirlanadi. Ovallarning katta AB o‘qlari H da z ga, V da y ga, W da x ga perpendikulyar joylashadi. Kichik o‘qi CD o‘qlar H da z bilan, V da y bilan, W da x bilan qo‘shilib qoladi.

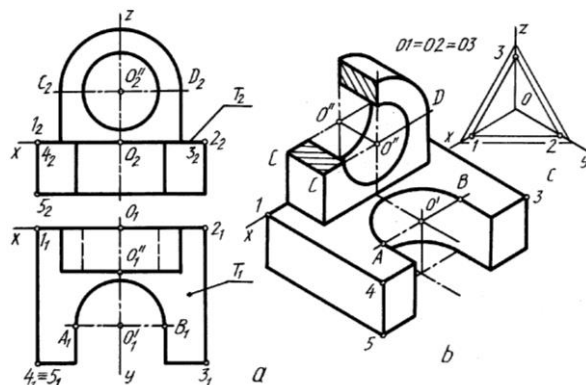


411-rasm

Aylananing izometriyasini H da yasash uchun x va y chizilgandan keyin, kichik CD o‘q z yo‘nalishi olinadi va unga perpendikulyar qilib katta o‘q AB o‘tkaziladi. Berilgan kattalikdagi d diametrli aylana O nuqtadan chiziladi. Aylananing z o‘qlari bilan kesishgan joylari  $O_1$  va  $O_2$ , x va y o‘qlari bilan kesishayotgan joylari 1,2,3,4 deb belgilanadi.  $O_1$  bilan 1 va 2 ( $O_2$  bilan 3 va 4) nuqtalar tutashtirilib, katta o‘qda  $O_3$  va  $O_4$  markazlar hosil qilinadi.  $O_1$  va  $O_2$  markazlardan 12 va 34 yo‘llar chiziladi,  $O_3$  va  $O_4$  markazlardan 23 va 14 yo‘llar chiziladi (411-rasm, b). Shu tartibda V va W larda aylana ovali-llipsini chizish mumkin (411-rasm, c, d).

Odatda detalning izometriyasi uning berilgan ko‘rinishlari asosida chiziladi. Shu boisdan detalning berilgan ikkita ko‘rinishiga muvofiq uning izometriyasi quyidagi tartibda bajariladi:

Avval aksonometrik o‘qlar  $x, y, z$  lar chizib olinadi. So‘ngra detalning biror tekisligi (chizishni boshlash uchun) baza sifatida tanlab olinadi. Bu yerda T bilan belgilangan yuza (412–rasm, a) tanlanadi va uning izometriyasi chiziladi. Bir yo‘la detal asosining qalinligi qo‘shib chiziladi (412-rasm, b).



412–rasm

Yarim aylananing izometriyasi  $O^1$  markazda chiziladi va A,B nuqtalardan y o‘qqa parallel chiziladi. Shunda yarim aylanalik o‘yiq yasaladi. Detalning yarim aylanalik quloq qismi chiziladi.  $O^{11}$  markazda yarim aylana chizilib C va D nuqtalardan z o‘qiga parallel chiziladi, Yana  $O^{11}$  markazdan silindrik teshik izometriyasi chiziladi.

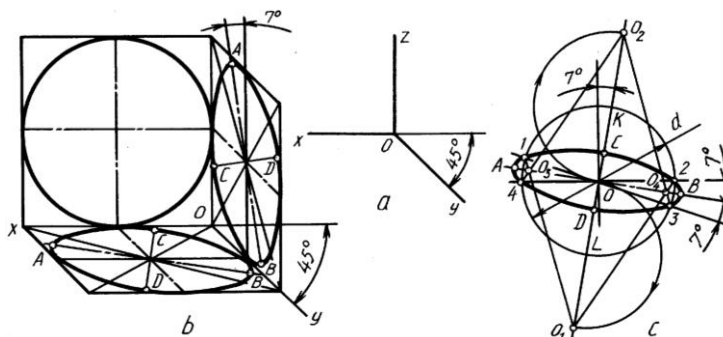
Detalning izometriyasini chizib bo‘lgandan keyin qulog‘idagi teshikni to‘liq ko‘rsatish maqsadida uning chorak qismi qirqib olinadi va kesim yuzasi shtrixlab qo‘yiladi. Shtrixlash sxemasi 412-rasm, c da ko‘rsatilgan. Bu yerda H dagi kesim 12 ga W dagi kesim yuzasi 23 ga parallel qilib shtrixlanadi.

### 12.5.2. Qiyshiq burchakli dimetriya

Bu yaqqol tasvir frontal dimetriya deyilib, koordinata o‘qlarini tasvirlash 156–rasm, a da berilgan. Frontal dimetriyada detalning yaqqol tasviri  $x=1, y=0,5, z=1$  qiymatlarda chiziladi.

Aylana V da o‘zining haqiqiy kattaligida, H va W lardan bir xil kattalikdagi katta o‘qi  $AB=1,06 d$ , kichik o‘qi  $CD=0,35 d$  ga teng qisqiroq ellipslar

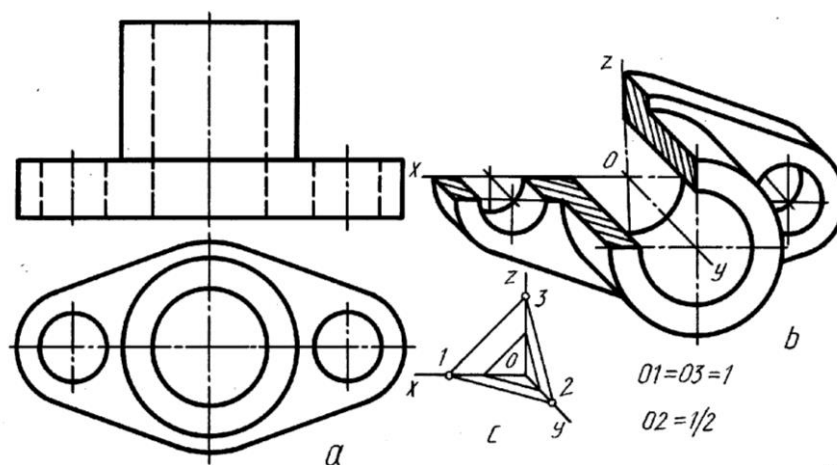
ko‘rinishida tasvirlanadi. Ulardan biri, ya‘ni H dagisi oval bilan almashtirilib chizish 413- rasm, c da ko‘rsatilgan. Buning uchun d diametrli aylana chiziladi va z o‘qiga nisbatan  $7^\circ$  burchakdagi kichik o‘qning yo‘nalishi o‘tkaziladi. Unga perpendikulyar qilib katta o‘q o‘tkaziladi.



413–rasm

Katta o‘qqa yana  $7^\circ$  da yordamchi chiziq o‘tkaziladi. K va L nuqtalardan berilgan aylana radiusiga teng yarim aylana chizilib,  $O_1$  va  $O_2$  markazlar aniqlanadi. Bu markazlardan 12 va 34 yo‘llar chiziladi. 1 va 2 nuqtalar  $O_1$  bilan tutashtirilsa,  $O_3$  va  $O_4$  markazlar topiladi hamda ular orqali oval uchlari yumaloqlanadi. W dagi aylananing frontal dimetriyasi H dagi kabi chiziladi, lekin katta o‘qi z ga nisbatan  $7^\circ$  ga burib olinadi.

Frontal dimetriyada detalning priyeksiyalari (ko‘rinishlari) qanday berilishiga qaramay, undagi aylanalar V ga parallel vaziyatga almashtirilib chizilishi mumkin (342–rasm, a, b). Bu yerda frontal dimetriya talabiga binoan z o‘qi y o‘qqa almashtirilib chizilishi mumkin (414–rasm, a, b). Bu yerda frontal dimetriya talabiga binoan z o‘qi y o‘qqa almashtirilib bajariladi. Detalning qirqimlarini shtrixlash sxemasi 414–rasm, c da ko‘rsatilgan. z o‘q y o‘qqa almashtirilgani uchun detalning balandligi ikki marta qisqartirib olingan.



414–rasm

## 12.6. Detal eskizini bajarish

Konstruktorlik ishida yangi g‘oyalarni mashina, mexanizm va boshqalarni loyihalayotganda konstruktor o‘z fikrini, avvalo eskizlarda ifodalaydi. Bunday eskizlar loyiha eskizlari deyiladi.

Ishlab chiqarishda bir marta qo‘llaniladigan chizmalarda eskizlar kiradi. Eskizlar asosan buyumning rasmsini chizish uchun asos hisoblanadi. Yasaladigan buyumning eskizi asosida uning ish rasmi bajariladi. Favqulotdda hollarda detalni eskiziga qarab yasash ham mumkin bo‘ladi.

Sababi, mashina detali to‘satdan yaroqsiz ya‘ni sinib qolsa, uni tez yasashga to‘g‘ri kelgan hollarda eskiz mavjud detalga qarab chiziladi va u asli eskiz deyiladi.

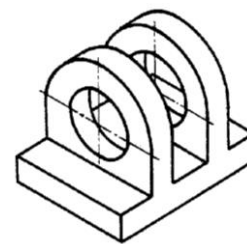
Eskiz chizishda detalning hamma qismlari orasidagi nisbatlarni chamalab aniqlash qiyin bo‘lsa, uni qalamda o‘lchab chizish yaxshi natija beradi. Ishni tezlashtirish maqsadida aylana va uning yoylarini chizish hamda aylanalarning teng bo‘laklarga bo‘lishni sirkulda bajarishga standart ruxsat etadi, lekin keyinchalik aylana va ularning yoylari ustidan qo‘lda yurgizib chiqiladi.

Detal haqidagi barcha ma‘lumotlar eskizga yoziladi mukammal bo‘lmagan, o‘lchamlari yetishmaydigan, chala bajarilga eskiz orqali detal yasab bo‘lmaydi va bunday eskiz ish rasmsini chizish uchyn yaroqsizdir.

Eskizlar asosan millimetrlangan yoki kataklangan qog‘ozga chiziladi. Ammo eskizni oq qog‘ozga ham chizish mumkin.

Eskiz tuzish tarkibi: 415–rasmda eskizi chizilishi lozim bo‘lgan detalning asli o‘rnida uning yaqol tasviri berilgan.

Eskiz chizish oldidan detalning o‘ziga qarab, diqqat bilan sinchiklab, har tomonlama tekshirib chiqish va quyidagilarni aniqlash zarur:



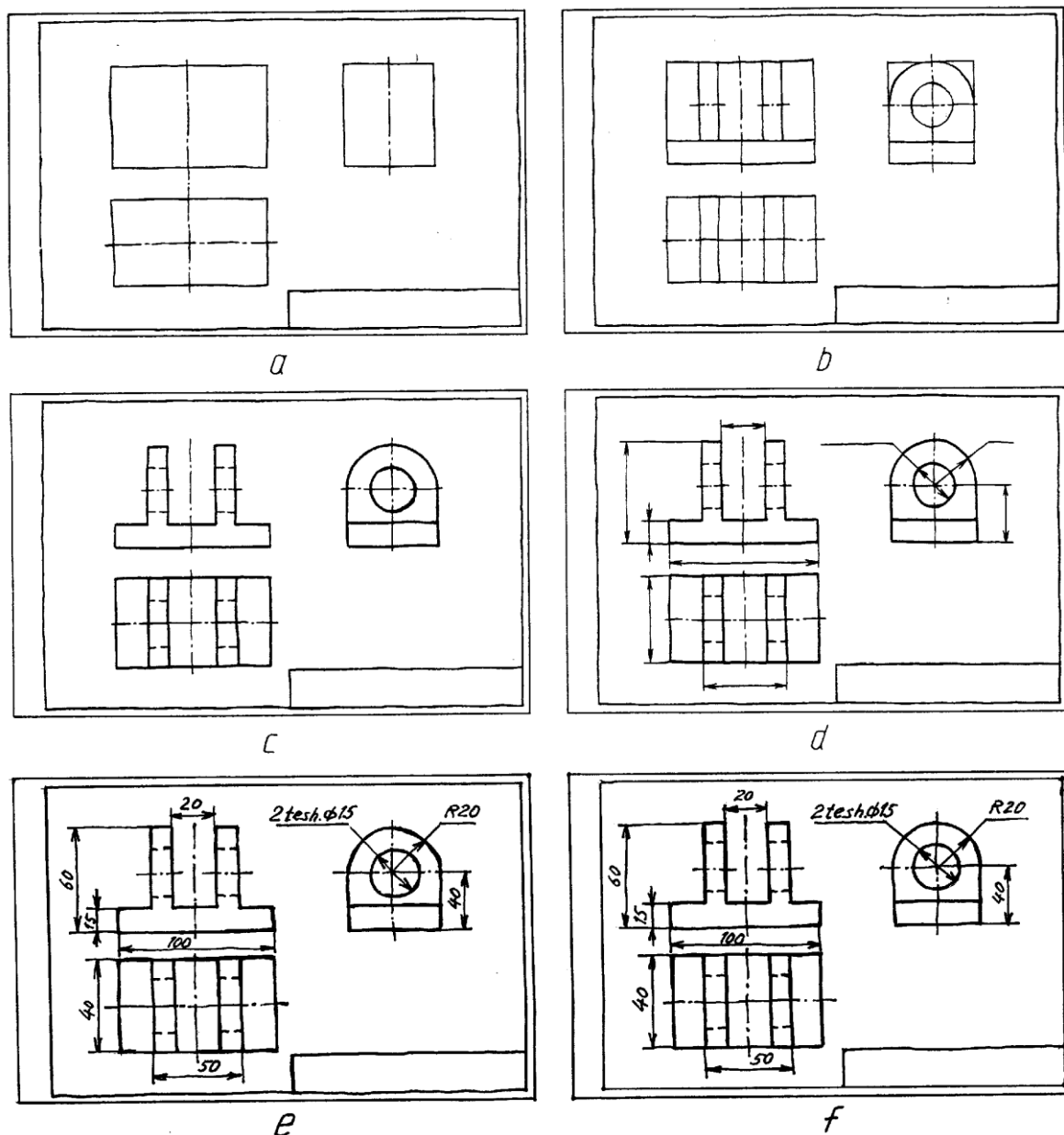
415–rasm

a) detalning nomi va uning mexanizmdagi vazifasi, qanday materialdan yasalganligi aniqlanadi;

b) detalning geometriyasi, ya`ni uning elementlari qanday geometrik sirtlardan tuzilganligiga aniqlanadi. Bu yerda detalning ichki va tashqi tuzilishi diqqat bilan o‘rganiladi. Undagi barcha teshik, chuqurcha, darcha va boshqa turli elementlari aniqlanadi;

c) detalning bosh ko‘rinishi aniqlab olinadi va yana qancha ko‘rinish zarurligi belgilanadi. Detalning bosh ko‘rinishi sinchiklab o‘rganiladi va qanday qirqim, kesim, mahalliy yoki qo‘shumcha ko‘rinishlar qo‘llanilishi aniqlanadi.

Eskiz chizishning o'ziga hos tarkibi mavjud



416- rasm

1. Eskiz chiziladigan format aniqlanadi va uning ramkasi, asosiy yozuvini hamda har bir ko'rinishning joylari ingichka chiziqda belgilab olinadi.
2. Detalning ko'rinadigan konturlari chiziladi.
3. Detalning ichki bo'laklari shtrix chiziqlarda chiziladi.
4. Detalga o'lcham qo'yish chiziqlari chiziladi.
5. Detal o'lchash asboblari yordamida aniq o'lchab chiqiladi va o'lcham sonlari yoziladi.
6. Detalga qirqim beriladi va tayyor qilinadi.

## 12.7. Texnik rasm.

Texnik rasm loyihalash amaliyotida keng qoʻllaniladi. Konstruktor oʻzining yangi fikrini yaqqol qilib ifodalash uchun dastavval uning rasmini chizishi va bunday chizmalar texnik rasm qonun-qoidalariga amal qilgan holda bajariladi.

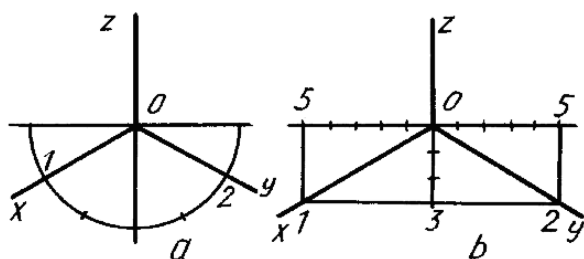
Texnik rasm deb, detalning nisbatini koʻz chamasida saqlagan holda rasmvhiilik asboblari ishlatilmay qoʻlda bajarilgan aksonometrik tasvirga aytiladi.

Buyumning chizmalarini oʻqish jarayonida ham texnik chizmalardan foydalaniladi. Buyum rasmsini tez va oson qiynalmay oʻqish uning texnik rasmini chizish orqali amalga oshiriladi. U orqali buyumning shaklini koʻz oldiga keltirishga yordam beradi va fazoviy tasavvurni rivojlantiradi.

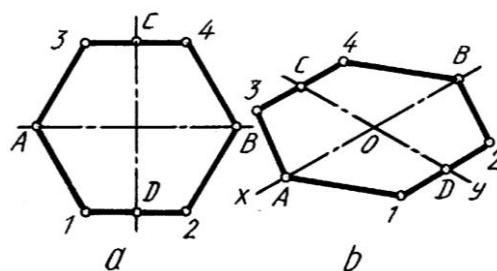
Detalning texnik rasmi koʻpincha izometriya yoki frontal dimetriyada bajariladi.

### 12.7.1. Texnik rasmni izometrik proyeksiya asosida bajarish

Oldin texnik rasm chizish uchun qoʻlda, koʻz bilan chamalab izometriya oʻqlarini oʻtkazish uchun yarim aylana chiziladi va uning yarimi teng uchga boʻlib olinadi (417–rasm, a) va 1 hamda 2 nuqtalar O bilan tutashtiriladi. Yoki O dan ikki tomonga beshtadan bir xil boʻlak oʻlchab qoʻyiladi va oxirgi nuqtadan pastga uchtdan boʻlak qoʻyilib, 1 va 2 nuqta O bilan birlashtiriladi (417–rasm, b).



417-rasm



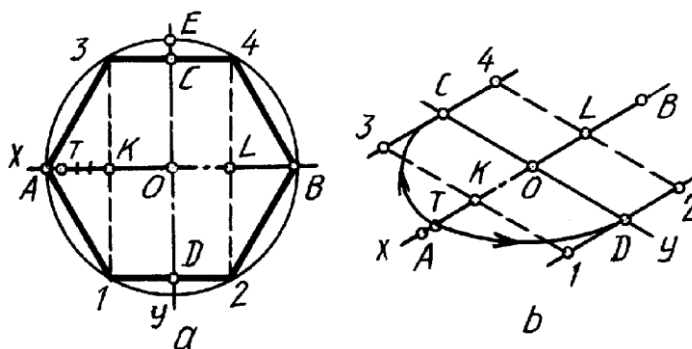
418-rasm

Muntazam oltiburchakni chizish uchun x va y oʻqlari chizib olinadi va x oʻqqa  $OA=OB$ , y oʻqqa  $OC=OD$  kesmalar olib oʻtiladi, C va D lardan x ga parallel chizilib, ularga  $D1=D2$  va  $C3=C4$  masofalar olib oʻtiladi. Aniqlangan nuqtalar oʻzaro tutshtiriladi (418- rasm, a,b).

Muntazam oltiburchakni proyeksiyasiz toʻgʻridan-toʻgʻri chizish uchun (419–rasm, a, b, c) x oʻqqa O dan ikki tomonga  $OK=OL=AK=BL$ , yaʼni ikkitadan

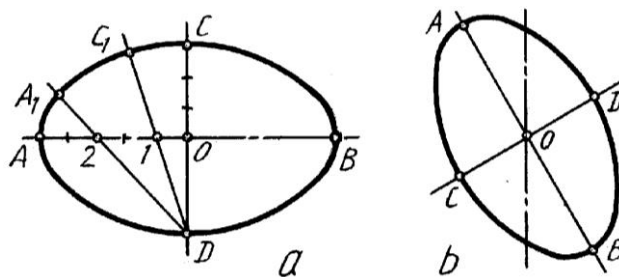


bo‘lak qo‘yiladi. AK to‘rtga bo‘linib OT masofa y o‘qqa ikki tomonlama olib o‘tiladi. C va D lardan x o‘qqa parallel chizilib, K va L nuqtalardan y o‘qqa parallel o‘tkazilgan shtrix chiziqlarda 1, 2 va 3, 4 nuqtalar belgilanadi (419- rasm, b).



419-rasm

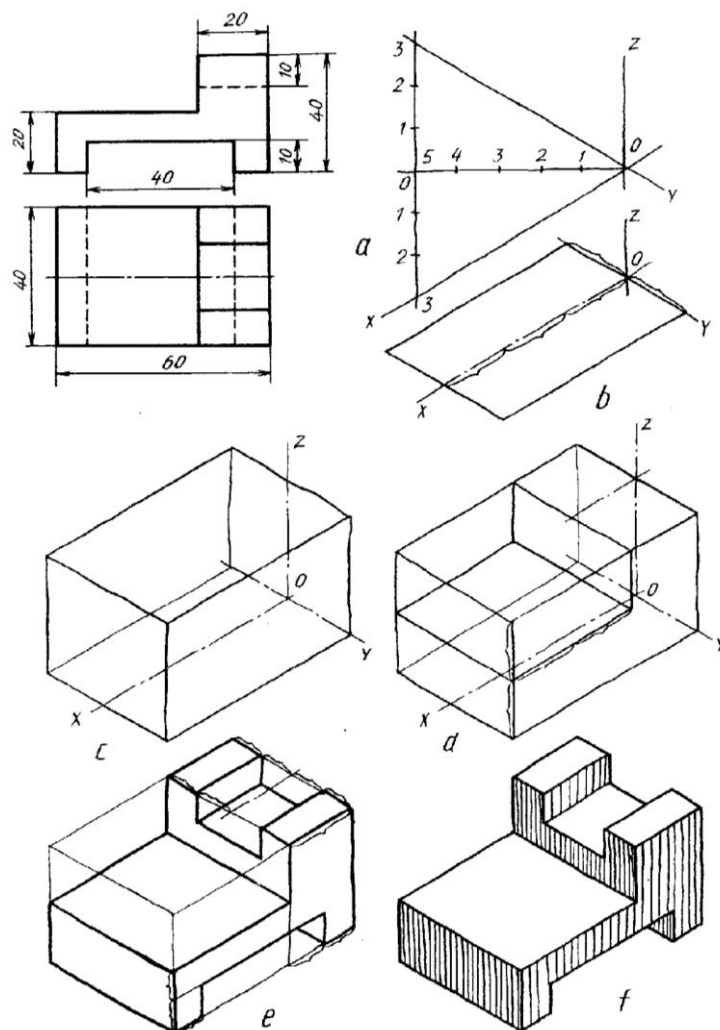
Aylanani ellips ko‘rinishida chizish uchun o‘zaro perpendikulyar AB va CD chiziqlar chiziladi va ularga O dan o‘ng va chap tomonlariga beshtadanbir xil bo‘laklar, O dan pastga va yuqoriga uchtadan bo‘laklar qo‘yib chiziladi. 1 va 2 nuqtadan D bilan tutashtirilib davomiga  $1C_1=OC$ ,  $2A_1=2A$  masofalar olib o‘tiladi va A,  $A_1$ ,  $C_1$ , C nuqtalar ravon tutashtiriladi. Shu tartibda ellipsning qolgan qismlari chiziladi (420–rasm, a). Ellipslarni V va W da chizish bayon etilgan usulda bajariladi (420–rasm, b).



420- rasm

Detalning texnik sasm berilgan ko‘rinishlari bo‘yicha bajarish tartibi 421- rasm, a, b, c, d, e, f larda batafsil ko‘rsatildi.

Texnik chizmalarni millimetrlangan yoki kataklangan qog‘ozga chizish ham mumkin. Shunda texnik rasmni chizish ancha osonlashadi.



421–rasm

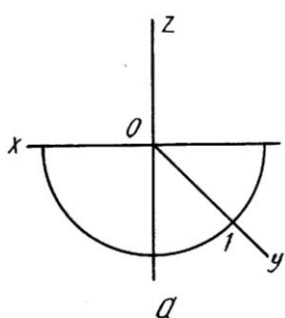
### 12.7.2. Texnik rasmni frontal dimetriya asosida bajarish

Bu yerda  $y$  o'qni  $45^\circ$  burchak chizish uchun yarim aylana qo'lda, ko'zda chamalab chizilgandan keyin uning yarimisi teng ikkiga bo'lib olinadi hamda 1 nuqta  $O$  bilan tutashtiriladi. Shunda frontal dimetriya o'qlari hosil bo'ladi (352–rasm, a).

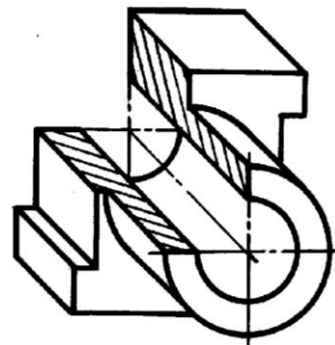
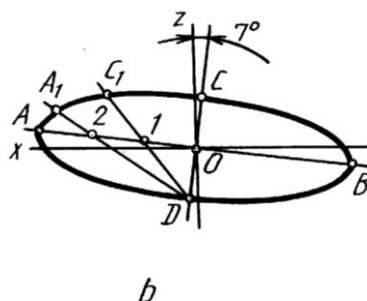
Aylana  $V$  da o'z kattaligida, ya'ni aylanaligicha tasvirlanadi. Qolgan  $H$  va  $W$  lardan bir xil ko'rinish va kattalikdagi qisiroq ellips ko'rinishida bajariladi.  $H$  da chizilishi lozim bo'lgan ellipsni bajarish ko'rsatilgan.  $Z$  o'qqa nisbatan  $7^\circ$  burchakda ellipsning kichik o'qi o'tkazilib, unga perpendikulyar qilib katta o'qi o'tkaziladi.  $O$  dan kichik o'qqa bir bo'lagdan, katta o'qa 3 bo'laklardan bir xil kattalikdagi bo'laklar o'lchab qo'yiladi. 1 va 2 nuqtalar  $O$  bilan birlashtirilib, ularning davomiga  $1C_1=OC$ ,  $2A_1=2A$  masofalar olib o'tiladi hamda  $A$ ,  $A_1$ ,  $C_1$ ,  $C$

shu tartibda bajariladi (422-rasm, b). Bunday ellips  $W$  da ko'rsatilgan tartibda chiziladi.

Detalning texnik rasmini frontal dimetriyada bajarilishi misol tariqasida 423-rasmda berildi. Bu yerda  $z$  o'qi  $y$  o'qqa almashtirilgan.



422- rasm

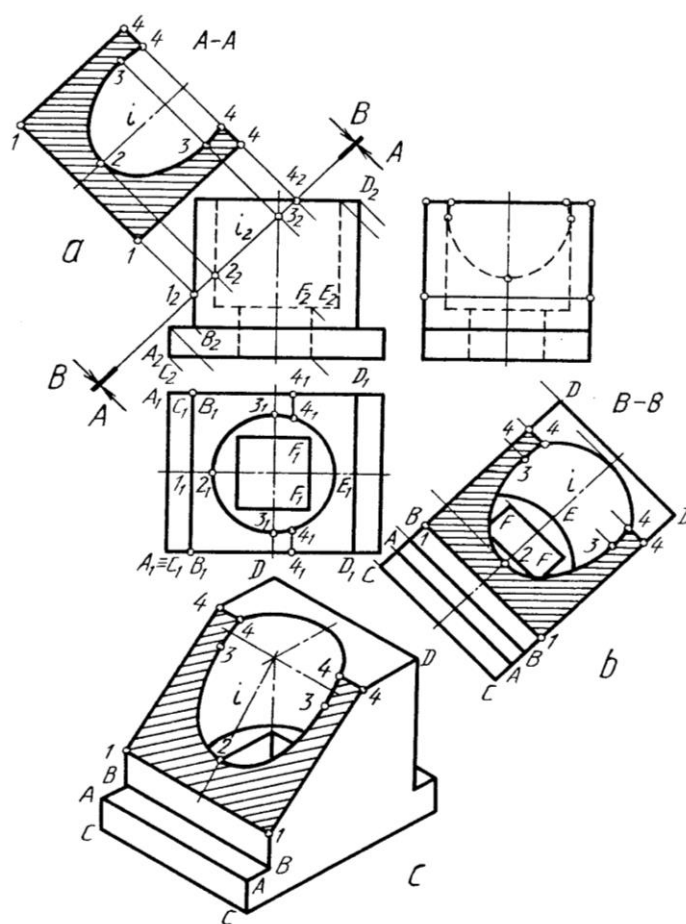


423- rasm

### 12.8. Detal ish chizmasida og'ma qirqim bajarish

Detalni proektsiyalar tekisliklariga nisbatan qiya vaziyatdagi tekislik bilan kesganda og'ma kesim yoki qirqim hosil bo'ladi. Tekislik kesib o'tgan joyining o'zi **chizmada** tasvirlansa og'ma kesim, kesimning orqa tomonidagi detal qismlari ham qo'shib tasvirlansa, og'ma qirqim hosil bo'ladi.

424-rasm, *a* dagi A–A ko'rinish og'ma kesimga, 424-rasm, *b* dagi B–B ko'rinish og'ma qirqimga misol bo'la oladi. Og'ma kesim yuzasi o'zining haqiqiy kattaligida tasvirlanadi va uni yasash uchun A–A tekislik kesib o'tgan detal ko'rinishdagi  $1_2, 2_2, 3_2, 4_2, 5_2$  nuqtalar belgilanadi va bu nuqtalarning ustdan hamda yondan ko'rinishlaridagi o'rinlari aniqlanib qiya kesim proektsiyalari belgilanadi. Og'ma kesimning haqiqiy kattaligini yasash uchun  $1_2, \dots, 5_2$  nuqtalardan tekislik izi A–A ga perpendikulyar yordamchi chiziqlar o'tkaziladi. A–A ga parallel qilib o'q chiziq  $i$  o'tkaziladi va unga nisbatan detalning yon yoki ustidan ko'rinishlarida kesim nuqtalari mos holda o'lchab qo'yiladi. Bu nuqtalarni birlashtirib chiqish natijasida og'ma kesimning haqiqiy kattaligi yasaladi (424-rasm, *a*).



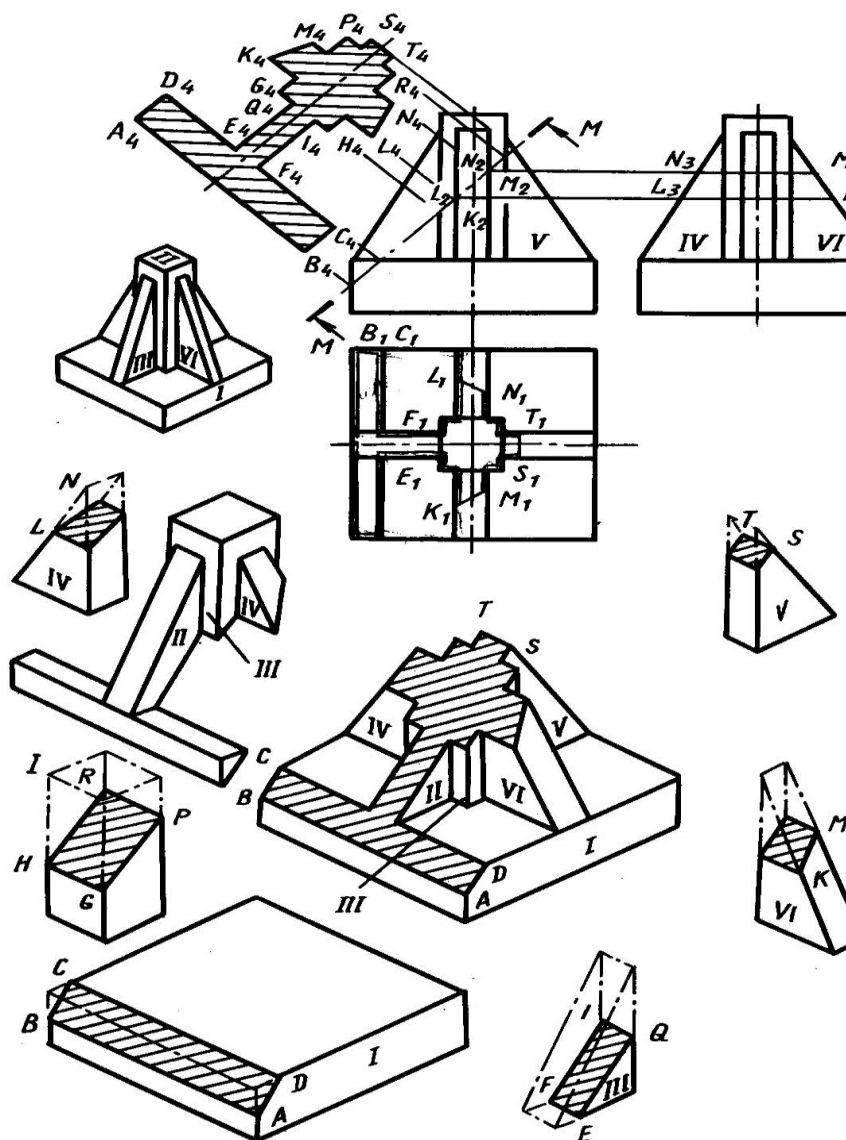
424-rasm

B-B qirqimdagi kesim yuzasi ham A-A ga oʻxshab yasaladi. Bu kesimni ogʻma qirqimga aylantirish uchun B-B tekislik orqasidagi detal qismlarining koʻrinadigan kontur chiziqlari kesim yuzasining haqiqiy kattaligiga qoʻshib chiziladi. Buning uchun B-B tekislikka nisbatan perpendikulyar vaziyatda qaralganda detal konturining tashqi nuqtalari  $A_2$ ,  $V_2$ ,  $S_2$ ,  $D_2$  va ichki kontur nuqtalari  $E_2$ ,  $F_2$  koʻrinadi. Shuning uchun bu nuqtalardan B-B ga perpendikulyar yordamchi chiziqlar oʻtkaziladi va bu chiziq-larga detalning yon koʻrinishidan mos holda kerakli nuqtalar olib oʻtiladi. Natijada ogʻma qirqim hosil boʻladi (424-rasm, b).

Detailning ogʻma qirqimdan keyingi qolgan qismini yaqqol tasvirda yasash uchun oldin detalning yaxlit holatini izometriyada chizib olinadi. Yaqqol tasvirda kesuvchi tekislikning simmetriya oʻqi  $i$  aniqlanadi.  $i$  oʻqqa ogʻma qirqimdagi  $i_2$  da joylashagan kesim yuzasi konturi nuqtalari olib oʻtiladi. Hosil qilingan nuqtalar yordamida ogʻma qirqim yaqqol tasvirda yasaladi (424-rasm, c).

Ogʻma tekislik bilan qirqilgan detalning aksonometrik proektsiyasini

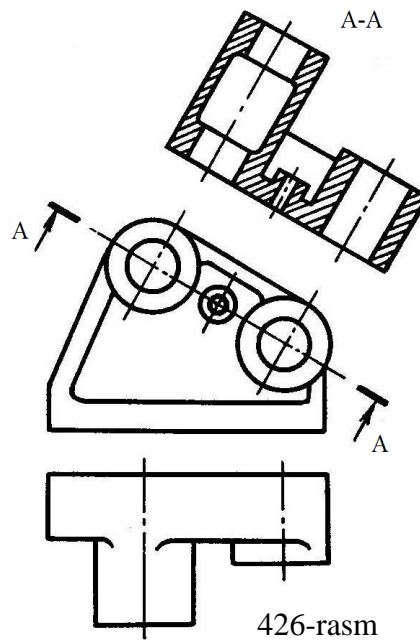
bajarish. Detal ko‘rinishida og‘ma tekislik orqali hosil qilingan kesim konturiga tasvirlansa, og‘ma kesim hosil bo‘ladi (425-rasm).



425-rasm

Kesim yuzasi bilan uning orqa tomonidagi detal qismi qo‘shib tasvirlansa, og‘ma kesim hosil bo‘ladi (426-rasm).

Bunda qiya kesim va qirqim o‘z kattaligida tasvirlanadi.

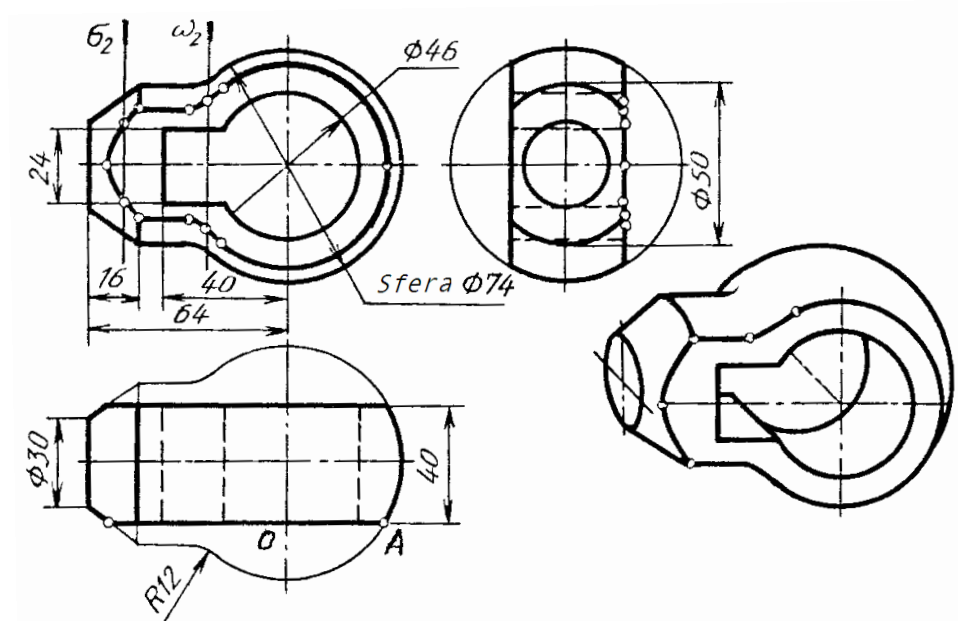


### 12.9. Detal chizmasida tekis qirqim chizig'ini bajarish

Texnikada tadbiiq qilinadigan ba'zi detallarning biror qismi ishlatiladigan joyning talabiga binoan tekis qirqilgan bo'ladi. Bunday joylar bolt kallagida, shpindelning chambarak kiydiriladigan qismida, tsilindrik detallarning liskalarida ko'plab uchrab turadi. Tekis qirqim yuzalari shtrixlanmaydi. Tekis qirqimga ega bo'lgan ayrim detallar bilan tanishib chiqamiz.

Detal ko'rinishlari tahlil qilinsa, u sferadan xalqa sirti orqali tsilindrga o'tgan bo'lib, kesik konus bilan yakunlanadi. Unda o'zaro tutash silindrik va prizmatik teshik o'yilgan. Tekis qirqim chizig'ini yasash uchun sirtlarning tekislik bilan kesishuv chiziqlarini yasash usullaridan foydalaniladi. Ma'lumki, sfera har qanday tekislik bilan kesilganda aylana hosil bo'ladi. Shunga ko'ra OA radiusda aylana yoyi chiziladi. Rasmdan ko'rinib turibdiki, tsilindr ikkita yasovchilari orqali kesilgan. Sfera va tsilindrning qirqim chiziqlari xalqa sirtning qirqim chizig'i orqali ulanganadi. Bu chiziqning nuqtalarini  $\omega_2$  tekislik yordamida topiladi. Konus sirtidagi tekis qirqim chiziq nuqtalarini aniqlash bu chiziqning qaytish nuqtasini aniqlashdan boshlanadi. Oraliq nuqtalar  $\sigma_2$  tekislik yordamida topiladi (357-rasm).

Detaldagi tekis qirqim chiziqlarini yaqqol tasvirda yasash uchun uning simmetriya o'qidan foydalaniladi. Barcha yasashlar rasmdan ma'lum.



427-rasm

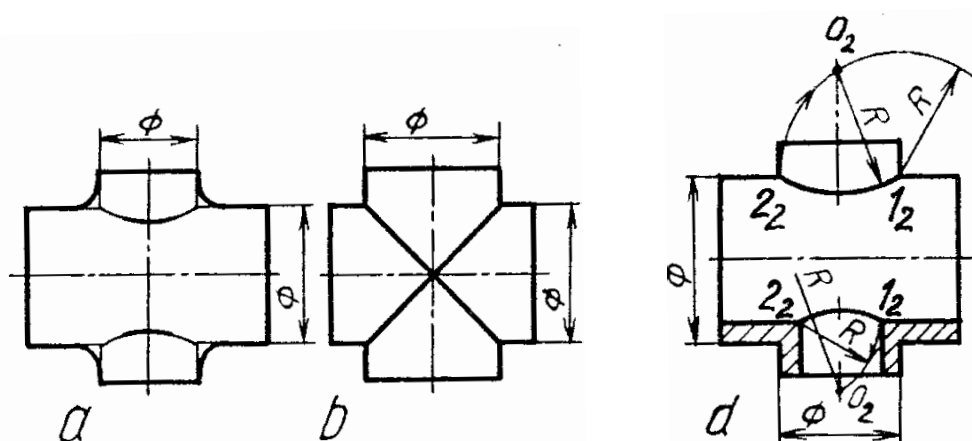
### 12.10. Detal sirtlarini kesishuv chizig‘i

Baʼzi texnik detallardagi sirtlar oʻzaro kesishib, oʻtish chiziqlarini hosil qiladi. Bunday chiziqlarni detal koʻrinishlarida yasash uchun, oldin ularning shartli tasvirlanishi oʻrganib chiqiladi. Detaldagi aylanish sirtlari ravon oʻtish joylari hosil qilsa, bu joylar ingichka tutash chiziqlar orqali belgilanadi (358-rasm, a). Bunday oʻtish chiziqlarini chizmalarda yasash uchun, oldin detal elementlari tutashgan joyda aylanish sirtlari yoʻq deb qaraladi va sirtlar ingichka chiziqlarda oʻzaro esishguncha davom ettiriladi hamda ularning kesishish chizig‘i yasaladi.

Diametrlari teng boʻlgan silindrlar oʻzaro kesishganda, kesishgan chiziqlar ellipslar boʻlib, ular rasmda toʻgʻri chiziqlar koʻrinishida (358-rasm, b), oʻtish chizig‘ini yasashni osonlashtirish maqsadida u aylana yoyi bilan almashtiriladi. Buning uchun teshik diametri 12 -22 radiusda 12 yoki 22 nuqtadan yoy chiziladi va teshik oʻqi bilan kesishtiriladi. (428-rasm, d). Hosil boʻlgan O2 nuqta orqali 12 22 nuqtalar tsirkulda tutashtiriladi.

Detal chizmalarini chizishda koʻpincha uni tashkil qilgan sirtlarning oʻzaro kesishish chizig‘ini yasashga toʻgʻri keladi. Agar chiziqning shakli oldindan maʼlum boʻlsa, kesishish chizig‘ini yasash ancha osonlashadi. Kesishish chizig‘ini

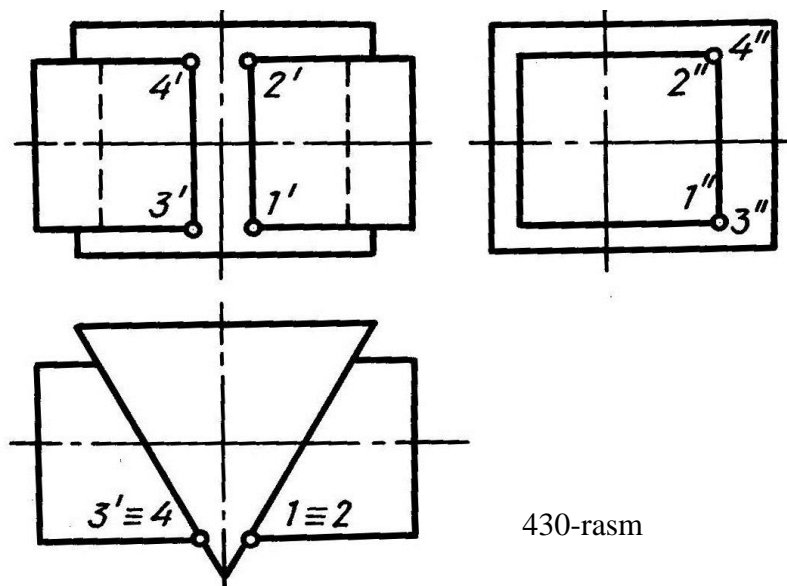
yasashda yordamchi kesuvchi tekisliklar yoki sirtlardan foydalaniladi. Yordamchi tekisliklar sirtlarini to'g'ri chiziq yoki aylanalar bo'yicha kesadigan qilib tanlab olinadi. Yordamchi qilib odatda xususiy xoldagi tekisliklardan foydalaniladi. Aylanish sirtlarining kesishuv chizig'ini yasashda kesuvchi sferalar ishlatiladi. Kesish chizig'larini yasashda eng avvalo tayanch nuqtalar topilib, so'ngra oraliq nuqtalar aniqlanadi. Ular qanchalik ko'p belgilansa, kesishish chizig'i shunchalik aniq yasaladi. O'zaro yoki aylanish sirtlari, shuningdek aylanish sirti bilan qirrali sirtlar kesishishi mumkin.



428-rasm

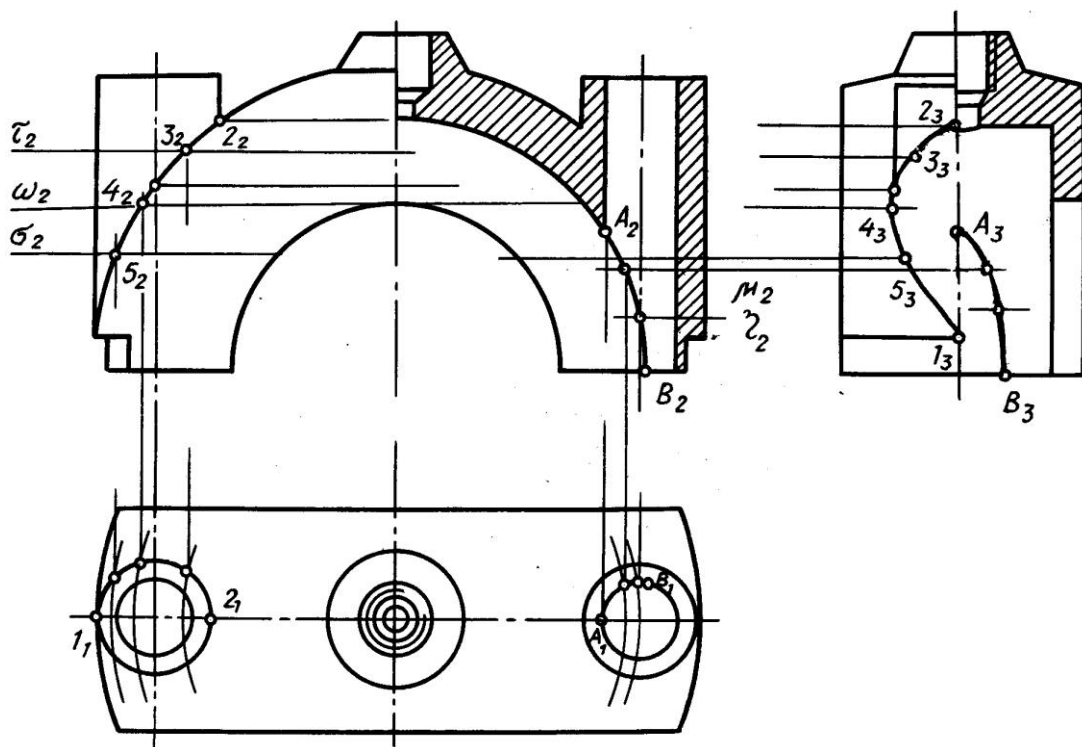
Qirrali sirtlarning o'zaro kesishishi 429-rasmda va aylanish sirtlarining kesishishi esa 430-rasmda ko'rsatilgan.

Topilishi kerak bo'lgan ichki kesishish chizig'i ham shu usulda topiladi.



430-rasm



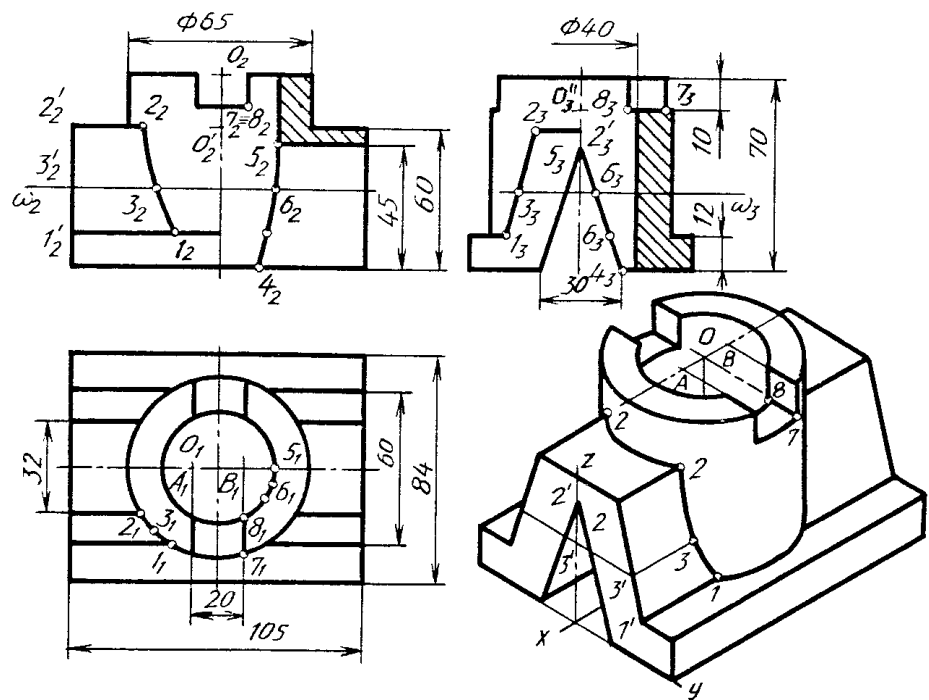


430-rasm.

### 12.10.1. Detal sirtlarining kesishuv chizig'ini aksonometrik proeksiyasini bajarish

Detalning ko'rinishlari va uning yaqqol tasvirida o'tish chiziqlari yasalsin (431-rasm).

Detal ko'rinishlari tahlil qilinsa, uning asosi paralelepipeddan iborat bo'lib, uning ustki asosining markaziga tsilindr o'rnatilgan, silindrning ikki yonida prizma bo'lib, bu prizma silindr bilan o'tish chizig'i hosil qiladi. Silindrik teshik bilan uch yoqli prizma kesishgan va silindr yuqori asosidan pastga qarab ariqcha o'yilgan. O'tish chiziqlarini yasash uchun prizma ostki qirrasining tsilindr asosi bilan kesishayotgan joyi  $1_1$  belgilanib, u orqali  $1_2$  topiladi. Prizma ustki qirrasining silindr bilan kesishayotgan erida  $2_1$  belgilanib,  $2_2$  aniqlanadi va ularning oralig'ida yordamchi kesuvchi tekisliklar o'tkazilsa, bu tekislik yon ko'rinishida  $7_3$  nuqta orqali prizmani kesib o'tadi. Shu nuqtaning ustdan ko'rinishi  $3_1$  aniqlanib, u orqali  $3_2$  topiladi.



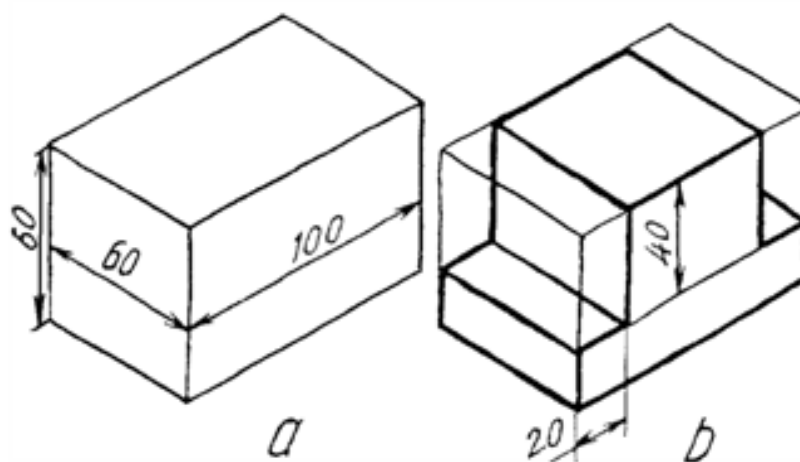
431-rasm

Silindrik teshikning prizma bilan kesishayotgan chizig'ini aniqlashda prizmaning ustdan ko'inishi ko'rinmas shtrix chiziqda tasvirlanadi. Keyin kesishi chizig'i yasaladi. Silindrdagi ariqcha orqali hosil bo'layotgan kesishish chiziqlariga ahamiyat berilsa, ular silindr yasovchilari orqali hosil bo'lmoqda. Shuning uchun u erdagi  $7_3$  va  $8_3$  nuqtalarni  $7_1$  va  $8_1$  nuqtalar orqali aniqlanadi.

Detalning izometrik proeksiyasi chizilgandan keyin, sirtlarning o'zaro kesishish chizig'ini aniqlash uchun tsilindr ostki asosining prizma qirrasida bilan kesishayotgan joyida 1 nuqta belgilanadi. Prizmaning ustki yoq tekisligida 2 2 egri chiziq  $O^I$  markazdan chizilgan ellips qismi hisoblanadi. 3 nuqtani aniqlashda  $2^1_2$   $3^1_2$  masofa  $z$  o'qiga olib o'tiladi va u o'qqa parallel chizib, prizma qirrasida  $3^1$  topiladi.  $3^1$  dan  $x$  o'qqa parallel chizib, unga  $3^1_2$   $3_2$  masofa o'lchab qo'yiladi. TSilindrik teshik bilan uch yoqli prizmaning o'zaro kesishish chizig'i yaqqol tasvirda ko'rinmaydi. Silindrdagi ariqchaning kengligi  $A$  va  $V$  nuqtalar yordamida aniqlanadi. Ulardan  $u$  o'qiga parallel chizilgan chiziqlar ikkala ellipsni kesib o'tadi. Kesishgan nuqtalardan tsilindr yasovchilari chizilsa, ular  $O^{II}$  markazdan chizilgan ellipsni kesib ariqchani hosil qiladi.

## 12.11. Nazariy chizmani tuzish va o'qish

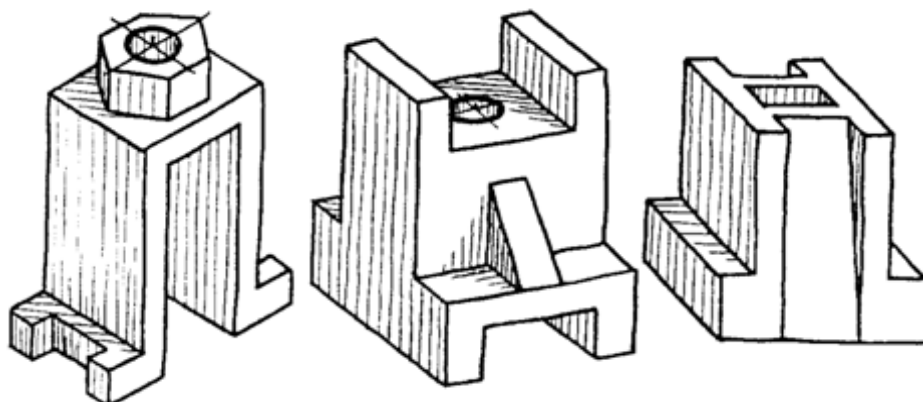
**Yozma tafsif asosida detalning yaqqol tasvirini qurish.** Detalning umumiy shakli to'g'ri to'rtburchakli prizma bo'lib, uning balandligi 60 mm, uzunligi 100 mm, eni (kengligi) 60 mm dan iborat (432-rasm, *a*). Prizmaning ikki yon tomonidan eni 20 mm, balandligi 40 mm li qilib qirqib olingan (432-rasm, *b*). Prizmaning o'rtasida radiusi 20 mm li yarim tsilindrik o'yiqlik mavjud bo'lib, uning o'qi V ga perpendikulyar. Detalning ikki yon tokchasida detal chekkasidan eni 14 mm. Detalning texnik rasmi izometriya asosida chizildi.



432-rasm

### 12.11.1. Yaqqol tasviri berilgan modelga tafsif yozish

Modellarning asliga qarab uning texnik rasmini izometriyada, detalning ikkita ko'rinishiga binoan uning texnik rasmi to'g'ri burchakli dimetriyada bajarilib, yozma tavsif yozish va uning texnik rasmi qiyshiq burchakli dimetriyada chizish tanlangan (433-rasm).



433-rasm

1. Model asosi to'g'ri to'rtburchakli kirillcha «П» shaklidagi prizmadan iborat bo'lib, uning ustki tomonining o'rtasida olti yoqli muntazam prizma joylashgan. Prizma o'rtasidagi o'q bo'yicha silindrik teshik bor. Asosidagi plastinkaning ikki yon tomonida to'g'ri to'rtburchakli o'yiqlik bor. Shu modelning texnik rasmi izometrik proeksiya asosida chizildi (433-rasm).

2. Detalning ikkita ko'rinishi diqqat bilan o'rganilsa, u asosan to'g'ri to'rtburchakli prizmadan iborat. Uning ostki va ustki tomonlarida chuqurligi 5 mm li ariqchalar bor. Old va orqa tomonlaridan ariqcha asosiga 4 mm qolguncha qirqilgan bo'lib, shu qirqilgan tomonlarida bittadan qovurg'alari bor. Detal o'rtasida vertikal tsilindrik teshik bor. Shu detalning umumiy ko'rinishi to'g'ri to'rtburchakli prizma kabi to'g'ri burchakli dimetriyada chiziladi va ikki yon tomonidagi qirqib olingan joy ostki va ustki asosidagi ariqchalari chizib chiqiladi.

3. Detalning yozma tafsifiga ko'ra u asosan to'g'ri to'rtburchakli prizmadan iborat bo'lib, oldi va orqa tomonlarida tokchalari, chap va o'ng tomonlarida og'ma qilib yuqoridan pastga tomon qirqib olingan ariqchalari bor. Detal o'rtasida vertikal kvadrat teshigi bo'lib, uning texnik rasmi qiyshiq burchakli dimetriyada chizildi.

### **12.12. Detallar loyihalash ishlarining mazmuni**

Ilmiy-texnika taraqqiyotining hozirgi zamon talablariga mos keladigan shaxsni kamol toptirish, ularda «grafik savodxonlik» ni va ijodkorlikni tarbiyalash hamda yaxshilash bugungi va ertangi kunning dolzarb muammolaridan biri b'lib qoldi.

Loyihalash bilan bog'liq b'lgan har qanday moslama ijodiy fikrlash ya'ni yangilik yaratish bilan bog'liq b'ladi. Ijod deganda ma'lum vaqtda va vaziyatda zarur va foydali yangilik yaratish tushuniladi. Umuman olganda ma'lum narsani ijod mahsuli deyish mumkin, o'z navbatida yangilik deyilganda, ilgari shunday shaklda b'lmagan, ayni vaqtda tarkibida ilgari ma'lum b'lmagan element kiritilgan texnik fikrlash mahsuloti tushuniladi.

Yangilik obyektiv va subektiv bo'lishi mumkin.

Ob`ektiv yangilik shu paytgacha o`ziga o`xshashi mavjud b`lmagan yangilikdir.

Sub`ektiv yangilik - bu aslida mavjud, lekin ayni vaqtda u yaratuvchi uchungina yangilik hisoblangan yangilikdir.

Loyihalash masalalari deyilganda u yoki bu detalning, moslamaning, mashina hamda inshooatlarning shaklan va mazmunan o`zgarishi nazarda tutiladi. Bu o`zgarishda detallar, mexanizmlar, moslama va mashinalar tarkibiga YAngi konstruktiv elementlar kiritish; qismlarini rekonstruksiyalash, oldingisidan unumli, arzon va qulaylikka egaligini ta`minlaydigan turini barpo qilish talab qilinadi.

Moslamani qayta loyihalash uchun nazarda tutilgan asosiy masala nimada ekanligini, uning natijasi oldingisidan yaxshiroq, unumli ekanligi Bilan takomillashtiriladi.

Yangi g`oya shu moslamaning ish funktsiyasiga asoslanadi. Ishlash printsiplari yutuq va kamchiliklarga muvofiq moslamaning yangi g`oya Bilan takomillashgan varianti o`ylab topiladi. Bu o`z-o`zidan ma`lumki, natija bir xil emas, aksincha turli xil bo`lishi mumkin.

Loyihalash amalda grafik savodxonlik, texnologik bilimlar, konstruksiyalash malakalariga tayanadi. Yangi loyiha dastlab fikran yaratilib, uning rasmi konstruktorning g`oyasini ifodalovchi vosita bo`lib hizmat qiladi. YAngi buyumning obrazini fikran miyada yaratib, uni ong orqali grafik tasvirlash usuli bilan bera olishdir. Loyihalash jarayonidagi loyihachilik faoliyatining muvaffaqiyatli tomoni ham ana shundadir.

Insonning yaratuvchilik faoliyatida grafik tasvir o`zaro bog`langan ikki vazifani bajaradi. Birinchidan, rasm fikrlashning o`ziga xos quroli, ikkinchidan fikr(g`oya)ni beruvchi vositadir.

Shuning uchun ham loyihachilik faoliyatida asosan grafik jihatlarni ajratib o`rganamiz.

Bu jarayonni amalga oshirishda mashina detallarining shakli, og'irligi va o'lchamlarining o'zgarishi tabiiy. Loyihalash jarayoni quyidagi bosqichlardan iborat:

- Birinchi boqich – tayyorgarlik bosqichi bo'lib, unda texnik ehtiyojlar aniqlanadi;
- Ikkinchi fikrlash bosqichida - shu sohadagi ilmiy axborotlar tahlil qilinib masalani echish bosqichlarida echish vositalari va variantlari tanlanadi;
- Uchinchi, izlanish bosqichida - tug'ilgan g'oyalar solishtirilib chiqiladi, hamda ulardan eng maqbuli tanlab olinadi;
- To'rtinchi, amalga oshirish bosqichida - loyiha axborotlarning grafik vosita bilan rasmiylashtiriladi, hamda echim tekshirilib chiqiladi;

Yangi konstruktsiyani joriy qilish yoki amaldagisi modernizatsiyalanganda turli texnik ishlab chiqarish, texnologik, iqtisodiy va shunga o'xshash talablar bajariladi. Bu talablar quyidagicha:

- amaldagi konstruktsiyani soddalashtirish;
- materiallarning mustaxkamlik xususiyatlaridan to'liq foydalanish;
- buyumga ishlov berishda chiqindilarni kamaytirish maqsadida detalning shaklini to'g'ri tanlash hamda chiqindisiz texnologiyani ishlab chiqish;
- pardoqlash ishlarida qo'l mehnatini kamaytirish;
- materialni tejash;
- detallarni xizmat muddatini oshirish;

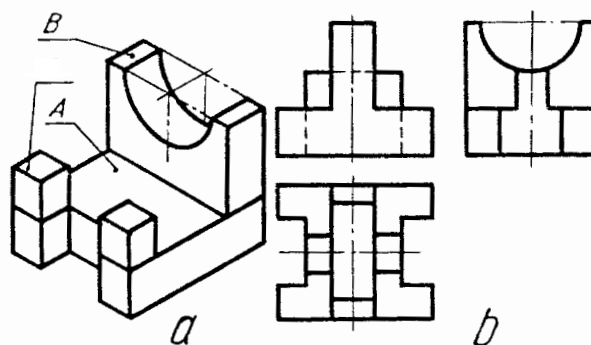
Loyihalashga oid masalalarni echishning boshqalardan farq qiladigan asosiy xususiyati shundan iboratki, ularning echimi ko'p variantli bo'lishiga qaramay, masalaning sharti bo'yicha muayyan texnik-texnologik, iqtisodiy talablarning bajarilishi bilan xarakterlanadi.

### **12.12.1. Detal elementlarini surish va burish asosida ularni qayta loyihalash**

Detal A, B, C bo'laklardan - elementlardan tashkil topgan bo'lib, uning B bo'lagi asosi A ning o'rtasiga, C bo'laklari B ning ikkala tomoniga tayanch

vazifasini o‘taydigan vaziyatga fikran surilsin va ko‘rinishlari chizilsin (434-rasm, *a*).

Detal asosi A chizib olinadi va uning o‘rtasiga B bo‘lak chiziladi. Keyin C bo‘laklari B ning ikkala tomoniga chizib chiqiladi (434-rasm,*b*). Detal bir butun deb qaraladi va bo‘laklari orasidagi chiziqlar o‘chirib tashlanadi.



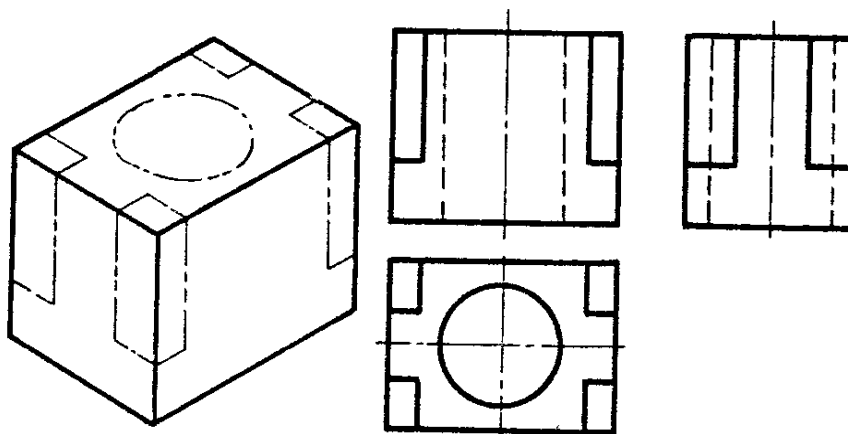
434-rasm

Detalning B bo‘lagini A ga nisbatan ko‘ndalang qo‘ymasdan  $90^{\circ}$  burchakka burib joylashtirsa ham bo‘ladi.

### 12.12.2. O‘yib olish orqali detal loyihalash

**Shartga binoan o‘yish orqali detal xosil qilish.** Detal shakliga o‘zgartirish kiritish deganda, uning bo‘rtib turgan qismlarini o‘shanday shakldagi chuqurchaga almashtirish tushuniladi.

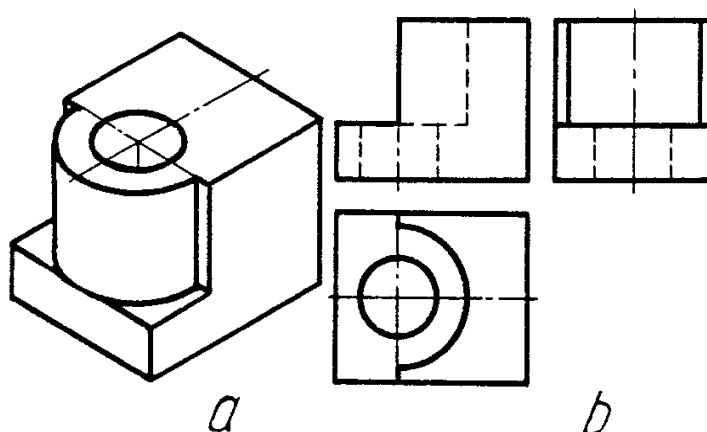
Misol. Detal xomaki tanasidagi belgilangan chiziqlar bo‘yicha ortiqcha qismlari olib tashlansin va uning ko‘rinishlari chizilsin.



435-rasm.

Detalning xomaki tanasi uchta ko‘rinishda chizib olinadi va uning belgilangan chiziqlar ko‘rsatilgan joylari fikran qirqib olinadi. SHunda detalning o‘rtasida tsilindrik teshik, to‘rtta burchagi qirqib olingandan keyin esa, detalning ikki tomonida prizmatik bo‘rtmalar hosil bo‘ladi.

Misol. Detalning yarim silindrik bo‘rtmasi shu o‘lchamdagi yarim silindrik o‘yiqqa almashtirilsin (436-rasm, a).



436-rasm

Detalning chap qismidagi yarim silindrik bo‘rtmani uning o‘ng qismidagi yarim silindrik o‘yiqqa almashtirsa bo‘ladi. Bu masalani ikkita variantda yechsa bo‘ladi.

1. Yarim silindr butun tsilindr qilib chiziladi va berilgan yarim silindr qismi olib tashlanadi. (436-rasm,*b*).

### 12.13. Detallarning yoyilmasi hamda modelini yasash

Detalning rasmsiga muvofiq uning modelini yupqa materialdan yasash uchun uning sirtini tekislikka yoyishga to‘g‘ri keladi. Detalni tashkil qiluvchi barcha sirtlar, ularning joylashishiga qarab, yoyilmalari alohida yoki qo‘shib chiziladi. So‘ngra ularning modellari shu yoyilmalar asosida yasaladi. Oddiy geometrik sirtlarni tekislikka yoyish ushbu qo‘llanmada tushirib qoldirildi. Bu erda texnik detallarning ko‘rinishlari bo‘yicha ularning yoyilmalarini chizib, ular asosida modellarini yasash bilan tanishiladi.



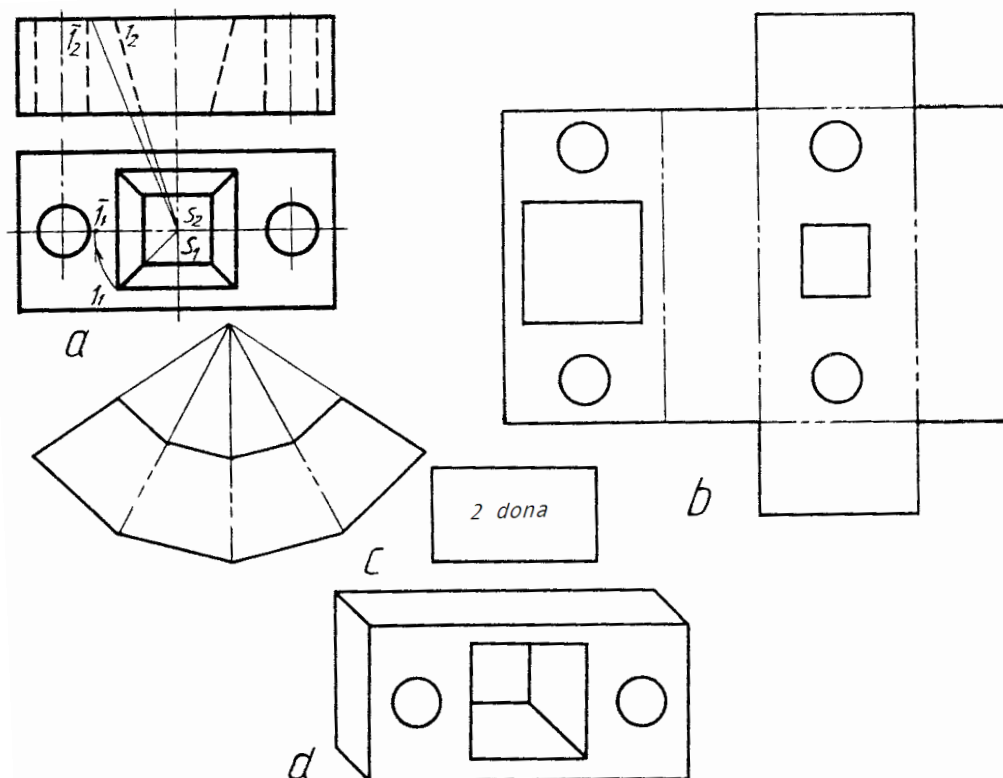
Misol. Matritsa deb nomlangan detalning ko‘rinishlari asosida uning yoyilmasi va modeli bajarilsin (367- rasm, *a*).

1. Detalning ostki asosi chiziladi va uning to‘rt tomoniga yon yoqlari hamda detalning ustki asosi qo‘shib chiziladi (367- rasm, *b*).

2. Matritsaning piramidasimon va silindrik teshiklarining yoyilmalari chiziladi (437- rasm, *c*).

3. Detalning modelini yasashdan oldin yoyilmadagi asos, yon yoqlarini ajratib turadigan chiziqlarga chizg‘ich qo‘yib, ohista qattiqroq narsa bilan eziladi va buklab chiqiladi. Shunda detal qirralari aniq chiqadi. Kerakli joylari elimlab yopishtiriladi.

4. Detal teshiklarining modellari yasaladi va ular asosiy modelga qo‘shib elimlab qo‘yiladi (437- rasm, *d*).



437-rasm

## ILOVA

Mazkur kitobning ilova bo'limida Chizma geometriyada masalalar echishda qo'llaniladigan geometrik o'rinlar Chizma geometriya fanining rivojlanishidagi qisqacha tarixiy ma'lumotlar va darslikda uchraydigan atamalar va tushunchalarga izohli lug'atlar berilgan.

### 1. GEOMETRIK O'RINLAR

Ba'zi bir geometrik masalalarni echish geometrik o'rinlarni qo'llash bilan bajariladi.

Nuqta, to'g'ri chiziq, egri chiziq va sirlarga tegishli bo'lgan pozitsion va metrik masalalar shartlarini qanoatlantiruvchi masalani berilish shartiga geometrik o'rinlar tanlanadi.

**Ta'rif.** Fazodagi elementlarning (nuqta, to'g'ri chiziq, tekislik,) geometrik o'rni deb biror aniq shartlarni qanoatlantiruvchi shu elementlarning to'plamiga aytiladi.

Quyida ba'zi bir geometrik o'rinlarni keltiramiz.

1. Berilgan elementlardan bir xil uzoqlikdagi masofadagi geometrik o'rinlar.

Berilgan  $O$  nuqtadan bir xil  $L$  uzoqlikdagi nuqtalarning geometrik o'rni: tekislikda markazi  $O$  nuqtada bo'lgan va radiusi  $R$  masofasiga teng bo'lgan aylana bo'ladi. Fazoda esa markazi  $O$  nuqtada bo'lgan  $R$  radiusli sfera bo'ladi.

Berilgan ikki  $A$  va  $B$  nuqtalardan bir xil uzoqlikdagi nuqtalarning geometrik o'rni: tekislikda berilgan ikki nuqtani tutashtiruvchi  $AB$  kesmani o'rtasidan o'tuvchi perpendikulyar to'g'ri chiziq bo'ladi. Fazoda esa  $AB$  kesma o'rtasidan o'tuvchi va unga perpendikulyar tekislik bo'ladi.

Bir to'g'ri chiziqda yotmovchi uchta nuqtadan bir xil uzoqlikdagi nuqtaning geometrik o'rni: tekislikda berilgan uch nuqtadan o'tuvchi aylana markazi bo'ladi. Fazoda esa berilgan uch nuqtadan o'tuvchi aylana markazidan o'tib, aylana tekisligiga perpendikulyar bo'lgan hamda nuqtalarni birlashtiruvchi vatarlarini o'rtasidan o'tuvchi ikki tekislikni kesishish chiziq bo'ladi.

Bir tekislikda yotmovchi to'rtta nuqtadan bir xil uzoqlikdagi nuqtalarning geometrik o'rni berilgan nuqtalar yotgan shar sirtining markazi bo'ladi.

Berilgan to'g'ri chiziqdan  $L$  masofadagi nuqtalarning geometrik o'rni bu o'qi berilgan to'g'ri chiziq bo'lgan aylanma silindr sirtining nuqtalari bo'ladi.

Ikki parallel to'g'ri chiziqlardan barobar uzoqlikdagi nuqtalarning geometrik o'rni: tekislikda berilgan to'g'ri chiziqlarni ixtiyoriy ikki nuqtasini tutashtiruvchi kesmalarning o'rtasidan o'tuvchi va berilgan to'g'ri chiziqdarga parallel bo'lgan to'g'ri chiziq bo'ladi.

1.6a. Fazoda berilgan to'g'ri chiziqlarni ixtiyoriy ikki nuqtasini tutashtiruvchi kesmalarning o'rtasidan o'tuvchi va parallel to'g'ri chiziq tekisligiga perpendikulyar bo'lgan tekislik bo'ladi.

Uchta o'zaro parallel to'g'ri chiziqlardan barobar uzoqlikdagi nuqtalarning geometrik o'rni, yasovchilari shu to'g'ri chiziq bo'lgan aylanma silindr sirtining o'qi bo'ladi.

Ikki kesishuvchi to'g'ri chiziqlardan barobar uzoqlikdagi nuqtalarning geometrik o'rni: tekislikda to'g'ri chiziq tashkil qilgan qo'shni burchaklarning perpendikulyar bissektrissalari bo'ladi. Fazoda ikki kesishuvchi to'g'ri chiziq tashkil qilgan qo'shni burchaklar bissektrissalaridan o'tuvchi va to'g'ri chiziq tekisligiga perpendikulyar bo'lgan ikki o'zaro perpendikulyar tekislik bo'ladi.

Bir nuqtada o'zaro kesishuvchi to'g'ri chiziqlardan barobar uzoqlikdagi nuqtalarning geometrik o'rni; uchi berilgan to'g'ri chiziqlarni kesishish nuqtasi bo'lgan aylanma konusning o'qi bo'ladi.

Berilgan tekislikdan barobar masofadagi nuqtalarning geometrik o'rni, bu-ikki o'zaro parallel tekislik bo'lib, ular berilgan tekislikdan berilgan masofada joylashgan bo'ladilar.

Ikki parallel tekisliklardan barobar uzoqlikdagi nuqtalarning geometrik o'rni, bu berilgan tekislikdarga parallel bo'lgan tekislik bo'lib, u berilgan tekisliklarning ixtiyoriy ikki nuqtasini birlashtiruvchi kesmalarning o'rtasidan o'tadi.

Ikki kesishuvchi tekisliklardan barobar uzoqlikdagi nuqtalarning geometrik o'rnini: tekisliklar tashkil qilgan ikki yoqli burchaklarni teng ikkiga bo'luvchi o'zaro perpendikulyar bo'lgan 2 ta tekislik bo'ladi.

$R$  radiusli aylanadan  $L$  masofadagi nuqtalarning geometrik o'rnini  $R < L$  bo'lganda  $R+L$  va  $R > L$  bo'lganda  $R-L$  radiusli konsentrik aylanalar bo'ladi.

$R_1$  Radiusli sferadan masofadagi nuqtalarning geometrik o'rnini  $R_1 < L_1$  bo'lganda  $R_1+L_1$  va  $R_1 > L_1$  bo'lganda,  $R_1-L_1$  radiusli konsentrik sferalar bo'ladi.

Berilgan  $a$  to'g'ri chiziqqa parallel bo'lib, undan  $L$  masofadagi to'g'ri chiziqlarning geometrik o'rnini, o'qi  $a$  to'g'ri chiziq bo'lib va radiusi  $R=L$  bo'lgan aylanma silindrning yasovchilari bo'ladi.

Berilgan  $A$  nuqtadan bir xil  $h$  masofadagi parallel to'g'ri chiziqlarning geometrik o'rnini, radiusi  $R=L$  bo'lgan aylanma silindrning yasovchilari bo'ladi.

Berilgan  $a$  to'g'ri chiziqqa parallel bo'lmagan va undan  $h$  masofadagi to'g'ri chiziqlarning geometrik o'rnini, o'qi  $a$  to'g'ri chiziq bo'lib va radiusi  $R=L$  bo'lgan aylanma silindrga urinma bo'lgan to'g'ri chiziqlar bo'ladi.

Berilgan  $A$  nuqtadan o'tib, berilgan  $a$  to'g'ri chiziqdan  $L$  masofadagi to'g'ri chiziqlarning geometrik o'rnini o'qi  $a$  to'g'ri chiziq bo'lgan radiusi  $R=L$  bo'lgan aylanma silindrga berilgan  $A$  nuqtadan urinib o'tuvchi ikki tekislik bo'ladi.

Berilgan  $R$  tekislikdan  $L$  masofadagi to'g'ri chiziqlarning geometrik o'rnini,  $R$ -dan  $L$  masofada joylashgan ikki o'zaro parallel tekislik bo'ladi.

Berilgan  $O$  nuqtadan bir xil  $L$  masofadagi tekisliklarning geometrik o'rnini, markazi  $O$  nuqtada bo'lgan va radiusi  $R=L$  bo'lgan shar sirtiga urinma tekisliklar to'plami bo'ladi.

Berilgan  $A$  nuqtadan o'tuvchi va biror  $O$  nuqtadan bir xil  $L$  masofadagi tekisliklarning geometrik o'rnini,  $A$  nuqtadan o'tuvchi, markazi  $O$  nuqtada va radiusi  $R=L$  bo'lgan shar sirtiga urinma bo'lgan tekisliklar to'plami bo'ladi.

Berilgan  $a$  to'g'ri chiziqqa parallel va undan bir xil masofadagi tekisliklarning geometrik o'rnini o'qi  $a$  to'g'ri chiziq radiusi  $R=L$  bo'lgan aylanma silindr sirtiga urinuvchi tekisliklar to'plami bo'ladi.

2. Berilgan to'g'ri chiziq va tekislikka bir xil qiyalikdagi to'g'ri chiziq va tekisliklarning geometrik o'rinlari.

Berilgan A nuqtadan o'tib biror  $a$  to'g'ri chiziqqa perpendikulyar bo'lgan to'g'ri chiziqlarning geometrik o'rni to'g'ri chiziqqa perpendikulyar tekislik bo'ladi.

Berilgan A nuqtadan o'tib,  $\ell$  to'g'ri chiziq bilan  $\alpha$  burchak tashkil qiluvchi to'g'ri chiziqlarning geometrik o'rni uchi A nuqtada bo'lgan aylanma konus sirtining yasovchilari to'plami bo'ladi.

Berilgan A nuqtadan o'tuvchi va biror P tekislik bilan  $\alpha$  burchak tashkil qiluvchi to'g'ri chiziqlarning geometrik o'rni o'qi A nuqtadan o'tib P tekislikka perpendikulyar bo'lgan va yasovchilarni P tekislik bilan  $\alpha$  burchak tashkil qilgan aylanma konus sirtining yasovchilar to'plami bo'ladi.

Ikki kesishuvchi to'g'ri chiziqdagi bir xil qiyalikdagi to'g'ri chiziqlarning geometrik o'rni berilgan to'g'ri chiziq tashkil qilgan qo'shni burchaklar bissektisalaridan o'tuvchi va to'g'ri chiziq tekisligiga perpendikulyar bo'lgan ikkita o'zaro perpendikulyar tekisliklar bo'ladi.

Ikki ayqash to'g'ri chiziqdagi bir xil qiyalikdagi to'g'ri chiziqlarning geometrik o'rni ikki o'zaro perpendikulyar tekisliklar bo'ladi.

Ikki kesishuvchi tekislikdagi bir xil qiyalikdagi to'g'ri chiziqlarning geometrik o'rni tekisliklar tashkil qilgan ikki yoqli burchaklarning teng ikkiga bo'luvchi ikkita o'zaro perpendikulyar tekisliklar bo'ladi.

Bir nuqtada kesishuvchi uchta tekislikdagi bir xil qiyalikdagi to'g'ri chiziqlarning geometrik o'rni kesishuv nuqtasidan o'tuvchi har bir juft bissektor tekisliklarning kesishuvidan hosil bo'lgan 4 ta to'g'ri chiziq bo'ladi.

Berilgan A nuqtadan o'tib, berilgan burchak tashkil qiluvchi tekisliklarning geometrik o'rni bu uchi A nuqtada va o'qi to'g'ri chiziq bo'lgan yasovchilari u bilan berilgan burchak hosil qilgan aylanma konus sirtiga urinma tekisliklar to'plami bo'ladi.

Berilgan A nuqtadan o'tib biror P tekislik bilan  $\alpha$  burchak hosil qilgan tekisliklarning geometrik o'rni, uchi A nuqtada o'qi R tekislikka perpendikulyar

bo'lgan va yasovchilari  $P$  ga  $\alpha$  burchakka o'qishgan aylanma konus sirtiga urinma tekisliklar to'plami bo'ladi.

### 3. Geometrik elementlarning boshqa ba'zi bir geometric o'rinlari.

To'g'ri burchakli uchburchakning to'g'ri burchagi uchining geometrik o'rni sfera sirtining nuqtalari bo'lib, uning diametri to'g'ri burchakning gipotenuzasiga teng bo'ladi.

Konus va silindr sirtlariga nisbatan bir xil qiyaligida nuqtalarning Geometrik o'rni bu sirtlarning o'qlari bo'ladi.

Berilgan aylanadan o'tuvchi sferalar markazlarining geometrik o'rni shu aylana markazidan o'tuvchi va aylana tekisligiga perpendikulyar bo'lgan to'g'ri chiziq bo'ladi.

Berilgan  $A$  nuqtadan o'tib, berilgan  $a$  to'g'ri chiziqni kesuvchi to'g'ri chiziqlarning geometrik o'rni tekislik bo'ladi.

Berilgan  $A$  nuqtadan o'tib, berilgan  $P$  tekislikka parallel bo'lgan to'g'ri chiziqning geometrik o'rni  $R$  tekislikka parallel bo'lgan tekislik bo'ladi.

Sfera sirtida berilgan  $A$  nuqtalan o'tib, sirtga urinuvchi to'g'ri chiziqlarning geometrik o'rni shu nuqtada urinma tekislik bo'lib, u sferaning  $A$  nuqtasidagi radiusiga perpendikulyar bo'ladi.

Fazoda berilgan 3 ta, to'g'ri chiziqni kesuvchi to'g'ri chiziqlarning geometrik o'rni bir kovakli elliptik yoki aylanma giperboloidning to'g'ri chizikli yasovchilari bo'ladi. Bunda berilgan to'g'ri chiziqlar sirtining birinchi oila yasovchilari bo'lib, aniqlangan to'g'ri chiziqlar sirtining ikkinchi oila yasovchilari bo'ladi.

Berilgan 2 ta to'g'ri chiziqni kesuvchi va biror  $R$ . tekislikka parallel bo'lgan to'g'ri chiziqlarning geometrik o'rni giperbolik paraboloidning to'g'ri chizikli yasovchilari to'plami bo'ladi.

## **2. CHIZMA GEOMETRIYA TARAQQIYOTI HAQIDAGI QISQACHA TARIXIY MA'LUMOTLAR.**

Geometrik qonuniyatlar asosida tasvirlarni hosil qilish bilan amaliyotda turli inshootlarni qurishda foydalanilgan.

Xitoy, Hindiston, Misr, Gretsiya va boshqa qadimiy mamlakatlarda saqlangan turli yodgorliklar qoldiqlaridan ma'lumki, ularni qurishda chizmalardan foydalanilgan.

Keyinchalik sanoat va texnikani rivojlanishi bilan tasvirlarni yasash usullari rivojlanib borilgan. Qadimgi inshootlar qoldiqlaridan ma'lum bo'lishicha ularni qurishda proektsion tasvirlar asosida bajarilgan inshootlar planlari va boshqa chizmalardan milloddan avval foydalanilgan.

Rim arxitektori Mark Vitruviyning «Arxitektura haqida o'nta kitob» asarida (mil.av. I.a.) proektsion tasvirlar haqida ma'lumotlar berilgan. Bu asarda u narsalarni gorizontal va frontal proektsiyalarini proeksion bog'lanishsiz keltiradi va bu tasvirlarni bunday berilishi qadimgi Misr inshootlarini qurishda ularni alohida-alohida bajarilgan plani va fasadlaridan foydalanilganliklari haqida bayon qilgan. Vitruviy rasmlar chizishda markaziy proektsiyalashdan foydalanish, perspektiv tasvirlar yasashda «Bosh nuqta» va «Ko'rish nuqtasi» haqidagi ma'lumotlarni bergan.

Uyg'onish davrida (XV-XVI asrlar) fan va san'atni Evropa mamlakatlarida tez taraqqiy qilishi bilan bir qatorda tasvirlash usullarini geometrik asosda rivojlanishiga asos solindi.

Italiyalik olim Leon Alberti (1404-1472) o'zining «Rasomchilik haqida», «Me'morchilik haqida» asarlarida perspektiv yasashlarning bajarish usullarini matematik tomondan asoslaydi. Alberti perspektiv yasashlarda setka usulini ishlab chiqadi va uni amaliyotda qo'llash qulayligini ko'rsatadi.

Italiyalik rassom, olim va injener Leonardo da Vinchi (1452-1519) o'zining amaliy va nazariy ish faoliyatida perspektiv yasashlarni ko'pgina masalalarda qo'llash bilan birga uni nazariyasini kengaytirib, «kuzatish» perspektivasini rivojlantirdi. Leonardo da Vinchi narsalarning soyalarini yasashga doir

tushunchalarni kengaytirib boyitdi. Ularni «Birinchi», «Murakkab», «Sodda» turlarga ajratadi.

Nemis rassomi Albrext Dyurer (1471-1528) o'zining «Qo'llanma» kitobida ko'pgina tekis va ba'zi bir fazoviy egri chiziqlarni yasash usullari keltirilgan. «Dyurer usuli» deb nomlanuvchi perspektiv yasashlarning yangi usulini yaratgan. Narsalarni gorizontal va frontal proektsiyalariga asosan soyalar yasash usullarini yaratgan.

Italiyalik olim Gvido Ubaldi (1545-1607) «Perspektiva haqida olti kitob» asarida o'zidan oldingi olim-rassomlarning perspektiv yasashlarga doir ishlarini nazariy asoslab bergan.

Fransuz matematigi Jerar Dezarg (1593-1662) o'zining «Narsalar perspektivasini yasashda umumiy usul» asarida perspektiv yasashlarda koordinatalar usuliga asos soladi.

Angliyalik matematik Teylor (1685-1731) asosiy pozitsion masalalarning yechishni perspektiv tasvir asosida bajarib, so'ngra ularning xossalari original bilan solishtirgan.

Nemis geometri Lambert (1728-1777) elementar geometriya masalalarini perspektiv yasashlar asosida grafik usulda yechilish usullarini tavsiya qilgan. Perspektiv yasashlarda proporsional sirkul va boshqa asboblardan foydalanishni afzalligini ko'rsatgan. Lambert perspektiv yasashlarda teskari masalalarni yechishga ya'ni, markaziy proektsiyada bajarilgan ob'ekt chizmasiga asosan uni rekonstruktsiya qilish masalasiga katta e'tibor bergan. Uning bu usuli hozirgi davrda fotogrammetriyada keng qo'llaniladi.

Fransuz harbiy injeneri Freze (1682-1773) toshlarni yo'nib tekislash (tarashlash) ishlarida tasvirlash usullarini qo'llagan. U konus kesimlarini yasashning murakkab hollarini va egri chiziqlarni botiq va kabariq sirtlarda proektiv metodlar bilan yasash usulini tavsiya qilgan.

Shunday qilib, XVIII asr oxirlarida tasvirlash nazariyasi sohasida va ularni amaliyotda qo'llash uchun chizmalar hosil qilishda ancha tajribalar yig'ilgan.



Chizma geometriyani fan sifatida rivojlanishiga buyuk hissa qo'shgan shaxs bu frantsuz geometri va injeneri Gospar Monj (1746-1818) hisoblanadi. Fazoviy predmetlarni tekislikda tasvirlash nazariyasi va ularni amaliyotda qo'llanishi masalalarini G.Monj o'zigacha bo'lgan ma'lumotlarni bir sistemaga solib, chizma geometriya fanini yaratdi. Bunda G. Monj birinchi bo'lib, fazodagi figuralarni ikki o'zaro perpendikulyar tekisliklardagi ortogonal proektsiyalarida, tekisliklarni birini ularning kesishuv chizig'i atrofida aylantirish bilan turli geometrik masalalar yechish mumkinligini ko'rsatib berdi.

1795 yilda Monj «Chizma geometriya» fanidan qisqa konspekt yozib, uni chop etib, Mezer injenerlik maktabida o'qita boshlagan. Shu yillarda u «Geometriyada matematik analizning qo'llanishi» nomli asarni yozib, bunda u sirtlarni hosil bo'lishiga doir geometrik masalalarni matematik (algebraik) usullarini beradi.

1798 yilda chop etilgan G.Monjning «Geometue Descriptive» kitobida fazodagi figuralarni tekislikka tasvirlashning sistematik bayon etilishi, chizma geometriyani ilmiy fan ekanligi isbotlandi. G.Monj asarida chizma geometriyada birinchi marta bayon etilgan quyidagi yo'nalishlarni keltirish mumkin.

Fazoviy figuralardan ularni tekislikdagi tasvirlariga o'tishda geometrik almashtirishlar nazariyasining tadbig'i.

Son belgili proektsiyalashning ba'zi bir nazariy masalalari.

Egri chiziqlar va sirtlarni mukammal tekshirish. Qaytish qirrali va bir xil qiyalikdagi yoyiluvchi sirtlarning batafsil hosil bo'lish asoslari.

Sirtlarni o'zaro kesishish chizig'ini yasashda yordamchi kesuvchi tekisliklar va yordamchi sferalar usullari.

Chiziqlar va tekis figuralar haqiqiy kattaliklarni aniqlashda aylantirish va proektsiyalar tekisliklarini o'zgartirish usullarini o'zgartirish usullari keltirgan.

G.Monjning «Chizma geometriya» kitobini paydo bo'lishi bilan tasvirlash usulini yanada rivojlantirish uchun bu sohadagi ilmiy tadqiqot ishlari kengaydi va chizma geometriya fani politexnika maktablari o'quv rejalarida asosiy fanlar qatoriga o'qitila boshlandi.

Aksonometrik proektsiyalash usulini asoslashda Berlin sanoat va qurilish akademiyasi professori Karl Polke (1810-1876)ning 1853 yilda «aksonometriyaning asosiy teoremasi»ni kashf qilishi alohida ahamiyatga ega. 1864 yilda bu teoremani umumlashtirib, uning elementar isbotini nemis geometrii G.A. Shvarts bergani uchun uni Polke-shvarts teoremasi deb yuritiladi. Teoremaning yanada sodda isbotini 1917 yilda Moskva universiteti professori A.K.Vlasov bergan. Aksonometriyaning asosiy teoremasi bo'yicha sovet olimlaridan professorlar N.A.Glagolov, N.F.Chetvrxin va boshqalar ham shug'ullanganlar.

Eramizdan (miloddan) avvalgi IV-III asrlarda yashab o'tgan mashhur donishmandlar: Menexm (IV a.), Evklid (Sh a.), Arximed (287-212 mil. av.), Apoloniy Peretskiy (260-170 mil.av.) va hokazolarning ishlarida geometrik izlanishlar to'g'risida ma'lumotlar ham mavjud. Ammo ularning izlanishlari tasvirlash usullariga etarlicha yaqin bo'lmagani uchun ularni alohida tarixiy izlanishlarga kiritish mumkin.

Asrimizning IX-XI davrlarida yashagan O'rta Osiyo buyuk allomalari, qomusiy olimlari Muhammad al-Xorazmiy (780-850), Abu Nasr Farobiy (873-950), Ahmad Farg'oniy (?-861), Abu Rayhon Beruniy (973-1048), Abu Ali ibn Sino (980-1037) va boshqalarning «Geometriya» va «Astronomiya» asarlarida ayrim tasvirlash usullari keltirilgan. Bular haqida chuqur izlanishlar olib borib, keyinchalik kitobxonlarga tavsiya etilishi mumkin.

Amir Temur (1336-1405) va temuriylar davrida va undan oldin O'rta Osiyo hududi va Hindistonda muhtasham binolar, masjid va madrasalar qad ko'tardi. Ilm-ma'rifat, me'morchilik, hunarmandchilik bilan bir qatorda grafika, naqqoshlik ham keskin rivojlandi. Bu davr «Uyg'onish davri» deb yuritilib, barpo etilgan binolar albatta, aniq chizmalar asosida qurilgan. Bajarilgan chizmalar esa maxsus chizmachilik asboblari yordamida bajarilganligi haqida ko'pgina ma'lumotlar bor. Bular va shu davrdagi tasvirlash usullari haqida to'liqroq ma'lumotlar yig'ib, ularni bir tizimga solish mumkin.

**Rossiyada chizma geometriya fanining o'qitilish tarixi.** Rossiyada chizma geometriyani o'qitish 1810 yildan boshlangan. Bu fan birinchi marta Peterburg yo'l-injenerlari korpusi institutida (hozirgi Peterburg temir yo'llar transporti instituti) frantsuz tilida o'qitilgan. Fanni o'qitish uchun Frantsiyadan mutaxassislar taklif qilingan. Bulardan birinchisi K.Pote bo'lib, u Mezer injenerlik maktabining o'quvchisi G.Monjning shogirdlaridan biri bo'lgan. Pote 1816 yilda Rossiyada birinchi bo'lib, chizma geometriyadan frantsuz tilida darslik chop ettirdi va u shu fandan birinchi professorlik unvonini olgan olim hisoblanadi. Uning bu darsligi shu yilning o'zida Potening shogirdi Ya.A.Sevostyanov rus tilida tarjima qildi va uni «Yo'l injenerlari instituti talabalari uchun chizma geometriya asoslari» deb nomladi. Darslik Rossiyada birinchi rus tilidagi kitob hisoblanadi. Bu darslikda birinchi marta chizma geometriyada ishlatiladigan barcha lug'at va atamalar rus tilida o'z o'rnini topdi.

1814 yil Ya.A.Sevostyanov (1796-1849) institutni bitirib, shu institutda chizma geometriya fanidan shogirdlikka qoldiriladi. Uni 1818 yilda institut o'qituvchiligiga qabul qilinadi va chizma geometriyadan dars bera boshlaydi. 1821 yilda Ya.A.Sevostyanov «Chizma geometriya asoslari» darsligini chop etdi. Bu kitob rus tilidagi birinchi original darslik hisoblanadi. Uning boblari va paragraflarini muallif o'zining ilmiy izlanishlari bilan boyitadi. Shuning uchun bu kitob bir necha marta qayta nashr qilingan va har bir nashrida lug'at va atamalarida tuzatishlar kiritilgan. Bu kitob o'z davrida evropadagi barcha «Chizma geometriya» kitoblaridan o'zining ancha ustunligi bilan farq qilgan. Ya.A.Sevostyanov chizma geometriyadan ilmiy tadqiqot ishlarini ham rivojlantirib, rassomchilikda, chiziqli va fazoviy perspektiva yasashda, soyalar yasashda, kartalar chizishda kabi masalalarni yechishda geometrik tadbirlarni amalga oshirgan. Unga 1824 yilda ruslardan birinchi professorlik unvoni beriladi.

Chizma geometriyani Rossiyada yanada rivojlantirishda mamlakatda texnika va inshootlar qurilishlarini rivojlanishi hamda san'at va rassomchilikning taraqqiyoti bilan olib borilgan.

Ya.A.Sevostyanovning shogirdi professor A.X.Redder (1809-1872) chizma geometriyadan bir necha ilmiy ishlar yaratdi. Bulardan «Aksonometrik proektsiyalar haqida» gi kitobi rus tilida birinchi marta nashr qilingan. 1858 yilda chop etilgan «Rasm chizishda chizma geometriyani qo‘llash», «To‘g‘ri burchakli izometrik proektsiyalash» va «Son belgili proektsiyalar» kabi izlanishlar bilan chizma geometriyani amaliyotda qo‘llanishini ko‘rsatilgan.

Mashhur rus pedagogi, professor N.I. Makarov (1824-1904)ning 1870 yilda chop etgan «Chizma geometriyaning to‘liq kursi» fanning nazariyasi va ularning amaliyoti qo‘llanishi bayon etilgan. Bu kitob bir necha marta chop etilgan va chizma geometriyaning barcha boblarini o‘z ichiga olib, texnika oliy-o‘quv yurtlari uchun asosiy darslik hisoblangan. N.I.Makarovning «Chiziqli perspektiva kursi», «Soyalar nazariyasi», «Chiziqli palafon perspektiva», «Izometrik proektsiyalar usullari» kitoblari ham chop etilgan.

Peterburg yo‘l-injenerlari korpusi instituti professori V.I.Kurdyumov (1853-1904) ning tasvirlash sohasidagi ishlari o‘zining nazariy tomondan chuqurligi ilmiy asoslarining to‘liqligi bilan ajralib turadi. Uning ishlari 1886-1905 yillarda chop etilgan. «Ortogonal proektsiyalar», «Egri chiziqlar va sirtlar», «Perspektiva», «Son belgili proektsiyalar», «Aksonometriya» ishlari chizma geometriyani barcha bo‘limlarini nazariy tomondan ancha boyitgan. U barcha nazariy masalalarni yechishda muhandislik amaliyotidagi misollardan keng foydalangan. 1893-1897 yillarda yozilgan «Chizma geometriya kursi» kitobi rus klassik darsligi hisoblanadi. V.I.Kurdyumov «Chizma geometriya chizmaning grammatikasidir» deb ta'kidlagan.

Akademik Fedorov E.S. (1853-1919) chizma geometriyani rivojlantirishda mashhur rus olimi bo‘lib, ko‘pgina ilmiy tekshirish ishlari tasvirlash usullariga bag‘ishlangan. U o‘zining ilmiy ishlari bo‘yicha Rossiya va chet ellarda taniqli olim hisoblanadi. E.S.Fedorov vektorli chizma geometriya yaratib, bu yo‘nalish hozirgi vaqtda ham ilmiy tekshirish ishlarida keng qo‘llanib kelinmoqda. «Vektorli proektsiyalar» Fedorov proektsiyasi deb ham yuritiladi. Chunki bu metodni u nazariy kristallogiyada keng qo‘llagan. E.S.Fedorovning «Yangi geometriyaning

chizmachilik asosi», «Fazo nuqtalarini tekislikka aniq tasvirlari», «Yangi chizma geometriya» va boshqa asarlarida sonlar oʻrniga vektorlardan foydalanilgan.

Moskva universiteti professorlari A.K.Vlasov va N.A.Glagolevlar chizma geometriya proektiv yoʻnalish boʻyicha oʻqitish tarafdorlaridan hisoblanadilar. A.K.Vlasov (1869-1921) oʻz faoliyatida chizma geometriyani oʻqitishda proektiv qonun qoidalaridan keng foydalangan. Lomonosov universitetining fizika matematika fakulteti, Moskva pedagogika instituti va keyinroq baʼzi bir oliy texnika oʻquv yurtlarida chizma geometriya kursini proektiv geometriya asosida oʻqigan.

Texnika fanlari doktori professor N.A.Rinin (1877-1943) tasvirlash usullari sohasida koʻpgina asarlar yozgan olim hisoblanadi. Uning «Chizma geometriya», «Son belgili proektsiyalar», «Perspektiva», «Chiziqli perspektiva elementlari» kitoblari chizma geometriyani rivojlantirishda katta ahamiyatga ega. N.A.Rinin «Chizma geometriyaning ahamiyati va uning metodlarini taqqoslash, «Tasvirlash metodlari», «Tekis figuralar transformatsiyasi» kabi koʻp ilmiy asarlar yozib qoldirgan. N.A.Rinin «Chizma geometriya masalalar toʻplami», «Proektiv geometriya elementlar va ularni aerofotosʻemkada qoʻllanishi», «Kinematografiya», «Kino perspektiva va uni aviatsiyada qoʻllanilishi», «Aksonometriya va uni mexanikada qoʻllanilishi» va boshqa bir necha asarlarni yaratish bilan grafika fanini rivojlantirgan hamda uni boshqa fanlarga tadbigʻini keng koʻrsatib bergan.

Professor D.I.Kargin (1880-1945) oʻzining koʻp sonli ilmiy tekshirish ishlari bilan chizma geometriya va injenerlik grafikasi faniga katta xissa qoʻshgan olim. U grafik hisoblashlar va yasashlarni aniq bajarish boʻyicha ilmiy ishlar olib borgan. Shrift grafikasi boʻyicha buyuk mutaxassis boʻlgan. D.I.Kargin grafika fani boʻyicha birinchi fan doktori hisoblanadi. G.Monjning 1947 yilda rus tiliga tarjima qilingan kitobida D.I.Kargin chizma geometriya tarixi maqolasini yozgan. Bir necha yillar davomida Leningrad ilmiy seminariga rahbarlik qilgan.

M.Ya.Gromov (1884-1963) uning ilmiy ishlarining asosiy yoʻnalishi egri chiziqlar va sirtlarni hosil boʻlish nazariyasini boyitishdan iborat. U ittifoqda

birinchilar qatorda «Chizma geometriyada egri chiziqlar va sirtlarning kinematik asoslari» mavzusida doktoralik dissertatsiyasini himoya qilib, texnika fanlari doktori bo'lgan. U chizma geometriya kursini egri chiziq va sirtlarga tegishli nazariy bilimlarni differentsial geometriya usullari bilan boyitdi. U tekis va fozaviy egri chiziqlarni tabiiy koordinatalar bilan berilishini, egri chiziqlarni konform almashtirish usullarini, yoyiluvchi sirtlar bo'lagining yuzasi va hajmini grafik usulda aniqlash kabi masalalarni hal qilgan. Uning «Chizma geometriya» darsligi (1951 yilda 1-qism, 1954 yilda 2-qism) o'zining oddiyligi bilan va ko'pgina nazariy masalalarni o'z ichiga olishi bilan boshqa darsliklardan farq qiladi.

Professor N.A.Glagolev (1888-1945) atoqli sovet geometri bo'lib, Sovet davridagi proektiv maktabning rahbarlaridan biri hisoblanadi. 1922-23 yillarda Moskvadagi Bauman nomli oliy texnika o'quv yurtining injener quruvchi fakulteti talabalariga chizma geometriya kursini proektiv geometriya asosida o'qigan. 1923 yilda shu kurs asosida konspekt chop etgan. U nomografiya va yasashlarni mexanizatsiyalashtirish kabi ishlarni chizma geometriya faniga kiritgan. Uning chizma geometriya fanidan original darslgida pozitsion va metrik masalalarni rodstva mosligi yoki o'zaro bir qiymatli moslik asosida chop etgan.

Pedagogika fanlari akademiyasi haqiqiy a'zosi, fizika-matematika fanlari doktori professor N.F.Chetveruxin (1891-1974) Sovet davrining mashhur geometrlaridan hisoblanadi. U chizma geometriya va muhandislik grafikasi ekspert komissiyasining bir necha yillar davomida raisi bo'lgan. O'zining «Shartli tasvirlash nazariyasi», «To'liq va to'liqsiz bo'lgan tasvirlar» «Tasvirlarni parametr usullari bilan tekshirish», «Geometriya kursida fazoviy shakllar chizmasi», «Proektsion chizmalarda steriometriik masalalar» va h.k. asarlari bilan tasvirlash nazariyasiga eng ko'p hissa qo'shgan olimdir. 1954 yilda chop etilgan «Aksonometriya» (E.A.Glazunov bilan hammualliflikda) kitobi shu sohada kapital asar hisoblanadi. Ko'p yillar davomida u Moskva va boshqa shaharlar ilmiy seminarlarini boshqardi. Ittifoq miqyosida o'tkazilgan bir necha ilmiy koferentsiyalarda asosiy nazariyotchi sifatida umumiy ma'ruzachi bo'lib kelgan. N.F.Chetveruxin rahbarigida 1947, 1955 yillarda «Chizma geometriya usullari va

ularning tadbig'i» nomli ilmiy maqolalar to'plamlari chop etilgan. Chetveruxinning «Oliy geometriya», «Proektiv geometriya», «Chizma geometriya kursi» darsliklari bir necha marta qayta nashr qilinib, oliy o'quv yurtlari talabalari tomonidan keng foydalanib kelinmoqda. U Moskva aviatsiya institutida «Amaliy geometriya» kafedrasini boshqarib, o'zi tashkil qilgan ilmiy maktab orqali 30 dan ortiq fan nomzodlari va doktorlarni tayyorlagan.

Professor V.O.Gordon (1892-1971) chizma geometriya va injenerlik grafikasi fanlarini o'qitish metodikasi bo'yicha ittifoqda buyuk mutaxassis hisoblanadi. U RSFSR da xizmat ko'rsatgan fan va texnika arbobi. Uning chizmachilik fani bo'yicha umumta'lim maktablari uchun yozgan darsligi bir necha yillar davomida millionlab o'quvchilarga darslik bo'lib kelgan. Uning «Chizma geometriya kursi» kitobi yarim asrdan ko'proq vaqtdan beri 24 marta qayta nashr etilib, barcha texnika o'quv yurtlari uchun asosiy darsliklar bo'lib kelmoqda. Uning darslik va o'quv qo'llanmalari metodik nuqtai nazardan ancha mukammal va to'liqroq yozilgan. V.O.Gordon o'zining ba'zi bir ilmiy tekshirish ishlari natijalarini darsliklariga kiritgan.

Professor A.I.Dobryakov (1895-1948) tomonidan chop etilgan «Chizma geometriya kursi» ancha mukammal darslik hisoblanib, arxitektura-qurilish institutlari uchun yozilgan bo'lib, kitobda arxitektura fragmentlarining turli elementlarida soyalar va perspektiv yasashlar to'liq ko'rsatilgan. Bu klassik darslikda chizma geometriyaning barcha bo'limlari nazariy tomondan berilgan bo'lib, ularning tadbig'i qurilishning turli injenerlik sohalarida keltirilgan. Professor A.I.Dobryakov tomonidan sirtlarni kesishish usullari, sirtlarni klassifikatsiyasining nazariyasi kabi ishlanishlar ham bajarilgan. A.I.Dobryakov Oliy ta'lim vazirligi qoshidagi chizma geometriyadan ekspert komissiyasiga N.A.Ro`nindan keyin raislik qilgan.

Ukrainada xizmat ko'rsatgan fan va texnika arbobi, texnika fanlari doktori, professor S.M.Kolotov (1880-1965) ning tasvirlash usullarini rivojlantirish sohasidagi xizmatlari alohida o'rin tutadi. 1916-1926 yillarda Kiev arxitektura institutida 1-prorektor, Chizma geometriya kafedراسi mudiri bo'lib ishlagan. 1925

yilda unga professor unvoni berilgan. Shu yillarda u nazariy va amaliy ahamiyatga ega bo'lgan «Predmet perspektivasini uni ortogonal proektsiyasi asosida yasash» ishini yaratdi. 1926-1944 yillarda O'zbekistonning turli qurilish tashkilotlarida va paxta zavodlarini qayta tiklash ishlari bilan hamda O'rta Osiyo industrial instituti Chizma geometriya va arxitektura loyihalash kafedralarida ishlab, 1933 yila «Chizma geometriya kursi» darsligini chop etdi. Bu darslikda u «Yordamchi proektsiyalash» usulining qulayligini isbotlaydi. 1944 yildan umrining oxirigacha Kiev qurilish injenerlari institutida ishlab u erda ilmiy maktab yaratdi. Bu ilmiy maktabda u 30 dan ortiq fan nomzodlarini tayyorladi. 1963 yilda uning rahbarligida tashkil qilingn «Chizma geometriya va muhandislik grafikasi» ilmiy maqolalar to'plami hozirgacha doimiy ravishda chop etilib, uning 74 soni chiqdi. Bu to'plam dunyoning ko'pgina mamlakatlarida eng ko'p tarqalgan to'plam hisoblanadi. S.M.Kolotovdan keyin ilmiy maktabning davomchilari uning shogirdlari texnika fanlari doktorlari, professorlar V.E.Mixaylenko, A.L.Padgorniy, V.S.Obuxova va boshqalar Ukraina ilmiy maktabida 30 dan ortiq fan doktorlari va 250 dan ortiq fan nomzodlarini tayyorladilar. S.M.Kolotovning «Chizma geometriya kursi» (1958 y.–hammualliflikda), «Yordamchi proetsiyalash» (1956 y.), «Soyalar yasashning yangi nazariyasi» (1947 y.) kabi kitoblarida u tasvirlash usullarini kengaytirishning yangi sohalari mavjudligini ko'rsatgan. Chizma geometriya va muhandislik grafikasini rivojlantirishda o'zlarining eng ko'p xissalalarini qo'shgan Sovet geometrlaridan Rossiya professorlari I.I.Kotov, N.N.Ro`jov, S.A.Frolov, A.V.Bubennikov va boshqalarning xizmatlari juda kattadir.

### **O'zbekistonda chizma geometriyani rivojlanish tarixi haqida.**

O'zbekistonda hozirgi vaqtda oliy o'quv yurtlarida o'qitiladigan «Chizma geometriya» fani 1918 yilda O'rta Osiyoda birinchi tashkil qilingan Toshkentdagi Turkiston Xalq Universitetining (hozirgi O'zbekiston Milliy Universiteti) injener-meliorativ fakulteti talabalariga o'qitishdan boshlangan. Dastlab Chizma geometriya va chizmachilik fanlari birgalikda o'qitilib, chizmalarni chizish va ularni o'qiy olishga qaratilgan.



1929 yilda Turkiston Xalq Universiteti tarkibidagi injener-meliorativ fakulteti asosida Oʻrta Osiyo paxta irrigatsiya, politexnika instituti va 1930-34 yillarda Universitet tarkibidan bir necha Oliy texnika oʻquv yurtlari ajralib chiqib, bu institutlarda «Chizma geometriya va chizmachilik» kafedralari tashkil qilindi va chizma geometriya, chizmachilik umuminjenerlik fanlari qatorida toʻliq oʻqitila boshlandi. Dastlabki yillarda fanni oʻqitish uchun uning oʻqitish metodikasiga, talabalar bajaradigan chizmalar (topshiriqlar) toʻplamlari tuzish va yosh oʻqituvchilarni pedagogik mahoratini oshirish kabi ishlarga katta eʼtibor berilgan.

Toshkent Oliy texnika oʻquv yurtlarida Sovet davrining mashhur olimlaridan S.M.Kolotov, M.Ya.Gromov va V.O.Gordonlar Chizma geometriya va chizmachilikdan dars berish bilan bir qatorda oʻzlarini baʼzi bir ilmiy ishlarini Toshkentda olib borish bilan bir qatorda yosh grafika oʻqituvchilarini bilim malakalarini oshirishga, kafedralarning ilmiy metodik faoliyatini yaxshilashga ancha ishlar qilganlar.

1926-1944 yillarda professor S.M.Kolotov (1885-1965) Oʻzbekistonda yashab turli inshootlarni loyihalashda, qurilish va sanoatni qayta tiklash ishlarida faol qanashib, Oʻrta Osiyo Industrial Instituti (hozirgi Toshkent texnika universiteti)da chizma geometriya va arxitektura loyihalash fanlardan mashgʻulotlar olib borgan. 1933 yilda u «Chizma Geometriya kursi» darsligini yozib «yordamchi proektsiyalash» usulini nazariy tomondan asoslab, usulni pozitsion va metrik masalalarni yechishdagi qulay tadbirini koʻrsatgan soyalar yasash, perspektiv tasvirlar yasashga ham bir necha ilmiy ishlar yaratgan.

1935-1941 va 1945-1946 yillarda professor M.Ya. Gromov (1884-1963) Toshkent Toʻqimachilik va engil sanoat instituti «Chizma geometriya va chizmachilik» kafedrasida mudirlik qilgan. Shu davrlarda u kafedrada ilmiy va metodik ishlarni rivojlantirib, yoyiluvchi chiziqli sirtlar nazariyasi va konform almashtirish usullarini yaratdi va chizma geometriyani egri chiziqlar, sirtlar va ularni yoyilmalari boʻlimlariga yangi nazariy asoslar kiritdi. 1937 yilda rus tilida «proeksion chizmachilik» boʻyicha masalalar toʻplami kabi oʻquv qoʻllanmalar yaratdi.

M.Ya.Gromov 1941-1945 yillarda Toshkent Irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash injenerlar instituti (hozirgi Irrigatsiya va Meliratsiya instituti) «Chizma geometriya va mashinasozlik chizmachiligi» kafedrasida mudir bo'lib ishlab, u shu yillarda O'rta Osiyo politexnika institutiga (hozirgi Toshkent Texnika universiteti) chizma geometriyadan leksiylalar o'qigan. Bu davrda u o'zining «Chizma geometriya» darsligining 1 va 2 qismlariga tegishli nazariy va amaliy ma'lumotlarni yaratdi.

1941-1945 yillarda professor V.O.Gordon (1892-1971) Toshkent To'qimachilik va engil sanoat instituti «Chizma geometriya va chizmachilik» kafedrasiga rahbarlik qildi. U shu davrda o'zining ilmiy va pedagogik faoliyati bilan Chizma geometriya fanini nazariy va umumta'lim maktablarida o'qitiladigan «Chizmachilik» predmetini metodik tomondan rivojlantishga katta hissa qo'shgan. Shu yillarda V.O. Gordon «Chizma geometriya kursi» kitobini yozib tugatgan va keyinchalik uni chop ettirdi. Hozirgi kunda bu kitob 24 marta qayta nashr qilinib, Rossiya oliy texnika o'quv yurtlari uchun asosiy klassik darsliklardan biri hisoblanada.

O'zbekistonda Chizma geometriya fani pedagoglaridan birinchi bo'lib Rahim Xorunov (1911-1992) Chizma geometriyadan «Parallel proektsiyalashda yaqqol tasvirlar yasashning ba'zi bir masalalari» mavzusida 1953 y. Leningradda nomzodlik dissertatsiyasini himoya qiladi va Toshkent Temir yo'llar transporti institutida kafedra mudiri (1953-1983 y) bo'lib ishlab, keyinchalik ilmiy maktab – aspirantura tashkil qildi va bir necha fan nomzodlarini tayyorladi.

R.Xorunov tomonidan 1961 yilda o'zbek tilida «Chizma geometriya kursi» dan kichik hajmdagi qisqa darslik chop etildi. Bu darslikning yaratilishi bilan chizma geometriya fani terminologiya tizimining o'zbek tilidagi varianti majmuasi hosil qilindi. 1964 yilda darslikning ikkinchi nashri chop etildi. Bunda muallif chizma geometriya fani namunaviy dasturida belgilangan barcha boblarini kiritib, kitobni Oliy texnika o'quv yurtlarining qurilish va arxitektura mutaxassislari uchun mo'ljallab tayyorladi. Fan terminlari, darslik va adabiy tili metodik tomondan yanada takomillashtirildi.

1961, 1966, 1971 yillarda R.Xorunov rahbarligida «Chizma geometriya va muhandislik grafikasining nazariy va amaliy masalalari» bo'yicha Toshkentda Butun ittifoq konferentsiyalari o'tkazilib, unda ittifoqning barcha Respublikalaridan olimlar o'z mavzulari bilan qatnashdilar. Konferentsiyalar materiallari ilmiy to'plamlar ko'rinishida chop etilib, fanni Respublikada rivojlanishiga salmoqli hissa qo'shildi. 1966 yilda R.Xorunovga professorlik unvoni, davlat tilida darslik va o'quv qo'llanmalar yaratgani va yuqori malakali ilmiy pedagogik xodimlar va ko'p sonli injenerlar tayyorlagani uchun 1981 yil O'zbekiston Respublikasida xizmat ko'rsatgan fan arbobi unvoni berildi.

Yusuf Qirg'izboev (1912-1995) Toshkent to'qimachilik va engil sanoat institutida 1951-1978 yillarda kafedra mudiri bo'lib faol ishlab, o'zbek tilida birinchi marta 1958 yilda mexanika ixtisoslari uchun «Chizma geometriya» darsligi chop etdi. Darslikdagi ayrim chizmalarning berilishi bilan o'zining uslubiy tomonlariga ko'ra boshqa adabiyotlardan farq qiladi. Yu. Qirg'izboevning kitobida tasvirlash usullarida o'zbek tilida birinchi marta ishlatiladigan atamalar tizimi yaratildi. U Nizomiy nomli Toshkent Davlat pedagogika universitetidagi Chizma geometriya, chizmachilik va uni o'qitish metodikasi kafedrasining asoschisi sifatida esga olinadi. Shu kafedrani pedagog kadrlar bilan ta'minlashda arzigulik shogird o'qituvchilar tayyorlagan.

O'zbek tilida Chizma geometriya fanidan birinchi o'quv adabiyotlari yaratgani uchun unga 1961 yilda Yu.Qirg'izboevga dotsentlik unvoni berilgan.

1963 yildan boshlab Respublikamiz pedagogilaridan Sh.K.Murodov birinchi bo'lib Kiyevdagi prof. S.M.Kolotov ilmiy maktabiga aspranturaga o'qishga kirishi tufayli Ukraina olimlari bilan ilmiy bog'lanishlar paydo bo'ldi. Kiev ilmiy maktabining hozirgi rahbari Ukrainada xizmat ko'rsatgan fan arbobi texnika fanlari doktori, professor V.E.Mixaylenkoning 1968 yilda Buxoro va Samarqand Oliy o'quv yurtlariga kelib ma'ruzalar o'qishi va undan keyingi yillarda Toshkent, Samarqand, Buxoro, Urganch, Qo'qon, Chimkent va Jambul shaharlariga bir necha bor kelishi va har kelganida ilmiy seminarlar o'tkazib izlanuvchi va aspirantlar tanlanishi O'zbekiston va qo'shni respublikalarda fanni

rivojlanishiga asosiy sabablardan biri bo‘ldi. Natijada Respublikamizda mavjud 25 fan nomzodlaridan 23 tasi shu ilmiy maktabda dissertatsiya himoya qilganlar va ulardan 3 tasi professor va bittasi fan doktori bo‘ldilar.

Moskva olimlaridan fan doktorlari, professorlar: I.I.Kotovning Toshkent aviatsiya zavodiga kelishi, S.A.Frolov va V.A.Yakuninlarning Toshkent politexnika institutiga kelib ilmiy seminarlar va olimpiadalar o‘tkazishlari O‘zbekiston va Rossiya olimlari orasidagi ilmiy bog‘lanishlar va ulardan tegishli ilmiy metodik maslahatlar olinishi chizma geometriyani Respublikada rivojlantirishga o‘z ta‘sirini ko‘rsatgan.

### 3. CHIZMA GEOMETRIYADAN QISQACHA LUG‘AT

#### A

Algoritm	masalani yechish rejasi yoki ketma-ketligi
Arximed jismlari	muntazam ko‘pyoqliklarning uchlari kesilganda hosil bo‘lgan yarim muntazam ko‘pyoqliklar Arximed jismlari deb yuritiladi
Aylanish o‘qi	fazodagi shaklni biror proyeksiyalar tekisligiga qulay holga keltirishda uni aylantirish uchun tanlangan to‘g‘ri chiziq.
Aylanish radiusi	aylanish markazidan harakatlanuvchi nuqtagacha bo‘lgan masofa.
Aylanma yoki aylanish sirt	biror to‘g‘ri chiziqni, tekis yoki fazoviy egri chiziqni qo‘zg‘almas o‘q atrofida aylanishidan hosil bo‘lgan sirt
Aylantirish markazi	aylanish o‘qi bilan aylantirish tekisligining kesishuv nuqtasi.
Aylantirish tekisligi	biror shaklning nuqtasi orqaliqali o‘tuvchi va aylanish o‘qiga perpendikulyar tekislik.
Aylantirish usuli	proyeksiyalar tekisliklarini o‘zgartirmay, berilgan shaklni biror o‘q atrofida aylantirib, proyeksiyalar tekisliklartga nisbatan qulay holatga keltirish.

#### B

Bir pallali giperboloid	uCh yo‘naltiruvchisi xos to‘g‘ri chiziq bo‘lgan chiziqli sirt.
Bissektor tekisligi	H va V 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.
Bo‘yin chizig‘i	aylanish sirtining eng kichik paralleli bo‘lib, uning bosh meridiani bilan kesishgan nuqtasida bosh meridianga o‘tkazilgan urinma aylanish o‘qiga parallel bo‘ladi.
Bosh meridian	aylanish sirtining bosh meridian tekisligi bilan kesishgan chizig‘i.
Bosh meridian tekisligi	aylanish o‘qi orqali o‘tgan frontal kesuvchi tekislik.
Bosh normal	fazoviy chizig‘ning biror nuqtasidan unga o‘tkazilgan yopishma tekislik va urinmaga perpendikulyar bo‘lgan to‘g‘ri chiziq.
D	
Dodekaedr	yon yoqlari 12 muntazam uchburChaklardan iborat bo‘lgan qavariq ko‘pyoqlik sirt yoki muntazam o‘n ikki yoqlik.
E	
Ekssentrik sferalar usuli	murakkab aylanma sirtlarning kesishuv chizig‘ini aniqlashda qo‘llaniladigan usul
Ekvator	aylanish sirtidagi eng katta parallel bo‘lib, uning bosh meridian bilan kesishishuv nuqtasida bosh meridianga o‘tqazilgan urinnmalar aylanish o‘qiga parallel bo‘ladi
Elliptik kesim	konusni barCha yasovchilarini kesib, uning o‘qiga perpendikulyar bo‘lmagan tekislik kesishishidan hosil bo‘lgan shakl
Epyur	fransuzCha so‘z bo‘lib, chizma degan ma’noni bildiradi.

## F

Frontal proyeksiyalar tekislik	Dekart koordinatalar tekisliklar tizimidagi XOZ tekisligi (H). Unda buyumlarning frontal proyeksiyasi yitadi
Frontal proyeksiyalovchi tekislik	frontal (V) proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar bo'lgan tekislik.
Frontal proyeksiyalovchi to'g'ri chiziq	frontal (V) proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar bo'lgan to'g'ri chiziq.
Frontal tekislik	frontal (V) proyeksiyalar tekisligiga parallel bo'lgan tekislik.
Frontal to'g'ri chiziq	frontal (V) proyeksiyalar tekisligiga parallel bo'lgan to'g'ri chiziq.

## G

Gorizontalar proyeksiyalar tekisligi	Dekart koordinatalar tekisliklar tizimidagi XOY tekislik (H). Unda buyumlarning gorizontalar proyeksiyasi yitadi
Gorizontalar proyeksiyalovchi tekislik	gorizontalar (H) proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar bo'lgan tekislik.
Gorizontalar proyeksiyalovchi to'g'ri chiziq	gorizontalar (H) proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar bo'lgan to'g'ri chiziq.
Gorizontalar tekislik	gorizontalar (H) proyeksiyalar tekisligiga parallel bo'lgan tekislik.
Gorizontalar to'g'ri chiziq	gorizontalar (H) proyeksiyalar tekisligiga parallel bo'lgan to'g'ri chiziq.
Geksoedr	muntazam 6 yoqlik

## I

Ikkinchi tartibli aylanish sirtlar	ikkinchi tartibli egri chiziqlarning o'z o'qlaridan biri atrofida aylanishidan hosil bo'lgan sirtlar
Ikkinchi tartibli sirtlar	biror to'g'ri chizi bilan maksimum ikki

	nuqtada kesishgan sirtlar yoki tenglamasining darajasi ikkiga teng sirtlar.
Ikosoedr	yon yoqlari 20 muntazam uChburChaklardan iborat bo‘lgan qavariq ko‘pyoqlik sirt yoki muntazam 20 yoqlik.
J	
Jiplashtirish usuli	aylantirish usulining xususiy holi bo‘lib, bunda aylantirish o‘qi sifatida tekislikning biror izi qabul qilinadi va uning atrofida aylantirib tekislik shu proyeksiyalar tekisligiga jiplashtiriladi.
K	
Kanal sirti	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.
Karkas	sirtlarni aniqlaydigan nuqtalar yoki chiziqlar to‘plami.
Kinematik sirt	yasovchisining kinematik harakatlanishi natijasida hosil bo‘lgan sirt
Kirish va chiqish nuqtalari	to‘g‘ri chiziqlarni sirt bilan kesishish nuqtalari
Ko‘pyoq	bir necha tekisliklarni kesishuvidan hosil bo‘lgan shakl
Ko‘pyoq qirrasi	ko‘pyoqlik yoqlarining kesishuv chiziqlari
Ko‘pyoqlik	tomonlari tekis uChburChak yoki ko‘pburChaklar bilan chegaralangan qirrali sirt
Ko‘pyoqlik uchi	ko‘pyoqlik qirralarining kesishuv nuqtalari



Konkurent nuqtalar	bir proyeksiyalovchi nurda yotgan nuqtalar
Konsentrik sferalar usuli	aylanma sirtlarning o‘zaro kesishuv chizig‘ini yasashda qo‘llaniladigan usul
Konus kesimlari	konus sirtini biror tekislik bilan kesishishidan hosil bo‘lgan kesim yuza
Koordinata o‘qlari	proyeksiyalar tekisliklarining kesishgan chiziqlari.
Kub	yoqlari 6 ta kvadratlardan iborat bo‘lgan qavariq ko‘pyoqlik sirt
M	
Markaziy proektsiyalash	proyeksiyalash markazi nuqta bo‘lib u orqali tekislikda hosil qilingan proektsiya
Monotonlik egri chiziq	egriligi bir me'yordan oshib yoki kamayib boruvchi egri chiziq
Muntazam ko‘pyoqlik	muntazam ko‘pburChaklardan iborat yoqlarga va o‘zaro teng qirralarga ega bo‘lgan ko‘pyoqlik
Meridian	aylanish o‘qi orqali o‘tgan tekislikning aylanish sirti bilan kesishgan chizig‘i
Meridian tekislik	aylanish o‘qi orqali o‘tgan tekislik
Metrik masala	berilgan shakllarni o‘zaro vaziyatiga nisbatan ularni metrikasini aniqlash yoki oldidan berilgan metrik shartni qanoatlantiruvchi shakllarni o‘zaro vaziyatini aniqlash.
N	
Normal	egri chiziqning biror nuqtasida unga o‘tkazilgan urinmaga perpendikulyar to‘g‘ri chiziq. Sirtning normalini uning biror nuqtasiga o‘tkazilgan urinma tekislikka

Normal kesim	perpendikulyar bo‘lgan to‘g‘ri chiziq. biror sirtning uning o‘qiga perpendikulyar tekislik bilan kesganda hosil bo‘lgan kesim
Normal tekislik	fazoviy egri chiziqning biror nuqtasida unga o‘tkazilgan urinmaga perpendikulyar bo‘lgan normallar
O	
Oktaedr	asosi kvadrat va yon yoqlari 8 ta muntazam uchburChaklardan iborat bo‘lgan qavariq ko‘pyoqlik sirt
Oktant	uchta o‘zaro perpendikulyar tekisliklarning fazoni fazoni 8ta bo‘lakka bo‘lishi.
Ortogonal proyeksiyalarni almashtirish	masala yechishda grafik amallarni soddalashtirish uchun qo‘llaniladigan chizmani qayta tuzish usullari.
Ortogonal proyeksiyalash	to‘g‘ri burChakli proyeksiyalash.
P	
Parabolik kesim	konusni bitta yasovchisiga parallel tekislik kesishishidan hosil bo‘lgan shakl
Parabolik nuqtalar	urinma tekislik sirtga to‘g‘ri chiziq bo‘yiCha urinsa bu urinish chiziqining nuqtalari
Parallel proektsiyalash	proyeksiyalovchi nurlar o‘zaro parallel bo‘lgan proektsiyalash
Parametr	narsaning holati va shaklini aniqlashda qatnashadigan ko‘rsatkiChlar
Parametrlashtirish	narsalar to‘plamining holati va shakl parametrlarini aniqlash.

Piramida	asosi uChburChak yoki ko'pburChak yon yoqlari umumiy uChga ega bo'lgan uChburChaklardan iborat bo'lgan qirrali sirt
Platon jismlari	muntazam ko'pburChaklardan iborat yonlarga, o'zaro teng ikki yoqli burChaklarga va o'zaro teng qirralarga ega bo'lgan (tetraedr, kub, oktaedr, dodekaedr, ikosaedr) qavariq ko'pyoqlik sirtlar
Pozision masala	berilgan shakllarni o'zaro tegishlilikini, ya'ni o'zaro umumiy elementlarni aniqlaydigan masala
Prizma	asoslari o'zaro parallel bo'lib, uChburChak yoki ko'pburChaklardan yon yoqlari to'rtburChaklardan iborat qirrali sirt
Prizmatoid	asoslari parallel tekisliklarda yotgan ikkita ko'pburChakdan yon yoqlari esa ikkala asos uChlaridan iborat uChburChaklar va trapetsiyalardan iborat bo'lgan qavariq ko'pyoqlik sirt
Profil proyeksiyalovchi tekislik	profil (W) proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar bo'lgan tekislik.
Profil proyeksiyalovchi to'g'ri chiziq	profil (W) proyeksiyalar tekisligiga perpendikulyar bo'lgan to'g'ri chiziq.
Profil tekislik	profil (W) proyeksiyalar tekisligiga parallel bo'lgan tekislik.
Profil to'g'ri chiziq	profil (W) proyeksiyalar tekisligiga parallel bo'lgan to'g'ri chiziq.

Proyeksiya	narsani proyeksiyalovchi nurlarning proyeksiyalar tekisligi bilan kesishuvidan hosil bo‘lgan tasvir.
Proyeksiyalar tekisligi	proyeksiyalar yotgan tekislik
Proyeksiyalar tekisliklarini almashtirish	narsaning holatini o‘zgartirmasdan unga nisbatan proyeksiyalar tekisliklarining holatini qulay qilib o‘zgartirish.
Proyeksiyalash	proyeksiyalanuvchi obyekt nuqtalari orqali nurlar o‘tkazib ularning proyeksiyalar tekisligi tsvirlarini-proeksiyalarini hosil qilish jarayoni.
Proyeksiyalash markazi	proyeksiyalovchi nurlar chiqadigan xos yoki xosmas nuqta
<b>Q</b>	
Qavariq ko‘pyoqlik	yoqlari bir tomonida joylashgan ko‘pyoqlik
Qirrali sirt kesim yuzasi	qirrali sirt bilan tekislik kesishishidan hosil bo‘lgan shakl
Qiyshiq burChakli proektsiyalash	proyeksiyalovchi nurlar proektsiyalar tekisligiga perpendikulyar bo‘lmagan holda hosil bo‘lgan proektsiyalash.
Qo‘sh nuqta	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.
Qonuniy egri chiziq	muayyan biror qonunga bo‘ysunuvchi nuqtalar to‘plami
Qonuniy sirt	hosil bo‘lishi jarayoni biror qonunga asoslangan sirt

Qonunsiz egri chiziq	o‘z harakati bilan biror qonunga bo‘ysunuvchi nuqtalar to‘plami.
Qonunsiz sirt	hosil bo‘lishi jarayoni biror qonunga asoslanmagan sirt
Proyeksiyalash nuri	proyeksiyalanuvchi nuqta bilan proyeksiyalash markazini bog‘lovchi to‘g‘ri chiziq.
<b>R</b>	
Ravon egri chiziq	hamma nuqtalarida qarama-qarshi yo‘nalgan yarim urinmalar bir to‘g‘ri chiziqda yotuvchi egri chiziq.
Rostlovchi tekislik	fazoviy egri chiziqning biror nuqtasida urinma va binormal orqali o‘tuvchi tekislik
<b>S</b>	
Siklik sirt	markazlari egri chiziqli yo‘naltiruvchi bo‘ylab harakatlanuvchi aylana hosil qilgan sirt
Sinish nuqtasi	egri chiziqning bu nuqtasida yarim urinmalar o‘zaro burChak hosil qiladi
Sirt	biror chiziq yoki sirtning fazoda uzluksiz harakatlanishi natijasida hosil bo‘lgan geometrik shakl.
Sirt kesim yuzasi	biror sirt bilan tekislikning kesishishidan hosil bo‘lgan shakl
Sirt yasovchisi	o‘z harakati bilan sirtni hosil qiluvchi chiziq yoki sirt
Sirt yo‘naltiruvchisi	sirt yasovchisining harakatlanishini belgilovchi chiziq
Sirtga urinma tekislik	sirtning biror nuqtasidan o‘tgan ikki kesim chizig‘iga o‘tkazilgan urinmalardan tashkil

	bo‘lgan tekislik
Sirtlarning o‘zaro kesishish chizig‘i	ikki kesishuvchi sirtlar uchun umumiy bo‘lgan nuqtalarning geometrik o‘rni
Sirtning klassi	biror to‘g‘ri chiziqdan sirtga o‘tkazilgan urinma tekisliklarning eng ko‘p soni bilan aniqlanadi
Sirtning normal	sirtning biror nuqtasida unga o‘tkazilgan urinma tekislikka perpendikulyar bo‘lgan to‘g‘ri chiziq
Sirtning tartibi	biror to‘g‘ri chiziq bilan sirtni kesishgan nuqtalarining eng ko‘p soni bilan aniqlanadi
T	
Tekis egri chiziq	hamma nuqtalari bitta tekislikda yotgan egri chiziq
Tekis parallel ko‘chirish sirti	yasovchisi o‘z harakati davomida o‘z-o‘ziga parallel bo‘lib qoladigan sirt
Tekis parallel ko‘chirish usuli	aylantirish usulining xususiy holi bo‘lib, unda aylanish o‘qining holati ko‘rsatilmaydi.
Tekislikka perpendikulyar to‘g‘ri chiziq	tekislikdagi o‘zaro kesishuvchi ikki to‘g‘ri chiziqqa perpendikulyar to‘g‘ri chiziq.
Tekisliklar dastasi	bir to‘g‘ri chiziqdan o‘tuvchi tekisliklar to‘plami
Tekislikning eng katta og‘ish chizig‘i	tekislikka tegishli bo‘lib, uning gorizontallari va frontallariga yoki profillariga perpendikulyar to‘g‘ri chiziq.
Tekislikning frontali	tekislikning $V$ ga parallel to‘g‘ri chizig‘i.
Tekislikning gorizontali	tekislikning $H_g$ ga parallel to‘g‘ri chizig‘i.
Tekislikning izlari	tekislikning proyeksiyalar tekisliklari bilan

	kesishgan chiziqlari.
Tekislikning profili	tekislikning $W$ ga parallel to'g'ri chizig'i.
Tetraedr	yoqlari to'rta muntazam uChburChaklardan iborat bo'lgan piramida
To'g'ri burChakli proektsiyalash	proektsiyalovchi nurlarning proektsiyalar tekisligiga perpendikulyar holda hosil bo'lgan proektsiyalash
To'g'ri burChakli uChburChak usuli	kesmaning proyeksiyalari bo'yiCha uning haqiqiy uzunligini va proyeksiyalar tekisliklari bilan hosil qilgan burChaklarni aniqlashda qo'llaniladigan usul. UChburChakning bir kateti sifatida kesmaning proyeksiyasi, ikkinchi kateti sifatida esa kesma uChlarining shu tekislikdan uzoqliklar ayirmasi olinadi.
To'g'ri burChakning proyeksiyalanish xususiyati	to'g'ri burChakning bir tomoni tekislikka parallel bo'lib, ikkinchi tomoni unga perpendikulyar bo'lmasa, uning proyeksiyasi ham to'g'ri burChak bo'ladi.
To'g'ri chiziqning izlari	to'g'ri chiziqning proyeksiyalar tekisliklari bilan kesishgan nuqtalari.
To'g'ri chiziqning tekislikka paralleligi	tekislikda yotgan biror to'g'ri chiziqqa parallel bo'lgan to'g'ri chiziq.
To'g'ri konoid	bitta yo'naltiruvchisi xos egri chiziq ikkinchisi to'g'ri chiziq va uchinchisi xosmas to'g'ri chiziq bo'lgan chiziqli sirt.
To'g'ri silindroid	ikki yo'naltiruvchisi xos egri chiziq uchinchisi esa xosmas to'g'ri chiziq bo'lgan chiziqli sirt.
Tors	fazoviy egri chiziqqa urinuvchi to'g'ri

Triangulyatsiya	chiziq hosil qilgan yoyiluvchi chizikli sirt sirkul yordamida uchburChakdan foydalanib yasash usuli.
Trubasimon sirt	egri chizikli yunaltiruvchisi bo‘yiCha unga perpendikulyar harakatlanuvchi doimiy radiusga ega aylana hosil qilgan sirt.
U	
Umumiy vaziyatdagi tekislik	proyeksiyalar tekisliklarining birortasiga ham parallel yoki perpendikulyar bo‘lmagan tekislik.
Umumiy vaziyatdagi to‘g‘ri chiziq.	proyeksiyalar tekisliklarining birortasiga ham parallel yoki perpendikulyar bo‘lmagan to‘g‘ri chiziq.
V	
Vint chizig‘i	silindr yoki konus sirtida bir me'yorda aylanma va ilgarilama harakat qiluvchi nuqtaning troektoriyasi.
Vint sirti	biror chiziq yoki sirtning vintsimon harakati natijasida hosil bo‘lgan sirt.
X	
Xatolar egri chizig‘i	egri chiziqni kesuvchi vatarlarning o‘rta nuqtalardan o‘tgan egri chiziq.undan urinma o‘trazishda foydalaniladi.
Xosmas nuqta	to‘g‘ri chiziqning Cheksiz uzoqlashgan nuqtasi.
Xosmas tekislik	uCh o‘lChamli fazoning Cheksiz uzoqlashgan nuqtalar to‘plami.
Xosmas to‘g‘ri chiziq	tekislikning Cheksiz uzoqlashgan chizig‘i.
Xususiy vaziyatdagi tekislik	proyeksiyalar tekisliklarining biriga parallel yoki perpendikulyar bo‘lgan



	tekislik.
Xususiy vaziyatdagi to‘g‘ri chiziq	proyeksiyalar tekisliklarining biriga parallel yoki perpendikulyar bo‘lgan to‘g‘ri chiziq.
YO	
Yopishma tekislik	fazoviy egri chiziq ustida yotgan nuqta va unga Cheksiz yaqin bo‘lgan ikki nuqtadan o‘tgan tekislik.
Yordamchi proyeksiyalash	asosiy proyeksiyalash yo‘nalishiga qo‘shimcha ravishda bajariladigan proyeksiyalash.
Yoyilmaydigan sirt	Cheksiz yaqin qo‘shni ikki yasovchisi o‘zaro ayqash bo‘lgan chiziqli sirt.
Yoyiluvchi sirt	Cheksiz yaqin qo‘shni ikki yasovchisi o‘zaro kesishgan chiziqli sirt.
Ch	
hiziq	Nuqtaning tekislik yoki fazodagi harakatlanishidan qoldirgan troektoriyasi
chiziqli sirt	UChta fazoviy egri chiziqni bir vaqtda kesib harakatlanuvchi to‘g‘ri chiziq hosil qilgan sirt
Chorak	Ikki o‘zaro perpendikulyar tekisliklarning fazoni 4 ta bo‘lakka bo‘lishi.
O‘	
O‘zaro parallel tekisliklar	Bir tekislikda yotgan va o‘zaro kesishgan ikki chiziq ikkinchi tekislikda yotgan va o‘zaro kesishuvchi ikki to‘g‘ri chiziqqa mos ravishda parallel bo‘lgan tekisliklar.
O‘zaro perpendikulyar tekislik	bir tekislikda yotgan to‘g‘ri chiziqqa perpendikulyar bo‘lgan tekislik yoki

tekislik perpendikulyar bo‘lgan to‘g‘ri  
chiziqdan o‘tuvchi tekislik.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Mirziyoyev SH.M., Milliy tiklanishdan milliy yuksalish sari. Yoshlar nashriyot uyi 2019,-157 b.
2. Murodov SH.K., L.Hakimov., Chizma geometriya. Iqtisod-moliya nashriyoti, 2008, - 291 b.
3. Rixsiboyev U.T., Chizma geometriya va muhandislik grafikasi. Tafakkur qanoti 2018,-383 b.
4. Alijonov O.I., Xolmurzaev A.A. Muhandislik grafikasi. Farg‘ona, Texnika nashriyoti, 2005, -216 b.
5. Xalimov M., Ochilov F., Chizmachilik (Geometrik va proyeksion chizmachilikdan mustaqil ishlash uchun topshiriqlar). – Qarshi, “Nasaf”, 2012.
6. Raxmonov I.T. va Abdurahmonov A., Chizmachilikdan ma'lumotnoma, T., «A.Navoiy nomidagi O‘zbekiston Milliy kutubxonasi», 2005.
7. M.Xalimov. Rasm geometriya va muhandislik grafikasi Toshkent, “Voriz”, 2013.
8. Murodov Sh.K., Rasm geometriya. – T., Iqtisod-moliya, 2008.
9. Муродов Ш.К, Ташимов Н., Графика тарихи ва тараққиёти. – Т., ТДПУ ризографи, 2011.
10. Rahmonov I., Ashirboyev A., Geometrik chizmachilik (Shriftlar). Toshkent, “Noshir”, 2009.
11. To‘xtayev A. va Abramyan Y. Mashinasozlik chizmachiligidan ma'lumotnoma. T., “ILM ZIYO”, 2010-262 bet
12. Valiyev A.N., Raxmonov I. Chizmachilik (chizmachilik fanidan konstrksiyalash asoslari). –T.: «Voriz-nashriyot». 2012.

## MUNDARIJA

<b>KIRISH</b> .....	2
<b>BIRINCHI QISM. CHIZMA GEOMETRIYA</b> .....	3
Darslikda qabul qilingan shartli belgilar va ramzlar .....	3
<b>1-BOB FANNING MAQSADI VA TASVIRLAR-PROYEKSIYALAR TUZISH ASOSLARI</b> .....	13
1.1. Chizma geometriya fanining asosiy maqsadi va vazifasi.....	13
1.2. Proyeksiyalashning mohiyati va uning asosiy usullari .....	14
1.3. Parallel proyeksiyalashning xossalari .....	16
<b>2-BOB NUQTANING CHIZMASINI TUZISH VA O‘QISH</b> .....	22
2.1. Nuqta, geometrik figura va predmetlarning tiklanish xususiyatiga ega bo‘lgan proyeksiyalari-chizmasi .....	22
2.2. Nuqtani H, V va W tekisliklarga proyeksiyalash .....	23
2.3. Nuqtaning tekis chizmasini (epyrini) tuzish va nuqtaning chizmasini o‘qish, choraklardagi nuqtalarning proyeksiyalarini OX o‘qiga nisbatan joylashuvi.....	25
2.4. Nuqtaning yetishmaydigan proyeksiyasini aniqlash algoritmi .....	29
2.5. Oktantlar to‘g‘risida tushuncha .....	30
2.6. Ikki nuqta, raqobatlashuvchi nuqtalar.....	31
<b>3-BOB TO‘G‘RI CHIZIQ VA UNING CHIZMADA BERILISHI</b> .....	35
3.1. To‘g‘ri chiziqning chizmasini tuzish. To‘g‘ri chiziqning chizmasini o‘qish. Umumiy-ixtiyoriy va xususiy-maxsus vaziyatdagi to‘g‘ri chiziqlar.....	35
3.1.1. Proyeksiyalar tekislariga perpendikulyar bo‘lgan to‘g‘ri chiziqlar	36
3.1.2. Proyeksiyalar tekislariga parallel bo‘lgan to‘g‘ri chiziqlar.....	37
3.2. To‘g‘ri chiziqda nuqta tanlash. Ixtiyoriy vaziyatdagi to‘g‘ri chiziq kesmasining haqiqiy uzunligini va uning proyeksiyalar tekisliklari bilan hosil qilgan burchaklarini aniqlash .....	39
3.3. To‘g‘ri chiziqning izlarini topish. Kesmani teng va berilgan nisbatda bo‘laklarga ajratish. Ikki to‘g‘ri chiziq. Raqobatlashuvchi	43

to'g'ri chiziqlar .....	
<b>4-BOB TEKISLIK VA UNING CHIZMADA BERILISHI .....</b>	<b>55</b>
4.1. Tekislikning chizmada berilishi va uning izlari. Tekislikda to'g'ri chiziq va nuqta tanlash. Tekislikning maxsus chiziqlari .....	55
4.1.1. Tekislikning chizmada berilishi va uning izlari .....	55
4.1.2. Tekislikda nuqta tanlash .....	59
4.1.3. Tekislikning maxsus chiziqlari.....	62
4.2. Tekislikni H va V tekisliklar bilan hosil qilgan burchaklarini aniqlash. Ixtiyoriy va maxsus vaziyatdagi tekisliklar .....	65
4.2.1. Tekislikni H va V tekisliklar hosil qilgan burchak kattaligini aniqlash.....	65
4.2.2. Ixtiyoriy va maxsus vaziyatdagi tekisliklar .....	69
4.3. Proyeksiyalar tekisliklariga perpendikulyar bo'lgan tekisliklar – proyeksiyalovchi tekisliklar .....	71
4.4. Fazoda to'g'ri chiziq bilan tekislikning va ikki tekislikning o'zaro joylashuvi.....	74
4.4.1. Proyeksiyalovchi tekislik bilan to'g'ri chiziqning kesishish nuqtasini topish.....	74
4.4.2. Ihtiyoriy vaziyatdagi tekislikni proyeksiyalovchi tekislik bilan kesishgan chizig'ini topish.....	76
4.4.3. Ikki ixtiyoriy tekisliklarning o'zaro kesishuvi.....	78
4.4.4. To'g'ri chiziqni umumiy vaziyatdagi tekislik bilan uchrashish-kesishish nuqtasini topish .....	82
4.5. To'g'ri chiziqning tekislikka parallelligi va perpendikulyarligi. Ikki tekislikning o'zaro parallelligi va perpendikulyarligi.....	85
4.5.1. To'g'ri chiziqning tekislikka perpendikulyarligi .....	85
4.5.2. To'g'ri chiziqning tekislikka parallelligi .....	87
4.5.3. Ikki tekislikning o'zaro parallelligi .....	88
4.5.4. Ikki tekislikning o'zaro perpendikulyarligi.....	88
4.6. To'g'ri chiziq bilan tekislikning va ikki tekislikning o'zaro	89

parallelligiga va perpendikulyarligiga oid masalalarning yechish algoritmlari .....	
4.6.1. To'g'ri chiziqning tekislikka parallelligiga oid masalalarning yechish algoritmlari.....	89
4.6.2. To'g'ri chiziqni tekislikka perpendikulyarligiga oid masalalarning yechish algoritmlar.....	92
4.6.3. Ikki tekislikning o'zaro parallelligiga oid masalalarni yechish algoritmlari.....	97
4.6.4. Ikki tekislikning o'zaro perpendikulyarligiga oid masalalarni yechish algoritmlari.....	98
4.6.5. Ikki tekislikni o'zaro perpendikulyarligiga oid masalalarning yechish algoritmlari.....	99
4.6.6. To'g'ri chiziq bilan tekislik va ikki tekislik orasidagi burchak kattaligini aniqlash algoritmi.....	101
<b>5-BOB CHIZMANI QAYTA TUZISH USULLARI .....</b>	<b>104</b>
5.1 Proyeksiyalar tekisliklarini almashtirish usuli- PTAU .....	105
5.1.1 Proyeksiyalar tekisligini bir marotaba almashtirib yechiladigan tayanch masalalarni yechish algoritmi .....	106
5.1.2. Proyeksiyalar tekisligini ikki marotaba almashtirib yechiladigan tayanch masalalarni yechish algoritmi .....	111
5.2. Aylantirish usuli.....	115
5.2.1. Aylantirish usuli (AU)ning mohiyati va uning turlari.....	115
5.2.2. Aylantirish usulida to'rta tayanch masalalarni yechish .....	117
5.2.3. Tekislikni uning gorizontali yoki frontali atrofida aylantirish .....	123
5.2.4. Tekislikni uning gorizontali yoki frontal izi atrofida aylantirish, ya'ni uni H yoki V bilan jipslashtirish .....	125
5.3. Tekis parallel ko'chirish usuli.....	129
5.3.1. Tekis parallel ko'chirish usulining mohiyati.....	129
5.3.2. Tekis parallel ko'chirish usulida to'rta tayanch masalalarni	131

yechilishi.....	137
<b>6-BOB KO'PYOQLIKLAR .....</b>	<b>137</b>
6.1. Umumiy ma'lumotlar.....	137
6.2. Ko'pyoqliklarning tekislik bilan kesishishi.....	141
6.2.1. Kesim tomonlarini yasash usuli.....	141
6.2.2. Kesim uchlarini yasash usuli.....	142
6.3. Ko'pyoqlikning to'g'ri chiziq bilan kesishishi.....	146
6.4. Ko'pyoqliklarning o'zaro kesishishi.....	150
<b>7-BOB EGRI CHIZIQLAR.....</b>	<b>153</b>
7.1. Umumiy tushunchalar.....	153
7.2. Tekis egri chiziqlar. Ularga urinma va normal o'tkazish.....	154
7.2.1. Egri chiziqqa undan tashqari olingan nuqta orqali urinma o'tkazish.....	155
7.2.2. Berilgan yo'nalishga parallel urinma o'tkazish.....	156
7.2.3. Egri chiziq ustida yotgan nuqta orqali unga urinma o'tkazish..	156
7.2.4. Egri chiziqdan tashqarida olingan nuqtadan unga normal o'tkazish.....	157
7.3. Tekis egri chiziqning egriligi.....	157
7.4. Evolyuta va evolventa.....	158
7.5. Tekis egri chiziq nuqtalarining klassifikatsiyasi.....	159
7.6. Ikkinchi tartibli egri chiziqlar.....	160
7.7. Fazoviy egri chiziqlar. Ularga urinma va normallar o'tkazish...	162
7.8. Fazoviy egri chiziqlarning tabiiy koordinatalarda berilishi.....	164
7.9. Fazoviy egri chiziqning uzunligini uning to'g'ri burchakli proeksiyalariga asosan aniqlash.....	166
7.10-§. Vint chiziqlari.....	167
<b>8-BOB SIRTLAR.....</b>	<b>171</b>
8.1. Sirtlar to'g'risida umumiy ma'lumotlar. Sirtlarni chizmada berilishi. Sirtlarda nuqta tanlash .....	171
8.1.1. Sirtlar hosil bo'lishi va ularni chizmada berilishi .....	171

8.1.2. Sirtlarda nuqta tanlash.....	175
8.2. Ixtiyoriy va proyeksiyalovchi tekisliklar bilan sirtlarni kesishuvi. Sirtlarni to‘g‘ri chiziq bilan kesishuvi .....	177
8.2.1. Ixtiyoriy va proyeksiyalovchi tekisliklar bilan sirtlarni kesishuvi.	177
8.2.2. Sirtlarni to‘g‘ri chiziq bilan kesishuvi.....	182
8.3. Sirtlarning o‘zaro kesishishi.....	185
8.3.1. Sirtlarning o‘zaro kesishuvi. Yordamchi kesuvchi tekisliklar usuli.....	185
8.3.2. Yordamchi kesuvchi sharlar-sferalar usuli.....	188
<b>9-BOB YOYILMALAR .....</b>	<b>193</b>
9.1. Sirtlarni tekislikka yoyish .....	193
9.1.1. Sirtlarni tekislikka yoyishning uchburchak usuli .....	193
9.1.2. Yoyishning normal kesim usuli .....	196
9.1.3. Yoyishning yumalatish usuli .....	199
<b>10-BOB AKSONOMETRIK PROEKSIYALAR.....</b>	<b>204</b>
10.1. Umumiy ma’lumotlar.....	204
10.2. Aksonometrik o‘qlar va ular bo‘yicha o‘zgarish koeffisientlari....	205
10.3. Aksonometriyaning asosiy teoremasi.....	207
10.4. O‘zgarish koeffisientlari va proyeksiyalash burchagi orasidagi o‘zaro bog‘lanish.....	208
10.5. To‘g‘ri burchakli aksonometriyada izlar uchburchagi va aksonometriya o‘qlari.....	211
10.6. Aylananing aksonometriyasi.....	213
10.7. To‘g‘ri burchakli standart aksonometriyalar.....	216
10.7.1. To‘g‘ri burchakli standart izometriya.....	216
10.7.2. To‘g‘ri burchakli standart dimetriya.....	218
10.8. Qiyshiq burchakli standart aksonometriyalar.....	220
10.8.1. Qiyshiq burchakli standart frontal dimetriya.....	220
10.8.2. Qiyshiq burchakli standart frontal izometriya.....	221
10.8.3. Qiyshiq burchakli gorizontal izometriya (zenit aksonometriyasi).....	222
10.9. Aylanish sirtlarining ocherklarini aksonometriyada yasash.....	223



10.9.1. Parallellar usuli.....	223
10.9.2. Meridianlar usuli. ....	223
10.10. Aksonometriyada pozision masalalarni yechish.....	225
<b>IKKINCHI QISM. Muhandislik grafikasi.....</b>	<b>230</b>
<b>11-BOB GEOMETRIK CHIZMACHILIK .....</b>	<b>230</b>
11.1. Chizmachilik asboblari va ulardan foydalanish.....	230
11.2. Chizmachilikka oid standartlar.....	233
11.2.1. Formatlar.....	235
11.2.2. Chiziq turlari .....	237
11.2.3. Masshtablar.....	242
11.2.4. O‘lcham qo‘yish qoidalari (O‘zDSt 2.307:2003).....	243
11.2.4.1. O‘lcham qo‘yishning ayrim horij qoidalari.....	252
11.3. Chizma shriftlari.....	254
11.4. Geometrik yasashlar.....	261
11.5. Qiyalik va konusliklar.....	268
11.6. Tutashmalar.....	269
11.7. Sirkul egri chiziqlar.....	274
11.8. Lekalo egri chiziqlari.....	276
11.8.1. Ellips.....	278
11.8.2. Parabola.....	279
11.8.3. Giperbola.....	280
11.9. Siklik egri chiziqlar.....	282
11.9.1. Sikloida.....	282
11.9.2. Episikloida.....	282
11.9.3. Giposikloida.....	283
11.9.4. Evolventa.....	284
11.9.5. Arximed spirali.....	285
<b>12-BOB PROYEKSION CHIZMACHILIK.....</b>	<b>286</b>
12.1. Buyumni proyeksiyalar tekisliklariga proyeksiyalash.....	286
12.2. Ko‘rinishlar (O‘zDSt 2.305:2003).....	288

12.2.1. Asosiy ko‘rinishlar.....	288
12.2.2. Qo‘shma va mahalliy ko‘rinishlar.....	290
12.2.3. Bosh ko‘rinish.....	292
12.3. Kesimlar va qirqimlar (O‘zDSt 2.305:2003).....	297
12.3.1. Materiallarning kesimda grafik belgilanish.....	297
12.3.2. Kesimlar (O‘z DSt 2.305.....	298
12.3.3. Aylantirilgan kesim.....	301
12.3.4. Chiqarilgan kesim.....	301
12.4. Qirqimlar (O‘zDSt 2.305:2003).....	302
12.4.1. Oddiy qirqimlar.....	303
12.4.2. Murakkab qirqimlar.....	306
12.5. Aksonometrik proyeksiyalar (O‘zDSt 2.317: 2003).....	308
12.5.1. To‘g‘ri burchakli izometrik proyeksiya.....	309
12.5.2. Qiyshiq burchakli dimetriya.....	311
12.6. Detal eskizini bajarish.....	313
12.7. Texnik rasm.....	316
12.7.1. Texnik rasmni izometrik proyeksiya asosida bajarish.....	316
12.7.2. Texnik rasmni frontal dimetriya asosida bajarish.....	318
12.8. Detal ish chizmasida og‘ma qirqim bajarish.....	319
12.9. Detal chizmasida tekis qirqim chizig‘ini bajarish.....	322
12.10. Detal sirtlarini kesishuv chizig‘i.....	323
12.10.1. Detal sirtlarining kesishuv chizig‘ini aksonometrik proeksiyasini bajarish.....	325
12.11. Nazariy chizmani tuzish va o‘qish.....	327
12.11.1. Yaqqol tasviri berilgan modelga tafsif yozish.....	327
12.12. Detallar loyihalash ishlarining mazmuni.....	328
12.12.1. Detal elementlarini surish va burish asosida ularni qayta loyihalash.....	330
12.12.2. O‘yib olish orqali detal loyihalash.....	331
12.13. Detallarning yoyilmasi hamda modelini yasash.....	332
<b>Ilovalar.....</b>	<b>334</b>

1. Geometrik o‘rinlar.....	334
2. Chizma geometriya taraqqiyoti haqidagi qisqacha tarixiy ma'lumotlar.....	339
3. Chizma geometriyadan qisqacha lug‘at.....	353
Foydalanilgan adabiyotlar.....	367
Mundarija.....	368

	Содержание	
	Введение.....	2
	<b>I ЧАСТЬ. НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ.....</b>	<b>3</b>
	Условные знаки и символы принятые в учебнике.....	3
<b>1-ГЛАВА</b>	<b>Цели предмета и основы проецирования.....</b>	<b>13</b>
	1.1. Основные цели и задачи начертательной геометрии.....	13
	1.2.. Проецирование и основные способы проецирования.....	14
	1.3. Свойства параллельного проецирования.....	16
<b>2-ГЛАВА</b>	<b>Составление и чтение чертежа точки.....</b>	<b>22</b>
	2.1. Чертежи точки, геометрических фигур и предметов. Свойства обратимости чертежа .....	22
	2.2. Проецирование точки на плоскости H,V и W.....	23
	2.3. Плоский чертеж точки, расположение проекций точки относительно оси OX в четвертях .....	25
	2.4. Алгоритм определения недостающей проекции точки.	29
	2.5. Понятия об октантах .....	30
	2.6. Две точки, конкурирующие точки.....	31
<b>3-ГЛАВА</b>	<b>Прямая и его задание на чертежах.....</b>	<b>35</b>
	3.1. Выполнение и чтение чертежа отрезка прямой. Прямые частного и общего положения .....	35
	3.2. Точка на прямой. Анализ прямой: определение истинной величины прямой общего положения и угла между им плоскостями проекций .....	39
	3.3. Определение следов прямой. Деление отрезка на равные част.....	43
<b>4-ГЛАВА</b>	<b>Плоскость. Чертеж плоскости.....</b>	<b>55</b>
	4.1. Прямая и точка на плоскости. Главные линии плоскости.....	55
	4.1.1. Задание плоскости на чертеже и его следы.....	55
	4.1.2. Точка на плоскости.....	59
	4.1.3. Главные линии плоскости .....	62
	4.2. Определение угла между плоскостями H и V. Плоскости общего и частного положения.....	65
	4.2.1. Определение угла между плоскостью и плоскостями проекций H и V.....	65
	4.2.2. Плоскости общего и частного положения.....	69

4.3. Проецирующие плоскости – плоскости перпендикулярные к плоскостям проекций.....	71
4.4. Пересечение прямой и плоскости и двух плоскостей.....	74
4.4.1. Пересечение прямой с проецирующей плоскостью.....	74
4.4.2. Линия пересечения плоскости общего положения с проецирующей плоскостью.....	76
4.4.3. Взаимопересечение двух плоскостей произвольного положения.....	78
4.4.4. Точка пересечения прямой с плоскостью общего положения.....	82
4.5. Параллельность и перпендикулярность прямой к плоскости. Взаимно параллельность и перпендикулярность двух плоскостей.....	85
4.5.1. Перпендикулярность прямой к плоскости.....	85
4.5.2. Параллельность прямой к плоскости.....	87
4.5.3. Взаимопараллельность двух плоскостей.....	88
4.5.4. Взаимоперпендикулярность двух плоскостей.....	88
4.6. Алгоритмы решения задач на параллельности и перпендикулярности двух плоскостей, а также прямой и плоскости.....	89
4.6.1. Алгоритмы решений задач параллельности прямой к плоскости.....	89
4.6.2. Алгоритмы решений задач перпендикулярности прямой к плоскости.....	92
4.6.3. Алгоритмы решений задач взаимопараллельности двух плоскостей.....	97
4.6.4. Алгоритмы решений задач взаимоперпендикулярности двух плоскостей.....	98
4.6.5. Алгоритмы решения задач взаимоперпендикулярности двух плоскостей.....	99
<b>5-ГЛАВА Способы преобразования чертежей.....</b>	<b>104</b>
5.1. Способ замены плоскостей проекций.....	105
5.1.1. Алгоритм решения задач способом замены плоскости проекций.....	106
5.1.2. Алгоритм решения задач способом замены плоскости проекций дважды.....	111
5.2. Способ вращения.....	115
5.2.1. Способ вращения и его виды.....	115
5.2.2. Решение 4 опорных задач способом преобразования.....	117

	чертежей. Приведение плоскость в параллельное или перпендикулярное положение относительно к плоскостям проекций Н или V способом вращения плоскости вокруг проецирующей оси.....	
	5.2.3. Вращение плоскости вокруг горизонтали или фронтали.....	123
	5.2.4 Вращение плоскости вокруг горизонтального или фронтального следа.....	125
	5.3. Способ плоско-параллельного перемещения. ....	129
	5.3.1. Способ плоско-параллельного перемещения .....	129
	5.3.2. Решение 4 опорных задач способом плоско-параллельного перемещения.....	131
<b>6-ГЛАВА</b>	<b>ПРЕИМУЩЕСТВА</b> .....	137
	6.1. Общая информация .....	137
	6.2. Нанесение сапог .....	141
	6.2.1. Как сделать срезанные стороны .....	141
	6.2.2. Как сделать срезанные концы .....	142
	6.3. Поперечный изгиб моста по прямой линии .....	146
	6.4. Перекрестные удары велосипедами .....	150
<b>7-ГЛАВА</b>	<b>ЭФФЕКТИВНЫЕ ПРЕДЕЛЫ</b> .....	153
	7.1. Общие понятия .....	153
	7.2. Плоские кривые. Попробуйте передать их .....	154
	7.2.1. Пересечение кривой через точку добавления к ней .....	155
	7.2.2. Бегите параллельно этому маршруту .....	156
	7.2.3. Попытка в точке на кривой.....	156
	7.2.4. Нормальный переход от точки, взятой из кривой к ней .....	157
	7.3. Плоская кривая .....	157
	7.4. Эволюция и эволюционирование .....	158
	7,5. Классификация точек на кривой .....	159
	7,6. Кривые второго порядка .....	160
	7.7. Пространственные кривые. Дайте им попробовать и нормально	162
	7,8. Представление пространственных кривых в естественных координатах .....	164
	7.9. Определить длину пространственной кривой на основе ее углов проекции .....	166

	7.10. Винтовые линии .....	167
<b>8-ГЛАВА</b>	<b>Поверхности.....</b>	<b>171</b>
	6.1. Общие сведения о поверхностях. Чертежи поверхности. Точка на поверхности .....	171
	6.1.1. Поверхности и их задание на чертежах.....	171
	6.1.2. Точка на поверхностях .....	175
	6.2. Пересечение поверхности с проецирующими плоскостями и произвольного положения. Пересечение поверхности с прямой линией.....	177
	6.2.1. Пересечение поверхности с проецирующими плоскостями и произвольного положения .....	177
	6.2.2. Пересечение поверхности с прямой линией.....	182
	6.3. Взаимопересечение поверхностей .....	185
	6.3.1. Взаимопересечение поверхностей. Способ секущих плоскостей.....	185
	6.3.2. Способ секущих сфер.....	188
<b>9-ГЛАВА</b>	<b>Развертка поверхностей.....</b>	<b>193</b>
	7.1. Развертывание поверхностей на плоскость.....	193
	7.1.1. Развертка поверхностей способом триангуляции .....	193
	7.1.2. Развертка поверхностей способом нормального сечения ....	196
	7.1.3. Развертка поверхностей путём ската.....	199
<b>10-ГЛАВА</b>	<b>АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКТЫ .....</b>	<b>204</b>
	10.1. Общая информация .....	204
	10,2. Аксонометрические оси и их коэффициенты вариации .....	205
	10.3. Основная теорема об аксонометрии .....	207
	10.4. Взаимодействие между коэффициентами изменения и углом проекции .....	208
	10.5. Треугольные оси и оси аксонометрии в прямоугольной аксонометрии .....	211
	10.6. Круговая аксонометрия .....	213
	10,7. Стандартные угловые аксонометры .....	216
	10.7.1. Стандартная угловая изометрия .....	216
	10.7.2. Стандартный угол измерения .....	218
	10.8. Стандартные аксонометры с угловыми углами .....	220

10.8.1. Стандартный фронтальный размер с углом .....	220
10.8.2. Стандартная фронтальная изометрия углового угла .....	221
10.8.3. Горизонтальная изометрия угла (зенитная аксонометрия) ....	222
10.9. Расчет осевых поверхностей в аксонометрии .....	223
10.9.1. Параллельный метод .....	223
10.9.2. Метод меридианов. ....	223
10.10. Решение позиционных задач в аксонометрии .....	225
<b>ЧАСТЬ ВТОРАЯ Инженерная графика .....</b>	<b>230</b>
<b>11-ГЛАВА ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ ДИЗАЙН .....</b>	<b>230</b>
11.1. Инструменты рисования и их использование .....	230
11.2. Стандарты рисования .....	233
11.2.1. Форматы .....	235
11.2.2. Типы линий .....	237
11.2.3. Весы .....	242
11.2.4. Размерная политика (O'zDSt 2.307: 2003) .....	243
11.2.4.1. Некоторые зарубежные правила измерения .....	252
11.3. Рисование шрифтов .....	254
11.4. Геометрические конструкции .....	261
11.5. Склоны и конусы .....	268
11.6. Столкновения .....	269
11.7. Круговые кривые .....	274
11.8. Кривые Лекало .....	276
11.8.1. Эллипс .....	278
11.8.2. Парабола .....	279
11.8.3. Гипербола .....	280
11.9. Циклические кривые .....	282
11.9.1. Циклоида .....	282
11.9.2. Эпициклоиды .....	282
11.9.3. Гипоцикло .....	283
11.9.4. Эвольвента .....	284



11.9.5. Архимед спираль .....	285
<b>12-ГЛАВА ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ ЧЕРТЕЖ</b> .....	<b>286</b>
12.1. Проекция предмета на плоскость проекции .....	286
12.2. Взгляды (O'z DSt 2.305: 2003) .....	288
12.2.1. Основные взгляды .....	288
12.2.2. Дополнительные и местные виды .....	290
12.2.3. Внешний вид .....	292
12.3. Стволы и разрезы (O'zDSt 2.305: 2003) .....	297
12.3.1. Графическое обозначение раздела материалов .....	297
12.3.2. Резка (O'z DSt 2.305 .....	298
12.3.3. Повернутая секция .....	301
12.3.4. Выходные данные .....	301
12.4. Зерновые культуры (O'zDSt 2.305: 2003) .....	302
12.4.1. Простые стволы .....	303
12.4.2. Комплексные разрезы .....	306
12,5. Аксонометрические проекции (O'zDSt 2.317: 2003) .....	308
12.5.1. Прямоугольная изометрическая проекция .....	309
12.5.2. Угловая диметрия .....	311
12,6. Выполнение детального эскиза .....	313
12,7. Технический чертёж .....	316
12.7.1. Выполнение технического чертежа на основе изометрической проекции .....	316
12.7.2. Выполнение технического чертежа на основе фронтального размера .....	318
12,8. Мелкие надрезы в деталях рабочих чертежей .....	319
12,9. Выполнение прямой линии разреза на чертеже детали .....	322
12,10. Подробная линия пересечения поверхности .....	323
12,10.1. Выполнение аксонометрической проекции линий пересечения поверхностей деталей .....	325
12,11. Рисование и чтение теоретического рисунка .....	327
12,11.1. Напишите описание модели с четкой картинкой .....	327
12,12. Работа по разработке контента .....	328

12.12.1. Проектирование элементов детализации путем толкания и скручивания .....	330
12.12.2. Проектирование деталей с помощью жеребьевки .....	331
12.13. Распределение и моделирование деталей .....	332
Приложения .....	334
1. Геометрические положения .....	334
2. Краткий исторический обзор развития геометрии чертежа .....	339
3. Краткий глоссарий геометрии чертежа .....	353
Ссылки .....	367
Содержание .....	368

## Contents

	Introduction.....	2
	<b>I PART. Descriptive geometry</b>	<b>3</b>
	The High signs and symbols received a visit at textbook.....	3
<b>1-CHAPTER</b>	<b>The Purposes of the subject and bases projection.....</b>	<b>6</b>
	1.1.The Main purposes and problems to descriptive geometry.....	13
	1.2. Projection and the main ways of projection .....	14
	1.3.The characteristic of parallel projection .....	16
<b>2-CHAPTER</b>	<b>Formation and reading the drawing of the point.....</b>	<b>22</b>
	2.1. The Drawings of the point, geometric figures and subject. The characteristic to reversibility of the drawing.....	22
	2.2. Projection points on planes H,V and W.....	23
	2.3. The Flat drawing of the point, location projection points for axis in quarter OX.....	25
	2.4. The Algorithm of the determination lacking projections of the point The Notions about of okthants ... ..	29
	2.5. Two points, rival points.....	31
<b>3-CHAPTER</b>	<b>The Straight line and (its) task on drawing.....</b>	<b>35</b>
	3.1.Execution and reading the drawing of the length direct. The Direct quotient and general provisions.....	35
	3.2. The Point on direct. The Analysis direct: determination of the true value of the direct general provisions and corner between him plane projection .....	39
	3.3. The Determination trace direct. The Fission of the length on equal parts. Two direct lines. The Rival lines.... ..	43
<b>4-CHAPTER</b>	<b>The Plane. The Drawing to planes .....</b>	<b>55</b>
	4.1. The Straight line and point on planes. The Main to lines to planes.....	55
	4.1.1.The Task to planes on drawing and its traces .....	55
	4.1.2. Plane Line .....	59

4.1.3.The Point on planes .....	62
4.2 The Main to lines to planes .....	65
4.2.1. The Determination of the corner between plane and plane projection H and V.....	65
4.2.2. The Determination of the corner between plane. The Planes general and quotient of the position.....	69
4.3. A planes perpendicular to plane of projection .....	71
4.4. Intersection direct and planes and two plane .....	74
4.4.2. Intersection direct with projection plane .....	76
4.4.3. The Line of the intersection to planes of the general provisions with plane projection .....	78
4.4.4. Intersection of two planes of the free position .....	82
4.5. The Cross point to direct line with plane of the general provisions.....	85
4.5.1.Parallel and perpendicular direct to planes and two perpendicular planes .....	85
4.5.2. Perpendicular direct to planes .....	87
4.5.3. Parallel direct to planes .....	88
4.5.4.Two parallel planes .....	88
4.6.Two perpendicular planes.....	89
4.6.1.The Algorithms of the decision of the tasks parallel or perpendicular two planes, as well as direct and planes .....	89
4.6.2.The Algorithms of the decisions of the tasks of parallel direct to planes .....	92
4.6.3.The Algorithms of the decisions of the tasks perpendicular of straight line to plane.....	97
4.6.4.The Algorithms of the decision of the tasks two parallel planes.....	98
4.6.5. The Algorithms of the decision of the tasks two perpendicular planes .....	99

<b>5-CHAPTER</b>	<b>The Ways of the transformation of the drawings .....</b>	<b>104</b>
	5.1. The Way of the change the planes projection.....	105
	5.1.1.The Algorithm of the decision of the tasks by way of the change to planes projection.....	106
	5.1.2.The Algorithm of the decision of the tasks by way of the change to planes projection twice.....	111
	5.2. The Way of the rotation .....	115
	5.2.1. The Way of the rotation and its types.....	115
	5.2.2. The Decision 4 supporting problems by way of the transformation of the drawings. The Adduction plane in parallel or perpendicular position to plane projection N comparatively or V way of the rotation to planes around axis of projection .....	117
	5.2.3. The Rotation to planes around horizontal line or frontal line ....	123
	5.2.4. The Rotation to planes around horizontal or frontal trace .....	125
	5.3.The Decision 4 supporting problems by way flat-parallel displacement. ....	129
	5.3.1. The Way flat-parallel displacement .....	129
	5.3.2. The Decision 4 supporting problems by way flat-parallel displacement .....	131
<b>6-CHAPTER</b>	<b>BENEFITS .....</b>	<b>137</b>
	6.1. General Information .....	137
	6.2. Flat crossings of bumps .....	141
	6.2.1. How to make cut sides .....	141
	6.2.2. How to make cut ends .....	142
	6.3. Cross-bend of the bridge with a straight line .....	146
	6.4. Cross-bumping of bicycles .....	150
<b>7-CHAPTER</b>	<b>EFFECTIVE LIMITS .....</b>	<b>153</b>
	7.1. General concepts .....	153
	7.2. Flat curves. Try and pass them on .....	154
	7.2.1. Intersection of the curve through the point of addition to it .....	155

7.2.2. Run parallel to this route .....	156
7.2.3. Attempt at the point on the curve.....	156
7.2.4. Normal transfer from the point taken out of the curve to it .....	157
7.3. Flat curve .....	157
7.4. Evolution and Evolvent .....	158
7.5. Classification of Points on a Curve .....	159
7.6. Second order curves .....	160
7.7. Spatial curves. Give them a try and normal.....	162
7.8. The representation of spatial curves in natural coordinates .....	164
7.9. Determining the length of the spatial curve based on its angular projections .....	166
7.10. Screw lines .....	167
<b>8-CHAPTER The Surfaces.....</b>	<b>171</b>
6.1. The General information about surface. The Drawings to surfaces. The Point on surfaces.....	171
6.1.1. The Surfaces and their task on drawing .....	171
6.1.2. The Point on surfaces.....	175
6.2. Intersection to surfaces with perpendicular plane and free position. Intersection to surfaces with direct line.....	177
6.2.1. Intersection to surfaces with perpendicular plane and free position .....	177
6.2.2. Intersection to surfaces with direct line .....	182
6.3. Intersection surfaces .....	185
6.3.1. Intersection surfaces. The Way crossed planes.....	185
6.3.2. The Way crossed spheres.....	188
<b>9-CHAPTER Unrolling the surfaces .....</b>	<b>193</b>
7.1. The Deployment of the surfaces on plane.....	193
7.1.1. Unrolling the surfaces by way to triangulations .....	193
7.1.2. Unrolling the surfaces by way of the normal section .....	196
7.1.3. Unrolling the surfaces by way of the slope .....	199

<b>10-CHAPTER</b>	<b>AKSONOMETRIC INJECTIONS</b> .....	204
	10.1. General information .....	204
	10.2. Axonometric axes and their coefficients of variation .....	205
	10.3. The basic theorem of axonometry .....	207
	10.4. Interaction between change coefficients and projection angle ...	208
	10.5. Triangular axis and axonometry axes in rectangular axonometry	211
	10.6. Circular axonometry .....	213
	10.7. Standard Angular Axonometers .....	216
	10.7.1. Standard Angle Isometry .....	216
	10.7.2. Standard Angle Dimension .....	218
	10.8. Standard axonometers with angular angles .....	220
	10.8.1. Standard Frontal Dimension with Angle .....	220
	10.8.2. Standard frontal isometry with a curved angle .....	221
	10.8.3. Horizontal Isometry of the Angle (Zenith Axonometry) .....	222
	10.9. Design of axial surfaces in axonometry .....	223
	10.9.1. Parallel method .....	223
	10.9.2. The meridians method. ....	223
	10.10. Solution of position problems in axonometry .....	225
	<b>II SECTION. THE ENGINEERING GRAPHICS</b> .....	230
<b>11-CHAPTER</b>	<b>Geometric drawing</b> .....	230
	11.1. The Standards of the registration drawing .....	230
	11.2. The Formats.....	233
	11.2.1. The Scales.....	235
	11.2.2. The Types to lines.....	237
	11.2.3. The Drawing fonts.....	242
	11.2.4. The Graphic indications material on drawings.....	243
	11.2.4.1. Dimensions.....	252
	11.3 Some are foreign rules of the fixing of the sizes .....	254
	11.4. The Main geometric buildings .....	261
	11.5. The Gradient and cone .....	268

	11.6. Interfacing .....	269
	11.7. Curves executed by compasses .....	274
	11.8. Curves executed by french curve .....	276
	11.8.1. The Ellipse.....	278
	11.8.2. The Parabola.....	279
	11.8.3. The Hyperbola .....	280
	11.9. Cycloid curves. ....	282
	11.9.1. The Cycloid .....	282
	11.9.2. Epicycloids .....	282
	11.9.3. Gipocycloids.....	283
	11.9.4. Evolventa.....	284
	11.9.5. Archemedian spiral .....	285
<b>12-CHAPTER</b>	12.1. Projection of the item on the plane of projection .....	286
	12.2. Views (O'z DSt 2.305: 2003) .....	286
	12.2.1. The main views .....	288
	12.2.2. Additional and local views .....	288
	12.2.3. Appearance .....	290
	12.3. Trunks and cuts (O'zDSt 2.305: 2003) .....	292
	12.3.1. Graphic designation of materials section .....	297
	12.3.2. Cutting (O'z DSt 2.305 .....	297
	12.3.3. Rotated section .....	298
	12.3.4. Output .....	301
	12.4. Crops (O'zDSt 2.305: 2003) .....	301
	12.4.1. Simple Trunks .....	302
	12.4.2. Complex cuts .....	303
	12.5. Axonometric Projections (O'zDSt 2.317: 2003) .....	306
	12.5.1. Rectangular Isometric Projection .....	308
	12.5.2. Angular Dimetry .....	309
	12.6. Performing a detailed sketch .....	311
	12.7. Technical drawing .....	313



12.7.1. Performing a technical drawing based on isometric projection.	316
12.7.2. Performing a technical drawing based on frontal dimension ...	316
12.8. Fine cuts in detail work drawings .....	318
12.9. Performing a straight cut line on a detail drawing .....	319
12.10. Detailed Surface Crossing Line .....	322
12.10.1. Performing axonometric projection of intersection lines of details surfaces .....	323
12.11. Drawing and reading of theoretical drawing .....	325
12.11.1. Write a description of the model with the clear picture .....	327
12.12. Content Design Work .....	327
12.12.1. Design of detailing elements by pushing and twisting .....	328
12.12.2. Designing the details with the draw .....	330
12.13. Distribution and modeling of details .....	331
Applications .....	332
1. Geometric positions .....	334
2. Brief historical data on the development of drawing geometry .....	334
3. A Short Glossary of Drawing Geometry .....	339
References.....	353
Contents .....	368