

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

S.T. Vafoyev, O.S. Vafoyeva

INJENERLIK KONSTRUKSIYALARI

Metall konstruksiyalari bo‘limi

5340700 – «Gidrotexnika qurilishi (suv xo‘jaligida)», 5450200 – «Suv xo‘jaligi va melioratsiya», 5450400 – «Gidrotexnika inshootlari va nasos stansiyalaridan foydalanish», 5450100 – «Irrigatsiya tarmoqlari suv energiyasidan foydalanish», 5141100 – «Gidrologiya (suv omborlarida)» bakalavriat yo‘nalishlari, tegishli 5111000 Kasb ta‘lim yo‘nalishlari, hamda 5A340701 – «Gidrotexnika inshootlari (suv xo‘jaligida)», 5A450401 – «Gidrotexnika inshootlaridan foydalanish, ularning ishonchliligi va xavfsizligi» magistratura mutaxassisliklari uchun o‘quv qo‘llanma sifatida tavsiya etiladi.

Toshkent-2018

Ushbu o'quv qo'llanma institut ilmiy-metodik kengashining 27.03.2018 yilda bo'lib o'tgan 274- sonli majlisda ko'rib chiqilgan va chop etishga tavsiya etilgan.

Mazkur o'suv qo'llamada "Injenerlik konstruksiyalari" fanidan metall konstruksiyalari va ularni hisoblash asoslari haqida mo'lumotlar berilgan.

O'quv qo'llanmada gidrotexnika qurilishida ishlatiladigan metallar, metall konstruksiyalari va ularni birlashtiruvchi elementlarini hisoblash asoslari, metall ferma, to'sin, ustun va zulfinlarning konstruksiyasi va ularni hisoblashning nazariy asoslari, shuningdek, har bir bobga doir amaliy mashg'ulotlar yechimlari bilan berilgan.

O'quv qo'llanmadan bakalavriyat va magistratura talabalari "Injenerlik konstruksiyalari" fanidan amaliy mashg'ulotlar, kurs loyihalari hamda bitiruv malakaviy ishlarini bajarishda foydalanishlari mumkin.

T a q r i z c h i l a r:

K.S.Abdurashidov. TAQI QM va IZB kafedrasining professopi, t.f.d.

M.M.Mirsaidov. TIMI N va QM kafedrasining mudiri t.f.d, professor.

KIRISH

2013 yil 19 apreldagi Prezidentimizning PQ-1958-sonli qarorlari asosida Vazirlar Mahkamasining 2014 yil 24 fevralda 39-sonli «2013-2017 yillar davrida sugʻoriladigan yerlarning meliorativ holatini yaxshilash va suv resurslaridan oqilona foydalanish boʻyicha Davlat dasturining soʻzsiz bajarilishini taʼminlashga doir qoʻshimcha chora-tadbirlar toʻgʻrisida» gi qarori qabul qilindi. Ushbu qarorning 15-bandi asosida Davlat dasturi amalga oshirilishini maqsadli oʻrganish hamda irrigatsiya-melioratsiya tadbirlari samaradorligini oshirishda suv resurslari va suv xoʻjaligi obʻektlari boʻylab joylashgan yer uchastkalaridan oqilona foydalanishda metodik yordam koʻrsatish boʻyicha har bir viloyatda ilmiy-amaliy kengashlar tashkil qilingan.

Sugʻoriladigan yerlarning meliorativ holatini yaxshilashda gidrotexnika inshootlarining oʻrni katta boʻlib, ularni zamon talabiga javob beradigan texnika va texnologiyalar bilan taʼminlash, lozim boʻlsa ularning konstruksiyalarini takomillashtirish talab etiladi. Buning uchun shu soha boʻyicha zamon talablariga javob beradigan yuqori malakali yetuk mutaxassislar tayyorlash zarur.

Talabalarning olgan nazariy bilimlarini mustahkamlash va ularda amaliy koʻnikmalarni shakllantirish maqsadida amaliy mashgʻulot darslari va mustaqil taʼlimga katta ahamiyat berish lozim.

Mazkur oʻquv qoʻllanmada talabalarni tasdiqlangan Davlat taʼlim standartlari asosida oʻzbek tilining lotin alifbosida tayyorlangan oʻquv-uslubiy qoʻllanmalar bilan taʼminlash maqsadida yozildi.

Ushu oʻquv qoʻllanmada “Gidrotexnika qurilishi”, “Suv xoʻjaligi va melioratsiya”, “Gidrotexnika inshootlari va nasos stansiyalaridan foydalanish” hamda suv xoʻjaligiga oid boshqa bakalavriat yoʻnalishlari talabalari uchun “Injenerlik konstruksiyalari” fanidan metall konstruksiyalar boʻyicha amaliy mashgʻulot ishlarini bajarish uchun kerakli maʼlumotlar berilgan boʻlib, unda metall konstruksiyalari (ferma, toʻsin, ustun va suv zulfinlari) va ularning elementlarini hisoblash va

loyihalashning nazariy asoslari, har bir bobga doir amaliy mashg'otlar yechimlari bilan berilgan.

Mualliflar o'quv qo'llanmaning sifatini yaxshilashga doir bildirgan qimmatli fikrlari uchun taqrizchilar, t.f.d., professor R.S. Adurashidov va t.f.d., professor M.M. Mirsaidovlarga o'zlarining samimiy minnatdorchiliklarini izhor etadilar.

1-BOB. INJENERLIK KONSTRUKSIYALARIDA QO‘LLANILADIGAN METALLAR

1.1. Po‘lat, uning tarkibi va xossalari.

Metall konstruksiyalarining asosiy materiallari, po‘latdan yasalgan prokatlar va alyuminiy quymalar hisoblanadi. Odatda injenerlik konstruksiyalarida 95% po‘latdan yasalgan prokatlar ishlatiladi.

Po‘lat – bu temir (Fe) va uglerod (C) aralashmalarining qotishmasi bo‘lib, u kam miqdorda aralashma va uni toblash uchun qo‘shimchalardan tashkil topgan bo‘ladi. Uni uglerodli po‘lat deb ham ataladi.

Po‘latlar uning tarkibidagi temir va uglerodning miqdoriga qarab; kam uglerodli (0,09 ...0,23%), o‘rta uglerodli (0,24...0,5%) va yuqori uglerodli (0,51...1,2%) turlarga bo‘linadi. Injenerlik konstruksiyalarida asosan o‘zi-ning egiluvchanlik va yaxshi payvandlanish xususiyatiga ega bo‘lgan kam uglerodli po‘latlar ishlatiladi.

Toblangan po‘lat - po‘latni qizdirib sovutish (havoda, suvda, moyda) dan hosil bo‘lgan qotishmadir. Toblash qo‘shimchalarining miqdoriga (%) qarab ular uch guruhga bo‘linadi: past toblangan (2,5 % gacha), o‘rta toblagan (2,6...10 %) va yuqori toblangan (10 % dan yuqori). Injenerlik konstruksiyalarida past toblangan va kamdan kam hollarda o‘rta toblangan po‘latlar ishlatiladi.

Metallarning mexanik xossasi. Bunda po‘latning quyidagi ko‘rsatkichlari: mustahkamligi, elastikligi (qayishqoqligi), egiluvchanligi, mo‘rtligi hisobga olinadi.

Po‘latning mexanik xossasini asosiy ko‘rsatkichlari: mustahkamlik va oquvchanlik chegaralari hamda nisbiy uzayishidir (1.1-rasmga qarang).

Deformatsiyada bo‘lgan detalning normal zo‘riqishi σ Guk qonuniga asosan quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon = E \frac{\Delta \ell}{\ell} = \frac{F}{A} \leq [\sigma], kPa \quad (1.1)$$

bu yerda E - Yung modeli (elastiklik moduli), kPa; ε - nisbiy deformatsiya; $\Delta \ell$ - absolyut deformatsiya, m; ℓ - materialning dastlabki uzunligi, m; F - jismga qo‘yilgan

kuch, kN; A - deformatsiyalanuvchi jismning ko'ndalang kesim yuzasi, m^2 ; $[\sigma]$ - ruxsat etiladigan zo'riqish, kPa.

Detallarni mustahkamlikka hisoblashdan maqsad, uning ko'ndalang kesim yuzasiga ta'sir qilayotgan kuchga, u yasalgan materialning chidamliligini aniqlashdir. Buning uchun quyidagi shart bajarilishi kerak:

Agar detal deformatsiyaning cho'zilish yoki siqilish turida bo'lsa,

$$\sigma = \frac{F}{A} \leq [\sigma], \text{ kPa} \quad (1.2)$$

Agar detal deformatsiyaning egilish yoki buralish turida bo'lsa,

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq [\sigma] \quad \text{yoki} \quad \tau = \frac{F \cdot S}{J \cdot b} \leq [\tau], \text{ kPa} \quad (1.3)$$

bu yerda $[\sigma]$ - ruxsat etiladigan normal zo'riqish, kPa (uning qiymati tegishli material va zo'riqishning turiga qarab, maxsus ma'lumotnomadan olinadi); M - kuch momenti, $N \cdot m$; W - kesimning qarshilik momenti, m^3 ; τ - urunma zo'riqish, kPa; $[\tau]$ - ruxsat etiladigan urunma zo'riqish, kPa; S - kesimning statik momenti, m^3 ; J - kesimning inertsia momenti, m^4 ; b - kesimning eni, m .

Misol uchun $C\tau 3$ markali po'latni cho'zish, siqish va egishda ruxsat etiladigan zo'riqishi $[\sigma] = 160 \text{ MPa}$ bo'lsa, uni qirqishdagi urunma zo'riqishi $[\tau] = 100 \text{ MPa}$ ni tashkil qiladi.

Kam uglerodli po'latdan yasalgan detallarni zo'riqish σ va nisbiy deformatsiyasi ε orasidagi bog'lanish grafigi 1.1-rasmda keltirilgan bo'lib, hisoblashda asosan zo'riqishning oquvchanlik chegarasi olinadi.

Grafikdan quyidagilarni xulosa qilish mumkin: deformatsiyalanayotgan detalning elastiklik chegarasi σ_{ech} ; oquvchanlik chegarasi σ_{och} ; mustahkamlik chegarasi σ_{mch} bo'lar ekan.

Kam uglerodli po'latdan yasalgan detallarning cho'zishdagi elastiklik chegarasi 1.2-rasmda ko'rsatilgan. Detalni F_1 kuch ta'sirida $d\ell$ masofaga ko'chirganda ΔA ish bajariladi. To'liq ish esa OBC uchburchakning yuziga teng bo'ladi.

Agar detallar payvandli birikma bo'lsa, uning cho'zilish yoki siqilishdagi normal σ va qirqishdagi urunma τ zo'riqishlari quyidagi formulalar orqali aniqlanadi:

$$\sigma = \frac{F}{0,7 \cdot h_p \cdot \ell_p} \leq [\sigma], \quad \tau = \frac{F}{1,7 \cdot h_p \cdot \ell_p} \leq [\tau]. \quad (1.4)$$

bu yerda h_p - payvandning qalinligi, m; ℓ_p - payvandning uzunligi, m.

Boltli birlashmalar asosan deformatsiyaning qirqish turiga ishlaydi, uning urunma zo'riqishi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\tau = \frac{F}{n \frac{\pi d^2}{4}} \leq [\tau]. \quad (1.5)$$

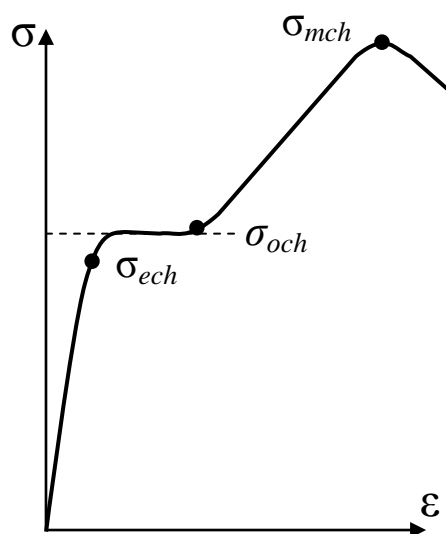
bu yerda n – boltlar soni; d - boltning diametri, m.

Metall prokatlar asosan kam uglerodli va kam toblangan po'latlardan yasashda, ularning deformatsiya ko'rsatkichlari 1.1-jadvalda keltirilgan.

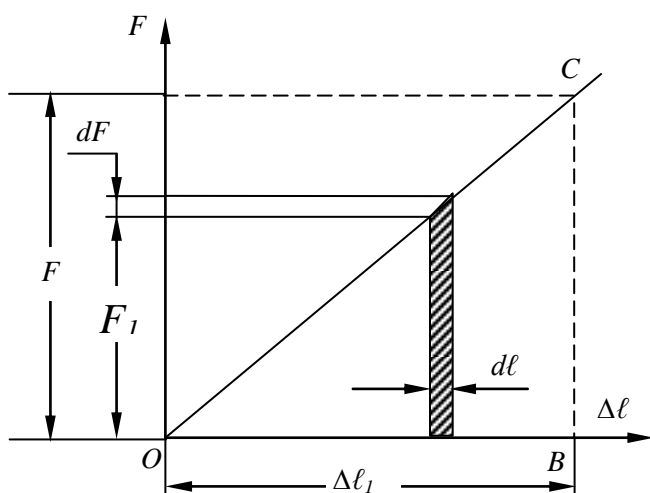
1.1-jadval

Kam uglerodli hamda kam toblangan po'latning deformatsiya ko'rsatkichlari.

Po'lat	СТ3	15XCHД	10XCHД	14Г2	15ГС	14XГС
Mustahkamlik chegarasi, MPa.....	380	520	540	480	480	500
Oquvchanlik chegarasi, MPa.....	240	350	400	340	350	350
Nisbiy uzayishi.....	21	18	16	18	18	18



1.1-rasm. Zo'riqish va nisbiy deformatsiyaning o'zaro bog'lanish grafi: σ_{ech} – zo'riqishning elastiklik chegarasi; σ_{och} – zo'riqishning oquvchanlik chegarasi; σ_{mch} – zo'riqishning mustahkamlik chegarasi.



1.2-rasm. Kam uglerodli po‘latni cho‘zishdagi elastiklik chegarasi grafigi.

Metallarning kimyoviy tarkibi. Bunda po‘lat tarkibidagi turli aralashma va qo‘shimchalarning foiz hisobidagi miqdori xarakterlanadi.

Uglerod - po‘latni mustahkamlik va oquvchanligini oshirsa, uning egiluvchanlik va payvandlanishini kamaytiradi.

Kremniy - po‘latni mustahkamligini oshirsa, uning zarb yopishqoqligi va payvandlanishini kamaytiradi.

Marganes - po‘latni mustahkamligini oshirsa, uning egiluvchanligini kam miqdorda kamaytiradi.

Mis - po‘latni mustahkamligi va zanglashga chidamligini oshiradi.

Alyuminiy - po‘latni yaxshi oksidlantirib, zararli bo‘lgan fosfor ta‘sirini barqarorlashtiradi, zarb yopishqoqligini oshiradi.

Po‘lat tarkibiga nikel, xrom, vanadiy, volfram va boshqa uni toblovchi qo‘shimchalar aralashtirilganda uning mexanik xossasi sezilarli darajada oshadi.

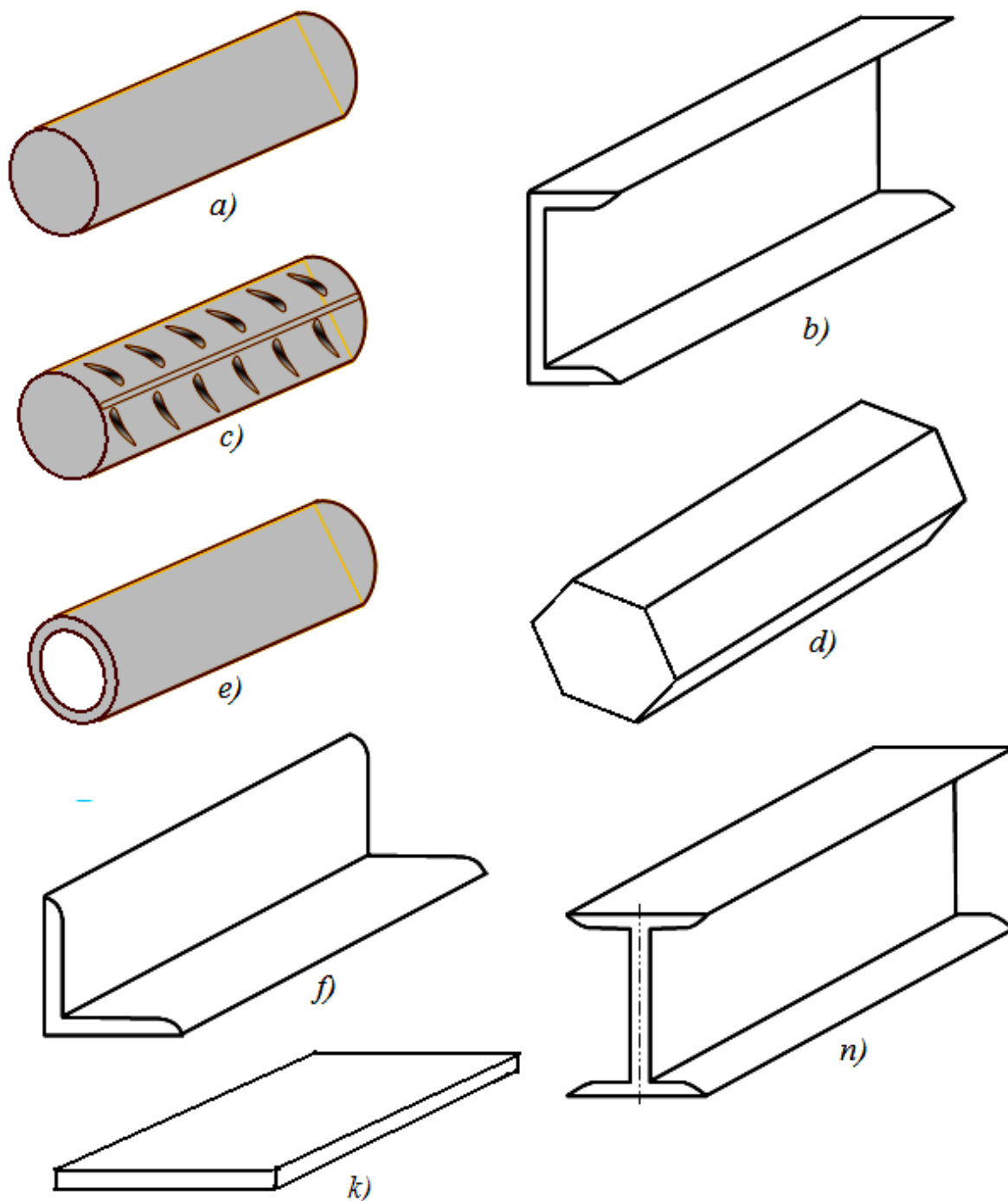
Fosfor - po‘lat tarkibida bo‘lgan fosfor o‘ta zararli bo‘lib, uning egiluvchanligi va zarb yopishqoqligini tezda kamaytiradi va uni past haroratda mo‘rt bo‘lishiga olib keladi.

Oltinugurt - po‘latni mustahkamligini kamaytirib, uni payvandlash paytida yoriqlar hosil bo‘lishiga olib keladi.

Metallni eritishda havo orqali o‘tgan kislorod, vodorod va azodlarning bo‘lishi uning tarkibini yomonlashuviga hamda uni mo‘rt bo‘lib qolishiga olib keladi.

1.2. Po'latli prokatlarning turlari.

Injenerlik konstruksiyasida metall ishlab chiqaruvchi zavodlaridan ko'ndalang kesimi turlicha bo'lgan prokatlardan foydalaniladi (1.3-rasm).



1.3-rasm. Metall prokatlarning turlari. *a* - silindrsimon silliq sirtli; *b* - shveller; *c* - silindrsimon sirti tishli; *d* - olti qirradi; *e* - quvurli; *f* - burchakli metall; *n* - qo'shtavrl; *k* – metal taxta.

Silindirsimon prokatlar (sirti silliq (1.3a - rasm) va tishli (1.3c - rasm), quvurlar (1.3e - rasm)). Metall quvurlar turli diametrlarda, chokli va choksiz turlari ishlab chiqariladi.

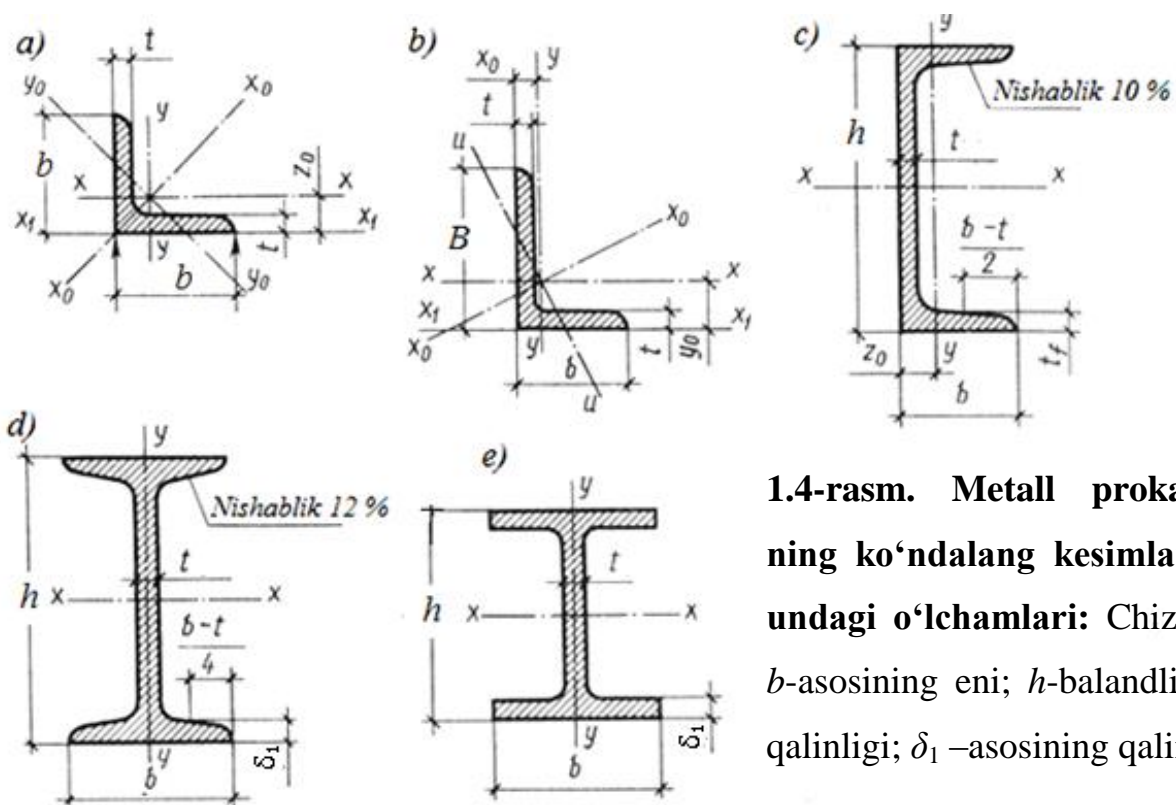
Po'lat taxtali prokatlar. O'lchami va qalinligi turlicha bo'lgan metall taxta bo'lib, uning qalinligiga qarab yupqa qatlamli va qalin qatlamli turlari ishlab chiqariladi (1.3k - rasm). Qurilish inshootlarining 40...60 % po'lat taxtali prokatlardan tashkil topgan bo'ladi.

Burchakli metall prokatlar. Bular qurilishda keng miqyosda qo'llaniladi (1.3 f - rasm), ayniqsa fermalarning 90 % i shu metallardan yasaladi. Ularning tomonlari teng (1.4a - rasm) va tomonlari teng bo'lmagan (1,4b - rasm) turlari mavjud.

Qo'shtavrli prokatlar. Injenerlik konstruksiyalarida ularning ikki turi: oddiy (1.4d-rasm) hamda ostki va ustki sirtlari keng qamrovli (1.4e-rasm).

Sbeller prokatlari. Injenerlik konstruksiyalarida ulardan keng qo'llaniladi, ular asosan konstruksiyani ushlab turuvchi elementi hisoblanadi.

Ayrim metall prokatlarning ko'ndalang kesimlari va undagi o'lchamlari 1.4-rasmda keltirilgan. O'lchamlarining qiymatlari ilovaning 1,2,3-jadvallarida berilgan.



1.4-rasm. Metall prokatlarning ko'ndalang kesimlari va undagi o'lchamlari: Chizmada b -asosining eni; h -balandligi; t -qalinligi; δ_1 -asosining qalinligi.

Injenerlik konstruksiyalarida po‘lat arqonlar ham ishlatiladi (1.5-rasm). Ular yuqori mustahkamlikka ega bo‘lgan po‘lat simlardan yasaladi. Yeyilishga chidamli va egiluvchan bo‘lib, deformatsiyaning cho‘zilish turiga ishlaydi. Po‘lat arqonning qiymatli ko‘rsatkichlari 1.2-jadvalda keltirilgan.



1.5-rasm. Po‘lat arqon: *a*-bo‘ylama ko‘rinishi; *b*-ko‘ndalang kesimi; 1-sim; 2-simlar o‘rami; 3-o‘zagi.

1.2-jadval

Po‘lat arqonning qiymatli ko‘rsatkichlari.

Klass	Diametri, <i>mm</i>		Ko‘ndalang kesim yuzasi, <i>sm</i> ²	Bir metr uzunligining massasi, <i>kg</i>
	Arqonniki	Sim bo‘laginiki		
K-7	6	2	0,227	0,173
	9	3	0,510	0,402
	12	4	0,906	0,714
	15	5	1,416	1,116
K-19	14	2,8	1,287	1,020

SINOV (NAZORAT) SAVOLLARI VA TOPSHIRIQLAR

1. *Qurilishda ishlatiladigan po'latlar o'z tarkibi bo'yicha bir biridan qanday farq qiladi?*
2. *Po'latning mexanik xossasini aytib bering?*
3. *Po'latning kimyoviy tarkibini aytib bering?*
4. *Okislanish nima?*
5. *Po'latni rusumlari (markalarini) izohlab bering?*
6. *Metallning normal va urunma zo'riqlari qanday aniqlanadi?*
7. *Metall prokatlarni turlari, ularning ko'ndalang kesmalarini chizib, ularni qo'llanish sohalarini aytib bering?*
8. *Po'lat arqonlar ularning turlari va qo'llanish sohalarini aytib bering?*

2-BOB. METALL KONSTRUKSIYASINING ELEMENTLARINI HISOBLASH ASOSLARI

2.1. Metall konstruksiyalarni hisoblashning asosiy holati.

Metallning me'yoriy qarshiligi R_m , odatda uning oquvchanlik chegarasining eng kichik qiymatiga teng qilib olinadi, $R_m = \sigma_{och}$.

Mo'rt metallar uchun me'yoriy qarshiligi R_{mm} uning mustahkamlik chegarasining eng kichik qiymatiga teng qilib olinadi, $R_{mm} = \sigma_{mch}$.

Metall konstruksiyali bino va inshootlarni loyihalashda ularning turli zo'riqish holatidagi hisobiy qarshiliklar quyidagi formulalar orqali aniqlanadi: cho'zilish, siqilish va egilishda $R_u = R_m / \gamma_{mi}$; vaqtinchalik qarshi-ligi $R_v = R_{mm} / \gamma_{mi}$; siljishda $R_s = 0,58 \cdot R_m$; ezilishda $R_e = R_{mm} / \gamma_{mi}$.

bu yerda γ_{mi} – materialning ishonchlilik koeffitsiyenti, turli markali po'latlar uchun uning qiymati 1,025...1,15 oraliqda bo'ladi.

Ayrim markali po'lat materiallari uchun hisobiy qarshiliklarning qiymatlari ilovaning 4-jadvalida berilgan.

2.2. Markaziy cho'zilgan va markaziy siqilgan elementlar.

Markaziy cho'zilgan elementlarning zo'riqishi 1.1-rasmdagi diagrammaga to'liq mos tushadi.

Markaziy cho'zilgan elementlarni mustahkamlikka tekshirishda birinchi o'rinda ularning chegaralangan holati hisobga olinadi.

Markaziy cho'zilgan elementlarning zo'riqishi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\sigma = \frac{F}{A} \leq R_m \cdot \gamma_{mi} \text{ kPa} \quad (2.1)$$

bu yerda F – jismga qo'yilgan kuch, kN; A - qo'yilgan kuch ta'sirida deformatsiyalanayotgan jismning ko'ndalang kesim yuzasi, m^2 .

Choʻziliuvchi elementlarning mustahkamligidan tashqari, ularni yetarli darajadagi qattiqligini ham taʼminlash talab etiladi. Buning uchun ularning egiluvchanligi ham tekshiriladi. Uning qiymati ruhsat etiladigan maksimal qiymatidan oshmasligi kerak. U quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\lambda = \frac{\ell}{i} \leq [\lambda] \quad (2.2)$$

bu yerda ℓ - elementning hisobiy uzunligi, m; i – kesimning inertsia radiusi, m
 $[\lambda]$ – elementning ruxsat etiladigan maksimal egiluvchanligi.

Markaziy siqilgan elementlarning zoʻriqishi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\sigma = \frac{F}{A \cdot \varphi} \leq R_m \cdot \gamma_{ish} \text{ kPa} \quad (2.3)$$

bu yerda φ - boʻylama egilish koeffitsiyenti (uning qiymati, ilovaning 5-jadvalidan olinadi); γ_{ish} - ish sharoitini hisobga oluvchi koeffitsiyent, uning qiymati 0,72...0,95 oraliqda boʻladi.

Metall konstruksiya elementlarini turgʻnlikka hisoblashda, ananaviy, ularning oʻlchamlari nisbati usulidan foydalaniladi.

Sharnirli maxkamlangan markaziy siqilgan elementlarning yoʻqotish turgʻnligi, kritik kuch hisobiga hosil boʻladi. Bu kuch Eyler tavsiya etgan formula orqali aniqlanadi:

$$F_k = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J_{min}}{\ell^2}, \text{ N} \quad (2.4)$$

bu yerda J_{min} – elementning koʻndalang kesim yuzasidagi minimal inersiya moment, m⁴.

Kritik zoʻriqish quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\sigma_k = \frac{F_k}{A} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J_{min}}{A \cdot \ell^2}, \text{ Pa} \quad (2.5)$$

Inersiya radiusining minimal qiymati quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$i_{min} = \sqrt{\frac{J_{min}}{A}}, \text{ m} \quad (2.6)$$

(2.2) va (2.6) formulalarni (2.5) formulaga qoʻyib, undan egiluvchanlik λ ni topamiz:

$$\lambda = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{\sigma_k}}, \text{ m} \quad (2.7)$$

Bo'ylama egilish koeffitsiyenti (φ), elementning hisobiy qarshiligini kritik zo'riqishi darajasigacha kamaytiradi:

$$\sigma_k = \varphi \cdot R_m, \text{ Pa} \quad (2.8)$$

2.3. Egiluvchi elementlar.

Ma'lumki, ferma, balka va konsollarga qo'yilgan kuchlar ta'sirida ularning konstruksiyalari egiladi.

Egiluvchi elementlarning mustahkamligi normal, urunma va keltirib chiqarilgan zo'riqishlarga tekshiriladi. Agar balka egilishga ishlasa, bosh tekliklaridan biri elastiklik chegarasida bo'ladi (2.1a-rasm).

Balkaning kesimida normal zo'riqishning uchburchakli epyurasi hosil bo'ladi (2.1b-rasm).

Balkaning chekki qismlaridagi maksimal zo'riqishi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\sigma = \frac{M}{W_{min}} \leq R_m \cdot \gamma_{ish} \text{ kPa} \quad (2.9)$$

bu yerda M – kuch moment, N·m; W_{min} – qarshilik momentining eng kichik qiymati, m³.

(2.9) formulani balka va yupqa devorli konstruksiyalar uchun qo'llab bo'lmaydi.

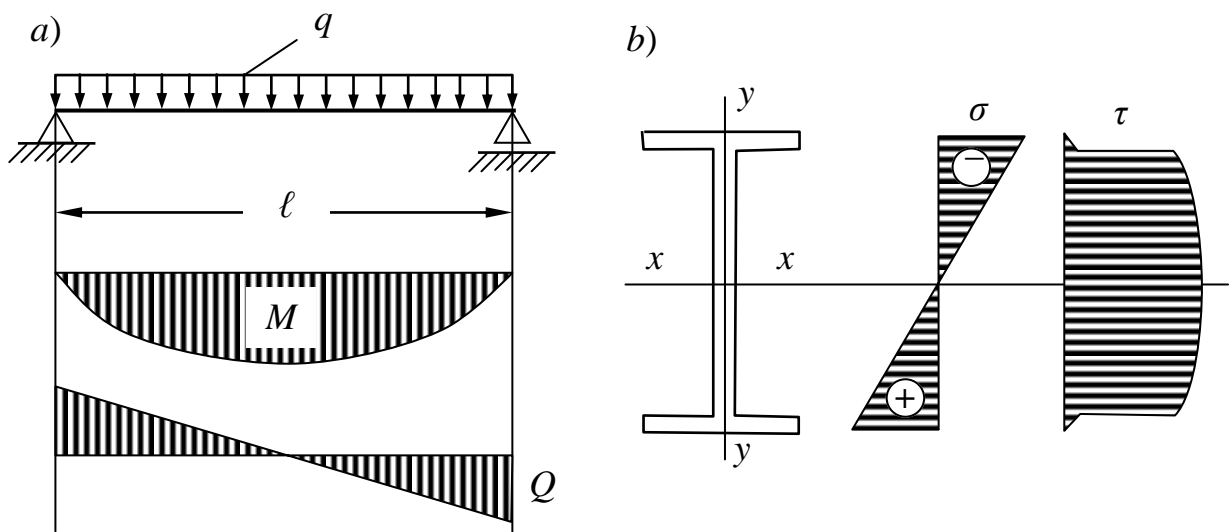
Katta ko'ndalang kuch (Q) qo'yilgan elementlarning egilishdagi urunma zo'riqishi (τ) quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\tau = \frac{F \cdot S}{J \cdot t} \leq R_m \cdot \gamma_{ish} \text{ kPa} \quad (2.10)$$

bu yerda F – ko'ndalang kuch, kN; S – kesimning statik momenti, m³; J – elementning ko'ndalang kesim yuzasidagi inersiya moment, m⁴; t – urunma zo'riqishi tekshirilayotgan joydagi elementning qalinligi, m.

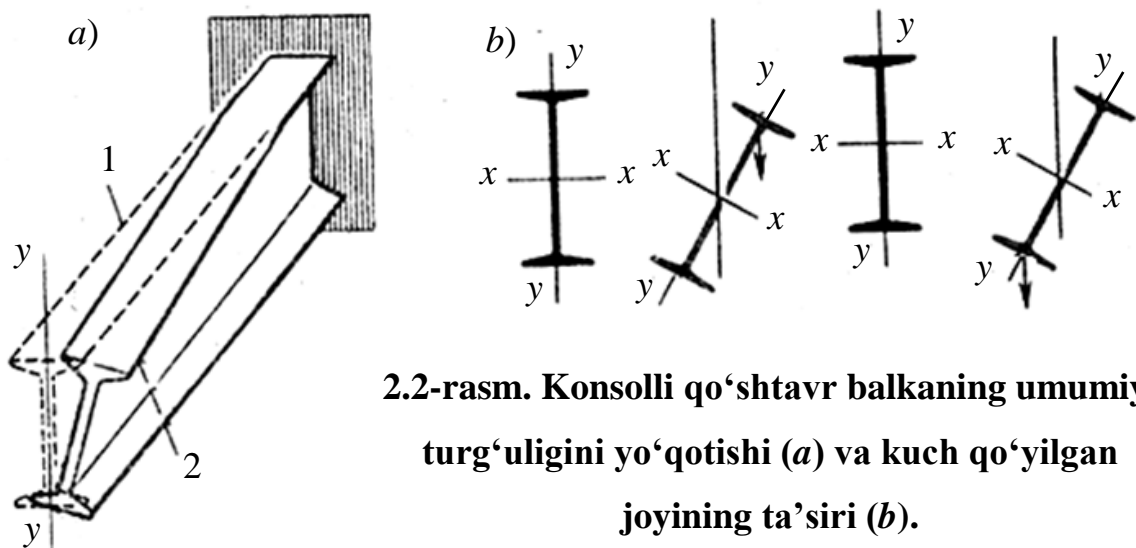
Balka devorlarini tekshirish, normal va urunma zo'riqishlarni birgalikda hisobga oluvchi quyidagi keltirib chiqarilgan zo'riqish formulasi yordamida aniqlanadi:

$$\sigma_{kch} = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \cdot \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2} \leq 1,15 \cdot R_m \cdot \gamma_{ish}, \text{ kPa} \quad (2.11)$$



2.1-rasm. Balkaning egilishga ishlashi: *a*-hisob chizmasi va moment va ko‘ndalang kuchlar epyurasi; *b*-normal va urunivchi zo‘riqlarning ko‘ndalang kesimi va epyurasi.

Balkaga ta’sir qilgan kuchlar uni egishi bilan birgalikda burashi ham mumkin. Bu hodisani, balkaning umumiy turg‘nligini yo‘qotishi deb ataladi. Balka shaklining bunday umumiy turg‘nligini yo‘qotishini *egilish-buralish* deb yuritiladi (2.2,*a*-rasm). Balkaning belbog‘ida yo‘qotilgan turg‘nlik plastik deformatsiyani kuchayishiga olib keladi va natijada u o‘zini tutib turish qobiliyatini tezda yo‘qotadi.



2.2-rasm. Konsolli qo‘sh-tavr balkaning umumiy turg‘uligini yo‘qotishi (a) va kuch qo‘yilgan joyining ta’siri (b).

Balka elementlarining kritik zo‘riqishi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\sigma_k = \frac{M}{\varphi \cdot W} \leq R_m \cdot \gamma_{ish}, \text{ kPa} \quad (2.12)$$

Kritik zo‘riqishning qiymati bo‘ylama egilish koeffitsiyentiga bog‘liq bo‘ladi. Bo‘ylama egilish koeffitsiyenti esa quyidagi omillarga: balkaning balandligi bo‘ylab qo‘yilgan kuchning holatiga (agar kuch balkaning yuqori qismiga qo‘yilgan bo‘lsa, buralish ortadi, agar u balkaning pastki qismiga qo‘yilgan bo‘lsa, buralish kamayadi (2.2b-rasm); balka ko‘ndalang ke-simining shakliga; balkaning hisob chizmasiga; qo‘yilgan kuchning xususiyatiga; po‘latning markasiga bog‘liq bo‘ladi.

Metall konstruktsiyani ishlashida elementning elastik deformatsiya (ko‘chish) chegarasi ham hisoblanadi. Uning qiymati ruxsat etiladigan qiymatidan oshmasligi kerak.

Metall konstruksiyalarida ko‘chishning nisbiy, ya’ni absolyut ko‘chish f ning deformatsiyadagi elementning uzunligi ℓ ga bo‘lgan nisbati tekshiriladi:

$$\frac{f}{\ell} \leq \left[\frac{f}{\ell} \right]$$

bu yerda $\left[\frac{f}{\ell} \right]$ - nisbiy ko‘chishning ruxsat etiladigan qiymati. Uning qiymati ilovaning 16-jadvalidan olinadi.

2.4. Markaziy cho‘zilmagan va markaziy siqilmagan elementlar.

Markaziy cho‘zilmagan elementlarga, bir vaqitning o‘zida deformatsiyaning cho‘zilish va egilish turiga ishlaydigan konstruksiyalar kiradi.

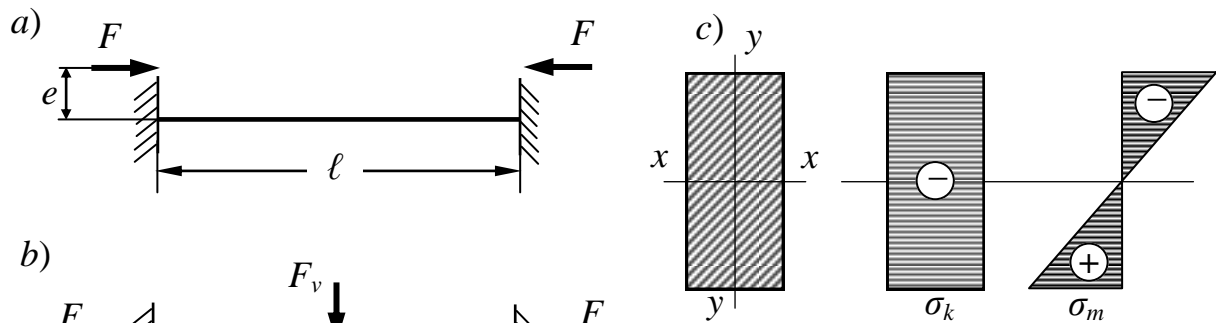
Markaziy cho‘zilmagan elementlarning bir tekslidagi egilish va cho‘zilishdagi mustahkamligi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\sigma = \frac{F}{A} + \frac{M}{W} \leq R_m \cdot \gamma_{ish}, \text{ kPa} \quad (2.13)$$

Markaziy cho‘zilmagan elementlarning ikki tekslidagi egilish va cho‘zilishdagi mustahkamligi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\sigma = \frac{F}{A} + \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq R_m \cdot \gamma_{ish}, \text{ kPa} \quad (2.14)$$

Markaziy siqilmagan elementlarga siquvchi kuch sterjen markazidan e ekssentirik masofada qo'yilgan bo'ladi (2.3a-rasm). Bir vaqitning o'zida sterjen o'qi bo'ylab siquvchi hamda uni eguvchi vertikal kuch qo'yilganda, sterjen soqolibegilgan holatda bo'ladi (2.3b-rasm). Kuch va moment epyurasi 2.3c-rasmda ko'rsatilgan.



2.3-rasm. Markazlashmagan siqilgan elementning ishlashi.

Ekssentrik masofani quyidagi formula yordamida aniqlash mumkin:

$$e = \frac{M}{F}, \text{ m} \quad (2.15)$$

Markaziy siqilmagan elementlarni turg'unlikka tekshirishda (2.3) for-muladan foydalanish mumkin.

SINOV (NAZORAT) SAVOLLARI VA TOPSHIRIQLAR

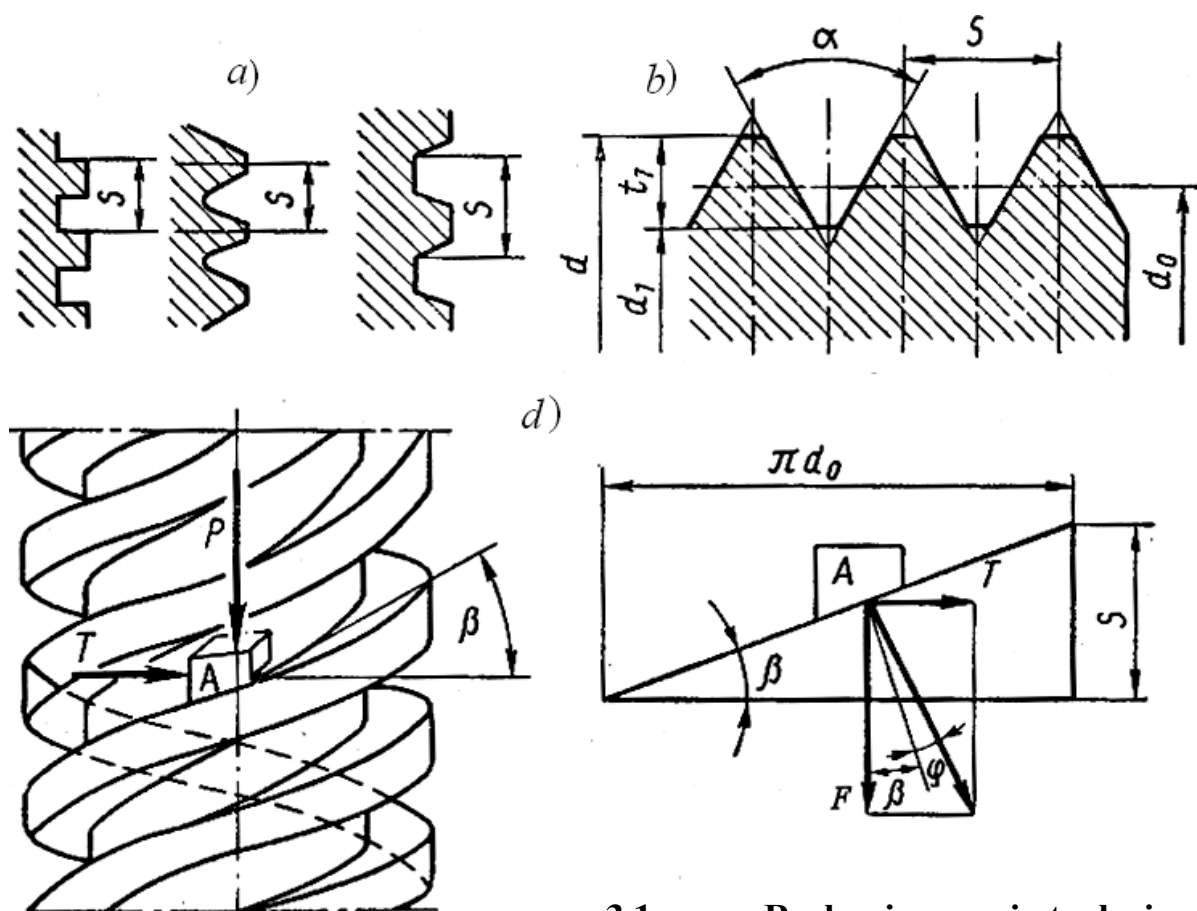
1. *Po'latning me'yoriy solishtirma qarshiligini tushintirib bering?*
2. *Markaziy cho'zilgan elementlarning mustahkamligi qanday tekshiriladi?*
3. *Nima uchun elementlarning egiluvchanligi me'yorlashtiriladi?*
4. *Markaziy siqilgan elementlarning umumiy turg'unligi qanday tekshiriladi?*
5. *Keltirilgan hisobiy uzunlik deganda nimani tushinasiz, u nimalarga bog'liq bo'ladi?*
6. *Egiluvchi elementlarning mustahkamligi qanday tekshiriladi?*
7. *Egiluvchi elementlarning umumiy turg'unligini yo'qotish deganda nimani tushunasiz, u qanday tekshiriladi?*
8. *Markaziy siqilgan elementlarni turg'unligi qanday tekshiriladi?*
9. *Markaziy siqilgan elementlarning kritik zo'riqishi qaysi omillarga bog'liq bo'ladi?*

3-BOB. METALL KONSTRUKSIYALARNI BIRLASHTIRUVSHI ELEMENTLAR VA ULARNI HISOBLASH ASOSLARI

3.1. Rezbali birikmalar.

Detallarning rezbali (boltli, vintli, shpilkali va shurupli) birikmalari ajraladigan birikmalar hisoblanadi.

Rezbaning eng ko'p tarqalgan turlari 3.1-rasmda ko'rsatilgan bo'lib, ularni sirtiga (o'ng yoki chap) rezba o'yish bo'yicha to'g'ri to'rt burchakli, uchburchakli va trapetsiya ko'rinishdagi shakllari mavjud (3.1 a-rasm).



3.1-rasm. Rezbaning asosiy turlari.

Rezbalar silindrik va konussimon sirtlarda vintli spiral shaklida o'yiladi (3.1,d-rasm). Rezbaning asosiy ko'rsatkichlariga quyidagilarni keltirish mumkin: tashqi d , o'rta d_o va ichki d_1 diametrlari; qadami S ; o'yish burchagi α ; o'yish chuqurligi t_1 (3.1,b-rasm); ko'tarilish burchagi β (3.1,d-rasm); kirish soni n .

Uchburchak rezbalarning quyidagi xillari bor: *metrik* diametr va qadami millimetrlarda o'lchanadi, profil burchagi 60^0 ga teng (3.1,*b*-rasm). Belgilanishga misol: M16-tashqi diametri 16 mm, qadami 2 mm bo'lgan metrik rezba; *dyuym* diametr dyuymlarda o'lchanadi, profil burchagi 55^0 ga teng. Bunday rezba 1 dyuymga to'g'ri keladigan rezba o'ramlari soni bilan harakterlanadi; *quvurli* diametr va rezba qadami dyuymlarda o'lchanadi, profil burchagi 55^0 ga teng; rezba qadami 1" ga to'g'ri keladigan o'ramlar soni bilan belgilanadi. Quvur rezba tashqi sirtiga shunday rezba qir qilgan quvurning ichki diametri bilan harakterlanadi. Masalan, ichki diametri ikki dyuym (50,8) bo'lgan quvurning tashqi sirtiga 2" li quvur rezba qir qilgan; rezba qadami 2,309 mm (1" ga 11 o'ram to'g'ri keladi); rezbaning tashqi diametri 59,616 mm. Quvur rezbalar birlashtiriladigan detallar orasida zazor qoldirmay qir qiladi.

Vint yoyilmasi uzunligi va rezbaning qadamini bilgan holda ko'tarilish burchagi β ni aniqlash mumkin. *A* nuqtadagi jismga uning o'q bo'ylab ta'sir qiluvchi kuch *F* ni ta'siridagi aylanma kuch *T* ni (3,1,*d*-rasm) quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$T = F \cdot \operatorname{tg}(\beta + \varphi), N \quad (3.1)$$

bu yerda φ - jismning qiya tekislik bo'ylab ishqalanish burchagi, grad. U rezbaning turiga bog'liq bo'ladi. Agar ko'tarilish burchagi β ishqalanish burchagi φ dan kichik bo'lsa o'z o'zini to'xtatish sodir bo'ladi.

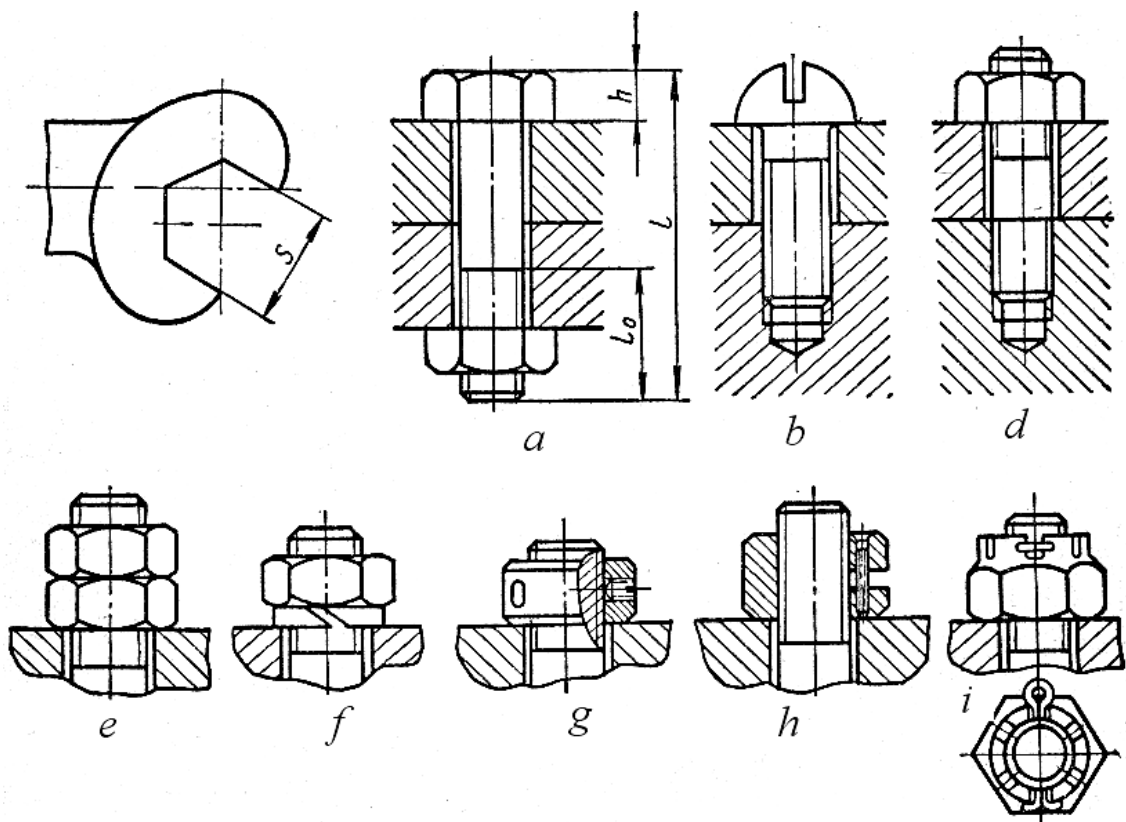
Rezbalar bolt, gayka, shpilka, vint va shuruplarga o'yiladi va ular yordamida bir yoki bir nechta detallar birlashtiriladi (3.2-rasm).

Gayka - olti yoki to'rt burchakli ayrim hollarda aylana shakldagi ji-smlar ichiga o'yilgan rezbali detall.

Boltli birlashmalar asosan deformatsiyaning cho'zilish turiga ishlaydi. Uning zo'riqishini quyidagi formula yordamida aniqlash mumkin:

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{4F}{\pi d_i^2} \leq [\sigma_{ch}], Pa \quad (3.2)$$

bu yerda *F* - boltga uning o'qi bo'ylab qo'yilgan kuch, N; *A* - rezbali boltning ko'ndalang kesim yuzasi, m^2 ; d_i - rezbaning ichki diametri, m; $[\sigma_{ch}]$ - cho'zilishga ruxsat etiladigan zo'riqish, Pa.



3.2-rasm. Rezbali birikmalar: *a*-boltli; *b*-vintli; *d*-shpilkali; *e*-qo‘sh gaykali; *f*-prujina gaykali; *g*, *h*-tiqin gaykali; *i*-maxsus tiqinli gaykali.

3.2. Boltli birikmalarni hisoblashning nazariy asoslari.

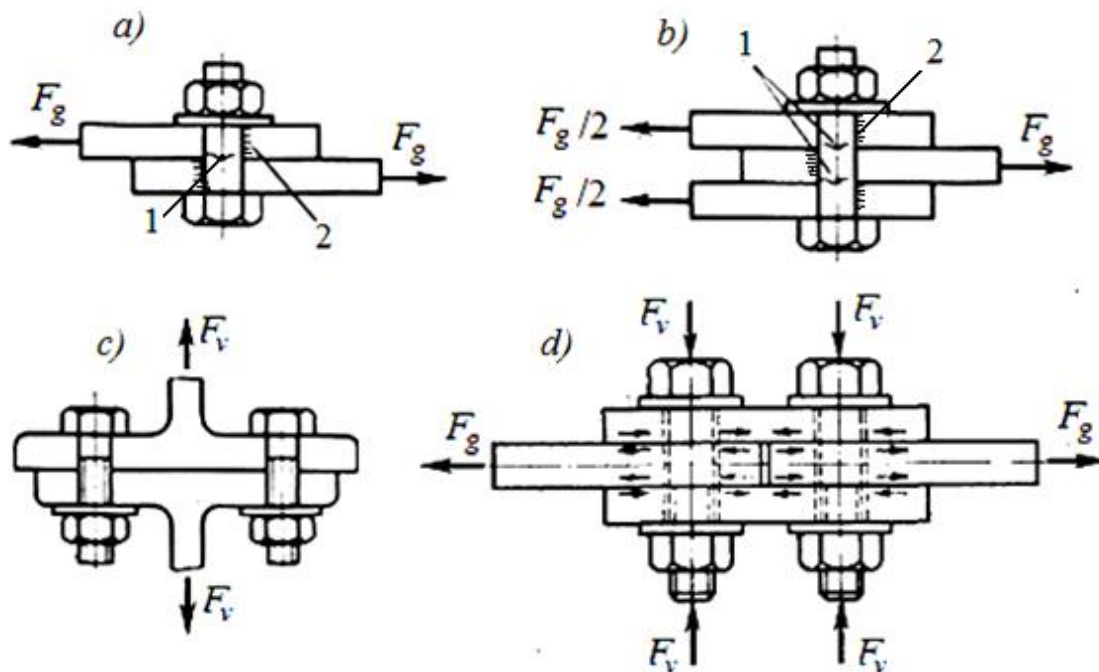
Ikki va undan ortiq elemetlar boltli birikmalar orqali bog‘lanadi. Boltli birikmalar bolt, shayba va gaykalardan tashkil topgan bo‘ladi. Boltli birikmalar asosan deformatsiyasning siljish turiga ishlaydi. Bunda bolt deformatsiyasning kesish turida, teshik devorlari esa deformatsiyasning ezilish turiga ishlaydi (3.3,*a,b,d*-rasmlar).

Boltli birlashmadagi detallarga qo‘yilgan bo‘ylama kuchning hisobiy qiymati quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$F = A \cdot R_b \cdot n \cdot \gamma_{ish} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot R_b \cdot n \cdot \gamma_{ish}, \text{ N} \quad (3.3)$$

bu yerda d - boltning tashqi diametri, m; R_{σ} - zo‘riqish holati, Pa (bu holatlar qirqishdagi zo‘riqish - R_q , cho‘zishdagi zo‘riqish - R_{ch} , ezilishdagi zo‘riqish - R_e bo‘lishi mumkin); n – berilgan bir xil diametrdagi boltlarning soni.

R_q va R_{ch} larning qiymatlari 3.1-jadvaldan olinadi. R_e ning qiymati ilovaning 7-jadvalidan olinadi.



3.3-rasm. Boltli birlashmani hisoblash chizmasi: 1-qirqish tekisligi; 2-teshik devorining ezilish qismi.

Ish sharoitini hisobga oluvchi koeffitsiyent; dag‘al va normal aniqlikdagi ko‘pbolti birikmalar uchun $\gamma_{ish} = 0,9$; yuqori aniqlikdagi boltlar uchun $\gamma_{ish} = 1,0$ deb olinadi.

3.1-jadval

Boltning qirqish va cho‘zishdagi hisobiy qarshiliklari.

Zo‘riqish holati	Shartli belgisi	Bolt sinflari bo‘yicha hisobiy qarshiliklari, MPa		
		4,6	5,6	8,8
Qirqishda	R_e	150	190	320
Cho‘zilishda	R_{ch}	175	210	400

Agar tashqi kuch bolt o‘qi bo‘ylab ta’sir qilsa, bolt deformatsiyaning cho‘zilish turiga ishlaydi (3.3,c-rasm) va u bolt kallagini uzishga olib keladi. Bunda bitta bolt uchun cho‘zilishdagi hisobiy kuch quyidagi formula orqali aniqlandi:

$$F_v = R_{ch} \cdot A_n, \text{ N} \quad (3.4)$$

bu yerda A_n - boltning ko‘ndalang kesimining netto yuzasi, m^2 . Uning qiymati ilovaning 9-jadvalidan olinadi.

Siqilgan bitta boltga birlashtirilgan elementlarning sirtidagi ishqalanish kuchi quyidagi formula orqali aniqlanadi (3.3,d-rasm):

$$F_{ish} = 0,7 \cdot R_v \cdot \gamma_{ish} \cdot A_n \cdot \frac{\mu}{\gamma_{mi}}, \text{ N} \quad (3.5)$$

bu yerda μ – ishqalanish koeffitsiyenti bo‘lib, birlashtirilgan elementlar sirtining g‘adirdirlikligiga bog‘liq, uning qiymati 0,25...0,58 oraliqda bo‘ladi.

Vaqtinchalik qarshilik R_v ning eng kichik qiymati ilovaning 8-jadvaldan olinadi.

Ish sharoitini hisobga oluvchi koeffitsiyent, n ga bog‘liq bo‘ladi: agar $n < 5$ bo‘lsa, $\gamma_{ish} = 0,8$; agar $5 \leq n < 10$ bo‘lsa, $\gamma_{ish} = 0,9$ va agar $n \geq 5$ bo‘lsa, $\gamma_{ish} = 1,0$.

Materialning ishonchlilik koeffitsiyenti, qo‘yilgan kuchning turiga, bolt zo‘riqishini rostlash usuliga bog‘liq, uning qiymati $\gamma_{mi} = 1,02...1,70$ oraliqda bo‘ladi.

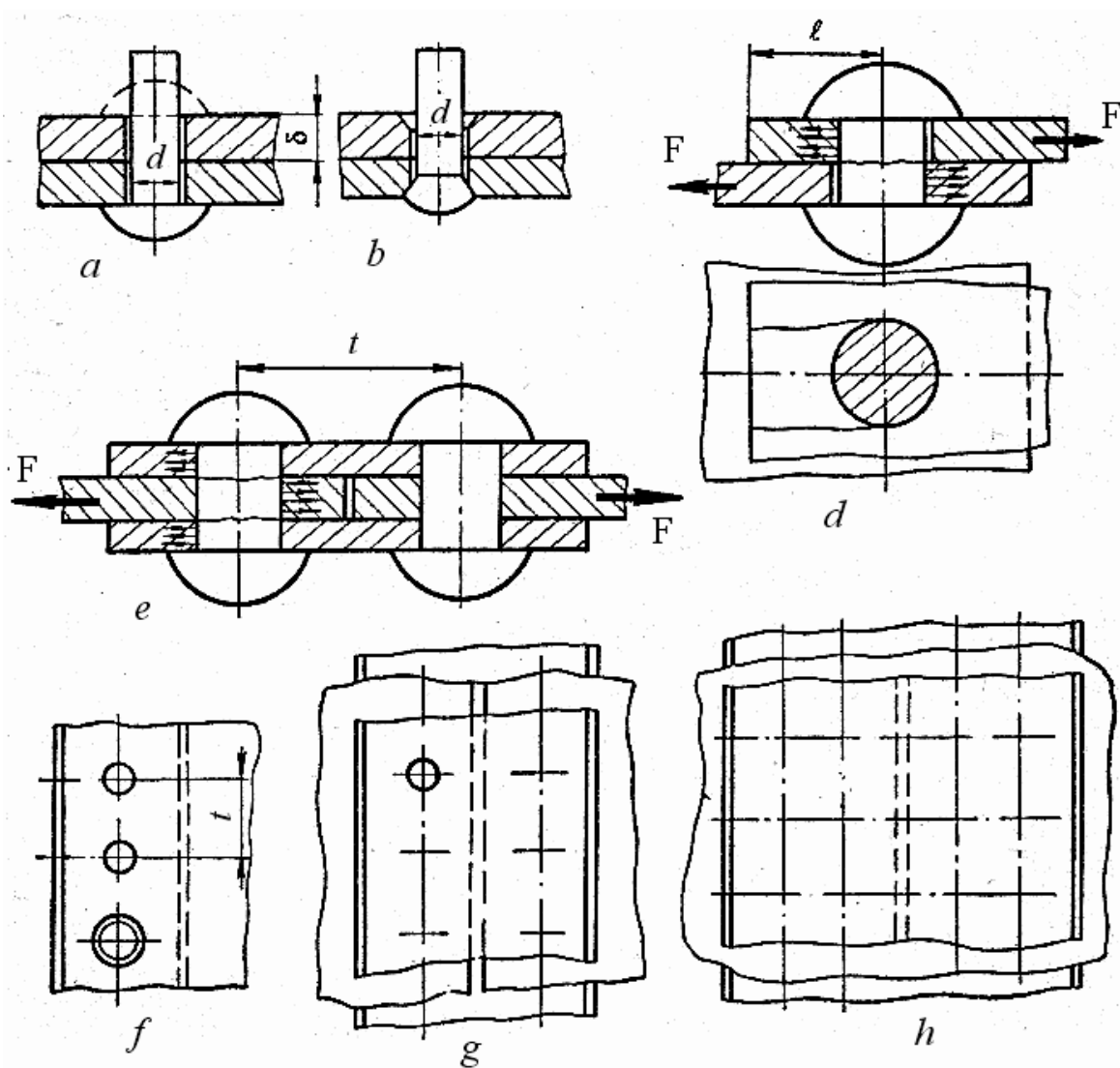
3.3. Parchin mixli birikmalar.

Parchin mixli birikmalar bir yoki bir nechta detalni ajratib bo‘lmas qilib biriktirishda qo‘llaniladi. Mixlar qora yoki rangli metallardan yasalgan bo‘lib, o‘zak va kallak qismlardan tashkil topgan bo‘ladi. Kallak yarim doira, yashirin va yarim yashirin ko‘rinishda ishlab chiqariladi (3.4-rasm).

Parchinlash sovuqlayin va qizdirib bajariladi. Sovuqlayin parchinlashda diametri 12 mm gacha bo‘lgan parchin mixlar ishlatiladi.

Yarim doiraviy kallakli parchin mixlar eng ko‘p tarqalgan (3.4a-rasm. Ayrim hollarda yashirin kallakli va yarim yashirin kallakli mixlar qo‘llaniladi (3.4b-rasm).

Parchin mixli choklarning bir, ikki va ko‘p qatorli (parchin mixlari parallel yoki shaxmat tartibda joylashgan) xillari bor. Birikish tipiga qarab, choklar ustma-ust va bir yoki ikki tomonidan nakladka qo‘yilgan uchma-uch xillarga bo‘linadi (3.4, *f,g,h*-rasm).



3.4-rasm. Parchin mixli birikmalar: *a*-yarim doira shaklda; *b*-yarim yashirin shaklda; *d*-ikki detalni birlashtiruvchi bir qirqimli; *e*-uch detalni birlashtiruvchi ikki qirqimli; *f*, *g*, *h*-chokli parchin mixli birikmalar.

Parchinlangan konstruksiyalarda biriktiriladigan elementlar siqiladi, parchin mixlar esa cho‘ziladi. Parchin mixlarga perpendikulyar tekislikda ta’sir qiladigan kuchni biriktiruvchi elementlarni tutib turuvchi ishqalanish kuchlari qabul qilinadi. Mustahkam choklarni hisoblashda ishqalanish kuchlarining ta’siri hisobga olinmaydi.

Parchin mixli birikmalarda quyidagilar hisoblanadi:

a) parchin mixlarning kesilishdagi mustahkamlik kuchi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4} k \cdot n \cdot [\tau_{kes}], N \quad (3.6)$$

b) biriktiriladigan elementlarning cho‘zilishdagi mustahkamlik kuchi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$F = (t - d) \cdot \delta \cdot m \cdot [\sigma_{cho'}], N \quad (3.7)$$

d) biriktiriladigan elementlar yoki parchin mixlarning ezilishdagi mustahkamlik kuchi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$F = d \cdot \delta \cdot n \cdot [\sigma_{ez}], N \quad (3.8)$$

e) biriktiriladigan elementlarning kesilishdagi mustahkamlik kuchi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$F = 2\sigma \left(e - \frac{d}{2} \right) \cdot [\tau_{kes}], N \quad (3.9)$$

bu yerda F - ta'sir qiluvchi kuch, N; d - parchin mix diametri, m; k - parchin mixlardagi qirqimlar soni; n - barcha parchin mixlar soni; m - bir qatordagi parchin mixlar soni; δ - biriktiriladigan detallarning qalinligi, m; t - parchin mix qadami, m ($t \approx 3d$); e - parchin mix o‘qidan list qirrasigacha bo‘lgan masofa, m ($e \approx 1,5d$); $[\tau_{kes}]$, $[\sigma_{cho'}]$, $[\sigma_{ez}]$ - mos ravishda kesilishga, cho‘zilishga, ezilishga ruxsat etilgan zo‘riqish, Pa.

Hozirda parchin mixli birikmalar deyarli ishlatilmaydi.

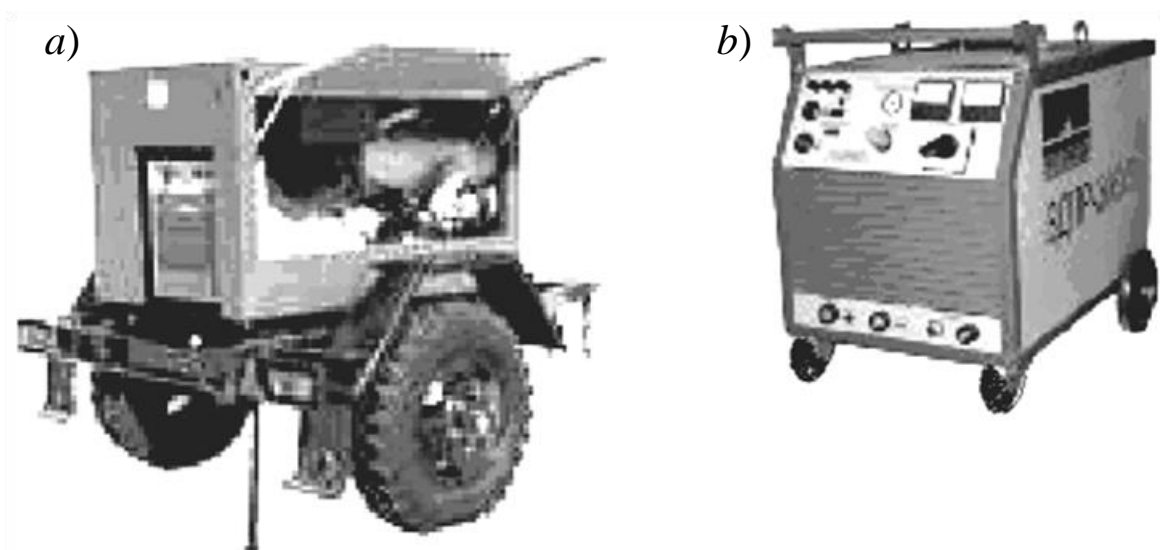
3.4. Payvandli birikmalar va ularni hisoblashning nazariy asoslari.

Detallarni payvandlash va suyultirib qoplash qo‘l kuchi va avtomatik vositalari yordamida olib boriladi.

1802 yilda rus fizigi V.V. Petrov yoyli razryad hodisasi va undan metallarni suyultirishda foydalanish mumkinligini aniqlagan.

1882 yilda rus injeneri N.N. Benardos dunyoda birinchi bo'lib metallarni payvandlashda elektr yoyidan foydalangan. Bunda o'zgarmas tokda erimaydigan ko'mir elektrod yordamida elektr yoy hosil qilinib, metall chiviq suyultirib yotqizilgan. 1882 yilda boshqa rus injeneri N.G. Slavyanov o'zgaruvchan va o'zgarmas toklarda eruvchan metall elektrod bilan elektr yoyli payvandlash usulini ishlab chiqdi.

Elektr yoyi o'zgarmas elektr toki orqali hosil qilinadi (bunda tok kuchi 60...290A oraliqda bo'lishi kerak). O'zgarmas tok, generator yoki o'zgaruvchan tokni o'zgarmas tokka aylantirib beruvchi transformatorlar (3.5-rasm) da hosil qilinadi.

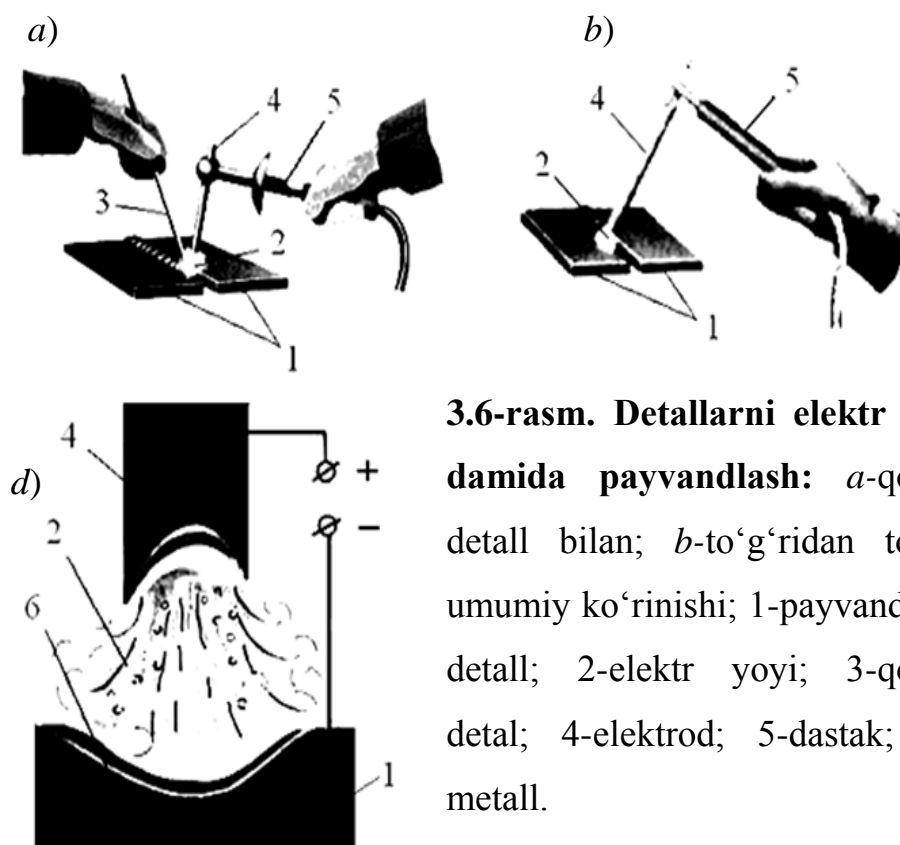


3.5-rasm. Payvandlash uskunalari: a-generator; b-transformator.

O'zgarmas tokni hosil qiluvchi generatorni ichki yonuv dvigatellari (IYOD) harakatga keltiradi. Ya'ni IYOD ning vali bilan generator yakorini ulash natijasida payvandlash uskunasi hosil qilinadi. Bu uskuna odatda bir ko'priqli ikki g'ildirakka ega bo'lgan aravaga o'rnatilib (3.5,a-rasm), traktorga tirkaladi. Ayrim generatorlar traktorning orqa qismidagi quvvat olish vali (QOV) ga ulanib, maxsus ramaga o'rnatiladi.

Elektr payvandlash yoyi - qattiq yoki suyuq elektrodlar orasida gazli muhitda kuchli tok o'tganda hosil bo'ladigan barqaror elektr razryadidan iborat (3.6,d-rasm). Bunday razryad hosil bo'lganda juda ko'p miqdorda issiqlik ajraladi. Yoy 2 harorati elektrod 4 ko'ndalang kesimining maydon birligiga to'g'ri keladigan tok kuchiga

bog‘liq. Bu kattalik tokning zichligi deb ataladi. Tok zichligi qancha katta bo‘lsa, yoy harorati shuncha yuqori bo‘ladi. Eruvchan elektrodan foydalanib qo‘lda elektr yoyli payvandlash tok zichligi $10...20 \text{ A/mm}^2$, kuchlanish $18...20 \text{ V}$ bo‘ladi (3.6,*a,b*-rasm). Payvandlash simi va elektrodlar payvand chokni to‘ldirish uchun ishlatiladi. Buning uchun yoy zonasiga suyultirib yotqiziladigan metall chiviq yoki sim kiritiladi. Qo‘lda elektr yoyli payvandlashda suyultirib yotqiziladigan elektrod sifatida suvoqli metall chiviq yoki tayoqcha ishlatiladi (3.6, *a*-rasm).



3.6-rasm. Detallarni elektr toki yordamida payvandlash: *a*-qo‘shimcha detal bilan; *b*-to‘g‘ridan to‘g‘ri; *d*-umumiy ko‘rinishi; 1-payvandlanadigan detal; 2-elekt yoyi; 3-qo‘shimcha detal; 4-elektrod; 5-dastak; 6-erigan metall.

Payvandlash elektrodleri «Э» harfi va payvand birikmaning uzilishdagi mustahkamligini ko‘rsatuvchi raqamlar bilan belgilanadi. Masalan, Э42 belgi payvand chokning uzilishiga qarshiligi $4,2 \text{ MPa}$ ekanligini bildiradi. Elektrodning har qaysi toifasiga odatda elektrodning bir nechta markasi kiradi. Masalan, Э42 toifaga ОЗИҚ-1 va ОМ ОММ-5 markali elektrodlar kirsam, Э42 toifaga ИҚМ-8 elektrod kiradi va hakazo.

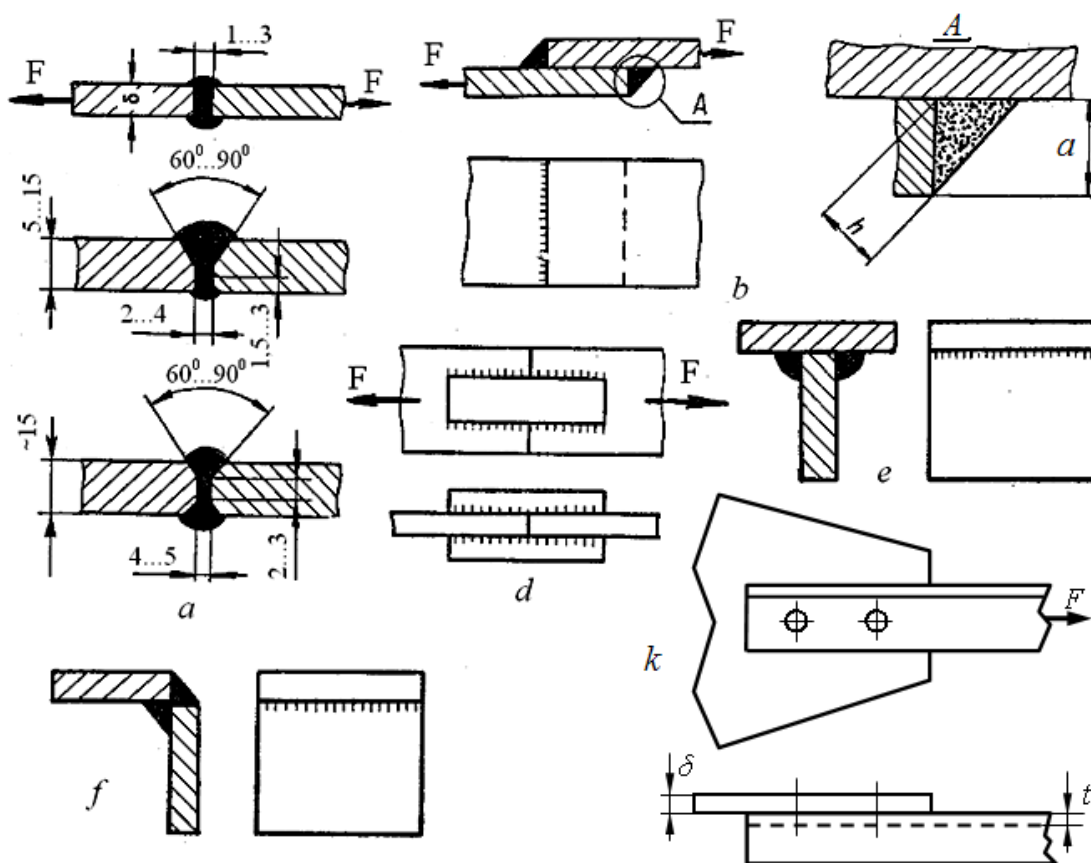
Payvandli birikmalar iqtisodiy va texnikaviy jihatdan afzal bo‘lgani uchun parchin mixli konstruksiyalar o‘rniga asosan payvand konstruksiyalar qo‘llaniladi.

Payvand chokni temirchilik, avtogen va elektrik payvandlash usullarida hosil qilish mumkin.

Elektr payvandlashning qo‘l kuchi yordamida, yarim avtomat va avtomatlashtirilgan turlari mavjid.

Elektr payvandlashning kamchiliklari qilib quyidagilarni ko‘rsatish mumkin: past harorat va dinamik kuch ta‘sirida po‘lat mo‘rt bo‘lib qolish; chokning sifatini tekshirishni murakkabligi.

Payvand choklar uchma-uch va valikli xillarga bo‘linadi (3.7-rasm). Uchmauch choklar hosil qilishda 5 mm dan qalin listlar uchun list qirrasini bir tomondan (V va U-simon) yoki ikki tomondan (X-simon) ishlash talab qilinadi.



3.7-rasm. Payvandli birikmalar: a-uchma-uch payvandlash; b-ustmaust payvandlash; d-yordamchi list orqali payvandlash; e-detalni ikki tomonlama payvandlash; f - burchakli payvandlash; k-detallarni boltli birikma yordamida birlashtirish.

Payvand choklarni mustahkamlikka hisoblash birikma va chokning turiga qarab olib boriladi.

Uchma-uch payvand choklari deformatsiyaning cho‘zilish yoki siqilish turiga hisoblanadi (3.7,a-rasm). Bunda ta’sir etuvchi tortuvchi kuch F , detalning qalinligi δ va cho‘zishga ruxsat etiladigan zo‘riqish $[\sigma_{ch}]$ ni bilgan holda chokning uzunligini quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$\ell = \frac{F}{\delta \cdot [\sigma_{ch}]}, \text{ m} \quad (3.10)$$

Elementlarni uchma-uch (3.7,a-rasm) payvandlangandagi chokni zo‘riqishi σ_{ch} quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\sigma_{ch} = \frac{F}{A_{ch}} = \frac{F}{\delta \cdot \ell_{ch}} \leq R_m \cdot \gamma_{ish}, \text{ kPa} \quad (3.11)$$

bu yerda A_{ch} - chokning ko‘ndalang kesim yuzasi, m^2 ; ℓ_{ch} - chokning uzunligi, m.

Agar chokka eguvchi moment ta’sir qilsa, uning normal zo‘riqishi σ_{ch} quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\sigma_{ch} = \frac{M}{W_{ch}} = \frac{6M}{\delta \cdot \ell_{ch}^2}, \text{ kPa} \quad (3.12)$$

bu yerda W_{ch} - chokning moment qarshiligi, m^3 .

Agar chok bir vaqtning o‘zida deformatsiyaning egilish hamda qirqish turiga ishlasa, uning zo‘riqishi σ_{eq} quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_{ch}^2 + 3\tau_{ch}^2} \leq 1,15 \cdot R_m \cdot \gamma_{ish}, \text{ kPa} \quad (3.13)$$

bu yerda τ_{ch} - qirquvchi kuch F_q ta’sirida hosil bo‘ladigan o‘rtacha urunma zo‘riqish, kPa. Uni quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

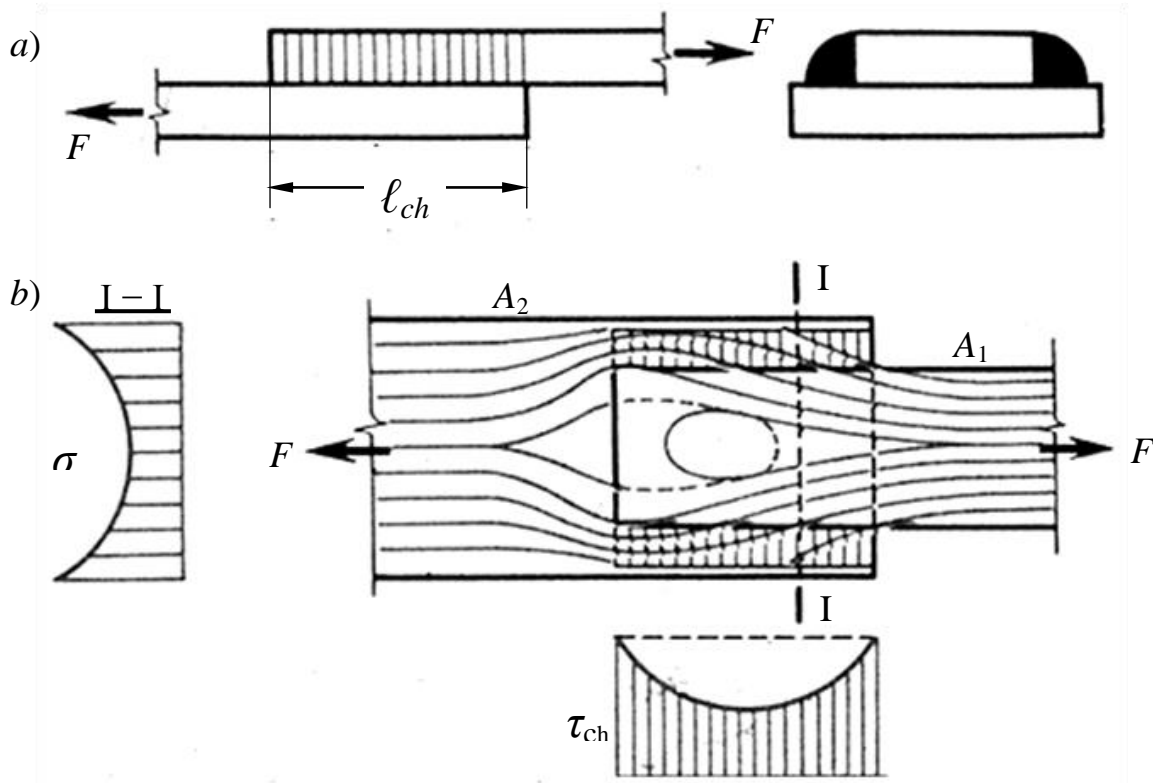
$$\sigma_{ch} = \frac{F_q}{\delta \cdot \ell_{ch}}, \text{ kPa} \quad (3.14)$$

Ustma-ust qo‘yilgan detallarni payvandlashdagi choklar deformatsiyaning qirqish turiga hisoblanadi (3.7,b-rasm). Bunda chokning ishchi kesimi teng tomonli to‘g‘ri burchakli uchburchakning balandligi h orqali aniqlanadi ($h = 0,7 \cdot a$), bunda a - chokning kateti. Chokka qo‘yilgan F kuchni hisobga olgan chokning uzunligini quyidagi formula yordamida aniqlash mumkin:

$$\ell_{ch} = \frac{F}{1,4a \cdot [\tau_{kes}]}, \text{ m} \quad (3.15)$$

bu yerda $[\tau_{kes}]$ - chokning qirqilishiga ruxsat etiladigan zo'riqishi, Pa

Ustma-ust qo'yilgan ikki elementni ikki tomonidan payvadlangan chokka uning uzunligi va ko'ndalang kesimi bo'ylab bir xil bo'lmagan kuchlar ta'sir qiladi (3.8-rasm).



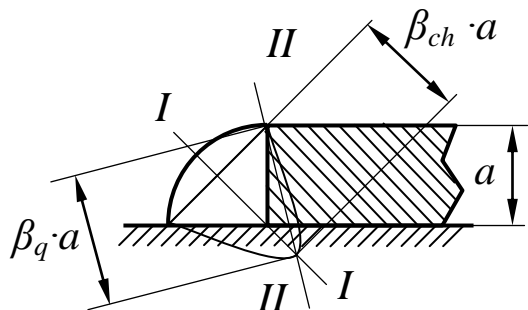
3.8-rasm. Ikki tomonlama payvadlangan chokli birlashma:

a - ta'sir kuchi va choklar; *b* - zo'riqishni taqsimlanishi.

Chokning buzilishi, uning metali (3.9-rasm, I-I qirqim) va metall qotishmaning chegarasi (3.9-rasm, II-II qirqim) bo'ylab hosil bo'ladi.

Chokning chegarasi 1 mm ni tashkil qiladi. Bundan tashqari, burchakli chok katetining eng kichik qiymati payvandlanadigan elementning qalinligi bog'liq bo'ladi. Uning qiymati ilovaning 11-jadvalidan olinadi. Katetning eng katta qiymatini $a_{max} = 1,2 \cdot \delta$ ifoda orqali aniqlash mumkin. Shuningdek, Chokning maksimal uzunligi ham chegaralangan bo'lib, uni $\ell_{max} = 1,2 \cdot \beta_{ch}$ ifoda orqali aniqlash mumkin.

bu yerda β_{ch} - burchakli chokning erish chuqurligining koeffitsiyenti, uning qiymati ilovaning 13-jadvalidan olinadi.



3.9-rasm. Burchakli chokning ko‘ndalang kesimi.

3.9-rasmdagi I–I qirqimidagi chokning zo‘riqishi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\tau_{ch} = \frac{F}{a \cdot \beta_{ch} \cdot \ell_{ch}} \leq R_{er} \cdot \gamma_{ch} \cdot \gamma_{ish}, \text{ kPa} \quad (3.16)$$

3.9-rasmdagi II–II qirqimidagi chok qotishmasining chegaraviy zo‘riqishi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\tau_{ch} = \frac{F}{a \cdot \beta_q \cdot \ell_{ch}} \leq R_q \cdot \gamma_q \cdot \gamma_{ish}, \text{ kPa} \quad (3.17)$$

bu yerda β_q - burchakli chokning qotish chuqurligining koeffitsiyenti, uning qiymati ilovaning 13-jadvalidan olinadi; R_{er} va R_q - tegishli ravishda chokning erish va qotish chegarasidagi hisobiy qarshiliklari, kPa (ularning qiymatlari ilovaning 10-jadvalidan olinadi); γ_{ch} va γ_q - tegishli ravishda chokning erish va qotish chegarasidagi ish sharoiti koeffitsiyentlari.

BIRIKMALARNI HISOBLASHGA DOIR AMALIY MASHG‘LOTLAR

3.1-Masala. O‘lchami 1000×8 bo‘lgan, markasi ВСТЗПС6 po‘latdan yasalgan ikkita po‘lat taxta uchma-uch to‘g‘ri chok bilan bir biriga payvandlangan (3.7.a-rasm), elektrodning markasi Э52А. Chokning cho‘zuvchi kuchni toping.

Yechish. Chokning cho‘zilishdagi hisobiy qarshiligi ilovaning 12-jadvaldan olinadi. $R_p = 191 \text{ MPa}$ yoki $19,1 \text{ kN/sm}^2$. Ish sharoiti koeffitsiyenti $\gamma_{ish} = 1$. Chokning uzunligi $\ell_{ch} = 100 \text{ sm}$, payvandlanadigan detalning qalinligi $\delta = 0,8 \text{ sm}$. Chokning hisobiy uzunligi $\ell_{chh} = \ell_{ch} - 2\delta = 100 - 2 \cdot 0,8 = 98,4 \text{ sm}$.

(3.11) formuladan chokni cho‘zuvchi kuchni topamiz:

$$F = R_p \cdot \gamma_{ish} \cdot \delta \cdot \ell_{chh} = 19,1 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 98,4 = 1503 \text{ kN}.$$

3.2-Masala. Qalinligi 8 mm, markasi ВСТЗпс6 po‘latdan yasalgan detalga, o‘lchami 75×7 bo‘lgan teng yonli burchakli metall, diametri 16 mm bo‘lgan dag‘al aniqlikdagi 4.6 klassli boltlar yordamida biriktirilgan (3.7,k-rasm). Burchakli metall 53 kN kuch bilan tortilayotgan bo‘lsa, unga necha dona bolt o‘rnatish kerak.

Yechish. Boltlar zo‘riqishning qirqish va ezilish turiga ishlaydi. 4.6 klassli boltlar zo‘riqishning qirqish qiymati 3.1-jadvaldan 150 MPa yoki 15 kN/sm², zo‘riqish-ning ezilishdagi qiymati ilovaning 7-jadvaldan 370 MPa yoki 37 kN/sm² ga teng. Birlashmaning ish sharoitini hisobga oluvchi koeffitsiyent $\gamma_{bish} = 0,9$ ga, ish sharoiti koeffitsiyenti $\gamma_{ish} = 1,0$ ga teng.

Bir bolt qabul qiladigan qirqish kuchini (3.3) formula yordamida aniqlanadi:

$$F_q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot R_q \cdot n \cdot \gamma_{bish} = \frac{3,14 \cdot (1,6)^2}{4} \cdot 15 \cdot 1 \cdot 0,9 = 27,1 \text{ kN.}$$

Bir bolt qabul qiladigan ezilish kuchini quyidagi formula yordamida aniqlash mumkin:

$$F_e = R_e \cdot d \cdot t \cdot \gamma_{bish} = 37 \cdot 1,6 \cdot 0,7 \cdot 0,9 = 37,3 \text{ kN.}$$

Bunda minimal kuch $F_{min} = 27,1$ kN ekanligini bilgan holda kerakli boltlar sonini quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$n_b = \frac{F}{\gamma_{ish} \cdot F_{min}} = \frac{53}{1 \cdot 27,1} = 1,9 \text{ ta. Boltlar sonini 2 dona qilib qabul qilamiz.}$$

3.3-Masala. Bir biri bilan uchma-uch turgan ikkita teng yonli metall burchak, xuddi shunday ikkita metall burchak bilan diametri 2,2 sm bo‘lgan boltlar yordamida birlashtirilgan. Birikma, markasi ВСТЗпс6 bo‘lgan po‘latdan yasalgan bo‘lib, u 500 kN kuch yordamida tortilmoqda (3.10-rasm). A-A kesim yuzasini toping. Metallning ishonchlilik koeffitsiyenti $\gamma_{mi} = 1$.

Yechish. Berilgan markali po‘latning hisobiy qarshiligini ilovaning 4-jadvalidan olinadi $R_u = 225 \text{ MPa} = 22,5 \text{ kN/sm}^2$. Ish sharoiti koeffitsiyenti $\gamma_{ish} = 0,95$ ga teng. Hisobiy kuch quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$F_h = F \cdot \gamma_{mi} = 500 \cdot 1 = 500 \text{ kN}$. (3.3) formuladan talab qilinayotgan yuzani

topamiz: $A_t = \frac{F_h}{R_u \cdot \gamma_{ish}} = \frac{500}{22,5 \cdot 0,95} = 23,4 \text{ sm}^2$.

Ilovadagi 1-jadvaldan ikkita ten yonli 100×7 metall burchakni qabul qilib, ularning umumiy ko'ndalang kesim yuzasini topamiz:

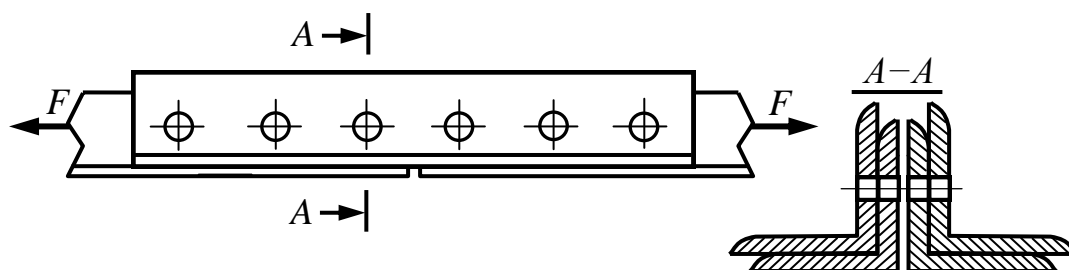
$$A_{um} = 2A = 2 \cdot 13,8 = 27,6 \text{ sm}^2.$$

Teshiknong yuzasi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

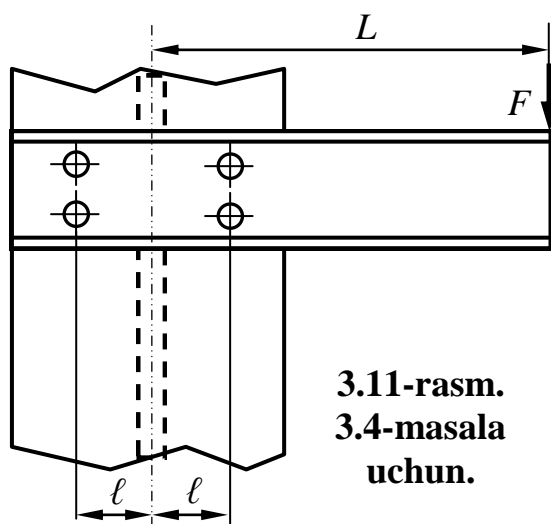
$$A_{tesh} = 2 \cdot t \cdot d = 2 \cdot 0,7 \cdot 2,2 = 3,08 \text{ sm}^2.$$

Kesim yuzasining nettosi $A_{um} - A_{tesh} \geq A_t$ shartni bajarishi kerak. Ya'ni

$27,6 - 3,08 = 24,5 > 23,4$. Demak shart bajariladi



3.10-rasm. 3.3-masala uchun.



3.11-rasm.
3.4-masala
uchun.

3.4-Masala. №30 shveller, qalinligi 8 mm bo'lgan metall to'singa, diametrlari 20 mm dan bo'lgan boltlar yordamida biriktirilgan (3.11-rasm).

Konstruksiya materiallari ВСт3пс6 markali po'latdan yasalgan, boltlar 4.6 klas-sli po'latdan iborat.

Shveler uchiga 12 kN kuch qo'yilgan bo'lsa, boltli birikmaning mustahkamligini tekshiring.

To'sin markazidan bolt o'qlariga-cha bo'lgan masofa 10 sm.

To'sin markazidan kuch qo'yilgan nuqttagacha bo'lgan masofa 60 sm.

Yechish. Boltli birikmaning egiluvchi momentini aniqlaymiz: $M = F \cdot L = 12 \cdot 60 = 720 \text{ kN} \cdot \text{sm}$.

Moment ta'siridagi boltga ta'sir qiluvchi kuchni quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$F_m = \frac{M}{k \cdot \ell} = \frac{720}{2 \cdot 10} = 36 \text{ kN.}$$

Boltga ta'sir qiluvchi ko'ndalang kuch quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$F_k = \frac{F}{n} = \frac{12}{4} = 3 \text{ kN.}$$

bu yerda k – boltlar qatori; n – boltlar soni.

Boltga tushadigan maksimal kuchni aniqlaymiz:

$$F_{max} = F_m + F_k = 36 + 3 = 39 \text{ kN.}$$

Boltlar zo'riqishning qirqish va ezilish turiga ishlaydi. 4.6 klassli boltlar zo'riqishning qirqish qiymati 3.1-jadvaldan 150 MPa yoki 15 kN/sm², zo'riqishning ezilishdagi qiymati ilovaning 7-jadvaldan 370 MPa yoki 37 kN/sm² ga teng. Birlashmaning ish sharoitini hisobga oluvchi koeffitsiyent $\gamma_{bish} = 0,9$ ga, ish sharoiti koeffitsienti $\gamma_{ish} = 1,0$ ga teng. Ilovaning 3-jadvalidan №30 shveller qalinligi 6,5 mm yoki 0,65 sm.

Bir bolt qabul qiladigan qirqish kuchini (3.3) formula yordamida aniqlanadi:

$$F_q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot R_q \cdot n \cdot \gamma_{bish} = \frac{3,14 \cdot 2^2}{4} \cdot 15 \cdot 1 \cdot 0,9 = 42,4 \text{ kN.}$$

Bir bolt qabul qiladigan ezilish kuchini quyidagi formula yordamida aniqlash mumkin: $F_e = R_e \cdot d \cdot t \cdot \gamma_{bish} = 37 \cdot 2 \cdot 0,65 \cdot 0,9 = 43,3 \text{ kN}$. Demak shart bajariladi, yani, $42,4 \text{ kN} > 36 \text{ kN}$.

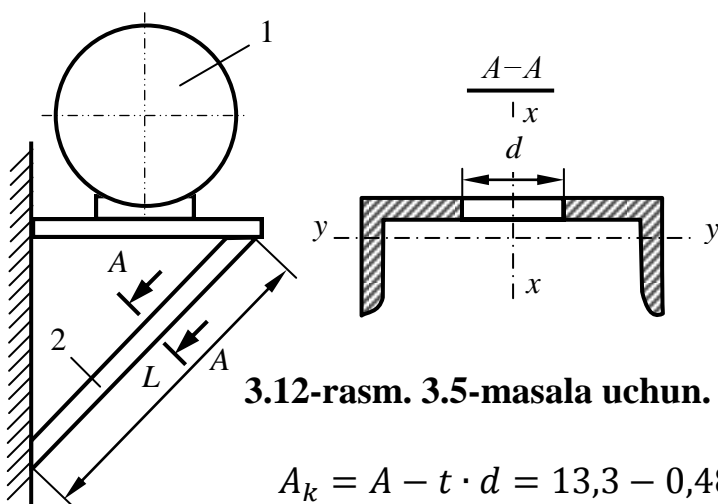
3.5-Masala. Gorizontalkada turgan quvur 1, balkaning uchida burchak ostida qo'yilgan tirkovuchi 2 (uzunligi 100 sm) yordamida tutib turilgan (3.12-rasm).

Tirkovuch, markasi ВСтЗпс6 bo'lgan №12 shveller po'latdan yasalgan. Shveller, diametri 4 sm li te-shiklar bilan yegillashtirilgan.

Markaziy siqilgan tirkovuchga tushadigan kuchni aniqlang.

Yechish. Ilovaning 3-jadvalidan №12 shveller uchun quyidagilarni aniqlaymiz:

$t = 4,8 \text{ mm}$; $A = 13,3 \text{ sm}^2$; $i_x = 4,78 \text{ sm}$; $i_y = 1,53 \text{ sm}$.



3.12-rasm. 3.5-masala uchun.

BCТ3пс6 markali po'lat uchun hisobiy qarshilikni ilovaning 4-jadvalidan olamiz:

225 MPa yoki 22,5 kN/sm².

Tirkovuchning A-A kesimdagi ko'ndalang kesim yuzasini quyidagicha aniqlaymiz:

$$A_k = A - t \cdot d = 13,3 - 0,48 \cdot 4 = 11,4 \text{ sm}^2.$$

(3.11) formuladan tirkovuchga tushadigan kuchni topamiz:

$$F = A_k \cdot R_u \cdot \gamma_{ish} = 11,4 \cdot 22,5 \cdot 1 = 256,5 \text{ kN}.$$

Ish sharoiti koeffitsienit $\gamma_{ish} = 1$.

x va y o'qlariga nisbatan tirkovuchning uzunliklari teng bo'ladi: $L_x = L_y = 100 \text{ sm}$. Tirkovuchning x va y o'qlariga nisbatan egiluvchanligini quyidagicha aniqlaymiz:

$$\lambda_x = \frac{L_x}{i_x} = \frac{100}{4,78} = 21. \quad \lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = \frac{100}{1,53} = 65.$$

Egiluvchanlikning yuqori qiymati va aniqlangan kuch bo'yicha bo'ylama egilish φ ni ilovaning 5-jadvalidan topamiz: $\varphi = 0,75$.

Markaziy siqilgan tirkovuchga tushadigan kuchni (2.3) formuladan aniqlaymiz:

$$F_t = R_m \cdot A \cdot \varphi \cdot \gamma_{ish} = 22,5 \cdot 13,3 \cdot 0,75 \cdot 1 = 224 \text{ kN}.$$

SINOV (NAZORAT) SAVOLLARI VA TOPSHIRIQLAR

1. Boltli brikmalarning turlari, ularning yutuq va kamchiliklarini aytib bering?
2. Boltli brikmalar deformatsiyaning qaysi turlariga ishlaydi va ularning zo'riqishi qanday aniqlanadi?
3. Siqilgan bitta boltga birlashtirilgan elementlarning sirtidagi ishqalanish kuchi quyidagi aniqlanadi?
4. Parchin mixli birikmalarni qo'llanilishi, ularning yutuq va kamchiliklarini aytib bering?

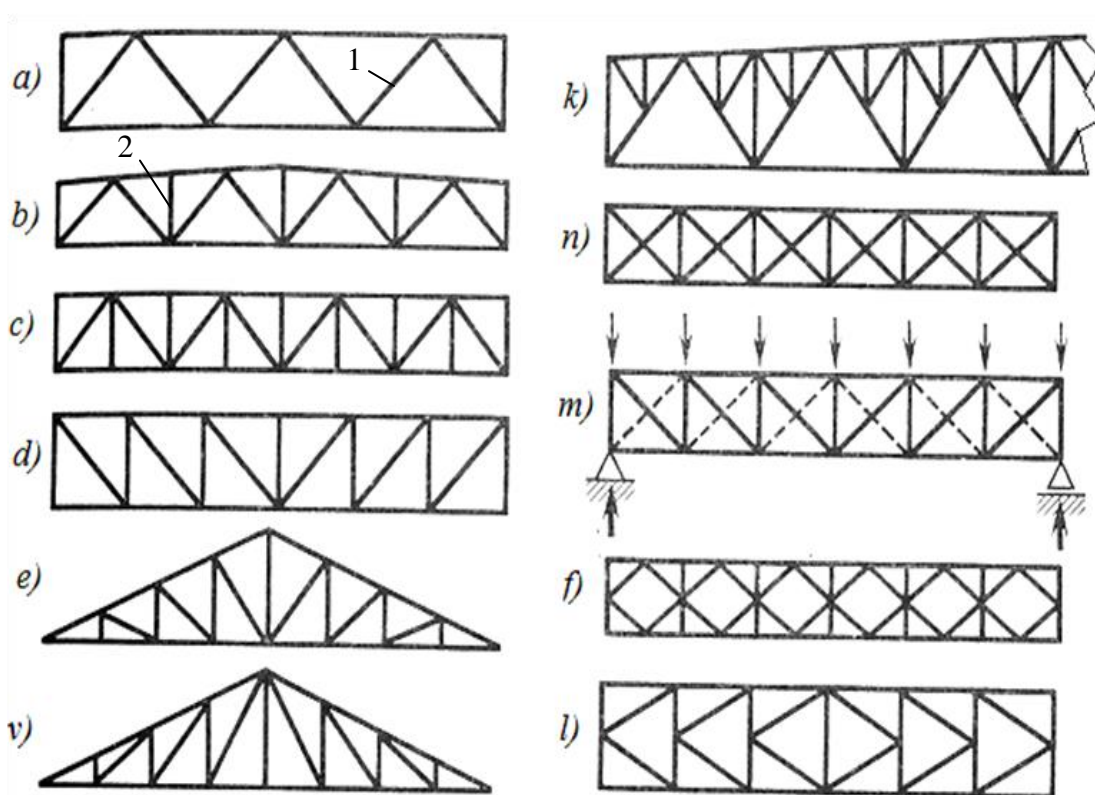
5. *Parchin mixli birikmalar deformatsiyaning qaysi turlariga ishlaydi va ularning zo'riqishi qanday aniqlanadi?*
6. *Payvandli birikmalarning turlari, ularning yutuq va kamchiliklarini aytib bering?*
7. *Elektr yoyli payvandlashda qanaqangi payvandlash materiallari ishlatiladi?*
8. *Payvandlash elektrodlar, ularning rusumlarini izohlab bering?*
9. *Patvand chokining tirlarini aytib bering,shokning o'lchamlari qanday aniqlanadi?*
10. *Chokning kateti deganda nimani tushinasiz?*
11. *Qiya choklar, ularning qo'llanish sohasini aytib bering?*
12. *Burchakli payvand choklarini hisoblashning asosiy holatlarini aytib bering?*
13. *Cho'zishga ruxsat etiladigan zo'riqishni bilgan holda chokning uzunligini qanday aniqlanadi?*
14. *Elementlarni uchma-uch payvandlangandagi chokni zo'riqishi qanday aniqlanadi?*
15. *Chokni cho'zuvchi kuchni aniqlovchi formulani yozib bering?*

4-BOB. METALL KONSTRUKSIYALI FERMLAR

4.1. Fermaning turlari va ularni qo'llanish sohasi.

Ferma – geometrik shakli o'zgarmaydigan metall panjarali konstruktsiya bo'lib, deformatsiya ta'sirida uning egilishga sezilarli darajada qarshilik ko'rsatadi.

Barcha turdagi panjarali fermalarni quyidagi uchta asosiy sistemaga ajratish mumkin: uchburchakli (4.1,*a,b,c*-rasmlar), kashakli (4.1,*d,e,v*-rasmlar) va maxsus (4.1,*k,n,m,f,l*-rasmlar).

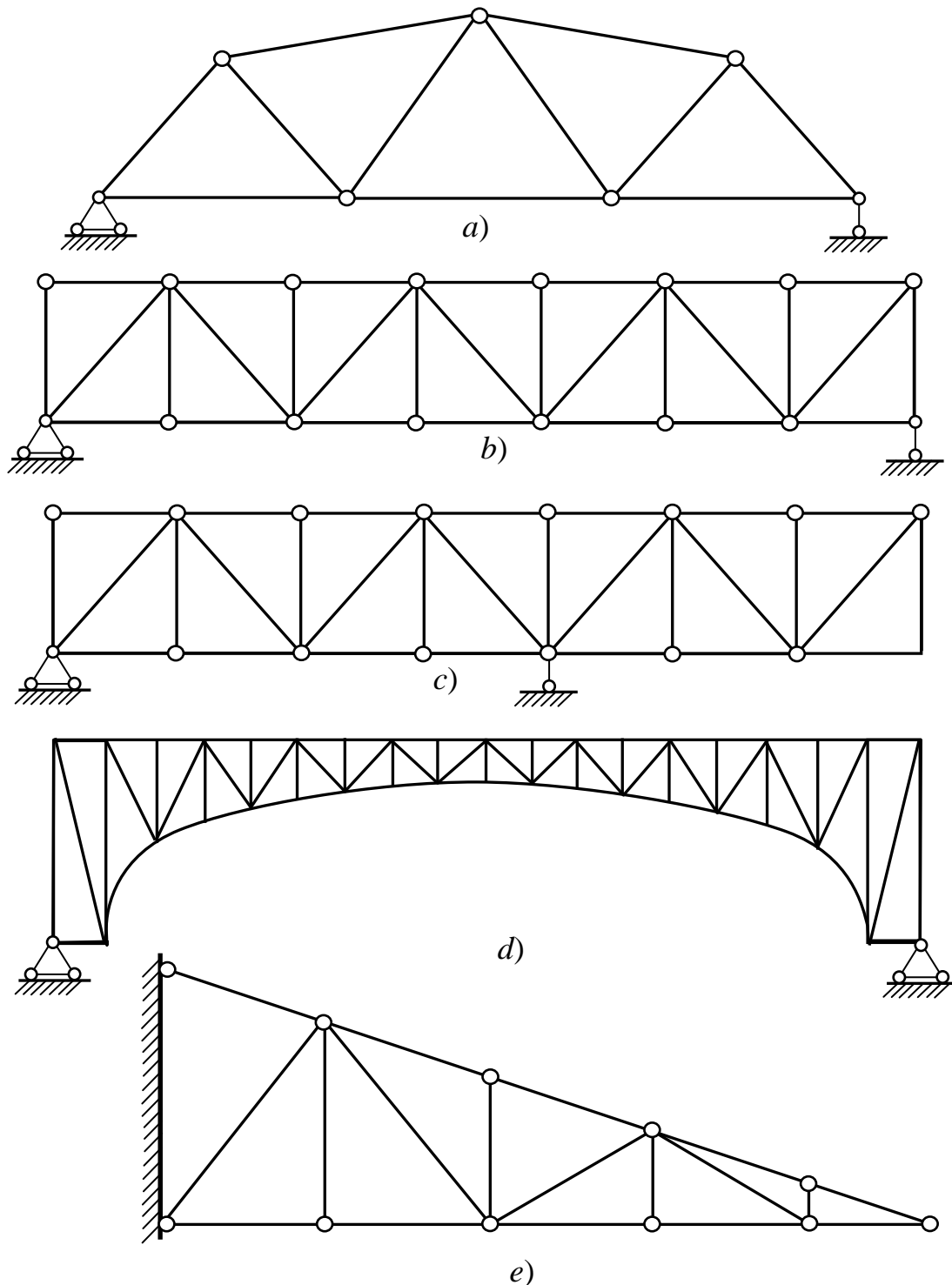


4.1-rasm. Panjarali fermaning turlari: 1-kashak; 2-ustun.

Fermaning uchburchakli turi (4.1,*a*-rasm) asosan uchburchak tizimli panjaralardan tashkil topgan bo'ladi. Bu turdagi fermalarning mustahkamligi yuqori bo'lmaydi. Bunday fermalarning mustahkamligini oshirish uchun ularga ustunlar payvandlanadi (4.1,*b,d,c,e*-rasmlar).

Fermalar sanoat, jamoat va gidrotexnika inshootlarini qurishda ishlatiladi. Ular, temir yoki temir-beton ustunlariga qo'zg'aluvchan (4.2,*a,b*-rasmlar) yoki

qo'zg'almas (4.2,d-rasm) qilib o'rnatiladi. Shuningdek, fermalarning konsolli (4.2,c,e-rasmlar) turlari ham mavjud. Bunda ferma ustunlarga qo'zg'luvchan (4.2,c-rasm) yoki qo'zg'almas (4.2,e-rasm) qilib o'rnatiladi.



4.2-rasm. Fermalarni o'rnatish: *a*-uchburchak panjarali qo'zg'luvchan; *b*-uchburchak tayanchli qo'zg'luvchan; *c,e*-konsolli; *d*-arkasimon qo'zg'lmas.

Fermalarni tanlashda uning ustiga tushadigan yuklamalarni (turli material va qor qoplamalarining og'irliklari) hisobga olish lozim.

4.2. Fermali to'sinlardan tashkil topgan binolarni tomini qoplash.

Temir yoki temir-beton ustunlariga (ular haqida 6-bobda ma'lumot beriladi) fermali to'sinlar (ular haqida 5-bobda ma'lumot beriladi) o'rnatiladi. Buni ustun-to'sin bog'lanish sistemasi deb atash mumkin. Bunday sistemalarning bir nechtasini birlashtirib ishlab chiqarish binolari hosil qilinadi. Sistemani birlashtirishda gorizontalar hamda vertikal bog'lagichlardan foydalaniladi. Bir nechta ustunlar qatoriga-qator ustunlar (kolonnalar) deb ataladi.

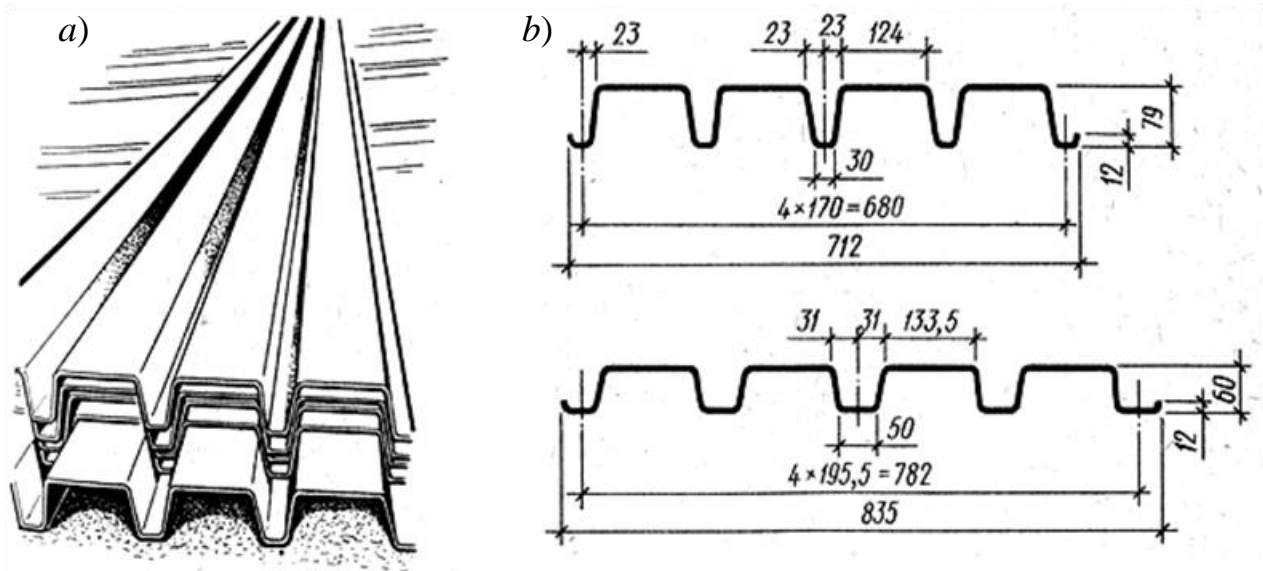
Odatda bino ustining tayanchlari fermali to'sinlardan tashkil topgan bo'lib, ular to'g'ri burchakli (4.2,*e*-rasm) yoki teng yonli (4.1,*e,v*-rasmlar) uchburchak shaklida bo'ladi.

Binoni usti (tomi) maxsus (bemir-beton yoki azbestsemet, shuningdek, shakildor sapol taxtalari, oddiy va zanglamas to'lqinsimon po'lat tunika) issiq va sovuqni ushlab turuvchi materiallar bilan yopiladi.

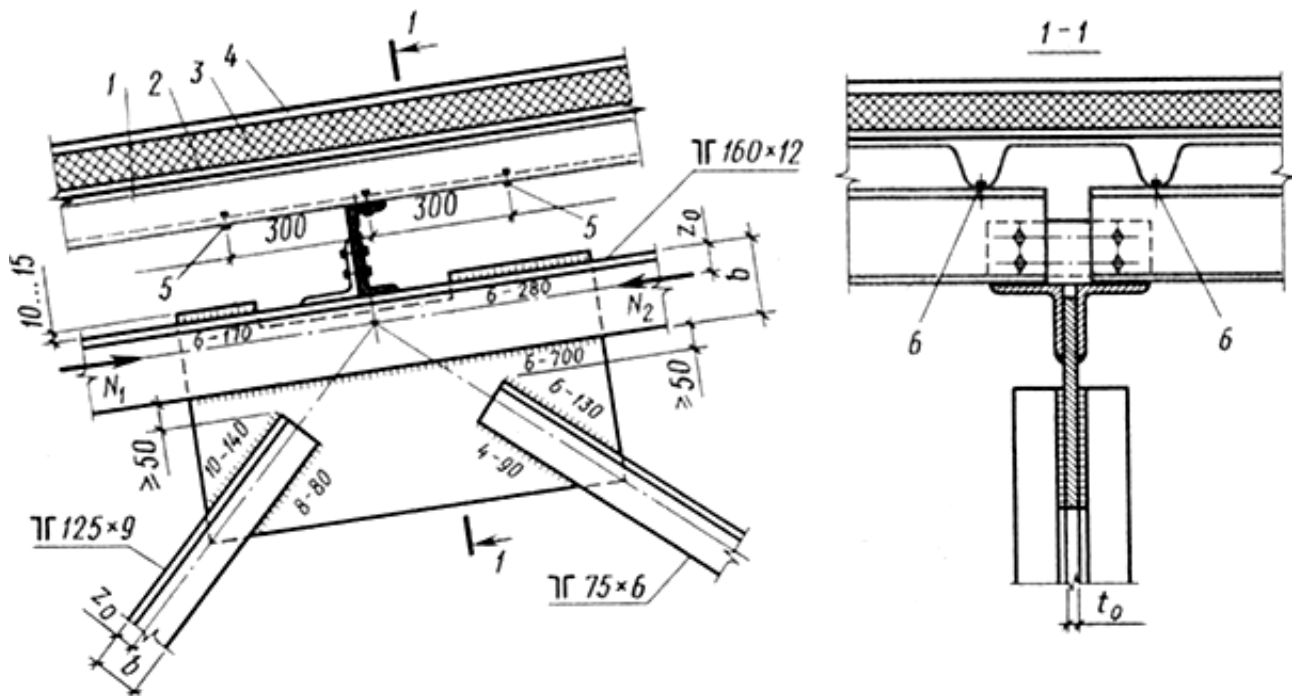
Keyingi yillarda binolarning tomlari zanglamas to'lqinsimon po'lat tunikalar yordamida qoplash (4.3, *a*-rasm) keng yo'lga qo'yilgan. Bu qoplamning balandligi 40, 60, 80 mm, qalinligi 0,8...1 mm, eni 680...845 mm oraliqda, uzunligi esa 12000 mm bo'ladi. Ularning ko'ndalang kesimi to'lqinsimon trapesiya (4.3,*b*-rasm) yoki parabola shaklida bo'lib, o'lchamlari unga qo'yilgan yukka bog'liq bo'ladi.

Yuqorida aytilganidek, to'sin fermalar ustunlarga o'rnatilib, maxkamlanadi va ustun-to'sin sistemasi hosil qilinadi. Ushbu sistemaning ustun hamda to'sin ferma (ularning oralig'i odatda 3 m ni tashkil qiladi) larining yuqori qismlari gorizontalar fermalar bilan bir biriga bog'lanadi.

To'sin fermaga va unga o'rnatilgan qoplamaning tuguni 4.4-rasmda ko'rsatilgan. Po'lat tunukalar ustiga maxsus issiq va sovuqni ushlab tutuvchi materiallar o'rnatiladi.



4.3-rasm. Zanglamas to‘lqinsimon po‘lat tunika raxtasi (a) va uning ko‘ndalang kesimi (b).

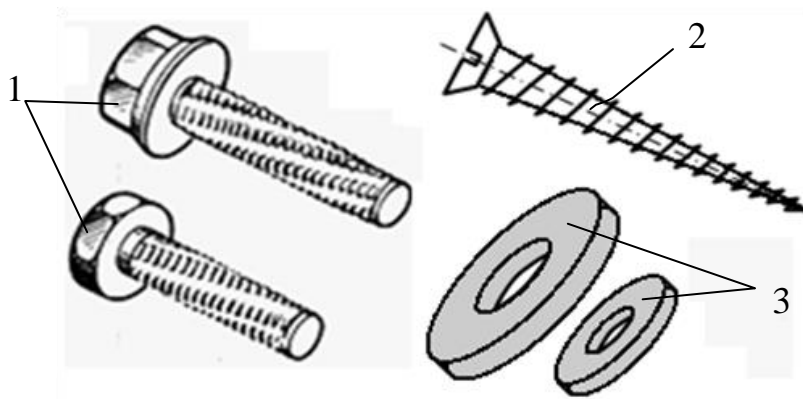


4.4-rasm. To‘sin fermaga va unga o‘rnatilgan qoplamaning tuguni:

1-shakildor po‘lat tunika; 2-bug‘dan himoyalovchi material; 3-issiq va sovuqni ushlab tutuvchi material; 4-namlikdan himoyalovchi material; 5-mixparchin; 6-o‘zikesar boltlar.

To'sin fermalariga bog'langan elementlarga po'lat tunukalar boltli birlashma, o'zikesar bolt 1 va shurup 2 larga halqa 3(shayba) lar kiritib maxkamlanadi (4.5-rasm).

4.5-rasm. Elementlarni bog'livchi detallar.



Tom qoplamlarining tayanchlari shveller yoki qo'shtavr po'lat prokatlardan panjarasimon qilib yasalgan bo'ladi.

Qadami 6 m bo'lgan shveller 1 lardan yasaliib, to'sin ferma 3 lariga maxkamlanadigan turlari keng tarqalgan (4.6,a-rasm). Shvellerlar bir biri bilan maxsus bolt 2 lar yordamida bog'langan bo'ladi.

Tom ustidagi qor yomg'irlarni oqishini ta'minlash maqsadida to'sin fermalari α burchak ostida nishablikda bo'ladi. Demak, to'sin fermaga o'rnatilgan om qoplamlarining tayanchlari ham α burchak ostida nishablikda bo'ladi.

Tom qoplaminig tayanchiga uning ustidagi qoplam va qorning solishtirma og'irlik kuch q vertikal ravishda ta'sir qiladi. Bu kuchni quyidagicha tashkil etuvchilarga ajratamiz: $q_x = q \cdot \cos\alpha, kN/m$ – nishablikka perpendikulyar; $q_y = q \cdot \sin\alpha, kN/m$ – nishablik bo'ylab (4.6,b-rasm).

Tayanchning qattikligi $y - y$ o'q bo'ylab kamayishi uning katta miqdorda zo'riqishiga olib keladi, uni kamaytirish uchun ularning tagiga qo'shimcha tayanchlar qo'yiladi. Agar to'sin fermasining qadami 12 m dan bo'lib, nishabligi tik bo'lsa ikkita, agar to'sin fermasining qadami 6 m dan bo'lib, nishabligi yotiq bo'lsa bitta qo'shimcha tayanch qo'yiladi.

Qoplam tayanchining egilish momentining hisobiy qiymatini quyidagi formula orqali aniqlash mumkin (4.5,c-rasm):

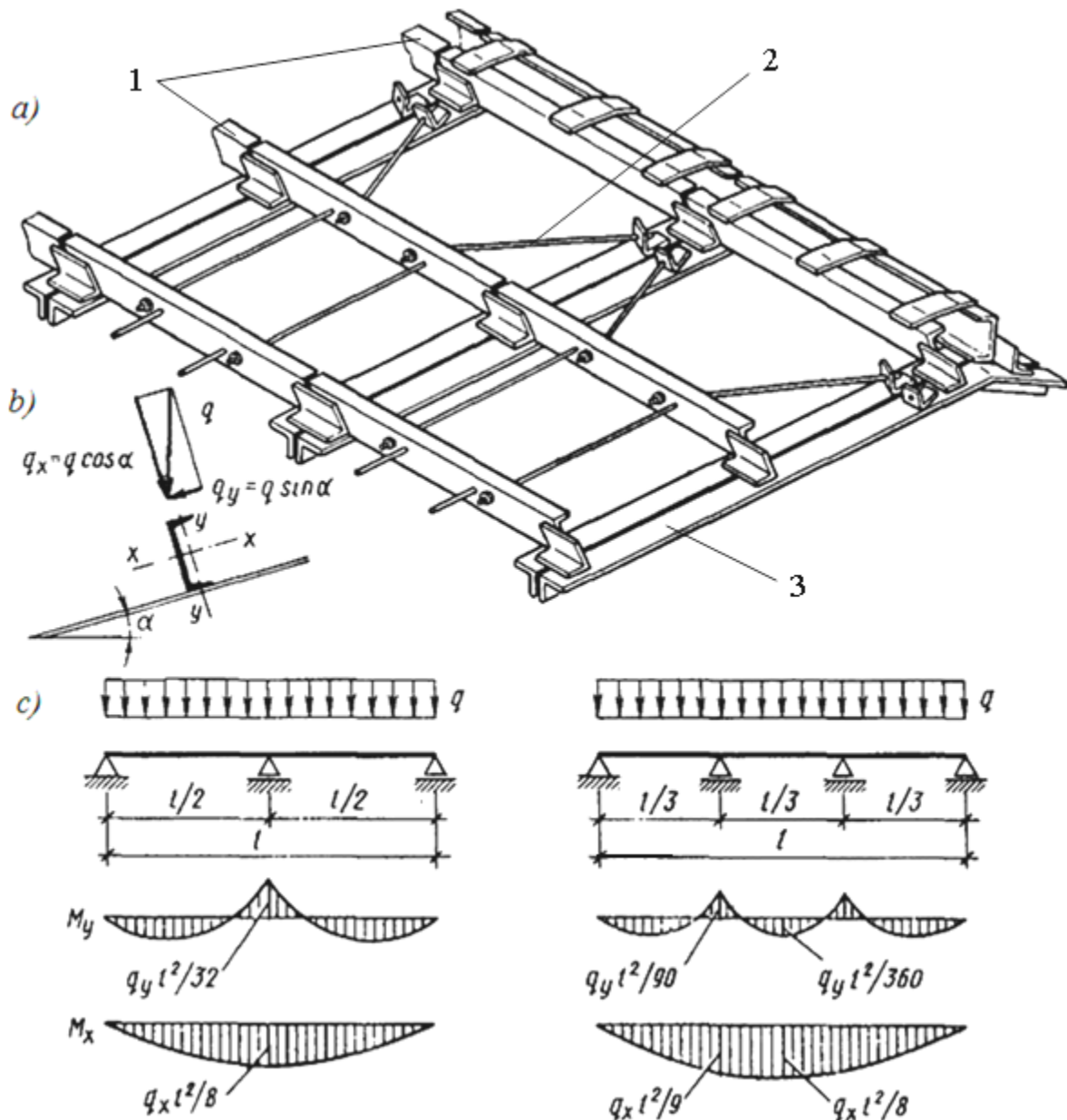
bitta qo'shimcha tayanch bo'lganda:

$$M_x = \frac{q_x \cdot \ell^2}{8}, kN \cdot m; \quad M_y = \frac{q_y \cdot \ell^2}{32}, kN \cdot m \quad (4.1)$$

ikkita qo‘shimcha tayanch bo‘lganda:

$$M_x = \frac{q_x \cdot \ell^2}{9}, kN \cdot m; \quad M_y = \frac{q_y \cdot \ell^2}{90}, kN \cdot m \quad (4.2)$$

bu yerda ℓ - qoplam tayanchining uzunligi (odatda u to‘sin fermaning qadamiga teng bo‘ladi), m.



4.6-rasm. Tom qoplamlarining tayanchi: *a*-umumiy ko‘rinishi; *b*-qo‘yilgan yuk taqsimoti; *c*-hisob chizmasi.

4.3. Fermalarni hisoblashning nazariy asoslari.

Nishabli fermalarning gorizontga nisbatan og'ish burchagi $4...18^{\circ}$, balandligi $(0,125 \dots 0,25) \cdot L$, ferma kashaklarining gorizontga hisbatan og'ish burchagi $35...45^{\circ}$ ni tashkil qilishi kerak.

Ferma tayoqchalariga tushadigan kuchlar, analitik yoki grafikdiagramma qurish (Maksevel-Kremon) usulida aniqlanadi.

Ferma elementlarining markaziy siqilish yoki cho'zilishdagi hisobi (2.1) va (2.3), egiluvchanligi esa (2.2) formulalar yordamida aniqlanadi.

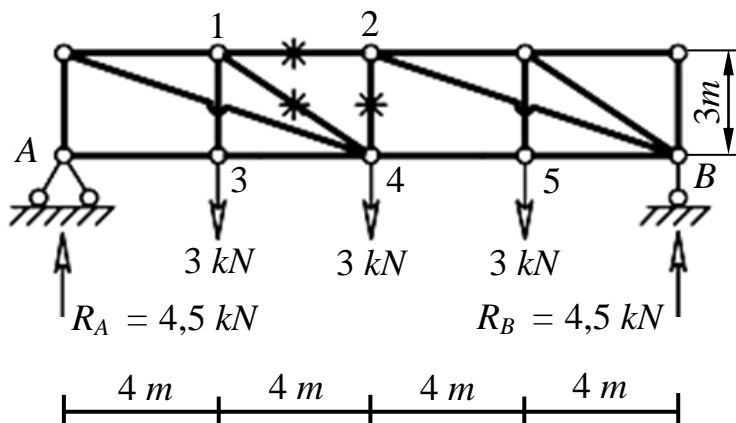
Ferma asosiy elementlarining siqilishdagi statik zo'riqishidagi egiluvchanligi 120 dan, mustahkam elementlarniki 150 dan oshmasligi, cho'zilgan elementlarniki 400 gacha borishi mumkin.

METALL KONSTRUKSIYALI FERMALARNI HISOBLASHGA DOIR

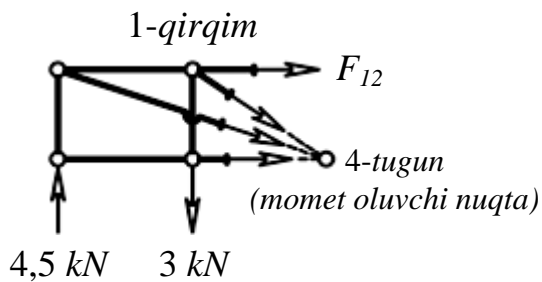
AMALIY MASHG'ULOTLAR

4.1-Masala. To'sinli fermalarni hisoblash. Hisoblash uchun berilganlar: hisob chizmasi (4.7-rasm); fermaning uzunligi $L = 12\text{ m}$ (ferma ustunlari orasidagi masofa $\ell = 3\text{ m}$); fermaning balandligi $h = 3\text{ m}$; fermaning ustunlariga $F_{13} = F_{24} = F_{65} = 3\text{ kN}$ kuchlar qo'yilgan.

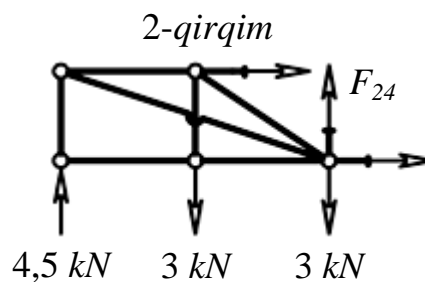
Yeshish. a) Fermaning qo'zg'almas yuklamasi ta'sirida uning belgilangan tayoqchalariga tushadigan kuchni aniqlaymiz:



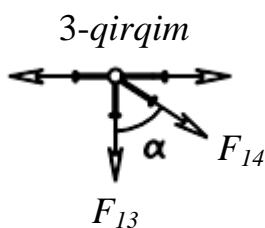
4.7-rasm. 4.1-masala uchun.



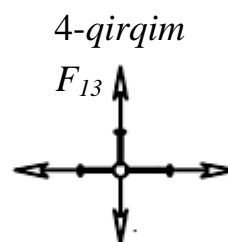
$$\Sigma M_4 = 0 \quad F_{12} \cdot 3 + 4,5 \cdot 8 - 3 \cdot 4 = 0 \Rightarrow F_{12} = -8 \text{ kH}$$



$$\Sigma Y = 0 \quad F_{24} + 4,5 - 3 - 3 = 0 \Rightarrow F_{24} = 1,5 \text{ kH}$$



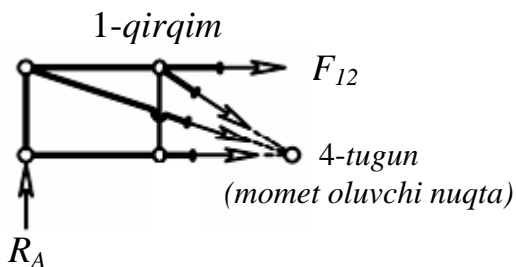
$$\Sigma Y = 0 \quad F_{14} \cdot \cos \alpha - F_{13} = 0 \Rightarrow F_{14} = -F_{13} / \cos \alpha$$



$$\Sigma Y = 0 \quad F_{13} - 3 = 0 \Rightarrow F_{13} = 3 \text{ kN}$$

$$F_{14} = -F_{13} / \cos \alpha = -3 / (3/5) = -5 \text{ kN}$$

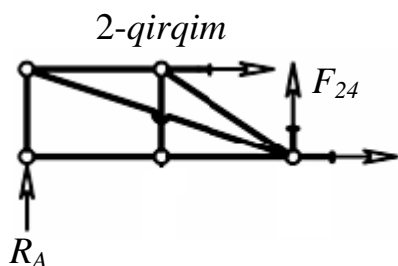
b) Belgilangan tayloqchalarga tushadigan kuchning ta'sirini aniqlaymiz:



$$\Sigma M_4 = 0$$

$$F_{12} \cdot 3 + R_A \cdot 8 = 0 \Rightarrow$$

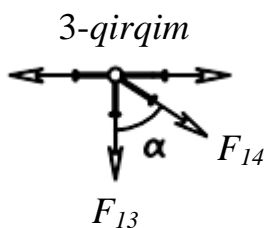
$$R_A = -3 \text{ kN}$$



$$\Sigma Y = 0 \quad F_{24} + R_A = 0 \Rightarrow$$

$$R_A = -F_{24}$$

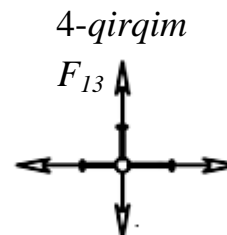
(o'ng tarmoq tenglamasi)



$$\Sigma Y = 0$$

$$F_{13} + F_{14} \cdot \cos \alpha = 0 \Rightarrow$$

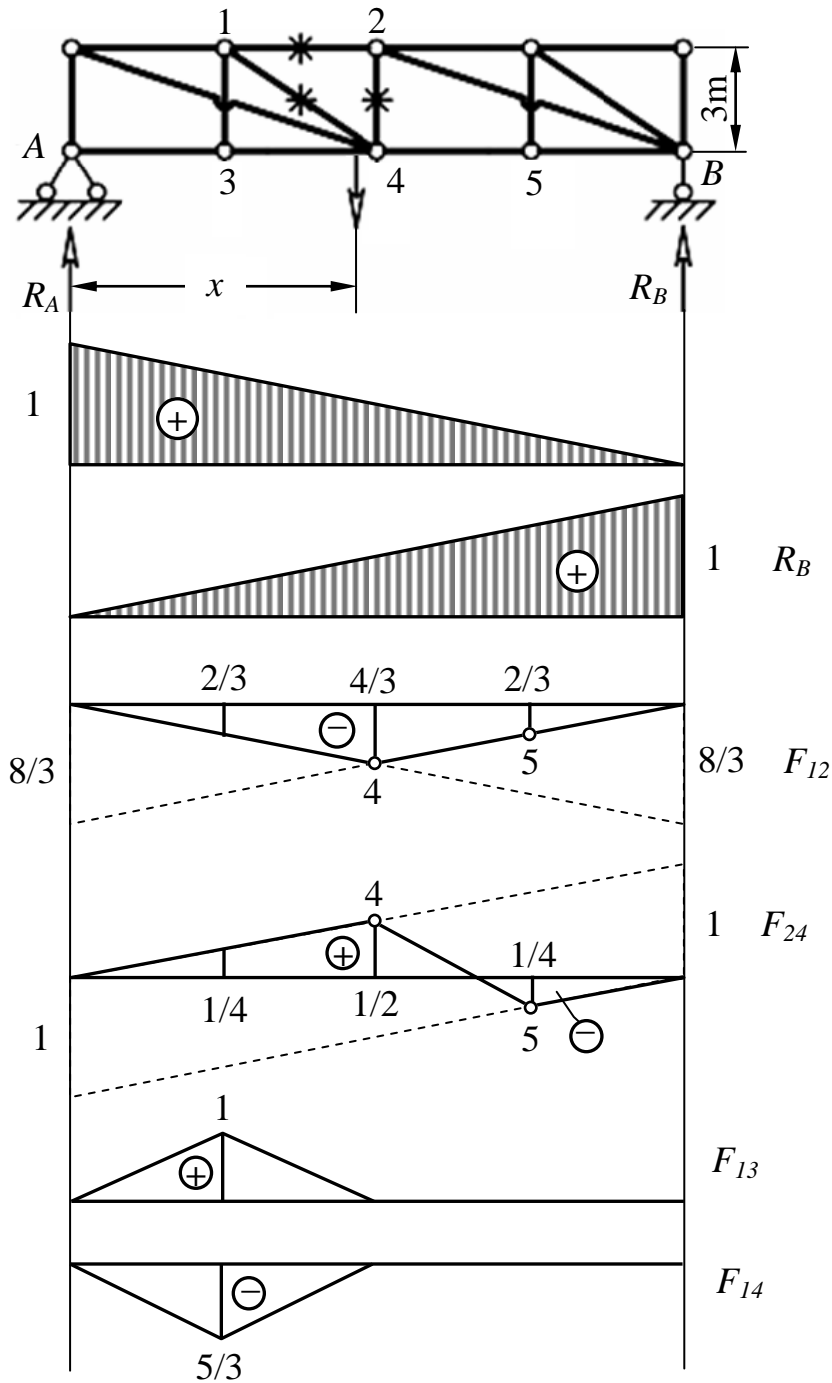
$$F_{13} = -F_{14} \cdot 3/5$$



$$\Sigma Y = 0 \quad F_{13} - 1 = 0 \Rightarrow$$

$$F_{13} = 1$$

c) Aniqlangan kuch va momentlar bo'yicha ularning epyuralarini quring.



4.2-Masala. 4.8–rasmda ko‘rsatilgan fermani hisoblang. Fermaning tayanch va oraliq tugunning payvand choklarini hisoblang.

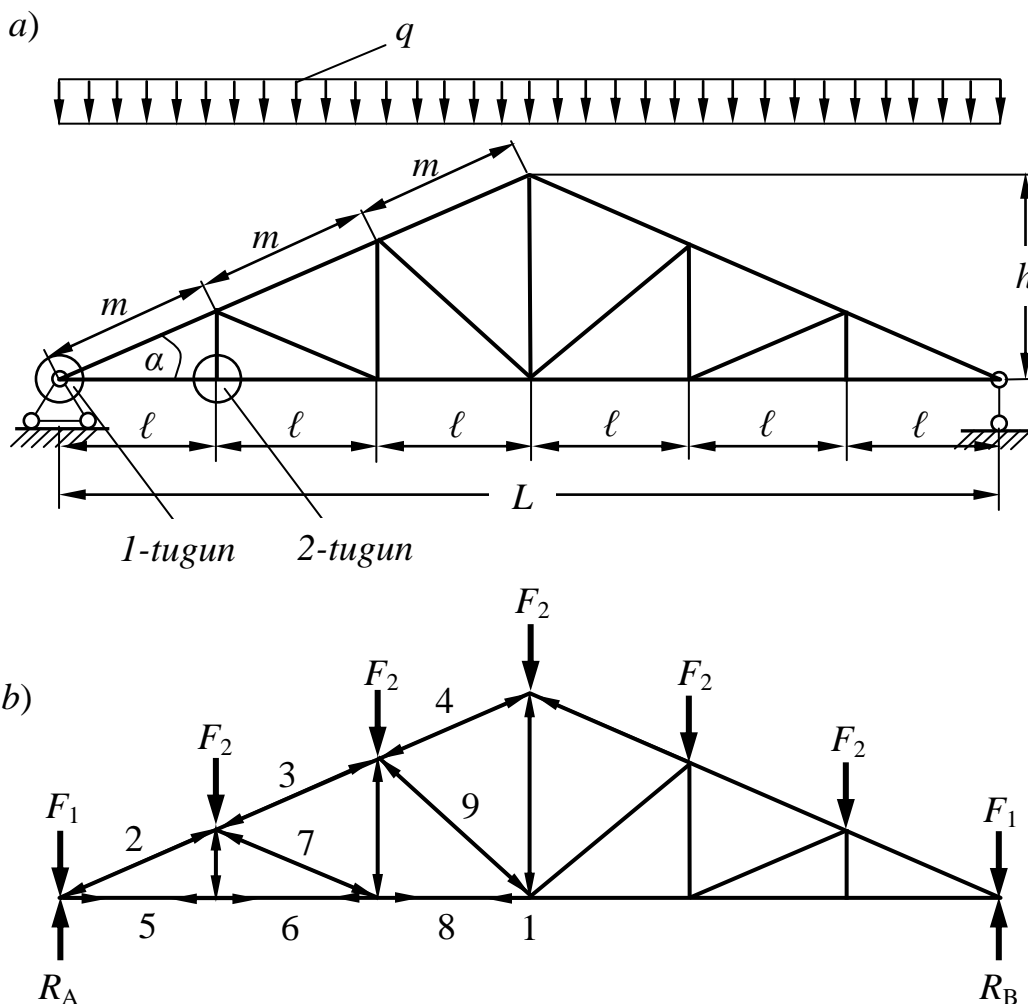
Hisoblash uchun berilganlar: chizmadan fermaning uzunligi $L = 15 \text{ m}$; fermaning qadami $b = 6 \text{ m}$; $\ell = 2,5 \text{ m}$; $m = 2,7 \text{ m}$; $h = 3 \text{ m}$. Fermalar bir biri bilan maxsus metall orqali bog‘langan bo‘lib, uning ustiga meyoriy solishtirma og‘irligi $g_q^m = 0,62 \text{ kN/m}^2$ bo‘lgan qoplama yopishtirilgan. Qoplama ustidagi hosil

bo'ladi-gan qorning meyoriy solishtirma og'irligi $p_{qor}^m = 0,5 \text{ kN/m}^2$. Metallning ishonchlilik koeffitsiyenti $\gamma_{mi} = 1$. Ferma BCТ3сп5 markali po'latdan yasalgan, elektrodning markasi Э42A.

Yechish. BCТ3сп5 markali po'lat uchun hisobiy qarshilik, shakildor po'lat uchun $R_u = 235 \text{ MPa} = 23,5 \text{ kN/sm}^2$, po'lat taxta uchun $R_u = 225 \text{ MPa} = 22,5 \text{ kN/sm}^2$. 4.8-rasmdan foydalanib, fermaning geometrik o'lchamlarini aniqlaymiz: fermaning balandligini topamiz:

$$h = \frac{L}{5} = \frac{15}{5} = 3 \text{ m}; \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{3\ell} = \frac{3}{3 \cdot 2,5} = 0,4; \quad \sin \alpha = \frac{h}{3m} = \frac{3}{3 \cdot 2,7} = 0,37;$$

$$\cos \alpha = \frac{3\ell}{3m} = \frac{3 \cdot 2,5}{3 \cdot 2,7} = 0,926 \rightarrow \alpha = 21^{\circ}6'.$$



4.8-rasm. 4.2-masala uchun: a-hisob chizmasi;

b-qo'yilgan va reaksiya kuchlari.

Qoplama bilan bog'liq fermaning solishtirma og'irligi $g_f^m = 0,2 \dots 0,4 \text{ kN/m}^2$ oraliqda bo'ladi, uni $0,4 \text{ kN/m}^2$ deb qabul qilamiz.

Fermaning gorizontall tekislikdagi proeksiyasining har bir m^2 ga ta'sir qiladigan doimiy o'zgarmas me'yoriy solishtirma kuchni quyidagi formula orqali aniqlaymiz:

$$g^m = (g_q^m + g_f^m) \cdot \cos\alpha = (0,62 + 0,3) \cdot 0,926 = 0,85 \text{ kN/m}^2.$$

Fermaning gorizontall tekislikdagi proeksiyasining har bir m^2 ta'sir qiladigan o'zgarmas me'yoriy solishtirma kuchning to'la qiymati quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$g = (g^m \cdot \gamma_{dmi} + p_{qor}^m \cdot \gamma_{qormi}) \cdot \gamma_{mi} = (0,85 \cdot 1,1 + 0,5 \cdot 1,4) \cdot 1 = 1,63 \text{ kN/m}^2$$

bu yerda $\gamma_{dmi} = 1,1$ va $\gamma_{qormi} = 1,4$ tegishli ravishda doimiy va qor solishtirma kuchlarining ishonchlilik koeffitsiyentlari.

Ferma tugunlaridagi hisobiy kuchlarni aniqlaymiz (-, b-rasm):

$$F_1 = \frac{g \cdot \ell \cdot b}{2} = \frac{1,63 \cdot 2,5 \cdot 6}{2} = 12,2 \text{ kN}. \quad F_1 = q \cdot \ell \cdot b = 1,63 \cdot 2,5 \cdot 6 = 24,5 \text{ kN}.$$

Ferma tayanchlaridagi reaksiya kuchlarini quyidagi formula yordamida aniqlanadi: $R_A = R_B = \frac{\Sigma F_1 + \Sigma F_2}{2} = \frac{2F_1 + 5F_2}{2} = \frac{2 \cdot 12,2 + 5 \cdot 24,5}{2} = 73,5 \text{ kN}.$

Tayanch tugunining hisobi (4.8, a-rasmdagi 1-tugun). Uzunligi 270 sm bo'lgan tayoqchaga (4.8-rasm) 161 kN kuch qo'yilgan. Bunda siqilgan va cho'zilgan ferma elementning mustahkamligi uchun ish sharoiti koeffitsiyenti 0,95; egiluvchanligi $\lambda \geq 60$ bo'lgan ferma panjarasining siqilgan elementlari uchun ish sharoiti koeffitsiyenti 0,8.

Bo'ylama egilish koeffitsiyenti $\varphi = 0,5$ bo'lgandagi dastlabki kerak bo'ladigan kesim yuzasini (2.3) formuladan foydalanib aniqlaymiz:

$$A = \frac{F_b}{\varphi \cdot R_u \cdot \gamma_{ish}} = \frac{161}{0,5 \cdot 23,5 \cdot 0,95} = 14,4 \text{ sm}^2.$$

Fermaning yuqori qismi 75×6 teng yonli metall burchakdan tashkil topgan deb hisoblab, uni o'lchamlarini ilovaning 1-jadvalidan olamiz: $A = 2 \cdot 8,78 = 17,56 \text{ sm}^2$; $J_x = J_y = 46,6 \text{ sm}^4$; $z_0 = 2,06 \text{ sm}$; $i_x = 2,3 \text{ sm}$; $i_y = 3,4 \text{ sm}.$

Ikkita metall burchak orasiga qo'yilgan qalinligi $\delta = 0,8 \text{ sm}$ bo'lgan metall taxta kesimining y o'qi bo'yicha inertsia momentini aniqlaymiz:

$$J = 2J_y + 2A \left(z_0 + \frac{\delta}{2} \right)^2 = 2 \cdot 46,6 + 2 \cdot 8,78 \cdot \left(2,06 + \frac{0,8}{2} \right)^2 = 199 \text{ sm}^4.$$

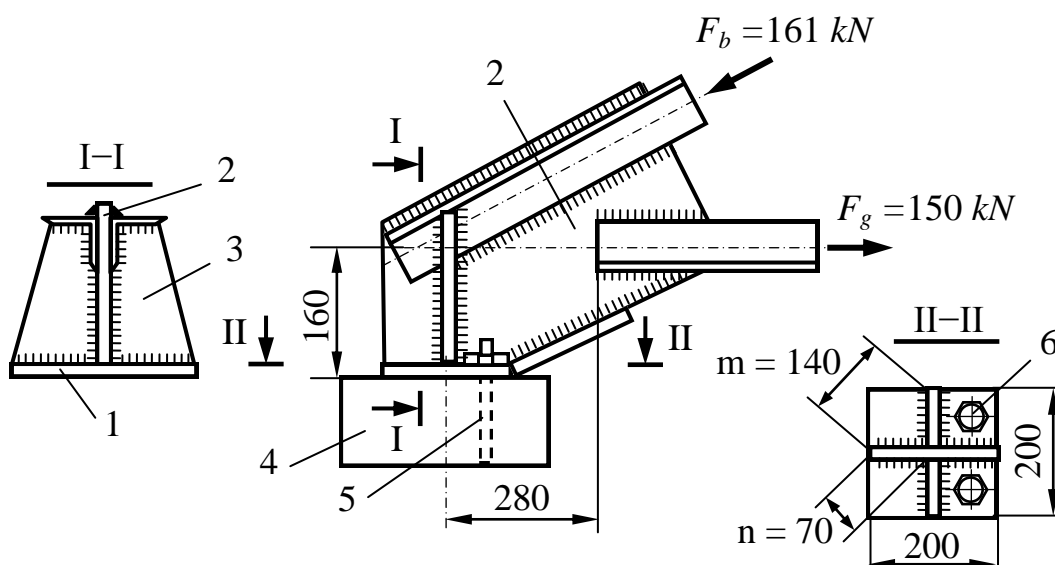
$$\text{Inersiya radiusi: } i_y = \sqrt{J/A} = \sqrt{199/17,56} = 3,4 \text{ sm.}$$

$$\text{Egiluvchanligi: } \lambda_x = m/i_x = 270/2,3 = 117; \lambda_y = m/i_y = 270/3,4 = 79.$$

Egiluvchanlikning eng katta qiymati orqali ilovaning 5-jadvalidan bo'ylama egilish koeffitsiyentini topamiz: $\varphi = 0,42$.

Oxirgi kesim bo'yicha zo'riqishlarni taqqoslaymiz:

$$\frac{F_b}{\varphi \cdot A} \leq R_u \cdot \gamma_{ish} \quad \frac{161}{0,42 \cdot 17,56} \leq 23,5 \cdot 0,95 \quad 21,8 \text{ kN/sm}^2 \leq 22,3 \text{ kN/sm}^2$$



4.9-rasm. 4.2-masala uchun, 1-tayanch tuguni: 1-tayanch po'lat taxta;
2-tayoqchalar payvandlanadigan po'lat taxta (fason); 3-qovurg'a; 4- temir-beton
ustuni; 5- anker bolt; 6-ankerning gaykasi.

Tayanch tugunining gorizontal tayoqchanning uzunligu 250 sm bo'lib, u 50×5 teng yonli metall burchakdan tashkil topgan deb hisoblab, uni o'lchamlarini ilovaning 1-jadvalidan olamiz:

$$A = 2 \cdot 4,8 = 9,6 \text{ sm}^2; J_x = 11,2 \text{ sm}^4; z_0 = 1,42 \text{ sm}; i_x = 1,53 \text{ sm}; i_y = 2,38 \text{ sm}$$

Ikkita metall burchak orasiga qo'yilgan qalinligi $\delta = 0,8 \text{ sm}$ bo'lgan metall taxta kesimining y o'qi bo'yicha inersiya momentini aniqlaymiz:

$$J = 2J_x + 2A \left(z_0 + \frac{\delta}{2} \right)^2 = 2 \cdot 11,2 + 2 \cdot 4,8 \cdot \left(1,42 + \frac{0,8}{2} \right)^2 = 54 \text{ sm}^4.$$

Gorizontal tayoqchaga uni cho'zuvchi 150 kN kuch ta'sir qilmoqda.

Dastlabki kerak bo'ladigan kesim yuzasini (2.1) formuladan foydalanib aniqlay-

miz:
$$A = \frac{F_g}{R_u \cdot \gamma_{ish}} = \frac{150}{23,5 \cdot 0,95} = 6,7 \text{ sm}^2.$$

Inersiya radiusi:
$$i_y = \sqrt{J/A} = \sqrt{54/9,6} = 2,37 \text{ sm}.$$

Egiluvchanligi:
$$\lambda_x = \ell/i_x = 250/1,53 = 163;$$

$$\lambda_y = \ell_y/i_y = 750/2,38 = 315.$$

bu yerda
$$\ell_y = \frac{L}{2} = \frac{1500}{2} = 750 \text{ sm}.$$

Tugundagi payvandlarni hisoblash. ВСТЗСП5 markali po'latga markali Э42А elektrod uchun qirqishdagi hisobiy qarshilikni ilovaning 12-jadvalidan olamiz, unga ko'ra uning qiymati $R_q = 180 \text{ MPa} = 18 \text{ kN/sm}^2$ ga teng. Payvandlash qo'lda bajariladi deb hisoblab, chokning ko'rsatkichlarini $\beta_{ch} = 0,7$; $\beta_q = 0,3$ va $\gamma_{ch} = 1$ deb qabul qilamiz.

2-po'lat taxtaning yuqori qismiga 2 ta 75×6 teng yonli metall burchak payvandlangan va ularga 161 kN tortuvchi kuch qo'yilgan. Tashqi payvand chokining kateti $a_t = 6 \text{ mm}$, ichki payvand chokining kateti $a_i = 4 \text{ mm}$ ga teng.

Tashqi payvand chokiga ta'sir qiluvchi kuchni quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$F_t = \beta_{ch} \cdot F_b = 0,7 \cdot 161 = 113 \text{ kN}.$$

Ichki payvand chokiga ta'sir qiluvchi kuchni quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$F_i = \beta_q \cdot F_b = 0,3 \cdot 161 = 48 \text{ kN}.$$

Tashqi chokning hisobiy uzunligini quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$\ell_{tch} = \frac{F_t}{2 \cdot R_q \cdot a_t \cdot \beta_{ch} \cdot \gamma_{ch} \cdot \gamma_{ish}} = \frac{113}{2 \cdot 18 \cdot 0,6 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1} = 7,5 \text{ sm}.$$

Ichki chokning hisobiy uzunligini quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$\ell_{ich} = \frac{F_i}{2 \cdot R_q \cdot a_i \cdot \beta_{ch} \cdot \gamma_{ch} \cdot \gamma_{ish}} = \frac{48}{2 \cdot 18 \cdot 0,4 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1} = 5 \text{ sm}.$$

Payvandlanmagan joylarni hisobga olgandagi chokning uzunliklari:

$$L_{tch} = \ell_{tch} + 1 \text{ sm} = 7,5 + 1 \approx 9 \text{ sm}; \quad L_{ich} = \ell_{ich} + 1 \text{ sm} = 5 + 1 = 6 \text{ sm}$$

2-po'lat taxtaga gorizontal qilib, 2 ta 50×5 teng yonli metall burchak payvandlangan va ularga 150 kN tortuvchi kuch qo'yilgan. Tashqi payvand chokining kateti $a_t = 6$ mm, ichki payvand chokining kateti $a_i = 4$ mm ga teng.

Tashqi payvand chokiga ta'sir qiluvchi kuchni quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$F_t = \beta_{ch} \cdot F_b = 0,7 \cdot 150 = 105 \text{ kN.}$$

Ichki payvand chokiga ta'sir qiluvchi kuchni quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$F_i = \beta_q \cdot F_b = 0,3 \cdot 150 = 45 \text{ kN.}$$

Tashqi chokning hisobiy uzunligini quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$\ell_{tch} = \frac{F_t}{2 \cdot R_q \cdot a_t \cdot \beta_{ch} \cdot \gamma_{ch} \cdot \gamma_{ish}} = \frac{105}{2 \cdot 18 \cdot 0,6 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1} = 7 \text{ sm.}$$

Ichki chokning hisobiy uzunligini quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$\ell_{ich} = \frac{F_i}{2 \cdot R_q \cdot a_i \cdot \beta_{ch} \cdot \gamma_{ch} \cdot \gamma_{ish}} = \frac{45}{2 \cdot 18 \cdot 0,4 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1} = 4,5 \text{ sm.}$$

Payvandlanmagan joylarni hisobga olgandagi chokning uzunliklari:

$$L_{tch} = \ell_{tch} + 1 \text{ sm} = 7 + 1 = 8 \text{ sm}; \quad L_{ich} = \ell_{ich} + 1 \text{ sm} = 4,5 + 1 \approx 6 \text{ sm}$$

Fermat temir-beton ustunga o'rnatilgan, ustunning siqilishdagi solishtirma qarshiligi $R_b = 11,5 \text{ MPa} = 1,15 \text{ kN/sm}^2$. Ferma ustun bilan o'lchami 20×20 sm bo'lgan metall taxta yordamida bog'langan. Uning yuzi $A_{ta} = 400 \text{ sm}^2$.

Temir taxtaga tushadigan reaktiv bosimni quyidagi formula orqali aniqlaymiz:

$$p = \frac{R_A}{A_{ta}} \leq R_b = \frac{73,6}{400} = 0,184 \leq 1,15 \text{ kN/sm}^2.$$

Tayanch taxtaning eguvchi momentini quyidagi formula yordamida aniqlash mumkin:

$$M = \beta \cdot q \cdot m^2 = 0,06 \cdot 0,184 \cdot 14^2 = 2,16 \text{ kN} \cdot \text{sm.}$$

bu yerda β - payvandlangan taxta tomonlari nisbatini hisobga oluvchi koeffitsient, uni qiymati 4.9-rasmdan foydalanib, ilovaning 14-jadvalidan olinadi; m - payvandlangan taxtaning katta tomoni, 4.9-rasmdan 140 mm yoki 14 sm.

Po'lat taxtaning talab qilinadigan qalinligini quyidagi formula orqali aniqlash

mumkin:

$$\delta = \sqrt{\frac{6M}{R_u \cdot \gamma_{ish}}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 2,16}{22,5 \cdot 1}} = 0,76 \text{ sm.}$$

Ferma konstruksiyasini hisobga olib po'lat taxtaning qalinligini 16 mm qilib qabul qilamiz.

Fason va qovurg'a choklarining kateti $a = 0,6$ sm bo'lgandagi uzunligini quyidagi formula orqali aniqlaymiz:

$$\Sigma \ell_{ch} = \frac{R_A}{R_q \cdot a_t \cdot \beta_{ch} \cdot \gamma_{ch} \cdot \gamma_{ish}} = \frac{73,6}{18 \cdot 0,6 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1} = 9,7 \text{ sm.}$$

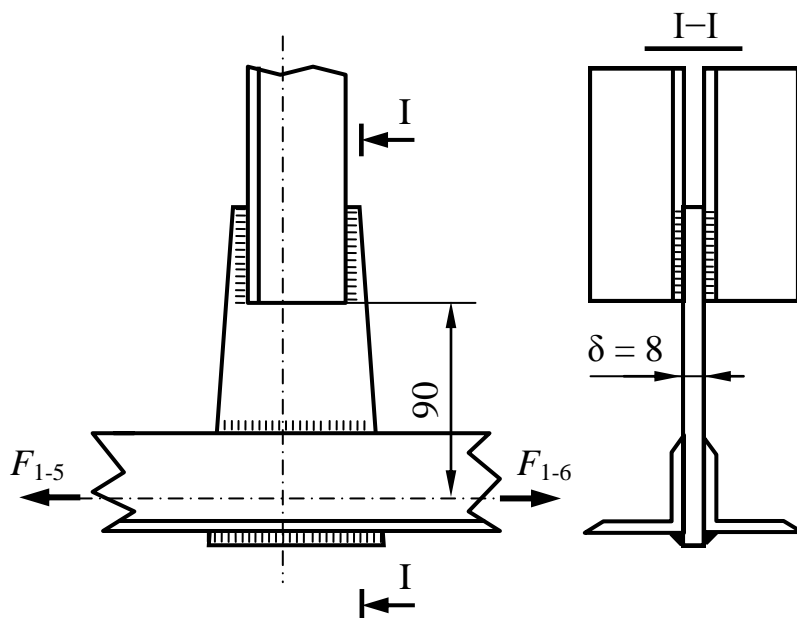
Ferma konstruksiyasini hisobga olib, har birining uzunligi 9,6 sm bo'lgan 8 ta chok qabul qilamiz.

Fason va qovurg'a choklarining kateti $a = 0,4$ sm bo'lgandagi uzunligini quyidagi formula orqali aniqlaymiz:

$$\Sigma \ell_{ch} = \frac{R_A}{2 \cdot R_q \cdot a_t \cdot \beta_{ch} \cdot \gamma_{ch} \cdot \gamma_{ish}} = \frac{73,6}{2 \cdot 18 \cdot 0,6 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1} = 7 \text{ sm.}$$

Ferma konstruksiyasini hisobga olib, har birining uzunligi 16 sm bo'lgan 4 ta chok qabul qilamiz.

Tarmoq tugunining hisobi (4.7,a-rasmdagi 2-tugun). Har birining uzunligi $\ell_x = \ell_y = 100$ sm bo'lgan tayoqchalarga (4.10-rasm) $F_{1-5} = F_{1-6} = 150$ kN kuch qo'yilgan. Tayoqshalar o'lchami 50×5 bo'lgan teng yonli metall burchakdan tashkil topgan va ular qalinligi 8 mm bo'lgan fasonga (metall taxtaga) payvanlangan.



4.10-rasm. 4.2-masala uchun, 2-oraliq tuguni.

50×5 bo'lgan metall burchakning o'lchamlarini ilovaning 1-jadvalidan olamiz: $A = 2 \cdot 4,8 = 9,6 \text{ sm}^2$; $J_x = J_y = 11,2 \text{ sm}^4$; $z_0 = 1,42 \text{ sm}$; $i_x = 1,53 \text{ sm}$.

Egiluvchanlik chegarasini $\lambda = 150$ deb qabul qilib, kerak bo'ladigan inesiya radiusini aniqlaymiz: $i = \frac{\ell_x}{\lambda} = \frac{100}{150} = 0,7$ sm. Demak $1,53 > 0,7$ bo'lgani uchun ikkita 50×5 bo'lgan metall burchakli tayoqchalarni qabul qilamiz.

SINOV (NAZORAT) SAVOLLARI VA TOPSHIRIQLAR

1. Metall fermaning turlari va ishlatish sohalarini aytib bering?
2. Fermali to'sinlardan tashkil topgan binolarni tomini qoplash asoslarini aytib bering?
3. Fermalarning hisobi qanday tartibda olib boriladi?
4. To'sinli ferma siqilgan o'zaklarining uzunligi qanday aniqlanadi?
5. Ferma elementlarining markaziy siqilish, yoki cho'zilishdagi hisobiy zo'riqishi va egiluvchanligi qanday aniqlanadi?

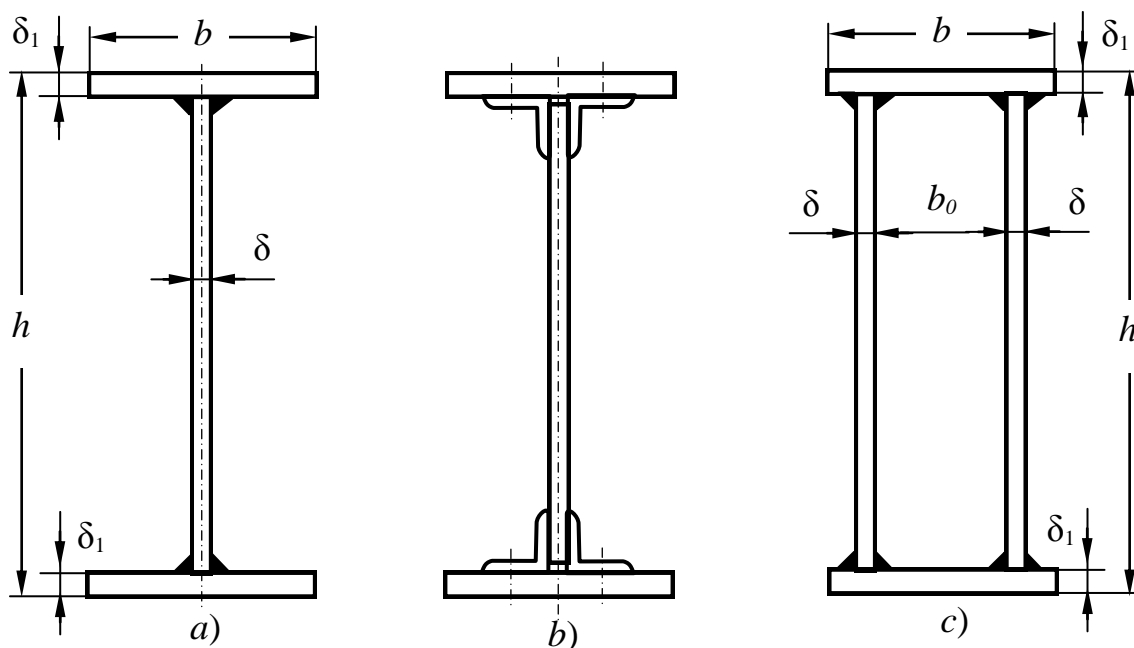
5-BOB. TO'SIN (BALKA) KONSTRUKSIYALARI

5.1. To'sin va to'sinli konstruksiyalar haqida umumiy ma'lumotlar.

Injenerlik konstruksiyasida po'lat to'sinlar keng qo'llaniladi, ular asosan deformatsiyaning egilish turiga ishlaydi.

Agar to'sinlar devor yoki ustunlarga o'rnatilgan bo'lsa, ularni bosh to'sinlar deb yuritiladi. Bosh to'singa o'rnatilgan to'sinlarni esa ikkinchi darajali to'sinlar deb yuritiladi.

Po'lat to'sinlar asosan standart shaklidagi qo'shtavrli prokatlardan yasaladi. Agar standart shaklidagi qo'shtavrli prokatlarning quvvati yetarli bo'lmasa, yig'ma ikkitavir ko'rinishidagi to'sinlardan foydalaniladi. Bunda δ qalinlikdagi bitta vertikal (odatda uni devor deb ataladi) va δ_1 qalinlikdagi ikkita gorizontaal (polka) po'lat taxtalarni bir biriga payvandlab hosil qilinadi (5.1,*a*-rasm).



5.1-rasm. Yig'ma to'sinlarning turlari.

Agar konstruksiyaga yuqori dinamik yoki titratma (tebranma) kuchlar ta'sir qilsa, devorning paski va yuqori qismiga metall burchaklar payvandlanib, burchak polka bilan o'ta chidamli boltli birikmalar yordamida birlashtiriladi (5.1,*b*-rasm).

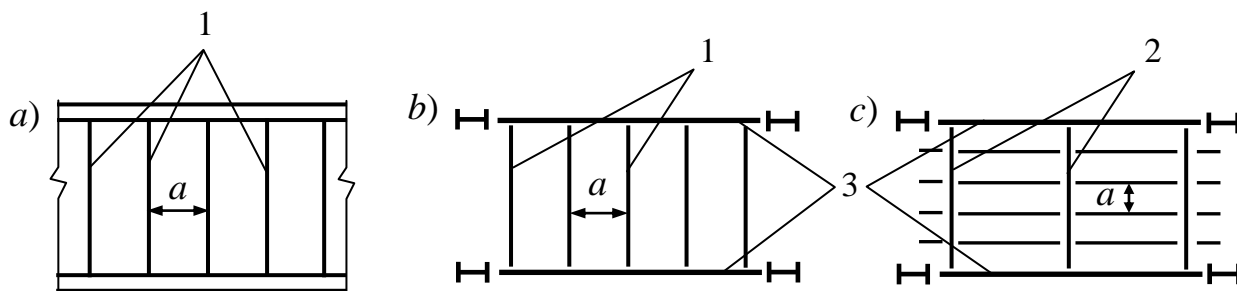
Ko'ndalang yo'nalishda to'sin qattiqligini oshirish maqsadida ikki devorli yig'ma to'sinlardan foydalaniladi (5.1,c-rasm).

To'sinlar sistemasiga to'sin kataklari deb ataladi, ularning soddalashgan, me'yoriy (normal) hamda murakkab turlari mavjud (5.2-rasm).

Soddalashgan to'sin kataklariga (5.2,a-rasm) yuklama, to'shama va uning a masofada (to'sin qadami) joylashgan parallel to'sinlar 1 ga, ular orqali devorlarga beriladi.

Me'yoriy to'sin kataklariga (5.2,b-rasm) yuklama, to'shama va uning a masofada joylashgan parallel to'sinlar 1 ga, ular orqali bosh to'sinlar 3 ga beriladi.

Murakkab to'sin kataklariga (5.2,c-rasm) qo'shimcha ravishda yordamchi to'sinlar 2 lar kiritiladi. Yuklama to'shama, uning asosiy va yordamchi to'sinlari orqali ustunga beriladi.



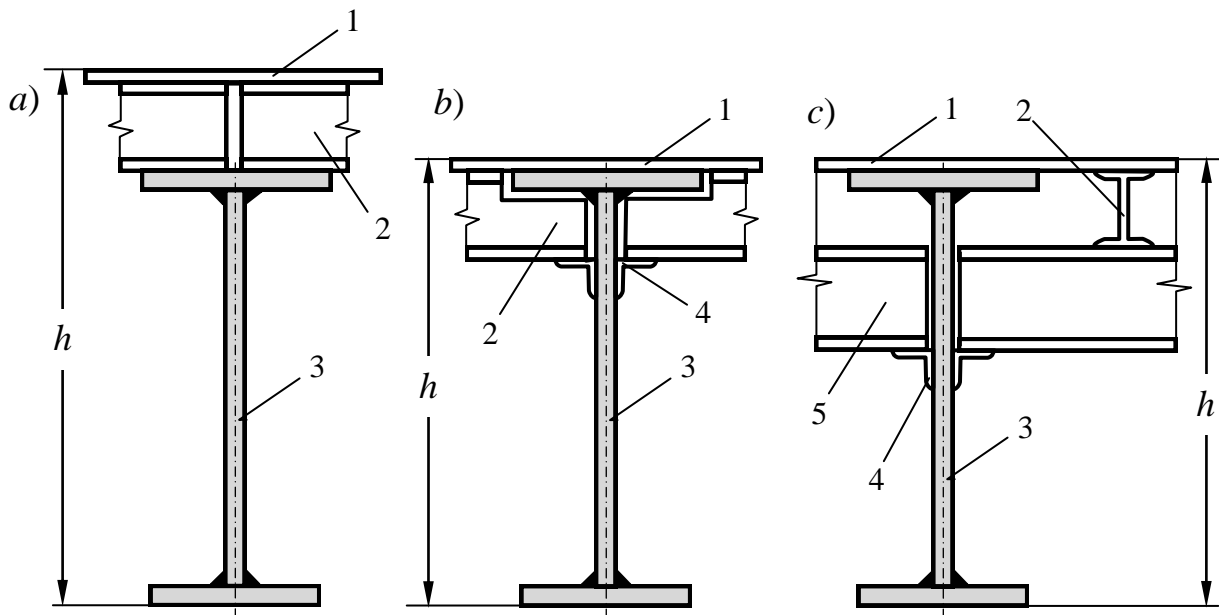
5.2-rasm. To'sin kataklarining turlari: 1-to'shama to'sini; 2-yordamchi to'sinlar; 3-bosh to'sinlar.

To'sinlarni balandligi bo'yicha qavatli (5.3,a-rasm), sathini bir xil qilib (5.3,b-rasm) va pasaytirilgan (5.3,c-rasm) holda tutashtirish mumkin.

To'sinlarni qavatli tutashtirishda to'shama 1 uning to'sini 2 va bosh to'sini 3 ga tayanadi, bunda qurilish balandligi maksimal bo'ladi.

To'sinlarni sathini bir xil qilib tutashtirishda qurilish balandligi kamaysada, uning konstruksiyasi murakkablashtiradi, ya'ni unga qo'shimcha metall burchak 4 lar o'rnatiladi.

To'sinlarni pasaytirilgan holatidagi tutashtirish faqatgina katakli to'sinlarda qo'llaniladi.



5.3-rasm. To‘sinlarni tutashtirish: 1-to‘shak; 2- to‘shamaning to‘sini; 3-bosh to‘sin; 4-metall burchaklar; 5-qo‘shimcha to‘sin.

5.2. Yig‘ma to‘sin kesimini hisoblash va tanlash.

To‘sin kesimini tanlashdan oldin quyidagi ishlar; to‘sinning turi tanlanadi, to‘sinning hisobiy uzunligi, hisobiy yuklamasi va hisobiy egilish momenti aniqlanadi.

To‘sinni talab qiladigan qarshilik momenti (2.9) formula orqali aniqlanadi.

Qiya egilishga ishlaydigan to‘sinning kesimini aniqlashda tegishli o‘qlardagi qarshilik momentlarining nisbati koeffitsiyentidan foydalaniladi:

$$k_w = \frac{W_x}{W_y} \quad (5.1)$$

Shveller va qo‘shstavr prokatlari uchun momentlar nisbiy koeffitsiyenti $k_w = 7 \dots 9$ oraliqda bo‘ladi.

Qattiqligi yuqori bo‘lgan o‘qqa nisbatan (odatda $x-x$ o‘qiga) talab qilinadigan qarshilik momenti quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$W_x = \frac{M_x + k_w \cdot M_y}{R_u \cdot \gamma_{ish}}, \text{ m}^3 \quad (5.2)$$

Tanlangan kesimning normal zo‘riqishidagi mustahkamligi (2.9) formula orqali, urunma zo‘riqishidagi mustahkamligi esa (2.10) formula orqali aniqlanadi.

Kesimning qiya egilishdagi zo‘riqishining mustahkamligi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

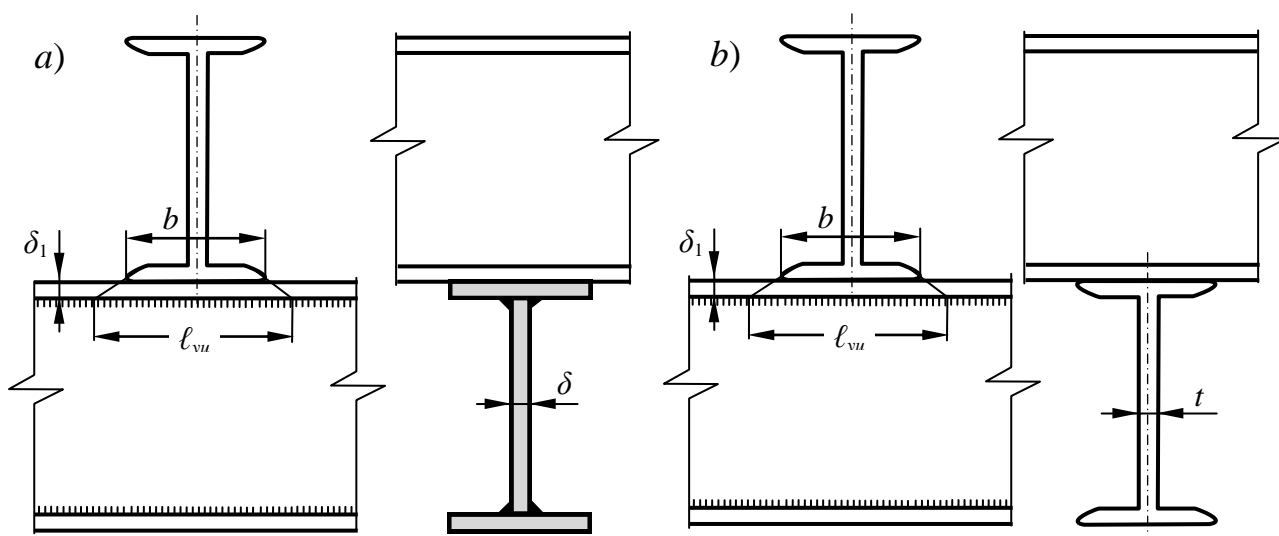
$$\sigma_{qe} = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq R_u \cdot \gamma_{ish}, \text{ kPa} \quad (5.3)$$

To‘sin devorlarining juziy bosimidagi mustahkamligi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\sigma_{jb} = \frac{\Sigma F}{\delta_1 \cdot \ell_{yu}} \leq R_u \cdot \gamma_{ish}, \text{ kPa} \quad (5.4)$$

bu yerda ΣF - yig‘ma yuklama, kN; δ_1 - to‘sin yuqori qismining qalinligi, m; ℓ_{yu} – devorga beradigan taqsimot yuklamasining shartli uzunligi, m. Uni quyidagicha aniqlash mumkin: $\ell_{yu} = b + 2\delta_1$ (5.4-rasm).

Agar prokat to‘sinlarning mustahkamligi, qattiqligi hamda umumiy turg‘nligi yetarli darajada bo‘lmasa, ularning o‘rniga yig‘ma to‘sinlardan foydalaniladi. Ularning kesimini tanlash uning balandligini aniqlashdan boshlanadi.



5.4-rasm. To‘sin devorlarida juziy bosimning taqsimlanishi:

a-payvandli; *b*-prokatli.

To‘sinning minemal balandligini quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$h_{min} = \frac{5R_u \cdot \ell}{24E \cdot \gamma_{ish} \cdot [f/\ell]}, \text{ m yoki : } h_{min} = \frac{R_u \cdot \ell^2}{5,65 \cdot E \cdot f}, \text{ m} \quad (5.5)$$

To'sin devorining balandligi $h_{min} < h \leq h_{op}$ shartni bajarishi kerak.

To'sinning optimal balandligini quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$h_{op} = \sqrt[3]{1,5 \cdot \lambda_d \cdot W}, m \text{ yoki } h_{op} = 1,3 \sqrt{W/\delta}, m \quad (5.6)$$

bu yerda λ_d – devorning egiluvchanligi; δ - to'sin devorining qalinligi, m.

Devorning egiluvchanligi quyidagi munosabat orqali aniqlanadi:

harakatlanuvchi yuklamasi bo'lmagan to'sin devorlari uchun $\lambda_d = h/\delta$; qattiq

qirrasiz to'sin devorlari uchun $\lambda_d = 3,2 \sqrt{E/R_u}$; qattiq qirrali to'sin devorlari uchun

$\lambda_d = 5 \sqrt{E/R_u}$; qattiq qirrali ko'ndalang va bo'ylama to'sin devorlari uchun

$\lambda_d = 7,5 \sqrt{E/R_u}$.

Devor qalinligining minimal qiymatini uning qirqishdagi mustahkamlik shartiga asoslanib (2.1) formuladan foydalanib quyidagicha aniqlash mumkin:

$$\delta = \frac{k \cdot F_{k-k}^{max}}{L \cdot R_q}, m \quad (5.7)$$

bu yerda k - to'sinning tayanchga o'tirish koeffitsiyenti, tayanchga to'liq o'tirganda $k = 1,2$, tayanchga to'liq o'tirmaganda $k = 1,5$; F_{k-k}^{max} – maksimal ko'ndalang kuch, kN; L - to'sinning uzunligi, m.

Qo'shimcha elementlarsiz mahkamlashdagi yig'ma to'sin devorining qalinligini quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$\delta \geq \frac{h}{5,5} \sqrt{R_u/E}, m \quad (5.8)$$

Yig'ma to'sinning umumiy turg'unligini ta'minlash uchun uning tubini eni quyidagicha bo'lishi kerak:

$$b = (1/3 \dots 1/5) \cdot h, m \quad (5.9)$$

Yig'ma to'sinning turgan joydagi turg'unligini ta'minlashdagi maksimal tubining eni quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$b = \delta_1 \cdot \sqrt{E/R_u}, m \quad (5.10)$$

To'sinning nisbiy egiluvchanligi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\frac{f}{\ell} = \frac{5 \cdot q^m \cdot \rho^3}{384 \cdot E \cdot J_x} \leq \left[\frac{f}{\ell} \right] \quad (5.11)$$

bu yerda f – absalyut ko‘chish, m; q^m – teng taqsimlangan me‘yoriy yuklama, kN/m; ℓ - o‘snning uzunligi, m; J_x – inrsiya momenti, m⁴; $[f/\ell]$ – ruxsat etiladigan nisbiy ko‘chishi (ikkinchi darajali to‘sinlar uchun 1/250, bosh to‘sinlar uchun 1/400).

Yig‘ma to‘sinning butun kesimidagi talab qilinadigan inertsiya momenti quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$J = \frac{W \cdot h}{2}, m^4 \quad (5.12)$$

Yig‘ma to‘sin tubi enining talab qilinadigan inertsiya momenti quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$J_t = J - J_d = \frac{W \cdot h}{2} - \frac{\delta \cdot (h - 2\delta_1)^3}{12}, m^4 \quad (5.13)$$

Yig‘ma to‘sinning pastki va yuqori qismlarini enining og‘irlik markazlari orasidagi masofa $h_{o.m}$ berilgan bo‘lsa, unda uning inertsiya momenti quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$J_t = 2A \cdot \left(\frac{h_{o.m}}{2}\right)^2, m^4 \quad (5.14)$$

bu yerda A - tokchalardan birining talab qilinadigan yuzasi, m².

(5.12) formuladan A ni topamiz:

$$A = \frac{2J_t}{h_{o.m}^2}, m^2 \quad (5.15)$$

Talab qilinadigan to‘sinning eni quyidagi formula orqali aniqlanadi:

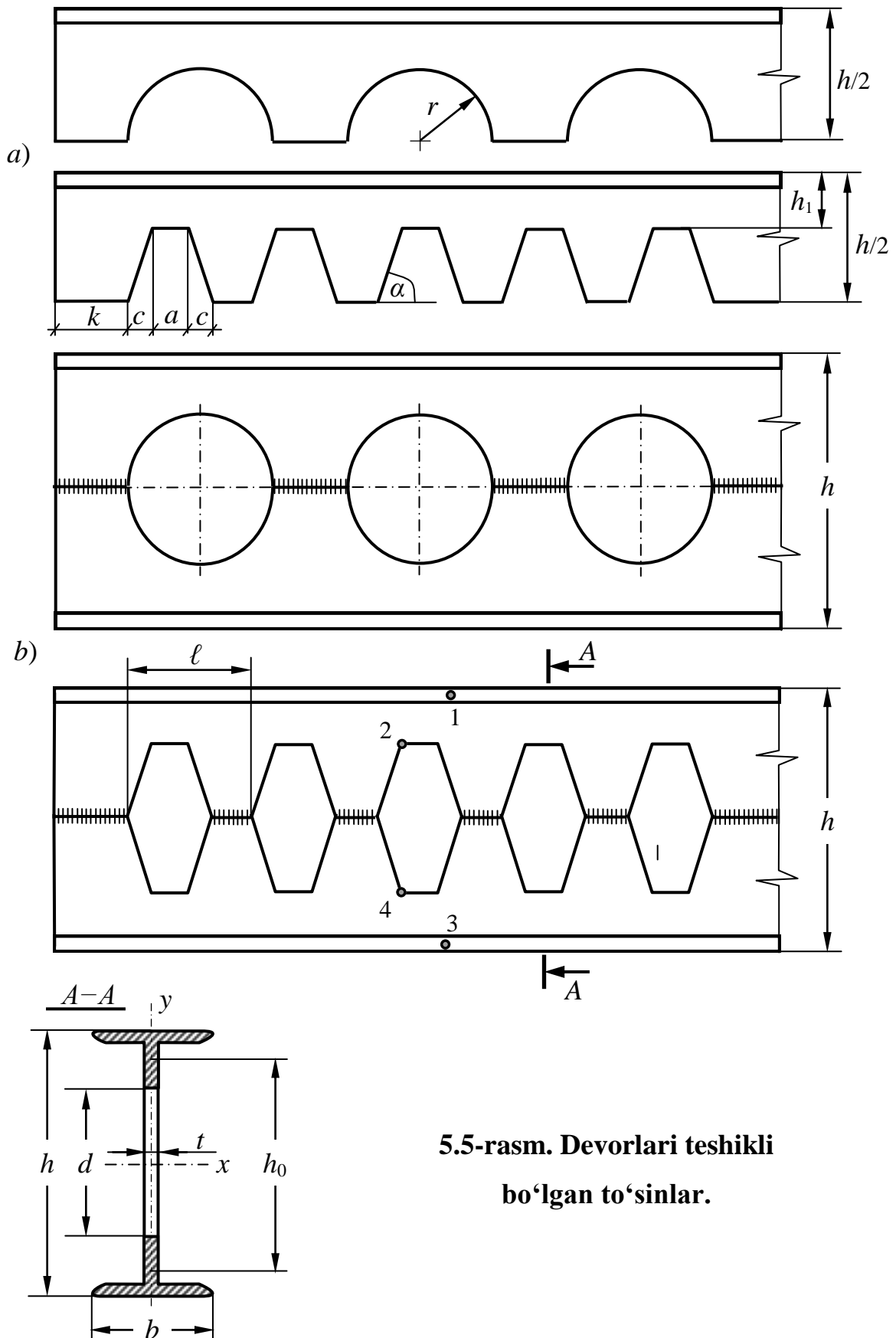
$$b = \frac{A}{\delta_1}, m \quad (5.16)$$

Yig‘ma to‘sinning mustahkamlikka tekshirish (2.9), (2.10) va (2.12) formulalar orqali amalga oshiriladi.

5.3. Devorlari teshikli bo‘lgan to‘sinlar.

Odatda to‘sinlar qo‘shstavrlı po‘lat prokatlardan yasaladi. Bunda to‘sin devorlaridan turli shakldagi (aylana, romb, trapetsiya va ko‘pburchak) teshiklar hosil qiulinib (5.5-rasm), to‘sinning og‘irligini kamaytirilish bilan bir qatorda ancha metall

ham tejaladi. Odatda ular alohida bo‘laklarda yasilib (5.5,*a*-rasm), so‘ngra uchlari bilan bir biriga payvandlanadi (5.5,*b*-rasm).



5.5-rasm. Devorlari teshikli bo‘lgan to‘sinlar.

Trapetsiya shaklidagi kesimning (5.5,a-rasm) o'lchamlari:

$h_1 = (0,60 \dots 0,75) \cdot h$; $a \geq 90\text{mm}$; $k \geq 250\text{mm}$; $\alpha = 40 \dots 70^\circ$ bo'lishi kerak, shunda to'sinning qarshilik momenti 1,3...1,5 ga, inersiya momenti esa 1,5...2 ga ortadi.

Devorlari teshikli bo'lgan to'sinlarni hisoblash kashaksiz fermaga yaqinlashtirilgan holda olib boriladi (Virendel to'sini). Hozirda uni hisoblash EHM da olib boriladi.

Bunday to'sinlarning maksimal zo'riqish to'sinning yuqori 1 va pastki 2 chi nuqtalarda emas balki, uning teshigadagi yuqori 2 va pastki 4 chi nuqtalarda sodir bo'ladi (5.5,b-rasm).

1 va 2-nuqtalarning normal zo'riqish quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\sigma = \frac{Mh}{2J_x} + \frac{F_{k-k} \cdot a}{4W_{max}} \leq R_u \cdot \gamma_{ish}, \text{ kPa} \quad (5.17)$$

2 va 4-nuqtalarning normal zo'riqish quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\sigma = \frac{Md}{2J_x} + \frac{F_{k-k} \cdot a}{4W_{max}} \leq \frac{R_u \cdot \gamma_{ish}}{\gamma_{mi}}, \text{ kPa} \quad (5.18)$$

Tayanch kesimdagi urunma zo'riqish quyidagi formula orqali aniqlanadi:

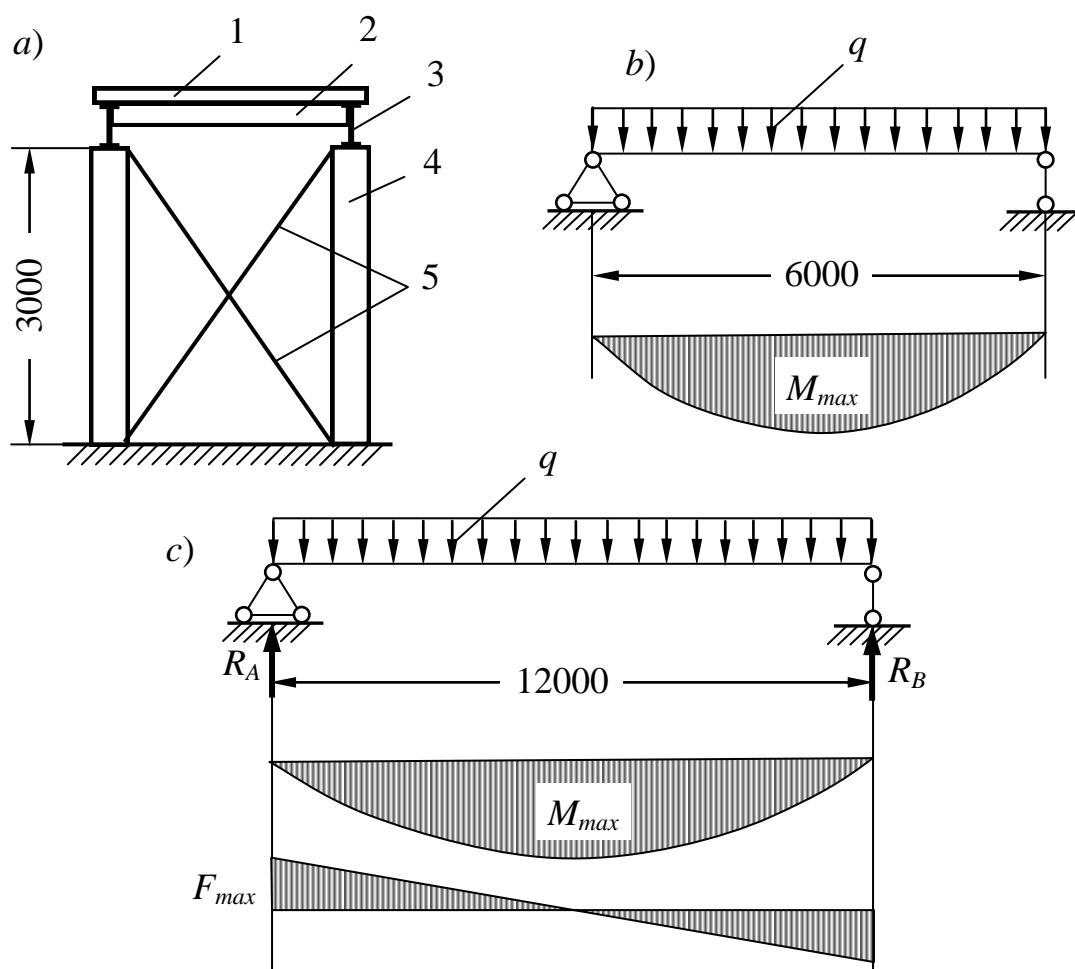
$$\frac{F_{kk} \cdot \ell}{t \cdot a \cdot h_0} \leq R_q \cdot \gamma_{ish}, \text{ kPa} \text{ yoki } \frac{F_{kk}}{\delta \cdot h} \leq R_q \cdot \gamma_{ish}, \text{ kPa} \quad (5.19)$$

bu yerdagi M – eguvchi moment, $\text{kN} \cdot \text{m}$; F_{k-k} - to'sin kesimiga qo'yilgan ko'ndalang kuch, kN ; J_x – $x - x$ o'qiga nisbatan teshik to'sinning inertsiya momenti, m^4 ; F_{kk} – tayanchdan $(k + \ell - 0,5a)$ masofada to'sin kesimiga qo'yilgan ko'ndalang kuch, kN ; δ – devor qalinligi, m ; h, a, d, t, ℓ, k, h_0 – 5.5 - rasmdagi chizma o'lchamlari, m ; $\gamma_{mi} = 1,3$ - konstruksiya elementlarini ishonchlilik koeffitsiyenti.

METALL TO'SINLARNI HISOBLASHGA DOIR AMALIY MASHG'LOTLAR

5.1-Masala. Ikkinchi darajali to'sinning kesimini tanlash. Hisoblash uchun berilganlar: hisob chizmasi (5.6-rasm); temirbeton plitasi (taxtasi) ning qalinligi $\delta_p = 12 \text{ sm}$; asfalt pol qalinligi $\delta_a = 5 \text{ sm}$; vaqtinchalik me'yoriy zo'riqish $p^m = 10 \text{ kN/m}^2$; ikkinchi darajali to'sinlarning qadami $\ell_{tq} = 2 \text{ m}$; ikkinchi

darajali to'sinlarning uzunligi $\ell_u = 6 \text{ m}$; temirbetonning zichligi $\rho_{tb} = 2,5 \text{ t/m}^3$; asfaltning zichligi $\rho_{as} = 2 \text{ t/m}^3$; to'sin BCТ3КП2 rusumli po'latdan yasalgan; konstruksiya elementlarini ishonchlilik koeffitsiyenti $\gamma_{mi} = 1$; konstruksiyaning ish sharoiti koeffitsiyenti $\gamma_{ish} = 1$; zo'riqishdagi ishonchlilik koeffitsiyenti $\gamma_{zi} = 1,3$; to'sin materialining hisobiy solishtirma qarshiligi $R_u = 225 \text{ MPa} = 22,5 \text{ kN/sm}^2$; elastiklik moduli $E = 206 \cdot 10^3 \text{ MPa} = 206 \cdot 10^2 \text{ kN/sm}^2$; ikkinchi darajali to'singa tushadigan me'yoriy zo'riqishini uning vaqtinchalik me'uriy zo'riqishning 2% ga teng deb qabul qilamiz, ya'ni $0,02 \cdot p^m$.



5.6-rasm. 5.1-masala uchun: *a*-konstruksiyani umumiy ko'inishi; *b*-ikkinchi darajali to'sinning hisob chizmasi; *c*-bosh to'sinning hisob chizmasi; 1-temirbeton plita (taxta); 2-ikkinchi darajali to'sin; 3-bosh to'sin; 4-ustun; 5-bog'lovchilar.

Yechish. Ikkinchi darajali to'sinni hisoblash. Konstruksiyaning gorizontal tekislikdagi proeksiyasining har bir m^2 ga ta'sir qiladigan doimiy o'zgarmas me'yoriy solishtirma kuchni quyidagi formula orqali aniqlaymiz:

$$g^m = (\rho_{as} \cdot g \cdot \delta_a + \rho_{tb} \cdot g \cdot \delta_p) \cdot \gamma_{ish} \cdot \gamma_{mi} + 0,02 \cdot p^m = \\ = (2 \cdot 10 \cdot 0,05 + 2,5 \cdot 10 \cdot 0,12) \cdot 1 \cdot 1 + 0,02 \cdot 10 = 4,2 \text{ kN/m}^2 = 0,42 \text{ MPa}.$$

Doimiy zo'riqishning ishonchlilik koeffitsiyentini hisobga olgandagi hisobiy qiymatini quyidagi formula orqali aniqlaymiz:

$$g = \left((\rho_{as} \cdot g \cdot \delta_a \cdot \gamma_{zias} + \rho_{tb} \cdot g \cdot \delta_p \cdot \gamma_{zitb}) \cdot \gamma_{ish} \cdot \gamma_{mi} + 0,02 \cdot p^m \cdot \gamma_{zin} \right) = \\ = \left((2 \cdot 10 \cdot 0,05 \cdot 1,3 + 2,5 \cdot 10 \cdot 0,12 \cdot 1,1) + 0,02 \cdot 10 \cdot 1,05 \right) = 4,8 \text{ kN/m}^2 = \\ = 0,48 \text{ MPa}.$$

To'sinning har bir metr uzunligiga tushadigan to'liq me'yoriy zo'riqishi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$q^m = (g^m + p^m) \cdot \ell_{tq} = (4,2 + 10) \cdot 2 = 28,4 \text{ kN/m} = 0,284 \text{ kN/sm}.$$

To'sinning har bir metr uzunligiga tushadigan to'liq hisobiy zo'riqishi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$q = (g + p^m \cdot k) \cdot \ell_{tq} = (4,8 + 10 \cdot 1,2) \cdot 2 = 33,6 \text{ kN/m}.$$

Eguvchi mometning maksimal hisobiy qiymati quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$M_{max} = \frac{q \cdot \ell_u^2}{8} = \frac{33,6 \cdot 6^2}{8} = 150 \text{ kN} \cdot \text{m} = 15100 \text{ kN} \cdot \text{sm}.$$

Talab qilinadigan qarshilik momenti quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$W = \frac{M_{max}}{\gamma_{ish} \cdot R_u} = \frac{15100}{1 \cdot 22,5} = 671 \text{ sm}^3.$$

Ilovaning 2-jadvalidan ushbu qarshilik momentiga yaqin bo'lgan qarshilik momenti $W = 743 \text{ sm}^3$ ni tashkil qiladi va uning inrsiya momenti $J_x = 13380 \text{ sm}^4$ ga teng bo'lib, № 36 qo'shtavrli to'sinni qabul qilamiz.

To'sinning yuqorisi temirbeton plitasi bilan yopilgani uchun to'sinni turg'nlikka hisoblash talab etilmaydi.

Tanlangan to'sinni egilishga tekshiramiz.

To'sinning me'yoriy zo'riqishga nisbatan nisbiy egilishini quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$\frac{f}{\ell} = \frac{5 \cdot q^m \cdot \ell^3}{384 \cdot E \cdot J_x} = \frac{5 \cdot 0,284 \cdot 600^3}{384 \cdot 206 \cdot 10^2 \cdot 13380} = \frac{1}{345} \leq \left[\frac{1}{250} \right]$$

Demak nisbiy egilish ruxsat etiladiganidan kichik.

Ikkinchi darajali to'sinlarni tayanchga o'rnatishda tayanch reaksiya kuchlari 30% ga oshrib quyidagicha hisoblanadi:

$$F_r = 1,3 \cdot \frac{q \cdot \ell_u}{2} = 1,3 \cdot \frac{33,6 \cdot 6}{2} = 131 \text{ kN.}$$

Eguvchi mometning maksimal hisobiy qiymati asosida uning epyurasini quramiz (5.6,b-rasm).

Bosh to'sinni hisoblash. To'sin materialining egilishdagi va qirqishdagi hisobiy solishtirma qarshilik kuchlari $R_u = 215 \text{ MPa} = 21,5 \text{ kN/sm}^2$, $R_q = 124 \text{ MPa} = 12,4 \text{ kN/sm}^2$; bosh to'singa tushadigan me'yoriy zo'riqishini uning vaqtinchalik me'yoriy zo'riqishning 4% ga teng deb qabul qilamiz, ya'ni $0,04 \cdot p^m$; plitaning uzunligi $\ell_p = 3 \text{ m}$; .

To'sinning har bir metr uzunligiga tushadigan to'liq me'yoriy zo'riqishi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$q^m = (g^m + 0,04 \cdot p^m + p^m) \cdot \ell_p = (4,2 + 0,4 + 10) \cdot 3 = 43,8 \text{ kN/m} = 0,438 \text{ kN/sm.}$$

To'sinning har bir metr uzunligiga tushadigan to'liq hisobiy zo'riqishi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$q = (g + 0,04 \cdot p^m \cdot k_1 + p^m \cdot k) \cdot \ell_{tq} = (4,8 + 0,4 \cdot 1,05 + 10 \cdot 1,2) \cdot 3 = 51,8 \text{ kN/m.}$$

To'sinning tayanch reaksiya kuchlari quyidagich aniqlanadi (5.6,c-rasm):

$$R_A = R_B = \frac{q \cdot L}{2} = \frac{51,8 \cdot 12}{2} = 311 \text{ kN.}$$

bu yerda L – tayanchlar orasidagi masofa, m .

Eguvchi mometning maksimal hisobiy qiymati quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$M_{max} = \frac{q \cdot L^2}{8} = \frac{51,8 \cdot 12^2}{8} = 932,4 \text{ kN} \cdot \text{m} = 93240 \text{ kN} \cdot \text{sm.}$$

Eguvchi mometning maksimal hisobiy qiymati asosida uning epyurasini quramiz (5.6,c-rasm).

Talab qilinadigan qarshilik momenti quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$W = \frac{M_{max}}{\gamma_{ish} \cdot R_u} = \frac{93240}{1 \cdot 21,5} = 4337 \text{ sm}^3.$$

To'sinning minimal balandligini (5.5) formuladan foydalanib aniqlaymiz:

$$h_{min} = \frac{R_u \cdot \ell^2}{5,65 \cdot E \cdot f} = \frac{21,5 \cdot 1200^2}{5,65 \cdot 206 \cdot 10^2 \cdot 3} = 89 \text{ sm}.$$

bu yerda f ni (5.11) formuladan foydalanib aniqlaymiz:

$$f = \ell / 400 = 1200 / 400 = 3 \text{ sm}.$$

To'sin qalinligini $\delta = 0,8 \text{ sm}$ deb qabul qilib, uning optimal balandligini (5.6) formula yordamida aniqlaymiz:

$$h_{op} = 1,3 \cdot \sqrt{W / \delta} = 1,3 \cdot \sqrt{4340 / 0,8} = 96 \text{ sm}.$$

To'sin devorining balandligini $h_{min} < h \leq h_{op}$ shartdan foydalanib aniqlaymiz: $89 < h \leq 96$, drmal $h = 95 \text{ sn}$.

Urunma zo'riqishni (5.19) formuladan foydalanib aniqlaymiz: $\frac{F_{kk}}{\delta \cdot h} \leq R_q \cdot \gamma_{ish}$

$$\tau = \frac{F_{kk}}{t \cdot h} = \frac{R_A}{t \cdot h} = \frac{311}{0,8 \cdot 95} = 4,09 \text{ kN/sm}^2 = 40,9 \text{ MPa} \leq 124 \text{ MPa}.$$

To'sinning talab qiladigan inertsiya momenti quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$J = W \cdot \delta / 2 = 4340 \cdot 95 / 2 = 206200 \text{ sm}^4.$$

SINOV (NAZORAT) SAVOLLARI VA TOPSHIRIQLAR

1. To'sin va to'sinli konstruksiyalarning qo'llanish sohalarini aytib bering?
2. Yig'ma to'sinlar, ularning hisoblash asoslarini aytib bering?
3. Nima uchun to'sin devorlari teshiladi?
4. Prokat to'sinlarning juziy (mahalliy) zo'riqishi qanday tekshiriladi?
5. Yig'ma to'sinlarning mimemal va optimal balandliklari qanday shartga asosan aniqlanadi va uning yakuniy balandligi qanday o'rnatiladi?
6. Yig'ma to'sinlar devorining qalinligi va asoslarining o'lchamlarini aniqlashda qanday shartlar bajarilishi kerak?

7. *Yig'ma to'sin elementlarining jussiy turg'unligini yo'qotish deganda nimani tushinasiz u qachon paydo bo'ladi?*
8. *Yig'ma to'sinlarning qattiq qovurg'asi nima uchun va qanday qo'-yiladi, ularning qanday turlari bor?*
9. *Yig'ma to'sin devorlarni jussiy turg'unlikka tekshirish qanday amal-ga oshiriladi?*
10. *Yig'ma to'sinlarni payvand choklari qanday hisoblanadi?*
11. *Shartli tayanch ustunini izohlab bering, uni tekshirish uchun qanday ishlar amalga oshirish kerak??*
12. *To'sin devorlarining juziy bosimidagi mustahkamligini hisoblash formulasini yozib bering?*
13. *To'sinning optimal balandligi qanday aniqlanadi?*
14. *Qo'shimcha elementlarsiz mahkamlashdagi yig'ma to'sin devoir-ning qalinligi qanday aniqlanadi?*
15. *To'sinning nisbiy egilishi qanday aniqlanadi?*
16. *Yig'ma to'sinning butun kesimidagi talab qilinadigan inertsiya mo-menti qanday aniqlanadi?*

6-BOB. QATOR USTUN (KOLONNA) KONSTRUKSIYALARI

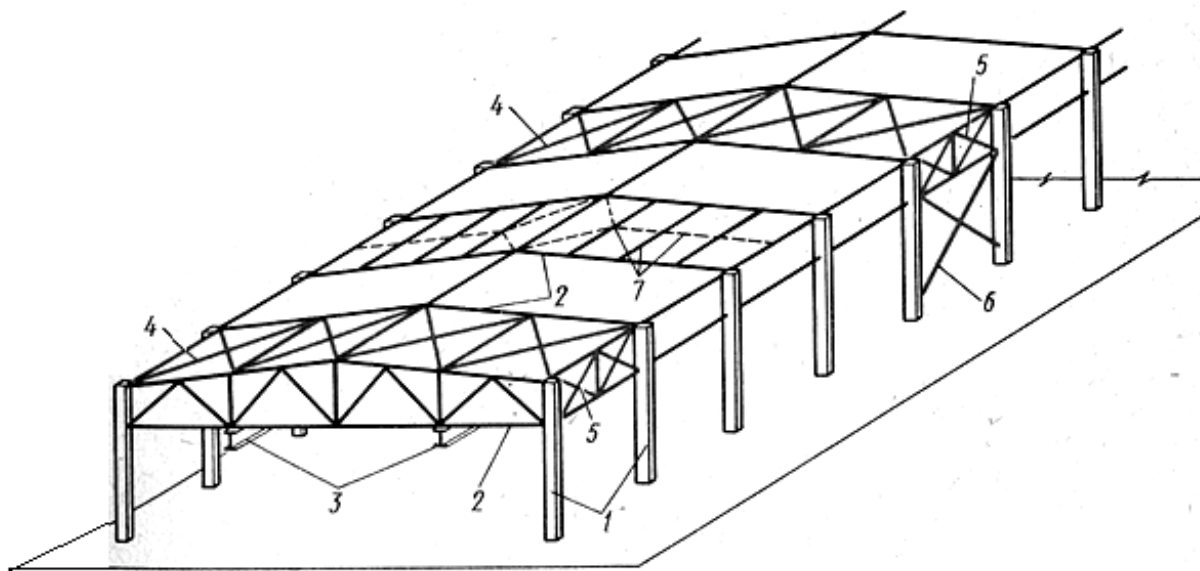
6.1. Karkazli (sinchli) binolarining umumiy tasnifi .

Gidromelioratsiya va gidrotexnika qurilishda asosan bir yoki ikki qavatli binolar qurilib, ishlatiladi. Bir qavatli binolar bir oraliqli va ko‘poraliqli bo‘lishi mumkin.

Binoni qamrab olgan (to‘shak pitalari va uning ustidagi turli qoplamalar, to‘sin va fermali to‘sinlar, ustun, plitali devorlar) kompleks konstruk-siyaga *karkazli* bino deb yuritiladi.

Karkazlar temir, temirbeton va ularning aralashmasidan tashkil topgan bo‘lishi mumkin. Karkazlarning materiallari texnik-iqtisodiy hisobi orqali tanlanadi.

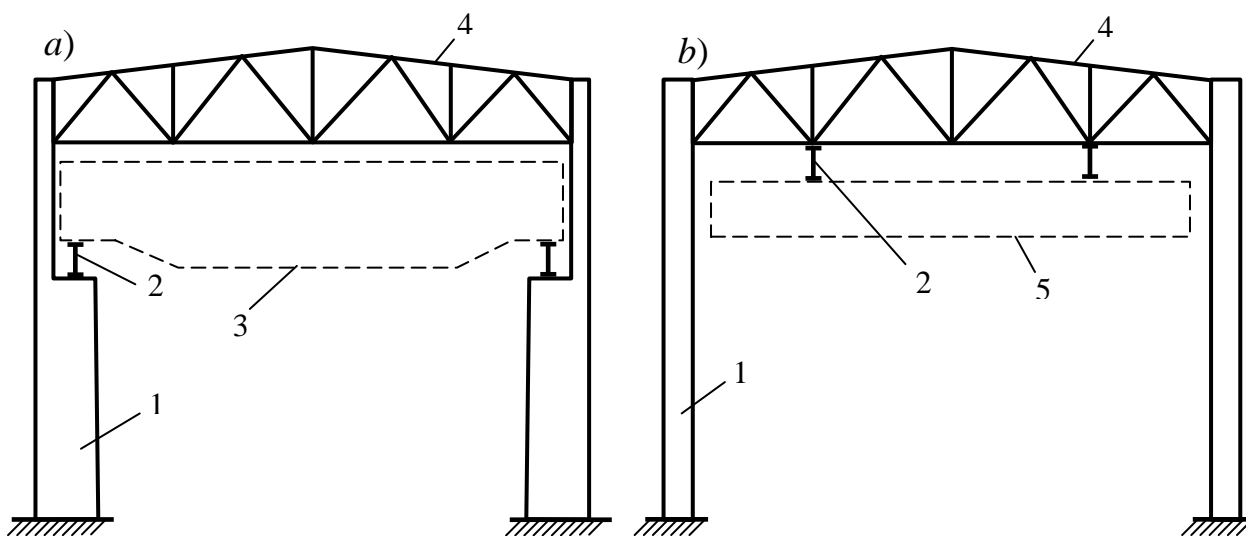
Bir qavatli metall karkazli bino konstrusiyasining chizmasi 6.1-rasmda ko‘rsatilgan. Bunda ustunlarga fermali to‘sin o‘rnatilib yig‘ma konstruksiya hosil qilinadi (ko‘ndalang rama), bunday yig‘ma konstrusiyalarining bir nechtasi ma’lum oraliqlada o‘rnatilib, ustunlar qatori (kolonnalar) hosil qilinadi. Oraliqlar maxsus konstrusiyalar bilan bog‘lanadi.



6.1-rasm. Karkazli binoning konstruktiv chizmasi: 1-ustunlar; 2-to‘sin fermasi; 3-kran uchun ikkiki tavirli to‘sin; 4-fermalarni bog‘lovchisi; 5-ustunlarni yuqoridan bog‘lovchi konstruksiya; 6-ustunlarni bog‘lovchi elementlar; 7-bog‘lab tortuvchi moslamalar.

Ko'ndalang rama karkazning asosiy elementi hisoblanib (6.2-rasm), u pag'onali (6.2,*a*-rasm) va pag'onasiz (6.2,*b*-rasm) poydevorga mustahkam maxkamlangan ustunlar hamda ustunga o'rnatilgan fermali to'sindan tashkil topgan. Ayrim hollarda fermali to'sinlar o'rniga yaxlit to'sinlardan ham foydalaniladi.

Ustunning pag'onasiga, shuningdek to'sinning pastki qismiga turli kesim va uzunlikdagi qo'shtavrlar (reklar) o'rnatilib, ulardan ko'priki va osma kranlarning yo'li sifatida foydalaniladi.



6.2-rasm. Karkazli binoning ko'ndalang ramalari: *a*-pag'onali; *b*-pag'onasiz; 1-ustun; 2-qo'shtavrli to'sin; 3-ko'priki kran; 4-ferma; 5-osma kran.

Ramali karkazlarning qattiqligi va turg'unligini ta'minlash uning vertikal va gorizontal elementlarini yaxshi bog'lash orqali amalga oshiriladi.

6.2. Ustunlarni qo'llanilishi va turlari.

Ustunlar, karkazli binolarning asosiy elementlari hisoblanib, ular yuklanishiga qarab markaziy siqilgan va markazsiz siqilgan bo'ladi.

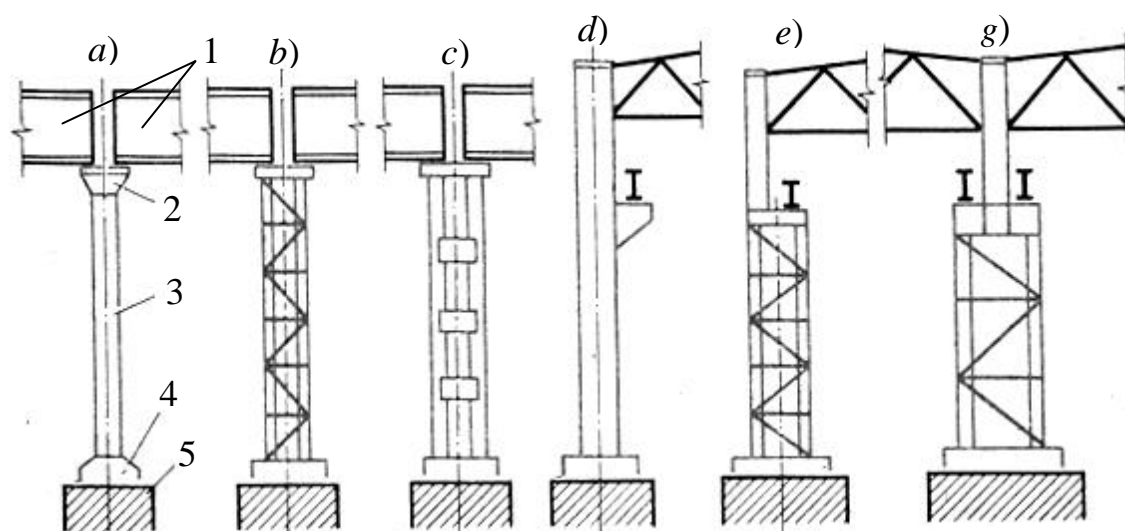
Markaziy siqilgan ustunlar qavatlarni bog'lab turish va binoni ustini qoplashda qo'llaniladi. Markazsiz siqilgan ustunlar karkazli binolarda qo'llaniladi.

Kalonnalarning turlari va ularning asosiy elementlari 6.3-rasmda keltirilgan.

Kransiz va osma kranli binolarning ustun o'zaklari uzunliga bo'yicha bir xil kesimga ega bo'ladi (6.3,*a,b,c*-rasmlar). Bunda osma kran to'sin shipiga o'rnatilgan yo'lakda harakatlanadi.

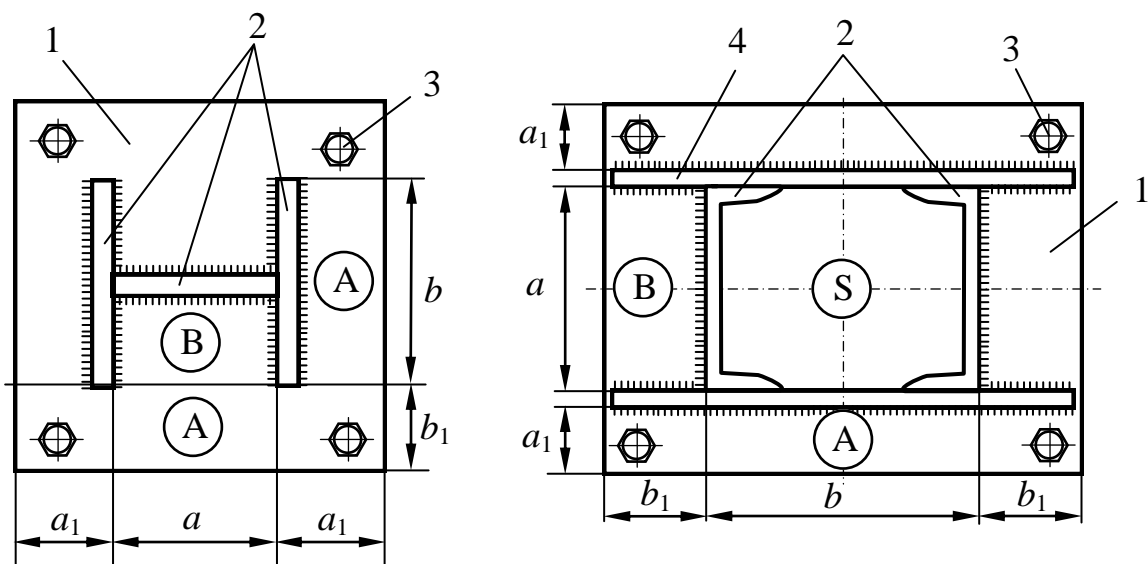
Agar binoda yuk ko'tarish qobiliyati uncha katta bo'lmagan (15 t gacha) ko'priqli kranlar ishlatilsa, bino ustunida kran yo'lagi uchun konsollar bo'lishi kerak (6.3,*d*-rasm).

Agar binoda yuk ko'tarish qobiliyati katta bo'lmagan ko'priqli kranlar ishlatilsa, bino ustuni kran yo'lagi uchun pag'onali bo'lishi kerak (6.3, *e,g*-rasmlar).



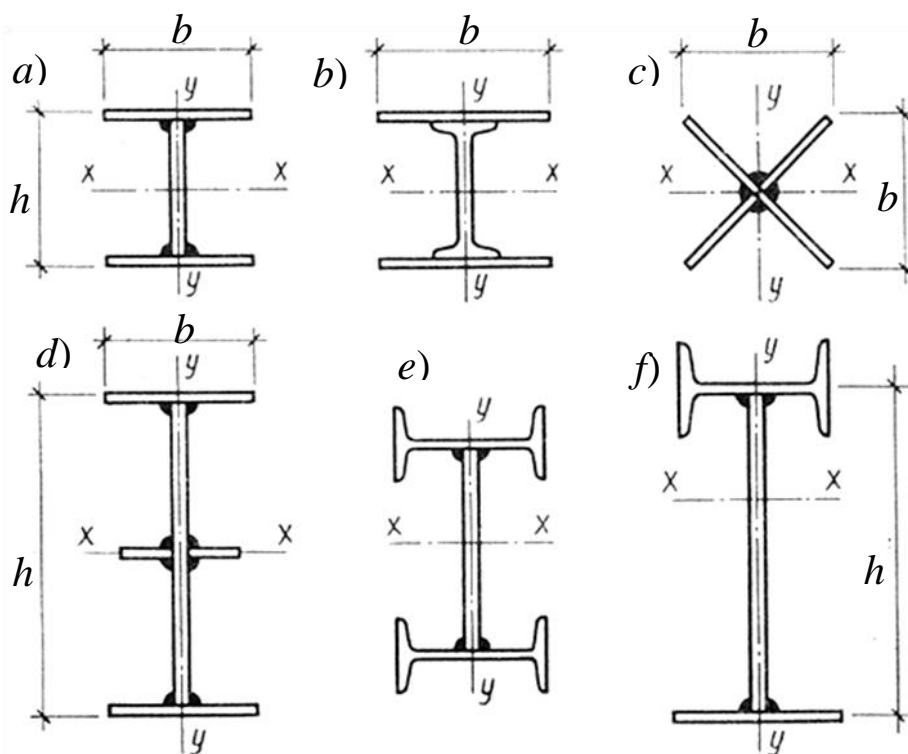
6.3-rasm. Ustunlarning turlari: *a*-yaxlit ustun; *b,c*-teshikli ustun; *d*-yaxlit konsolli ustun; *e*-teshik pag'onali ustun; *g*-teshik pag'onali o'rta ustun; 1-to'sinlar; 2-ustunning yuqori qismi; 3-o'zak; 4-ustunning pastki qismi; 5-poydevor.

Ustunning pastki qismiga ma'lum qalinlikdagi metall taxtalar pay-vandlangan bo'lib, ularda ankerlar uchun teshiklar o'yilgan bo'ladi (6.4-rasm). Ankerlar betonli poydevorlari ishiga joylashtirilgan bo'ladi.

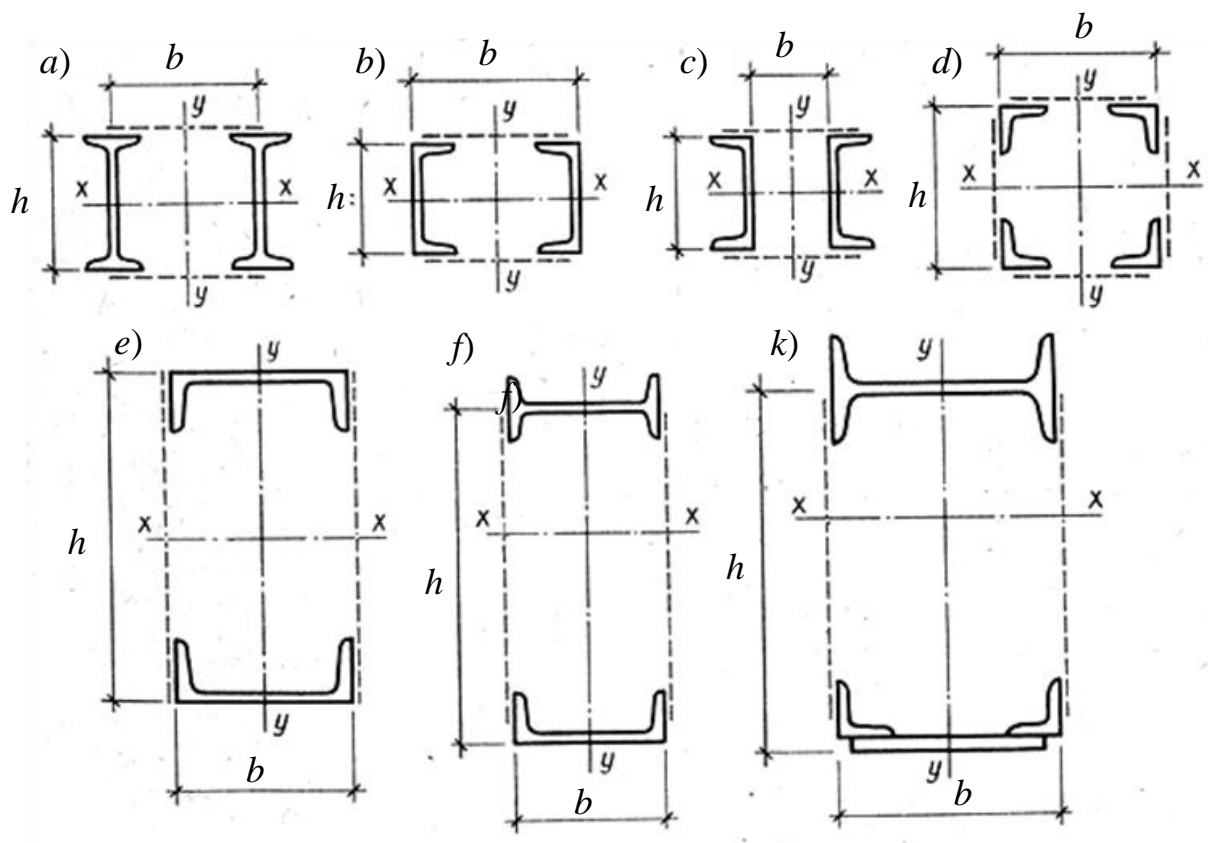


6.4-rasm. Ustunlarning ostki kesimi: a -yaxlit ustunli; b -teshikli ustunli; 1-metall taxta; 2-ustunning o‘zagi; 3-anker gaykasi; 4-qovurg‘a; A, B, S-maydonchalar.

Konstruksiyasi bo‘yicha ustunlarning yaxlit (6.5-rasm) va teshikli (6.6 -rasm) turlari bo‘ladi. Teshikli ustunlar yaxlit ustunlarga nisbatan og‘irliklari kam bo‘lsada, ularni yasash o‘ta murakkab bo‘lgani uchun tannarxi yuqori bo‘ladi.



6.5-rasm. Yaxlit ustunlarning ko‘ndalang kesimlari: a, b, c -markaziy siqilgan; d, e, f -markazsiz siqilgan.



6.5-rasm. Teshikli ustunlarning ko‘ndalang kesimlari: a, b, c, d-markaziy siqilgan; e, f, k-markazsiz siqilgan.

6.3. Yaxlit ustunlar.

Yaxlit ustunlar prokatli yoki yig‘ma (bir nechta turli kesimli prokat yoki metall taxtalarni payvandlash orqali birlashmasi) bo‘lishi mumkin.

Yaxlit ustunlar asosan qo‘shstavrlı va metall taxtali prokatlari bir biriga H shakilda payvandlash orqali hosil qilinadi (6.5-rasm).

Markaziy siqilgan ustunning kesimi uni turg‘unligini ta’minlash shartiga asosan tanlanadi.

Siqilgan elementlarning umumiy turg‘unligini tekshirish (2.3) formula orqali amalga oshiriladi.

Ustun kesimining kontur o‘lchamlari h va b va inersiya radiusi orasida nisbiy bog‘lanish bor, bu bog‘lanish *shakil koeffitsiyenti* deb ataladi. Ko‘p qo‘llaniladigan ustun (o‘zak) kesimlar uchun bu koeffitsiyentning taxminiy qiymatlari 6.1-jadvalda

berilgan. Ushbu koeffitsiyentdan foydalanib, konturning talab qilinadigan o'lchamlari h va b lar aniqlanadi.

6.1-jadval

O'zaklarning inersiya radiusining taxminiy qiymatlari.

Kesim				
i_x	$0,43h$	$0,38h$	$0,38h$	$0,43h$
i_y	$0,24b$	$0,44b$	$0,6b$	$0,43b$

Qurilishda ko'p qo'llaniladigan qo'shtavr o'zakning quvvatiga qarab, kesim pastki va yuqori asoslarining qalinligi $\delta_{as} = 8 \dots 40 \text{ mm}$, ustun devorining qalinligi esa $\delta_{de} = 6 \dots 16 \text{ mm}$ oraliqda bo'ladi.

Metall taxta enining uning qalinligiga bo'lgan nisbati quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\frac{b}{\delta} = \frac{0,36 + 0,1 \cdot \lambda \cdot \sqrt{R_u/E}}{\sqrt{E/R_u}} \quad (6.1)$$

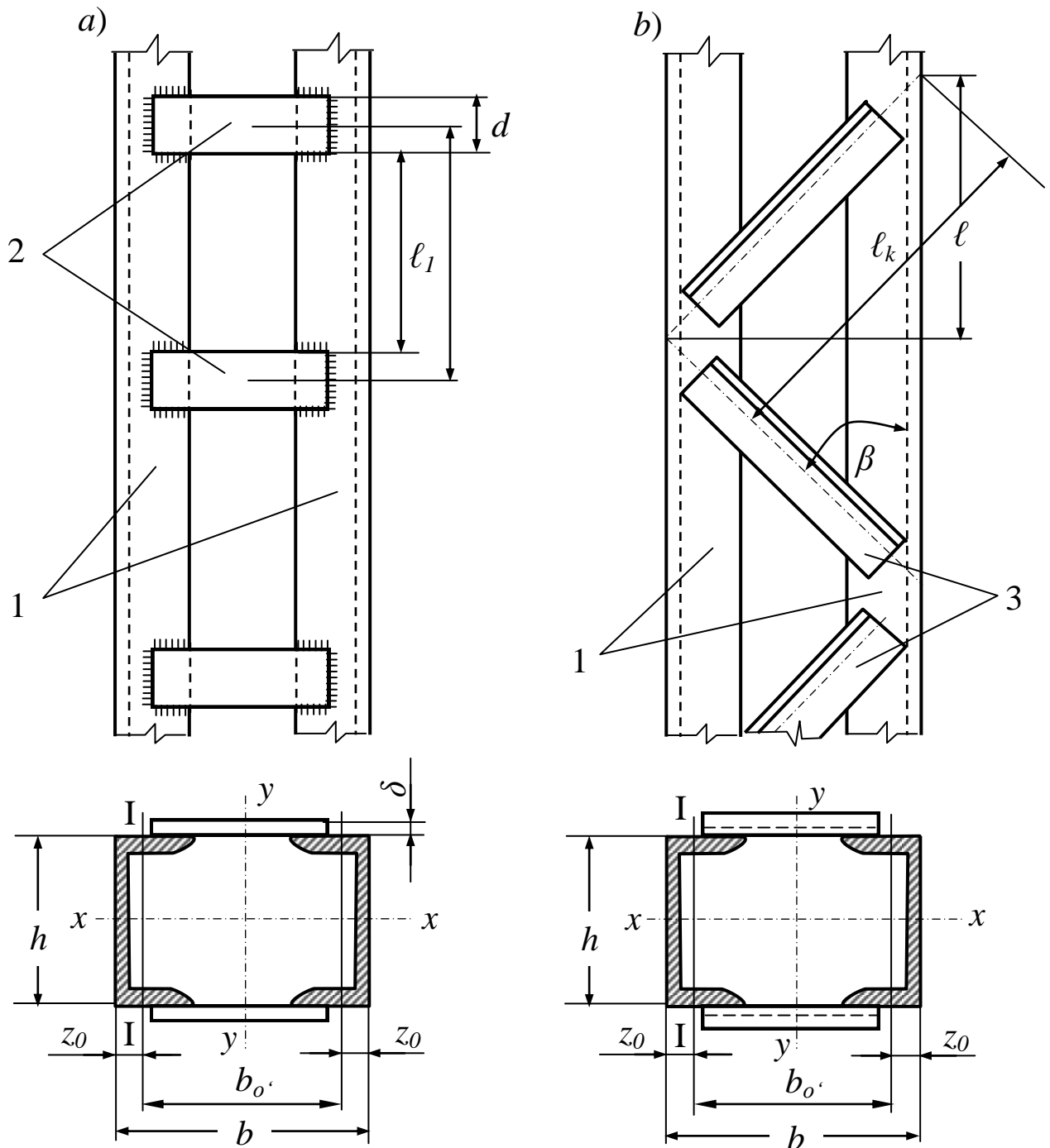
6.4. Teshikli ustunlar.

Teshikli ustunlar, asosan ikkita metall prokatni (odatda shvellerlarni) metall taxta (6.6, a-rasm) yoki kashakli metall burchaklarni (6.6, b-rasm) bir biriga payvandlab hosil qilingan panjaradir.

Kashaksiz panjarali teshik ustunlarni yasash oddiy bo'lib, ularga kam metall sarflanadi. Ammo unga ta'sir etuvchi katta ko'ndalang kuchlar kashaklilar kabi yaxshi qarshilik ko'rsata olmaydi.

Markaziy siqilgan teshikli ustunlarni hisoblash. Teshikli ustunlarni $x - x$ o'qqa nisbatan (materialli) ishlashi xuddi yaxlit ustunlarniki kabi bo'ladi, shuning uchun ustunning egiluvchanligini quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$\lambda_x = \ell / i_x. \quad (6.2)$$



6.6-rasm. Teshikli ustunlar: *a*-kashaksiz panjarali ustun; *b*- kashakli panjarali ustun; 1-shvellerlar; 2-metall taxlalar; 3-kashaklar.

Ikki tarmoqli ustunning $x - x$ o'qqa nisbatan inersiya radiusi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$i_x = \sqrt{J_x/A} = \sqrt{2J'_x/2A'} = \sqrt{J'_x/A'}, m. \quad (6.3)$$

bu yerda J_x – ikki tarmoqli ustunning $x - x$ o'qqa nisbatan inersiya momenti, m^4 ; A – ikki tarmoqli ustunning ko'ndalang kesim yuzasi, m^2 ; J'_x - bir tarmoqli ustunning $x - x$ o'qqa nisbatan inersiya momenti, m^4 ; A' - bir tarmoqli ustunning ko'ndalang kesim yuzasi, m^2 .

Teshikli ustunlar $y - y$ o'qqa nisbatan (erkin) ishlashida uning kritik zo'riqishida turg'unligini yaxlit ustunlarga nisbatan kam yo'qotadi, ustunning erkin o'qqa nisbatan egiluvchanligini $\lambda_y = \ell_y/i_y$.

Erkin o'qqa nisbatan keltirish egiluvchanligining har bir tarmoq bo'yicha $I - I$ o'qqa nisbatan (6.6-rasm) qiymati quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\text{kashaksiz (metall taxtachali) ustunlar uchun } \lambda_k = \sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_1^2}. \quad (6.4)$$

$$\text{kashakli ustunlar uchun } \lambda_k = \sqrt{\lambda_y^2 + \alpha A/A_k}. \quad (6.5)$$

bu yerda A - o'zak kesimining to'liq yuzasi, m^2 ; A_k – kashaklar ko'ndalang kesmlarining yuzasi, m^2 ; α – kashakning qiyalik burchagiga bog'liq bo'lgan koeffitsiyent. Uni quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$\alpha = 10 \cdot \frac{\ell_k^3}{b_o^2 \cdot \ell} \quad (6.6)$$

bu yerda ℓ_k - kashak uzunligi, m; b_o – ustun tarmoqlarining o'qlari orasidagi masofa, m; ℓ - panjara tugunlari orasidagi eng qisqa masofa, m.

Erkin $y - y$ o'qqa nisbatan egiluvchanlik quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\lambda_y = \sqrt{\lambda_k^2 - \lambda_1^2} = \sqrt{\lambda_x^2 - \lambda_1^2} \text{ yoki } \lambda_y = \sqrt{\lambda_x^2 - \alpha A/A_k}. \quad (6.7)$$

Metall taxtali ustunlarda har bir tarmoqning egiluvchanligi $\lambda_I = 30 \dots 40$ oraliqda qabul qilinadi.

Shundan so'ng inersiya radiusi quyidagich aniqlanadi:

$$i_y = \ell_y/\lambda_y \text{ yoki } i_y = \sqrt{i_I^2 + (b_o/2)^2}, m \quad (6.8)$$

Bu formuladan:
$$b_{o'} = 2\sqrt{i_y^2 - i_f^2}, \text{ m} \quad (6.9)$$

Ustunning eni quyidagicha aniqlanadi:
$$b = b_{o'} + 2z_0, \text{ m} \quad (6.10)$$

bu yerda z_0 – prokatning betaraf o‘qidan profelning tashqi tarmog‘igacha bo‘lgan masofa, m.

Ustun kesimi tanlangandan so‘ng uni turg‘unlikka tekshiriladi.

6.5. Markaziy siqilgan ustunlarni hisoblashning nazariy asoslari.

Ustunlarning mustahkamligi va turg‘unligi (2.1) va (2.3) formulalar orqali aniqlanadi. Ustun kesimining x va y o‘qlarga nisbatan egiluvchanligini (6.1) va (6.6) formulalar orqali aniqlanadi. Ustunlarning egiluvchanligi 120 dan oshmasligi kerak.

Markaziy siqilgan ustunlarda to‘satdan bo‘ladigan kuchlar ham bo‘ladi va uni ta‘sirida ustunlarda eguvchi moment va qirquvchi (ko‘ndalang) kuchlar hosil bo‘ladi.

Ustun panjarasi birlashtiruvchi elementlari butun uzunligi bo‘yicha shartli ko‘ndalang kuch F_{kk} ga hisoblanadi. Uni quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$F_{kk} = 7,15 \cdot 10^{-6} \cdot (2330 - E/R_u) \cdot F_b/\varphi, \text{ kN.} \quad (6.11)$$

bu yerda F_b – ustundagi bo‘ylama kuch, kN.

Shartli ko‘ndalang kuch ustunning har bir bog‘lovchisiga qo‘yilgan bo‘ladi va u panjara tekisligiga teng taqsimlanadi (6.7,a-rasm).

Teng taqsimlangan har bir kuch:
$$F_t = F_{kk}/2, \text{ kN.} \quad (6.12)$$

Kashakni siquvchi kuchni (6.7,b-rasm) quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

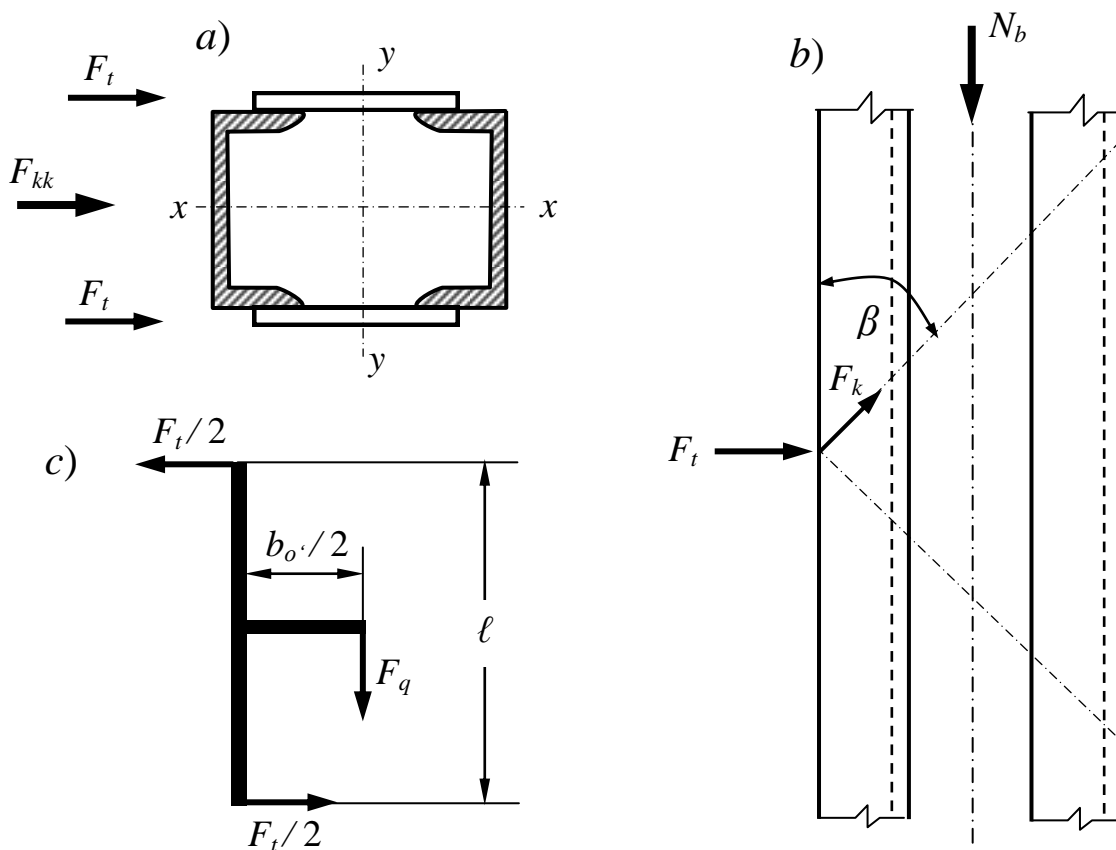
$$F_{ks} = F_t/\sin\beta, \text{ kN.} \quad (6.13)$$

bu yerda β – kashak va tarmoq o‘lari orasidagi burchak, grad.

Siqilgan kashakning zo‘riqishi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\sigma = \frac{F_{ks}}{\varphi \cdot A'_k} \leq R_u \cdot \gamma_{ish}, \text{ kPa.} \quad (6.14)$$

bu yerda $\gamma_{ish} = 0,75$ – bir tomonlama maxkamlangan burchakli kashakni hisobga oluvchi ish sharoiti koeffitsiyenti; A'_k - bitta kashakning ko‘ndalang kesm yuzasi, m².



6.7-rasm. Panjara birikmalarini hisob chizmasi:

Ustunning shvellerlariga payvandlanadigan metall teng yonli burchak kashakining eng kam o'lchami 45×5 , panjara elementlarining ruxsat etiladigan egiluvchanligi $[\lambda] = 150$ bo'lishi kerak. Panjara elementlarini hisoblash, (6.3) va (6.4) formulalar orqali omalga oshiriladi.

Ustunning shvellerlariga payvandlanadigan metall taxta shartli ko'ndalang kuch ta'sirida hosil bo'ladigan qirquvchi kuch F_q natijasida deformatsiyaning egilish turiga ishlaydi. Qirquvch kuchni quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$F_q = \frac{F_t \cdot \ell}{b_{o'}}, \text{ kN.} \quad (6.15)$$

bu yerda ℓ – metall taxta markazlari orasidagi masofa, m.

Metall taxtaning eguvchi momentini quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$M = \frac{F_q \cdot b_{o'}}{2}, \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (6.16)$$

Metall taxtaning eni uni maxkamlash sharoiti bo'yicha tanlanadi. Bundan tashqari u o'ta qattiq bo'lishi kerak. Odatda uning qiymati quyidagicha aniqlanadi: $d = (0,5 \dots 0,75) \cdot b, mm$. Metall taxtaning qalinligi quyidagi $\delta = (1/10 \dots 1/25) \cdot d, mm$ oraliqda bo'lishi kerak.

Markaziy siqilgan ustunlar kesimini tanlash yaqinlashtirish uslubiyati orqali amalga oshiriladi, buning uchun ustunning egiluvchanligi oldindan $\lambda = 60 \dots 100$ oraliqda beriladi. Ustunning kesimi aniqlangandan so'ng uning bazasi hisoblanadi.

Ustun bazasining tayanchi hisoblangan metall taxtaning yuzasi A_t ni quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$A_t = F/R_b, m^2 \quad (6.17)$$

bu yerda F – bo'ylama hisobiy kuch, kN; R_b -betonli poydevorning siqilishdagi hisobiy solishtirma qarshiligi, kN.

Beton poydevorining reaktiv qarshilik bosimi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$p = F/A_t, kPa \quad (6.18)$$

Ustun 2 ning pastki qismiga metall taxta 1 payvandlanib u beton poydevoridagi ankerlarning gaykalari 3 orqali maxkamlanadi (6.4-rasm).

Agar ustun tayanch taxtasiga bir tomonlama payvandlangan bo'lsa (6.4,*a*-rasmdagi A maydoncha), u qulochi a_1 ga teng bo'lgan konsol sifatida ishlaydi. Bu maydondagi har bir m dagi eguvchi moment quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$M_A = \frac{p \cdot a_1^2}{2}, kN \cdot m \quad (6.19)$$

6.4,*a*-rasmdagi B maydonchadagi taxta ustunning uch tomoni bilan payvandlangan bo'lgani uchun, bu maydondagi har bir m dagi eguvchi moment quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$M_B = \beta \cdot p \cdot a^2, kN \cdot m \quad (6.20)$$

bu yerda β - tomonlar nisbatiga bog'liq bo'lgan koeffitsiyent (ilovaning 14-jadvalidan olinadi); a - bo'sh oraliq o'lchami.

Agar $\beta < 0,5$ bo'lsa, maydondagi har bir m dagi eguvchi moment quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$M_B = \frac{p \cdot b_1^2}{2}, \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (6.21)$$

6.4,b-rasmdagi S maydonchadagi taxta ustunning to'rt tomoni bilan payvandlangan bo'lgani uchun, bu maydondagi har bir m dagi eguvchi moment quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$M_S = \alpha \cdot p \cdot a^2, \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (6.22)$$

bu yerda α - tomonlar nisbatiga bog'liq bo'lgan koeffitsiyent (ilovaning 15-jadvalidan olinadi); a – shvellarning balandligi.

Taxtadagi eng katta eguvchi momentini bilgan holda uning qalinligini quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$\delta = \sqrt{6M/R_u \cdot \gamma_{ish}}, \text{ m} \quad (6.23)$$

MARKAZIY SIQILGAN USTUNLARNI HISOBLASHGA DOIR AMALIY MASHG'ULOT

6.1-Masala. *Markaziy siqilgan ikkitaverli prokat ustunni hisoblash. Hisoblash uchun berilganlar: hisob chizmasi (6.8,a-rasm); poydevor betonining klassi B 12,5 bo'lib uning uchun siqilgan betonning hisobiy solishtirma qarshiligi $R_b = 7,5 \text{ MPa} = 0,75 \text{ kN/sm}^2$; tayanch taxtasining o'lchamlari $30 \times 15 \text{ sm}$; material konstruksiyasi BCТЗкп2 rusumli po'latdan yasalgan; ustunga qo'yilgan bo'ylama kuch $F = 311 \text{ kN}$; ustunning balandligi $H = 3 \text{ m}$; ustun og'irligining hisobiy yuklamasi $F_{yu} = 2 \text{ kN}$; to'sin materialining hisobiy solishtirma qarshiligi $R_{uu} = 225 \text{ MPa} = 22,5 \text{ kN/sm}^2$; metall taxta materialining hisobiy solishtirma qarshiligi $R_{ut} = 215 \text{ MPa} = 21,5 \text{ kN/sm}^2$; konstruksiyaning ish sharoiti koeffitsiyenti $\gamma_{ish} = 1$.*

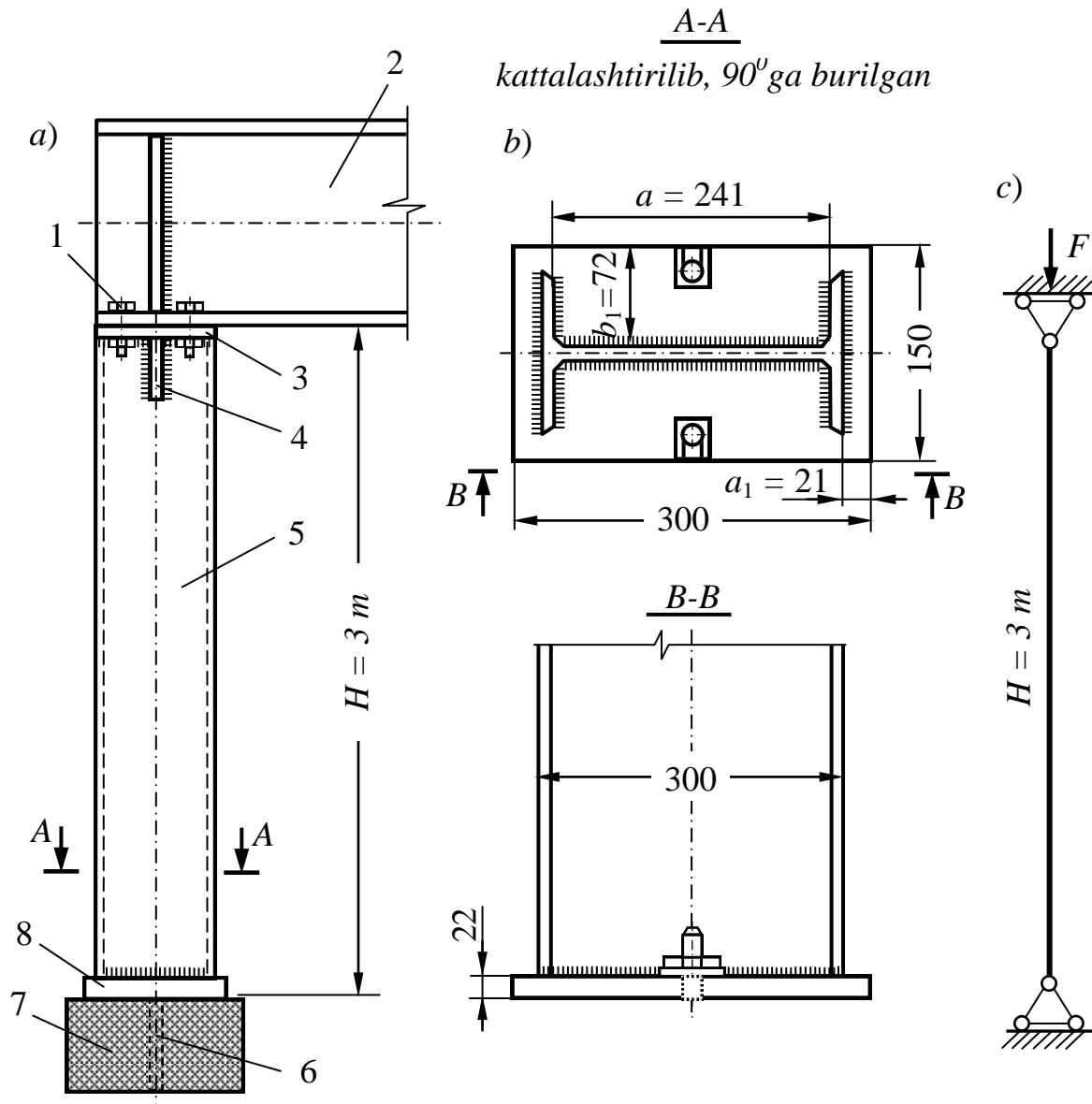
Yechish. *Ustunning hisob chizmasi 6.8,c-rasmda keltirilgan. Ustunning yuqori va pastki qismi sharnirli qilib maxkamlangan.*

Ustun tubiga beriladigan hisobiy kuchni quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$F_t = F + F_{yu} = 311 + 2 = 312 \text{ kN.}$$

Ustun o'zagini hisobi. Ustun yuklamasi va balandligini kichikligini hisobga olib, uning kesimini qo'shtavrlı prokat deb qabul qilamiz.

Ilovaning 5-jadvalidan daslabki egiluvchanlik $\lambda_d = 120$ va bo'ylama egilish koeffitsiyentini $\varphi = 0,419$ deb qabul qilib, dastlabki kesimni tanlaymiz.



6.8-rasm. Ustunning hisob chizmasi: 1-bolt; 2-bosh to'sin; 3-kallak ($\delta = 20 \text{ mm}$); 4-qovurg'a ($70 \times 200 \times 10$); 5-ustun o'zagi; 6-anker ($\varnothing = 22 \text{ mm}$); 7-betonli poydevor; 8-tayanch bazasi ($\delta = 22 \text{ mm}$).

Talab qilinadigan kesim yuzasini hisobiy qiymatini quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$A_h = \frac{F_t}{\varphi \cdot R_{uu} \cdot \gamma_{ish}} = \frac{313}{0,419 \cdot 22,5 \cdot 1} = 33,2 \text{ sm}^2.$$

Talab qilinadigan eng kichik inrsiya radiusini quyidagicha aniqlaymiz:

$$i = H/\lambda = 300/120 = 2,5.$$

Yuqoridagi qiymatlar asosida ilovaning 2-jadvalidan yaqin bo'lgan qiymatlarni aniqlaymiz: $A = 37,5 \text{ sm}^2$; $i_x = 10,1 \text{ sm}$; $i_y = 2,63 \text{ sm}$. Bu qiymatlarga asoslanib №24a rusumli qo'shtavrni tanlaymiz.

Haqiqiy egiluvchanlikni quyidagicha aniqlaymiz:

$$i = H/i_y = 300/2,63 = 114 \leq \lambda_d = 120, \text{ bunda } \varphi = 0,45 \text{ bo'ladi.}$$

Ustun turg'unligini quyidagi formula orqali tekshiramiz:

$$\sigma = \frac{F_t}{\varphi \cdot A} = \frac{313}{0,45 \cdot 37,5} = 18,5 \frac{\text{kN}}{\text{sm}^2} = 185 \text{ MPa} \leq R_{uu} \cdot \gamma_{ish} = 225 \cdot 1 \text{ MPa}.$$

Ustun bazasini hisobi. Ustun tayanch taxtasining yuzasini quyidagicha aniqlash mumkin: $A_t = 30 \cdot 15 = 450 \text{ sm}^2$.

Betonning reaktiv bosomini quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$p = \frac{F_t}{A_t} = \frac{313}{450} = 0,69 \text{ kN/sm}^2 = 6,9 \text{ MPa} \leq R_b = 7,5 \text{ MPa}.$$

Ustun metall taxta maydoniga bir va uch tomoniga payvandlangan (6.8,b-rasm).

Uch tomonlama payvandlangan maydon o'lchamlarining hisbatini aniqlaymiz:

$$\beta = \frac{b_1}{a} \frac{7,2}{24,1} = 0,3 < 0,5.$$

Metall taxta maydonlarining har bir sm dagi eguvchi momentlarini (6.19) va $\beta < 0,5$ bo'lgani uchun (6.21) formulalar orqali aniqlaymiz:

$$M_A = \frac{p \cdot a_1^2}{2} = \frac{0,69 \cdot 2,1^2}{2} = 1,52 \text{ kN} \cdot \text{sm}$$

$$M_B = \frac{p \cdot b_1^2}{2} = \frac{0,69 \cdot 7,2^2}{2} = 17,9 \text{ kN} \cdot \text{sm}$$

Maksimal moment bo'yicha metall taxtaning talab qilinadigan qalinligini quyidagi formula orqali aniqlaymiz:

$$\delta = \sqrt{\frac{6M}{R_{ut} \cdot \gamma_{ish}}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 17,9}{21,5 \cdot 1,2}} = 2,04 \geq 2 \text{ sm}.$$

Metall taxtaning qalinligini 22 mm deb qabul qilamiz.

SINOV (NAZORAT) SAVOLLARI VA TOPSHIRIQLAR

1. *Karkazli binolarining qo'llanish sohasi va ulani asosiy elemental-rini aytib bering?*
2. *Karkazning qattiqligi qanday qilib ta'minlanadi?*
3. *Ustunlarni qo'llanish sohasi, asosiy elemenlari va kesim turlarini aytib bering?*
4. *Yaxlit va teshikli ustunlar bir biridan qanday farq qiladi va ular qanday materialdan yasaladi?*
5. *Markaziy siqilgan yaxlit ustunlarning kesimini tanlash va tekshirish qanday olib boriladi?*
6. *Ankerlar betonli poydevorlari nima uchun xizmat qiladi?*
7. *Markaziy siqilgan teshikli ustunlarni hisoblashning asosiy holatlari va shartlarini aytib bering?*
8. *Markaziy siqilmagan teshikli ustunlarning turg'unligi qanday tek-shiriladi?*
9. *Ikki tarmoqli ustunning inersiya radiusi qanday aniqlanadi?*
10. *Beton poydevorining reaktiv qarshilik bosimi qanday aniqlanadi?*
11. *Kashakni siquvchi kuch qanday aniqlanadi?*
12. *Siqilgan kashakning zo'riqishi qanday aniqlanadi?*

7-BOB. GIDROTEXNIKA INSHOOTLARINING ZULFINLARI

7.1. Zulfinlar haqida umumiy ma'lumotlar.

Gidrotexnika inshootlarida suv, kemalar, turli o'lchamdagi muz bo'laklari va suv betida oqib keladigan, shunga o'xshash boshqa jismlarni o'tkazib yuborish, hamda suv o'tkazish oraliqlarini ochish va berkitishga mo'ljallangan konstruksiyaga *zulfin* deb ataladi.

Zulfinlarning asosiy vazifasi. Suv sarfi, yuqori va quyi b'eflardagi suv sathlarini vaqti-vaqti bilan rostlab turish uchun ishlatiladi. Shuning uchun ham ular gidrotexnika inshootlarining eng asosiy konstruksiyalaridan biri hisoblanadi.

Suv xo'jaligi qurilishida turli xildagi va turli o'lchamdagi zulfinlardan keng foydalaniladi.

Ishlatish vazifasiga ko'ra - zulfinlar asosiy (ishchi), ta'mirlash, avariya, avariya-ta'mirlash va qurilish zulfinlariga bo'linadi.

Asosiy zulfinlar inshootning ishlatish davrida doimiy ishlovchi ishchi zulfinlar bo'lib, ular suv sarfini rostlash hamda yuqori va quyi b'eflardagi suv satxlarini talab etilgan belgilarda ushlab turish uchun xizmat qiladi.

Ta'mirlash zulfinlari asosan inshoot elementlarini yoki inshootga o'rnatilgan asosiy - ishchi zulfinlarni ta'mirlash vaqtida suv o'tkazish yo'llarini vaqtinchalik berkitib turish uchun xizmat qiladi.

Avariya zulfinlari favqulotda vaziyatlarda, ya'ni asosiy zulfinlar, gidromashina turbinalari, nasoslar, nasos stantsiyalari va boshqa uskunalar avariya holatida bo'lganida gidrotexnika inshootlaridagi suvni vaqtinchalik yopib turish uchun xizmat qiladi.

Avariya-ta'mirlash zulfinlari esa bir vaqtning o'zida ta'mirlash va shu bilan birga avariya zulfinlarining funksiyalarini ham bajaradi.

Qurilish zulfinlari esa inshoot qurilishi davrida suvni vaqtincha yopib turish uchun xizmat qiladi.

Zulfinlarning yuqori b'efdagi suv sathiga nisbatan joylashuviga ko'ra - zulfinlar yuza va chuqur joylashgan zulfinlarga bo'linadi. Yuza joylashgan zulfinlar suv o'tkazish oraliqlarini berkitganida ularning pastki uchlari suv o'tkazish oraliqining ostonasiga tayangan holda, yuqori uchlari esa yuqori b'efdagi suv satxidan ma'lum bir masofada yuqoriga chiqib turadi. Chuqur joylashgan zulfinlar esa suv o'tkazish yo'llarini berkitganida, ularning pastki va yuqori uchlari to'liq tarzda suvga botib turadi, ya'ni yuqori b'efdagi suv satxidan pastda joylashadi.

Konstruktiv belgilariga ko'ra - zulfinlar yassi, segmentli, sektorli, klapanli va boshqa turlarga bo'linadi.

Zulfinlar asosan olti guruhga bo'linadi. 1...4-guruhga yuza joylashgan yassi zulfinlar, segmentli va shunga o'xshash asosiy va avariya zulfinlari, kema qatnaydigan shlyuzlardagi va suv o'tkazuvchi galereyalardagi zulfinlar, chuqurligi 10 m dan katta bo'lgan suvga botib turuvchi zulfinlar va ta'mirlash zulfinlari kiradi. 5-guruhga esa qurilish zulfinlari va 6-guruhga boshqa zulfinlar kiradi.

7.1.1. Yassi zulfinlar.

Yassi zulfinlar boshqa turdagi zulfinlarga nisbatan suv xo'jaligi inshootlari qurilishida ancha keng qo'llaniladi. Chunki, ular boshqa zulfinlarga nisbatan quyidagi afzalliklarga ega: Yassi zulfinlar bilan oraliq masofasi 40 metrgacha bo'lgan suv yo'llarini berkitish mumkin; suv o'tkazish yo'llaridagi zulfin o'rnatiladigan oraliq va yon devorlarning uzunliklari uncha katta bo'lishi shart emas; zulfinlarning bir oraliqdan ko'tarib olib ikkinchi oraliqqa o'rnatish mumkin; zulfinlarni faqat ish joyida emas balki maxsus yig'ish maydonlarida ham ta'mirlash ishlarini bajarish mumkin. Bundan tashqari zulfinlarni o'rnatish uchun ketadigan sarf-xarajatlarning nisbatan kamligi. Masalan, yassi zulfinlarni tayyorlash uchun ketadigan sarf-xarajatlar segmentli zulfinlarni o'rnatish uchun ketadigan sarfxarajatlardan taxminan 10...15% ga kam bo'lsa, ularni yig'ishdagi xarajatlari esa deyarli uch marta arzon.

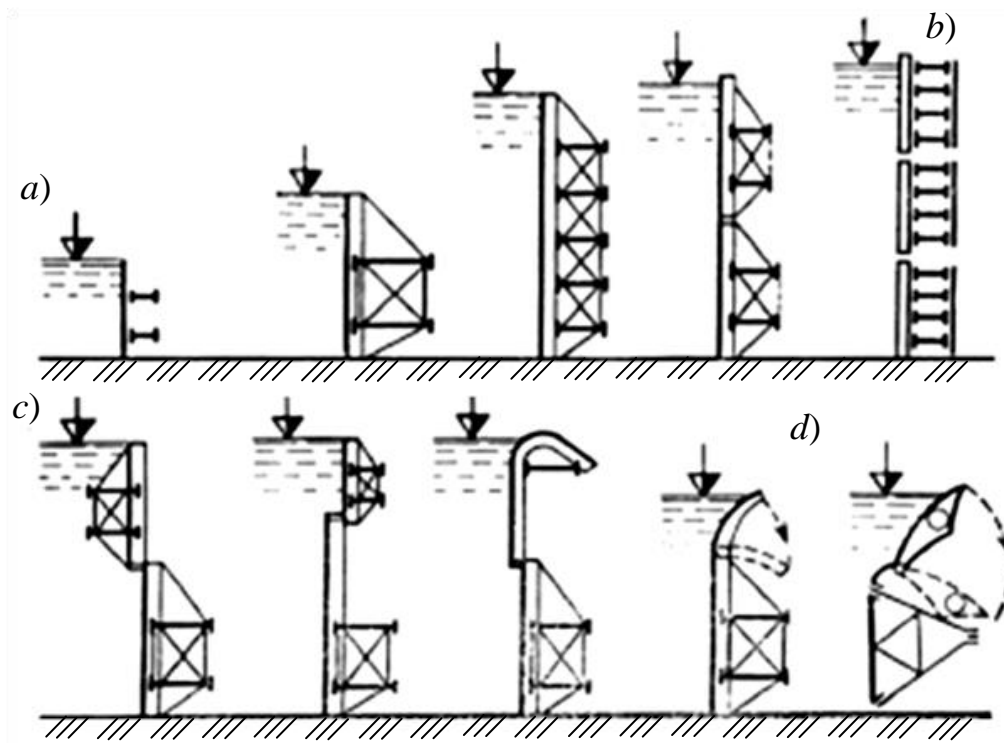
Yassi zulfinlar quyidagi kamchiliklarga ega: suv yo'llarining o'lchamlari nisbatan katta bo'lganida, zulfinni ko'tarish uchun katta kuch talab etiladi, bu esa

ko‘tarish mexanizmlarining tannarxini va energiya sarf-xarajatlarini ortib ketishiga asos bo‘ladi; zulfinlarning harakatlanishi uchun ular o‘rnatiladigan oraliqlardagi yon va oraliq devorlarning balandligini nisbatan katta bo‘lishi talab etiladi; oraliq devorlardagi maxsus o‘yiqqlarga (paz) zulfinlarning qo‘zg‘almas qismlarini o‘rnatilishi hisobiga ularning qalinligini bir muncha kattalashtirish talab etiladi.

Qurilish amaliyotida gidrotexnika inshootlarining vazifasiga, ishlash sharoitiga va zulfinlar o‘rnatiladigan oraliqlarning o‘lchamlariga bog‘liq holda turli xildagi yassi zulfinlardan foydalanish mumkin.

Hozirda yakka holdagi va sektsiyali zulfinlardan keng foydalaniladi. Bundan tashqari bazi hollarda esa ikki qatorli va klapanli zulfinlardan ham foydalaniladi (7.1 - rasm).

Yakka holdagi yassi zulfinlarning oraliq qurilmalari yaxlit bir butun konstruksiyadan iborat bo‘ladi. Ular asosan balandligi 14 metrgacha bo‘lgan suv o‘tkazuvchi oraliqlarga o‘rnatiladi. Bunday zulfinlarning ustidan suvning oshib o‘tishiga yo‘l qo‘yilmaydi (7.1, a-rasm).



7.1-rasm. Yassi zulfinlarning asosiy turlari:

a - yakka holdagi; *b* - sektsiyali; *c* - ikki qatorli; *d* – klapanli.

Sektsiyali zulfinlar balandligi bo'yicha bir-biriga tayangan bir nechta alohida qismlardan, ya'ni seksiyalardan tashkil topadi (7.1,*b*-rasm). Bunday zulfinlarning asosiy qulayligi zulfinning bir yoki bir necha sektsiyasini navbatmanavbat yoki bir vaqtning o'zida ko'tarib tushirish imkoniyati-ning mavjudligi. Ko'pincha bunday zulfinlarda zulfinning eng yuqori sektsiyasini ko'tarib, uning tagida joylashgan sektsiyasi ustidan ma'lum miqdordagi suvni yoki suv betida oqib keluvchi jismlarni va muz parcha-larini vaqti-vaqti bilan o'tkazib yuborish imkoniyati mavjud.

Yassi zulfinlar oldida to'planib qolgan muz parchalarini va oqib kelgan boshqa jismlarni vaqti-vaqti bilan o'tkazib yuborish uchun klapanli yassi zulfinlardan ham keng foydalaniladi. Klapanlarni balandligi taxminan 1...1,5 metr atrofida bo'lib, ular zulfinning asosiy qurilmasidagi gorizontal o'qqa o'rnatiladi va ushbu o'q atrofida aylanma tarzda harakatlana-di (7.1, *e*-rasm). Melioratsiya tizimida asosan yakka holdagi (7.1, *a*-rasm) va juda kamdan-kam hollarda esa ikki qatorli (7.1, *d*-rasm) zulfinlardan foydalaniladi. Bunday zulfinlarning oraliq masofalari uncha katta bo'lmay-di (0,5...6 m). Ular asosan sug'orish va zax qochirish tizimi majmuasiga kiruvchi kanallardagi gidrotexnika inshootlari uchun mo'ljallangan.

Melioratsiya tizimidagi yuza joylashgan yassi zulfinlar chuqurligi 3 metrgacha, chuqur joylashgan zulfinlar esa chuqurligi 12 metrgacha bo'l-gan suv bosimini qabul qilishi mumkin. Ular kanallarning yuqori b'efidagi talab etilgan suv sathini ushlab turishga, kanallardagi suv sarfini boshqarib turishga va gidrotexnika inshootlarining suv o'tkazuvchi oraliqlarini to'liq yoki qisman berkitishga xizmat qiladi.

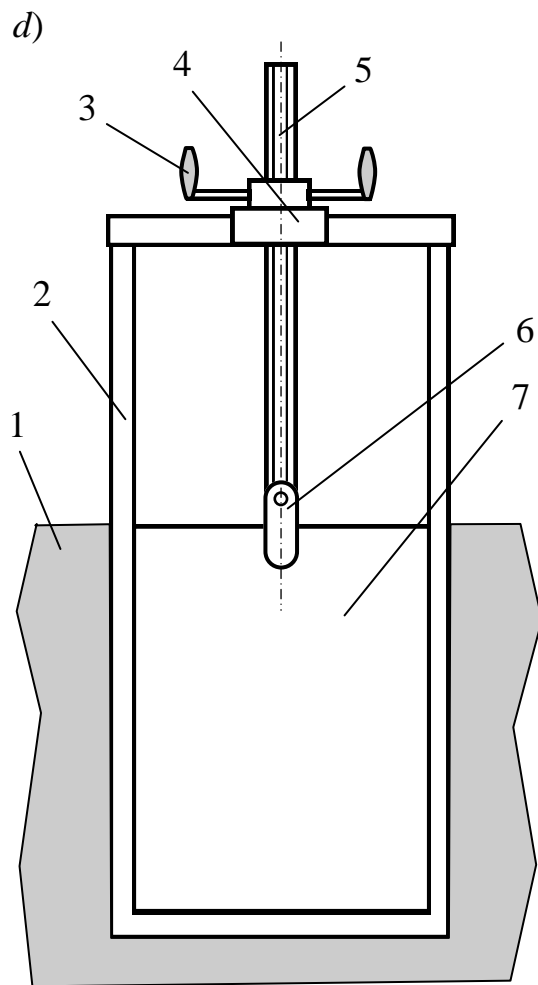
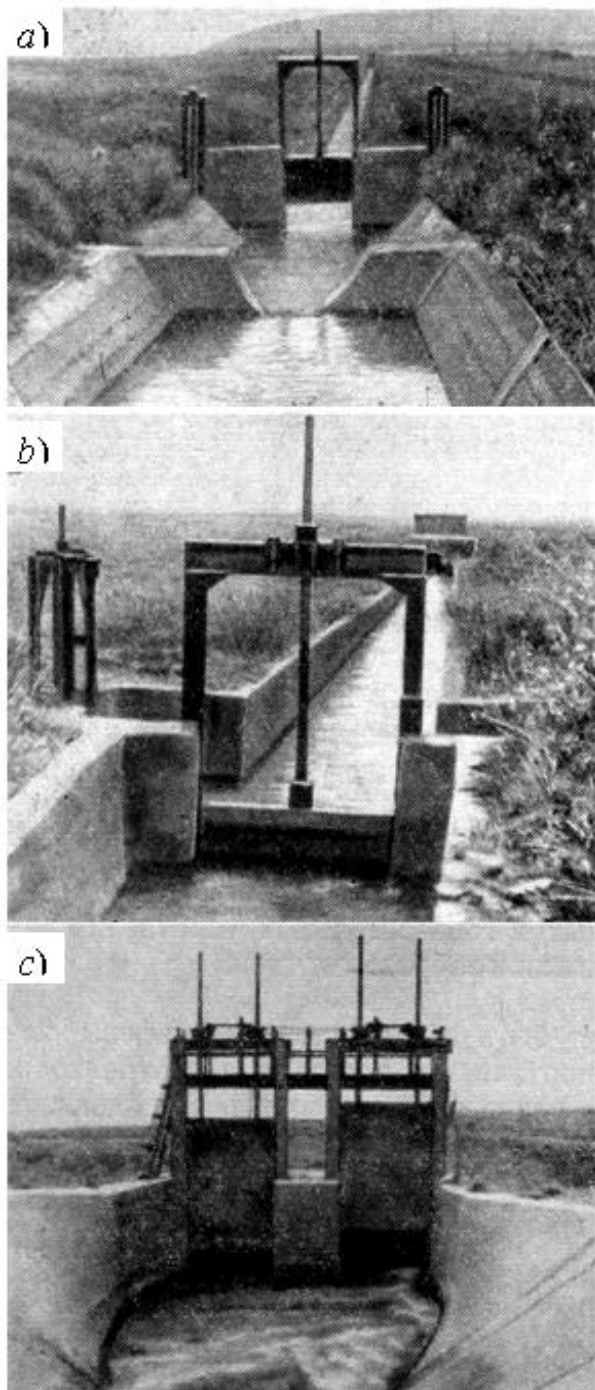
Melioratsiya tizimida ishlatiladigan eng sodda zulfinlarning umumiy ko'rinishlari 7.2-rasmda keltirilgan.

Yassi zulfinlar konstruktiv tuzilishiga ko'ra asosan ikki qismdan tashkil topgan bo'ladi: zulfinning qo'zg'aluvchan va qo'zg'almas qismlaridan.

Zulfinlarning qo'zg'aluvchi qismi qo'zg'almas qismiga nisbatan harakatlana oladi va ularni ko'pincha qalqon qismi deb ham ataladi.

Zulfinlarning qo'zg'almas qismi suv o'tkazuvchi oraliqlaridagi alohida chetki yoki oraliqlardagi devorlarga qo'zg'almas qilib o'rnatiladigan qurilmadir.

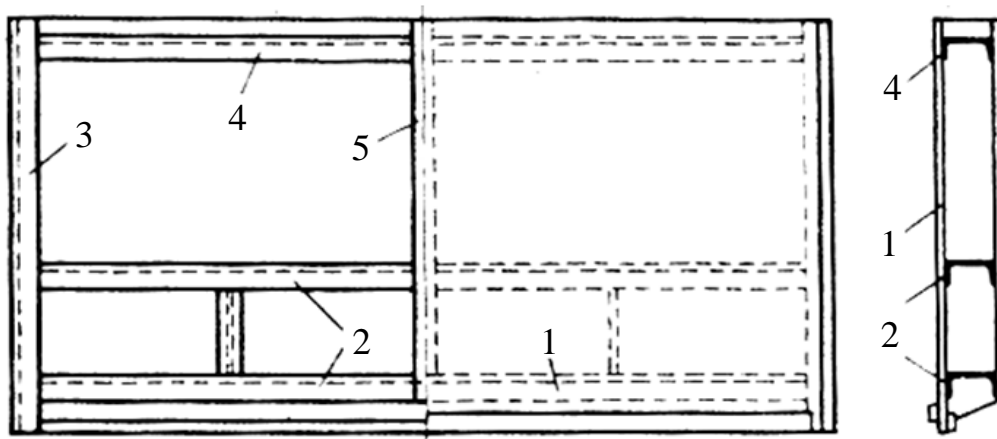
Melioratsiya tizimida ishlatiladigan yassi zulfinlar odatda vintli mexa-nizmlar orqali harakatga keltiriladi (7.2-rasm).



7.2-rasm. Kanallardagi yassi zulfinlar:
a - bir vintli (yopiq holatda); *b* - bir vintli (ochiq holatda); *c* – ikki vintli; *d*-konstruksiyasi; 1-beton; 2-betonga maxkamlangan qo‘zg‘almas korpus; 3-dasta; 4-bintli mexanizm; 5-bo‘ylama harakatlanuvchi bint; 6-bog‘lagich; 7-harakatlanuvchi suv to‘qich.

Melioratsiya tizimidagi kichik oraliqli yassi zulfinlar asosan quyidagi elementlardan tashkil topadi: qoplama 1, bir yoki bir necha rigellar 2, yuqori bog‘lam 4, chetki tayanch ustunlari 3 va yordamchi oraliq ustunlari 5 dan (7.3-rasm).

Odatda, bunday zulfinlarning qoplamasi qalinligi 4...6 mm bo'lgan po'lat tunukalardan tayyorlanib, zulfining oldi tomoniga joylashtiriladi. qolgan elementlari esa asosan po'lat prokatlardan (shveller, burchaksimon, qo'shtavr va h.k.) tayyorlanadi.



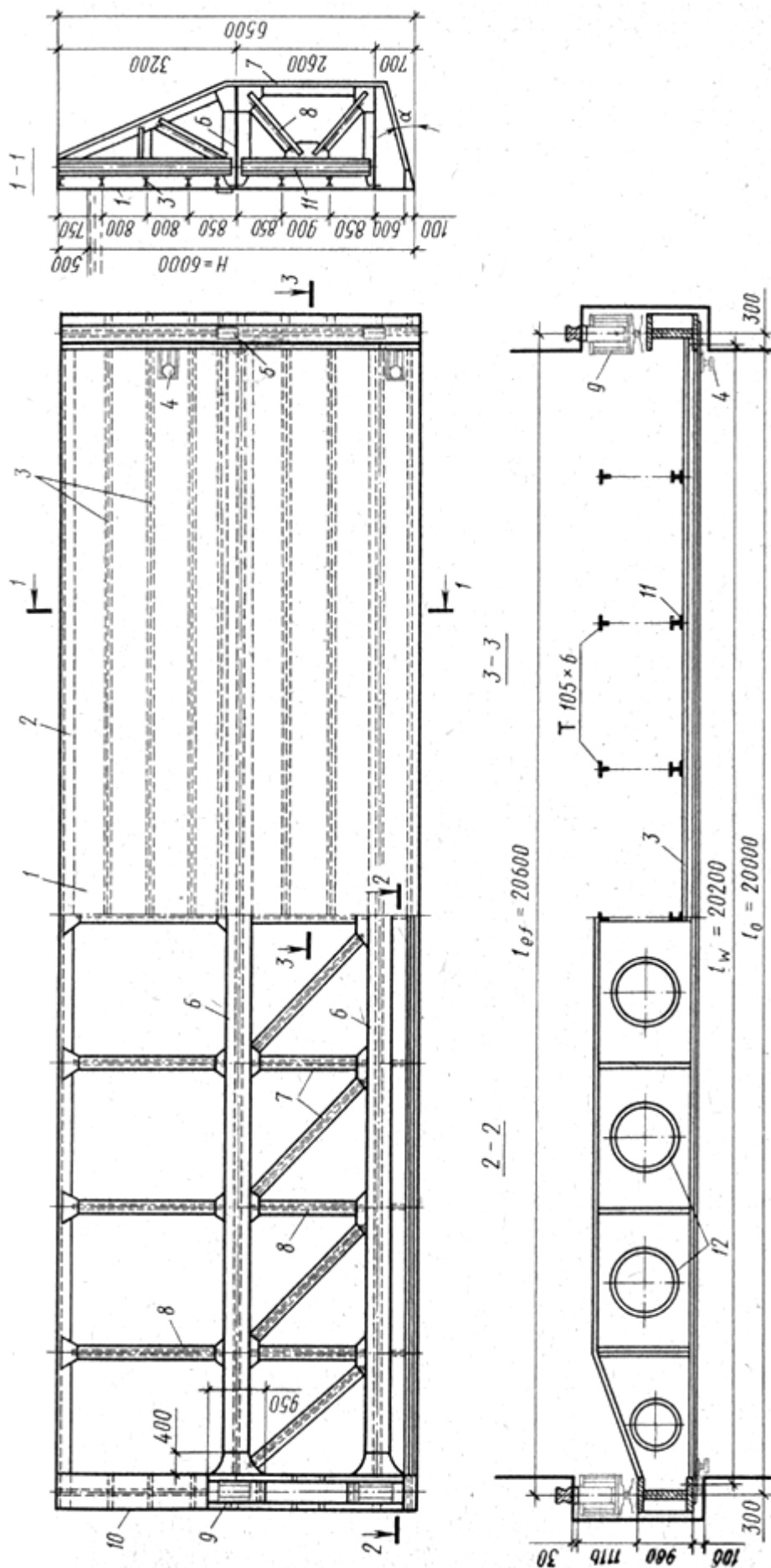
7.3-rasm. Melioratsiya tizimidagi yassi zulfinlarning asosiy elementlari: 1-po'lat qoplama; 2-rigellar; 3-chetki tayanch ustunlari; 4-yuqori bog'lam; 5-yordamchi oraliq ustun.

7.1.2. Yassi zulfinlarning asosiy konstruktiv elementlari.

Oraliq masofasi nisbatan katta (≥ 10 m) bo'lgan yassi zulfinlarning *qo'zg'aluvchi* (7.4-rasm) qismlari quyidagi elementlardan tashkil topadi.

Qoplama – ko'pincha po'lat tunukadan tayyorlanib, zulfining oldi tomoniga joylashtiriladi. U bevosita suvning bosimini qabul qilib, uni o'zidan keyin joylashgan yordamchi to'sinlarga, vertikal ustunlarga va rigellarga uzatib beradi.

To'sinlar panjarasi – o'z konstruksiyasiga ko'ra gorizontal yordamchi to'sinlardan va vertikal ustunlardan tashkil topadi. U yuqori b'efdagi suvning bosimini qoplama orqali qabul qiladi va uni o'z navbatida rigellarga uzatib beradi. Yordamchi to'sinlar odatda o'zaro gorizontal tarzda joylashtiriladi. Yordamchi to'sinlar va ustunlar ko'pincha qo'shtavr yoki shvellerlardan tayyorlanadi.



7.4-rasm. Yuza joylashgan yakka holdagi yassi zulfining konstruktiv tuzilishi va asosiy o'lchamlari: 1-qoplama; 2-yuqori bog'lama; 3-gorizontal yordamchi to'sin; 4-yon tomondagi yo'naltiruvchi g'ildirak; 5-oldi tomondagi tirgak g'ildirak; 6-rigel; 7-bo'ylama bog'lama; 8-ko'ndalang bog'lama; 9-g'ildirakli tayanch; 10-chetki tayanch ustun; 11-to'sinlar panjarasidagi vertikal ustun; 12-quyi rigel devoridagi maxsus teshik ($\alpha < 30^\circ$ bo'lganda).

Rigellar - zulfining asosiy yuk ko'taruvchi elementi hisoblanadi. Ular to'sinlar panjarasi orqali qabul qilingan yuklarni chetki tayanch ustunlariga uzatib beradi. Rigellar zulfining oraliq masofasiga va balandligiga bog'liq holda prokat yoki yig'ma to'sinlar ko'rinishida tayyorlanadi. Ayrim, katta oraliqli zulfinlarda esa ular po'lat ferma ko'rinishida ham tayyorlanishi mumkin.

Chetki tayanch ustunlari - chetki tayanch ustunlari rigellar va bo'ylama bog'lama fermalari orqali uzatiladigan gorizontal va vertikal kuchlarni qabul qilib, ularni harakatlanuvchi tayanchlarga va osma qurilmalarga uzatib beradi. Bundan tashqari, chetki tayanch ustunlari rigellarning uchlarini o'zaro qo'zg'almas tarzda tutib turishga va ularga harakatlanuvchi tayanchlarni o'rnatish uchun ham xizmat qiladi.

Ko'ndalang bog'lamlar - asosan vertikal fermalar ko'rinishida loyihalanadi. Ularning belbog'lari vazifasini bir tomondan to'sinlar panjarasidagi vertikal ustunlar bajaradi, ikkinchi tomondan bo'ylama bog'lama fermalarining ustunlari bajaradi. Ko'ndalang bog'lama fermalarining panjaralari turli shaklda konstruksiyalanishi mumkin. Keyingi yillarda ko'ndalang bog'lamlarning panjaralari yaxlit po'lat tunukalarga ya'ni diafragmalarga al-mashtirilmoqda.

Ko'ndalang bog'lamlar rigellar va bo'ylama bog'lamlardan tashkil topgan parallelepipedlarning fazoviy qo'zg'almasligini ta'minlashga ham-da ularni buralib ketishdan asrashga xizmat qiladi. Bundan tashqari, agar zulfindagi alohida rigellar notekis yuklangan bo'lsa ko'ndalang bog'lamlar ushbu yuklarni o'zaro teng taqsimlab berishga ham xizmat qiladi.

Bo'ylama bog'lamlar - rigellarning cho'zilishga ishlaydigan belbog'lari tekisligida joylashgan bo'lib, ushbu belbog'lar bilan birgalikda bo'ylama yo'nalgan vertikal fermalarni tashkil etadi. Rigellarning siqilishga ishlaydigan belbog'lari tomonidan bo'ylama bog'lamlar vazifasini qoplama o'taydi. Chunki, u to'sinlar panjarasidagi elementlar bilan birgalikda yaxlit bir butun bika hosil etadi. Bo'ylama bog'lamlar asosan zulfining xususiy og'irlik kuchini va boshqa vertikal yo'nalgan kuchlarni qabul qiladi va ularni chetki tayanch ustunlariga uzatib beradi. Ular gorizontal tarzda joylashgan rigellarning vertikal yo'nalish bo'yicha

deformatsiyalanishini kamaytirib, o‘zaro qo‘zg‘almas tarzda joylashuvini ham ta’minlab beradi.

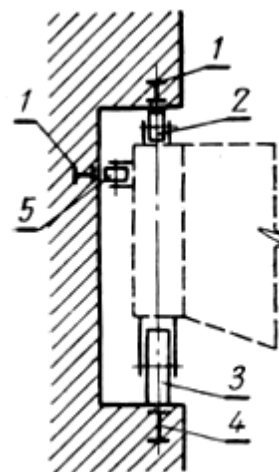
Yassi zulfinlarda ko‘ndalang va bo‘ylama bog‘lamalarning asosiy vazifasi zulfinlarning fazoviy konstruksiyalar singari ishonchli tarzda ishlashini ta’minlashdan iboratdir.

Harakatlanuvchi tayanchlar - zulfinlarning harakatlanuvchi tayanchlari asosan chetki tayanch ustunlariga o‘rnatiladi va ular barcha yuklarni qabul qilib ularni zulfinning qo‘zg‘almas qismlariga uzatib beradi. Bundan tashqari ularning asosiy vazifasi kam energiya sarf etgan holda zulfinning oxista harakatlanishini ta’minlashdan iborat.

Harakatlanuvchi tayanchlar o‘z vazifasiga ko‘ra ikki guruhga bo‘linadi: asosiy va yordamchi. Harakatlanuvchi asosiy tayanchlar zulfinning oraliq qurilmalaridagi barcha yuklarni qabul qilib, ularni zulfinning qo‘zg‘almas qismlariga uzatib bersa, harakatlanuvchi yordamchi tayanchlar esa uni bir tekislik bo‘yicha og‘ishmay oxista harakatlanishini ta’minlab beradi.

Harakatlanuvchi yordamchi tayanchlar vazifasini asosan zulfinning oldi yon tomondagi yo‘naltiruvchi g‘ildiraklar bajaradi (7.5-rasm).

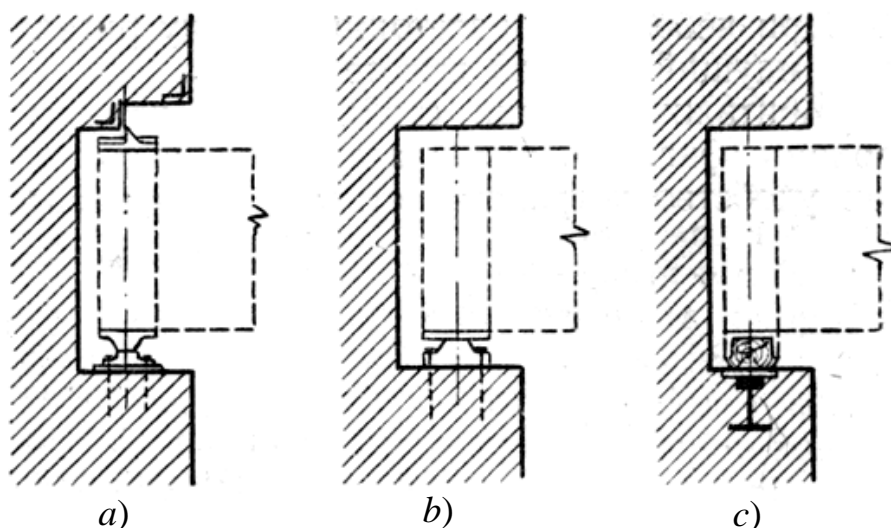
7.5-rasm. Yassi zulfinning xarakatlanuvchi tayanchlari: 1-betondagi quyma element; 2-oldi tomondagi tirgak g‘ildirak; 3-asosiy harakatlanuvchi tayanch; 4-asosiy tayanch harakatlanadigan quyma element; 5-yon tomondagi yo‘naltiruvchi g‘ildirak.



Harakatlanuvchi tayanchlar o‘z konstruksiyasiga ko‘ra sirpanuvchi, g‘ildirakli va g‘altakli turlarga bo‘linadi.

Sirpanuvchi tayanchlar – o‘z konstruksiyasiga ko‘ra juda soda bo‘lib, ularni tayyorlash va ulardan foydalanish bir muncha kam xarajatli hisoblanadi. Ular odatda

yog‘ochdan, metall dan va sintetik materiallardan tayyorlanadi (7.6-rasm). Sirpanuvchi tayanchlar boshqa tanchlarga nisbatan ancha ishonchli hisoblanadi. Lekin, shunga qaramay sirpanuvchi tayanchli zulfinlardan foydalanishda zulfining qo‘zg‘aluvchi va qo‘zg‘almas qismlari orasida katta ishqalanish kuchi hosil bo‘ladi. Bu esa zulfinlarni bosh-qarish jarayonida qo‘llaniladigan uskuna va mexanizmlarning yuk ko‘tarish qobiliyatini bir muncha orttirishni talab etadi. Shuning uchun sirpanuvchi tayanchlardan foydalanish o‘rtacha va katta o‘lchamli zulfinlarning qurilish hamda ishlatish xarajatlarini ortib ketishiga sabab bo‘ladi. Shuni hisobga olgan holda sirpanuvchi tayanchlar ko‘pincha kichik o‘lchamli zulfinlarda keng qo‘llaniladi.



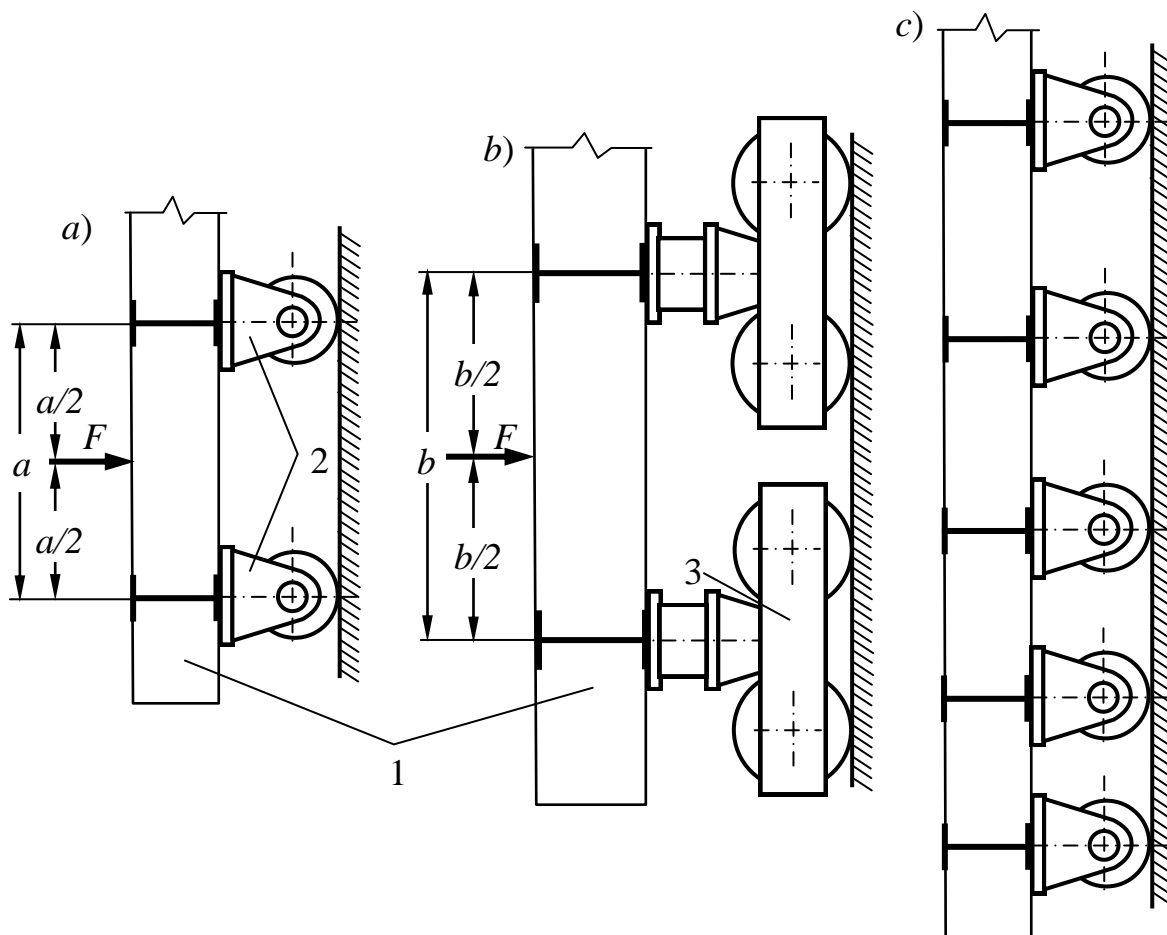
7.6-rasm. Sirpanib xarakatlanuvchi tayanchlar:

a-tangentsial po‘latdan; *b*-yassi po‘latdan; *c*-yog‘ochdan

G‘ildirakli tayanchlar - asosan yuqori bosim ostida ishlaydigan o‘rtacha va katta o‘lchamli zulfinlarda keng qo‘llaniladi. G‘ildirakli tayanchlar odatda alohida g‘ildirakli yoki g‘ildirakli aravachalar ko‘rinishida bo‘lishi mumkin (7.7-rasm). G‘ildirakli tayanchlar o‘rnatilgan zulfinlarda ishqalanish kuchi nisbatan kichik bo‘ladi va shuning hisobiga zulfinlarni boshqarish jarayoni ancha oson kechadi. Natijada zulfinni ko‘tarib-tushirish uskunalar va mexanizmlarining yuk ko‘tarish qobiliyatini ma‘lum darajada kichraytirish imkoni tug‘iladi. Bu esa gidrotexnika

inshootlari zulfinlari-dan foydalanishda material va energiya sarfini kamaytirib, ularning foydali ish koeffitsientini oshirish imkonini beradi.

Alohida tayanch g'ildiraklari odatda chetki tayanch ustunlariga o'rnatiladi. Zulfinlarda teng yuklangan to'rtta tayanch nuqtasini hosil etish maqsadida alohida g'ildiraklar zulfining ikki yon tomoniga mos ravishda ik-kitadan joylashtiriladi (7.7,a-rasm).



7.7-rasm. G'ildirakli harakatlarnuvchi tayanchlar: *a*-teng yuklangan alohida g'ildirakli; *b*-teng yuklangan aravachali; *c*-notekis yuklangan g'ildirakli; 1-korpus; 2-g'altak; 3-aravacha.

Bikr diafragmasiz ko'p rigelli zulfinlarda esa alohida tayanch g'ildiraklari har bir rigelning uchlariga mos ravishda joylashtiriladi. (7.7,c-rasm). Katta oraliqli va yuqori bosimli zulfinlarda alohida harakatlarnuvchi g'ildiraklarga katta bosim tushadi va g'ildiraklarning o'lchamlarini kattalashtirishga olib keladi. Bunday hollarda

harakatlanuvchi ikki g'ildirakli tayanch aravachalaridan foydalanish tavsiya etiladi (7.7,b-rasm).

Harakatlanuvchi tayanch aravachalaridagi g'ildiraklar soni juda kam hollarda uchta bo'lishi ham mumkin.

Zulfinlarning bevosita alohida g'ildirak o'qlariga yoki g'ildirakli aravachalarga tayanishining asosiy kamchiligi shundan iboratki, rigellarning tashqi yuklar ta'sirida solqilanishi hisobiga ularning tayanch yuzalari biroz og'adi va natijada tayanch g'ildiraklarni ham loyihadagi o'qlariga nisbatan biroz og'ishiga sabab bo'ladi. Bunday holat ko'pincha harakatlanuvchi g'ildiraklar orqali zulfinning qo'zg'almas qismidagi tayanch relslari sirtiga notekis bosim uzatilishiga olib keladi. Natijada tayanch g'ildiraklari va relslarning sirtini notekis yemirilishi natijasida zulfinning ushbu element-larining xizmat muddati ma'lum darajada kamayib ketadi.

Harakatlanuvchi g'altakli tayanchlar bir qancha kamchiliklarga ega bo'lganligi uchun (g'altaklarni tez va notekis yemirilishi, yemirilgan g'altaklarni almashtirish va h.k.) hozirgi kunda ulardan deyarli foydalanilmaydi.

Zichlagichlar - zulfinning qo'zg'aluvchi va qo'zg'almas qismlari orasidagi tirqishlarni berkitish uchun xizmat qiladi. Ular zulfin berkitilganida ushbu tirqishlar orqali suvni sizib o'tishiga deyarli chek qo'yadi.

Yuza joylashgan yassi zulfinlardagi zichlagichlar ikki turga bo'linadi: yon tomondagi *vertikal zichlagichlar* va *gorizontal zichlagichlar*.

Gorizontal zichlagichlar joylashuvi va vazifasiga ko'ra uch turga bo'linadi: *ostki*, *ustki* va *oraliq zichlagichlar*. *Ostki zichlagichlar* asosan yuza joylashgan yassi zulfinlarning ostki qismiga qo'yiladi. *Ustki zichlagichlar* esa asosan suvga botib turuvchi zulfinlarda qo'llaniladi. *Oraliq zichlagichlar* asosan klapanli, ikki qatorli va sektsiyali zulfinlarda qo'llaniladi. Zulfinlarning zichlagichlari asosan ularni yig'ish davrida o'rnatiladi. Chunki, bunda zulfinning qo'zg'aluvchi va qo'zg'almas qismlarining o'zaro joylashuvi va ular orasidagi tirqishlarning aniq o'lchamlari belgilanib olinadi va shunga qarab zichlagichlar o'rnatiladi.

Ostki zichlagichlar zulfinning og'irlik kuchi hisobiga ishlaydi. Yon tomondagi vertikal va ustki tomondagi gorizontal zichlagichlar yuqori b'efdagi suvning bosimi ostida zulfinning qo'zg'almas qismidagi quyma elementlariga tayanadi.

Zichlagichlar qanday materialdan tayyorlanishidan qat'iy nazar ular ma'lum darajada elastiklik xususiyatiga ega bo'lishi kerak.

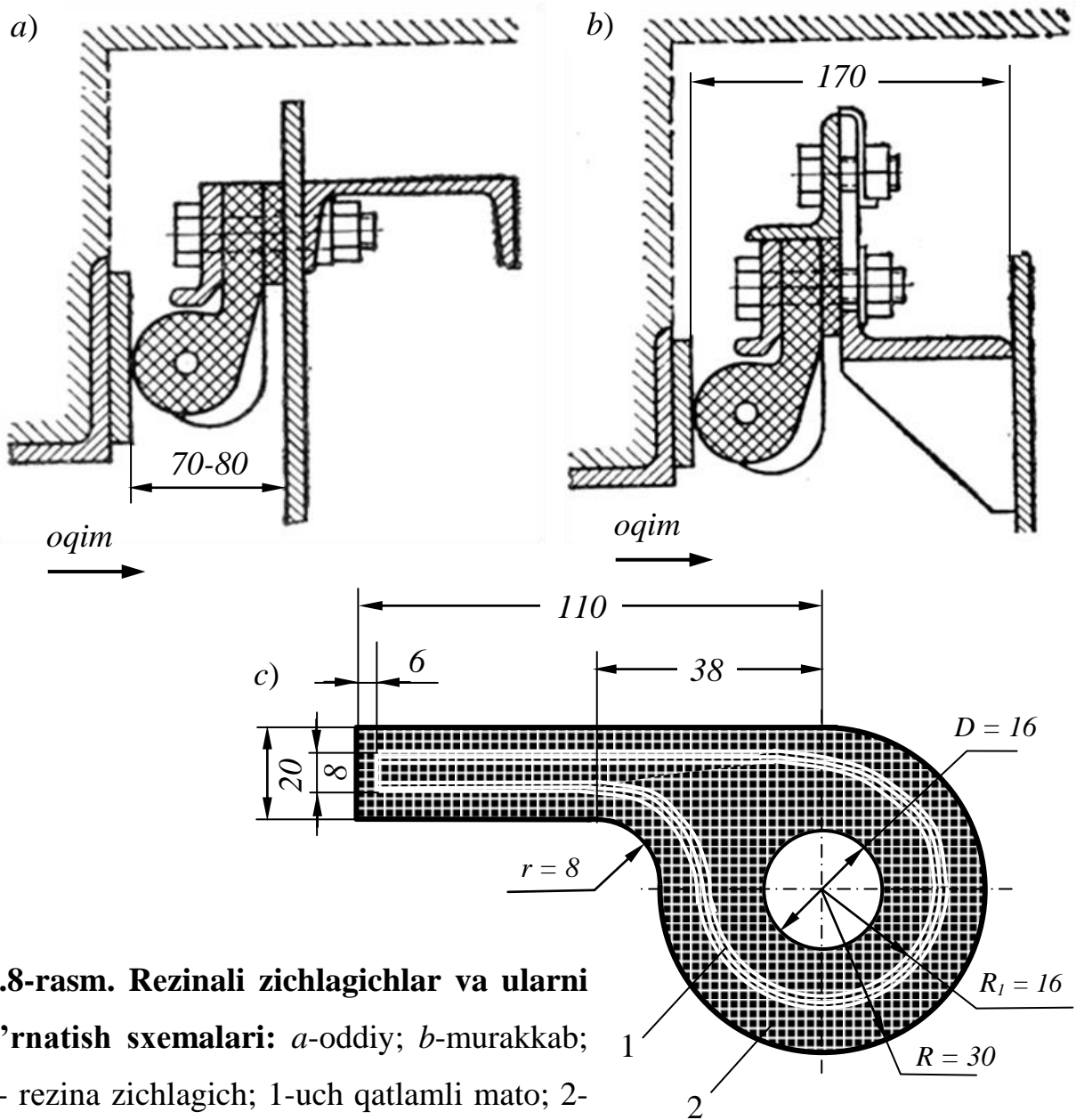
Bundan tashqari ularning yemirilishga turg'unligi va muzlashga bardoshligi ancha yuqori bo'lishi kerak.

Hozirgi kunda zichlagichlar asosan rezinadan, yog'ochdan, metallardan va turli xildagi sintetik materiallardan tayyorlanmoqda.

Rezinali zichlagichlarning ko'ndalang kesmi 7.8-rasmda ko'rsatilgan.

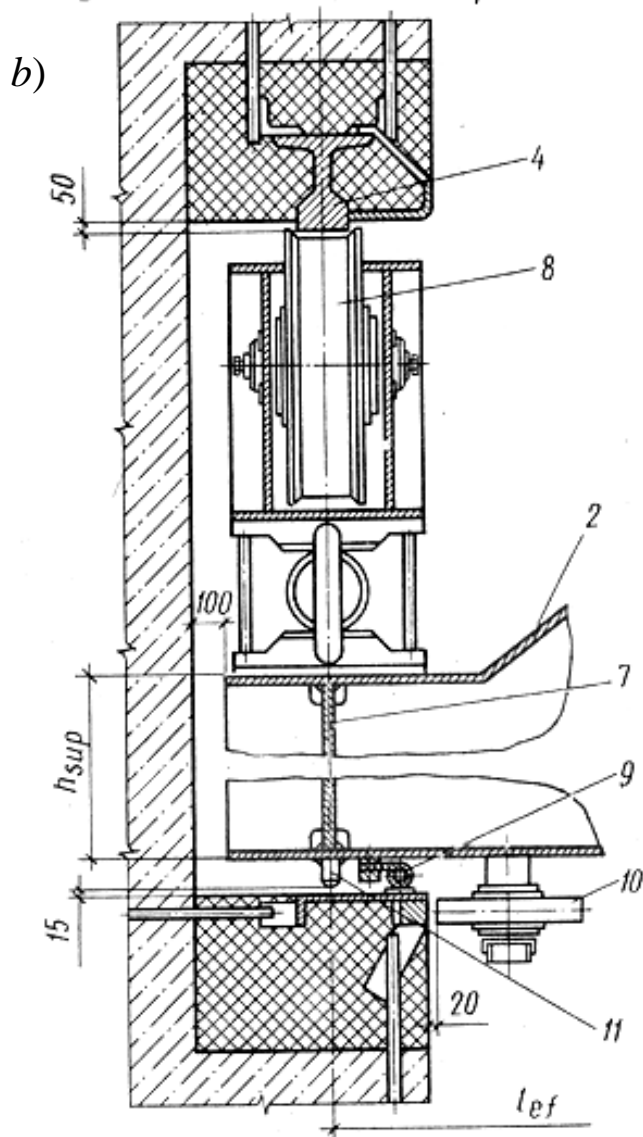
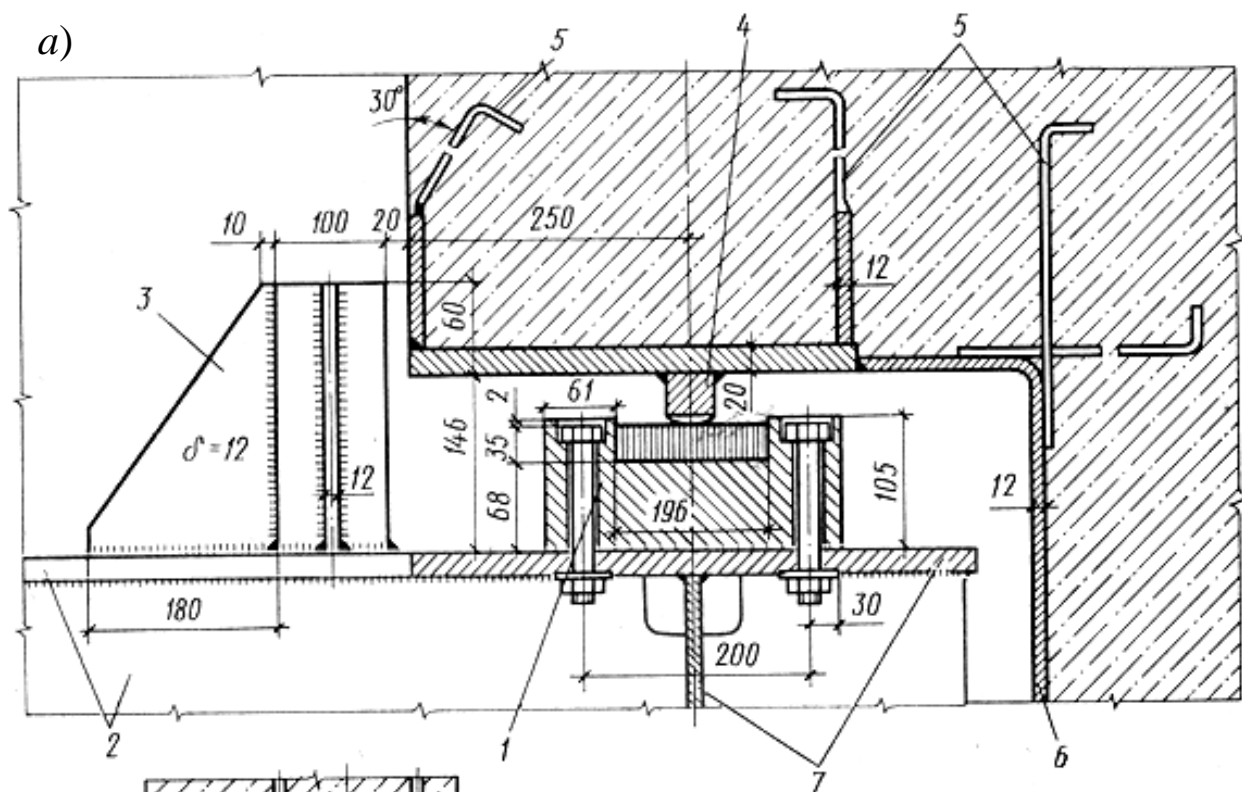
Ostki zichlagichlar ko'pincha dub va sosna navli daraxtlarning yog'ochidan tayyorlangan bruslardan, rezinadan va quyma metallardan tayyorlanadi.

Ko'tarish uskunalari. Zulfinning xarakatlanuvchi qismi uning o'lchamlariga bog'liq xolda statsionar ko'tarish mexanizmlari (elektrik va dastakli lebedkalar, vintsimon va gidravlik uskunalari) yoki harakatlanuvchi ko'tarish mexanizmlari (ko'priksimon va boshqa turdagi kranlar, telferlar, xarakatlanuvchi lebedkalar va h.k.) yordamida ko'tarib - tushiriladi. Ko'tarish mexanizmlarining yuk ko'tarish qobiliyati zulfinning oraliq maofasiga, suvning bosimiga, zulfinning materiali va konstruktsiyasiga hamda boshqa omillarga asoslangan holda belgilanadi. Katta o'lchamli gidro-texnika inshootlarining zulfinlarida ko'tarish mexanizmlarining yuk ko'tarish qobiliyati 300...500 tonnagacha yetib boradi. Irrigatsiya tizimidagi kichik zulfinlarda esa asosan vintsimon ko'tarish uskunalaridan keng foydalaniladi. Ularni yordamida ko'taruvch va tushiruvch kuchlarni hosil qilish mumkin. Ular o'z konstruktsiyasiga ko'ra juda soda, iqtisodiy jihatdan arzon va eng asosiysi ular ishlatish jarayonida eng ishonchli ko'tarish uskunalaridan biri hisoblanadi.



7.8-rasm. Rezinali zichlagichlar va ularni o'rnatish sxemalari: *a*-oddiy; *b*-murakkab; *c*- rezina zichlagich; 1-uch qatlamli mato; 2-rezina.

Yassi zulfinning qo'zg'almas qismi quyidagi elementlardan tashkil topgan (7.9-rasn): ishchi g'ildiraklar va g'altaklar uchun harakatlanish tayanch qismi (ishchi izlar); teskari va yon tomondagi g'ildiraklar yoki tirkaklar uchun harakatlanish tayanch qismi (oldi va yon tomondagi izlar); vertikal va gorizontal zichlagichlarning quyma qismlari; beton va zabral devorlarning burchaklaridagi armaturalar; zulfinni qizdirish qurilmalari; zulfinning qo'zg'almas qismidagi barcha elementlar asosan zulfinning ikki chetidagi yon devorlardagi o'yiqlarga maxsus (paz) joylashtiriladi.



7.9-rasm. Yassi zulfining tayanchli yurish qismining elementlari: *a*-sirpanuvchi tayanch; *b*-g'ildirakli tayanch; 1-sirpanuvchi tayanch; 2-riqel; 3-yon tayanch; 4-ish yo'li (rels); 5-armaturalar; 6-metall qoplama; 7-ustun; 8-g'ildirak tayanchi; 9-rezina zichlagich; 10-yon g'ildirak; 11-teskari tayanch.

7.2. Segmentli zulfinlar.

7.2.1. Segmentli zulfin haqida umumiy ma'lumot.

Oraliq qurilmalarining ko'ndalang kesimlari segment shaklida bo'lgan va gorizontal o'qlar atrofida aylanuvchi ikki va undan ortiq tayanch ustunlariga biriktirilgan zulfinlar *segmentli zulfinlar* deb ataladi.

Odatda segmentli zulfinlardan faqat asosiy zulfinlar sifatida foydalaniladi. Segmentli zulfinlar yuqori b'efdagi suv sathiga nisbatan yuza joylashgan yoki suvga to'liq botib turuvchi bo'lishi mumkin. Yuza joylashgan segmentli zulfinlardan oraliq masofasi 40 m va chuqurligi 14 m gacha bo'lgan suv yo'llarini berkitish uchun foydalanish mumkin. Segmentli zulfinlar quyidagi turlarga bo'linadi: yakka, klapanli yakka va qo'shaloq.

Suvga to'liq botib turuvchi segmentli zulfinlar ko'pincha suvning bosimi 100 m katta bo'lgan hollarda qo'llaniladi.

Segmentli zulfinlar ham yassi zulfinlar singari *qo'zg'aluvchan* va *qo'zg'almas* qismlardan tashkil topadi (7.10-rasm).

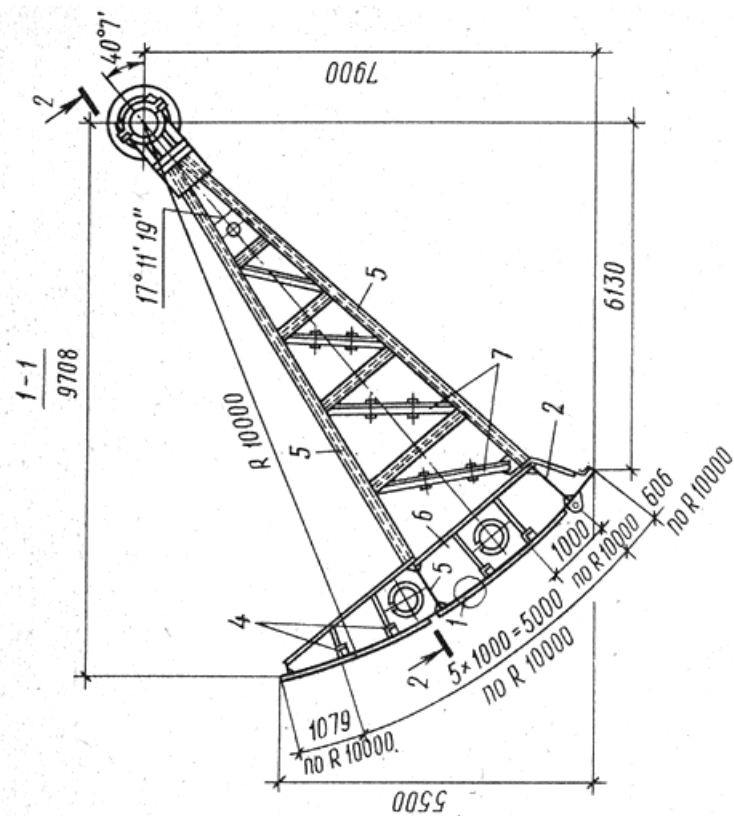
Segmentli zulfinning qo'zg'aluvchi qismi asosan quyidagi konstruktiv elementlardan tashkil topadi:

- silindr shaklidagi po'lat qoplama, bevosita suvning bosimini qabul qiladi va uni o'zidan keyin joylashgan to'sinlar panjarasiga uzatib beradi;

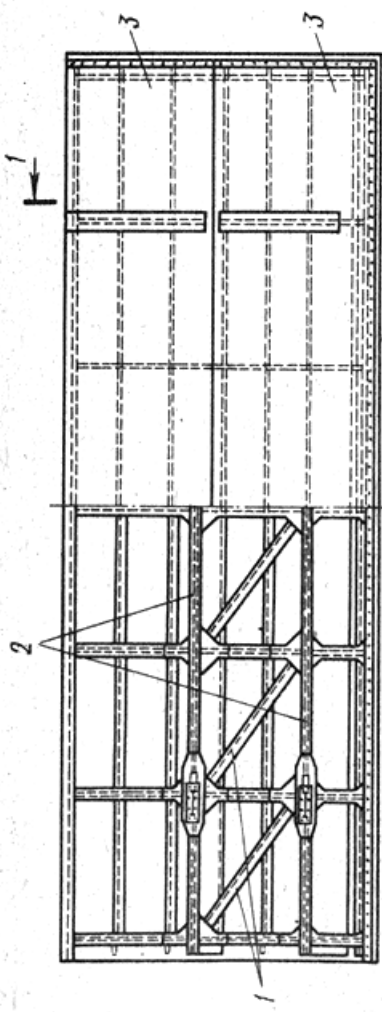
- to'sinlar panjarasi, o'z konstruksiyasiga ko'ra yordamchi to'sinlardan va ustunlardan (panjarasimon xollarda diafragmalar) tashkil topadi. Ular yuklarni diafragmalarga va asosiy rigellarga uzatib beradi;

- diafragmalar (uzluksiz po'lat tunukalar yoki vertikal tarzda joylashgan ko'ndalang fermalar) to'sinlar panjarasi orqali yuklarni qabul qiladi va ushbu yuklarni o'z navbatida zulfinning portal qismlariga uzatib beradi. Diafragmalar zulfin ko'ndalang kesimining geometrik o'zgarmasligini ta'minlab beradi;

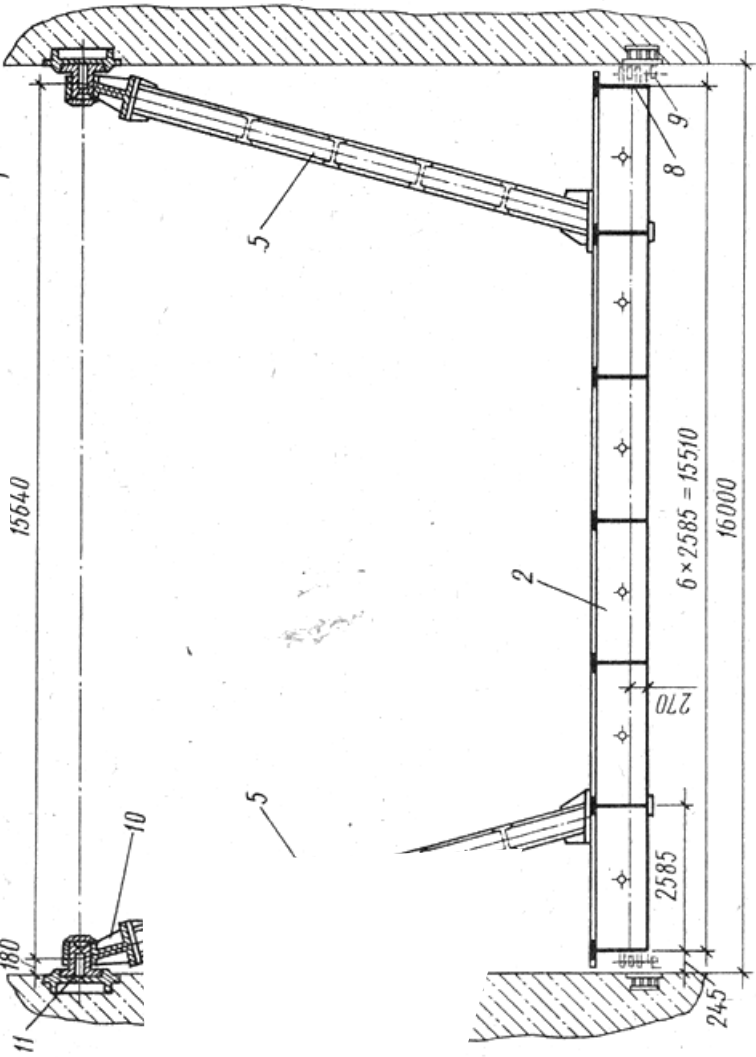
- portallar zulfinning rigellari va oyoqlaridan tashkil topadi. Ular zulfinga ta'sir etadigan barcha bosimni qabul qiladi va uni zulfinning tayanch qismiga uzatib beradi.



7.10-rasm. Segmentli zulfinning asosiy elementlari: 1-kó 'taruvchi ferma panjarasining elementlari; 2-rigellar; 3-qoplama; 4-yordamchi to'sin-ar; 5-portal oyoqlari; 6-diafragma; 7-tayanch ferma elementlari; 8-yo'naltiruvchi g'ildiraklar; 9-zichlagichlar; 10-tayanch qismi; 11-tayanch shamiri.



2-2 buralgan



Portallar asosan gorizontal tekislikda suvning bosimi ta'sirida ishlaydi. Lekin shu bilan bir vaqtning o'zida portal rigellarining belbog'lari vertikal tekislikda ham ko'taruvchi fermalar tizimida ishlaydi. Chunki, ular bir vaqtning o'zida ko'taruvchi fermaning belbog'lari vazifasini ham o'taydi;

- ko'taruvchi fermalar zulfining bosimsiz tomonida joylashgan bo'lib, uning xususiy og'irlik kuchini qabul qiladi va uni o'z navbatida chetki ustunlarga uzatib beradi. Zulfining bosimli tomonida esa ko'taruvchi ferma vazifasini qoplama bajaradi. Ko'taruvchi fermalar zulfining fazoviy o'zgarmasligini ham ta'minlab beradi;

- tayanch fermalari portal oyoqlarini o'zaro biriktirib bir butun konstruktsiya hosil qiladi. Ular suvning bosimini, zulfin og'irligining ma'lum bir qismini va zulfining ko'tarib-tushirish jarayonida hosil bo'ladigan reaksiya kuchlarini zulfining tanyach qismiga uzatib beradi;

- zulfining tayanch qismi suvning bosimini va zulfining og'irlik kuchini sharnirli tayanchlarga uzatib beradi va zulfining tanyach o'qi atrofidagi aylanma xarakatini ta'minlab beradi;

- zichlagichlar zulfining qo'zg'aluvchan va qo'zg'almas qismlari orasidagi tirqishlarni berkitib, suvni sizib o'tishiga chek qo'yadi.

Segmentli zulfining qo'zg'almas qismi quyidagi konstruktiv element-lardan tashkil topadi:

- tayanch sharnirlarining o'qi, suvning bosimini va zulfining og'irlik kuchini quyma elementlar orqali inshoot devorlariga uzatib beradi;

- zichlagichlar ostidagi quyma elementlar;

- quyma elementlarni betonga o'rnatish armaturalari;

- zulfini qizdirish qurilmalari.

Hozirgi kunda eng keng tarqalgan segmentli zulfinlardan biri, teng yuklangan ikki portalli va qoplamasining yoyi zulfining aylanish markaziga nisbatan radius ostida chizilgan zulfinlar hisoblanadi. Chunki, bunday zulfinlarda zulfining tashqi sirtiga ta'sir etadigan suvning bosimi va uning teng ta'sir etuvchisi zulfining aylanish markazidan o'tadi va zulfini ko'tarib-tushirish oson kechadi. Shuning

uchun ham tashqi sirti silindr shaklidagi zulfinlarning asosiy afzalliklaridan biri hisoblanadi. Odatda yuza joylashgan segmentli zulfinlarning aylanish o'qi yuqori befdagi suv sathida yoki undan yuqorida joylashishi maqsadga muvofiq bo'ladi. Chunki, bunday hollarda zulfinning tayanch sharnirlari muzlashdan, muz parchalari ta'sirida shikastlanishdan va cho'kindilar bilan ifloslanishdan yetarli darajada himoya etiladi.

Segmentli zulfinlar ham yassi zulfinlar singari deyarli birdek ($\ell_0 \leq 40$ m va $H \leq 20$ m) yuzadagi suv yo'llarini berkitita olsa ham ular yassi zulfinlarga nisbatan quyidagi afzalliklarga ega:

1. Segmentli zulfinlarni ko'tarish uchun nisbatan kam energiya sarf etiladi. Segmentli zulfinlarning ko'tarish kuchi taxminan $F_k \approx 0,8F_{og}$ bo'l-sa, yassi zatovrlarni ko'tarish kuchi $F_k \approx 1,5F_{og}$ bo'ladi. Bu yerda F_{og} - zulfinning xususiy og'irlik kuchi.

2. Segmentli zulfinlarning tayanch sharnirlari suv sathdan yuqorida joylashganligi uchun ular qish mavsumida ham ancha ishonchli turzda ishlaydilar.

3. Segmentli zulfinlar inshootdagi suv o'tkazuvchi oraliqlarni nisbatan tezroq ochish va berkitish xususiyatiga ega.

4. Segmentli zulfinlar o'rnatiladigan oraliq devorlarining balandligi va qalinligi nisbatan kichikroq bo'ladi.

5. Segmentli zulfinlarning qoplamasi yoy shaklida bo'lganligi uchun uning tashqi sirti bo'yicha suv oson xarakatlanadi va shu bois ham bunday zulfinlarda ortiqcha tebranishlar yuzaga kelmaydi.

Shunga qaramay segmentli zulfinlar quyidagi kamchiliklarga ega:

1. Ularni bir oraliqdan ikkinchi oraliqqa ko'chirib bo'lmaydi.

2. Ulardan qurilish zulfinlari sifatida foydalanib bo'lmaydi.

3. Segmentli zulfinlar o'rnatiladigan inshootlarning oraliq devorlarini uzunligi bir muncha katta bo'ladi.

4. Zulfinning tayanch sharnirlaridagi yon tomonga uzatiladigan tayanch reaksiyalari ta'sirida inshootning oraliq devorlarining ustuvorligi biroz kamayishi mumkin.

7.3. Zulfinga ta'sir etadigan yuklar.

Zulfinlardan foydalanishda har bir zulfining turiga, uning joylashuviga va konstruksiyasiga bog'liq holda ularga turli xildagi yuklar ta'sir etadi.

Zulfinlarga ta'sir etishi mumkin bo'lgan barcha ta'sirlarni va yuklarni umumlashtirib ularni quyidagi turlarga bo'lish mumkin:

- zulfinning xususiy og'irlik kuchi;
- suvning gidrostatik, gidrodinamik, filtratsiya va to'lqin bosimlari;
- cho'kindilar bosimi;
- muzning bosimi;
- shamolning bosimi;
- seysmik ta'sirlar;
- reaktiv kuchlar (ishqalanish, bog'lanish va h.k.);
- inertsiya kuchlari;
- zulfinlarni montaj qilish, sinash va ta'mirlash jarayonidagi yuklar;
- zulfinlarni tinch holatida yoki ularni xarakatlarish jarayonida siqilib qolishidan yuzaga keladigan kuchlar va h.k.

Gidrotexnika inshootlarining mexanik uskunalari, shu jumladan zulfinlarni hisoblashda asosiy yuklar va maxsus yuklarning birgalikdagi ta'siri inobatga olinadi va bunda yuklarning birgalikdagi ta'sirini ifodalovchi koeffitsientlar kiritilishi kerak.

Zulfinlarni loyihalashda yuqorida sanab o'tilgan asosiy va maxsus yuklarning ta'sirini etarli darajada inobatga olish uchun har bir zulfining turi uchun turli xildagi hisoblash chizmalarini tuzish talab etiladi:

- zulfin inshoot ostonasiga tayangan holatda;
- zulfin to'liq ko'tarilgan holatda;
- zulfinning ostonadan ko'tarilish va ostonaga tushish holatida;
- gidrodinamik bosimni hisobga olgan holdagi bir necha oraliq holatlarida;
- montaj holatida, bunda zulfinning ayrim qismlariga ta'sir etadigan yuklar uning ishlatish davrida ta'sir etadigan yuklardan bir muncha katta bo'ladigan holatlarda.

Zulfiga ta'sir etadigan yuklarning qiymatlari asosan gidrostatika, gidromexanika qonunlari va boshqa me'yoriy hujjatlar (QMQ, SHNQ va h.k.) asosida hisoblab topiladi.

Zulfinlarni hisoblashda asosiy yuk sifatida suvning gidrostatik bosimi qabul qilinadi. Yuza va chuqur joylashgan yassi hamda segmentli zulfinlar uchun gidrostatik bosim epyuralari 7.11-rasmda ko'rsatilgan.

Ushbu rasmda faqat yuqori befdan ta'sir etadigan gidrostatik bosimning sxemalari keltirilgan. Bunda yuklarni zulfinning balandligi bo'yicha taqsimlanishi aks ettirilgan. Hisoblashlarda zulfinning uzunligi bo'yicha yuklar teng taqsimlangan deb qabul qilinadi.

Yassi zulfinlar sirtining bir birlik yuzasiga ta'sir etadigan suvning gidrostatik bosimi suvning chuqurligi H ga to'g'ri proporsional bo'lib, uning qiymati quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$P_s = \gamma_s \cdot H, \text{ kPa} \quad (7.1)$$

bu yerda γ_s - suvning solishtirma og'irligi ($\gamma_s = 10 \text{ kN/m}^3$); H - yuqori befdagi suvning chuqurligi, m.

Zulfiga suv bosimi ta'sir kuchning (yukning) hisobiy qiymati quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$F_{sz} = \frac{H^2 \cdot \ell_w \cdot \gamma_s}{8}, \text{ kN} \quad (7.2)$$

bu yerda ℓ_w - zulfinning yuklangan oraliq masofasi, m, uning qiymati (7.16) formuladan aniqlanadi.

Gidrostatik bosim ta'sirida birlik yuzaga teng ta'sir etuvchisi kuchlar-ni quyidagi formulalar yordamida aniqlash mumkin:

- yuza joylashgan zulfinlar uchun $F_{yu} = 0,5 \cdot \gamma_s \cdot H^2 \cdot \ell_w, \text{ kPa} \quad (7.3)$

- chuqur joylashgan zulfinlar uchun

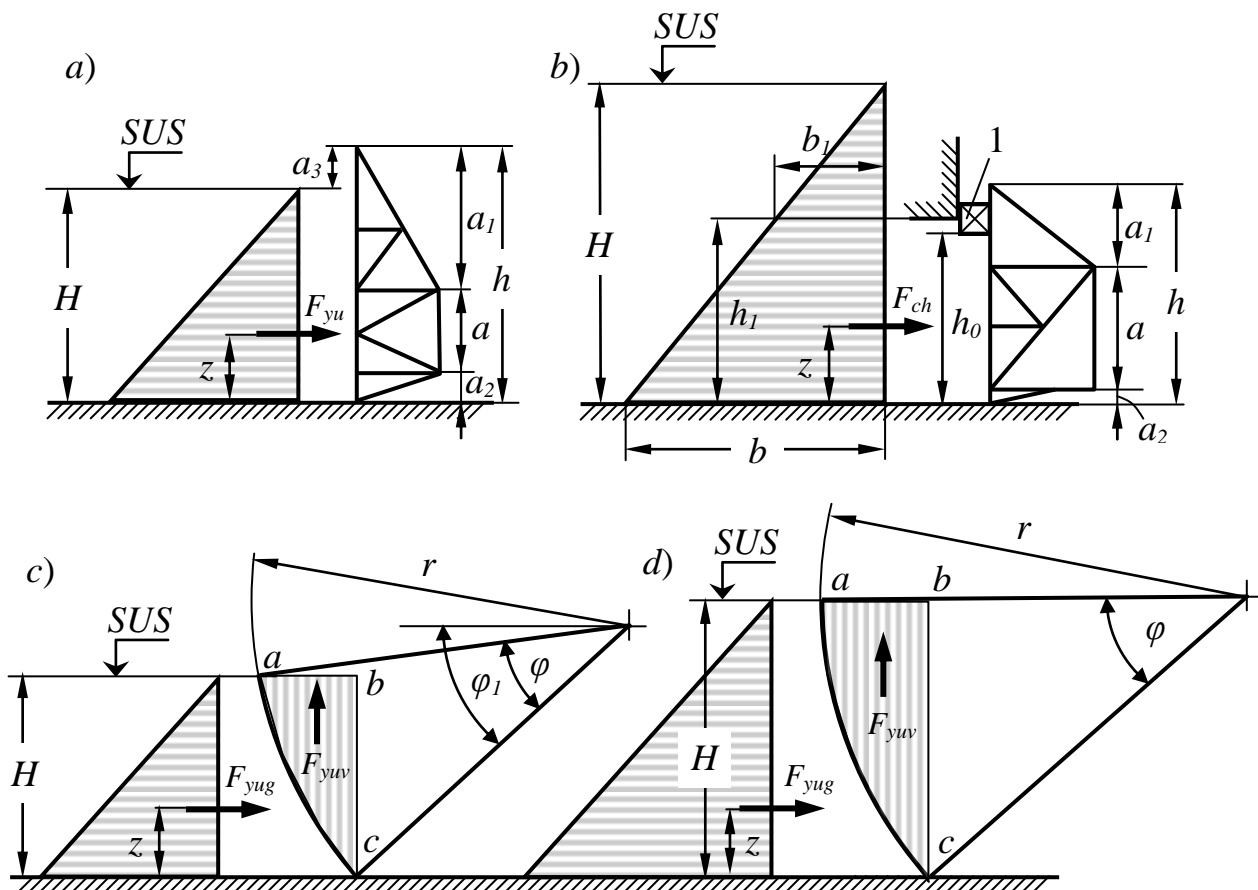
$$F_{yu} = 0,5 \cdot \gamma_s \cdot (2H - h_1) \cdot h_1 \cdot \ell_w, \text{ kPa} \quad (7.4)$$

Teng ta'sir etuvchi kuchlarning vaziyati z quyidagicha aniqlanadi:

- yuza joylashgan zulfinlar uchun $z = H/3, \text{ m} \quad (7.5)$

- chuqur joylashgan zulfinlar uchun
$$z = \frac{h_1}{3} \left(\frac{p_b + 2p_{b_1}}{p_b + p_{b_1}} \right), \text{ m} \quad (7.6)$$

bu yerda h_1 - zulfinning yuklangan balandligi, m; p_b va p_{b_1} – gidrostatik bosim epyurasining quyi va yuqori nuqtalaridagi elementar yuzalarga ta'sir etadigan suvning bosimlari, kPa.



7.11-rasm. Zulfinlarga ta'sir etadigan suvning gidrostatik bosim epyuralari: *a*-yuza joylashgan yassi zulfinlarda; *b*-chuqur joylashgan yassi zulfinlarda; *c*-qoplama yoyining markazi yuqori b'efdagi suv sathidan yuqorida joylashgan segmentli zulfinlarda; *d*-qoplama yoyining markazi yuqori b'efdagi suv sathida joylashgan segmentli zulfinlarda.

Zulfinning oldi tomonida to'planib qolgan cho'kindilarning bosim kuchi suvning gidrostatik bosimiga bog'liq bo'lmagan holda quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$F_{cho'} = 0,5 \cdot \gamma_{gr} \cdot \delta^2 \cdot tg^2(45^\circ - \varphi/2) \cdot \ell_w, \text{ kN} \quad (7.7)$$

bu yerda γ_{gr} - suvdagi grunt skeletining solishtirma og'irligi, kN/m³.

Suvdagi grunt skeletining solishtirma og'irligini quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$\gamma_{gr} = (\gamma_g - \gamma_s) \cdot (1 - n), \text{ kN/m}^3 \quad (7.8)$$

bu yerda γ_g - grunt zarchalarining solishtirma og'irligi, kN/m³; γ_s - suvning solishtirma og'irligi, $\gamma_s = 10 \text{ kN/m}^3$; n - gruntning g'ovakligi (birlik ulushida); δ - cho'kindi qatlamining qalinligi, m; φ - suvdagi muallaq cho'kindilarning tabiiy qiyalik burchagi, grad.

Yassi zulfinlarning dastlabki taxminiy og'irliklarini turli xildagi grafiklari (7.12 va 7.13-rasmlar) asosida ham aniqlash mumkin.

7.12-rasmda yassi zulfinlarning og'irligini aniqlash grafigi keltirilgan. Ushbu grafikda zulfinning og'irligi F_z , quyidagi $F_{zsh} \cdot \ell_0$ ifoda orqali aniqlanadi, bu yerda F_{zsh} - zulfinga ta'sir etadigan shartli yuk, kN; ℓ_0 - zulfin o'rnatiladigan suv yo'lining kengligi, m.

Zulfinga ta'sir etadigan shartli yuklamalarning qiymatlari quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\text{- yuza joylashgan zulfinlar uchun } F_{zsh}^{yu} = H^2 \cdot \ell_0 / 2 \quad (7.9)$$

$$\text{- chuqur joylashgan zulfinlar uchun } F_{zsh}^{ch} = H \cdot h_0 \cdot \ell_0 \quad (7.10)$$

Yuza joylashgan segmentli zulfinlarga ta'sir etadigan suvning to'liq gidrostatik bosim kuchi quyidagicha aniqlanadi:

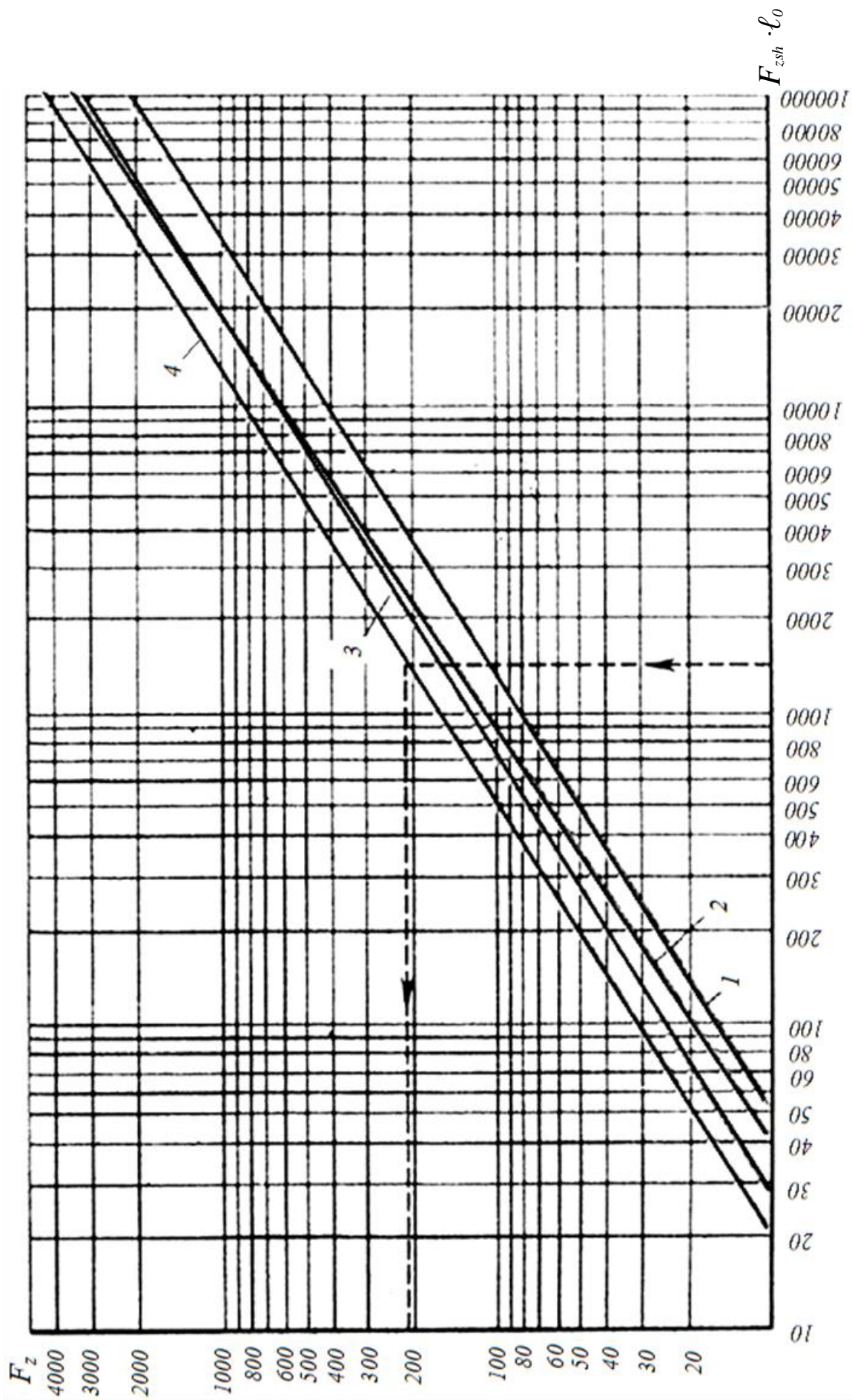
$$F = \sqrt{F_{yug}^2 + F_{yuv}^2}, \text{ kN} \quad (7.11)$$

bu yerda F_{yug} – suv bosimining gorizontol teng ta'sir etuvchi kuchi, kN; F_{yuv} - suv bosimining vertikal teng ta'sir etuvchi kuchi, kN.

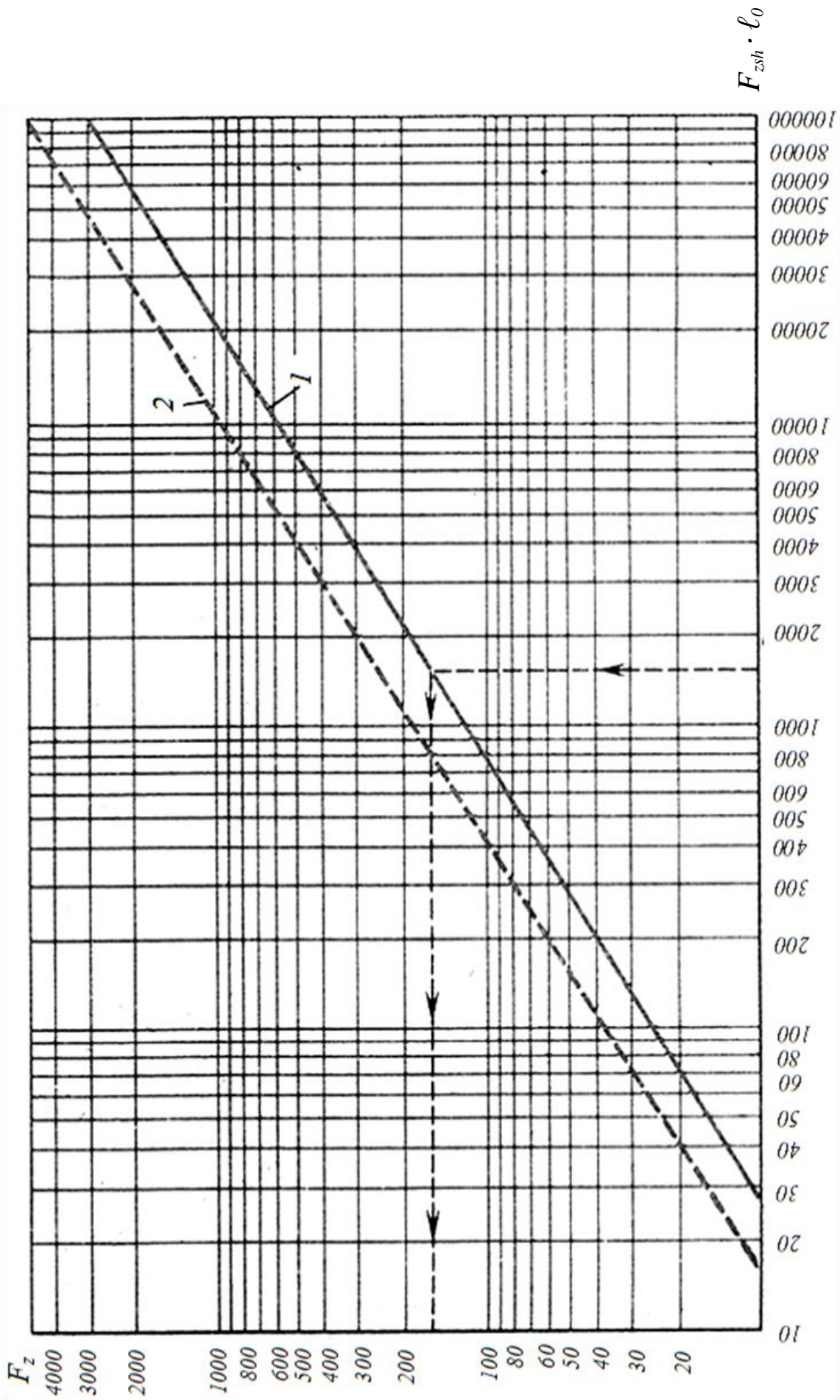
F kuchi qoplama yoyining markaziga yo'nalgan bo'ladi va u gorizontol tekislikka nisbatan α burchagi ostida ta'sir etadi:

$$\alpha = \text{arctg}(F_{yuv}/F_{yug}), \text{ grad.} \quad (7.12)$$

F_{yug} kuchining gorizontol yo'nalishdagi tashkil etuvchisi ning qiymati yassi zulfinlarniki singari (7.2)...(7.5) formulalar yordamida aniqlanadi.



7.12-rasm. Yassi zulfinlarning og'irligini aniqlash grafigi: 1-sirpanuvchi tayanchli chuqur joylashgan; 2-g'ildirakli chuqur joylashgan; 3-sirpanuvchi tayanchli yuza joylashgan; 4-g'ildirakli yuza joylashgan zulfinlar uchun.



7.13-rasm. Yuza joylashgan segmentli zulfinlarning xususiy og'irligini aniqlash grafiklari: 1-oyoqlari qiya joylashgan zulfinlar uchun; 2-oyoqlari to'g'ri joylashgan zulfinlar uchun.

F_{yuv} kuchining vertikal yo‘nalishdagi tashkil etuvchisining qiymati a , b , c hajmdagi (7.11, c , d -rasm) suvning og‘irlik kuchiga teng bo‘lib, uning qiymati quyidagi formulalar yordamida aniqlanadi:

- qoplama yoyining markazi yuqori befdagi suv sathidan yuqorida joylashgan bo‘lsa:

$$F_{yuv} = 0,5\gamma_s r^2 \ell_w \left[\frac{\pi\varphi}{180^\circ} + 2 \sin(\varphi_1 - \varphi) \cos\varphi_1 - 0,5(\sin 2(\varphi_1 - \varphi) + \sin 2\varphi_1) \right],$$

kN (7.13)

- qoplama yoyining markazi yuqori befdagi suv sathida joylashgan bo‘lsa:

$$F_{yuv} = 0,5 \cdot \gamma_s \cdot r^2 \cdot \ell_w \cdot \left(\frac{\pi \cdot \varphi}{180^\circ} - \frac{\sin 2\varphi}{2} \right), \text{ kN} \quad (7.14)$$

Yuza joylashgan segmentli zulfinlarning xususiy og‘irlikini 7.13-rasmda keltirilgan grafik bo‘yicha ham aniqlash mumkin.

7.4. Zulfinlarni konstruksiyalash asoslari va ularni hisoblash asoslari.

Zulfinlarning konstruksiyalari ularga qo‘yiladigan texnik, texnologik, ekspluatatsion, iqtisodiy, estetik va boshqa maxsus talablarga to‘liq javob berishi kerak. Shundagina ular mustahkam, ishonchli, xavfsiz va eng asosiysi iqtisodiy jihatdan kam xarajatli bo‘ladi. Bundan tashqari zulfinlarni loyihalashda ularning bir maromda oson harakatlanishini ta’minlashga alohida e’tibor beriladi. Shuningdek, zulfinlarni loyihalashda ularni kavitatsiyadan, korroziyadan va yemirilishdan himoya qilishga qaratilgan barcha choratadbirlar ham ko‘rilgan bo‘lishi kerak.

Zulfinlarni tayyorlashda bajariladigan barcha ishlar imkon boricha maxsus ixtisoslashgan zavodlarda bajarilishi maqsadga muvofiq bo‘ladi. Lekin, ularni qurilish maydonchasiga tashib keltirishda va yig‘ishda katta o‘lchamli zulfinlar alohida qismlarga ajraladigan bo‘lishi kerak. Bunda zulfinning alohida qismlarining o‘lchamlari va massasi, yuk ko‘taruvchi va tashuvchi transport vositalarining yuk ko‘tarish qobiliyatidan, hamda ularning chekki o‘lchamlaridan kelib chiqqan holda belgilanishi kerak.

Zulfinlarning po‘lat konstruksiyalarini loyihalashda qo‘llaniladigan po‘lat tunukalarning qalinligi 6 mm ga teng bo‘lgan teng yonli po‘lat burchaksimonlarning kesim o‘lchami 63x63x6 mm bo‘lishi kerak; teng yonli bo‘lmagan po‘lat burchaksimonlarning kesim o‘lchamlari esa 75x50x6 mm bo‘lishi kerak; po‘lat shveller va qo‘sh-tavr devorlarining qalinligi 5 mm, hamda tasmasimon po‘lat tunukalarning kengligi esa 60 mm dan kichik bo‘lmasligi kerak.

Oraliq masofasi 10 metrdan katta bo‘lgan zulfinlarning qoplamasini qalinligi esa 10 mm dan kichik bo‘lmasligi kerak.

Zulfinning alohida elementlarini o‘zaro payvandlab biriktirishda burchaksimon payvand choklarining kateti 6 mm, uzunligi esa 60 mm dan kichik bo‘lmasligi kerak. Barcha payvand choklari uzluksiz tarzda bo‘lishini ta‘minlash kerak.

Zulfinlarni loyihalashda ularning asosiy to‘sinlari (rigellar) tashqi yuklar ta‘sirida ortiqcha yuklanganlik koeffitsientlarisiz hisoblangan bo‘lsa, ularni nisbiy ko‘chishining ruxsat etiladigan qiymatlari 7.1-jadvaldan olinadi.

7.1-jadval

Zulfinlarni nisbiy ko‘chishining ruxsat etiladigan qiymatlari.

Zulfinlar:	$[f/\ell]$
yuqori gorizontal zichlagichli suvga botib turuvchi zulfinlarda...	1/1000
oqim ta‘sirida ishlovchi asosiy zulfinlarda.....	1/600
statik yuklar ta‘sirida ishlovchi asosiy va avariya zulfinlarida	1/500
ta‘mirlash zulfinlarida.....	1/400
konsolli zulfinlarda.....	1/300
zulfinlarning to‘sinlar panjarasidagi yordamchi elementlarda.....	1/250

Zulfinlarning bo‘ylama va ko‘ndalang bog‘lamlaridagi siqilishga va cho‘zilishga ishlaydigan elementlarning ruxsat etilgan egiluvchanligi $[\lambda] = 150$ deb qabul qilinadi, chunki zulfinlarni ko‘tarish va tushirish jarayonida bog‘lam elementlaridagi kuchlarning yo‘nalishlari navbatmanavbat o‘zga-rib turishi mumkin.

Yassi zulfinlarni loyihalashda, ularning hisobiy oraliq masofasini harakatlanuvchi tayanch o‘qlari orasidagi masofa quyidagicha aniqlanadi (7.4-rasmga qarang):

$$\ell_{ef} = \ell_0 + 2c, \text{ mm} \quad (7.15)$$

bu yerda: ℓ_0 – zulfinning suv o‘tadigan qismni kengligi, m; c -oraliq tayanch devorlari qirrasidan harakatlanuvchi tayanch o‘qigacha bo‘lgan masofa (ushbu masofa zulfin o‘rnatiladigan o‘yiqqlarga (paz) uning qo‘zg‘almas qismlarini joylashtirish uchun yetarli bo‘lishi kerak),m.

Odatda uning qiymati $c = 250 \dots 300 \text{ mm}$ oraliqda qabul qilinadi.

Zulfinlarning yuklangan oraliq masofasi, ya’ni yon tomondagi vertikal zichlagichlar orasidagi masofa quyidagicha aniqlanadi:

$$\ell_w = \ell_0 + (150 \dots 200), \text{ mm} \quad (7.16)$$

Suvga botib turuvchi zulfinlarda, ularning yuklangan balandligi, ya’ni yuqori va pastki gorizonta1 zichlagichlar orasidagi masofa quyidagicha aniqlanadi:

$$h_1 = h_0 + (150 \dots 200), \text{ mm} \quad (7.17)$$

bu yerda: h_0 - suv o‘tish yo‘lining balandligi, mm.

Yassi zulfinlarda esa $h_1 = H$ deb qabul qilinadi.

Segmentli zulfinlarda ularning hisobiy va yuklangan oraliq masofalari, zulfinning suv o‘tish yo‘llariga qanday tarzda joylashtirilganligiga bog‘liq bo‘ladi (7.10-rasm). Agar, segmentli zulfinning tayanch qismlari va sharnirlari chetki va oraliq devorlardagi maxsus o‘yiqqlarga joylashtirilgan bo‘lsa (7.14,a-rasm) zulfinning hisobiy va yuklangan oraliq masofalari quyidagicha aniqlanadi:

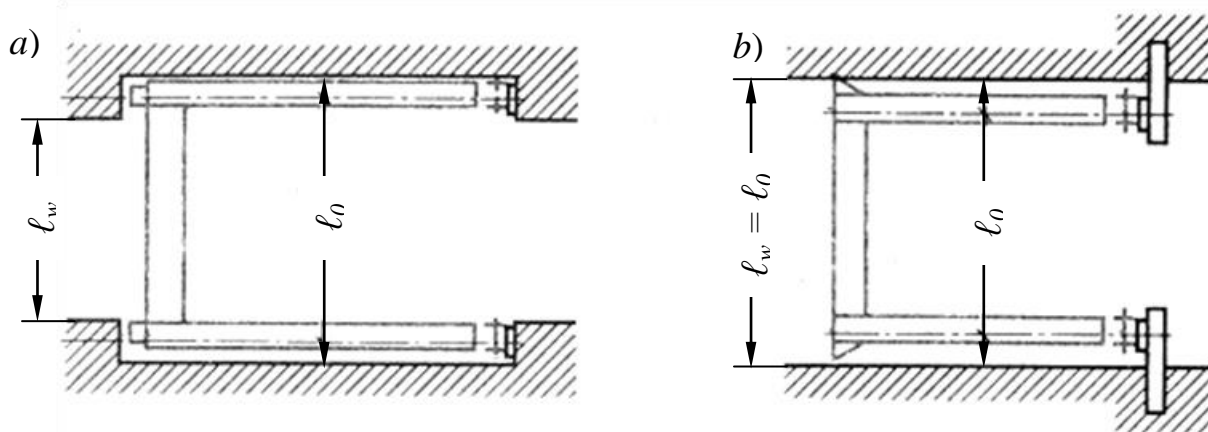
- hisobiy oraliq masofasi, $\ell_{ef} = \ell_0 + (600 \dots 1000), \text{ mm} \quad (7.18)$

- yuklangan oraliq masofasi (7.15) formula orqali aniqlanadi.

Agar segmentli zulfin o‘rnatiladigan suv yo‘llarining devorlarida maxsus o‘yiqqlar bo‘lmasa va zulfinning tanyach sharnirlari devorlarga konsoli tarzda joylashtirilsa (7.14,b-rasm), bunday zulfinlarning hisobiy va yuklangan oraliq masofalari quyidagicha aniqlanadi:

- hisobiy oraliq masofasi, $\ell_{ef} = \ell_0 - (600 \dots 1000), \text{ mm} \quad (7.19)$

- yuklangan oraliq masofasi, $l_w = l_0$.



7.14-rasm. Segmentli zulfining oraliq masofalarini aniqlash sxemalari.

Zulfinlarni oqilona konstruksiyalab loyihalashda, konstruksiya elementlari uchun material tanlash va ularni o‘zaro biriktirish masalalarini to‘g‘ri hal etish katta ahamiyat kasb etadi. Hidrotexnika inshootlarining po‘lat zulfinlari asosan ВСТЗсп5, 16Д, 09Г2С, 15XCHД markadagi po‘lat prokatlardan tayyorlanadi va ularning konstruksiya elementlari aksariyat hollarda o‘zaro payvandlab biriktiriladi. Ushbu po‘lat prokatlarni va payvand choklarining hisobiy qarshiliklari ilovaning 18,19 - jadvallarda keltirilgan.

7.4.1. Yassi zulfin elementlarini konstruksiyalash va hisoblash.

Yassi po‘lat zulfinlarni konstruksiyalashda ularning alohida elementlarini o‘zaro shunday tartibda joylashtirish kerakki, bunda konstruksiyaning mustaxkamligi to‘liq ta‘minlansin va shu bilan bir qatorda ularning tannarxi kichik bo‘lsin. Shunga ko‘ra yassi zulfinlarni konstruksiyalashda, ularning asosiy to‘sinlarini (rigellarini) suvning gidrostatik bosimi ta‘sirida teng yuklanganlik sharti bo‘yicha joylashtiramiz. Bunda rigellarga ta‘sir etadigan yuklarning miqdorlari deyarli teng bo‘ladi, shuning uchun ham ularning ko‘ndalang kesimlari birdek qabul qilinadi. Yuqoridagi qoidaga amal qilgan holda ikki rigelli zulfinlarning har bir rigelini suvning gidrostatik bosimining teng ta‘sir etuvchisidan bir xil masofada joylashtirish talab etiladi (7.4 va

7.11-rasmlar). Zulfining quyi rigeli uning pastki uchidan a_2 masofada joylashtiriladi. Ushbu masofa zulfining harakatlanuvchi tayanch qismini joylashtirish uchun etarli bo'lishi kerak. Odatda ushbu masofa sirpanuvchi tayanchli zulfinlar uchun $a_2 \approx 0,5 \dots 0,6$ m, g'ildirakli zulfinlar uchun esa $a_2 \approx 0,6 \dots 1,2$ m qabul qilinadi.

Yuqoridagi shartga asosan rigellar orasidagi masofa quyidagicha aniqlanadi:

$$a = 2(z - a_2), \text{ m} \quad (7.20)$$

bu yerda: z - zulfinlarga ta'sir etadigan gidrostatik bosim epyurasining asosidan og'irlik markazigacha bo'lgan masofa, m.

Bunda zulfining yuqorigi konsol qismining balandligi quyidagicha aniqlanadi:

$$a_1 = h - (a + a_2), \text{ m} \quad (7.21)$$

bu yerda: h - zulfining to'liq balandligi bo'lib, bir uchi yuqori b'efdagi suv sathidan tashqariga chiqib turadigan zulfinlar uchun $h = H + a_3$, suvga to'liq botib turadigan zulfinlar uchun $h = h_0 + (0,3 \dots 0,35), \text{ m}$; a_3 - yuqori b'efdagi suv sathidan zulfining yuqori uchigacha bo'lgan masofa, m ($a_3 = 0,3 \dots 0,4 \text{ m}$).

Yassi po'lat zulfinlar uzunligi bo'yicha shartli ravishda bir nechta alohida bo'laklarga (panellarga) bo'linadi. Bunda panellar soni bo'ylama bog'lam fermalarining simmetrikligini ta'minlash maqsadida juft songa teng deb qabul qilinadi. Odatda zulfining oraliq masofasi 12 metrdan kichik bo'lsa panellar soni to'rttagacha va aks holda panellar soni oltita yoki sakkizta qilib qabul qilinadi.

Panellarning uzunligi ℓ_p odatda quyidagi $h \leq \ell_p \leq 2h$ (h - rigel kesimining balandligi) oraliqda qabul qilinadi:

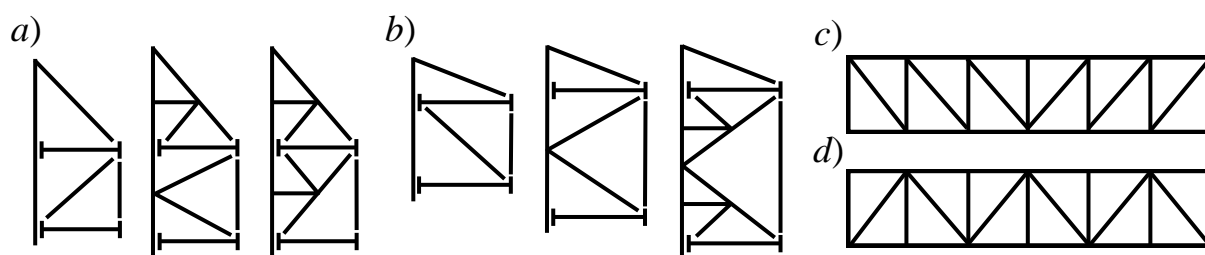
Yassi po'lat zulfinlarning gorizontaal yordamchi to'sinlari orasidagi masofalar konstruktiv talablar asosida belgilanadi. Bunda zulfining fazoviy bikrligi va to'sinlar orasidagi qoplamaning ustivorligi ta'minlanishi kerak.

Odatda yordamchi to'sinlar orasidagi masofalar $\ell_i \leq 70t_q$ (t_q -qoplash qalinligi) qabul qilinsa yuqoridagi konstruktiv talablar to'liq bajariladi. Lekin, to'sinlar orasidagi masofalar juda kichraytirib yuborilsa metall sarfi ortib, zulfining tannarxi ancha yuqori bo'ladi. Ushbu masofalarning qay darajada to'g'ri qabul qilinganligi zulfin qoplamasini hisoblashga tekshirib ko'riladi.

Yassi po‘lat zulfinlarning fazoviy birligini va geometrik o‘lchamlarini o‘zgarishsizligini ta‘minlash maqsadida har bir panellar chegarasida qoplamaga perpendikulyar bo‘lgan vertikal tekislik bo‘yicha ko‘ndalang bog‘lamlar joylashtiriladi. Ular uzluksiz (diafragma) va uzlukli (ferma) ko‘rinishida bo‘lishi mumkin. Ko‘ndalang bog‘lamlar orasidagi masofalar panellar uzunligiga teng deb qabul qilinadi.

Yassi po‘lat zulfinlarning ko‘ndalang bog‘lam fermalarining sxemalari 7.15-rasmda ko‘rsatilgan.

Bog‘lam fermalari panjarasining turi zulfining va rigellarning balandliklariga bog‘liq holda qabul qilinadi. Bunda ferma xovonlari va belbog‘lari orasidagi burchaklar $30...60^{\circ}$ oralig‘ida qabul qilinishi maqsadga muvofiq bo‘ladi. Bo‘ylama bog‘lam fermalari rigellarning yuklanmagan tokchalari tekisligi bo‘yicha joylashtiriladi. Bunda bo‘ylama bog‘lam fermalarining panjarasini shunday sxemada tanlash kerakki, nisbatan uzun sterjenlar, ya‘ni xovonlarning pastki uchlari markazga qarab yo‘nalgan bo‘lsin (7.15, *c*-rasm). Ushbu holatda xovonlar asosan cho‘zilishga ishlaydi va ularning ustivorligi yetarli darajada ta‘minlanadi. Lekin, ayrim hollarda ferma xovonlari o‘zgaruvchan yo‘nalishda ham joylashtirilishi mumkin (7.15, *d*-rasm).



7.15-rasm. Yassi zulfinlarning ko‘ndalang va bo‘ylama bog‘lam fermalari: *a, b* - yuza va suvga to‘liq botib turuvchi yassi zulfinlarning ko‘ndalang bog‘lam fermalari; *c, d* - yassi zulfinlarning bo‘ylama bog‘lam fermalari.

Yassi zulfinlarda po‘lat qoplama to‘sinlar panjarasi bilan birgalikda birkir disk hosil qiladi va natijada rigellarning siqilgan tokchalari bo‘yicha geometrik

qo'zg'almasligi va ularning vertikal tekislik bo'yicha ustivorligi deyarli to'liq ta'minlanadi.

Shuning uchun ham rigellarning siqilishga ishlaydigan tokchalari bo'yicha bo'ylama bog'lamlar qo'yilmaydi, chunki ushbu vazifani po'lat qoplama bajaradi. Odatda po'lat qoplamaning qalinligi 8...20 mm oralig'ida qabul qilinadi. Suvga to'liq botib turuvchi yuqori bosimli zulfinlarda qoplamaning qalinligini 40 mm gacha kattalashtirish mumkin. Oraliq masofasi 10 metrdan katta bo'lgan zulfinlarda konstruktsiyaning bikrligini ta'min-lash maqsadida qoplamaning qalinligi 10 mm dan kichik bo'lmasligi kerak.

Zulfinlar qoplamasini hisoblashda hisoblash sxemasi uzun tomoni bilan tayanchlarga elastik tarzda qotirilgan plastinka ko'rinishida qabul qilinadi. Bunday plastinkani hisoblashda shartli ravishda kengligi 1 sm bo'lgan elementar bo'lakchasi ajratib olinadi. Demak, qoplama oraliq masofasi ℓ_q bo'lgan, uchlari elastik tarzda qotirilgan vertikal to'sin singari hisoblanadi. Agar, zulfinning yordamchi to'sinlari sifatida qo'shtavrdan foydalanilsa qoplama qo'shtavr tokchalarining chetiga payvandlanadi va oraliq masofa ℓ_q ushbu choklar orasidagi masofaga teng deb qabul qilinadi. Agar, yordamchi to'sinlar sifatida shvellerlardan foydalanilsa oraliq masofa ℓ_q shveller devorlarining tashqi tekisliklari orasidagi masofalarga teng deb qabul qilinadi (7.16-rasm).

Qoplamaning uzunligini quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$\ell_q = a_2 - \frac{b_b}{2} - b, \text{ m} \quad (7.22)$$

bu yerda b_b - rigelning bosimsiz belbog'ning eni, m.

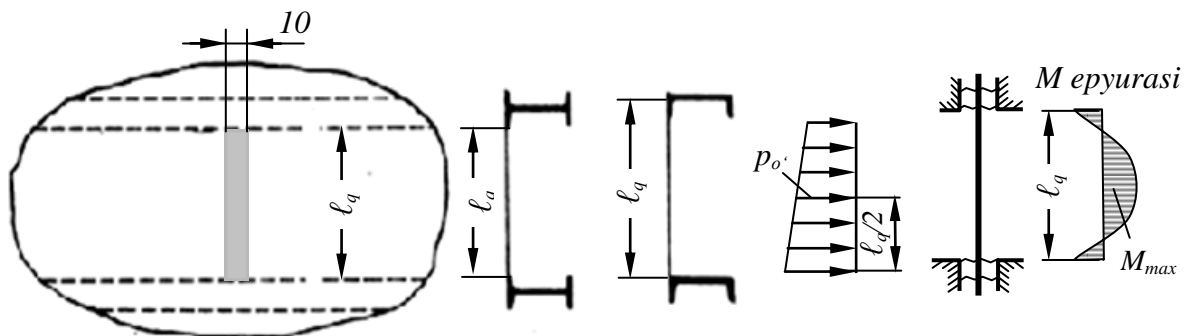
Rigelning bosimsiz belbog'ining enini quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$b_b = \frac{A - 1,63 \cdot t_q^2 \cdot \sqrt{E/R_u}}{2t_q}, \text{ m} \quad (7.23)$$

Qoplamani hisoblashda dastlab uning qalinligini minimal qiymati qabul qilinadi (masalan zulfinning oraliq masofasi $\ell_0 \geq 10$ m bo'lsa, $t_q = 10$ mm) so'ngra qoplama tayanchlari orasidagi masofalarning to'g'ri belgilanganligi quyidagi shart bo'yicha tekshiriladi:

$$[\ell_q] = 1,63 \cdot t_q \cdot \sqrt{R_u/P_{o'}} \geq \ell_q, \text{ m} \quad (7.24)$$

bu yerda $[\ell_q]$ - qoplama tayanchlari orasidagi masofaning ruxsat etilgan qiymati, m; t_q - qoplamaning qalinligi, m; R_u - qoplama tayyorlangan po'lat tunukaning egilishga bo'lgan hisobiy solishtirma qarshiligi, kPa; $P_{o'}$ - qaralayotgan uchastkaning o'rtasiga nisbatan suvning gidrostatik bosimi, kPa.



7.16-rasm. Qoplamaning hisoblash sxemasi.

Agar, tekshirishlarda $\ell_q \geq [\ell_q]$ bo'lsa, qoplamaning qalinligini o'zgartirmasdan yordamchi to'sinlarni sonini oshirish yoki ularni qaytadan joylashtirish talab etiladi. Bunda yuqoridan pastga tomon yordamchi to'sinlar orasidagi masofalar kamayib borishi kerak. Agar, qoplamaning qalinligi kattalashtirilsa metall sarfi keskin ortib ketadi.

7.16-rasmdagi epyura momentining maksimal qiymatini quyidagich aniqlash

mumkin:

$$M_{max} = \frac{P_{o'} \cdot \ell_q^2}{16}, \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (7.25)$$

Yordamchi to'sinlar, zulfinlardagi to'sinlar panjarasining gorizontallari hisoblanadi va ular o'z navbatida qoplama uchun tayanchlar vazifasini o'taydilar.

Yordamchi to'sinlar odatda zulfinning yuqori va pastki bog'lamlaridan tashqari qo'shtavrlardan tayyorlanadi. Chunki, qo'shtavrlarning bikrligi shvellerlarnikiga nisbatan kattaroq bo'ladi. Lekin ularda atmosferadagi zararli chiqindilarni to'planishi natijada ular korroziyaga beriluvchan hi-oblanadi. Shuning uchun ham aksariyat hollarda yordamchi to'sinlar shvellerlardan loyihalanadi.

Yordamchi to'sinlar qoplama orqali uzatiladigan uzluksiz kuchlar ta'siriga hisoblanadi. Shuning uchun ularni hisoblash sxemasi barcha oraliqlarda birdek teng taqsimlangan yuklar ta'sir etuvchi ko'p oraliqli gorizontal uzluksiz to'sin ko'rinishida qabul qilinadi. Bunda to'sinlar panjarasidagi vertikal ustunlar gorizontal yordamchi to'sinlar uchun tayanchlar vazifasini o'taydilar. Shu bois ham ular orasidagi masofalar, ya'ni panellar uzunligi ℓ_p gorizontal yordamchi to'sinlar uchun oraliq masofalar hisoblanadi (7.17-rasm).

Yordamchi to'sinlarni hisoblashda odatda eng ko'p yuklangan to'sin qabul qilinadi. Ko'pincha eng pastda joylashgan yordamchi to'sinlar boshqalariga nisbatan bir muncha ko'proq yuklangan bo'ladi. Yordamchi to'sinlarni hisoblashda birinchi navbatda ularning hisoblash sxemasi tuzilib (7.17,a-rasm), ularga ta'sir etadigan teng taqsiimlangan yukning qiymati quyidagi formula yordamida hisoblab topiladi:

$$q_{yu} = P_{o'} \cdot a_b, \text{ kN/m} \quad (7.26)$$

bu yerda: $P_{o'}$ - qaralayotgan to'singa ta'sir etadigan gidrostatik bosimning o'rtacha qiymati, kPa; a_b - qaralayotgan to'singa nisbatan yuklanganlik yuzasining vertikal balandligi, m. Uning qiymatini 7.17,b-rasmdan foydalaniba aniqlash

mumkin:

$$a_b = \frac{\ell_{q1} + \ell_{q2}}{2} + b, \text{ m} \quad (7.27)$$

Yordamchi to'sinlardagi eguvchi mometning maksimal qiymati quyidagi formula yordamida hisoblab topiladi:

$$M_{max} = 0,107 \cdot q_{yu} \cdot \ell_{zu}^2, \text{ kN}\cdot\text{m} \quad (7.28)$$

bu yerda ℓ_{zu} – zulfin ustunlari orasidagi masofa, m.

Zulfin ustunlari orasidagi masofa quyidagicha aniqlanadi:

$$\ell_{zu} = \ell_{ef} / n, \text{ m} \quad (7.29)$$

bu yerda n – zulfin ustunlarining soni.

Yordamchi to'sinning talab etilgan qarshilik momenti quyidagi formula orqali aniqlanadi:

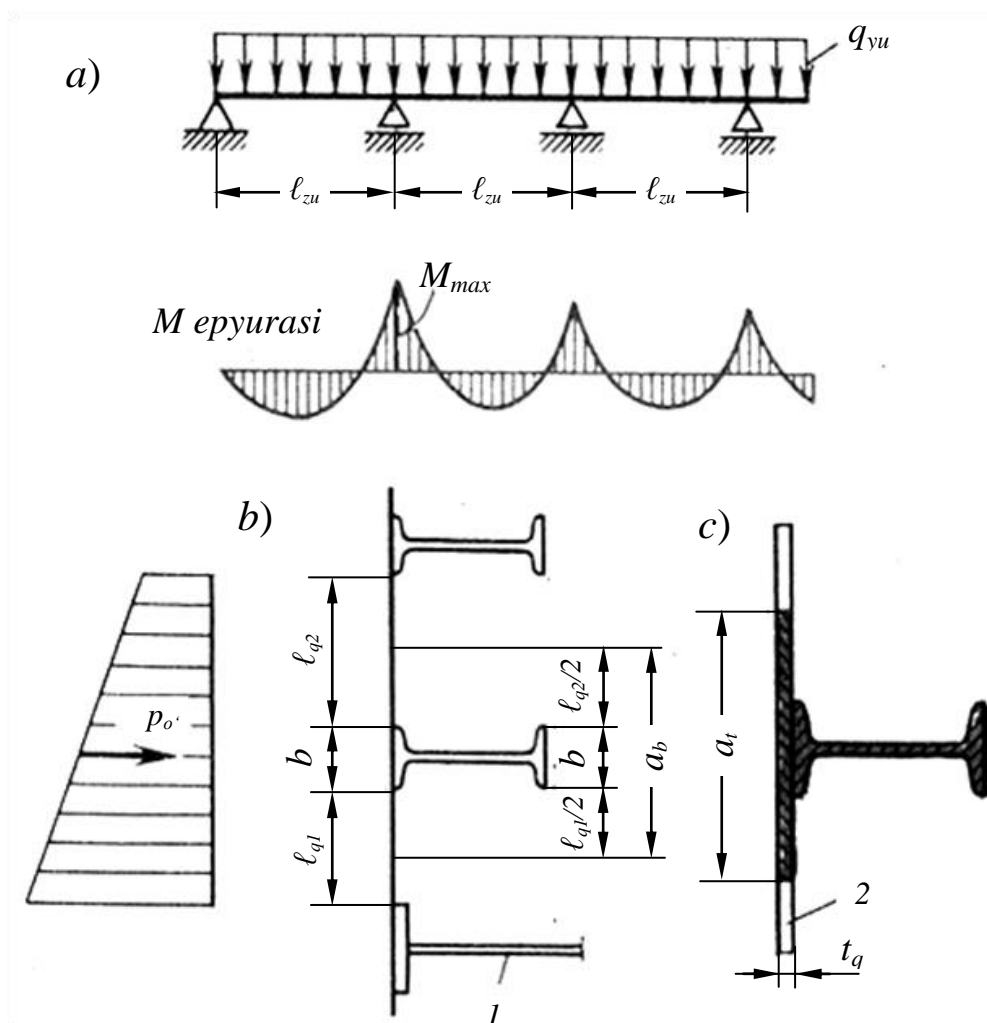
$$W = \frac{M_{max}}{R_u}, \text{ m}^3 \quad (7.30)$$

bu yerda R_u - prokatning egilishga bo'lgan hisobiy qarshiligi, kPa.

Yordamchi to'sinlarni hisoblashda qoplamaning vertikal tekisligi bo'yicha a_t uzunlikdagi qismi yordamchi to'sin bilan birga ishlaydi deb qabul qilinadi va uning qiymati quyidagi formula yordamida hisoblab topiladi (7.17, c-rasm):

$$a_t = b + 1,3 \cdot t_q \cdot \sqrt{E/R_u}, \text{ m} \quad (7.31)$$

bu yerda b - qo'shtavr tokchasining kengligi, m (agar, yordamchi to'sin shvellardan iborat bo'lsa, u holda $b = 0$); R_u - po'lat tunukaning hisobiy qarshiligi, MPa; E - po'lat tunukaning elastiklik moduli, MPa; t_q - qoplamaning qalinligi, m.



7.17-rasm. Yordamchi to'sinlarni hisoblash sxemalari: *a* - umumiy hisoblash sxemasi; *b* - har bir yordamchi to'singa ta'sir etadigan gidrostatik bosimning o'rtacha qiymatini aniqlash sxemasi; *c* - yordamchi to'sinning hisobiy kesim yuzasi; 1 - asosiy to'sin (rigel); 2 – qoplama.

Yuqoridagi hisoblash sxemasi (7.17,c-rasm) bo'yicha yordamchi to'sinning ko'ndalang kesimi qoplamaning elementar bo'lakchasi bilan birgalikda yig'ma kesimni tashkil etadi, shu bois ham yuqorida hisoblab topilgan W qiymati bo'yicha sortamentdan yordamchi to'sin profil raqamini aniqlashda, uni bir raqamga kichik qabul qilish tavsiya etiladi. Chunki, bunda qoplamaning qalinligini ham e'tiborga olish kerak. Shundan so'ng qabul qilingan yig'ma kesimning inertsiya momenti J_x va minimal qarshilik momenti W_{\min} aniqlanadi. Yig'ma to'sin profilining to'g'ri qabul qilinganligi quyidagi shart bo'yicha tekshiriladi: $W_{\min} > W$.

Yassi po'lat zulfinlarning vertikal ustunlari, yordamchi to'sinlarga tayanch vazifasini o'tashi bilan birga bir vaqtning o'zida ko'ndalang bog'lam fermalarining yuklangan belbog'i vazifasini ham o'taydilar. Shu sababli zulfinning vertikal ustunlari aloxida hisoblanmaydi. Ular ko'ndalang fermalarni hisoblashda, fermaning yuklangan belbog'lari sifatida bo'ylama kuchlarga va maxalliy egilishga ishlaydigan elementlar singari murakkab zo'riqishlarga hisoblanadi. Odatda yassi po'lat zulfinlarning vertikal ustunlari yakka qo'shtavlardan yoki bir juft shvellerlardan iborat deb qabul qilinadi.

Yassi po'lat zulfinlarning asosiy to'sinlari odatda rigellar deb ataladi. Ular zulfinlarning eng asosiy yuk ko'taruvchi elementlari hisoblanadi. Rigellar zulfin o'rnatiladigan suv yo'lining kengligiga va suvning chuqurligiga qarab prokat to'sinlar (kichik oraliqli zulfinlarda), yig'ma to'sinlar va ayrim hollarda esa panjarasimon konstruksiyalar - fermalar ko'rinishida loyihalanishi mumkin.

Rigellarning hisoblash sxemasi teng taqsimlangan yuklar ta'siridagi bir oraliqli sharnirli qotirilgan to'sinlar yoki fermalar ko'rinishida qabul qilinadi (7.18, a-rasm).

Yassi po'lat zulfinlarda rigellar zulfinning balandligi bo'yicha gidrostatik bosim ta'sirida teng yuklanganlik sharti bo'yicha joylashtiriladi. Bunda har bir rigelga ta'sir etadigan teng taqsimlangan yuk miqdori quyidagi formulalar yordamida aniqlanadi:

$$\text{yuza joylashgan zulfinlar uchun} \quad q = 0,25 \cdot \gamma_s \cdot H^2, \text{ kN/m} \quad (7.32)$$

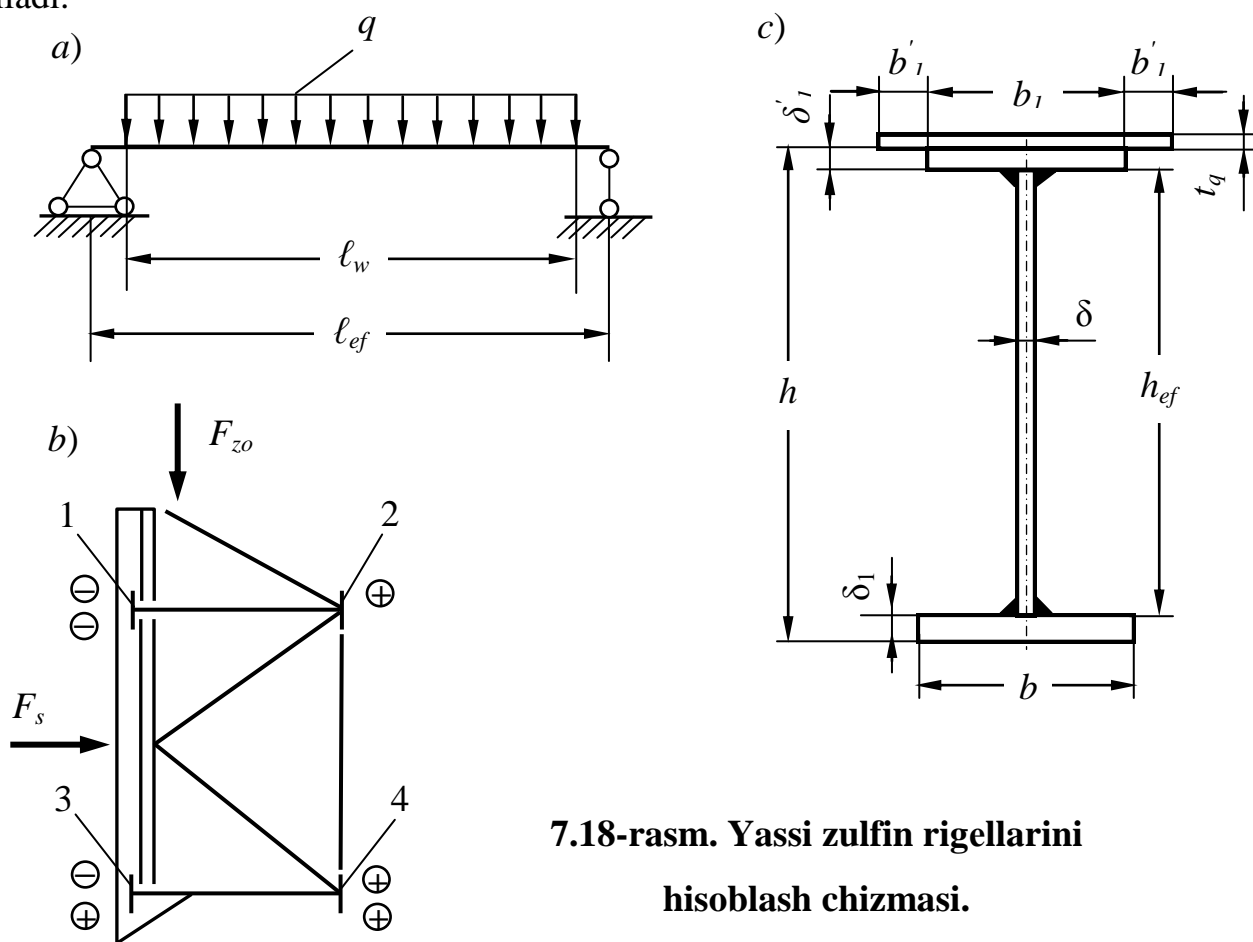
suvga to'liq botibgan zulfinlar uchun

$$q = 0,25 \cdot \gamma_s \cdot h_1 \cdot (2H - h_1), \text{ kN/m} \quad (7.33)$$

Yassi po‘lat zulfinlarning rigellarini konstruksiyalash va hisoblashda, ularning belbog‘larini bir vaqtning o‘zida zulfinlarning bo‘ylama bog‘lam fermalari uchun belbog‘ vazifasini o‘tashini ham e‘tiborga olish kerak.

Suvning bosimining kuchi F_s ta‘sirida rigellarning 1 va 3 yuklangan belbog‘lari siqilishga va qarama-qarshi tomonidagi 2 va 4 belbog‘lari esa cho‘zilishga ishlaydi (7.18, b-rasm).

Shuningdek, zulfinning xususiy og‘irlik kuchi F_{og} ta‘sirida rigellarning 1 va 2 belbog‘lari siquvchi kuchlarni, 3 va 4 belbog‘lari esa cho‘zuvchi kuchlarni qabul qiladi.



7.18-rasm. Yassi zulfin rigellarini hisoblash chizmasi.

Bunda tashqari yuqori rigelning siqilishga ishlaydigan 1 belbog‘i hamda quyi rigelning cho‘zilishga ishlaydigan 4 belbog‘lari rigellarning xususiy og‘irlik kuchlari ta‘sirida qo‘shimcha ravishda yuklansa, ularning 2 va 3 belbog‘laridagi z‘yriqishlar esa biroz kamayadi. Lekin, shunga qaramay ikkala rigelning belbog‘lari birdek loyihalanadi. Faqat rigellarning kesimlarini belgilashda zulfinning xususiy og‘irlik

kuchi F_{zo} ni e'tiborga olib, asosiy yuk, ya'ni suvning gidrostatik bosim kuchi F_s taxminan 10 % ga oshirib qabul qilinadi.

Rigellarning ko'ndalang kesimlari yig'ma to'sin singari loyihalanganligi uchun ularning hisobi, ya'ni barcha o'lchamlarini aniqlash va ularning mustahkamligini tekshirish yig'ma po'lat to'sinlarni hisoblash kabi amalga oshiriladi. Faqat hisoblashlarda rigellarning yuklangan belbog'larini ularga yopishib turgan qoplamaning ma'lum bir qismi bilan birga ishlashi e'tiborga olinishi kerak (7.18,c-rasm). Bunda qoplama bo'lakchasining uchlari rigelning yuqori belbog'i chetlaridan ikki tomonga b'_1 masofaga chiqib turadi deb qabul qilinadi va uning qiymati quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$b'_1 = 0,65 \cdot t_q \cdot \sqrt{E/R_u}, \text{ m} \quad (7.34)$$

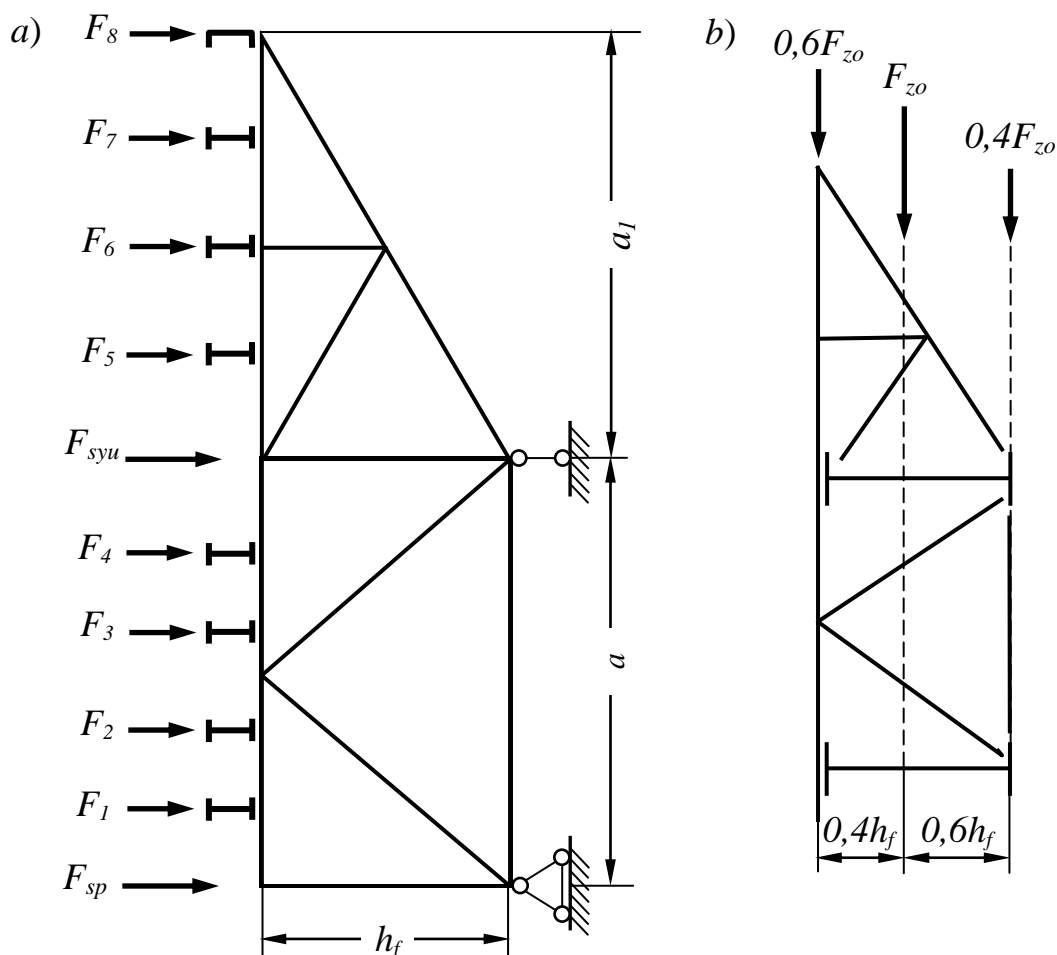
Gigelning yuklangan belbog'ining natijaviy ko'ndalang kesim yuzasi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$A_{yub} = (t_q + \delta'_1) \cdot b_1 + 1,3 \cdot t_q^2 \cdot \sqrt{E/R_u}, \text{ m}^2 \quad (7.35)$$

Rigelning ko'ndalang kesimi yig'ma to'sin shaklida qabul qilinsa, rigel tokchasining pastki qirrasi va suv o'tish yo'lining ostona tekisligi orasidagi α burchagi aniqlanadi (7.4-rasm). Agar, α burchagining qiymati 30^0 dan kichik bo'lsa zulfinning ko'tarish jarayonida pastki rigelning ostki qismida vakuum hosil bo'ladi va zulfinni suvdan ko'tarish uchun katta kuch talab etiladi. Shuning uchun ham bunday hollarda, ya'ni $\alpha < 30^0$ bo'lsa, rigel devorining mualliq o'qi bo'yicha bir nechta maxsus teshiklar qo'yiladi. Bunda teshik yuzalarining yig'indisi rigel devorini yuzasining 20% dank am bo'lmasligi kerak (7.4-rasm). Ushbu konstruktiv chora-tadbirlar ko'rilgan zulfinlarni ko'tarib tushirish ancha oson amalga oshiriladi va ular oxista harakatlanadi. Rigellari po'lat fermalardan iborat bo'lgan zulfinlarda rigellarni hisoblash po'lat fermalarni konstruksiyalash va hisoblash qoidalari asosida amalga oshiriladi. Faqat bunda fermaning yuklangan belbog'i qoplamaning ma'lum bir qismi bilan birgalikda ishlaydi deb qaraladi va shu bois ham u nomarkaziy siqilishga ishlaydi deb hisoblanadi. Rigellarning po'lat fermalarini konstruksiyalashda rigellarning oraliq masofasi, soni va ular orasidagi masofalar e'tiborga olinishi kerak.

Shunga qarab rigel fermalarining panjaralar tizimi va ularga uzviy bog‘liq bo‘lgan bo‘ylama bog‘lam fermalarining panjaralar tizimi loyihalanadi.

Yassi zulfinlarning ko‘ndalang bog‘lamlari o‘zaro ma’lum bir masofada vertikal tarzda joylashgan bir nechta fermalardan iborat bo‘ladi. Ushbu fermalar zulfining geometrik o‘lchamlarini o‘zgarmasligini ta’minlab turadi. Bir tomondan to‘sinlar panjarasidagi vertikal ustunlar, ikkinchi tomondan esa bo‘ylama bog‘lam fermalarining ustunlari va zulfining konsol qismidagi tirgovich o‘zaklar ko‘ndalang bog‘lam fermalarining belbog‘lari vazifasini o‘taydilar. Ko‘ndalang bog‘lam fermalarini hisoblashda, ular cho‘zilishga ishlaydigan belbog‘ tugunlarida rigellarga tayanadi deb qabul qilinadi va ularning yuklangan belbog‘lariga esa gorizontaal yordamchi to‘sinlar orqali jamlangan kuchlar ta’sir etadi (7.19-rasm).



7.19-rasm. Yassi zulfinlarning ko‘ndalang va bo‘ylama fermalarini hisoblash chizmasi: a – ko‘ndalang bog‘lam fermalarini hisoblashda; b – bo‘ylama bog‘lam fermalarini hisoblashda.

Zulfining yordamchi to'sinlari orqali ko'ndalang bog'lam fermalariga uzatiladigan yig'ma kuchlarning miqdori quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\Sigma F = q_{yu} \cdot \ell_p, \text{ kN} \quad (7.36)$$

Gigelning yuklangan belbog'lariga ta'sir etadigan suvning yuqori F_{syu} va pastki F_{sp} bosim kuchining jamlangan qiymati.

Ko'ndalang bog'lam fermasining balandligi rigelning to'liq balandligidan biroz kichikroq bo'ladi va uning balandligi ruxsat etilgan kichik xatolik bilan quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$h_f = h - (h_{yut} + 0,5h_u), \text{ m} \quad (7.37)$$

bu yerda h - rigel kesimining to'liq balandligi, m; h_{yut} - yordamchi to'sin ko'ndalang kesimining balandligi, m; h_u - ustun ko'ndalang kesimining balandligi, m.

Ko'ndalang bog'lam ferma o'zaklaridagi zo'riqishlar, qurilish mexanikasi fanidan tavsiya etiladigan analitik yoki grafik usullar yordamida aniqlanadi.

Yassi zulfinlardagi bo'ylama bog'lamlar, rigellarning yuklanmagan belbog'lari bilan birgalikda bo'ylama bog'lam fermalarini tashkil etadi.

Bo'ylama bog'lam fermalarining hisobini bir muncha soddalashtirish maqsadida ularning panjarasidagi zo'riqishlar faqat zulfining og'irlik kuchi F_{zo} ta'siridagina hosil bo'ladi deb qarash mumkin. Bunda zulfining og'irlik kuchiuning og'irlik markazidan rigellarning yuklangan va yuklanmagan belbog'larining qanday masofada joylashuviga qarab $0,6F_{zo}$ va $0,4F_{zo}$ nisbatda taqsimlanadi (7.19, b-rasm). Demak, zulfining butun og'irlik kuchining qariyb 40% bo'ylama bog'lam fermaning yuqori belbog'idagi tugunlarga uzatiladi.

Shunga asoslanib, bo'ylama bog'lam fermasining har bir tuguniga ta'sir etadigan kuchni quyidagi formula yordamida aniqlash mumkin:

$$F_i = 0,4 \cdot F_{zo} \cdot \ell_p / \ell_{ef}, \text{ kN} \quad (7.38)$$

Shundan so'ng bo'ylama bog'lam fermasining o'zaklaridagi zo'riqishlar qurilish mexanikasida tavsiya etiladigan usullar bo'yicha aniqlanadi va ularning ko'ndalang

kesimlari yengil po‘lat fermalarni konstruksiyalash va hisoblash asoslari bo‘yicha qabul qilinadi.

Bo‘ylama bog‘lam fermasining ustunlari bir vaqtning o‘zida ko‘ndalang bog‘lam fermalarining yuklanmagan belbog‘lari vazifasini ham o‘taydilar. Shuning uchun ham ushbu o‘zaklar ko‘ndalang bog‘lam fermalarini hisoblashda cho‘zilishga ishlasa, bo‘ylama bog‘lam fermasini hisoblashda esa ular siqilishga ishlaydi. Lekin shunga qaramay ularning mustahkamligini va ustuvorligini yetarli darajada ta‘minlash maqsadida ular faqat siqilishga ishlaydi deb, ularning ko‘ndalang kesimlari tanlanadi.

7.4.2. Segmentli zulfin elementlarini konstruksiyalash va hisoblash.

Yuza joylashgan segmentli zulfinlarni konstruksiyalashda, dastlab ularning aylanish o‘qining yuqori b‘efdagi suv sathiga nisbatan vaziyati aniqlab olinadi. Odatda segmentli zulfinlarning aylanish o‘qini yuqori b‘efdagi suv sathidan biroz yuqoriroqqa joylashtirish maqsadga muvofiq bo‘ladi. Chunki, bunda zulfinlarning tayanch qismini muzlashdan, cho‘kindilar bilan ifloslanishdan va suv betida harakatlanuvchi jismlar (muz parchalari, shox-shabbalar va h.k.) ta‘sirida mexanik shikastlanishlardan asrashga erishiladi.

Segmentli zulfinlar qoplamasining egrilik radiusi ularning portal ramalarining ishlashiga va zulfinning og‘irligiga katta ta‘sir ko‘rsatadi. Qoplamaning egrilik radiusi qancha katta bo‘lsa, portal ramaning ustunlari shuncha katta bo‘ladi va zulfinning og‘irligi ham nisbatan katta bo‘ladi.

Segmentli zulfinning balandligi quyidagicha aniqlanadi:

$$h_{zb} = H + (0,3 \dots 0,5), \text{ m} \quad (7.39)$$

bu yerda H - yuqori b‘efdagi suvning chuqurligi, m.

Segmentli zulfinlarning konstruksiyalashda ularning qoplamasining egrilik radiusi aniqlanadi:

$$r = (1,2 \dots 1,5) \cdot h_{zb}, \text{ m} \quad (7.40)$$

Segmentli zulfinlarning rigellari ham imkoni boricha xuddi yassi zulfinlarning rigellari kabi teng yuklanganlik sharti bo'yicha joylashtirishi kerak. Buning uchun ular gidrostatik bosimning teng ta'sir etuvchisidan bir xil masofada joylashgan bo'lishi kerak.

Segmentli zulfinlarda quyi rigelning tekisligi suv o'tish yo'lining tekisligidan a_2 masofada bo'lishi kerak:

$$a_2 \approx 0,12 \cdot h_{zb}, \text{ m} \quad (7.41)$$

Segmentli zulfinlarda yuqori konsol qismining uzunligi a_1 va o'rta panelning uzunligi a quyidagi nisbatlarda qabul qilinadi:

$$a_1 \approx 0,48 \cdot h_{zb}, \text{ m} \quad \text{va} \quad a \approx 0,4 \cdot h_{zb}, \text{ m} \quad (7.42)$$

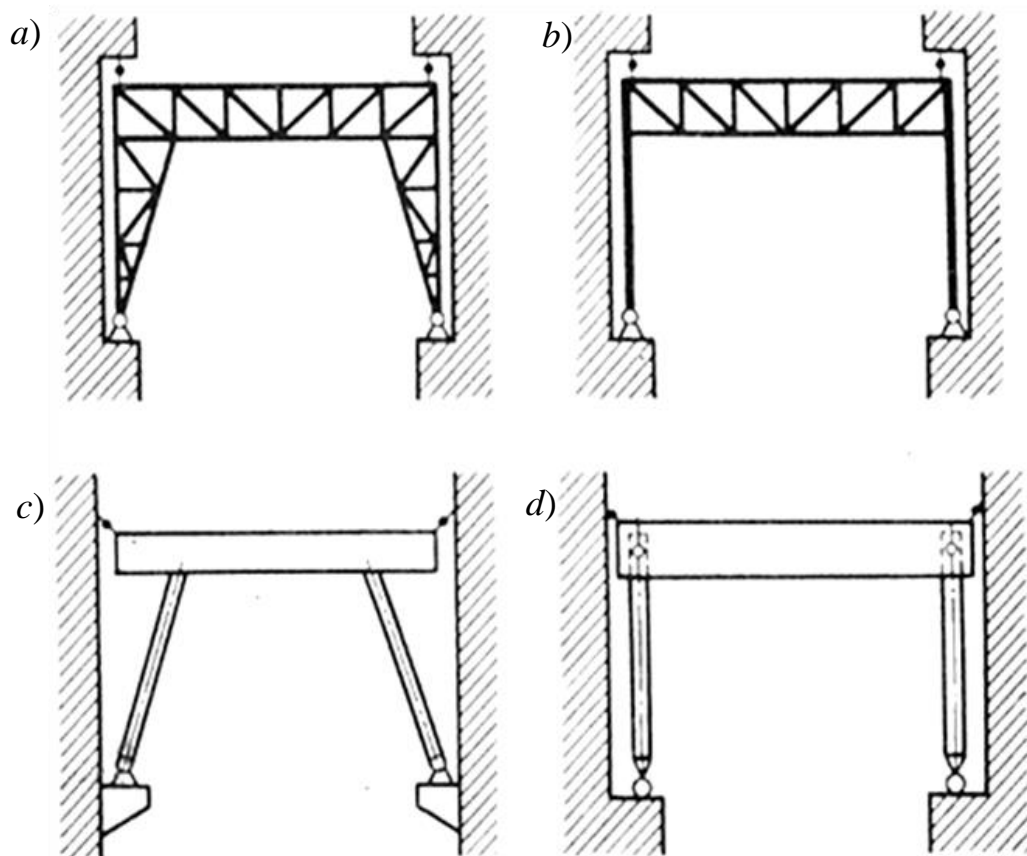
Segmentli zulfinlar oraliq qurilmalarining konstruktsiyalari bo'yicha quyidagi turlarga bo'linadi: bikr to'g'ri oyoqli (7.20,*a*-rasm); egiluvchan to'g'ri oyoqli (7.20,*b*-rasm); elgiluvchan qiya oyoqli (7.20,*c*-rasm); rigelga sharnirli biriktirilgan oyoqli (7.20,*d*-rasm).

Qiya oyoqli segmentli zulfinlar bir qancha afvzalliklarga ega bo'ladi. Masalan, zulfinning oraliq qurilmalarida konsolning mavjudligi asosiy rigellardagi eguvchi moment miqdorlarini kamaytirish imkonini beradi va natijada rigelning balandligi kamayib, ko'ndalang fermalaraning (diafragma) ham og'irligi sezilarli darajada kamayadi. Bu esa zulfinning xususiy og'irligini kamayishiga asos yaratadi.

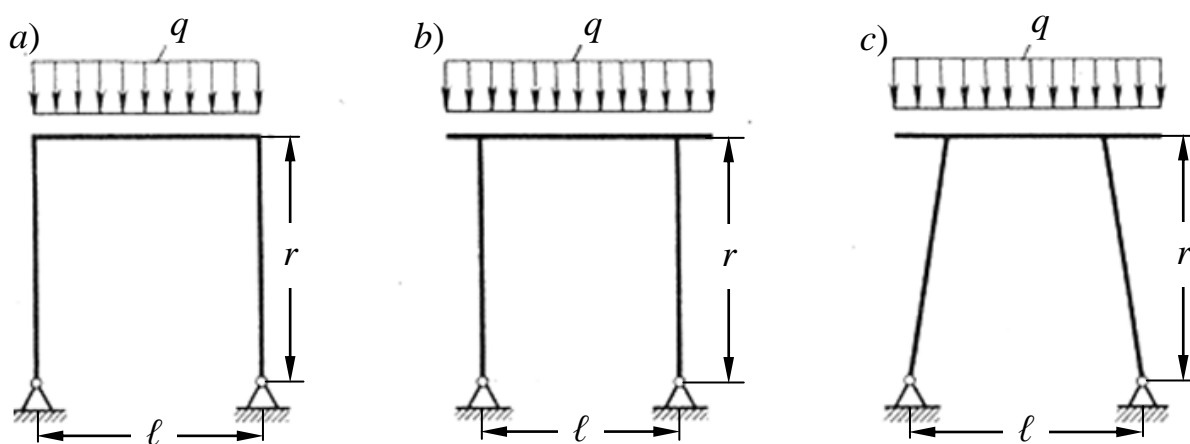
Segmentli zulfinlarning yuk ko'taruvchi qismlarini konstruksiyalashda zulfinning oyoqlari rigellar bilan bikr tarzda biriktirilishi ancha maqsadga muvofiq bo'ladi. Chunki, bunday hollarda zulfinning oyoqlari va rigellari bir butun holda ishlovchi rama konstruktsiyasini (portal) tashkil etadi (7.21-rasm).

Segmentli zulfinlarning portallari quyidagi turlarga bo'linadi: II-shaklidagi rama (7.21,*a*-rasm); II-shaklidagi konsolli rama (7.21,*b*-rasm) va trapetsiya shaklidagi konsolli rama (7.21,*c*-rasm).

Odatda rama oyoqlari tayanchlarga sharnirli biriktiriladi. Shunda rama rigellari egilishga ishlaganida ularga bikr tarzda biriktirilgan rama oyoqlarining ma'lum bir qismi ham egilishga ishlaydi va tayanch sharnirlarida gorizontaal yo'nalgan tayanch reaksiyalari hosil bo'ladi.



7.20-rasm. Segmentli zulfinlar yuk ko‘taruvchi qismlarining konstruksiyalari.



7.21-rasm. Segmentli zulfinlardagi portal turlari.

Rama elementlaridagi kuchlar va momentlar qurilish mexanikasi fanida tavsiya etilgan qoidalar asosida aniqlanadi. So‘ngra esa portal elementlarining ko‘ndalang

kesimlarini aniqlashga kirishiladi. Bunda mumkin qadar quyidagilarga amal qilish lozim: rigellarni iloji boricha yig'ma to'sin, portal oyoqlarini esa prokat qo'shtavrlar ko'rinishida loyihalash kerak. Agar prokat qo'shtavrlarning yuk ko'tarish qobiliyati kichik deb topilsa, u holda ular yaxlit yig'ma kesimli kolonnalar ko'rinishida ham loyihalanishi mumkin.

Portal elementlarini loyihalashda ularning o'ziga xos quyidagi kesimlar bo'yicha mustahkamliklarini tekshirish maqsadga muvofiq bo'ladi: rigellarning oraliq masofalarining o'rtasida; rigellarning konsol va portal oyoqlariga biriktirilgan qismlarida; portal oyoqlarining rigellarga biriktiriladigan qismlarida.

Portalning oyoqlari asosan bo'ylama egilishga ishlaydi. Ularni portal tekisligi bo'yicha hisoblashda portal oyoqlarining nazariy uzunligi (tayanchdagi sharnir o'qidan to rigel kesimining neytral o'qigacha bo'lgan masofa) ularning hisobiy uzunligiga teng deb qabul qilinadi. Portal tekisligidan tashqarida esa portal oyoqlarining hisobiy uzunligi tayanch fermalarining tugunlari orasidagi masofalarga teng deb qabul qilinadi.

Segmentli zulfining tayanch ferma elementlaridagi zo'riqishlar konstruktsiyaning xususiy og'irlik kuchi va ko'tarish zanjiri yoki po'lat arqonidan (kanat) qoplama orqali uning egrilik markazi tomon yo'nalgan teng taqsimlangan bosimi bo'yicha aniqlanadi. Ushbu kuchlar unchalar katta bo'lmaganligi uchun odatda tayanch ferma elementlarining ko'ndalang kesimlari ruxsat etilgan egiluvchanligini $[\lambda] = 150$ deb qabul qilinadi.

Bundan tashqari asosiy rigellarning balandligini kamayishi ko'ndalang fermalarning (diafragmalarni) og'irligini kamaytirish imkonini beradi. Natijada zulfining xususiy og'irligi kamayib uning ko'tarish uchun kamroq energiya sarf etiladi.

Segmentli zulfinlarni konstruktsiyalashda rigellarni alohida qismlarga (panellarga) ajratish, yordamchi to'sinlarni joylashtirish, ko'ndalang va bo'ylama bog'lam fermalaridagi panjaralar turini tanlash yuqorida bayon etilgan yassi zulfinlarni konstruktsiyalash qoidalariga o'xshash tarzda amalga oshiriladi. Bundan tashqari segmentli zulfinlarning qoplamasini va yordamchi to'sinlarini

konstruksiyalash va hisoblash ham xuddi yassi zulfinlarniki singari amalga oshiriladi. Segmentli zulfinlarning ko'ndalang bog'lam fermalarini hisoblash yassi zulfinlarning ko'ndalang fermalarini hisoblash singari amalga oshirilsa ham, faqat ushbu fermalarga qo'yilgan tashqi yuklar zulfinning aylanish radiusi bo'yicha markazga yo'nalgan deb qaraladi.

ZULFINLARNI HISOBLASHGA DOIR AMALIY MASHG'LOTLAR

7.1-Masala. Yassi suv zilfinlarini hisoblash. Hisoblash uchun berilganlar: suv sathining balandligi $H = 8 \text{ m}$; zulfinning kengligi $\ell_0 = 14 \text{ m}$; zulfin БСТЗКП2 rusumli po'latdan yasalgan bo'lib, uning uchun elastiklik moduli $E = 210 \cdot 10^3 \text{ MPa}$, zulfinning solishtirma qarshiligi $R_{zu} = 225 \text{ MPa}$, rigelning solishtirma qarshiligi $R_{zr} = 170 \text{ MPa}$; elektrodning markasi Э42; po'lat simning markasi СВ-08; konstruk-siyaning ish sharoiti koeffitsiyenti $\gamma_{ish} = 1$; po'lat qoplamaning qalinligi $t_q = 10 \text{ mm}$.

Yechish: Zulfinlarning yuklangan oraliq masofasi, ya'ni yon tomondagi vertikal zichlagichlar orasidagi masofani (7.15) formuladan foydalanib, aniqlayimiz:

$$\ell_w = \ell_0 + 0,2) = 14 + 0,2 = 14,2 \text{ m.}$$

Zulfinning hisobiy oraliq masofasini (7.14) formuladan foydalanib, quyidagicha aniqlayimiz:

$$\ell_{ef} = \ell_0 + 2c = 14 + 2 \cdot 0,3 = 14,6 \text{ m.}$$

Zulfinga suv bosimi ta'sir kuchning (yukning) hisobiy qiymatini (7.2) formula orqali aniqlaymiz:

$$F_{sz} = \frac{H^2 \cdot \ell_w \cdot \gamma_s}{8} = \frac{8^2 \cdot 4,2 \cdot 10}{8} = 1136 \text{ kN}$$

O'rta oraliq uchun zulfin rigelining (to'sininig) taxminiy balandligi quyidagicha aniqlanadi:

$$h_r = \frac{1}{8} \cdot \ell_{ef} = \frac{1}{8} \cdot 14,6 = 1,8 \text{ m} = 180 \text{ sm.}$$

Zulfin ustunlari orasidagi teng masofani ℓ_{zu} aniqlash uchun rigel uzunligini 6 ga bo'lamiz, shunda $\ell_{zu} = \frac{1}{6} \cdot \ell_{ef} = \frac{1}{6} \cdot 14,6 = 2,42 \text{ m} = 242 \text{ sm.}$

Loyiha konstruksiyasi quyidagi shartni bajarishi kerak:

$h_r < \ell_{t0} < 2h_r$ $180 < 242 < 360$, demak shart bajariladi.

Suv sathidan tashqariga chiqib turadigan zulfinning to'liq balandligi quyidagicha aniqlanadi: $h = H + a_3 = 8 + 0,3 = 8,3$ m.

bu yerda a_3 - yuqori b'efdagi suv sathidan zulfinning yuqori uchigacha bo'lgan masofa, m ($a_3 = 0,3 \dots 0,4$ m).

Zulfin rigelining pastki uchidagi masofa, g'ildirakli zulfinlar uchun $a_2 = 0,6 \dots 1,2$ m oraliqda bo'ladi, biz uning qiymatini $a_2 = 0,8$ m = 80 sm deb olamiz.

Zulfin sirtiga ta'sir etuvchi kuchlarning yig'indisi suv tubidan z masofada joylashgan bo'ladi, uning qiymatini (7.5) formuladan foydalanib aniqlanadi:

$$z = H/3 = 8/3 = 2,67 \text{ m.}$$

Rigellar orasidagi masofa (7.20) formula orqali aniqlanadi:

$$a = 2 \cdot (z - a_2) = 2 \cdot (2,67 - 0,8) = 3,74 \text{ m.}$$

Zulfinning yuqorigi konsol qismining balandligi (7.21) formula orqali aniqlanadi:

$$a_1 = h - (a + a_2) = 8,3 - (3,74 + 0,8) = 3,76 \text{ m.}$$

QMQ talablariga asosan zulfin rigellari teng masofalarda joylashtirish, konstruktiv talablariga asosan yordamchi to'sinlarni hisob bo'yicha joylashtirib chiqiladi.

Zulfinning rigellari orasiga 5 dona yordamchi to'sinlar joylashtiriladi, ularning yuqori qismidagi uchtasining uzunliklari bir xil masofada, ya'ni $\ell_5 = \ell_6 = \ell_7 = 0,7$ m dan, qolganlari esa $\ell_8 = 0,6$ m; $\ell_9 = 0,55$ m; $\ell_{10} = 0,5$ m dan qilib olinadi.

Zulfinning yuqori konsol qismini bir xil masofada, ya'ni $\ell_2 = \ell_3 = \ell_4 = 0,9$ m dan qilib olinadi.

Konsolning uch qismidagi masofa ℓ_1 ni quyidagicha aniqlaymiz:

$$\ell_1 = a_1 - 3 \cdot \ell_2 = 3,76 - 3 \cdot 0,9 = 1,06 \text{ m.}$$

Yuqorida aniqlangan masofalarning o'rtalariga zulfin sirtiga suv bosimi ta'sir qiladi, suv sathidan zulfin sirtiga ta'sir qiluvchi bosimgacha bo'lgan tegishli chuqurliklar quyidagicha aniqlanadi:

$$h_1 = \frac{\ell_1 - a_3}{2} = \frac{1,06 - 0,3}{2} = 0,38 \text{ m;}$$

$$h_2 = \ell_1 - a_3 + \frac{\ell_2}{2} = 0,76 + \frac{0,9}{2} = 1,21 \text{ m.}$$

$$h_3 = h_2 + \frac{\ell_2}{2} + \frac{\ell_3}{2} = 1,21 + \frac{0,9}{2} + \frac{0,9}{2} = 2,11 \text{ m.}$$

$$h_4 = h_3 + \frac{\ell_3}{2} + \frac{\ell_4}{2} = 2,1 + \frac{0,9}{2} + \frac{0,9}{2} = 3,01 \text{ m.}$$

$$h_5 = h_4 + \frac{\ell_4}{2} + \frac{\ell_5}{2} = 3,01 + \frac{0,9}{2} + \frac{0,7}{2} = 3,81 \text{ m.}$$

$$h_6 = h_5 + \frac{\ell_5}{2} + \frac{\ell_6}{2} = 3,81 + \frac{0,7}{2} + \frac{0,7}{2} = 4,51 \text{ m.}$$

$$h_7 = h_6 + \frac{\ell_6}{2} + \frac{\ell_7}{2} = 4,51 + \frac{0,7}{2} + \frac{0,7}{2} = 5,21 \text{ m.}$$

$$h_8 = h_7 + \frac{\ell_7}{2} + \frac{\ell_8}{2} = 5,21 + \frac{0,7}{2} + \frac{0,6}{2} = 5,86 \text{ m.}$$

$$h_9 = h_8 + \frac{\ell_8}{2} + \frac{\ell_9}{2} = 5,86 + \frac{0,6}{2} + \frac{0,54}{2} = 6,43 \text{ m.}$$

$$h_{10} = h_9 + \frac{\ell_9}{2} + \frac{\ell_{10}}{2} = 6,43 + \frac{0,54}{2} + \frac{0,5}{2} = 6,95 \text{ m.}$$

$$h_{11} = h_{10} + \frac{\ell_{10}}{2} + \frac{\ell_{11}}{2} = 6,95 + \frac{0,5}{2} + \frac{0,8}{2} = 7,60 \text{ m.}$$

$$h_{12} = H = 8 \text{ m.}$$

Ushbu masofalarga mos keladigan tegishli gidrostatik bosimni (7.1) formula yordamida aniqlaymiz:

$$P_1 = \gamma_s \cdot h_1 = 0,01 \cdot 0,38 = 0,0038 \text{ MPa.}$$

$$P_2 = \gamma_s \cdot h_2 = 0,01 \cdot 1,21 = 0,0121 \text{ MPa.}$$

$$P_3 = \gamma_s \cdot h_3 = 0,01 \cdot 2,11 = 0,0211 \text{ MPa.}$$

$$P_4 = \gamma_s \cdot h_4 = 0,01 \cdot 3,01 = 0,0301 \text{ MPa.}$$

$$P_5 = \gamma_s \cdot h_5 = 0,01 \cdot 3,81 = 0,0381 \text{ MPa.}$$

$$P_6 = \gamma_s \cdot h_6 = 0,01 \cdot 4,51 = 0,0451 \text{ MPa.}$$

$$P_7 = \gamma_s \cdot h_7 = 0,01 \cdot 5,21 = 0,0521 \text{ MPa.}$$

$$P_8 = \gamma_s \cdot h_8 = 0,01 \cdot 5,86 = 0,0586 \text{ MPa.}$$

$$P_9 = \gamma_s \cdot h_9 = 0,01 \cdot 6,43 = 0,0643 \text{ MPa.}$$

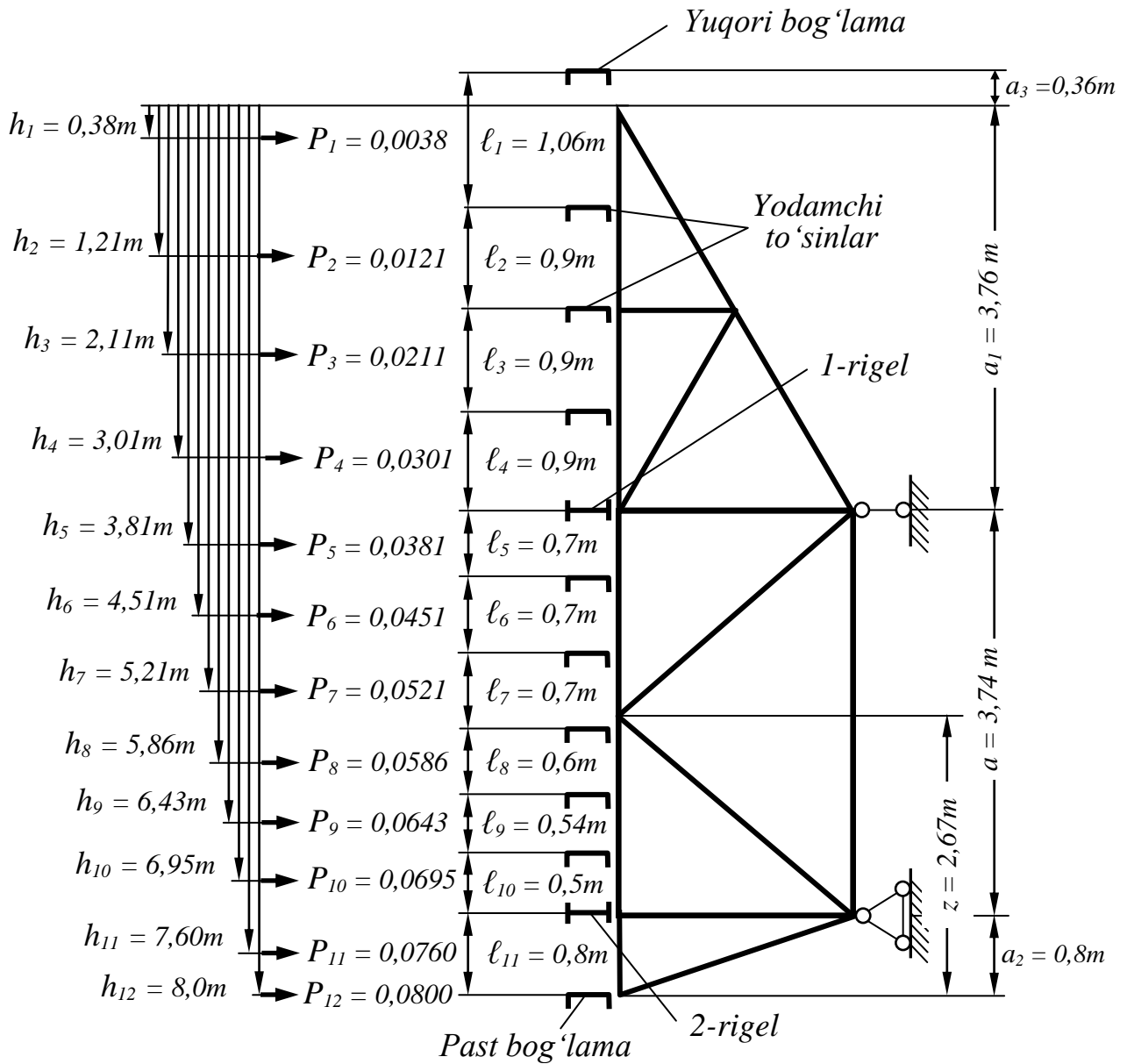
$$P_{10} = \gamma_s \cdot h_{10} = 0,01 \cdot 6,95 = 0,0695 \text{ MPa.}$$

$$P_{11} = \gamma_s \cdot h_{11} = 0,01 \cdot 7,60 = 0,0760 \text{ MPa.}$$

$$P_{12} = \gamma_s \cdot h_{12} = 0,01 \cdot 8,00 = 0,0800 \text{ MPa.}$$

Zulfin qoplamlar orasidagi eng yuqori yuklangan xududdagi suvning bosimi $P_{11} = 0,076 \text{ MPa}$ ni tashkil qiladi.

Yuqorida olingan o'lchamlar va qiymatlar asosida zilfinning hisob chizmasi chiziladi (7.22-rasm).



7.22-rasm. Zilfinlarni hisoblash chizmasi.

Gidrostatik bosimning o'rtacha qiymatlari quyidagicha aniqlanadi:

$$P_{o'1} = \frac{P_1}{2} = \frac{0,0038}{2} = 0,0019 \text{ MPa} = 0,00019 \text{ kN/sm}^2.$$

$$P_{o'2} = \frac{P_1 + P_2}{2} = \frac{0,0038 + 0,0121}{2} = 0,00795 \text{ MPa} = 0,00795 \text{ kN/sm}^2.$$

$$P_{o'3} = \frac{P_2 + P_3}{2} = \frac{0,0121 + 0,0211}{2} = 0,0166 \text{ MPa} = 0,00166 \text{ kN/sm}^2.$$

$$P_{o'4} = \frac{P_3+P_4}{2} = \frac{0,0211+0,0301}{2} = 0,0256 \text{ MPa} = 0,00256 \text{ kN/sm}^2.$$

$$P_{o'5} = \frac{P_4+P_5}{2} = \frac{0,0301+0,0381}{2} = 0,0341 \text{ MPa} = 0,00341 \text{ kN/sm}^2.$$

$$P_{o'6} = \frac{P_5+P_6}{2} = \frac{0,0381+0,0451}{2} = 0,0416 \text{ MPa} = 0,00416 \text{ kN/sm}^2.$$

$$P_{o'7} = \frac{P_6+P_7}{2} = \frac{0,0451+0,0521}{2} = 0,0486 \text{ MPa} = 0,00486 \text{ kN/sm}^2.$$

$$P_{o'8} = \frac{P_7+P_8}{2} = \frac{0,0521+0,0586}{2} = 0,05535 \text{ MPa} = 0,005535 \text{ kN/sm}^2.$$

$$P_{o'9} = \frac{P_8+P_9}{2} = \frac{0,0586+0,0643}{2} = 0,06145 \text{ MPa} = 0,006145 \text{ kN/sm}^2.$$

$$P_{o'10} = \frac{P_9+P_{10}}{2} = \frac{0,0643+0,0695}{2} = 0,0669 \text{ MPa} = 0,00669 \text{ kN/sm}^2.$$

$$P_{o'11} = \frac{P_{10}+P_{11}}{2} = \frac{0,0695+0,0760}{2} = 0,0727 \text{ MPa} = 0,00727 \text{ kN/sm}^2.$$

$$P_{o'12} = \frac{P_{11}+P_{12}}{2} = \frac{0,0760+0,0800}{2} = 0,0780 \text{ MPa} = 0,00780 \text{ kN/sm}^2.$$

Yuqoridagi gidrostatik bosimlarning oraliq masofalari quyidagicha aniqlanadi:

$$\ell_{or1} = \frac{\ell_1}{2} = \frac{1,06}{2} = 0,53 \text{ m}; \quad \ell_{or2} = \frac{\ell_1+\ell_2}{2} = \frac{1,06+0,9}{2} = 0,98 \text{ m};$$

$$\ell_{or3} = \frac{\ell_2+\ell_3}{2} = \frac{0,9+0,9}{2} = 0,9 \text{ m}; \quad \ell_{or4} = \frac{\ell_3+\ell_4}{2} = \frac{0,9+0,9}{2} = 0,9 \text{ m};$$

$$\ell_{or5} = \frac{\ell_4+\ell_5}{2} = \frac{0,9+0,7}{2} = 0,8 \text{ m}; \quad \ell_{or6} = \frac{\ell_5+\ell_6}{2} = \frac{0,7+0,7}{2} = 0,7 \text{ m};$$

$$\ell_{or7} = \frac{\ell_6+\ell_7}{2} = \frac{0,7+0,7}{2} = 0,7 \text{ m}; \quad \ell_{or8} = \frac{\ell_7+\ell_8}{2} = \frac{0,7+0,6}{2} = 0,65 \text{ m};$$

$$\ell_{or9} = \frac{\ell_8+\ell_9}{2} = \frac{0,6+0,54}{2} = 0,57 \text{ m}; \quad \ell_{or10} = \frac{\ell_9+\ell_{10}}{2} = \frac{0,54+0,5}{2} = 0,52 \text{ m};$$

$$\ell_{or11} = \frac{\ell_{10}+\ell_{11}}{2} = \frac{0,5+0,8}{2} = 0,65 \text{ m}; \quad \ell_{or12} = \frac{\ell_{11}}{2} = \frac{0,8}{2} = 0,4 \text{ m};$$

Yordamchi to'sinlarga ta'sir qiladigan teng taqsimlangan yuklarning qiymatlari (7.26) va (7.27) formulalardan foydalanib aniqlanadi:

$$q_{yui} = P_{o'i} \cdot \ell_{ori}, \text{ kN/sm.}$$

$$q_{yu1} = P_{o'1} \cdot \ell_{or1} = 0,00019 \cdot 53 = 0,01007 \text{ kN/sm.}$$

$$q_{yu2} = P_{o'2} \cdot \ell_{or2} = 0,000795 \cdot 98 = 0,0779 \text{ kN/sm.}$$

$$q_{yu3} = P_{o'3} \cdot \ell_{or3} = 0,00166 \cdot 90 = 0,1494 \text{ kN/sm.}$$

$$q_{yu4} = P_{o'4} \cdot \ell_{or4} = 0,00256 \cdot 90 = 0,2304 \text{ kN/sm.}$$

$$q_{yu5} = P_{o'5} \cdot \ell_{or5} = 0,00341 \cdot 80 = 0,2718 \text{ kN/sm.}$$

$$q_{yu6} = P_{o'6} \cdot \ell_{or6} = 0,00416 \cdot 70 = 0,2912 \text{ kN/sm.}$$

$$q_{yu7} = P_{o'7} \cdot \ell_{or7} = 0,00486 \cdot 70 = 0,3402 \text{ kN/sm.}$$

$$q_{yu8} = P_{o'8} \cdot \ell_{or8} = 0,005535 \cdot 65 = 0,360 \text{ kN/sm.}$$

$$q_{yu9} = P_{o'9} \cdot \ell_{or9} = 0,006145 \cdot 57 = 0,350 \text{ kN/sm.}$$

$$q_{yu10} = P_{o'10} \cdot \ell_{or10} = 0,00669 \cdot 52 = 0,348 \text{ kN/sm.}$$

$$q_{yu11} = P_{o'11} \cdot \ell_{or11} = 0,00727 \cdot 65 = 0,4725 \text{ kN/sm.}$$

$$q_{yu12} = P_{o'12} \cdot \ell_{or12} = 0,00780 \cdot 40 = 0,312 \text{ kN/sm.}$$

Yuqoridagi hisoblashdan zulfinning 6-yordamchi to'sinni eng katta yuklangan, ya'ni u $q_{yu8} = 0,360 \text{ kN/sm}$ ni tashkil qiladi.

Eng katta yuklangan yordamchi to'sinning maksimal eguvchi mometini (7.28) formula yordamida aniqlash mumkin:

$$M_{max} = 0,107 \cdot q_{yu8} \cdot \ell_{zu}^2 = 0,107 \cdot 0,360 \cdot 242^2 = 2256, \text{ kN}\cdot\text{sm}$$

Yordamchi to'sinning talab etilgan qarshilik momenti (7.30) formuladan foydalanib aniqlash mumkin:

$$W = \frac{M_{max}}{R_{zr}} = \frac{2256}{17,0} = 133, \text{ m}^3$$

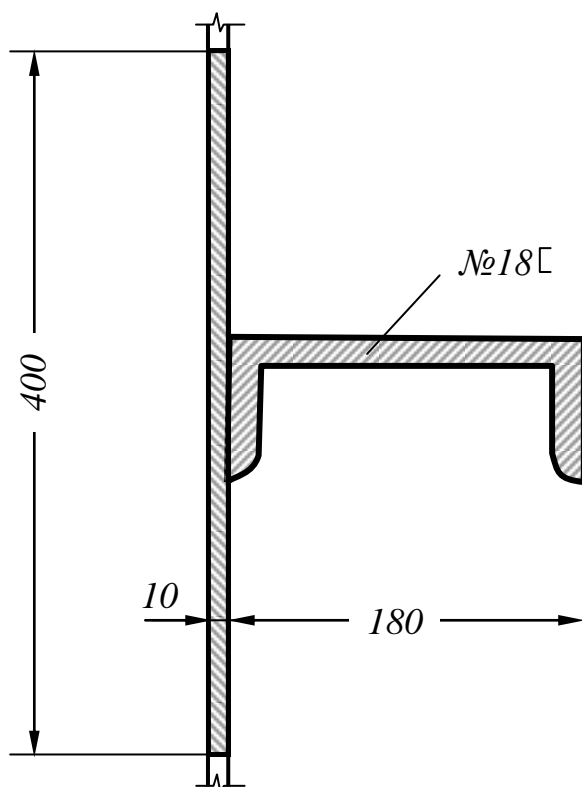
Qarshilik momentining bu qiymati bo'yicha ilovaning 3-jadvalidan №18a rusumli shvellrni tanlandi. Unga ko'ra uning balandligi $h = 180 \text{ mm}$, tokchasining eni $b = 74 \text{ mm}$, kesim yuzasi $A = 22,2 \text{ sm}^2$, inertsiya momenti $J_x = 1190 \text{ sm}^4$, qarshilik momenti $W_x = 132 \text{ sm}^3$, devorining qalinligi $t = 5,1 \text{ mm}$,

To'sin profilining to'g'ri qabul qilinganligi quyidagi shart bo'yicha tekshiriladi: $W > W_x$. $133 > 132$ demak shart bajariladi.

Yordamchi to'sinlarni hisoblashda qoplamaning vertikal tekisligi bo'yicha a_t uzunlikdagi qismi yordamchi to'sin bilan birga ishlaydi deb qabul qilinadi (7.17,c-rasm) va uning qiymati (7.31) formula yordamida hisoblab topiladi:

$$a_t = b + 1,3 \cdot t_q \cdot \sqrt{E/R_u} = 74 + 1,3 \cdot 10 \cdot \sqrt{210 \cdot 10^5 / 225} \approx 400 \text{ mm} = 40 \text{ sm.}$$

Qoplama va to'sin birikmasining tuguni 7.23-rasmda ko'rsatilgan.



7.23-rasm. Qoplama va to'sin birikmasining tuguni.

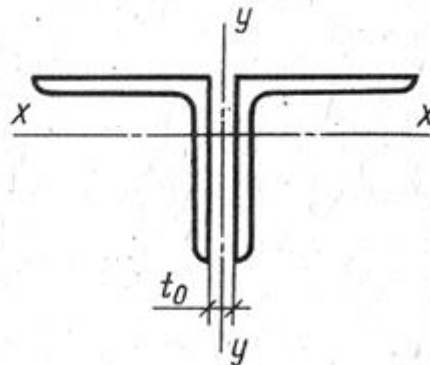
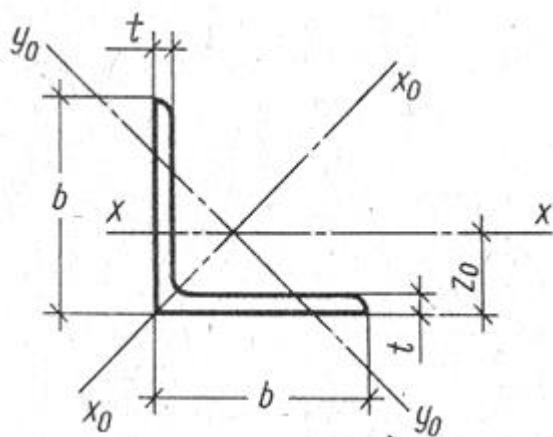
SINOV (NAZORAT) SAVOLLARI VA TOPSHIRIQLAR

1. *Gidrotexnika inshootlarining zulfinlari deb nimaga aytiladi?*
2. *Suvto'sqichlar qanday belgilariga ko'ra klassifikatsiyalanadi?*
3. *Yassi zulfinlar qanday afvzalliklarga ega?*
4. *Yassi zulfinlar asosan qanday konstruktiv elementlardan tashkil topadi?*
5. *Zatvorning harakatlanuvchi tayanchlari qanday turlarga bo'linadi?*
6. *Zulfinning zichlagichlari qanday materiallardan tayyorlanadi va ularning vazifasi nimadan iborat?*
7. *Yassi zulfinlarning qo'zg'almas qismiga nimalar kiradi?*
8. *Segmentli zulfinlar deb qanday zulfinlarga aytiladi?*
9. *Segmentli zulfinlarning portal qismi deganda nimani tushunasiz?*

10. *Segmentli zulfinlarning qo'zg'aluvchi qismlari qanday elementlardan tashkil topgan?*
11. *Segmentli zulfinlarning qo'zg'almas qismlari qanday asosiy elementlardan iborat?*
12. *Zulfinga qanday yuklar ta'sir etadi?*
13. *Zulfinga ta'sir etadigan suvning gidrostatik bosimi qanday aniqlanadi?*
14. *Yuza va chuqur joylashgan zulfinlar uchun suvning gidrostatik bosim epyuralarini chizib ko'rsating?*
15. *Zulfinlarni konstruksiyalashda ularga qanday konstruktiv talablar qo'yiladi?*
16. *Yassi zulfinlarning balandligi bo'yicha rigellar qanday talablar bo'yicha joylashtiriladi?*
17. *Zulfinlarning xususiy og'irliklari qanday usullarda aniqlanadi?*
18. *Yassi zatvor qoplamasining hisoblash sxemasini chizib ko'rsating?*
19. *Yassi zatvorning yordamichi to'sinlari va rigellarini hisoblash sxemalarini keltiring?*
20. *Yassi zatvorning ko'ndalang va bo'ylama bog'lam fermalarini chizib ko'rsating?*
21. *Segmentli zulfinlarning asosiy konstruktiv elementlari qanday hisoblanadi?*
22. *Zulfinlarning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini qanday yaxshilash mumkin?*

I L O V A

Burchakli metall prokat.



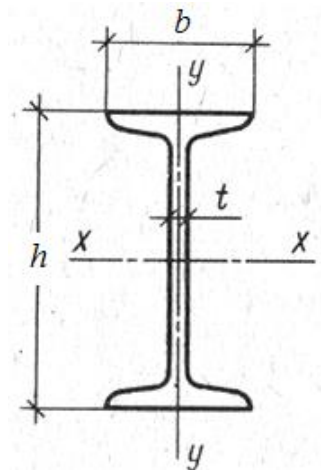
1-jadval

Burchakli metall prokatlarning o'lchamlari va qiymatlari.

Eni b, mm	Qalinligi t, mm	Kesim yuzasi A, sm^2	Bir metning massasi, kg	Og'irlik markazining masofasi z_0, sm	x-x o'qi bo'yicha inertsia momenti J_x, sm^4	Inertsiya radiusi,			$t_0 mm$ bo'lgan ikki burchakning inertsiya radiusi i_y, mm			
						sm						
						i_x	i_{x0}	i_{y0}	8	10	12	14
50	5	4,80	3,77	1,42	11,2	1,53	1,92	0,98	2,38	2,45	2,53	2,61
56	5	5,41	4,25	1,57	16	1,72	2,16	1,10	2,61	2,72	2,77	2,85
63	5	6,13	4,81	1,74	23,1	1,94	2,44	1,25	2,89	2,96	3,04	3,12
	6	7,28	5,72	1,78	27,1	1,93	2,43	1,24	2,91	2,99	3,06	3,14
70	5	6,86	5,38	1,90	31,9	2,16	2,72	1,39	3,16	3,23	3,30	3,38
	6	8,15	6,39	1,94	37,6	2,15	2,71	1,38	3,18	3,25	3,33	3,40
75	5	7,39	5,80	2,02	39,5	2,31	2,91	1,49	3,35	3,42	3,49	3,57
	6	8,78	6,89	2,06	46,6	2,30	2,90	1,48	3,37	3,44	3,52	3,60
80	6	9,38	7,36	2,19	57	2,47	3,11	1,58	3,58	3,65	3,72	3,80
	7	10,8	8,51	2,23	65,3	2,45	3,09	1,58	3,60	3,67	3,75	3,82
90	6	10,6	8,33	2,43	94,3	2,78	3,50	1,79	3,97	4,04	4,11	4,19
	7	12,3	9,64	2,47	131	2,77	3,49	1,78	3,99	4,06	4,13	4,21

100	7	13,8	10,80	2,71	147	3,08	3,88	1,98	4,38	4,45	4,52	4,60
	8	15,6	12,20	2,75	179	3,07	3,87	1,98	4,40	4,47	4,54	4,62
	10	19,2	15,10	2,83	198	3,05	3,84	1,96	4,44	4,52	4,59	4,67
110	8	17,2	13,50	3,00	327	3,39	4,28	2,18	4,80	4,87	4,95	5,02
125	9	22,0	17,30	3,40	360	3,86	4,86	2,48	5,41	5,48	5,56	5,63
	10	24,3	19,10	3,45	512	3,85	4,84	2,47	5,44	5,52	5,58	5,66
140	9	24,7	19,40	3,78	774	4,34	5,47	2,79	6,02	6,10	6,16	6,24
	10	27,3	21,50	3,82	913	4,33	5,46	2,78	6,05	6,12	6,19	6,26
160	10	31,4	24,70	4,30	1216	4,96	6,25	3,19	6,84	6,91	6,97	7,05
	12	37,4	29,40	4,39	1317	4,94	6,23	3,17	6,88	6,95	7,02	7,09
180	11	38,8	30,50	4,85	1823	5,60	7,06	3,59	7,67	7,74	7,81	7,88
	12	42,2	33,10	4,89	1961	5,59	7,04	3,58	7,69	7,76	7,83	7,90
200	12	47,1	37,00	5,37	2097	6,22	7,84	3,99	8,48	8,55	8,62	8,69
	13	50,9	39,90	5,42	2363	6,21	7,83	3,98	8,50	8,58	8,64	8,71
	14	54,6	42,80	5,46	2871	6,20	7,81	3,97	8,52	8,60	8,66	8,73
	16	62,0	48,70	5,54	3466	6,17	7,78	3,96	8,56	8,64	8,70	8,77
	20	76,5	60,10	5,70	3788	6,12	7,72	3,93	8,65	8,72	8,79	8,86
	25	94,3	74,00	5,89	3970	6,06	7,63	3,91	8,74	8,81	8,88	8,95
	30	111,5	87,6	6,07	4020	6	7,55	3,89	8,83	8,9	8,97	9,05

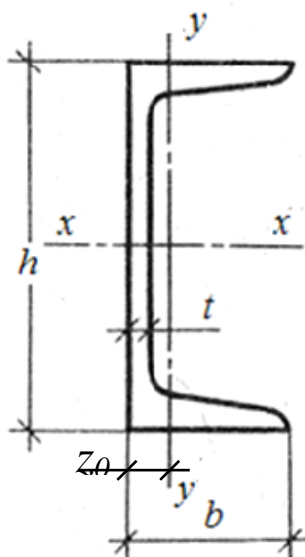
Qo'shtavrlı metall prokatlar.



Qo'shtavrli metall prokatlarning o'lchamlari va qiymatlari.

Profelining №	Bir metrning massasi, kg	Balandligi h , mm	Eni b , mm	Qalinligi t , mm	Kesim yuzasi A , sm^2	Inertsiya momen-ti J_x , sm^4	Qarshilik momenti W_x , sm^3	Inertsiya radiusi i_x , sm	Inertsiya momenti J_y , sm^4	Qarshilik momenti W_y , sm^3	Inertsiya radiusi i_y , sm
10	9,4	100	55	4,5	12,0	198	39,7	4,06	17,9	6,49	1,22
12	11,5	120	64	4,8	14,7	350	58,4	4,88	27,9	8,72	1,38
14	13,7	140	73	4,9	17,4	572	81,7	5,73	41,9	11,5	1,55
16	15,9	160	81	5,0	20,2	873	109	6,57	58,6	14,5	1,7
18	18,4	180	90	5,1	23,4	1290	143	7,42	82,6	18,4	1,88
18a	19,9	180	100	5,1	25,4	1430	159	7,51	114	22,8	2,12
20	21	200	100	5,2	26,8	1840	184	8,28	115	23,1	2,17
20a	22,7	200	110	5,2	28,9	2030	203	8,37	155	28,2	2,32
22	24	220	110	5,4	30,6	2550	232	9,13	157	28,6	2,27
22a	25,8	220	120	5,4	32,8	2790	254	9,22	206	34,3	2,5
24	27,3	240	115	5,6	34,8	3460	289	9,97	198	34,5	2,37
24a	29,4	240	125	5,6	37,5	3800	317	10,1	260	41,6	2,63
27	31,5	270	125	6	40,2	5010	371	11,2	260	41,5	2,54
27a	33,9	270	135	6	43,2	5500	407	11,3	337	50	2,8
30	36,5	300	135	6,5	46,5	7080	472	12,3	337	49,9	2,69
30a	39,2	300	145	6,5	49,9	7780	518	12,5	436	60,1	2,95
33	42,2	330	140	7	53,8	9840	597	13,5	419	59,9	2,79
36	48,6	360	145	7,5	61,9	13380	743	14,7	516	71,1	2,89
40	57	400	155	8,3	72,6	19062	953	16,2	667	86,1	3,03
45	66,5	450	160	9	84,7	27696	1231	18,1	808	101	3,09
50	78,5	500	170	10	100	39727	1589	19,9	1043	123	3,23
55	92,6	550	180	11	118	55962	2035	21,8	1356	151	3,39
60	108	600	190	12	138	76806	2560	23,6	1725	182	3,54

Shveller prokatlari.



3-jadval

Shveller prokatlarining o'lchamlari va qiymatlari.

Profelining №	Bir metring massasi, kg	Balandligi h , mm	Eni b , mm	Qalinligi t , mm	Kesim yuzasi A , sm^2	Inertsiya momenti J_x , sm^4	Qarshilik momenti W_x , sm^3	Inertsiya radiusi i_x , sm	Inertsiya momenti J_y , sm^4	Qarshilik momenti W_y , sm^3	Inertsiya radiusi i_y , sm	Og'irlik markazining masofasi z_0 , sm
12	10,4	120	52	4,8	13,3	304	50,6	4,78	31,2	8,52	1,53	1,54
14	12,3	140	58	4,9	15,6	491	70,2	5,6	45,4	11	1,7	1,67
14a	13,3	140	62	4,9	17	545	77,8	5,66	57,5	13,3	1,84	1,87
16	14,2	160	64	5	18,1	747	93,4	6,42	63,3	13,8	1,87	1,8
16a	15,3	160	68	5	19,5	823	103	6,49	78,8	16,4	2,01	2
18	16,3	180	70	5,1	20,7	1090	121	7,24	86	17	2,04	1,94
18a	17,4	180	74	5,1	22,2	1190	132	7,32	105	20	2,18	2,13
20	18,4	200	76	5,2	23,4	1520	152	8,07	113	20,5	2,2	2,07
20a	19,8	200	80	5,2	25,2	1670	167	8,15	139	24,2	2,35	2,28
22	21	220	82	5,4	26,7	2110	192	8,89	151	25,1	2,37	2,21
22a	22,6	220	87	5,4	28,8	2330	212	8,99	187	30	2,55	2,46
24	24	240	90	5,6	30,6	2900	242	9,73	208	31,6	2,6	2,42
24a	25,8	240	95	5,6	32,9	3180	265	9,84	254	37,2	2,78	2,67

27	27,7	270	95	6	35,2	4160	308	10,9	262	37,3	2,73	2,47
30	31,8	300	100	6,5	40,5	5810	387	12	327	43,6	2,84	2,52
33	36,5	330	105	7	46,5	7980	484	13,1	410	51,8	2,97	2,59
36	41,9	360	110	7,5	53,4	10820	601	14,2	513	61,7	3,1	2,68
40	48,3	400	115	8	61,5	15220	761	15,7	642	73,4	3,23	2,75

4-jadval

Ayrim markali po‘lat materiallari uchun hisobiy qarshiliklarning qiymatlari.

Po‘latning markasi	Prokatning turi	Prokatning qalinligi, mm	Hisobiy qarshiliklar, MPa			
			R_u	R_v	R_s	R_e
18сп, 18Гпс	Po‘lat taxta	4...20	230	360	133	336
18Гпс	Po‘lat taxta	21...30	220	360	128	336
18Гсп	Po‘lat taxta	31...40	230	380	133	355
18сп, 18Гпс, 8Гсп	Shakildor	4...20	240	360	139	336
ВСт3сп5-1 ВСт3пс5-1	Po‘lat taxta	4...10	240	370	139	346
		11...20	230	360	133	336
	Shakildor	4...10	250	370	145	346
		11...20	240	360	139	336
ВСт3сп5-2 ВСт3пс5-2	Po‘lat taxta	4...10	270	370	157	346
		11...20	260	360	151	336
	Shakildor	4...10	280	380	162	355
		11...20	270	370	157	346
09Г2С-1	Po‘lat taxta	4...10	335	480	194	445
		11...20	315	460	183	427
	Shakildor	4...10	335	480	194	445
		11...20	315	460	183	427
09Г2С-2	Po‘lat taxta	4...9	355	500	206	464
		10...32	335	480	194	445
	Shakildor	4...9	360	505	209	473
		10...20	345	490	200	455
14Г2	Po‘lat taxta	4...10	320	440	186	418
		11...20	310	430	180	409

	Shakildor	4...10	320	440	186	418
		11...32	310	430	180	409
BCт3пс6 BCт3п5 BCт3Гпс5	Po'lat taxta	4...20	225	350	131	336
		21...40	215	350	125	336
	Shakildor	4...20	235	350	136	336
		21...40	215	350	125	336
09Г2	Po'lat taxta	4...20	290	420	168	400
		21...32	280	420	162	400
	Shakildor	4...20	290	420	168	400
		21...32	280	420	162	400

5-jadval

Boltlarning ko'ndalang kesim yuzasi.

Elementning egiluvchanligi λ	R_m , MPa dagi φ ning qiymatlari					
	200	240	280	320	360	400
10	0,988	0,987	0,985	0,984	0,983	0,982
20	0,967	0,962	0,959	0,955	0,952	0,949
30	0,939	0,931	0,924	0,917	0,911	0,905
40	0,906	0,894	0,883	0,873	0,863	0,854
50	0,869	0,852	0,836	0,822	0,809	0,796
60	0,827	0,805	0,785	0,766	0,749	0,721
70	0,782	0,754	0,724	0,687	0,654	0,623
80	0,734	0,686	0,641	0,602	0,566	0,532
90	0,665	0,612	0,565	0,522	0,483	0,447
100	0,599	0,542	0,493	0,448	0,408	0,369
110	0,537	0,478	0,427	0,381	0,338	0,306
120	0,479	0,419	0,366	0,321	0,287	0,260
130	0,425	0,364	0,313	0,276	0,247	0,223
140	0,376	0,315	0,272	0,240	0,215	0,195
150	0,328	0,276	0,239	0,211	0,189	0,171
160	0,290	0,244	0,212	0,187	0,167	0,152
170	0,259	0,218	0,189	0,167	0,150	0,136

180	0,233	0,196	0,170	0,150	0,135	0,123
190	0,210	0,177	0,154	0,136	0,122	0,111
200	0,191	0,161	0,140	0,124	0,111	0,101
210	0,174	0,147	0,128	0,113	0,102	0,093
220	0,160	0,135	0,118	0,104	0,094	0,083

6-jadvak

Boltlarni qirqish va cho‘zishdagi hisobiy qarshiliklari.

Zo‘riqish holatida	Shartli belgisi	Boltning klasslari bo‘yicha hisobiy qarshiligi, <i>MPa</i>		
		4,6	5,6	8,8
Qirqilishida	R_q	15	190	320
Cho‘zilishida	R_{ch}	175	210	400

7-jadval

Bolti birlashma elementlarini ezilishdagi hisobiy qarshiligi.

Elementlarning vaqtinchalik qarshiligi, <i>MPa</i>	Bolti birlashma elementlarini ezilishdagi hisobiy qarshiligi R_e , <i>MPa</i>		Elementlarning vaqtinchalik qarshiligi, <i>MPa</i>	Bolti birlashma elementlarini ezilishdagi hisobiy qarshiligi R_e , <i>MPa</i>	
	Yuqori aniqlikda	Dag‘al va normal aniqlikda		Yuqori aniqlikda	Dag‘al va normal aniqlikda
370	495	450	470	720	645
380	515	465	480	745	670
390	535	485	490	770	690
440	650	585	500	795	710
450	675	605	510	825	735
460	695	625	520	850	760

Yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan boltlarning mexanik xossalari.

Diametri d , mm	Ayrim markali po'latdan yasalgan boltlarning vaqtinchalik normal qarshiliklari R_v , MPa			
	40X	38XC	30X3MΦ	35X2AΦ
16...27	1100	1300	1550	-
30	950	-	1200	1200
36	750	-	1100	-
42	650	-	1000	-

Boltlarning ko'ndalang kesim yuzasi.

Diametri d , mm	16	20	24	30	36	42
Hisobiy yuzasi A_h , sm^2	2,01	3,14	4,52	7,06	10,17	13,85
Netto yuzasi A_n , sm^2	1,57	2,45	3,52	5,60	8,16	11,20

Po'latni payvandlashdagi materiallar payvand chokining hisobiy qarshiliklari.

Avtomatik va yarim avtomatik payvandlashda simlarning rusumlari		Qo'lda payvandlanadigan elektrod turlari	Chokning qotish chegarasidagi hisobiy qiymati R_q , MPa	Chokning erish chegarasidagi hisobiy qiymati R_{er} , MPa
flyus yordamida	is gazi yordamida			
CB - 08 CB - 08A	-	Э-42, Э-42A	410	180
CB - 08ΓA	-	Э-46, Э-46A	450	200
CB - 10ΓA CB - 10HMA	CB-08Γ2C	Э-50, Э50A	490	215
CB - 10Γ2	CB-008Γ2C ($a = 8 \text{ мм}$)	Э60	500	240

Burchakli payvandlash choki katetining minimal qiymati.

Birikma turlari	Payvand turlari	Payvandlanadigan po'latning oquvchanlik chegarasi, MPa	Qalinligi δ (mm) bo'lgan element chokining kateti a (mm)						
			4...5	6...10	11...16	17...22	23...32	33...40	$\delta > 40$
Ikki tomonlama burchakli chok; X va burchakli	Qo'lda	430 gacha	4	5	6	7	8	9	10
		430...580	5	6	7	8	9	10	11
	Avtomatik va yarim avtomatik	≤ 430	3	4	5	6	7	8	9
		430...580	4	5	6	7	8	9	10

Payvandli birlashma materialining hisobiy qartshiliklari.

Payvand chokining tuti	Zo'riqish turi	Hisobiy qarshiligi	Po'lat va elektrodning markalari bo'yicha hisobiy qarshilik qiymatlari, MPa		
			Qo'lda payvandlash, BCт3кп2, 342; avtomatik payvandlash, sim CB-08A flyus AH-60	Qo'lda payvandlash, BCт3кп5 va, BCт3кп6, 342A; avtomatik payvandlash, sim CB-08A flyus AH-348A	Qo'lda payvandlash, 9Г2С, 350A; avtomatik payvandlash, sim CB-10ГA flyus AH-47
Uchma-uch	Siqilish, cho'zilish, egilish	$R_p = 0,85R_u$	182	191	263
	Siljish	R_s	124	130	179

Burchakli	Qirqish: chok bo'yicha; qotishma chegarasi bo'yicha	R_q	180	180	215
	164		166	211	

13-jadval

Chokning erish chuqurligining koeffitsiyenti β .

Payvandning tuti, sim diametri d, mm	Chokning holati	β	Kateti $a (mm)$ bo'lgandagi β ning qiymatlari			
			3...8	9...12	14...16	$a > 18$
Avtomatik $d = 3 \dots 5$	Qorinsimon	β_{ch}	1,1			0,7
		β_q	1,15			1,0
	Pastki	β_{ch}	1,1	0,9		0,7
		β_q	1,15	1,05		1,0
Avtomatik, yarim avtomatik $d = 1,4 \dots 2$	Qorinsimon	β_{ch}	0,9		0,8	0,7
		β_q	1,05		1,0	
	Pastki, gorizontal, vertikal	β_{ch}	0,9	0,8	0,7	
		β_q	1,05	1,0		
Qo'lda, yarim avtomatik $d \leq 1,4$	Qorinsimon, pastki, gorizontal, vertikal	β_{ch}	0,7			
		β_q	1,0			

14-jadval

Ikki yoki uch tomoni payvandlangan po'lat taxta tomonlarining nisbatiga bog'liq bo'lgan koeffitsiyent β .

n/m	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	2,0	2<
β	0,06	0,074	0,088	0,097	0,107	0,112	0,12	0,126	0,132	0,133

**To‘rt tomoni payvandlangan po‘lat taxta tomonlarining nisbatiga bog‘liq
bo‘lgan koeffitsiyent α .**

n/m	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,0	2<
α	0,048	0,055	0,063	0,069	0,075	0,081	0,086	0,094	0,1	0,125

Metall konstruksiyalarida nisbiy ko‘chishning ruxsat etiladigan qiymati.

Konstruksiya elementlari		[f/ℓ]
To‘sin va fermali kranlarda	yengil ish sharoitida	1/400
	o‘rta ish sharoitida	1/500
	og‘ir va o‘taog‘ir ish sharoitida	1/600
Temir yo‘li bo‘lgan ishlab chiqarish binolari to‘sinida	yo‘li keng bo‘lgan	1/600
	yo‘li tor bo‘lgan	1/400
Temir yo‘li bo‘lmagan ishlab chiqarishdagi qavatli binolar to‘sinida	bosh to‘sinla	1/400
	to‘sin va zinalar	1/250
	po‘lat to‘shaklar	1/150
To‘sin va fermali yopqichlarda	osma yuk ko‘tarish tashiah yoki boshqa texnologik jihozlar	1/400
	osma jihozla	1/250
	progon	1/200
	to‘lqinsimon po‘lat tunika	1/150
	to‘sincha (pigel)	1/300

Cho‘zilgan elementlarning ruxsat etiladigan egiluvchanligi.

Konstruksiya elementlari	Egiluvchanlikning ruxsat etiladigan maksimal qiymati [λ]	
	Yuklangan bino va inshootlarda	
	ststik	dinamik
	Suv to‘skichlarda	

Yassi fermalarda	400	250	250
Ferma elementlarida	400	350	350
Kranosti to'sin va fermalarning pastki qismida	-	150	-
Suvto'skichning bo'ylama va ko'ndalag bog'lovchilarida	-	-	150
Ustunlar orasidagi vertikal elementlarni bog'lovchilarida	300	300	-
Boshqa bog'lovchi elementlarda	400	400	400

18-jadval

Po'latning hisobiy solishtirma qarshiliklari, MPa.

Po'latning markasi	Prokatning turi	Prokatning qalinligi, mm	R_u	Zulfinlar uchun		
				cho'zich yoki siqishda R_v	egishda R_e	siljishda R_s
BCт3сп5	Po'lat taxta	6...20	225	162	170	94
		21...40	215	155	163	90
	Shakildor	6...20	235	169	178	98
16Д	Po'lat taxta	6...20	215	155	163	90
		21...40	205	148	155	86
	Shakildor	6...20	215	155	163	90
09Г2С	Po'lat taxta	6...20	315	227	238	132
		21...32	290	209	219	121
	Shakildor	6...20	315	227	238	132
15XCHД	Po'lat taxta	6...32	330	238	249	139
	Shakildor	6...20	310	223	234	129

19-jadval

Zulfin elementlarini payvandlashdagi hisobiy solishtirma qarshiliklari, MPa.

Payvandlovchi materiallar		Zo'riqish holatida	
Elektrod turi	Simning markasi	Chokni qirqishda, R_{ch}	Eritish chegarasini qirqishda, R_{ech}
Э42, Э42А	CB-08, CB-08A	130	118
Э50, Э50А	CB-10ГA, CB-08CГA	155	152

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Aliqulov P.U., Jumaniyozov Q.R. Gidrotexnika qurilishi konstruksiyalari (O'quv qo'llanma). T.: TAQI bosmaxonasi, 2014, 178 b.
2. Асқаров Б.А. Курилиш конструкциялари (Дарслик). «Ўзбекистон», 1995, 432 б.
3. Bakiyev M.R., Muslimov T.D. Injenerlik konstruksiyasi. T.: (O'quv qo'llanma), «Voriz- nashariyot», 2013, 216 b.
4. Беленя Э.И. Металлические конструкции. -М.: Стойиздат.1985.
5. Игнатюк В.И. Расчет плоских статически определимых шарнирных ферм. (Методические указания). РБ.Брест. 2005,50 с.
6. Мельчаков А.П., Никольский И.С. Сборник задач по строительной механике. (Учебное пособие). Челябинск. Издательство ЮУрГУ. 2004,58 с.
7. Москалев Н.С., Пронозин Я.А. Металлические конструкции. (Учнбник).-М.: Ассоциации строительных вузов. 2007, 342с.
8. Муслимов Т.Д. Инженерлик конструкциялари фанидан амалий машғулот дарслари ва курс лойиҳаларини бажариш учун услубий кўрсатма. Т.: ТИМИ босмахонаси, 2013, 47 б.
9. Инженерные конструкции. Под ред. Проф. Р.И. Бергена. М.: «Высшая школа», 1989, 416 с.
10. Vafojev S.T. Qurilish mashinalari.T.: (Darslik), «TIMI bosmaxonasi», 2014, 372 b.
11. Vafojev S.T., Dauletov N.K. Qurilish va melioratsiya mashinalari. T.: (Darslik), «Tafakkur bo'stoni», 2014, 451 b.
12. Vafojev S.T., Musurmanov R.K. Qurilish va melioratsiya mashinalarini ishlatish. T.: (O'quv qo'llanma), «Tafakkur bo'stoni», 2015, 398 b.
13. Ржаницын А.Р. Строительные механика. -М.: «Высшая школа», 1982, 398 с.
14. Сай Т.М. Строительные конструкции. Том 1 -М.: Стойиздат.1985.
15. QMQ 2.01.07-96. Yuklar va ta'sirlar. T. 1996.
16. QMQ 2.03.05-97. Po'lat qurilmalarni liyihalashtirishning texnik me'yorlari. T. 1997.

MUNDARIJA

	bet
KIRISH.....	3
1-BOB. INJENERLIK KONSTRUKSIYALARIDA	
QO‘LLANILADIGAN METALLAR.....	5
1.1. Po‘lat, uning tarkibi va xossalari.....	5
1.2. Po‘latli prokatlarning turlari.....	9
2-BOB. METALL KONSTRUKSIYASINING ELEMENTLARINI	
HISOBLASH ASOSLARI.....	13
2.1. Metall konstruksiyalarni hisoblashning asosiy holati.....	13
2.2. Markaziy cho‘zilgan va markaziy siqilgan elementlar.....	13
2.3. Egiluvchi elementlar.....	15
2.4. Markaziy cho‘zilmagan va markaziy siqilmagan elementlar.	17
3-BOB. METALL KONSTRUKSIYALARNI BIRLASHTI-RUVCHI	
ELEMENTLAR VA ULARNI HISOBLASH ASOSLARI.....	20
3.1. Rezbali birikmalar.....	20
3.2. Boltli birikmalarni hisoblash.....	22
3.3. Parchin mixli birikmalar.....	24
3.4. Payvandli birikmalar va ularni hisoblashning nazariy asoslari.....	26
<i>BIRIKMALARNI HISOBLASHGA DOIR AMALIY MASHG‘LOTLAR....</i>	32
4-BOB. METALL KONSTRUKSIYALI FERMALAR.....	38
4.1. Fermaning turlari va ularni qo‘llanish sohasi.....	38
4.2. Fermali to‘sinlardan tashkil topgan binolarni tomini qoplash.	40
4.3. Fermalarni hisoblashning nazariy asoslari.....	44
<i>FERMALARNI HISOBLASHGA DOIR AMALIY MASHG‘LOTLAR</i>	44
5-BOB. TO‘SIN (BALKA) KONSTRUKSIYALARI.....	54
5.1. To‘sin va to‘sinli konstruksiyalar haqida umumiy ma’lumot.....	54
5.2. Yig‘ma to‘sin kesimini tanlash.....	56
5.3. Devorlari teshikli bo‘lgan to‘sinlar.....	59

<i>METALL TO‘SINLARNI HISOBLASHGA DOIR AMALIY MASHG‘LOTLAR</i>	61
6-BOB. QATOR USTUN (KALONNA) KONSTRUKSIYA	67
6.1. Karkazli (sinchli) binolarining umumiy tasnifi.....	67
6.2. Ustunlarni qo‘llanilishi va turlari.....	68
6.3. Yaxlit ustunlar.....	71
6.4. Teshikli ustunlar.....	72
6.5. Markaziy siqilgan ustunlarni hisoblashning nazariy asoslari..	75
<i>MARKAZIY SIQILGAN USTUNLARNI HISOBLASHGA DOIR AMALIY MASHG‘LOT</i>	78
7-BOB. ZULFIN (ZATVOR) KONSTRUKSIYALARI	82
7.1. Zulfinlar haqida umumiy ma'lumotlar.....	82
7.1.1. Yassi zulfinlar.....	83
7.1.2. Yassi zulfinlarning asosiy konstruktiv elementlari...	87
7.2. Segmentli zulfinlar.....	97
7.2.1. Segmentli zatvor haqida umumiy ma'lumot.....	97
7.3. Zatvorga ta'sir etadigan yuklar.....	101
7.4. Zulfinlarni konstruksiyalash asoslari va ularga qo'yiladigan talablar.	107
7.4.1. Yassi zatvor elementlarini konstruksiyalash va hisoblash.	110
7.4.2. Segmentli zatvor elementlarini konstruksiyalash va hisoblash.....	122
<i>ZULFINLARNI HISOBLASHGA DOIR AMALIY MASHG‘LOT</i>	126
ILOVA	134
Foydalanilgan adabiyotlar	146

SAFO TO‘RAYEVICH VAFOYEV

OZODA SAFOYEVNA VAFOYEVA

INJENERLIK KONSTRUKSIYALARI

Metall konstruksiyalari bo‘limi bo‘yicha

o‘quv qo‘llanma

