

Р. Н. ТОЖИБОЕВ, М. М. ШУҚУРОВ, И. СУЛАЙМОНОВ

МАШИНА ДЕТАЛЛАРИ КУРСИДАН МАСАЛАЛАР ТЎПЛАМИ

*Ўзбекистон Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги
техника олий ўқув юртлари учун
ўқув қўлланмаси сифатида тавсия этган*

ТОШКЕНТ «ЎҚИТУВЧИ» 1992

Мазкур ўқув қўлланмасида машина ва механизмлар учун умумий бўлган деталь ва узелларни ҳисоблаш усуллари келтирилган. Унда бирикмалар, узатмалар вал ва ўқлар, подшипниклар ҳамда муфталарни ҳисоблашга доир масалалар ёритилган, шунингдек мустақил ишлаш учун масалалар ва ҳисоблаш учун зарур бўлган маълумотлар келтирилган.

СЎЗ БОШИ

Замон талабига жавоб берадиган юқори малакали мутахассисларни тайёрлаш жараёнида умуминженерлик фанлари орасида «Машина деталлари» фани алоҳида ўрин тутади. Чунки бу фан машиналарнинг таркибий қисми бўлган деталь ва узелларнинг тузилишини, ишлашини ҳамда уларни иқтисодий жиҳатдан тежамли қилиб ҳисоблаш ва лойиҳалаш усулларини ўргатади.

Машина деталлари курсини ўрганишда студентларнинг мустақил фикрлаш қобилиятини такомиллаштириш учун амалий машғулотларга алоҳида эътибор бериш талаб этилади. Шунинг назарда тутилган ҳолда мазкур ўқув қўлланмаси яратилди. У «Машина деталлари» курси бўйича мавжуд дарсликларга асосланган ҳолда тузилган бўлиб, унда шу курсни ташкил қилувчи барча боблар бўйича мустақил ҳисоблашга мўлжалланган масалалар келтирилган. Жумладан, бирикмалар, узатмалар, вал ва ўқлар ҳамда подшипникларни ҳисоблашга доир масалалар келтирилган. Бундан ташқари, ҳисоблаш усулларини ўзлаштиришни осонлаштириш мақсадида ҳар бир турдаги масалалардан намуналар ечиб кўрсатилган. Бунинг учун зарур бўлган жадваллар, расмлар, стандарт маълумотлари, методик тавсиялар баён этилган.

Қўлланма олий техника ўқув юр்தларининг студентлари учун мўлжалланган бўлиб, ундан техникум талабалари ҳам фойдаланишлари мумкин.

Ҳар бир бобдаги назарий қисмларни проф. И. Сулаймонов ёзган. Мустақил ечиш учун мўлжалланган 5- бобдаги масалалар доц. М. М. Шукуров, қолган боблардаги масалалар катта ўқитувчи Р. Н. Тожибоев томонидан ёзилган.

Муаллифлар

1- б о б . Б И Р И Қ М А Л А Р

Маълумки, ҳар бир машина узеллардан, узеллар эса ўз навбатида деталлардан тузилган. Деталлардан узеллар, узеллардан эса машина бирикмалар воситасида йиғилади.

Бирикмалар ажралмайдиган ва ажраладиган турларга бўлинади. Агар узелларни ёки машинани айрим қисмларга ажратиш учун бирикма элементларини синдириш шарт бўлса, бундай бирикма ажралмайдиган, акс ҳолда ажраладиган бирикма деб аталади. Пайванд ва парчин миخلي бирикмалар ажралмайдиган бирикмалар бўлса, шпонкали, шлицли ва болтли бирикмалар ажраладиган бирикмалардир.

1.1. ПАЙВАНД БИРИКМАЛАР

Пайванд бирикмалар ажралмас бирикмаларнинг асосий тури бўлиб, улардан машинасозликда ва қурилишларда кенг кўламда фойдаланилади. Чунки пайванд бирикмаларда бошқа ажралмас бирикмалардагига қараганда бирмунча афзалликлар бор, чунончи: пайванд бирикма кам меҳнат талаб қилиши билан бирга, металлни тежашга имкон беради. Пайванд бирикмаларнинг камчиликларига материалларнинг термик деформацияланишини ва барча турдаги материалларни ҳам пайвандлаб бўлавермаслигини кўрсатиш мумкин.

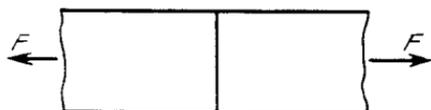
Пайвандлаш бир қанча усулларда амалга оширилади, улардан энг кўп қўлланиладигани электр энергиясидан ва газ алангасидан фойдаланиб пайвандлаш усуллари дир. Пайвандлаш воситасида деталларни учма-уч, устма-уст ва бурчак остида улаш мумкин.

Пайванд чоклар шаклига қараб устма-уст ва бурчакли чокларга бўлинади. Турли шаклдаги деталларни бир-бирига пайвандлашда юқорида айтилган чокларнинг бир туридан ёки деталь учларининг жойлашувига қараб бир йўла иккала туридан фойдаланиш мумкин.

Учма-уч пайвандлаш. Деталларнинг текисликда жойлашган икки учини бир-бирига учма-уч пайвандлаш натижасида ҳосил бўлган пайванд чок учма-уч чок дейилади. Одатда, уланадиган деталларнинг учларига махсус ишлов бериб, пайвандлаш учун тайёрланади. Пайванд чокларнинг мустақамлигини ҳисоблашда чокнинг кўндаланг кесимига таъсир этаётган кучланиш қиймати унинг ҳамма нуқталарида бир хил деб қабул қилинади ва бу кучланишнинг қиймати пайванд чокка таъсир қилувчи кучларга нисбатан қуйидагича аниқланади.

1. Чўзувчи куч таъсирида (1-расм)

$$\sigma_q = \frac{F}{\delta l} \leq [\sigma_q] \quad (1.1)$$



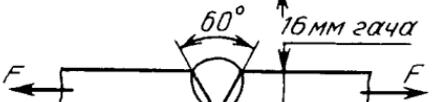
2. Сиқувчи куч таъсирида

$$\sigma_c = \frac{F}{\delta l} \leq [\sigma_c] \quad (1.2)$$



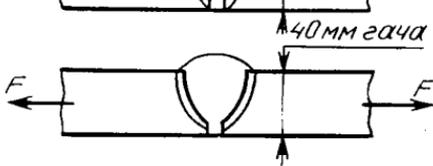
3. Эгувчи момент таъсирида (2-расм)

$$\sigma_m = \frac{M}{W} = \frac{6M}{\delta l^2} \leq [\sigma_q] \quad (1.3)$$



4. Қийшиқ чок (3-расм)

$$\sigma_{\text{экр}} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq [\sigma_q] \quad (1.4)$$



бу ерда:

$$\sigma = \frac{F \cdot \sin \alpha}{\delta l} \leq [\sigma_q];$$

$$\tau = \frac{F \cdot \cos \alpha}{\delta l} \leq [\tau]$$

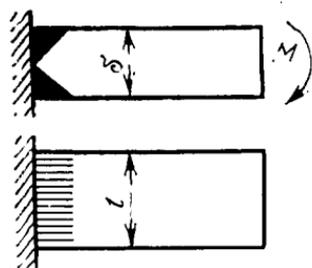
Устма-уст пайвандлаш. Ула-ниши лозим бўлган икки деталнинг, ма-салан, листнинг бири иккинчиси устига қўйиб пайвандланса, устма-уст чок ҳо-сил бўлади. Бундай ҳолларда пайванд чокнинг кўндаланг кесими учбурчак ша-клида бўлади ва бурчакли ёки валиксимон чок деб аталади. Чокнинг катети K ва баландлиги h бурчакли чокларни харак-терловчи асосий ўлчамлардир (4-расм).

Чокнинг баландлиги h унинг катетига боғлиқ бўлиб, қуйидагича $h = (0,7 \div 1,0) K$ аниқланиши мумкин. Чоклар рўпара ва ён-бош чокларга бўлиниб, рўпара чокнинг узунлигини 50 K миқ-дордан кам қилмаслик тавсия этилади. Рўпара чокларнинг орасида-ги масофа $s > 4\delta$ қилиб олинади. Гай-ванд чокларнинг мустақамлиги қуйи-дагича аниқланади.

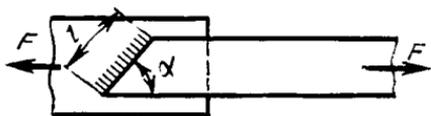
1. Рўпара пайванд чоклар чўзувчи ва сиқувчи куч таъсирида (5-расм)

$$\tau = \frac{F}{S \cdot 2l} \leq [\tau] \quad (1.5)$$

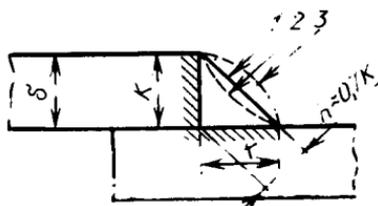
1- расм



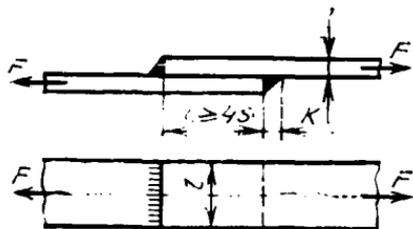
2- расм



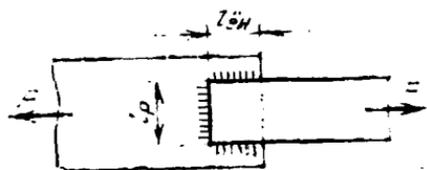
3- расм



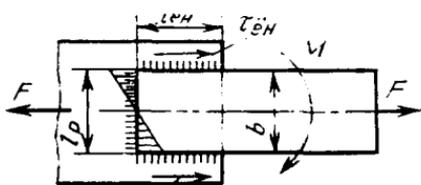
4- расм



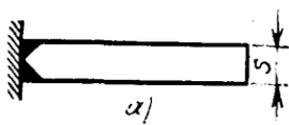
5- расм



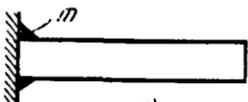
6- расм



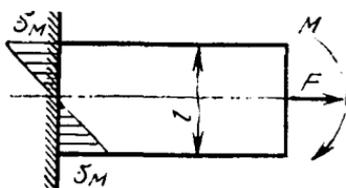
7- расм



а)



б)



8- расм

2. Рўпара ва ёнбош пайванд чоклар чўзувчи ва сиқувчи куч таъсирида (6- расм)

$$\tau = \frac{F}{\delta(2l_{\text{ён}} + l_p)} \leq [\tau] \quad (1.6)$$

3. Рўпара ва ёнбош чоклар бир вақтнинг ўзида ҳам куч, ҳам момент таъсирида (7- расм)

$$\tau = \tau_F + \tau_M \leq [\tau] \quad (1.7)$$

бу ерда:

$$\tau_F = \frac{F}{h(2l_{\text{ён}} + l_p)} \leq [\tau];$$

$$\tau_M = \frac{M}{W} = \frac{6M}{\delta l^2_p} \leq [\tau]$$

Ўзаро тик қилиб пайвандлаш. Бундай пайвандлашда деталлар ўзаро учма-уч ёки бурчакли чок ёрдамида бириктирилади. Пайвандлаш дастаки мослама ёрдамида бажарилса, бурчакли чок ҳосил бўлади ва унинг чўзилишга мустақамлиги қуйидагича аниқланади (8- расм, а):

$$\tau = \frac{F}{2\delta l} \leq [\tau] \quad (1.8)$$

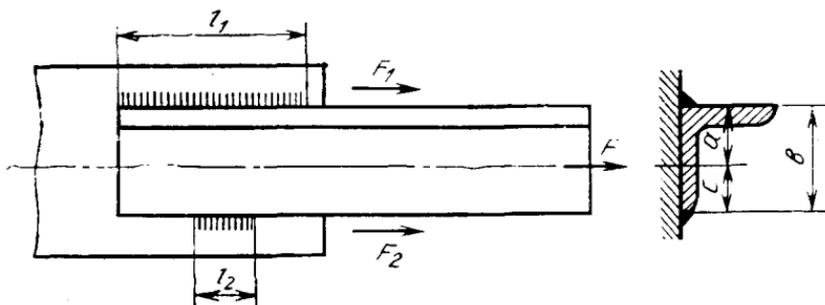
Пайвандлаш автоматик равишда бажарилса, учма-уч чок бўлади ва унинг мустақамлиги қуйидагича аниқланади (8- расм, б)

$$\tau = \frac{F}{\delta t} \leq [\tau]$$

Пайванд чоклар учун жоиз кучланишлар. Пайванд чокларни ҳисоблашнинг 1.1- § да келтирилган формулаларидаги жоиз кучланишларнинг қиймати 1- жадвалдан олинади.

1.2. ПАЙВАНД БИРИКМАЛАРГА ОИД МАСАЛАЛАРНИ ЕЧИШ

1. Листга пайвандланган тенг томонли угольникка чўзувчи F куч таъсири этади (9-расм) Пайвандлаш Э42А



9- расм

1- жадвал

Турли пўлат деталлардан ташкил топган ва ўзгармас юкланиш таъсирида бўлган пайванд бирикмалар учун жонз кучланишлар

Пайвандлаш усули	Чокдаги жонз кучланиш		
	$[\sigma_{\text{ч}}]$	$[\sigma_{\text{эз}}]$	$[\tau_{\text{кес}}]$
Э42А ва Э50А электродлари билан дастаки ва флюс қатлами остида автоматик пайвандланганда; Учма-уч контактлаб пайвандлаганда	$[\sigma_{\text{ч}}]$	$[\sigma_{\text{ч}}]$	$0,65 [\sigma_{\text{ч}}]$
Э42 ва Э60 электродлари билан дастаки пайвандлаганда ёки газ воситасида пайвандлаганда	$0,9[\sigma_{\text{ч}}]$	$[\sigma_{\text{ч}}]$	$0,6[\sigma_{\text{ч}}]$
Контактлаб нуқтавий ва тасмали пайвандлаганда.	—	—	$0,6[\sigma_{\text{ч}}]$

электроди билан дастаки мослама воситасида бажарилган бўлиб, таъсир этувчи куч $F = 50, \text{кН}$, $K = 5 \text{ мм}$. Бирикмадаги чокларнинг узунликлари l_1 ва l_2 ва мазкур чоклардаги кучланишлар аниқлансин.

Масаланинг ечими. Угольниклар пайвандланганда, уларнинг оғирлик маркази энининг ўртасида бўлмаганлиги учун ёнбош чоклардаги кучланишларнинг қиймати ҳар хил бўлади. Ҳар бир чокка таъсир этувчи кучлар қуйидагича аниқланади:

$$F_1 = F \frac{c}{b} = F \cdot 0,7 = 50 \cdot 0,7 = 35 \text{ кН}$$

$$F_2 = F \frac{a}{b} = F \cdot 0,3 = 50 \cdot 0,3 = 15 \text{ кН}$$

$\frac{a}{b} = 0,3$ $\frac{c}{b} = 0,7$ тенг томонли угольниклар учун (2-жадвал).

Бурчакли чокнинг узунлигини $l_2 = 50 \text{ мм}$ қилиб оламыз, бунда чокдаги кучланиш:

$$\tau_2 = \frac{F}{0,7 \cdot K \cdot l_2} = \frac{15 \cdot 10^3}{0,7 \cdot 5 \cdot 50} = 85 \text{ МПа}$$

$$l_1 = (l_1 + l_2) \frac{c}{b} = (l_1 + 50) \cdot 0,7 = 0,7 \cdot l_1 + 35$$

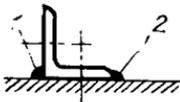
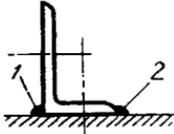
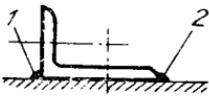
$$l_1 = 0,7l_1 + 35, \quad 0,3l_1 = 35, \quad l_1 = \frac{35}{0,3} = 116 \text{ мм}$$

Бу чокдаги кучланиш

$$\tau_1 = \frac{F_1}{0,7Kl_1} = \frac{35 \cdot 10^3}{0,7 \cdot 5 \cdot 116} = 85 \text{ МПа}$$

Демак, ёнбош чокларнинг кучланиши тенг бўлиши учун $l_1 = 116$, $l_2 = 50$ мм бўлиши керак.

2-жадвал

Угольникнинг тури	Расм (1, 2-чок)	Биринчи чок учун, c/b	Иккинчи чок учун, a/b
Томонлари тенг угольник		0,7	0,3
Томонлари тенг бўлмаган, кичик томони билан пайвандланган		0,75	0,25
Томонлари тенг бўлмаган, катта томони билан пайвандланган		0,65	0,35

2. Швеллерга бурчакли чок ёрдамида пайвандланган блокка F куч таъсир этади (10-расм). Пайвандлаш Э50 электроди билан дастаки мослама воситасида бажарилган бўлиб, таъсир этувчи куч $F = 2$ кН, $\alpha = 30^\circ$, $h = 100$ мм. Чокдаги кучланиш аниқлансин.

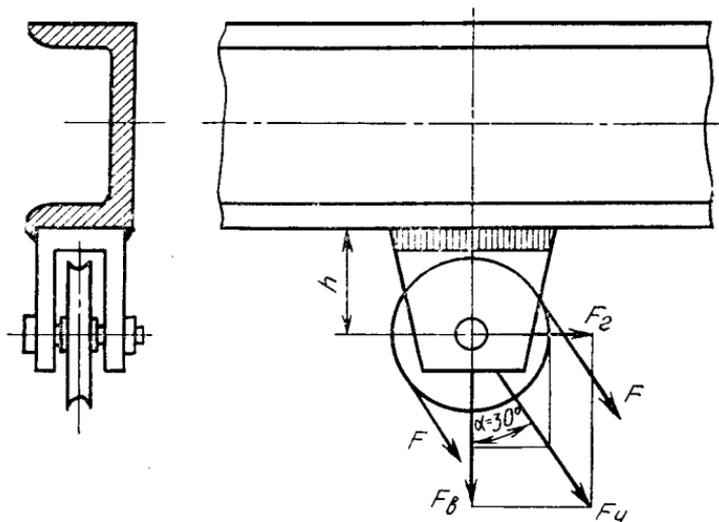
Масаланинг ечими. Блокка таъсир этувчи умумий F кучини аниқлаймиз ва уни вертикал ҳамда горизонтал ташкил этувчиларга ажратамиз:

$$F_{\text{ум}} = 2F = 4 \text{ кН}$$

$$F_v = F_{\text{ум}} \cos 30^\circ = 4 \cdot 0,866 = 3,45 \text{ кН}$$

$$F_r = F_{\text{ум}} \sin 30^\circ = 4 \cdot 0,5 = 2,0 \text{ кН.}$$

Чок юзасида шу кучлар таъсирида ҳосил бўлган кучланишларни аниқлаймиз:



10- расм

а) вертикал куч таъсирида

$$\tau_v = \frac{F_v}{2 \cdot 0,7 \cdot K \cdot L}$$

бу ерда $K = 10$ мм — чокнинг катети; $l_{\text{чок}} = 30$ мм — бурчакли чок узунлиги.

$$\tau_v = \frac{3,45 \cdot 10^3}{2 \cdot 0,7 \cdot 10 \cdot 30} = 8,2 \text{ МПа}$$

б) горизонтал куч таъсирида

$$\tau_r = \frac{F_r}{2 \cdot 0,7 \cdot K \cdot l} = \frac{2 \cdot 10^3}{2 \cdot 0,7 \cdot 10 \cdot 30} = 4,76 \text{ МПа}$$

Момент таъсиридаги кучланиш $T = F_r \cdot l$ Н·мм

$$\tau_m = \frac{T}{W_{\text{чок}}} = \frac{F_r \cdot h}{2 \cdot 0,7 \cdot K \cdot l^2 / 6} = \frac{6 \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot 100}{2 \cdot 0,7 \cdot 10 \cdot 900} = 95 \text{ МПа}$$

Чокдаги умумий кучланиш

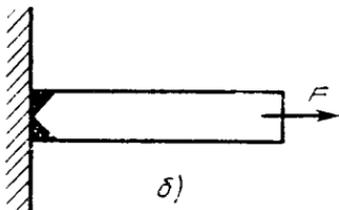
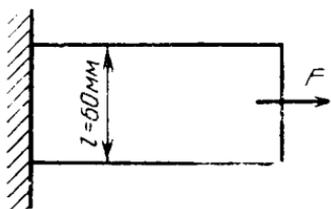
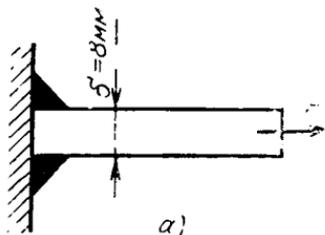
$$\tau_{\text{ум}} = \sqrt{(\tau_r + \tau_m)^2 + \tau_v^2} = \sqrt{(4,76 + 95)^2 + (8,2)^2} = 100 \text{ МПа}$$

Мустақил ишлаш учун масалалар

1. $\delta = 15$ мм, $l = 50$ мм бўлган листлар учма-уч пайванд чок воситасида бириктирилган. Листларнинг материали СтЗ. Э42А электроди ишлатилган. $[\sigma_c] = 160$ МПа. Бирикмага қўйилиши мумкин бўлган чўзувчи куч миқдори аниқлансин.

Жавоби: $F = 120$ кН

2. Учма-уч пайванд чок воситасида ўзаро бириктирилган листларга таъсир қилувчи чўзувчи кучнинг қиймати $F_c = 200$ кН,



11- расм

$\delta = 10$ мм бўлса, чок узунлиги l нинг қиймати қанча бўлиши керак? $[\sigma_ч] = 160$ МПа. Пайвандлашда Э42А электроди ишлатилган.

Жавоби: $l = 125$ мм

3. $l = 40$ мм, $\delta = 12$ мм бўлган листлар устма-уст қўйилиб, рўпара чок ёрдамида бириктирилган. Бу бирикмага қўйилиши мумкин бўлган узувчи куч миқдори аниқлансин. $[\sigma_ч] = 160$ МПа. Э42 электроди ишлатилган.

Жавоби: $F = 92$ кН

4. Устма-уст жойлашган листлар пайванд ёнбош чок ёрдамида бириктирилган. Бирикмага $F = 250$ кН чўзувчи куч таъсир этади. Листнинг қалинлиги $\delta = 10$ мм, $[\sigma_ч] = 160$ МПа. Э42 электроди ишлатилган. Чокнинг узунлиги аниқлансин.

Жавоби: $l_{ен} = 130$ мм

5. Ўзаро тик қилиб бириктирилган пайванд чокли бирикмага (11-расм) $F = 60$ кН чўзувчи куч таъсир этади. $[\sigma_ч] = 160$ МПа. Э42 электрод ишлатилган. Бирикма чокларидаги кучланиш аниқлансин:

- а) учма-уч чок ишлатилганда;
б) бурчакли чок ишлатилганда.

Жавоби: а) $\sigma_ч < [\sigma_ч] \Leftrightarrow 66,6 < 160$

б) $\tau < [\tau] \Leftrightarrow 95 < 96$

6. Устунга консоль ҳолатда пайвандланган балкага l масофада F кучи таъсир этади (12-расм). Пайвандлаш Э34 электроди билан дастаки мослама воситасида бажарилган. Чокдаги кучланиш аниқлансин:

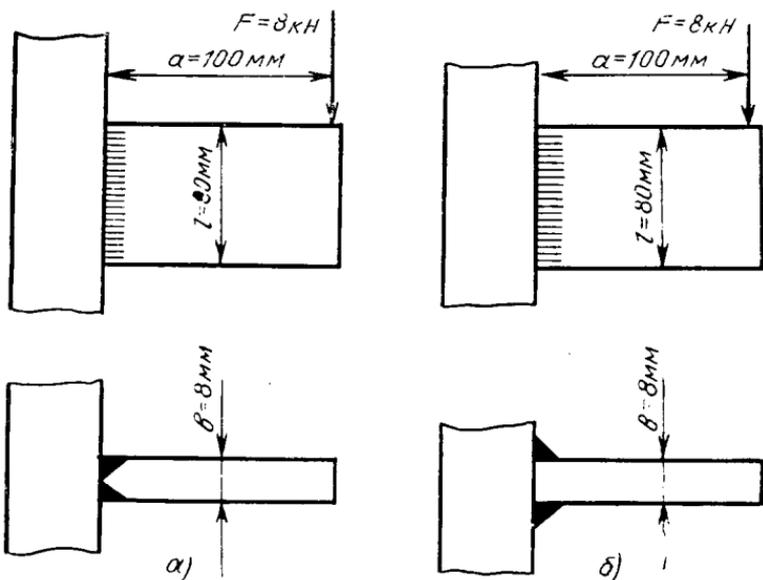
- а) учма-уч чок ишлатилганда;
б) бурчакли чок ишлатилганда.

Жавоби: а) $\sigma < [\sigma] \Leftrightarrow 94 < 96$

б) $\tau < [\tau] \Leftrightarrow 67 < 96$

7. Икки бўлақдан иборат бўлган клеммали ричаг пайвандлаш воситасида ўзаро бириктирилган (13-расм). Пайвандлаш Э42 электроди билан дастаки мослама воситасида бажарилган. Чокка таъсир этувчи куч $F = 20$ кН, $\delta = 10$ мм, $l = 100$ мм. Чокдаги кучланиш аниқлансин:

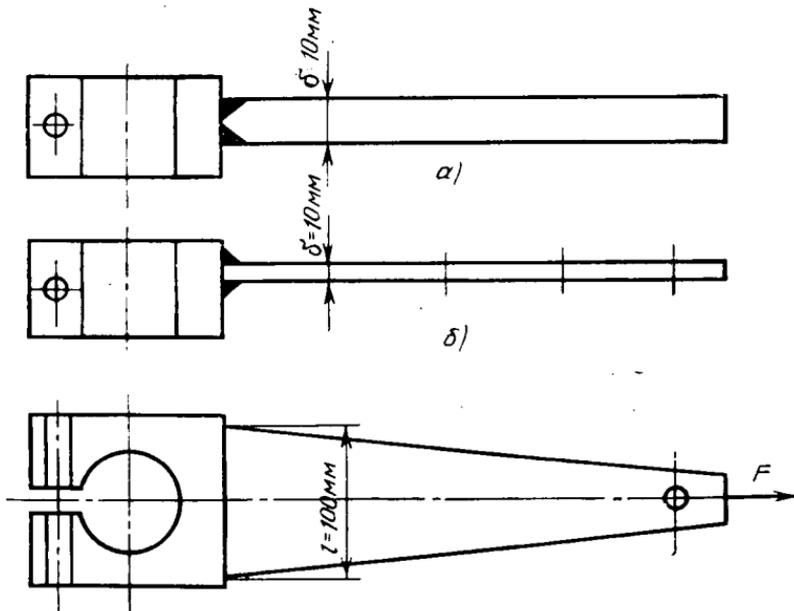
- а) учма-уч чок ишлатилганда;
б) бурчакли чок ишлатилганда.



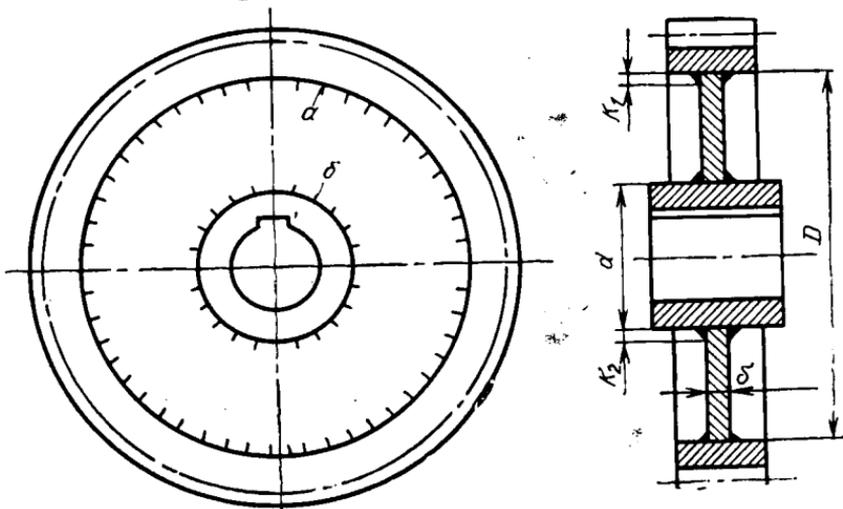
12- расм

Жавоби: а) $\sigma = 20 \text{ МПа}$; б) $\tau = 14 \text{ МПа}$

8. Қисмлари бурчакли пайғанд чоклар билан ўзаро бириктирилган тишли гилдиракнинг бурчак тезлиги $\omega = 5 \text{ с}^{-1}$, гилдирак орқали уза-



13- расм



14- расм

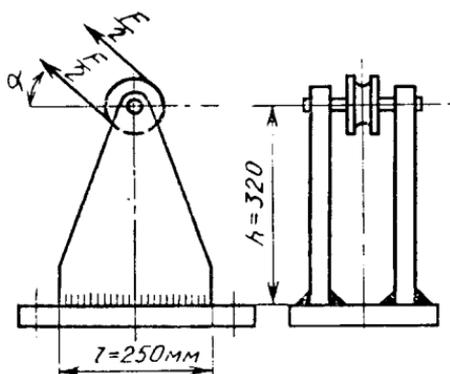
тилаётган қувват $P = 10$ кВт, ғилдирак дискининг диаметри $D = 200$ мм, қалинлиги $\delta = 8$ мм, гупчагининг диаметри $d = 100$ мм, $K_1 = K_2 = 6$ мм (14-расм).

Чокдаги кучланиш аниқлансин.

Жавоби: $\tau_1 = 12$ МПа; $\tau_2 = 62$ МПа

9. Қўзғалмас плитага бурчакли чок ёрдамида пайвандланган блокка куч расмда кўрсатилгандек таъсир этади (15-расм). Пайвандлаш Э42А электроди билан дастаки мослама воситасида бажарилган. $F = 300$ кН, $\alpha = 45^\circ$, $h = 320$ мм, $l = 250$ мм, $K = 10$ мм. Чокдаги умумий кучланиш аниқлансин.

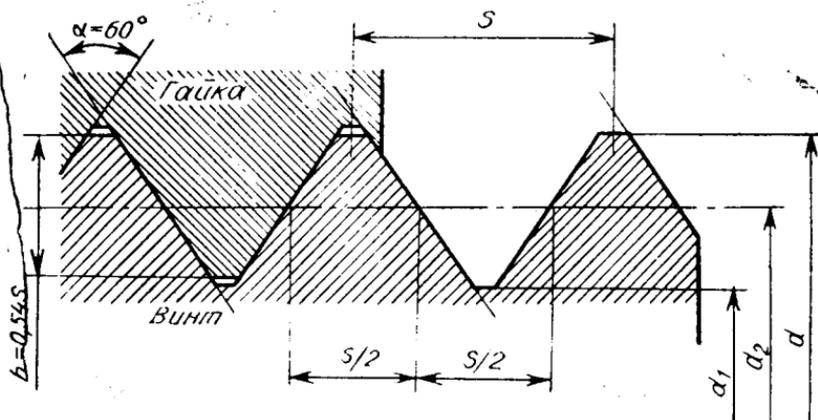
Жавоби: $\tau_{ум} = 70,3$ МПа



15- расм

1.3. РЕЗЬБАЛИ БИРИКМАЛАР

Деталларни резьба воситасида бириктириш қадимдан маълум бўлиб, ажраладиган бирикмаларнинг энг кўп тарқалган ва шу билан биргаликда муҳим туридир. Болт, винт, шпилька воситасида ажраладиган бирикма ҳосил қилиш резьбали бирикмаларнинг хусусий ҳоллари бўлиб, машиналарнинг улар воситасида



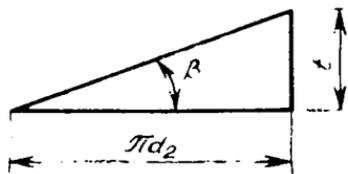
16- рasm

Йиғилган узеллари керак бўлган вақтда айрим деталларга ажрати-
лиши ва яна қайта йиғилиши мумкин. Бундай бирикмалар ҳосил
қилишга имкон берадиган асосий қисм резба бўлганлиги учун
уларнинг ҳаммаси *резбали бирикмалар* дейилади.

Резбали бирикмаларнинг афзалликлари шундан иборатки, улар
нисбатан катта юкланиш таъсирида етарли ишонч билан ишлайди,
уларни ажратиш ва йиғиш қийинчилик туғдирмайди, турли шароит-
да ишлайдиган резбали деталлар кўплаб ишлаб чиқарилиши мум-
кин, нисбатан арзон туради, ҳамма ўлчамлари стандартлаштирилган.

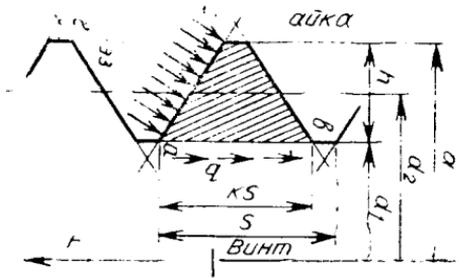
Резбалар шаклига қараб учбурчакли, тўғри тўртбурчакли, тро-
пещиявий ва доиравий бўлиши мумкин. Маҳкамлаш деталлари си-
фатида асосан учбурчак профилли резбадан фойдаланилади, чунки
бундай резбаларда ишқаланиш бирмунча катга бўлиб, маҳкамланиш
нисбатан юқоридир. Учбурчак шакли метрик резбаларда бурчак
60° га тенг бўлиб, унинг ҳамма ўлчамлари стандартлаштирилган
(ГОСТ 8724 — 81). Резбанинг асосий ўлчамлари (16-рasm): d — рез-
банинг ташқи диаметри; d_1 — резбанинг ички диаметри; d_2 — резба-
нинг ўрта диаметри; h — резба профилининг баландлиги (гайка
винтга бураб киритилганда резбаларнинг ўзаро тегиб турувчи сир-
тининг баландлиги); S — резба қадами (винтнинг ички қўшни ўрам-
лари орасидаги ўқ бўйлаб ўлчанган масофа); t — резба йўли (гайка-
да бир марта тўла айланган винтнинг ўқ бўйлаб силжиган масофаси.
Кўп киримли резбалар учун $t = nS$, бу ерда n киримлар сони);
 α — резба профилининг бурчаги; β — кўтарилиш бурчаги (резба
ўқига тик текислик билан винт чи-
зиғига ўтказилган уринма орасида
ҳосил бўладиган бурчак).

Винт чизиғининг бир ўрами те-
кисликда ёйилса (17-рasm), катетла-
ри t ва πd_2 га тенг тўғри бурчак-
ли учбурчак ҳосил бўлади. Бу уч-
бурчакда



17- рasm

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{t}{\pi d_2} \quad (1.9)$$



18- расм

Резьбали бирикма ҳосил қилишда резьбали деталлар (болт, винт, шпилька ва гайка) ишлатилади.

Резьбанинг мустаҳкамлигини ҳисоблаш. Гайканинг ўрамалари орасида юкланишнинг тақсимланиш характери аниқ билиш жуда қийин. Шунинг учун амалда резьбаларнинг мустаҳкамлигини ҳисоблашда таъсир этувчи куч винт ўрамлари орасида бир хилда тақсимланади, деб қабул қилинади.

Резьбаларнинг $s - a$ ишчи юзасини ҳисоблашда қуйидаги муносабатлардан фойдаланилади (18-расм):

$$\sigma_{\text{эз}} = \frac{F}{\pi d_2 h z} \leq [\sigma_{\text{эз}}] \quad (1.10)$$

бу ерда $z = H/S$ баландлиги H бўлган гайкадаги резьба ўрамларининг сони. Бу формула винтнинг резьбаси учун ҳам татбиқ қилинади.

Резьбаларнинг $a - b$ кесими қуйидаги формулалар асосида ҳисобланади (18-расм):

$$\text{винт учун } \tau = F/\pi d_1 K H \leq [\tau]; \quad (1.11)$$

$$\text{гайка учун } \tau = F/\pi d K H \leq [\tau] \quad (1.12)$$

бу ерда K — резьбанинг турини ҳисобга олувчи коэффициент. Учбурчак профили резьбалар учун $K = 0,8$; тўғри тўртбурчак профили резьбалар учун $K = 0,5$; трапеция профили резьбалар учун эса $K = 0,65$. Агар винт ва гайканинг материали бир хил бўлса, винт резьбасининг ўзинигина ҳисоблаш kifоя, чунки $d > d_1$ бўлади. Гайканинг стандартда қабул қилинган баландлиги винт стержени билан резьбасининг мустаҳкамлиги бир хил бўлиши керак, деган шартдан келиб чиқиб чиқарилган. Агар $\tau = 0,6\sigma_{\text{ок}}$ эканлиги назарда тутилса, винт стержени билан резьбасининг мустаҳкамлиги бир хил бўлиши таъминлайдиган шарт қуйидагича ифодаланиши мумкин:

$$F/\pi d_1 K H = 0,6 \frac{4F}{\pi d^3} \quad (1.13)$$

Агар $K = 0,8$ деб олинса, $H = 0,5d_1$ бўлади. Бироқ, амалда салбий таъсир кўрсатадиган айрим ҳоллар назарда тутилиб, резьбали деталлар учун ишлатиладиган гайканинг баландлигини $0,8d_1$ га тенг қилиб олиш тавсия этилади.

Резьбанинг стандартда келтирилган ўлчамлари винт стержени билан резьбасининг мустаҳкамлиги бир хил бўлишини таъминлайди. Шунинг учун болтли бирикмаларни лойиҳалашда асосан винт стер-

женининг зарур диаметрларигина ҳисоблаб топилади, қолган ўлчамлар эса тегишли ГОСТ лардан олинади.

Болт стерженининг мустақкамлигини ҳисоблаш. Деталлар болт ёрдамида бириктирилганда болт стерженида ҳар хил кучлар таъсирида чўзилиш, кесилиш, эзилиш кучланишлари ҳосил бўлади, бу кучланишларнинг қиймати жоиз кучланишлар қиймагидан ошмаслиги керак.

Болтли бирикмага таъсир этувчи кучларнинг бир неча ҳолини кўриб чиқамиз.

Болт стерженига фақат чўзувчи ташқи куч таъсир этади. Бунга сириб тортилмаган, яъни зўриқтирилмаган ҳолатда олиб кўрилган илгак мисол бўла олади (19-расм). Унинг резьбали қисми ташқи F куч таъсирида чўзилишга ҳисобий диаметр бўйича текширилади. Болт стерженида чўзувчи F куч таъсирида ҳосил бўладиган кучланиш:

$$\sigma_4 = \frac{F}{\pi d_1^2/4} = \frac{4F}{\pi d_1^2} \leq [\sigma_4] \quad (1.14)$$

Бундан резьбанинг ички диаметри

$$d_1 \geq \sqrt{4F/\pi[\sigma_4]} \quad (1.15)$$

Ҳисобий қиймат ГОСТ бўйича яхлитлаб олинади (8-жадвал).

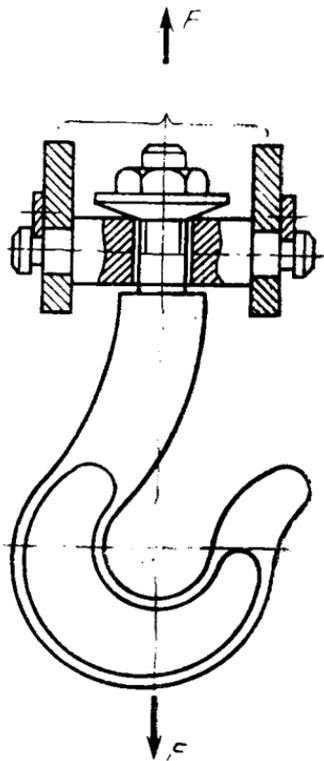
Болт сириб тортилган. Бунга мисол тариқасида герметик бўлиши талаб этиладиган, масалан, ёпиқ узатманинг қоққоғини сириб маҳкамлаш учун ишлатиладиган болтларни келтириш мумкин (20-расм). Бунда болт стерженида чўзувчи куч ҳамда буровчи момент таъсирида кучланишлар ҳосил бўлади. Стандарт болтларни ҳисоблаш шунини кўрсатадики, буровчи моментни болтга таъсир этаётган кучни 30% ошириш билан ҳисобга олиш мумкин, яъни

$$\sigma_{\text{эқв}} = \frac{1,3F}{\pi d_1^2/4} = \frac{5,2F}{\pi d_1^2} \leq [\sigma] \quad (1.16)$$

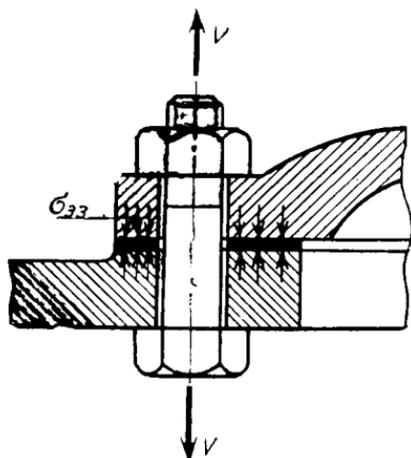
$$d_1 \geq \sqrt{\frac{5,2F}{\pi[\sigma]}} \quad (1.17)$$

Сириб тортиладиган болтларнинг диаметрлари $d \geq 12$ бўлиши тавсия этилади.

Болт сиртиб тортилган ва унинг стерженига чўзувчи куч таъсир этади. Бунга подшипник узелининг маҳкамланиши мисол бўла олади. Сириб тортилган болтга ташқаридан



19-расм



20- расм

женига қўшимча χF чўзувчи куч таъсир этади, деталларни сиқиб турувчи куч эса $(1 - \chi) F$ қадар камаяди. Натижада болт сириб тортилганда стерженга таъсир қилаётган умумий чўзувчи кучнинг қиймати: $F_{ум} = F_c + \chi F$, бу ерда $F = 1,3 F_0$ буровчи моментни ҳисобга олган ҳолда болт стерженини сириб тортиш учун сарф бўлган куч.

Агар деталлар орасига қистирма қўйилмаган бўлса $\chi = 0,2 - 0,3$, асбест, поранит, резина каби материаллардан тайёрланган қистирма қўйилганда эса $\chi = 0,4 - 0,5$ бўлади.

$F_{омина} = (1 - \chi) F$ — деталларнинг сиққлигини таъминловчи кучнинг энг кичик қиймати.

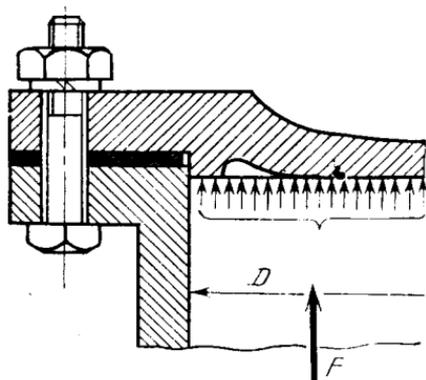
$F_0 = K (1 - \chi) F$ — деталларнинг сиққлигини таъминловчи куч, бу ерда K — хавфсизлик коэффициенти бўлиб, унинг қиймати ташқи кучларнинг таъсири ўзгармас бўлганда $1,25 \div 2,0$, ўзгарувчан бўлганда эса $2 \div 4$ бўлади.

Шундай қилиб, сириб тортилган болт стерженига ташқи куч таъсир этганда бу болт стерженининг диаметри қуйидагича аниқланади:

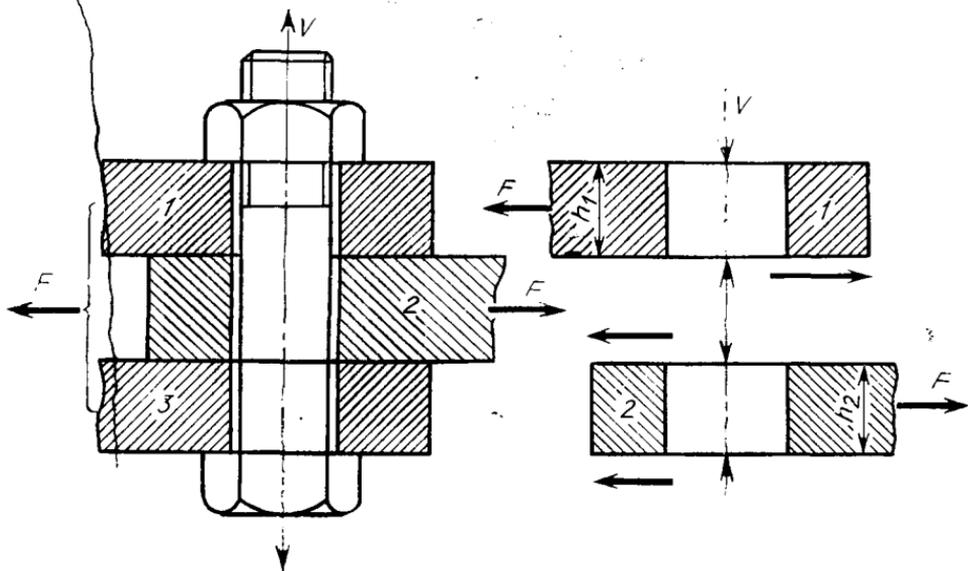
$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4 F_{ум}}{\pi [\sigma_4]}} \quad (1.18)$$

Болтли бирикмада куч ўққа тик йўналган. Бунда болт икки хил тарзда ўрнатилиши мумкин.

1. Болт ўрнатилган тешик



21- расм



22- расм

билан болт диаметри орасида бўшлиқ бор (22-расм). Бундай бирикмада болт сириб тортилгач, деталлар бир-бирига нисбатан силжимаслиги керак. Бу эса улар орасидаги ишқаланиш кучи ҳисобига эришилади, яъни

$$F < F_c f \text{ ёки } F_c = \frac{KF}{f},$$

бу ерда: f — деталлар орасидаги ишқаланиш коэффициентини;

$K = 1,3 \div 2,0$ — хаёфсизлик коэффициентини;

F_c — сириб тортилган кучнинг қиймати;

F — деталларга таъсир этувчи ташқи куч.

Бу ҳол учун болт стержени чўзилишидаги кучланиш:

$$\sigma_{\text{эқв}} = \frac{1,3 F_c}{\pi d_1^2 / 4} = \frac{5,2 FK}{\pi d_1^2 f} \leq [\sigma_4],$$

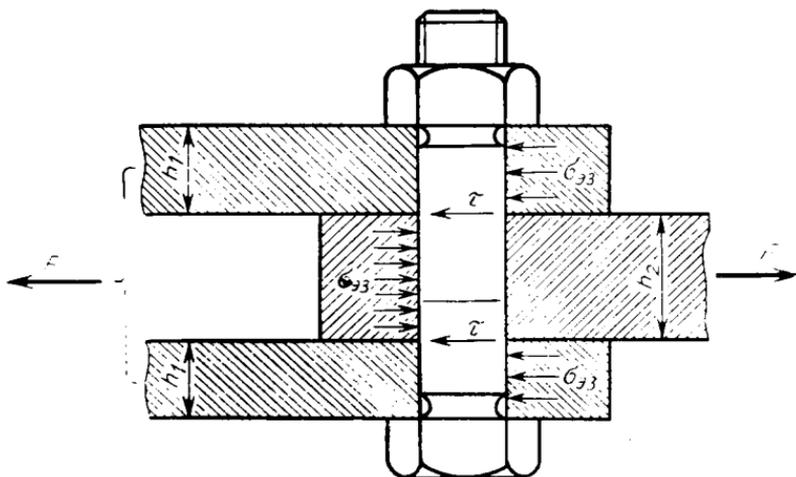
болт стерженининг диаметри

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{5,2KF}{f\pi[\sigma_4]}} \quad (1.19)$$

2. Болт ўрнатилган тешик билан болт диаметри орасида бўшлиқ йўқ (23-расм). Бундай бирикмаларда ташқи кучлар деталь орқали болт стерженига таъсир қилади, натижада унинг стержени кесилишга ва эзилишига ҳисобланади.

Болт стерженининг кесилиш ва эзилиш бўйича мустаҳкамлик шарти

$$\tau = 4F / i\pi d_1^2 \leq [\tau] \quad (1.20)$$



23- расм

Ўртадаги деталь учун

$$\sigma_{33} = F/d_1 \delta_2 \leq [\sigma_{33}] \quad (1.21)$$

Икки четдаги деталлар учун

$$\sigma_{33} = F/d \delta_1 \leq [\sigma_{33}] \quad (1.22)$$

Болт стерженига таъсир қилувчи куч эғувчи момент ҳосил қилади (24-расм). Бундай ҳолларда болт стерженининг мустаҳкамлик шarti

$$\sigma_{\text{эқв}} = \sigma_{\text{ч}} + \sigma_{\text{эғ}} \leq [\sigma] \quad (1.23)$$

Стерженда чўзувчи куч таъсирида ҳосил бўлган кучланиш

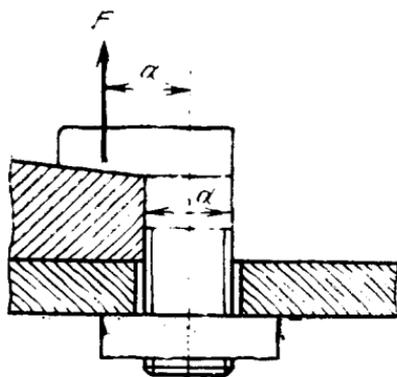
$$\sigma_{\text{ч}} = 5,2F/\pi d_1^2 \leq [\sigma_{\text{ч}}] \quad (1.24)$$

Эғувчи момент таъсирида ҳосил бўлган кучланиш

$$\sigma_{\text{эғ}} = M/W = Fl/0,1d^3 \leq [\sigma_{\text{эғ}}] \quad (1.25)$$

(1.24) ва (1.25) формуладаги қийматлар (1.23) га қўйилса

$$\sigma_{\text{эқв}} = \sigma_{\text{ч}} + \sigma_{\text{эғ}} = 5,2F/\pi d_1^2 + Fl/0,1d_1^3 \leq [\sigma]$$



24- расм

Резьбали деталларнинг материали ва улар учун жоиз кучланишлар. Резьбали деталлар асосан пўлат материаллардан тайёрланади. Уларнинг айрим физик-механик хоссалари 3-жадвалда берилган.

3-жадвал

Пулатнинг маркаси	Мустаҳкамлик чегараси σ_m , МПа	Оқувчанлик чегараси $\sigma_{оқ}$, МПа	Чидамлик чегараси σ_{-1} , МПа
10	340	210	160
Ст3	380	220	180
35	540	310	290
45	610	360	290
35X	930	750	420
30XГСА	1100	850	440

4-жадвал

Болтларни таранглиги назорат қилинмайдиган ҳолларда ҳисоблашда фойдаланиладиган мустаҳкамлик запаси коэффициентининг қиймати

Пулатнинг тури	Ўзгармас юкланишда		Ўзгарувчан юкланишда	
	М6 . . . М16	М16 . . . М30	М6 . . . М16	М16 . . . М30
Углеродли	5 . . . 4	4 . . . 2,5	12 . . . 8,5	8,5
Легирилган	6,5 . . . 5	5 . . . 3,3	10 . . . 6,5	6,5

5-жадвал

Ишқаланиш коэффициенти f нинг қийматлари

Ишқаланиш юзалари	f
Пулатдан тайёрланган деталлар ўзаро ишқаланганда:	
ишқаланиш юзаси мойланганда	0,04 — 0,10
ишқаланиш юзаси мойланмаганда	0,11 — 0,18
Пулат ва чўяндан тайёрланган деталлар ўзаро ишқаланганда:	
ишқаланиш юзаси мойланганда	0,04 — 0,10
ишқаланиш юзаси мойланмаганда	0,11 — 0,18
Пулатдан тайёрланган деталь:	
боронза билан мойсиз ишқаланганда	0,10 — 0,16
текстолит билан мойсиз ишқаланганда	0,15 — 0,25
чарм билан мойсиз ишқаланганда	0,20 — 0,50
резина билан мойсиз ишқаланганда	0,35 — 0,60

6-жадвал

Чўян материалларнинг баъзи механик хусусиятлари

Чўянинг маргалари	Мустаҳкамлик чегараси, МПа			Бринелль бўйича қаттиқлиги, НВ
	чўзилишда $\sigma_{\text{ч}}$	сиқилишда $\sigma_{\text{с}}$	эгилишда $\sigma_{\text{эг}}$	
СЧ 12	122	510	286	143 — 229
СЧ 15	153	612	326	163 — 229
СЧ 18	183	683	365	170 — 241
СЧ 21	214	765	408	170 — 241
СЧ 24	245	846	448	170 — 241
СЧ 28	286	917	489	170 — 241

Пулат материалларнинг баъзи механик хусусиятлари

Пулатнинг маркаси	Листнинг қалин- лиги ёки заготов- канинг диаметри, мм	Мустаҳкамлик чегараси σ_M , МПа	Оқувчанлик чегараси $\sigma_{СК}$, МПа	Бринелль бұ- йича қаттиқ- лиги, НВ	Термик қай- та ишланиши
Ст2	250 гача	412 . . . 333	216 . . . 186	133	—
Ст3	250 гача	146 . . . 373	235 . . . 216	132	—
Ст4	250 гача	509 . . . 412	255 . . . 235	152	—
Ст5	100 гача	510	265	107 . . . 140	Нормаллаш
	100 . . . 300	530	255		
	300 . . . 500	471	235		
40	100 гача	550	274		
	100 . . . 300	530	265		
	300 . . . 500	510	255		
45	100 гача	589	294	220 . . . 170	
	100 . . . 300	569	284		
	300 . . . 500	530	274		
	500 . . . 700	530	265		
45	40 . . . 60	893 . . . 785	540	250 . . . 223	Яхшилаш
	60 . . . 90	835 . . . 736	440	236 . . . 207	
	90 . . . 120	785 . . . 686	392	222 . . . 194	
	180 . . . 250	736 . . . 637	343	207 . . . 180	

Метрик резьбаларнинг ўлчамлари

Резьба диаметри, d мм	Қатта қадамли резьба				Кичик қадамли резьба		
	S мм	d_1 мм	d_2 мм	A см ²	S мм	d_1 мм	d_2 мм
6	1,0	4,918	5,35	0,178	0,75	5,188	5,313
8	1,25	6,647	7,188	0,329	1,0	6,918	7,370
10	1,5	8,376	9,026	0,523	1,25	8,647	9,188
12	1,75	10,106	10,863	0,763	1,25	10,647	11,188
(14)	2,0	11,835	12,701	1,045	1,5	12,376	13,026
16	2,0	13,835	14,701	1,44	1,75	14,376	15,026
(18)	2,5	15,294	16,376	1,75	1,5	16,376	17,026
20	2,5	17,294	18,376	2,26	1,5	18,376	19,026
(22)	2,5	19,294	20,376	2,26	1,5	20,376	21,026
24	3,0	20,552	22,051	3,24	2,0	21,835	22,701
(27)	3,0	23,752	25,051	4,27	2,0	24,835	25,701
30	3,5	26,211	27,727	5,18	2,0	27,835	28,701
(33)	3,5	29,211	30,727	6,47	2,0	30,535	31,701
36	5,0	31,670	33,402	7,60	3,0	31,752	34,051
(39)	4,0	34,670	36,402	8,61	3,0	35,752	37,051
42	4,5	37,129	39,077	10,45	3,0	36,752	40,051
(45)	4,5	40,129	42,077	12,26	3,0	41,752	43,051
48	5,0	42,752	44,752	13,75	3,0	44,752	46,051

S — резьбанинг қадами; d_1 — резьбанинг ички диаметри; d_2 — резьбанинг ўрта диаметри; A — винтнинг кесим юзаси.

Болтлар учун сириб тортиш кучининг жоиз қийматлари, кН

Болтдаги резьбанинг тури	Пўлатнинг маркаси		Болтдаги резьбанинг тури	Пўлатнинг маркаси	
	Ст 3	45		Ст 3	45
M8	1,45	2,5	M24	23,5	40,0
M10	2,55	4,40	M30	45,0	77,0
M12	3,50	6,40	M36	73,0	152,0
M16	7,90	13,50	M42	100,0	170,0
M20	14,00	24,00	M48	130,0	255,0

Жоиз кучланиш:

болтга фақат чўзувчи куч таъсир этганда

$$[\sigma] = 0,6 \sigma_{ок}$$

болтга таъсир қилувчи кучлар ўзгармас бўлиб, болт таранглиги назорат қилиб турилмаса

$$[\sigma] = (0,2 \div 0,5) \sigma_{ок}$$

болт ўрнатилганда болт билан деталь ўртасида бўшлиқ бўлмаса

$$[\tau] = 0,4 \sigma_{ок}$$

Жоиз эзувчи кучланиш:

пўлатдан тайёрланган деталлар бириктирилганда

$$[\sigma_{эс}] = 0,8 \sigma_{ок}, \text{ МПа}$$

чўяндан тайёрланган деталлар бириктирилганда

$$[\sigma_{эс}] = (0,4 - 0,5) \sigma_m, \text{ МПа}$$

1. 4. РЕЗЬБАЛИ БИРИКМАЛАРГА ОИД МАСАЛАЛАРНИ ЕЧИШ

1. Стойка фундаментига Ст5 маркали пўлатдан тайёрланган болт ёрдамида бириккан. Таъсир қилаётган F куч ўзгармас бўлиб, унинг қиймати 10 кН га тенг. $a = 210$ мм, $b = 20$ мм. Болтнинг диаметри аниқлансин (25-расм).

Масаланинг ечими.

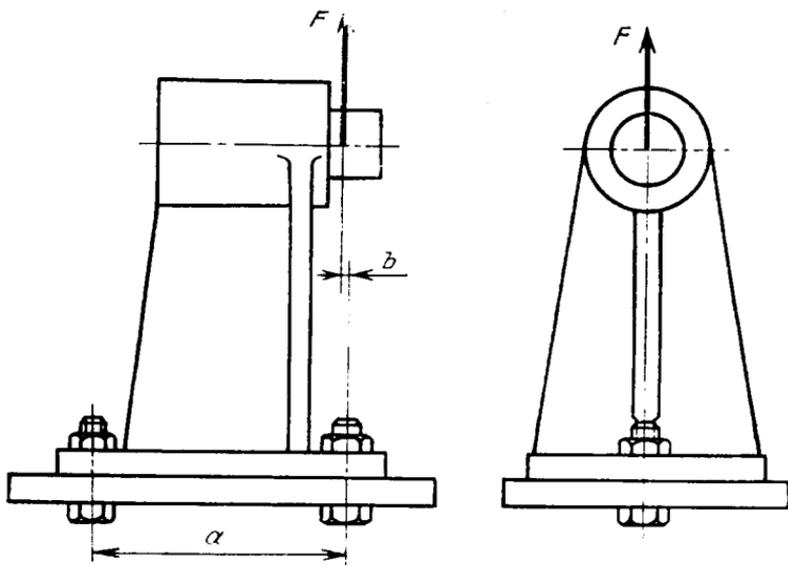
Болтга таъсир қилувчи кучларни аниқлаймиз:

$$\sum M_A = 0. R_B \cdot a + F(a - b) = 0$$

$$R_B = -\frac{F(a - b)}{a} = -\frac{10 \cdot 10^3 \cdot 190}{210} = -9047,6 \text{ Н}$$

$$\sum M_B = 0. -R_A \cdot a - F \cdot b = 0$$

$$R_A = -\frac{F \cdot b}{a} = -\frac{10 \cdot 10^3 \cdot 20}{210} = -952,4 \text{ Н}$$



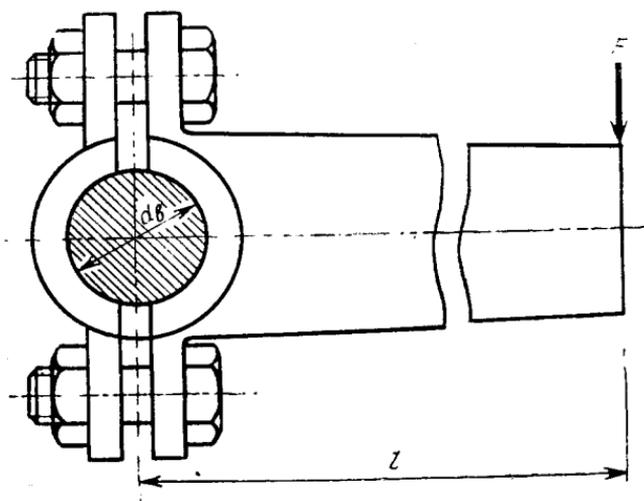
25- расм

Болтнинг стерженидаги чўзувчи куч ва эгувчи момент таъсирида юзага келувчи умумий кучланиш:

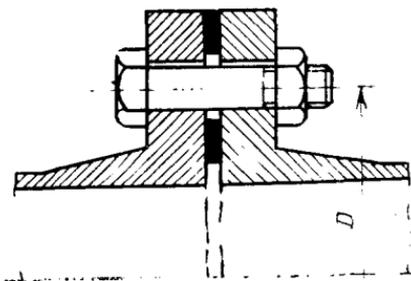
$$\sigma_{\text{эКВ}} = 1,3 \sigma_{\text{ч}} = \frac{1,3 R_B}{(\pi d_1^2)/4} = \frac{5,2 R_B}{\pi d_1^2} \leq [\sigma]$$

Жоиз кучланишнинг қиймати:

$$[\sigma] = \sigma_{\text{оК}}/[n]$$



26- расм



27- расм

бу ерда: $\sigma_{ок} = 265$ МПа (7-жадвал); $[n] = 1,7 \div 2,2$ — хавфсизлик коэффициенти (углеродли пўлатлар учун)

$$[\sigma] = \frac{265}{2} = 132,5 \text{ МПа}$$

Болтнинг диаметрини аниқлаймиз:

$$d_1 \geq \sqrt{5,2 R_B / \pi [\sigma]} = \sqrt{5,2 \cdot 9047,6 / 3,14 \cdot 132,5} = 10,6 \text{ мм}$$

8-жадвалдан М14 резьбали болт танлаймиз.

2. Берилган клеммали бирикмадаги углеродли пўлатдан тайёрланган болтларнинг диаметри аниқлансин (26-расм). $F = 1$ кН, $l = 500$ мм, $f = 0,2$, $d_b = 25$ мм.

Масаланинг ечими. Бирикманинг ишлашини таъминлаш учун қўйидаги шарт бажарилиши керак, яъни $F_c / d_b = F l$

бундан $F_c = \frac{F l}{j d_b}$ — клемма болтларини сириб тортувчи куч.

$$F_c = \frac{F l}{j d_b} = \frac{1 \cdot 10^3 \cdot 500}{0,2 \cdot 25} = 10^5 \text{ Н}$$

Болтлар учун чўзилишдаги жоиз кучланишни аниқлаймиз $[n] = 2,0$; $[\sigma_q] = \sigma_{ок} / [n] = 230 / 2 = 115$ МПа.

Болтнинг диаметрини аниқлаймиз:

$$\sigma_q = 4 \cdot 1,3 \cdot K \cdot F_c / (z \pi d_1^2) \leq [\sigma_q]$$

бундан

$$d_1 \geq \sqrt{5,2 K F_c / z \pi [\sigma_q]} = \frac{4 \cdot 1,3 \cdot 2 \cdot 10^5}{2 \cdot 3,14 \cdot 115} = 33,6 \text{ мм}$$

8-жадвалдан М36, $P = 4$ мм бўлган болтни қабул қилдик.

3. Диаметри $D = 200$ мм бўлган идиш олтига болт ($z = 6$) билан герметик қилиб маҳкамланган, идиш ичидаги босим $p = 2$ МПа (27-расм). Сириб тортилган болтларга ташқи куч таъсир қилади. Болтнинг диаметри аниқлансин.

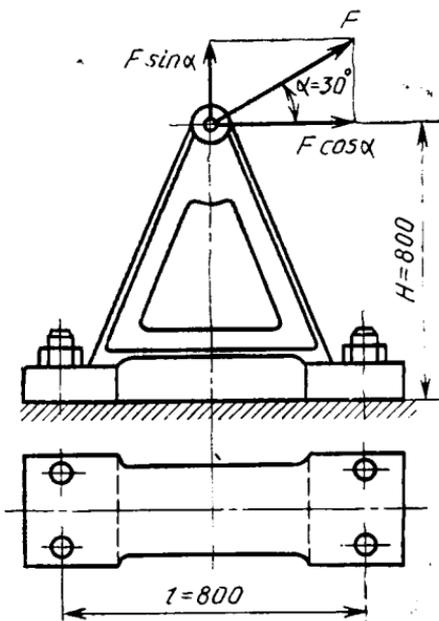
Масаланинг ечими.

Бундай ҳолда болтнинг диаметри қўйидагича аниқланади:

$$d_1 = \sqrt{4 F_{ym} / \pi [\sigma_q]}, \quad F_{ym} = F_c + \chi F$$

Буровчи момент ҳам ҳисобга олинганда $F_c = 1,3 F_o \Rightarrow F_o = K(1 - \chi)F$, бу ерда: $K = 2,0$; $\chi = 0,4$.

Ҳар бир болтга таъсир қилувчи куч:



28- расм

камланган (28- расм). Болтнинг диаметри аниқлансин. $F = 20$ кН, $\alpha = 30^\circ$, $H = 800$ мм, $L = 800$ мм, $f = 0,4$.

Масаланинг ечилиши. Кронштейнга таъсир қилувчи кучни ташкил этувчи кучларга ажратамиз. Горизонтал текисликда $F \cos \alpha$ ва вертикал текисликда $F \sin \alpha$ кучлари ҳосил бўлади. Вертикал текисликда ҳар бир болтга таъсир қилувчи куч:

$$F_1 = F \sin \alpha / z = 20 \cdot 0,5 / 4 = 2,5 \text{ кН.}$$

Горизонтал текисликда куч таъсирида кронштейн силжимаслиги учун қуйидаги шарт бажарилиши керак:

$$z F_2 f \geq F \cos \alpha; \quad F_2 = F \cos \alpha / f z.$$

Силжишдаги хавфсизлик коэффициентини 20 % қилиб олсак:

$$F_2 = \frac{1,2 \cdot F \cos \alpha}{f z} = \frac{1,2 \cdot 20 \cdot 0,866}{0,4 \cdot 4} = 13 \text{ кН.}$$

Кронштейнга $F \sin \alpha$ кучдан ташқари $H F \cos \alpha$ эгувчи момент ҳам таъсир этади, бу момент эса чап томондаги болтга таъсир қилувчи куч моментига тенглашади, яъни

$$H F \cos \alpha = F_3 L \frac{z}{2},$$

$$F_3 = \frac{2 H F \cos \alpha}{L z} = \frac{2 \cdot 800 \cdot 17,32}{800 \cdot 4} = 8,66 \text{ кН.}$$

Бинобарин, болтга таъсир қилувчи умумий куч

$$F = p \pi D^2 / 4 z = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 200^4}{4 \cdot 6} =$$

$$= 10466 \text{ Н}$$

$$F_0 = 2 (1 - 0,4) \cdot 10466 = 12559 \text{ Н,}$$

$$F_c = 1,3 \cdot 12559 = 16327 \text{ Н,}$$

$$F_{\text{ум}} = 16327 + 0,4 \cdot 10466 = 20513 \text{ Н — болтга таъсир қилувчи умумий куч.}$$

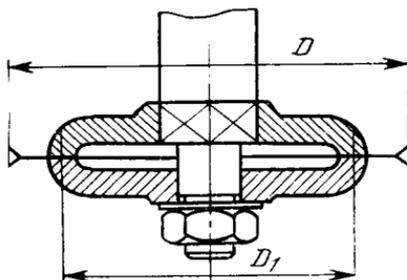
Болт учун чўзилишдаги жоиз кучланишни 7-жадвалдан оламиз:

$$[\sigma_q] = \sigma_{\text{ок}} / [n] = 250 / 2 = 125 \text{ МПа}$$

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 20513}{3,14 \cdot 125}} = 14,45 \text{ мм}$$

8-жадвалдан М16, $P = 2$ мм бўлган болтни танлаймиз.

4. Кронштейн бетонли фундамента болт ёрдамида маҳ-



29 - расм

$$F_{\text{ум}} = F_1 + F_2 + F_3 = 2,5 + 13 + 8,66 = 24,16 \text{ кН}$$

9-жадвалдан шу кучга тегишли М24 болт танлаймиз.

5. Кесишдаги қаршилик кучи $F = 3 \text{ кН}$, $D = 400 \text{ мм}$ бўлган арра диаметри $D_1 = 120 \text{ мм}$ ли шайбалар ўртасида жойлашган бўлиб, гайка билан маҳкамланган (29-расм). Арра билан шайба ўртасидаги зарур ишқаланиш кучи гайка ёрдамида таъминланади. Валдаги резьбанинг диаметри аниқлансин.

Масаланинг ечими. Арранинг ишлаши учун қаршилик кучининг моменти ишқаланиш кучининг моментидан ошмаслиги керак, яъни

$$M_{\text{иш}} > 1,25 M_{\text{кес}} \text{ ёки } F_{\text{иш}} D/2 > 1,25 FD/2$$

Шайба билан арра орасидаги ишқаланиш кучи

$$F_{\text{иш}} \geq \frac{1,25 FD/2}{D_1/2} = \frac{1,25 \cdot 3 \cdot 400/2}{120/2} = 12,5 \text{ кН.}$$

Мазкур ишқаланиш кучини таъминлаш учун гайка қуйидаги куч билан маҳкамланиши керак:

$$Q \geq F/f = 12,5/0,1 = 125 \text{ кН,}$$

бу ерда $f = 0,1$ шайба билан арра ўртасидаги ишқаланиш коэффициентини (5-жадвал). 9-жадвалдан резьбанинг мос диаметри М36 ни танлаймиз.

6. Клеммали бирикмадаги ричагга F куч таъсир этади (30-расм). Агар $d = 28 \text{ мм}$, $f = 0,15$, $F = 0,75 \text{ кН}$ бўлса, клеммадаги болтнинг ҳамда ричагни маҳкамлаш учун ишлатилган болтларнинг диаметри аниқлансин.

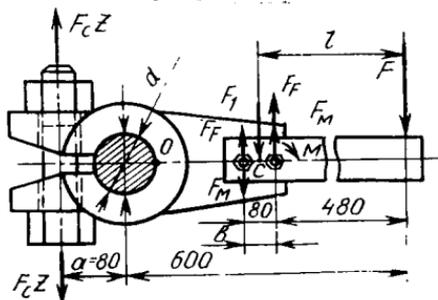
Масаланинг ечими. Ричагга таъсир қилувчи кучни оғирлик маркази C га кўчирамиз. Натижада $F = F_1$ ва $M = Fl$ бўлади. Бу куч ва момент ричаг билан клемма ўртасидаги ишқаланиш кучи билан тенглашади, яъни

$$F \cdot l = F_m b; \quad 0,5 F_1 = 0,5 F$$

Бундан

$$F_m = \frac{F \cdot l}{b} = \frac{0,75 \cdot 520}{80} = 4,875 \text{ кН}$$

Ишқаланиш кучининг энг катта қиймати:



30-расм

$$F_{\max} = F_F + F_M = \frac{F_l}{2} + \frac{F_l}{b} = \frac{0,75}{2} + \frac{0,75 \cdot 520}{80} = 5,25 \text{ кН}$$

Бу ишқаланиш кучини ҳосил қилиш учун болт қўйидаги куч билан сириб тортилиши керак:

$$F_c = 1,2 F_{\max} / f = \frac{1,2 \cdot 5,25}{0,15} = 42 \text{ кН}$$

9-жадвалдан резбанинг ўлчами — М30 ни танлаб оламиз.

Клемма болтидаги резбанинг ўлчамини аниқлаш учун қўйидаги амалларни бажарамиз.

Клемма мувозанат ҳолатини сақлаши учун ташқи момент билан ишқаланиш кучининг momenti ўзаро тенг бўлиши керак, яъни

$$f F_f d = 1,2 F L,$$

бундан
$$F_f = \frac{1,2 F L}{f d} = \frac{1,2 \cdot 0,75 \cdot 600}{0,15 \cdot 28} = 128 \text{ кН}$$

бу ерда: $f = 0,15$ клемма билан вал ўртасидаги ишқаланиш коэффициентини; L — рычагнинг радиуси; d — валнинг диаметри.

О нуқтасига нисбатан $F_c z$, F_f кучлардан олинган моментлар ўзаро тенг бўлиши керак, яъни $F_c z (a + 0,5 d) = F_f d / 2$.

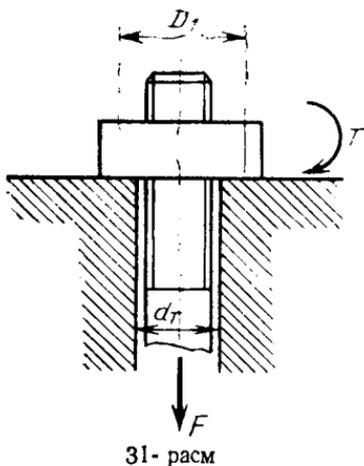
Бундан ҳар бир болтни сириб тортиш учун сарфланадиган куч:

$$F_c = \frac{F_f d / 2}{z (a + 0,5 d)} = \frac{128 \cdot 28 / 2}{1 (80 + 0,5 \cdot 28)} = 19,6 \text{ кН}$$

9-жадвалдан шу кучга нисбатан резбанинг мос ўлчами М24 ни танлаб оламиз.

Мустақил ишлаш учун масалалар

1. Деталлар М12 резбали болт ёрдамида ўзаро бириктирилган. Болтни сириб тортиш учун ишлатиладиган қалитга ишчи қанча куч билан таъсир қилиши мумкин?



Жавоби: $F = 47 \text{ Н}$

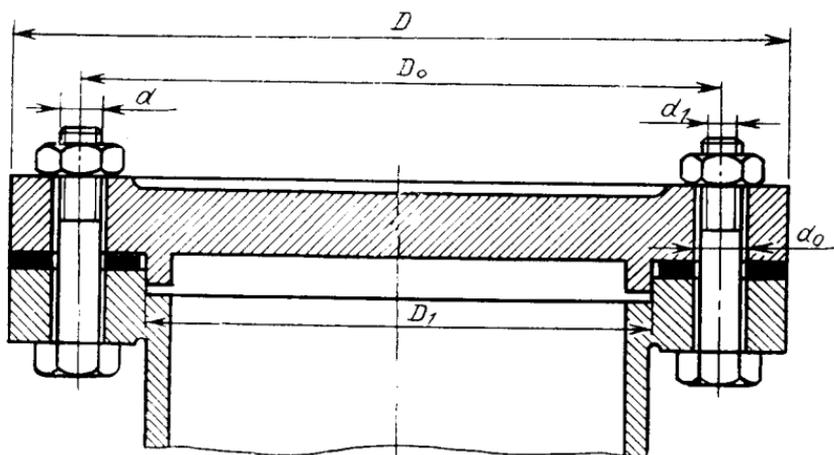
2. 1-масалада келтирилган болтнинг диаметри икки марта оширилса, қалитга қўйилиши мумкин бўлган кучни қанча ошириш керак бўлади?

Жавоби: 7,7 марта

3. Болтли бирикмада болт стерженига таъсир этувчи бўйлама куч $F = 25 \text{ кН}$ (31-расм). Болтни сириб тортиш учун керак бўлган момент қиймати аниқлансин.

Жавоби: 19 Н·м

4. Кўтариш механизмининг иллагагида кўтарилаётган юкнинг оғир-



32- расм

лиги 38 кН (19-расм). Илгак учигади метрик резьбанинг диаметри аниқлансин.

Жавоби: М36

5. Икки шайба ўртасига ўрнатилган арра шайбаларни гайка ёрдамида сиқиш натижасида ҳосил бўлган куч ҳисобига маҳкамланади (29-расм). Агар $D = 600$ мм, $D_1 = 160$ мм, аррадаги қаршилик кучи $F = 2$ кН бўлса, вал учига гайкага мўлжалланган резьбали қисмнинг диаметри аниқлансин.

Жавоби: М24

6. Деталларни ўзаро бириктириш учун илгак сифатида тайёрланган М16 резьбали болт ишлатилган (24-расм). Агар $F = 1,0$ кН, $a = 15$ мм бўлса, болт стерженидаги кучланиш аниқлансин.

Жавоби: $\sigma = 265$ МПа

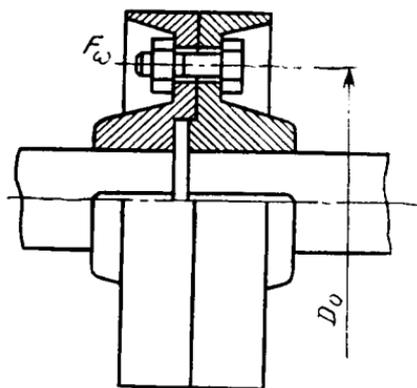
7. Клеммали бирикмада $F = 500$ Н, $d_b = 40$ мм, $l = 500$ мм, $f = 0,2$ (27-расм). Ричаг Ст3 маркали пўлатдан тайёрланган 2 та болт ёрдамида валга маҳкамланган. Болтлардаги метрик резьбанинг диаметри аниқлансин.

Жавоби: М12

8. Ичидаги газ босими $p = 1,5$ МПа бўлган идишнинг қопқоғи 20 та болт билан маҳкамланган (32-расм). Идишнинг диаметри $D = 560$ мм. 40 маркали пўлатдан тайёрланган болтларнинг диаметри аниқлансин.

Жавоби: М20

9. Узатилаётган момент $T = 2$ кН·м ва $D_0 = 200$ мм бўлган иккита ярим муфтадан ташкил топган фланецли муфта 4 та М12 резьбали болт ёрдамида бириктирилган (33-расм). Болтлар Ст3 маркали пўлатдан тайёрланган. Берилган моментни узатиш учун болтлар қандай куч билан сириб тортилиши керак? (Сириб тортиш кучининг қиймати 2 ҳолат учун аниқлансин: болт билан тешик орасида



33- расм

бўшлиқ бўлганда ва бўлмаганида).

Жавоби: $F_c = 325 \text{ Н}$; $F_c = 25 \text{ Н}$

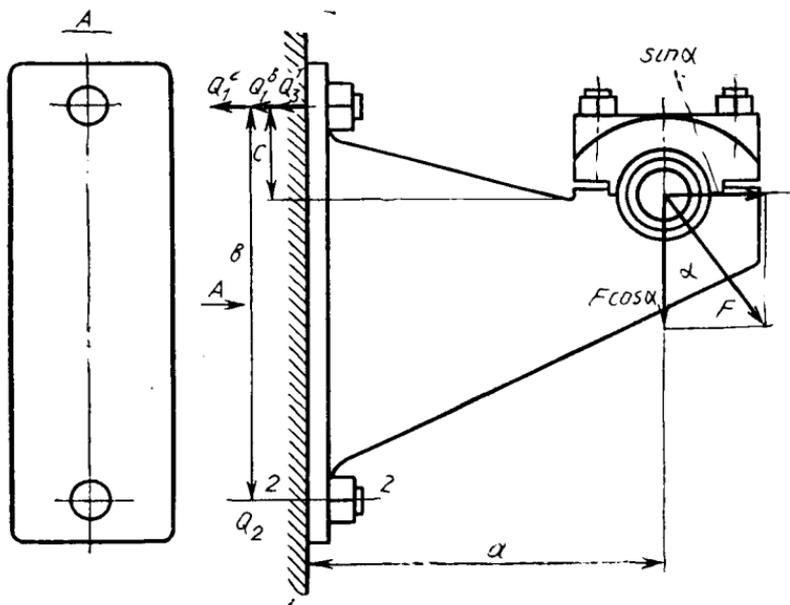
10. 400 Н·м буровчи моментни узата оладиган фланецли муфтада $f = 0,15$ ва $D_0 = 160 \text{ мм}$ (33- расм). Ярим муфта-лар Ст3 маркали пўлатдан ясалган М12 резьбали болтлар билан ўзаро бириктирилган. Муфтадаги болтлар сони 2 ҳолат учун (болт билан тешик орасида бўшлиқ бўлганида ва бўлмаганида) аниқлансин.

Жавоби: $z = 8$; $z = 2$

11. Бетонга 2 та болт билан бириктирилган тиргакка $F = 8 \text{ кН}$ куч $\alpha = 30^\circ$ бурчак остида таъсир этади (34- расм). Болт Ст3 маркали пўлатдан тайёрланган бўлиб, тиргак билан бетон орасидаги ишқаланиш коэффициентини 0,3 ни ташкил этади. Бирикмадаги болтлар резьбасининг диаметри аниқлансин.

Жавоби: М20

12. Тасмали узатма подшипникнинг корпуси фундаментга икки та болт ёрдамида маҳкамланган. Таъсир қилувчи кучнинг қиймати ва подшипникнинг геометрик ўлчамлари 35- расмда келтирилган. Болтлар Ст3 маркали пўлатдан тайёрланган бўлиб, зазор билан



34- расм

ўрнатилган. Подшипник корпуси билан бетон орасидаги ишқаланиш коэффиценти $f = 0,3$. Болтларнинг диаметри аниқлансин.

Жавоби: M20

13. Устунга кронштейн 4 та болт ёрдамида бириктирилган. Кронштейннинг ўлчамлари ва унга таъсир қилувчи F кучнинг қиймати 36-расмда келтирилган. Ст3 маркали пўлатдан тайёрланган болт резьбасининг диаметри аниқлансин.

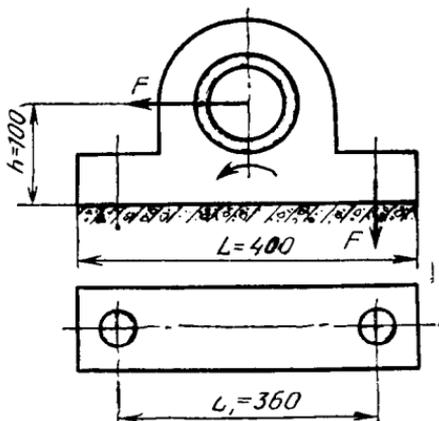
Жавоби: M20

14. 13-масалада берилган кронштейнни маҳкамлашда болтларнинг ўрни 37-расмда кўрсатилганидек ўзгартирилган. Болт резьбасининг диаметри аниқлансин.

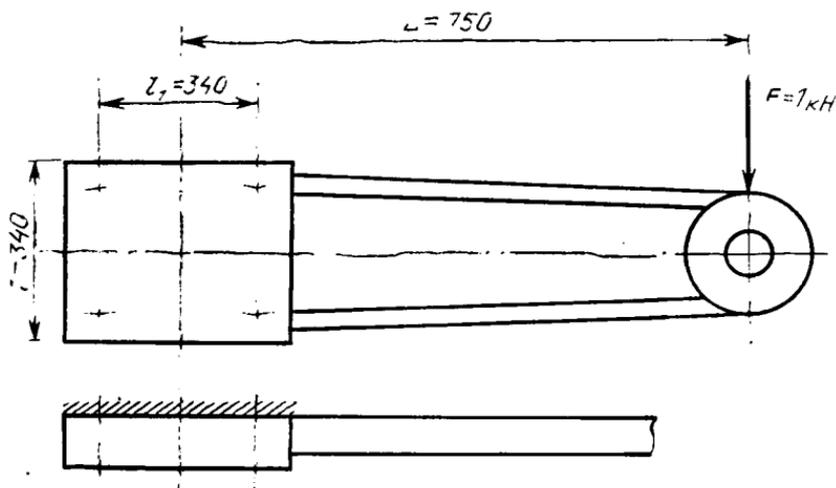
Жавоби: M24

15. Қлемманинг ўлчамлари ва унга таъсир қилувчи кучнинг қиймати 38-расмда берилган. $l = 500$ мм, $F = 200$ Н, $d = 50$ мм. Қлеммага бириктирилган рычагни маҳкамлаш учун болтни қандай куч билан сириб тортиш керак?

Жавоби: $F_c = 16$ кН

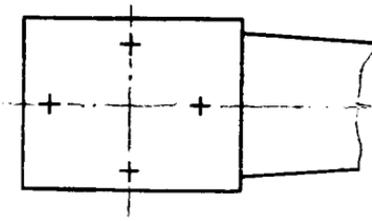


35- расм

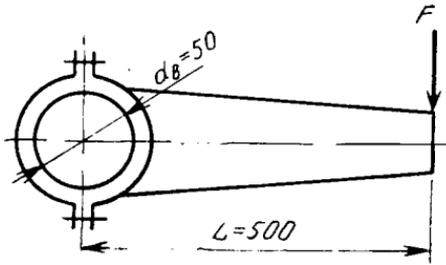


36- расм

1.5. ШПОНКАЛИ ВА ШЛИЦЛИ БИРИКМАЛАР



37- расм



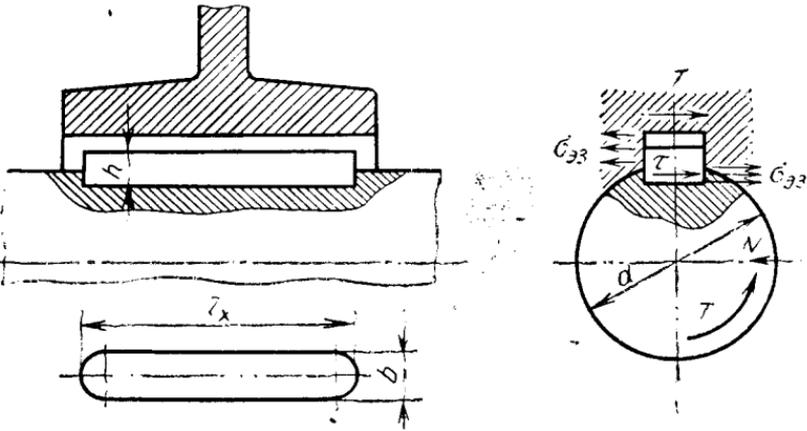
38- расм

Шпонкали бирикмалар. Айланувчи деталлар (шків, тишли ғилдирак, муфта ва ҳоказолар)ни вал ёки ўққа биргаликда айландиған қилиб маҳкам ўрнатиш учун турли шпонкалардан фойдаланилади. Шпонкали бирикмаларнинг тузилиши оддий бўлиб, уларни йиғиш ва қисмларга ажратиш анча осон. Шунинг учун бундай бирикмалардан машинасозликда кенг кўламда фойдаланилади.

Вал ёки ўқ сиртига шпонка учун мўлжалланган ўйиқ қилиниши шпонкали бирикмаларнинг асосий камчилиғидир, чунки бундай ўйиқ вал ёки ўқ кўндаланг кесимини камайтириб, унинг мустаҳкамлигини пасайтиради.

Шпонкали бирикмалар зўриққан ва зўриқмаган бўлиши мумкин. Зўриққан бирикмаларда понасимон шпонкалар, зўриқмаган бирикмаларда эса призматик шпонкалар ишлатилади.

Призматик шпонка воситасида ҳосил қилинган бирикмаларда шпонкани ҳам, валдаги ўйиқни ҳам юқори даражада аниқлик билан



39- расм

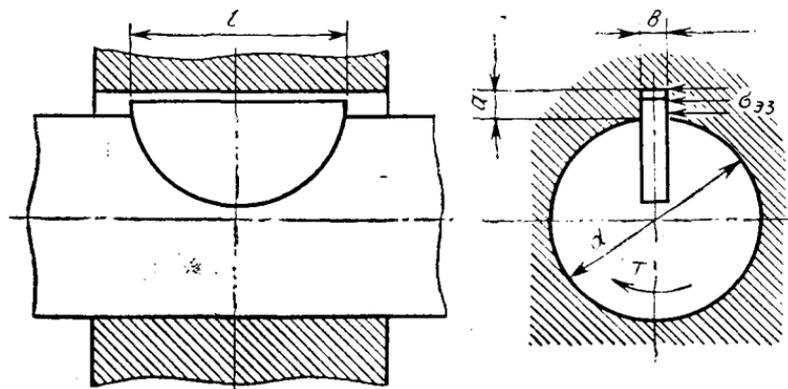
тайёрлаш талаб этилади, чунки бундай ҳолларда шпонканинг ён ёқлари валдаги ўйиқнинг ён ёқларига бир текис тегиб турадиган бўлиши керак.

Валдаги гилдирак гупчагига буровчи момент узатилишида шпонка ён ёқларининг эзилиши ҳамда вал билан гупчакнинг урилиш чизиғидан кесилиши мумкин. Бунда ҳосил бўладиган кучланишлар (39-расм) қуйидагича аниқланади:

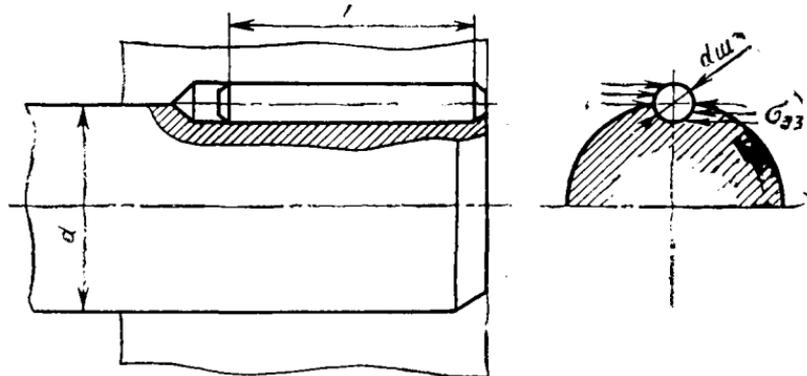
$$\sigma_{\text{эз}} = \frac{4 \cdot T}{h_{\text{ш}} \cdot l_{\text{х}} \cdot d} \leq [\sigma_{\text{эз}}] \quad (1.27)$$

$$\tau = \frac{2T}{b \cdot l_{\text{х}} \cdot d} \leq [\tau] \quad (1.28)$$

Одатда, шпонканинг ўлчамлари вал диаметрига қараб жадваллардан танланади, узунлиги эса гупчак тешигининг узунлигига боғлиқ равишда $l = (0,8 \div 0,9) l_{\text{гуп}}$ қилиб олинади ва мустаҳкамлиги юқорида келтирилган формулалар воситасида текшириб кўрилади.



40- расм



41- расм

Шпонкаларнинг ГОСТ да келтирилган ўлчамлари b ва $h_{ш}$ шундай танланганки, уларнинг кесилиши камдан-кам содир бўлади. Шунинг учун, призматик шпонкалардан фойдаланиладиган ҳолларда уларни (1.27) формула асосида ҳисоблаш билан кифояланса бўлади. Ишлаш принципи юқоридагига ўхшаш яна бир неча хил шпонкаларни учратиш мумкин. Сегментсимон (40-расм) ва цилиндрик (41-расм) шпонкалар шулар жумласидандир.

Сегментсимон шпонка ўрнатилган валдаги ўйиқ чуқур бўлганлиги учун валнинг мустаҳкамлиги пасаяди. Шу сабабли, сегментсимон шпонкалар валнинг диаметри унча катта бўлмаган ($d \leq 60$ мм) ва кичик буровчи моментларни узатиш лозим бўлган ҳоллардагина ишлатилади. Бундай шпонкаларнинг мустаҳкамлиги кесилишга ва эзилишга қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$\tau_{кес} = \frac{2T}{dlb} \leq [\tau_{кес}]; \quad \sigma_{эз} = \frac{2T}{dl(h-t_1)} \leq [\sigma_{эз}] \quad (1.29)$$

Деталлар валнинг учига ўрнатиладиган ҳолларда цилиндрик шпонкалардан фойдаланиш мумкин. Улар ўрнатиладиган ўйиқлар аввал пармалаш, сўнгра эса унга ишлов бериш йўли билан тайёрланади. Шунинг назарда тутиш керакки, битта узун шпонка ишлатишдан кўра, иккита ёки учта калта шпонка ишлатган маъқул.

Цилиндрик шпонка ўйиққа маълум даражада тигизлик билан ўрнатилади. Айрим ҳолларда цилиндрик шпонка кесик конус шаклида бўлади.

Цилиндрик шпонкаларнинг мустаҳкамлиги қуйидаги формула ёрдамида баҳоланади:

$$\sigma_{эз} = \frac{4T}{d_{ш} l_{ш} d} \leq [\sigma_{эз}] \quad (1.30)$$

Шпонкаларни тайёрлашда ишлатиладиган материаллар ва улар учун жоиз кучланишлар. Стандартлашган шпонкалар ГОСТ 8757 — 68, 8786 — 68 бўйича Ст5, Ст6, 45, 50, 55, 60 маркали пўлатлардан тайёрланади.

Қўзғалмайдиган қилиб бириктирилган шпонкали бирикмалар учун эзилишдаги жоиз кучланиш $[\sigma_{эз}] = \sigma_{ок}/[n]$ бўлади, бу ерда: $\sigma_{ок}$ — пўлат материалларнинг оқувчанлик чегараси; $[n] = 2,5 — 2,0$.

Шпонкалар ГОСТ 8787 — 68 бўйича тайёрланганда $[\sigma_{эз}] = 80 \dots 150$ оралиғида бўлади. 45 маркали пўлат материалдан тайёрланган шпонкалар редукторларда ишлатилса, $[\sigma_{эз}] = 50 \dots 70$ МПа қилиб олинади.

Шпонкалар учун кесилишдаги жоиз кучланиш $[\tau] = 70 \dots 100$ МПа оралиғида олинади.

Шлицли бирикмалар. Агар валнинг сиртида ва унга ўрнатиладиган деталь гупчаги тешигининг ички сиртида унча чуқур бўлмаган ариқчалар ўйилиб, деталлардан бирининг чизиги иккинчисининг боғиғига тушадиган қилиб ўрнагилса, шлицли бирикма ҳосил бўлади (42-расм). Бундай бирикма шпонкали бирикмадагига нисбатан қуйидаги афзалликларга эга:

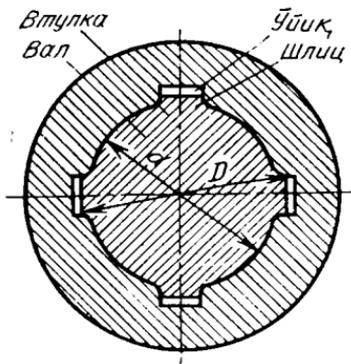
Призматик шпонкаларнинг ўлчамлари, мм (ГОСТ 23360 — 78)

Валнинг диаметри, d мм	Шпонканинг кўндаланг қесми, $b \times h$	Ўйиқчаларнинг чуқурлиги		Валнинг диаметри, d мм	Шпонканинг кўндаланг қесми, $b \times h$	Ўйиқчаларнинг чуқурлиги, μ	
		валда, t_1 мм	втулкада, t_2 мм			валда t_1 мм	втулкада, t_2 мм
10—12	4×4	2,51	1,8	40—50	14×9	5×5	3,8
12—17	5×5	3,0	2,3	50—58	16×10	6,0	4,3
17—22	6×6	3,5	4,8	58—65	18×11	7,0	4,4
22—30	8×7	4,0	3,3	65—75	20—12	7,5	4,9
30—38	10×8	15,0	3,3	75—85	22×14	9,0	5,4

Сегментсимон шпонканинг ўлчамлари, мм (ГОСТ 24071—80)

Валнинг диаметри, d мм	Шпонканинг ўлчамлари, $b \times h \times d$	Ўйиқчаларнинг чуқурлиги		Валнинг диаметри, d мм	Шпонканинг ўлчамлари, $b \times h \times d$	Ўйиқчаларнинг чуқурлиги	
		валда t_1	втулкада t_2			валда t_1	втулкада t_2
10—12	3×6; 5×16	5,3	1,4	20—20	5×9×12	7,0	2,3
12—14	4×6; 5×16	5,0	1,8	22—25	6×9×22	6,5	2,8
14—16	4×7; 5×19	6,0	1,8	25—28	6×10×25	7,5	2,9
16—18	5×6; 5×16	4,5	2,3	28—32	8×11×28	8,0	3,3
18—20	5×7; 5×19	5,0	2,3	32—38	10×13×32	10,0	3,3

деталлар валда яхши марказланади, лозим бўлган тақдирда уларни вал бўйлаб суриладиган қилиб ўрнатиш ҳам мумкин;



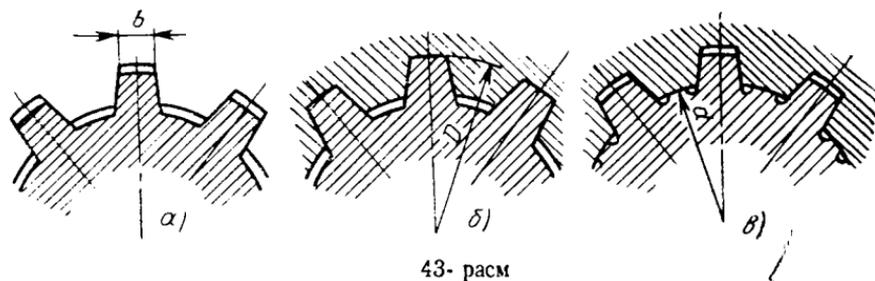
42-расм

шлицли бирикманинг ўзгарувчан зарбли юкланиш таъсир этгандаги мустақамлиги шпонкали бирикманикига қараганда бирмунча юқори;

шлицли бирикмалар шпонкали бирикмаларга қараганда бир неча марта ортиқ юкланишга чидайди.

Мана шу афзалликлари туфайли шлицли бирикмалардан машинасозликда кенг фойдаланилмоқда. Шлицли бирикмаларнинг барча ўлчамлари ҳамда улар учун тегишли чегаравий қийматлар стандартлаштирилган.

Шлицлар тўғри тўртбурчак, эвольвента ва учбурчак профилли



43- расм

бўлиши мумкин. Булардан энг кўп тарқалгани тўғри тўртбурчак профилли шлицлардир. Мазкур шлицли бирикмаларда деталлар цилиндрларнинг ён ёқлари, ташқи ёки ички диаметрлари бўйича марказлаштирилади (43-расм). Деталлар шлиц диаметрлари D ёки d бўйича марказлаштирилганда вал ва гупчакнинг ўхшаш бўлиши яхши таъминланади. Бироқ, ён ёқлар бўйича марказлаштирилганда юкланиш шлицлар орасида бир хилда тақсимланади. Бунинг натижасида бирикма кўпроқ юкланишда ишлай олади.

Шлицнинг ўлчамлари шпонканики каби валнинг диаметрига қараб, тегишли ГОСТ жадвалларидан танлаб олинади. Ишлаш жараёнида шлицларнинг ён ёқларида эзувчи, асосида эса кесувчи ва эгувчи кучланиш асосий ҳисобланади. Эзувчи кучланиш қуйидагича ҳисобланади:

$$\delta_{эз} = \frac{T}{0,5 \cdot z \cdot h \cdot d_{\text{ср}} \cdot l} \leq [\delta_{эз}] \quad (1.31)$$

бу ерда; T — буровчи момент; z — тишлар сони; h — тишнинг баландлиги; $d_{\text{ср}}$ — шлицнинг ўртача диаметри; l — шлицнинг узунлиги.

Шлицнинг профили:

1. Тўғри бурчакли бўлганда

$$h = 0,5(D - d); \quad d_{\text{ср}} = 0,5(D + d)$$

2. Эвольвентали бўлганда

$$h = 0,8m; \quad d_{\text{ср}} = D - 1,1m$$

3. Учбурчакли бўлганда

$$h = 0,5(D_1 - d_1); \quad d_{\text{ср}} = d = m\alpha$$

Шлицлар учун эзувчи кучланишнинг жоиз қиймати бирикманинг ишлаш шароитига ҳам уни ташкил этувчи деталларнинг термик ишланганлигига қараб белгиланади. Масалан, қўзғалмайдиган қилиб бириктирилган ва ўртача юкланишда ишлайдиган бирикмалар учун: шлицларнинг сирти термик ишланмаганда

$$[\delta_{эз}] = 60 \dots 100 \text{ МПа};$$

шлицларнинг сирти термик ишланганда

Тўғри тўртбурчак шлицли бирикма ўлчамлари, мм (ГОСТ 1139 — 80)

Тишлар сони	d мм	D мм	b мм	d_1 энг ками- да, мм	d энг камида, мм	c энг кўпи билан, мм	z энг кўпи билан, мм
<i>Енгил серия</i>							
6	23	26	6	22,1	3,54	0,3	0,2
	26	30	6	24,6	3,85		
	28	32	7	25,7	4,03		
8	32	36	6	30,4	2,71	0,4	0,3
	36	40	7	34,5	3,46		
	42	46	8	20,4	5,03		
	46	50	9	44,6	5,75		
8	52	58	10	49,7	4,89		
	56	62	10	53,6	6,38		
	62	68	10	59,8	7,31		
10	72	78	12	69,8	5,45	0,5	0,5
	82	88	12	79,3	8,62		
	92	98	14	89,4	10,08		
	102	108	16	99,9	11,49		
	112	120	18	108,8	10,72		
<i>Ўртача серия</i>							
6	11	14	3,0	9,9	—	0,3	0,2
	13	16	3,5	12,0	—		
	16	20	4,0	14,5	—		
	18	22	5,0	16,7	—		
	21	25	5,0	19,5	1,95	0,3	0,2
	23	28	6,0	21,3	1,34		
	26	32	6,0	33,4	1,65		
	28	34	7,0	23,9	1,70		
8	32	38	6,0	29,4	—	0,4	0,3
	36	42	7,0	33,5	1,02		
	42	48	8,0	39,5	2,57		
	46	54	9,0	42,7	—	0,5	0,5
	52	60	10,0	48,7	2,44		
	56	65	10,0	52,2	2,50		
	62	72	12,0	57,8	2,40		

Тишлар сони	d мм	D мм	b мм	d ₁ энг кам- да, мм	a энг камда, мм	c энг қўли билан, мм	z энг қўли билан, мм
10	72	82	12,0	67,4	—	0,5	0,5
	82	92	12,0	77,1	3,0		
	92	102	14,0	87,3	4,5		
	102	112	16,0	97,7	6,3		
	112	125	18,0	106,3	4,4		
<i>Оғир серия</i>							
10	16	20	2,5	14,3	—	0,3	0,2
	18	23	3,0	15,5	—		
	21	26	3,0	18,5	—		
	23	29	4,0	20,3	—		

$$[\delta_{33}] = 100 \dots 140 \text{ МПа.}$$

Қўзғалувчан бирикмаларнинг шлицлари кўпинча термик ишланади ва тез ейилишнинг олдини олиш мақсадида кучланишнинг жоиз қиймати 5 . . . 15 МПа оралиғида олинади.

1.6. ШПОНКАЛИ ВА ШЛИЦЛИ БИРИКМАЛАРГА ОИД МАСАЛАЛАРНИ ЕЧИШ

$d_b = 32$ мм бўлган валга эни $b = 50$ мм бўлган шкив турли шаклдаги шпонкалар ва шлицлар воситасида бириктирилиб, узатилиши мумкин бўлган буровчи моментнинг энг катта қиймати аниқлансин. $[\delta_{33}] = 60$ МПа.

Масаланинг ечили.

а) Призматик шпонка ўрнатилганда.

Валнинг диаметрига қараб призматик шпонка танланади (10-жадвал): $d = 32$ мм бўлганда $b \times h_{ш} = 10 \times 8$, $t_1 = 4,0$ Шпонканинг узунлигини $l = 40$ мм қилиб оламиз.

$$T = \frac{[\sigma_{33}] \cdot d \cdot l \cdot (h - t_1)}{2} = \frac{60 \cdot 32 \cdot 40 \cdot (8 - 4)}{2} = 153,6 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

б) Сегментсимон шпонка ўрнатилганда.

Валнинг диаметрига қараб сегментсимон шпонка танланади (11-жадвал): $d = 32$ мм бўлганда $b \times h \times d = 8 \times 11 \times 28$, $t_1 = 8$

$$T = \frac{[\sigma_{33}] \cdot d \cdot l \cdot (h - t_1)}{2} = \frac{60 \cdot 32 \cdot 40 \cdot (11 - 8)}{2} = 115,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

в) Енгил серияли тўртбурчак профилли шлицга ўрнатилганда.

$$D = 36 \text{ мм}; d = 32 \text{ мм}, z = 8; h = 0,5 \cdot (36 - 32) - 2 \cdot 0,4 = 1,2 \text{ мм};$$

$$l = 50 \text{ мм};$$

$$d_{\text{эп}} = 0,5 \cdot (36 + 32) = 37 \text{ мм}$$

$$T = 60 \cdot 0,5 \cdot 8 \cdot 1,2 \cdot 34 \cdot 50 = 489,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Мустақил ишлаш учун масалалар

1. Ўлчамлари $20 \times 12 \times 110$ бўлган призматик шпонканинг узата олиши мумкин бўлган буровчи момент қиймати аниқлансин. Шпонка 45 маркали пўлатдан тайёрланган бўлиб, ёпиқ узатманинг тишли ғилдираги билан вални ўзаро бириктириш учун ишлатилади. Тишли ғилдиракнинг гупчаги чўяндан, диаметри 70 мм бўлган вал эса 50 маркали пўлатдан тайёрланган.

Жавоби: 2310,4 Н·м

2. $L = 180$ мм бўлган втулкали муфта билан $d = 30$ мм вал сегментсимон шпонка ёрдамида ўзаро бириктирилган. Узатилаётган қувват $P = 15$ кВт, айланиш частотаси $n = 720 \text{ мин}^{-1}$ бўлганда шпонканинг эзилиши ва ундаги кесувчи кучланиш аниқлансин. Втулкали муфта 40X маркали пўлатдан, шпонка 45, вал эса 40 маркали пўлатда тайёрланган. $[\sigma_{\text{эз}}] = 80 \div 120 \text{ МПа}$, $[\sigma_{\text{кес}}] = 900 \text{ МПа}$.

Жавоби: $\sigma_{\text{эз}} = 45 \text{ МПа}$; $\tau_{\text{кес}} = 18 \text{ МПа}$

3. $T = 400 \text{ Н} \cdot \text{м}$, $d = 50$ мм бўлган валга тишли ғилдирак призматик шпонка ёрдамида бириктирилган. Шпонка учун эзилишдаги жоиз кучланиш $[\sigma_{\text{эз}}] = 50 \text{ МПа}$. Шпонканинг узунлиги аниқлансин.

Жавоби: 80 мм

4. 3-масалада берилган призматик шпонка ўрнига енгил сервяли 8 та тишли тўғри тўртбурчак шлицли бирикма ишлатилса, шу шлицнинг узунлиги қандай бўлади?

Жавоби: 18 мм

5. $D = 32$ мм, $d = 28$ мм, $l = 20$ мм бўлган тўғри тўртбурчак шлицли вал узатаётган буровчи момент 800 Н·м. Шлицнинг эзилишидаги кучланиш аниқлансин.

Жавоби: $\sigma_{\text{эз}} = 317 \text{ МПа}$

6. $D = 40$ мм, $z = 16$, $t = 2$ мм, $l = 25$ мм бўлган эвольвента шлицли вал узата оладиган буровчи момент қиймати аниқлансин.

Жавоби: 604,8 Н·м

2-бўб. УЗАТМАЛАР

2.1. ТАСМАЛИ УЗАТМАЛАР

Етакловчи, етакланувчи шкивлардан ва уларга таранглик билан кийдирилган тасмадан иборат узатма тасмали узатмаларнинг энг оддийси ҳисобланади. Ҳаракат ва энергия етакловчи шкивдан етакланувчи шкивга тасма орқали тасма билан шкив орасида ҳосил бўладиган ишқаланиш кучи ҳисобига узатилади (44-расм). Ясси ва понасимон тасмали узатмалар қуйидагича ҳисобланади.

Ясси тасмали узатмалар

а) Ўқлараро масофа

$$a = 2(d_1 + d_2) \quad (2.1)$$

б) тасманинг узунлиги

$$L = 2a + \frac{\pi}{2} (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 + d_1)^2}{4a} \quad (2.2)$$

в) Етакловчи шкивдаги қамров бурчаги

$$\alpha_1 = 180^\circ - 60^\circ \frac{d_2 - d_1}{a} \geq [\alpha_1] \quad (2.3)$$

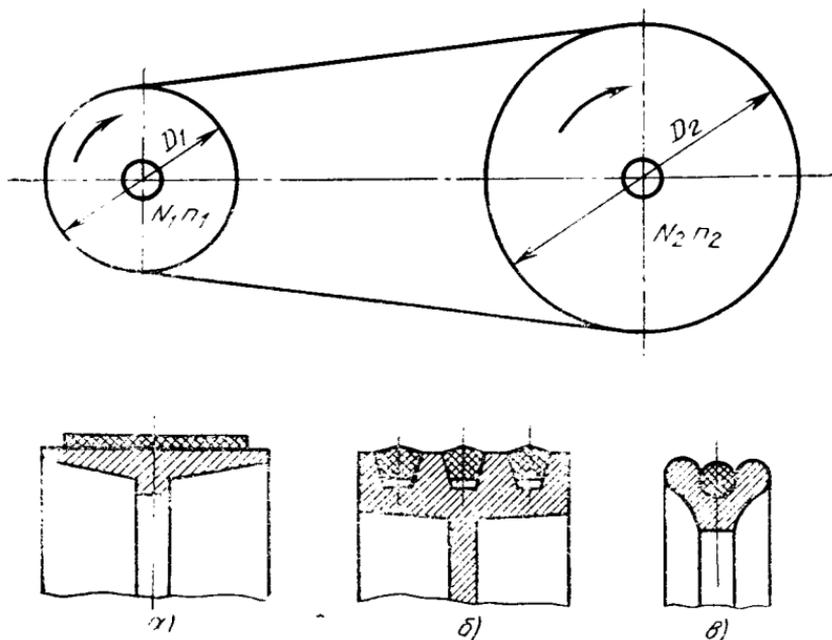
г) Етакловчи шкивнинг диаметри қуйидаги формула ёрдамида топилади:

$$d_1 = 60\sqrt[3]{T_1} \text{ мм} \quad (2.4)$$

бу ерда T_1 — етакловчи шкивдаги буровчи момент, Н·м.

d_1 нинг ҳисоблаб топилган қиймати ГОСТ 17383 — 73 асосланган ҳолда танлаб олинади.

Етакланувчи шкив диаметрининг қиймати $d_2 = d_1 \cdot u$ формула ёрдамида аниқланиб, ГОСТ 17383 — 73 га асосланган ҳолда қабул қилинади.



44- расм

Етакловчи шкив диаметри d_1 нинг ГОСТ 17383—73 бўйича қийматлари: 63; 71; 80; 90; 100; 112; 140; 160; 180; 200; 224; 250; 280; 315; 355; 400; 450; 500.

Узатма шкивларининг диаметри аниқлангач, узатиш сонининг ҳақиқий қиймати аниқланади:

$$u = \frac{d_2}{d_1(1-\epsilon)} \quad (2.5)$$

Узатиш сонининг ҳақиқий қиймати талаб қилинган қийматдан 3% гача фарқ қилиши мумкин.

Узатмани лойиҳалаш учун узатманинг параметрлари, яъни узатиладиган қувват (кВт, Вт), айланиш частотаси n (мин^{-1}), узатиш сони $u = n_1/n_2$ ва ишлаш шароити маълум бўлиши керак. Мазкур параметрлар асосида узатманинг геометрик ўлчамларини, яъни етакловчи ва етакланувчи шкивларнинг диаметрларини, ўқлараро масофани, тасманинг узунлиги ва шкивдаги қамров бурчагини юқорида келтирилган (2.1), (2.2), (2.3), (2.4) формулалар ёрдамида аниқлаш мумкин.

Тасманинг эни b ни аниқлаш учун қатламлар сони z маълум бўлиши керак:

$$b = \frac{F_t}{z \cdot [p]} \text{ мм} \quad (2.6)$$

бу ерда $F_t = p/v$ тасманинг бутун эни учун тортиш кучи, Н; $[p]$ — тасма учун жоиз фойдали кучланиш, Н/мм; $[p] = p_0 C_\alpha C_v C_p C_\beta$; p_0 — фойдали кучланиш (13-жадвал); C_α — шкивдаги қамров бурчагини ҳисобга олувчи коэффициент бўлиб, унинг қийматини 14-жадвалдан олиш ёки (2.8) формула ёрдамида ҳисоблаш мумкин:

$$C_\alpha = 1 - 0,003(180^\circ - \alpha) \quad (2.8)$$

C_v — тасманинг тезлигини ҳисобга олувчи коэффициент

$$C_v = 1,04 - 0,0004v^2 \quad (2.9)$$

C_p — юкланиш режимини ҳисобга олувчи коэффициент (15-жадвалдан олинади);

C_β — узатманинг горизонтга нисбатан жойлашишини ҳисобга олувчи коэффициент

Узатманинг горизонтга нисбатан жойлашуви α , град	C_β
<60	1,0
60—80	0,9
>80	0,8

Понасимон тасмали узатмалар

а) Ўқлараро масофа

$$a_{\min} = 0,55(d_1 + d_2) + T_0,$$

$$a_{\max} = d_1 + d_2 \quad (2.10)$$

бу ерда: d_1 ва d_2 шкивларнинг ҳисобий диаметрлари; T_0 — тасманинг баландлиги.

(2.2) формула ёрдамида тасманинг узунлиги аниқланиб, 17-жадвалдан стандартлашган қиймати танланади ва ўқлараро масофанинг ҳақиқий қиймати формула ёрдамида аниқланади:

$$a = 0,25[(L_x - W) + \sqrt{(L_x - W)^2 - 8Y}] \quad (2.11)$$

бу ерда; L_x — тасманинг ҳисобий узунлиги;

$$W = \frac{\pi}{2} (d_1 + d_2); \quad Y = \left(\frac{d_2 - d_1}{2} \right)^2$$

Етакловчи шкивдаги қамров бурчаги:

$$\alpha_1^\circ = 180^\circ - 57^\circ \frac{d_2 - d_1}{2} \quad (2.12)$$

Тасмаларни алмаштириш ва шкивларга кийгизиш учун a нинг қийматини 2% камайтириш ёки иш жараёнида чўзилишни ҳисобга олиб 5,5% гача катталаштиришгача имконият яратилган зарурлигини назарда тутиш керак.

Етакланувчи шкивнинг диаметри аниқлангач, унинг қиймати стандартлаштириб олинади ва (2.5) формула ёрдамида узатма узатиш сонининг ҳисобий қиймати аниқланади.

Узатмадаги тасмалар сони қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$z = \frac{P}{P_x \cdot C_z} \quad (2.13)$$

$$P_x = P_0 \cdot C_\alpha \cdot C_L / C_p,$$

бу ерда: P_0 — бир дона тасма ёрдамида узатиладиган қувват (18-жадвалдан олинади); C_L — тасманинг узунлигини ҳисобга олувчи коэффициент (19-жадвалдан олинади); C_p — узатманинг юкланиш режимини ҳисобга олувчи коэффициент (20-жадвалдан олинади); C_z — узатмадаги тасмалар сонини ҳисобга олувчи коэффициент.

$$\begin{array}{ccc} z \dots \dots \dots 2-3 & 4-6 & 6 \\ C_z \dots \dots \dots 0,95 & 0,90 & 0,85 \end{array}$$

Узатмада тасмалар сони 8 дан ошмаслиги керак. Агарда бу шарт қаноатлангирмаса, кесими катта тасма олинади ёки шкивнинг диаметри оширилади.

Тасма тармоқларидаги таранглик γ кучи қуйидагича аниқланади:

$$S_0 = \frac{850 \cdot P \cdot C_p \cdot C_L}{z \cdot v \cdot C_\alpha} + \theta \sigma^2, \text{ Н} \quad (2.14)$$

бу ерда: P — узатиладиган қувват; θ — марказдан қочма кучлар таъсирини ҳисобга олувчи коэффициент.

Тасманинг кесими	О	А	Б	В	Г	Д	Е
θ	0,06	0,1	0,18	0,3	0,6	0,9	1,5

Вал таянчларига таъсир қилувчи куч қуйидагича аниқланади;

$$Q = 2S_0 \cdot z \cdot \sin \frac{\alpha_1}{2}, \text{ Н} \quad (2.15)$$

Тасма учун ишлатиладиган материаллар. Механизмларда асосан чарм, ип гаелама, капрон ва резиналанган тасмалар ишлатилади. Мазкур тасмаларнинг ўлчамлари стандартлаштирилган бўлиб, марказлаштирилган ҳолда ишлаб чиқарилади.

Саноатда резиналанган тасмалардан кўпроқ фойдаланилади. Улар нисбатан чидамли бўлиб, 30 м/с гача тезлик билан ҳаракатланадиган узатмаларда ишлатилади (ГССТ 23831 — 79).

Чарм тасмаларнинг ишлаш хусусиятлари яхши бўлиб, хизмат муддати нисбатан кўпроқдир. Улар ўзгарувчан кучланиш таъсир этадиган ва тезлиги 40 — 45 м/с бўлган узатмаларда ишлатилади (ГССТ 18687 — 73).

Синтетик материаллардан тайёрланган (капрон) тасмалар нисбатан мустаҳкам, узоқ муддат ишлай оладиган ва ишқаланиш коэффициенти катта бўлганлиги учун ҳозирги кунда кенг қўлланилмоқда. Бундай тасмалар тезлиги 75 м/с гача бўлган узатмаларда (бунда тасманинг қалинлиги 0,8 мм) ишлатилиши мумкин.

13-жадвал

Тасма материаллари учун фсйдали кучланиш P_0 нинг қийматлари

Тасманинг материали	Б-800	БКНЛ-65 БКНЛ-62	ТА-150 ТҚ-150	ТҚ-200-2	ТА-300 ТА-303
P_0 , н/мм	3	3	10	13	20

14-жадвал

Шкивдаги қамров бурчагини ҳисобга олувчи C_α коэффициент қийматлари

α°	180	170	160	150	140	130	120	100	90
C_α	1,0	0,98	0,95	0,92	0,89	0,86	0,82	0,73	0,68

Ясси тасмалар учун юкланиш режимини ҳисобга олувчи C_p коэффициент

Юкланиш характери	Тиш.т /Г	Ҳаракатга келтириладиган машиналар	C_p
Ўзгармас	1,2	Лентали транспортёр	1,0
Ўзгарувчан	1,5	Занжирли транспортёр	0,9
Кескин ўзгарувчан	2,0	Винтли транспортёр. Элеватор	0,8

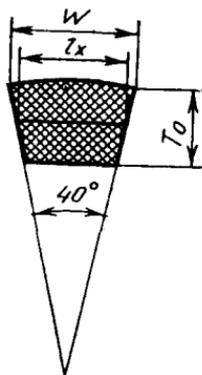
Резиналанган тасмаларнинг ГОСТ 23831—79 бўйича қабул қилинган эни ва қатламлари сони

Тасманинг эни мм,	Тасма қатламининг мустақамлиги, Н/мм ва қатламлар сони			
	55	100	200	300
20, 25, 32, 40	3—5	—	—	—
50, 63, 71	3—5	—	—	3
80, 90, 100, 112	3—6	3—4	—	—
125, 140, 160	3—4	3—4	3—4	—
180, 200, 224, 250	3—6	3—4	3—4	3
315	3—6	3—5	3—4	—
400, 450	3—6	3—5	3—4	—
500, 560	3—6	3—5	3—4	—
Резиналанган қатламларнинг қалинлиги, мм	1,5	1,3	1,4	1,5

ГОСТ 1284.1—80 га асосан тайёрланган понасимон тасмаларнинг ўлчамлари ва етакловчи шкивнинг диаметри

Тасманинг кесими	t , мм	W , мм	T , мм	Қесим юзаси, см ²	Тасманинг мас саси, кг/м	L , мм	$\Delta L = L - L_{\text{ш}}$, мм	d_1 етакловчи шкивнинг энг кичик ҳисобий қиймати
О	8,5	10	6,0	0,47	0,06	400—2500	25	63
А	11,0	13	8,0	0,81	0,10	500—4000	35	90
Б	14,0	17	10,5	1,38	0,18	800—6300	40	120
В	19,0	22	13,5	2,30	0,30	1800—10000	59	200
Г	27,0	32	19,0	4,76	0,60	3150—14000	76	315
Д	32,0	38	23,5	6,92	0,90	4500—18000	95	500
Е	42,0	50,0	30,0	11,72	1,52	6300—19000	120	800

Тасмаларнинг стандарт узунлиги L , мм:
 400; 450; 500; 630; 710; 800; 900; 1000; 1120; 1250;
 1400; 1600; 1800; 2000; 2240; 2500; 2800; 3150; 3550;
 4000; 4500; 5000; 5600; 6300; 7100; 8000; 9000;
 10000; 11200; 12500; 14000; 16000; 18000.



18-жадвал

Бир дона понасимон тасма воситасида узатиладиган қувват, кВт

Тасма кўндаланг кесимининг белгила-ниши	Етакловчи шкивнинг диаметри, мм	Тасманинг тезлиги, м/с ҳисобида					
		5	10	15	20	25	30
О	63	0,49	0,82	1,03	1,11	—	—
	71	0,56	0,95	1,22	1,37	1,40	—
	80	0,62	1,07	1,41	1,60	1,65	—
	90	0,67	1,16	1,56	1,73	1,90	1,85
А	90	0,84	1,39	1,75	1,88	—	—
	100	0,95	1,60	1,07	2,31	2,29	—
	112	1,05	1,82	2,39	2,74	2,82	2,50
	125	1,15	2,00	2,66	3,10	3,27	3,14
Б	125	1,39	2,26	2,80	—	—	—
	140	1,61	2,70	3,45	3,83	—	—
	160	1,83	3,15	4,13	4,73	4,88	4,47
	180	2,01	3,51	4,66	5,44	5,76	5,53
В	200	2,77	4,59	5,80	6,73	—	—
	224	3,25	5,35	6,95	7,86	7,95	7,06
	260	3,48	6,02	6,94	9,18	9,60	9,05
	315	3,78	6,63	8,86	10,4	11,1	10,9
Г	335	6,74	11,4	14,8	16,8	17,1	15,4
	400	7,54	13,0	17,2	20,0	21,1	20,2
	450	8,24	14,4	19,3	22,8	24,6	24,6

C_L коэффициентнинг қиймати (ГОСТ 1284.3 — 80)

L, мм	Тасманинг кесими						
	О	А	Б	В	Г	Д	Е
400	0,79						
450	0,80						
500	0,81						
560	0,82	0,79					
630	0,84	0,81					
710	0,86	0,83					
800	0,90	0,85					
900	0,92	0,87	0,82				
1000	0,94	0,89	0,84				
1120	0,95	0,91	0,96				
1250	0,98	0,93	0,88				
1400	1,01	0,96	0,90				
1600	1,04	0,99	0,93				
1800	1,06	1,01	0,95	0,86			
2000	1,08	1,03	0,98	0,88			
2240	1,01	1,06	1,00	0,91			
2500	1,30	1,09	1,03	0,93			
2800		1,11	1,05	0,95			
3150		1,13	1,07	0,97	0,86		
3550		1,15	1,09	0,99	0,88		
4000		1,17	1,13	1,02	0,91		
4500			1,15	1,04	0,93		
5000			1,18	1,07	0,96	0,92	
5600			1,20	0,09	0,98	0,95	
6300			1,23	1,02	1,01	0,97	0,92
7100				1,15	1,04	1,01	0,96
8000				1,18	1,06	1,08	0,98
9000				1,21	1,09	1,05	1,01

Понасимон тасмалар учун юкланиш режимини ҳисобга олувчи
коэффициент қийматлари

Юкланиш характери	Машинанинг тури	Сменалар сони		
		1	2	3
Иш режими енгил бўлиб, юкланиш ўзгармас бўлганда	Лентали конвейер ва сепараторлар	1,0	1,1	1,4
Иш режими ўртача бўлиб, юкланиш ўзгарувчан бўлганда	Занжирли конвейерлар ва элеваторлар	1,1	1,2	1,5
Иш режими оғир бўлиб, юкланиш кескин ўзгарувчан бўлганда	Винтсимон конвейерлар	1,2	1,3	1,6

2.2. ТАСМАЛИ УЗ АТМАЛАРГА ОИД МАСАЛАЛАРНИ ЕЧИШ

1. Лентали конвейерни ҳаракатга келтирувчи ясси тасмали узатма ҳисоблансин. Узатмада $P_1 = 4,0$ кВт, $n_1 = 720$ мин⁻¹, $n_2 = 250$ мин⁻¹. Узатма горизонтал ҳолатда жойлашган бўлиб, унинг тасмалари вақт-вақти билан таранглаб турилади.

Масаланинг ечилиши. 1. Етакловчи шкивнинг диаметри

$$d_1 = 60\sqrt[3]{T}, \text{ мм]$$

$$\text{бу ерда } T = 9550 P_1/n_1 = 9550 \frac{4,0}{720} = 53 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$d_1 = 60 \sqrt[3]{53} = 228 \text{ мм}$$

Бу қийматни стандарт бўйича $d_1 = 224$ мм қилиб оламиз.

2. Етакланувчи шкивнинг диаметри

$$d_2 = d_1 n_1/n_2 = 224 \frac{740}{250} = 645 \text{ мм,}$$

стандартга асосан $d_2 = 620$ мм ни қабул қиламиз.

3. Тасманинг сирпанищини ҳисобга олиб, узатманинг ҳақиқий узатиш сонини аниқлаймиз:

$$u = d_2/d_1 (1 - \varepsilon) = 630/224 (1 - 0,01) = 2,84$$

бу ерда ε — эластик сирпаниш коэффициентини, $\varepsilon = 0,01 - 0,02$.

Узатиш сонининг ҳақиқий қиймати талаб қилингандан 3 % гача фарқ қилиши мумкин:

$$\Delta u = \frac{|u_x - u|}{u} \cdot 100 \% = \frac{|2,84 - 2,88|}{2,88} \cdot 100 \% = 1,3 \% < [3 \%]$$

4. Тасманинг тезлиги

$$v_1 = \frac{\pi d_1 n_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,224 \cdot 740}{60} = 8,44 \text{ м/с}$$

5. Ўқлараро масофа:

$$a \geq 2(d_1 + d_2) = 2(224 + 630) = 1708 \text{ мм}$$

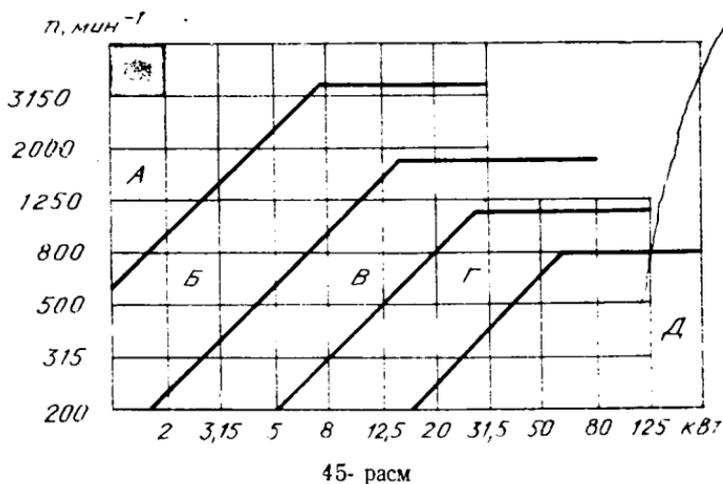
6. Етакловчи шкивдаги қамров бурчаги:

$$\alpha_1 = 180^\circ - 60^\circ \frac{d_2 - d_1}{a} = 180^\circ - 60^\circ \frac{630 - 224}{1708} = 166^\circ$$

$$\alpha_1 > [\alpha_1] = 150^\circ$$

7. Жоиз фойдали юкланиш

$$[p] = p_0 \cdot C_\alpha \cdot C_v \cdot C_p \cdot C_\theta \text{ Н/мм}$$



бу ерда: $p_0 = 3 \text{ Н/мм}$ (13- жадвал);

$C_\alpha = 1 - 0,003(180 - 166) = 0,96$ (14- жадвал);

$C_v = 1,04 - 0,004 \cdot 8,44 = 1,012$ [(4.8) формулага қаранг]

$C_p = 0,9$ (15- жадвал); $C_\theta = 1,0$

$$[\rho] = 3,0 \cdot 0,96 \cdot 1,012 \cdot 1,0 = 2,91 \text{ Н/мм}$$

8. Тасманинг қалинлиги қуйидаги шартдан топилади:

$$\delta \geq \frac{\delta_1}{40} = \frac{224}{40} = 6 \text{ мм}$$

Б-800 маркали материалдан тайёрланган тасманинг тўқима қатлами қалинлиги 1,5 мм.

Қатламлар сони

$$z = \frac{6}{1,5} = 4$$

9. Қатламлари сони $z = 4$ бўлгандаги тасманинг энини аниқлай-
миз

$$t = \frac{F_t}{z[\rho]} = \frac{474}{4 \cdot 2,91} = 40$$

$$F_t = P_1/v = \frac{4 \cdot 10^3}{8,44} = 474 \text{ Н}$$

b нинг қийматини ГОСТ бўйича (16- жадвал) 40 мм деб қабул қиламиз.

10. Валга таъсир қилувчи куч

$$Q = 2,5 F_t = 2,5 \cdot 474 = 1185 \text{ Н}$$

2. Станокни ҳаракатга келтириш учун ишлатиладиган понасимон тасмали узатманинг етакловчи шкивидаги қувват $P_1 = 8$ кВт, $n_1 = 960$ мин⁻¹, $u = 2,5$. Мазкур тасмали узатма ҳисоблансин.

Масаланинг *ёчилиши*. 1. Тасма танланади. Берилган узатма учун мос келувчи тасма узатиладиган қувват ва айланиш частотасига боғлиқ равишда номограммадан олинади (45-расм).

Б типли тасма танлаймиз. Тасманинг ўлчамларини ва етакловчи шкивнинг диаметри d_1 ни 17-жадвалдан танлаб оламиз:

$$l_x = 14,0 \text{ мм}; \quad W = 270,0 \text{ мм}; \quad T_0 = 10,5 \text{ мм}; \\ L_x = 800 - 6300 \text{ мм}; \quad d_1 = 125 \text{ мм}. \quad A = 1,38 \text{ см}^2;$$

2. Етакланувчи шкивнинг диаметри

$$d_2 = d_1 \cdot u = 125 \cdot 2,5 = 312,5 \text{ мм.}$$

бу қийматни стандартга асосан $d_2 = 315$ мм қилиб оламиз.

3. Тасманинг сирпанишини ҳисобга олиб, узатманинг ҳақиқий узатиш сонини аниқлаймиз;

$$u_x = \frac{d_2}{d_1(1 - \epsilon)} = \frac{315}{125(1 - 0,01)} = 2,54.$$

Узатиш сонни 3 % гача фарқ қилиши мумкин

$$\Delta u = \frac{|u_x - u|}{u} 100\% = \frac{(2,54 - 2,5)}{2,5} 100\% = 1,6\%$$

4. Тасманинг ҳаракат тезлиги

$$v_1 = \frac{\pi d_1 n_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,125 \cdot 960}{60} = 6,28 \text{ м/с.}$$

5. Ўқлараро масофа

$$a_{\min} = 0,55(d_1 + d_2) + T_0 = 0,55(125 + 315) + 10,5 = 252,5 \text{ мм}$$

$$a_{\max} = d_1 + d_2 = 125 + 315 = 440 \text{ мм}$$

$a = 340$ мм қилиб қабул қиламиз.

6. Тасманинг узунлиги

$$L_x = 2a + \frac{\pi(d_1 + d_2)}{2} + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a} = 1397 \text{ мм}$$

стандартга асосан $L_x = 1400$ мм қилиб қабул қиламиз (17-жадвал).

7. Ўқлараро масофанинг ҳақиқий қийматини аниқлаймиз

$$a = 0,25 [(L_x - W) + \sqrt{(L_x - W)^2 - 8Y}] \text{ мм}$$

$$W = 1,57(d_1 + d_2) = 1,57(125 + 315) = 690,8 \text{ мм}$$

$$Y = \left(\frac{d_2 - d_1}{2} \right)^2 = \frac{(315 - 125)^2}{2^2} = 9025 \text{ мм}$$

$$a = 0,25 [(1400 - 690,8) + \sqrt{(1400 - 690,8)^2 - 8 \cdot 9025}] = 341 \text{ мм.}$$

Тасмаларни алмаштириш ва шкивларга кийгизиш учун a нинг қийматини 2 %, яъни 7 мм камайтиришни, шунингдек, иш жараёнида чўзилишини ҳисобга олиб уни 5,5 %, яъни 19 мм катталаштиришга имконият яратиш зарурлигини назарда тутиш лозим.

$$\alpha = 180^\circ - 57^\circ \frac{d_2 - d_1}{a} = 180^\circ - 57^\circ \frac{315 - 125}{341} = 149^\circ; \phi > [\alpha] = 120^\circ$$

8. Узатманинг ҳисобий қуввати

$$P_x = P_0 \frac{C_\alpha C_L}{C_p} \text{ кВт}$$

$$P_0 = 3,45 \text{ кВт (18- жадвал);}$$

$$\alpha = 149^\circ \text{ бўлганда } C_\alpha = 0,92 \text{ (14- жадвал);}$$

$$L_x = 1400 \text{ мм, } C_L = 0,90 \text{ (19- жадвал).}$$

Ишлаш режими ўргача бўлганда $C_p = 1,1$ (20- жадвал)

$$P_x = 3,45 \frac{0,92 \cdot 0,90}{1,1} = 2,6 \text{ кВт.}$$

9. Тасмалар сони

$$z = \frac{P_1}{P_0 C_z} = \frac{8}{2,6 \cdot 0,95} = 3,23.$$

$$C_z = 0,95$$

Узатма учун тўртта тасма қабул қиламиз.

10. Ҳар бир тасмадаги таранглик кучи

$$S_0 = \frac{850 C_p C_L}{z \cdot v \cdot C_\alpha} + \theta v^2 \text{ Н}$$

бу ерда $\theta = 0,18$

$$S_0 = \frac{850 \cdot 1,1 \cdot 0,98}{4 \cdot 6,28 \cdot 0,92} + 0,18 \cdot (6,28)^2 = 52 \text{ Н.}$$

11. Валга таъсир қилувчи куч

$$Q = 2 S_0 z \sin(\alpha/2) = 2 \cdot 52 \cdot 4 \cdot \sin 74^\circ 30' = 311 \text{ Н.}$$

Мустақил ишлаш учун масалалар

1. Ясси тасмали узатманинг узатиш сони $u = 2$, етакловчи шкивидаги қувват $P_1 = 4$ кВт, айланиш частотаси $n_1 = 720 \text{ мин}^{-1}$. Узатма етакловчи ва етакланувчи шкивларининг диаметрлари ва тасманинг тезлиги аниқлансин.

Жавоби: $d_1 = 224$ мм; $d_2 = 450$ мм; $v = 8,4$ м/с.

2. $d_1 = 200$ мм, $d_2 = 500$ мм бўлган ясси тасмали узатмада етакловчи шкивдаги қамров бурчаги ва ўқлараро масофа аниқлансин.

Жавоби: $a = 1400$ мм; $\alpha = 167^\circ$.

3. Қалинлиги $\delta = 6$ мм, жоиз фойдали юкланиши $p = 2,5$ Н/мм бўлган ясси тасмали узатма етакловчи шкивининг диаметри $d_1 = 200$ мм, узатиладиган момент $T_2 = 100$ Н·м. Резиналанган, Б-800 маркали материалдан тайёрланган тасманинг эни аниқлансин.

Жавоби: $b = 100$ мм

4. Ясси тасмали узатманинг етакланувчи шкивидаги айланма куч $F = 400$ Н, тасманинг эни $b = 40$ мм, жоиз фойдали юкланиш $p = 2,5$ Н/мм. Узатма тасмасидаги қатламлар сони аниқлансин.

Жавоби: 4

5. Эни 100 мм бўлган ясси тасмали узатмадаги айланма куч $F = 8000$ Н. Қатламлар сони $z = 3, 4, 5$ бўлганда тасмадаги жоиз фойдали юкланишнинг қиймати аниқлансин.

Жавоби: $p = 2,66$ Н/мм; $p = 2,0$ Н/мм; $p = 1,6$ Н/мм

6. Ясси тасмали узатмадаги жоиз фойдали юкланиш 2,85 Н/мм бўлиб, тасманинг эни $b = 125$ мм. Тасмадаги қатламлар сони $z = 3$ ва $z = 6$ бўлганда узатмадаги айланма куч қиймати аниқлансин.

Жавоби: $F = 1068$ Н; $F = 2138$ Н

7. $d_1 = 200$ мм, $u = 4$ бўлган понасимон тасмали узатманинг етакловчи қамров бурчаги аниқлансин.

Жавоби: $\alpha = 123^\circ$

8. Б типли понасимон тасмали узатмада $d_1 = 180$ мм, $u = 4$, $P_1 = 12$ кВт, $n_1 = 950$ мин⁻¹. Шу узатма учун зарур бўлган тасмалар сони аниқлансин.

Жавоби: $z = 4$

9. $z = 4$, $\alpha = 140^\circ$, $S_0 = 400$ Н бўлган понасимон тасмали узатма валларига таъсир қилувчи куч аниқлансин.

Жавоби: $Q = 3007$ Н

2.3. ТИШЛИ УЗАТМАЛАР

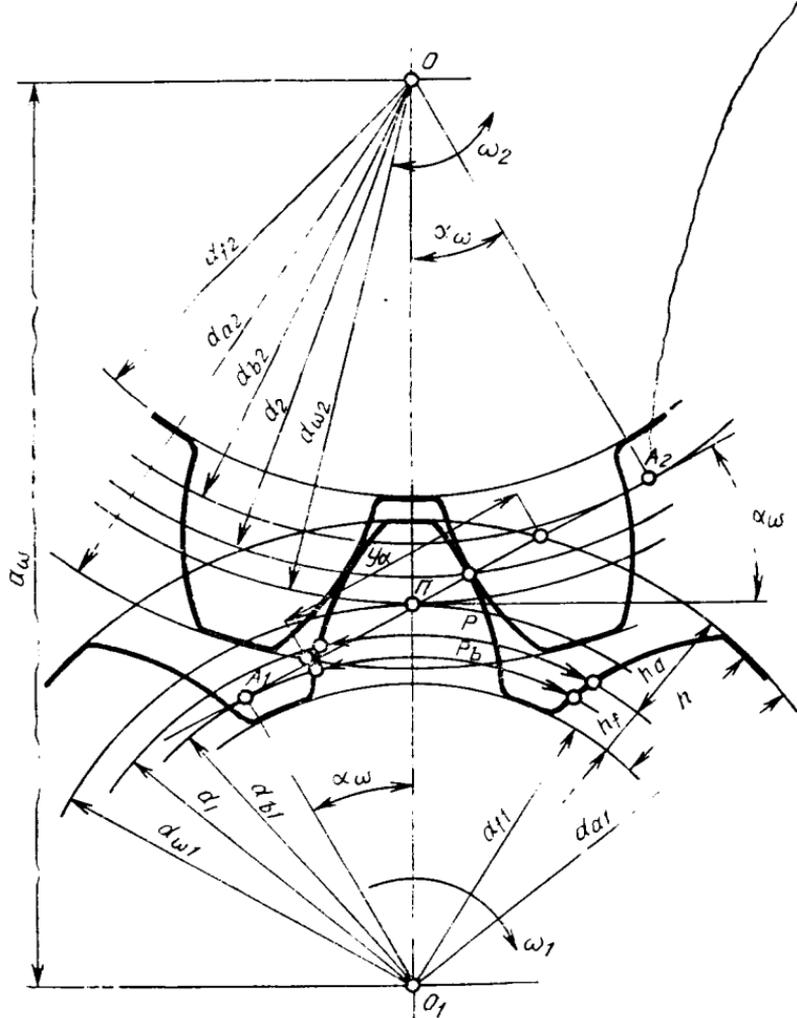
Ҳаракатни бир валдан иккинчи валга тишли гилдираклар воситасида узатиш механизми тишли узатма деб аталади.

Тишли узатма гилдираklarининг ҳамма терминлари, ифодалари ва геометрик параметрлари стандартлаштирилган (ГОСТ 16530—70, ГОСТ 16531—70, ГОСТ 19325—73).

Тиш элементларининг геометрик ўлчамларини аниқлаш учун *бўлиш айланаси* асос қилиб олинади. Ҳар бир гилдиракдаги ана шу айлананинг узунлиги учун қуйидаги тенгликни тузиш мумкин:

$$\pi d = zp_z \quad (2.16)$$

бу ерда: z — гилдиракдаги тишлар сони, p_z — тиш қадами,



46- расм

d — бўлувчи айлананинг диаметри

$$d = \frac{p_z}{\pi} z \quad (2.17)$$

Тишли ғилдиракнинг ассий ўлчамларини аниқлаш ва амалда уларни ўлчаш қулай бўлиши учун *илашиш модули* деб аталувчи ассий параметр киритилади. Бшқача қилиб айтганда, модуль нсбий қадамдир.

$$m = p_t / \pi \quad (2.18)$$

Модуль миллиметр ҳисобида ўлчанади. Унинг қийматлари 0,05 дан 100 мм гача бўлиб, Ст. СЭВ 310—76 да келтирилган.

Тиш ва унинг қисми баландликлари қуйидагича ифодаланади:

$$h = 2 h_a^* m + m c^* = 2,25 m;$$

$$h_a = h_{a_i}^* m = m; h_f = m h_a^* + m c^* = 1,25 m \quad (2.19)$$

бу ерда h_a^* — тиш каллаги баландлигининг коэффициентини, одатда $h_a^* = 1,0$ бўлади; c^* — радиал зазор коэффициентини, одатда $c^* = 0,25$ қилиб олинади (46-расм).

Тишли ғилдиракларнинг аниқлик даражаси. Тишли узатмаларнинг асосий камчиликларидан бири уларнинг шовқин билан ишлашидир. Тишли ғилдирак қадами қийматидаги ва тиш профили тайёрлашдаги хатоликларнинг таъсири ғилдиракнинг ҳар гал айланганида такропланиб туриши, тишларга тушадиган юкланишнинг нотекис тақсимланиши ва айланувчи деталларнинг яхши мувозанатланмаганлиги узатма ишида шовқин чиқишига сабаб бўлади. Шунинг учун тишли ғилдиракларни тайёрлашда аниқлик даражасига катта эътибор бериш керак.

ГОСТ да кўрсатилишича, тишли ғилдираклар ўн иккита аниқлик даражаси билан тийёрланиши мумкин. Аниқлик даражаси 1 дан 12 гача бўлган рақамлар билан ифодаланади. Рақам қанчалик кичик бўлса, аниқлик шунчалик юқори бўлади. Ҳозирги вақтда машина-созликда асосан 6, 7, 8, 9- аниқлик даражаси билан тайёрланган ғилдираклар ишлатилади. Бундан ташқари, ҳар бир аниқлик даражаси учун уч хил кўрсаткич белгиланган. Бу кўрсаткичлар аналитик нуқтаи назардан ғилдиракнинг етарли даражада аниқ, равон ва бир текис ишлашини ҳамда тиш сиргининг уриниш юзи етарли бўлишини таъминлайди.

Тишли ғилдираклар учун қандай аниқлик даражасини қабул қилиш лозимлигини ҳал этишда узатманинг ишлаш шароити ҳамда вазифасига қараб, 21-жадвалда кўрсатилган тавсиялардан фойдаланиш мумкин.

Тишли ғилдиракларни тайёрлаш учун ишлатиладиган материаллар. Тишли ғилдираклар асосан пўлат материаллардан тайёрланиб, ғилдирак тишларининг мустақкамлигини ошириш учун улар термик қайта ишланади.

Узатманинг етакловчи ва етакланувчи ғилдираклари учун материалларни уларнинг термик қайта ишланишига нисбатан қуйидагича олиш тавсия этилади (22-жадвал). Ғилдирак тиш юзаси қанчалик қаттиқ бўлса, жоиз контакт кучланиш ҳам шунчалик катта бўлиб, узатманинг умумий ўлчамлари нисбатан кичик бўлади. Агарда узатманинг ўлчамлари қатъий чегараланмаган бўлса, тишли ғилдиракларни *a*, *b* пунктларда тавсия эгилган пўлат материаллардан танлаш мумкин.

Контакт $[\sigma_H]$ ва эгилишдаги $[\sigma_F]$ кучланишларнинг жоиз қийматлари. Контакт ва эгилишдаги кучланишларнинг жоиз қийматлари қуйидаги формулалар ёрдамида аниқланади:

$$[\sigma_H] = K_{HL} [\sigma_{H_0}] \text{ МПа}; [\sigma_F] = K_{FL} [\sigma_{F_0}] \text{ МПа} \quad (2.20)$$

бу ерда: $[\sigma_{H_0}]$, $[\sigma_{F_0}]$ ларнинг қиймати 23-жадвалдан тишли ғил-

диракларнинг материали, уларнинг термик қайта ишланиши ҳамда тиш юзасининг қаттиқлигига нисбатан олинади;

K_{HL} — узатманинг ишлаш муддатини ҳисобга олувчи коэффициент бўлиб, қуйидагича аниқланади $K_{HL} = \sqrt[6]{N_{H_0}/N}$. Унинг қиймати тишли ғилдиракларнинг термик қайта ишланишига боғлиқ бўлиб, етакланувчи тишли ғилдирак учун $K_{HL} \leq 2,6$ (яхшиланган бўлса), $K_{HL} \leq 1,8$ (тобланган бўлса). Агарда $N_1 \geq N_{H_0}$ бўлса, $K_{HL} = 1,0$ бўлади;

K_{FL} — узатманинг ишлаш муддатини ҳисобга олувчи коэффициент бўлиб, қуйидагича аниқланади $K_{FL} = \sqrt[6]{\frac{4 \cdot 10^6}{N}}$. Унинг қиймати тишли ғилдиракларнинг термик қайта ишланишига боғлиқ бўлиб, етакланувчи тишли ғилдирак учун $K_{FL} \leq 2,08$ (яхшиланган бўлса), $K_{FL} \leq 1,63$ (тобланган бўлса). Агар $N > 4 \cdot 10^6$ бўлса, $K_{FL} = 1,0$.

$N_2 = 573 \omega_2 L_y$ — ўзгарувчан циклар сони;

ω_2 — етакланувчи тишли ғилдиракнинг бурчак тезлиги;

L_y — узатманинг ишлаш муддати, соат;

Етакловчи тишли ғилдирак учун $N_1 = N_2 \cdot u$;

N_{H_0} — тиш юзасининг қаттиқлигига тўғри келувчи юкланиш цикллари сони (24-жадвал);

m — радикал даражасининг кўрсаткичи бўлиб, қиймати тишли ғилдиракнинг термик қайта ишланишига боғлиқ. Термик қайта ишланиши яхшилаш бўлганда $m = 6$, тоблаш бўлганда эса $m = 9$.

Етакловчи ва етакланувчи тишли ғилдираклар учун аниқланган контакт ва эгилишдаги кучланишларнинг жоиз қийматлари $[\sigma_H]$, $[\sigma_F]$ дан фойдаланишда қуйидаги тавсияга амал қилиш керак. Агарда ғилдирак тишларини термик қайта ишлашда 22-жадвалнинг v , z , d , пунктларига амал қилинган бўлса, барча узатмалар учун шу аниқланган қийматнинг кичиги ишлатилади. Термик қайта ишлашда b пун ктга амал қилинган бўлса, қия ва шеврон тишли цилиндрсимон ғилдиракли ҳамда конуссимон тишли ғилдираклар учун контакт кучланиш қуйидагича аниқланади:

$$[\sigma_H] = 0,45 ([\sigma_H]_1 + [\sigma_H]_2),$$

лекин бу қиймат қия ва шеврон тишли цилиндрсимон узатмалар учун $1,23 [\sigma_H]_2$ дан, конуссимон узатмалар учун эса $1,15 [\sigma_H]_2$ дан ошмаслиги керак.

Узатманинг асосий ўлчамлари. Ўқлараро масофа a , узатиш сони u , тиш эни коэффициентини φ_a , модуль m ва тишнинг қиялик бурчаги β тишли узатманинг асосий ўлчамларидир.

Ўқлараро масофа

$$a = K_a (u + 1) \sqrt{\frac{K_{HB} T_2}{\Psi_a u^2 |\sigma_H|^2}}, \text{ мм} \quad (2.21)$$

бу ерда: K_a — ўқлараро масофа коэффициентини (қия тишли узатмалар учун $K_a = 430$, тўғри тишли узатмалар учун $K_a = 495$);

$[\sigma_H]$ — жоиз контакт кучланиш, МПа [(2.20) формула];

T_2 — етакланувчи ғилдирак валидаги буровчи момент, Н·м;

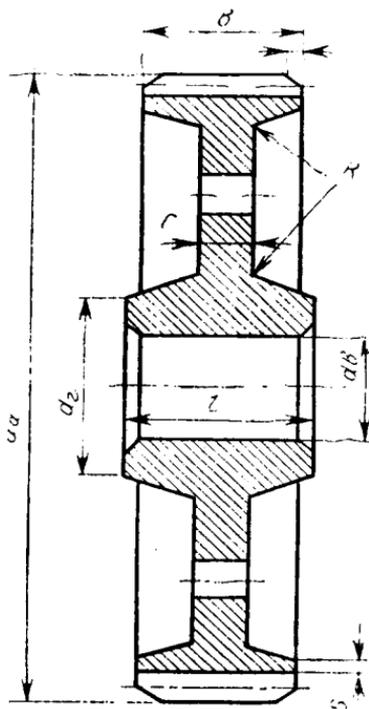
$K_{H\beta}$ — юкланишнинг тиш юзасида нотекис тақсимланишини ҳисобга олувчи коэффициент бўлиб, қиймати 25-жадвалдан тиш юзасининг қаттиқлигига, тиш эни коэффициентини ψ_d ва узатма ғилдиракларининг таянч нуқтасига нисбатан жойлашувига қараб олинади;

ψ_d нинг қиймати қуйидагича аниқланади

$$\psi_d = 0,5 \psi_a (u + 1).$$

ψ_a нинг қиймати узатма ғилдиракларининг таянчга нисбатан жойлашишига кўра танланади, яъни ғилдиракнинг таянчларга нисбатан жойлашиши симметрик ҳолатда бўлганда $\psi_a = 0,4 - 0,5$; носимметрик ҳолатда $\psi_a = 0,25 - 0,4$; консол ҳолатда $\psi_a = 0,2 - 0,25$. Тавсия этилган қийматнинг кичигини ғилдирак тишларининг қаттиқлиги $HRC > 45$ бўлганда олиш мумкин. Танланган ψ_a нинг қиймати стандартга мувофиқлаштирилиши керак, яъни $\psi_a = 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,35; 0,4; 0,55; 0,63$.

Аниқланган ўқлараро масофа стандарт бўйича яхлитланиши керак, яъни $a = 40; 50; 63; 71; 80; 90; 100; 112; 125; 140; 160; 180; 200; 220; 250; 280; 315$ мм.



47- расм

Узатманинг модули

$$m = (0,1 \div 0,02) a \text{ мм} \quad (2.22)$$

Топилган модуль стандарт бўйича яхлитланади. Модулнинг баъзи қийматлари (мм):

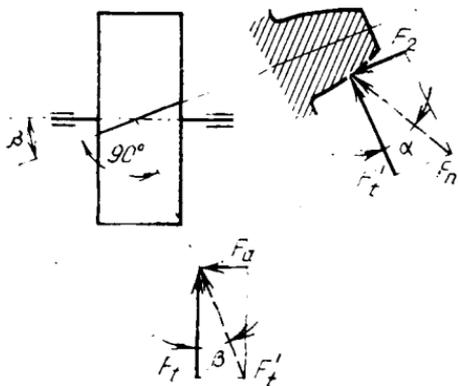
I қатор: 1,0; 1,5; 2,0; 2,5;
3,0; 4,0; 5; 6,0; 8,0; 10,0.

II-қатор: 1,25; 1,75; 2,25;
3,5; 4,5; 5,5; 7,0; 9,0.

Узатма ғилдиракларининг умумий тишлар сони ва қиялик бурчаги. Қия тишли ғилдираклар учун қиялик бурчагининг энг кичик қиймати $\beta_{min} = \arcsin 4m/b_2$

Узатма ғилдирак тишларининг умумий сони

$$z_2 = 2a \cos \beta_{min} / m. \quad (2.23)$$



48- расм

z_2 нинг ҳисоблаб топилган қийматини яхлитлаб, қиялик бурчагининг ҳақиқий қиймати аниқланади, яъни $\beta = \arccos z_e m / 2a$.

Қия тишли ғилдираклар учун $\beta = 8^\circ \div 18^\circ$ бўлиб, ҳисоблаганда аниқлик даражаси вергулдан кейинги бешинчи хонагача олинishi керак.

Етакловчи ва етакланувчи тишли ғилдиракларнинг тишлар сони

$z_1 = z_e / (u + 1) > z_{min}$ z_1 нинг ҳисоблаб топилган қиймати яхлитланиб, тўғри тишли цилиндрсимон ғилдираклар учун $z_{min} \geq 17$, қия тишли цилиндрсимон ғилдираклар учун $z_{min} \geq 17(\cos \beta)^3$. Етакланувчи тишли ғилдиракларнинг тишлар сони $z_2 = z_1 \cdot u$

Узатиш сонининг ҳисобий қиймати

$$u_x = \frac{z_2}{z_1};$$

$$\Delta u = \frac{(u_x - u)}{u} \cdot 100 \%.$$

Узатма ғилдиракларининг айланма диаметрлари (47- расм): бўлувчи айлананинг диаметри

$$d_1 = m_n z_1 / \cos \beta; \quad d_2 = m_n z_2 / \cos \beta$$

тишли ғилдиракларнинг ташқи диаметри

$$d_{a1} = d_1 + 2m_n; \quad d_{a2} = d_2 + 2m_n \quad (2.24)$$

тишли ғилдиракларнинг ички (тиш остки) диаметри

$$d_{f1} = d_1 - 2,5 m_n; \quad d_{f2} = d_2 - 2,5 m_n$$

Тишли илашмада ҳосил бўлган кучлар (43- расм): айлана куч $F_t = 2T_2 / d_2$;

марказга интилувчи куч $F_r = F_t \operatorname{tg} \alpha \cos \beta$;

бўйлама куч $F_a = F_t \operatorname{tg} \beta$

Ғилдирак тишларининг эгилишидаги кучланиш етакланувчи ғилдирак тишлари учун:

$$\sigma_{F2} = K_{F\alpha} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{Fv} \cdot Y_{F2} \cdot Y_{\beta} \cdot F_t / b_2 m, \text{ МПа} \quad (2.25)$$

бу ерда: $K_{F\alpha}$ — узатма ғилдирак тишлари тайёрланишининг аниқлик даражасини ҳисобга олувчи коэффициент бўлиб, қиймати қуйидаги ча олинади.

аниқлик даражаси	6	7	8	9
$K_{F\alpha}$	0,72	0,81	0,91	1,0

етақловчи ғилдирак тишлари учун

$$\sigma_{F1} = \sigma_{F2} \frac{Y_{F2}}{Y_{F1}}, \text{ МПа} \quad (2.26)$$

Эгилишдаги кучланишнинг ҳисобий қиймати билан жонз қиймати орасидаги боғланиш:

$$\sigma_F = (0,8 \div 1,1) [\sigma_F], \text{ МПа}$$

21-жадвал

Аниқлик даражаси	$v = 0,5 \omega_2 d_2$ — етакланувчи ғилдиракнинг айланма тезлиги, м/с			
	тўғри тишли		қия тишли	
	цилиндрсимон	конуссимон	цилиндрсимон	конуссимон
6	15 гача	12 гача	30 гача	20 гача
7	10 «—»	8 «—»	15 «—»	10 «—»
8	6 «—»	4 «—»	10 «—»	7 «—»
9	2 «—»	1,5 «—»	4 «—»	3 «—»

Тишли ғилдиракларни тайёрлаш учун тавсия этилган материаллар

22-жадвал

	Тишли ғилдираклар	Пۇлат материаллар	Ғилдирак тишлариниң термик қайта ишляниши	Тиш юзасиниң қаттиқлиги
а	Етакловчи ғилдирак	45, 40X, 35XM, 45XЦ	яхшилаш	HB 269 — 302
	Етакланувчи ғилдирак			HB 235 — 262
б	Етакловчи ғилдирак	40X, 40XH, 35XM 45XH	яхшилаш; юқори частотали ток ёрдамида тоблаш	HRC 45 — 50, 48 — 53, 50 — 56
	Етакланувчи ғилдирак			HB 269 — 302
в	Етакловчи ва етакланувчи ғилдирак	40X, 40XH, 35XM, 45XЦ	яхшилаш; юқори частотали ток ёрдамида тоблаш	HRC 45 — 50, 48 — 53, 50 — 56
г	Етакловчи ғилдирак	20X, 20XHM, 18XГТ, 12XНЗА, 25XГНМ	яхшилаш; углерод билан тўйинтириш ва тоблаш	HRC 45 — 50, 48 — 53 50 — 56
	Етакланувчи ғилдирак			HRC 45 — 50; 48 — 53 50 — 56
д	Етакловчи ва етакланувчи ғилдираклар	20XHM, 18XГТ, 12 XHЗА 25 XГ HM	яхшилаш; углерод билан тўйинтириш; тоблаш	HRC 56 — 63

$[\sigma_{H_0}]$, $[\sigma_{F_0}]$ қийматлари

Термик қайта ишланishi	Ғилдирак тиш юзасининг қаттиқлиги	Пўлаг_материаллар	$[\sigma_{H_0}]$	$[\sigma_{F_0}]$
Нормаллаш Яхшилаш	HV 180 ÷ 1350	40; 45; 40X 40XH; 35XM	2HB + 70	1,8HB
Тишинг бутун ҳажмини тоблaш	45 ÷ 55 HRC	40X, 40XH 35XM	18HRC + 150	500
Юқори частотали ток ёрдамида, тоблaш	56 ÷ 63; 25 ÷ 35 HRC	58; У7		630
	42 ÷ 50 HRC	40X, 35XM 40XH	17HRC + 200	420
Азот билан тўйинтириш	550 ÷ 750 HV	40X, 40XФА 40XH2МА	1050	10HRC + 240
Углерод билан тўйинтириш ва тоблaш	56 — 63 HRC	Углерод билан тўйинтириш мумкин бўлган пўлаг материаллар	23HRC	750
		20XH2M, 12XH3A		

N_{H_0} ning қийматлари

Фидирак тишлар юзасининг уртача қаттиқлиги	HВ*ур		250	270	290	315	340	370	400	465
	215 — 230	HRC*ур	25	28	31	34	47	40	43	49
N_{H_0} , млн. цикл	10		12,5	16,0	20,0	25,0	31,5	40,0	50,0	63,0

$K_{H\beta}$ коэффициентининг қийматлари

Етақловчи тишли фидиракнинг таянча нисбатан жойлашиши	Фидирак юзасининг қаттиқлиги, HВ		Ψ_d								
	≤ 350	≥ 350	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8
Консол ҳолатда бўлиб, шарик- ли юмалаш подшинника ўр- натилган	≤ 350		1,08	1,17	1,28						
	≥ 350		1,22	1,44	—	—	—	—	—	—	—
Консол ҳолатда бўлиб, роликли юмалаш подшинника ўрнатилган	≤ 350		1,06	1,12	1,29	1,27					
	≥ 350		1,1	1,25	1,45	—	—	—	—	—	—
Симметрик ҳолатда	≤ 350		1,01	1,02	1,03	1,04					1,07
	≥ 350		1,01	1,02	1,04	1,07					1,16
Носимметрик ҳолатда	≤ 350		1,03	1,05	1,07	1,12					1,19
	≥ 350		1,06	1,12	1,20	1,29					1,48

Тўғри тишли цилиндрсимон ғилдираклар учун $K_{F\alpha} = 1,0$.

Ғилдирак тишлари қиялик бурчагининг эгилишдаги кучланиш қийматига таъсирини Y_{β} билан белгилаймиз. Бу коэффициентнинг қиймати қуйидагича аниқланади:

$$Y_{\beta} = 1 - \beta/140. \quad (2.27)$$

$K_{F\beta}$ — юкланишнинг тиш юзасида нотекис тақсимланишини ҳисобга олувчи коэффициент бўлиб, қиймати 27-жадвалдан тиш энн коэффициентини γ_d , тиш юзасининг қаттиқлиги ҳамда узатма ғилдиракларининг таянчга нисбатан жойлашишига қараб олинади.

K_{Fv} — тиш юзасининг қаттиқлигини ҳисобга олувчи коэффициент бўлиб, қиймати қуйидагича олинади:

тўғри тишли цилиндрсимон ғилдираклар учун

$$\leq \text{HB } 350 \text{ бўлганда } K_{Fv} = 1,4$$

$$\geq \text{HB } 350 \text{ бўлганда } K_{Fv} = 1,2$$

қия тишли цилиндрсимон ғилдираклар учун

$$\leq \text{HB } 350 \text{ бўлганда } K_{Fv} = 1,2,$$

$$\geq \text{HB } 350 \text{ бўлганда } K_{Fv} = 1,1.$$

Y_F — тиш формасининг коэффициенти бўлиб, қиймати 26-жадвалдан ғилдирак тишлари сонининг «келтирилган» қиймати $z_{\text{кел}} = z/(\cos \beta)^3$ га боғлиқ равишда танлаб олинади.

26-жадвал

$z_{\text{кел}}$	17	20	22	24	26	28	30	35	40	45	50	65	80
Y_F	4,27	4,07	3,89	3,92	3,88	3,81	3,80	3,75	3,73	3,66	3,65	3,62	3,60

Ғилдирак тишларидаги контакт кучланишнинг ҳисобий қиймати

$$\sigma_H = 376 \sqrt{\frac{F_t(u+1)}{d_2 b_2} K_{H\beta} \cdot K_{Hv} K_{H\alpha}}, \quad \text{МПа} \quad (2.28)$$

бу ерда: $K_{H\alpha}$ — юкланишнинг ғилдирак тишларида нотекис тақсимланишини ҳисобга олувчи коэффициент (тўғри тишли ғилдираклар учун $K_{H\alpha} = 1,0$; қия тишли ғилдираклар учун $K_{H\alpha} = 1,1$);

K_{Hv} — қўшимча динамик кучни ҳисобга олувчи коэффициент:

тўғри тишли ғилдираклар учун

$$\leq \text{HB } 350 \text{ бўлганда } K_{Hv} = 1,2,$$

$$\geq \text{HB } 350 \text{ бўлганда } K_{Hv} = 1,1$$

қия ҳамда шеврон тишли ғилдираклар учун

$$\leq \text{HB } 350 \text{ бўлганда } K_{Hv} = 1,1,$$

$$\geq \text{HB } 350 \text{ бўлганда } K_{Hv} = 1,05.$$

$K_{H\beta}$ — қиймати 25-жадвалдан олинади.

Контакт кучланишнинг ҳисобий қиймати билан жоиз қиймати орасидаги боғланиш:

$$\sigma_H = (0,8 \div 1,1) [\sigma_H], \text{ МПа}$$

Тўғри тишли очиқ цилиндрик узатмаларни ҳисоблаш. Тўғри тишли очиқ цилиндрик узатмалар, асосан, узатманинг тезлиги 1 м/с дан катта бўлмаган ҳолларда ишлатилади. Узатмани ҳисоблаш қу-йидаги тартибда бажарилади.

1. Узатма ғилдираклари учун материал танланади.

2. Эгилишдаги жоиз кучланиш аниқланади.

3. Ғилдирак тишлари сони аниқланади. Етакловчи ғилдираклар учун $z_1 = 17 - 25$ қилиб олиш тавсия этилади. Етакланувчи ғилдирак тишлари сони эса: $z_2 = z_1 \cdot u$. Топилган қиймат яхлитланади.

4. Тиш шаклининг коэффиценти қиймати ғилдирак тишлари сонига қараб танланади (26-жадвал).

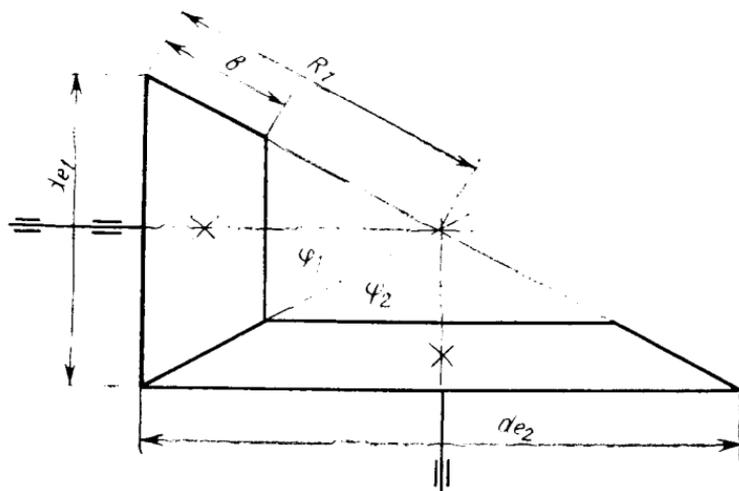
5. Модуль аниқланади

$$m = K_m \sqrt{\frac{y_F \cdot K_{F\beta} \cdot T_1}{z_1^2 \cdot \psi_{bd} \cdot [\sigma_F]}}, \text{ мм} \quad (2.29)$$

бу ерда: T_1 — етакловчи ғилдирак валидаги буровчи момент, Н·мм; ψ_{bd} нинг қийматини қуйидагича олиш тавсия этилади, яъни $\psi_{bd} = (10 \div 12)/z_1$; $K_m = 1,4$ — ёрдамчи коэффиценти. Очиқ узатмалардаги ғилдирак тишлари 9-аниқлик даражаси бўйича тайёрланади ва бунда $K_{H\alpha} = K_{F\alpha} = 1,0$. Шунинг учун $[\sigma_H] = [\sigma_{H_0}]$; $[\sigma_F] = [\sigma_{F_0}]$.

6. Узатма ғилдиракларининг геометрик ўлчамлари аниқланади.

7. Эгилишдаги кучланишнинг ҳисобий қиймати σ_F аниқланиб, жоиз қиймат $[\sigma_F]$ билан солиштирилади.



49- расм

Конуссимон гилдиракли узатмалар. Валларнинг геометрик ўқлари ихтиёрий бурчак билан кесишган ҳолларда конуссимон гилдираклардан фойдаланилади. Кўпинча валларнинг орасидаги бурчак $\varphi = 90^\circ$ бўлган узатмалар ишлатилади (49-расм).

Вал ўқларининг ўзаро кесишуви уларнинг таянчларини жойлаштиришни қийинлаштиради ва гилдиракларнинг бири фақат бир томонда жойлашган таянчга ўрнатилади. Бу ҳол иш жараёнида тишларда динамик кучлар пайдо бўлишига сабаб бўлади. Бундан ташқари, конуссимон узатмаларда бўйлама кучнинг қиймати катта бўлади, бу ўз навбатида таянчларнинг тузилишини мураккаблаштиришга олиб келади.

Мазкур узатмаларнинг узатиш сони конус шаклидаги фрикцион узатмаларники сингари топилади:

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{z_2}{z_1} \quad (2.30)$$

Валларнинг ўқлари орасидаги бурчак 90° бўлганида бошланғич конус бурчаги орқали ифодаланган узатиш сони қуйидагича бўлади:

$$u = \operatorname{tg} \varphi_2 = \operatorname{ctg} \varphi_1 \quad (2.31)$$

Конуссимон узатма гилдираклари учун материаллар танлаш ҳамда жоиз кучланишларни аниқлаш юқорида келтирилган.

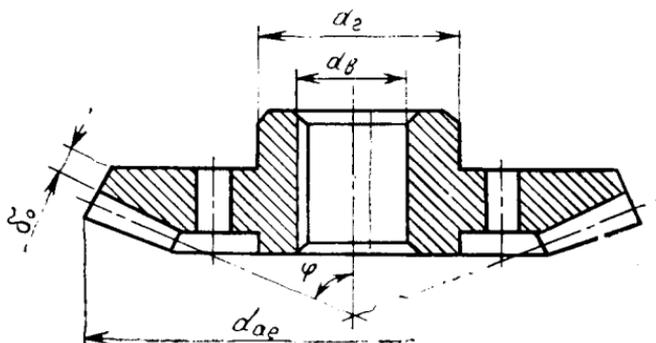
Конуссимон узатманинг асосий ўлчамлари.

1. Етакланувчи гилдирак тишлари бўлувчи айланасининг диаметри

$$d_{e2} \geq 165 \sqrt[3]{\frac{K_{H\beta} u T_2}{v_H [\sigma_H]^2}}, \quad (2.32)$$

бу ерда: v_H — конуссимон гилдиракларнинг юкланиш қобилияти цилиндрик гилдиракларникига қараганда камлигиши ҳисобга олувчи коэффициент бўлиб, қиймати — 0,85;

$K_{H\beta}$ — кучланишнинг тиш юзасида нотекис тақсимланишини ҳисобга олувчи коэффициент (25-жадвал);



50- расм

ψ_d — тиш эни коэффициенти ($\psi_d = 0,166 \sqrt{u^2 + 1}$);

T_2 — етакланувчи ғилдирак валидаги буровчи момент, Н·мм;

$[\sigma_H]$ — контакт кучланишнинг жоиз қиймати, МПа.

Топилган қийматларни (2.32) формулага қўйиб d_{e2} нинг қиймати аниқланади ва яхлитлаб олинади.

2. а) бошланғич конус бурчаги аниқланади

$$\varphi_1 = \operatorname{arctg} u; \quad \varphi_2 = 90 - \varphi_1$$

б) ташқи конус масофаси

$$R_e = d_{e2} / 2 \cos \varphi_1$$

в) ғилдирак тишли қисмининг эни

$$b = 0,285 R_e \text{ мм.}$$

3. Узатма ғилдиракларининг ён модули

$$m_e = \frac{14 K_{F\beta} T_2}{v_F d_{e2} b [\sigma_F]} \text{ мм} \quad (2.33)$$

v_F — қўшма коэффициент бўлиб, қиймати $v_F = 0,85$.

Модулнинг қиймати 0,0001 аниқликкача яхлитлаб олинади.

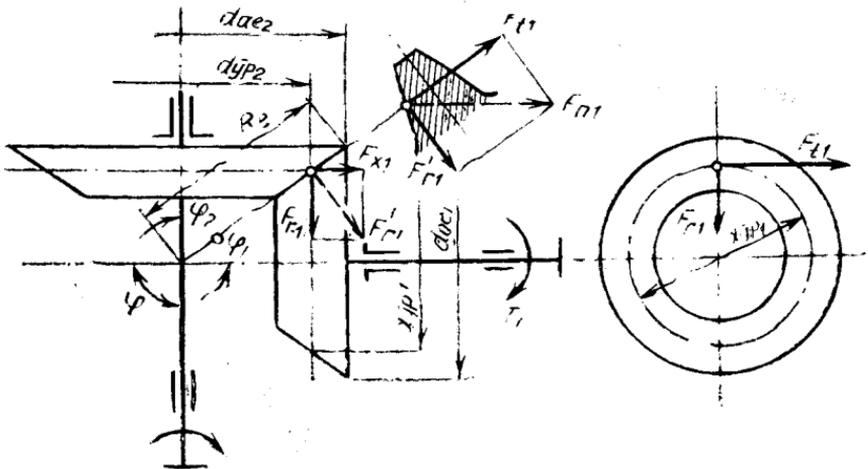
4. Узатма ғилдиракларидаги тишлар сони

$$z_2 = d_{e2} / m_e; \quad z_1 = z_2 / u \quad (2.34)$$

Тишлар сони яхлитлаб олинади.

5. Узагиш сонининг ҳисобий қиймати

$$u_x = z_2 / z_1; \quad \Delta u = \frac{|u_x - u|}{u} \cdot 100 \% \leq [4\%]$$



51 - расм

6. Узатма филдиракларининг геометрик ўлчамлари (50-расм):

$$\begin{aligned} \varphi_2 &= \arctg u; & \varphi_1 &= 90 - \varphi_2 \\ d_{e2} &= m_e z_2; & d_{e1} &= m_e z_1 \\ d_{ae2} &= d_{e2} + 2m_e \cos \varphi_2; & d_{ae1} &= d_{e2} + 2m_e \cos \varphi_1 \\ d_{fe2} &= d_{e2} - 2,5 m_e \cos \varphi_2; & d_{fe1} &= d_{e2} - 2,5 m_e \cos \varphi_1 \end{aligned}$$

7. Узатма филдиракларининг илашишида ҳосил бўладиган кучлар (51-расм):

$$F_t = 2T_2 / d_{m2}, \quad d_{m2} = 0,857 d_{e2} \quad (2.35)$$

$$F_{a1} = F_{r2} = F_t \operatorname{tg} \alpha \sin \varphi_1$$

$$F_{r1} = F_{a2} = F_t \operatorname{tg} \alpha \cos \varphi_1$$

8. Филдиракларнинг илашишида ҳосил бўлган эгилишдаги кучланиш

а) етакланувчи филдирак учун

$$\sigma_{F2} = K_{F\beta} \cdot K_{Fv} \cdot Y_{F2} \cdot F_t / (b m_e v_F) \leq [\sigma_F]_2 \quad (2.36)$$

е) етакловчи филдирак учун

$$\sigma_{F1} = \sigma_{F2} (Y_{F1} / Y_{F2}) \leq [\sigma_F]_1 \quad (2.37)$$

9. Узатма филдиракларидаги ҳисобий контакт кучланиш

$$\sigma_H = 2120 \sqrt{\frac{K_{H\beta} u T_2}{d_{e2}^3 v_H}} \leq [\sigma_H] \quad (2.38)$$

(2.38) нфданинг қиймати билан контакт кучланишнинг жоиз қиймати ўртасида қуйидагича бўлганиш бэр, яъни $\sigma_H = (0,8 \div 1,1) [\sigma_H]$, МПа.

Тўғри тишли очик конуссимон узатмаларни ҳисоблаш. Тўғри тишли очик конуссимон узатмаларни ҳисоблашни қуйидаги тартибда олиб бериш тавсия этилади.

1. Узатма филдираклари учун материал танланади.

2. Эгилишдаги жоиз кучланиш аниқланади.

3. Филдирак тишлари сони аниқланади. Етакловчи тишли филдирак учун $z_1 = 18 - 25$ қилиб олиш тавсия этилади. Етакланувчи филдирак тишлар сони эса: $z_2 = z_1 u$. Топилган қиймаг яхлитланади.

4. Бошланғич конус бурчаги: $\varphi_2 = \arctg u$; $\varphi_1 = 90 - \varphi_2$.

5. Тиш шаклининг коэффициенти Y_F 26-жадвалдан эквивалент тишлар сонига $z_{экв1} = z_1 / \cos \varphi_1$, $z_{экв2} = z_2 / \cos \varphi_2$ нисбатан танланади.

6. Узатманинг ўртача модули:

$$m_{tm} = 1,45 \sqrt[3]{(Y_F K_{F\beta} u T_1) / z_1^2 \psi_{bd} [\sigma_F]}, \quad \text{мм} \quad (2.39)$$

бу ерда:

$$\psi_{bd} = K_{be} / (2 - K_{be}) \sin \varphi_1, \quad K_{be} = b/R_e = 0,285;$$

d_{m1} — етакловчи тишли гилдиракнинг ўртача диаметри;

b — гилдирак тишли қисмининг эни;

$[\sigma_F]$ — эгилишдаги жоиз кучланиш бўлиб, ўлчов бирлиги МПа.

Узатманинг ўртача модули аниқлангач, етакловчи гилдиракнинг ўртача диаметри d_{m1} ҳамда тиш эни b аниқланади:

$$d_{m1} = m_{tm} z_1, \quad b = \psi_{bd} d_{m1}, \text{ мм.}$$

7. Узатма гилдирак тишларининг ташқи модули аниқланади

$$m_e = m_{tm} + (b \sin \varphi_1) / z_1$$

бу қиймат стандарт бўйича яхлитланади.

9. Узатма гилдиракларининг геометрик ўлчамлари аниқланади.

10. Гилдиракларнинг илашишида ҳосил бўладиган кучларнинг қиймати аниқланади [(2.35) ифодалар].

11. Эгилишдаги кучланиш қиймати ҳисобланади.

Эгилишдаги кучланишнинг ҳисобий қиймати жоиз қийматдан ошмаслиги керак, яъни $\sigma_F \leq [\sigma_F]$ шарт бажарилса, узатма тўғри ҳисобланган бўлади.

27-жадвал

$K_{F\beta}$ нинг қийматлари

Етакловчи тишли гилдиракнинг таянчига нисбатан жойлашиши	Тиш юзасининг қаттиқлиги, НВ	ψ_d коэффициент				
		0,2	0,4	0,6	0,8	1,2
Консол ҳолатда жойлашган бўлиб шарикли подшипникларга ўрнатилган	$350 \geq$	1,16	1,37	1,64	—	—
	$350 \leq$	1,33	1,7	—	—	—
Консол ҳолатда жойлашган бўлиб, роликли подшипникларга ўрнатилган	$350 \geq$	1,1	1,22	1,38	1,57	—
	$350 \leq$	1,2	1,44	1,71	—	—
Симметрик жойлашган	$350 \geq$	1,01	1,03	1,05	1,07	1,14
	$350 \leq$	1,02	1,04	1,08	1,14	1,3
Носимметрик жойлашган	$350 \geq$	1,05	1,1	1,17	1,25	1,42
	$350 \leq$	1,09	1,18	1,3	1,43	1,73

2.4. ТИШЛИ УЗАТМАЛАРГА ОИД МАСАЛАЛАРНИ ЕЧИШ

1. Берилган 2 поғонали уч ўқли цилиндрик узатма ҳисоблансин. Узатма ишчи валининг қуввати $P_{и. в.} = 8$ кВт, айланиш сони $n_{и. в.} = 146$ мин⁻¹, $n_{дв} = 1460$ мин⁻¹, ишлаш вақти $L_h = 10000$ соат (52-расм).

Масаланинг ечими.

I. Узатманинг кинемати-
каси

1. Узатма валларидаги қувватлар

$$P_3 = 8 \text{ кВт}, \quad P_2 = P_3 / \eta_2 = 8 / 0,98 = 8,16 \text{ кВт}$$

$$P_1 = P_2 / \eta_1 = 8,16 / 0,98 = 8,32 \text{ кВт}$$

2. Узатманинг умумий узатиш
сони ва валларнинг айланиш сони

$$u_{\text{ум}} = n_{\text{дв}} / n_{\text{н. в.}} = 1460 / 146 = 10$$

Узатманинг биринчи поғонаси
учун $u_1 = 4$ танлаймиз, иккинчи
поғонаси учун:

$$u_{\text{II}} = \frac{u_{\text{ум}}}{u_1} = \frac{10}{4} = 2,5$$

$$n_1 = 1460 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_2 = n_1 / u_1 = 1460 / 4 = 365 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_3 = n_2 / u_{\text{II}} = 365 / 2,5 = 146 \text{ мин}^{-1}$$

3. Узатма валларидаги буровчи моментлар

$$T_1 = 9550 \frac{P_1}{n_1} = 9550 \frac{8,32}{1460} = 54,42 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$T_2 = 9550 \frac{8,16}{365} = 213,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$T_3 = 9550 \frac{8,0}{146} = 523,29 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

II. Узатманинг биринчи поғонасини ҳисоблаш:

$$P_1 = 8,32 \text{ кВт}; \quad P_2 = 8,16 \text{ кВт};$$

$$n_1 = 1460 \text{ мин}^{-1}; \quad n_2 = 365 \text{ мин}^{-1};$$

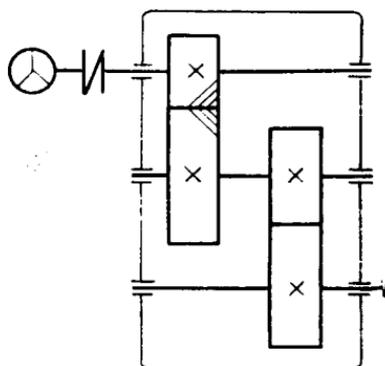
$$T_1 = 54,42 \text{ Н} \cdot \text{м}; \quad T_2 = 213,5 \text{ Н} \cdot \text{м}; \quad u_1 = 4.$$

1. Узатма ғилдираклари учун материал танланади (22-жадвал).

Етакловчи ва етакланувчи тишли ғилдирақлар учун термик қайта ишланиши бир хил, яъни яхшилаш ёки юқори частотали ток ёрдамида тоблаш бўлиб, тиш юзасининг қаттиқлиги НРС 45 — 50 бўлган 40X маркали пўлат материал танланади.

2. Контактг $[\sigma_H]$ ва эгилишдаги $[\sigma_F]$ кучланишларнинг жоиз қийматлари

$$[\sigma_H] = K_{HL} [\sigma_{H_0}] \text{ МПа}; \quad [\sigma_F] = K_{FL} [\sigma_{F_0}] \text{ МПа}$$



52-расм

$$[\sigma_{H_0}] = 17 \text{ HRC}_{yp} + 200 \text{ МПа (23- жадвал),}$$

$$[\sigma_{H_0}] = 17 \cdot 47,5 + 200 = 1007,5 \text{ МПа,}$$

$$\text{HRC}_{yp} = (45 + 50)/2 = 47,5$$

$$K_{HL_2} = \sqrt[6]{N_{HL_0}/N_{H_2}} \leq 1,8. \quad N_{H_0} = 63 \cdot 10^6 \text{ цикл (24- жадвал).}$$

$$N_{H_2} = 573 \omega_2 L_h = 573 \cdot 382 \cdot 10000 = 2189 \cdot 10^6 \text{ цикл}$$

$$\omega_2 = \pi n_2/30 = 3,14 \cdot 365/30 = 382 \text{ с}^{-1}$$

$K_{HL_2} = \sqrt[6]{\frac{63 \cdot 10^6}{2189 \cdot 10^6}}$. Илдиз остидаги ифоданинг сурати махражидан кичик бўлгани, яъни $N_{H_0} < N_2$ бўлгани учун $K_{HL} = 1,0$ бўлади.

$$[\sigma_{H_2}] = 1,0 \cdot 1007,5 = 1007,5 \text{ МПа}$$

$$N_1 = N_2 \cdot u = 2189 \cdot 10^6 \cdot 4 = 8756 \cdot 10^6 \text{ цикл}$$

$$K_{HL_1} = \sqrt[6]{\frac{63 \cdot 10^6}{8756 \cdot 10^6}} \Leftrightarrow 1,0$$

$$[\sigma_{H_1}] = 1,0 \cdot 1007,5 = 1007,5 \text{ МПа.}$$

$$[\sigma_{F_0}] = 630 \text{ МПа (23- жадвал).}$$

$$K_{FL_1} = \sqrt[9]{\frac{4 \cdot 10^6}{N_1}} = 1,63.$$

$4 \cdot 10^6 < N_1$ ҳамда $4 \cdot 10^6 < N_2$ бўлганлиги учун

$$K_{FL_1} = 1,0, K_{FL_2} = 1,0, [\sigma_{F_1}] = K_{FL} \cdot [\sigma_{F_0}] = 1 \cdot 630 = 630 \text{ МПа.}$$

$$[\sigma_{F_1}] = [\sigma_{F_2}] = 1,0 \cdot 630 = 630 \text{ МПа.}$$

3. Ўқлараро масофа

$$a_1 = K_a (u_1 + 1) \sqrt[3]{\frac{K_{H\beta} T_2}{\psi_a u^2 [\sigma_H]^2}} \text{ мм}$$

$K_a = 430$ (2.21) формулага қаранг; $[\sigma_H] = 1007,5 \text{ МПа}$; $u_1 = 4$.

$$\psi_d = 0,5 \quad \psi_a (u + 1) = 0,5 \cdot 0,35 (4 + 1) = 0,875.$$

$$\psi_a = 0,35; \quad K_{H\beta} = 1,29 \text{ (25- жадвал)}$$

$$a_1 = 430 \cdot (4 + 1) \sqrt[3]{\frac{1,29 \cdot 213,5 \cdot 10^3}{0,35 \cdot 4^2 \cdot (1007,5)^2}} = 78 \text{ мм.}$$

Аниқланган қийматни ГОСТ бўйича яхлитлаб, $a_1 = 80,0 \text{ мм}$ қилиб оламиз.

4. Тиш модули аниқланади

$$m_1 = (0,01 \div 0,02) a_1 = (0,01 \div 0,02) \cdot 80 = 0,8 \div 1,6 \text{ мм.}$$

ГОСТ бўйича яхлитлаб $m_1 = 1,5$ қилиб оламиз.

5. Филдирак тишларининг эни

$$b = \psi_a \cdot a = 0,35 \cdot 80 = 28 \text{ мм.}$$

6. Филдиракларнинг умумий тишлар сони ва қиялик бурчаги
а) қиялик бурчагининг энг кичик қиймати:

$$\beta_{min} = \arcsin(4m/b_2) = \arcsin(4 \cdot 1,5/28) = 12^\circ 22'$$

б) узатма филдирак тишларининг умумий сони:

$$z_{\Sigma} = (2 \cdot a_1 \cos \beta_{min})/m = (2 \cdot 80 \cdot \cos 12^\circ 22')/1,5 = \\ = (160 \cdot 0,97679)/1,5 = 104.$$

Умумий тишлар сонининг қиймати $z_{\Sigma} = 104$ ни билган ҳолда қиялик бурчагининг ҳисобий қийматини аниқлаймиз:

$$\beta = \arcsin(z_{\Sigma} m / 2a_1) = \arcsin(104 \cdot 1,5 / 2 \cdot 80) = 12^\circ 50'$$

7. Етакловчи ва етакланувчи филдиракларнинг тишлар сони

$$z_1 = z_{\Sigma} / (u_1 + 1) > z_{min}$$

$$z_1 = 104 / (4 + 1) = 20,8; \quad z_1 = 21 \text{ қилиб оламиз.}$$

$$z_2 = z_{\Sigma} - z_1 = 104 - 21 = 83.$$

8. Узатиш сонининг ҳисобий қиймати

$$u_{1x} = z_2 / z_1 = 83 / 21 = 3,95$$

$$\Delta u_1 = \frac{|u_{1x} - u_1|}{u_1} \cdot 100\% = \frac{|3,95 - 4,0|}{4,0} \cdot 100\% = 1,25\%$$

9. Филдиракларнинг айлана диаметрлари

$$d_1 = m_1 z_1 / \cos \beta = 1,5 \cdot 21 / 0,97502 = 32,3 \text{ мм;}$$

$$d_{a1} = d_1 + 2m_n = 32,3 + 2 \cdot 1,5 = 35,3 \text{ мм;}$$

$$d_{f1} = d_1 - 2,5m_n = 32,3 - 2,5 \cdot 1,5 = 28,55 \text{ мм;}$$

$$d_2 = m_1 z_2 / \cos \beta = \frac{1,5 \cdot 83}{0,97502} = 127,7 \text{ мм;}$$

$$d_{a2} = d_2 + 2m_n = 127,7 + 2 \cdot 1,5 = 130,7 \text{ мм;}$$

$$d_{f2} = d_2 - 2,5m_n = 127,7 - 2,5 \cdot 1,5 = 123,95 \text{ мм.}$$

10. Илашишда ҳосил бўладиган кучлар

$$F_t = 2 T_2 / d_2 = 2 \cdot 213,510^3 / 127,7 = 3344 \text{ Н.}$$

$$F_r = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \beta = 3344 \cdot 0,364 \cdot 0,97502 = 1187 \text{ Н}$$

$$F_a = F_t \operatorname{tg} \beta = 3344 \cdot 0,22169 = 741 \text{ Н.}$$

11. Эгилишдаги ҳисобий кучланиш

$$\sigma_F = K_{F\alpha} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{F\sigma} \cdot Y_{F2} \cdot Y_{\beta} \cdot F_t / b_2 m, \text{ МПа}$$

$$K_{F\alpha} = 0,81; \quad b_2 = 28 \text{ мм}$$

$$K_{Fv} = 1,1; \quad m = 1,5$$

$$F_t = 3344 \text{ Н}; \quad Y_\beta = 1 - \frac{\beta}{140} = 0,92$$

$$K_{F\beta} = 1,25 \text{ (27-жадвал)}; \quad z_{\text{кел}2} = z_2 / (\cos \beta)^3 = 83 / (\cos 12^\circ 50')^3 \approx 89;$$

$$z_{\text{кел}1} = z_1 / (\cos \beta)^3 = 21 / (\cos 12^\circ 50')^3 \approx 22; \quad Y_{F1} = 3,98; \quad Y_{F2} = 3,62$$

(26-жадвал).

$$\sigma_F = 0,81 \cdot 1,25 \cdot 1,1 \cdot 3,62 \cdot 0,92 \cdot 3344 / 28 \cdot 1,5 = 295 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{F1} = \sigma_F \cdot Y_{F2} / Y_{F1} = 295 \frac{3,62}{3,92} = 268 \text{ МПа}$$

12. Тишдаги контакт кучланишнинг ҳисобий қиймати

$$\sigma_H = 376 \sqrt{\frac{K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{Hv} (u_1 + 1) F_t}{u_1 d_1 b_2}} \leq [\sigma_H]$$

$$K_{H\alpha} = 1,1; \quad K_{H\beta} = 1,29 \text{ (26-жадвал)}; \quad K_{Hv} = 1,05$$

$$u_1 = 4; \quad b_2 = 28 \text{ мм}; \quad d_1 = 32,3 \text{ мм}; \quad F_t = 3344 \text{ Н.}$$

$$\sigma_H = 376 \sqrt{\frac{1,1 \cdot 1,29 \cdot 1,05 (4 + 1) \cdot 3344}{4 \cdot 32,3 \cdot 28}} = 987 \text{ МПа}$$

$$987 < 1007,5 \Leftrightarrow \sigma_H < [\sigma_H]$$

III. Узатманинг иккинчи поғонасини ҳисоблаш

$$P_2 = 8,16 \text{ кВт}; \quad P_3 = 8,0 \text{ кВт};$$

$$n_2 = 365 \text{ мин}^{-1}; \quad n_3 = 146 \text{ мин}^{-1};$$

$$T_2 = 213,5 \text{ Н}\cdot\text{м}; \quad T_3 = 523,29 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$u_{II} = 2,5$$

1. Ғилдираклар учун материал танланади. Материал сифатида I поғона учун қабул қилинган материални оламин, шунинг учун $[\sigma_H]$,

$[\sigma_F]$ ларнинг қийматлари ҳам ўзгаришсиз қолади.

2. Ўқлараро масофа

$$a_{II} = K_a (1 + u_{II}) \sqrt[3]{\frac{K_{H\beta} T_3}{\psi_a u^2 [\sigma_H]^2}} \text{ мм}$$

$$K_a = 495; \quad \psi_a = 0,4;$$

$$\psi_d = 0,5 \quad \psi_a (2,5 + 1) = 0,5 \cdot 0,4 (2,5 + 1) = 0,7; \quad K_{H\beta} = 1,25 \text{ (25-жадвал)};$$

$$T_3 = 523,29 \text{ Н}\cdot\text{м}; \quad u = 2,5; \quad [\sigma_H] = 1007,5 \text{ МПа}$$

$$a_{II} = 495 (1 + 2,5) \sqrt[3]{\frac{1,25 \cdot 523,29}{0,4 \cdot (2,5)^2 \cdot (1007,5)^2}} = 110 \text{ мм}$$

ГОСТ бўйича яхлитлаб, $a_{II} = 112$ мм қабул қиламиз.

3. Тиш модулини аниқлаймиз

$$m = (0,01 \div 0,02) a_{II} = (0,01 \div 0,02) \cdot 112 = 1,12 \div 2,24$$

ГОСТ бўйича яхлитлаб, $m = 2$ мм қабул қиламиз.

4. Филдирак тишларининг эни

$$b_2 = \psi_a \cdot a = 0,4 \cdot 112 \approx 45 \text{ мм.}$$

5. Филдиракларнинг умумий тишлар сони

$$z_{\text{ум}} = \frac{2 \cdot a_{II}}{m} = \frac{2 \cdot 112}{2} = 112$$

6. Етакловчи ва етакланувчи филдирак тишлари сони

$$z_1 = \frac{z_{\text{ум}}}{1 + u_{II}} = \frac{112}{1 + 2,5} = 32; \quad z_2 = 112 - 32 = 80.$$

7. Узатиш сонининг ҳисобий қиймати

$$u_x = \frac{z_2}{z_1} = \frac{80}{32} = 2,5$$

8. Филдиракларнинг айлана диаметрлари

$$d_1 = m z_1 = 2 \cdot 32 = 64 \text{ мм}; \quad d_2 = 2 \cdot 80 = 160 \text{ мм};$$

$$d_{a1} = d_1 + 2m = 64 + 2 \cdot 2 = 68 \text{ мм}; \quad d_{a2} = 160 + 4,0 = 164 \text{ мм};$$

$$d_{f1} = d_1 - 2,5m = 64 - 2,5 \cdot 2 = 59 \text{ мм}; \quad d_{f2} = 160 - 5,0 = 155 \text{ мм.}$$

9. Илашишда ҳосил бўладиган кучлар

$$F_t = 2T_2/d_2 \approx 2 \cdot 523,29 \cdot 10^3 / 160 = 6541 \text{ Н}$$

$$F_r = F_t \cdot \text{tg} \alpha = 6541 \cdot 0,364 = 2381 \text{ Н}$$

10. Эгилишдаги ҳисобий кучланиш

$$\sigma_{F2} = K_{F\alpha} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{Fv} \cdot Y_{F2} \cdot Y_{\beta} \cdot F_t / b_2 \text{ м, МПа}$$

$$K_{F\alpha} = 0,81; \quad K_{Fv} = 1,2; \quad Y_{\beta} = 1,0; \quad K_{F\beta} = 1,25 \text{ (27-жадвал);}$$

$$Y_{F2} = 3,62; \quad F_t = 6541 \text{ Н}; \quad b_2 = 45 \text{ мм}; \quad m = 2 \text{ мм.}$$

$$\sigma_{F2} = 0,81 \cdot 1,25 \cdot 1,2 \cdot 3,62 \cdot 6541 / 45 \cdot 2 = 319,6 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{F1} = \sigma_{F2} \frac{Y_{F2}}{Y_{F1}} = 319,6 \cdot \frac{3,62}{3,78} = 306 \text{ МПа}$$

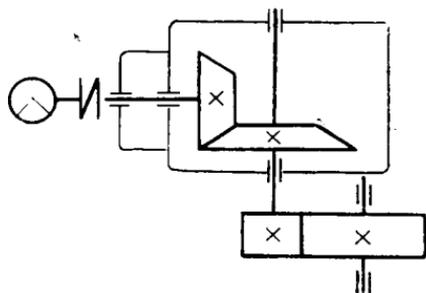
11. Ҳисобий контакт кучланиш

$$\sigma_H = 376 \sqrt{\frac{K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{Hv} (u_{II} + 1)}{u_{II}}} \cdot \frac{F_t}{d_1 b_2} \leq [\sigma_H]$$

$$K_{H\alpha} = 1,0; \quad K_{H\beta} = 1,25 \text{ (25-жадвал);}$$

$$K_{Hv} = 1,1; \quad u_{II} = 2,5;$$

$$d_1 = 64 \text{ мм}; \quad b_2 = 45 \text{ мм}; \quad F_t = 6541 \text{ Н.}$$



53- расм

$$\sigma_H = 376 \sqrt{\frac{1,0 \cdot 1,25 \cdot 1,1 (2,5 + 1)}{2,5}} \cdot \frac{6541}{64 \cdot 45} = 786 \text{ МПа}$$

$$\sigma_H < [\sigma_H]$$

2. Берилган тўғри тишли конуссимон ёпиқ ва тўғри тишли цилиндрсимон очиқ узатма ҳисоблансин. Узатмада ишчи валдаги қувват $P_3 = 10$ кВт, айланиш сони $n_3 = 100$ мин⁻¹. Ишлаш вақти $L_h = 10000$ соат, $n_{дв} = 720$ мин⁻¹ (53- расм).

Масаланинг ечими

1. Узатманинг кинематикаси

1. Узатма валларидаги қувватлар

$$P_3 = 10 \text{ кВт}; \quad P_2 = P_3 / \eta_{II} = 10 / 0,96 = 10,42 \text{ кВт}$$

$$P_1 = P_2 / \eta_I = 10,42 / 0,97 = 10,74 \text{ кВт}$$

2. Узатманинг умумий узатиш сони ва валларнинг айланиш сони

$$u_{ум} = n_{дв} / n_3 = 720 / 100 = 7,2$$

Ёпиқ узатма учун узатиш сонини ГОСТ бўйича танлаймиз, яъни $u_I = 2,5$. Очиқ узатма учун эса:

$$u_{II} = \frac{u_{ум}}{u_I} = \frac{7,2}{2,5} = 2,88.$$

Узатма валларининг айланиш сони

$$n_1 = 720 \text{ мин}^{-1}; \quad n_2 = n_1 / u_I = 720 / 2,5 = 288 \text{ мин}^{-1}; \quad n_3 = n_2 / u_{II} = 288 / 2,88 = 100 \text{ мин}^{-1}.$$

3. Узатма валларидаги буровчи моментлар

$$T_1 = 9550 \frac{P_1}{n_1} = 9550 \frac{10,714}{720} = 142,45 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$T_2 = 9550 \frac{P_2}{n_2} = 9550 \frac{10,42}{288} = 345,52 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$T_3 = 9550 \frac{P_3}{n_3} = 9550 \frac{10,0}{100} = 955 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

II. Ёпиқ конуссимон узатмани ҳисоб лаш

1. Узатма ғилдираклари учун материал танланади ва контакт $[\sigma_H]$ ҳамда эгилишдаги $[\sigma_F]$ кучланишларнинг жоиз қийматлари

аниқланади. Материални ва кучланишларнинг жоиз қийматларини юқоридаги масаладагидек қабул қиламиз:

$$[\sigma_H] = 1007,5 \text{ МПа}; \quad [\sigma_F] = 630 \text{ МПа}$$

2. Етакланувчи ғилдирак тишларининг бўлувчи айлана бўйича диаметри $d_{e2} = 165 \sqrt[3]{K_{H\beta} u T_2 / v_H [\sigma_H]^2}$, мм бу ерда $u_1 = 2,5$; $T_2 = 345,52 \text{ Н}\cdot\text{м}$; $v_H = 0,85$ [(2.32) га қаранг];

$$\psi_d = 0,166 \sqrt{u_1^2 + 1} = 0,166 \sqrt{(2,5)^2 + 1} = 0,45; \quad K_{H\beta} = 1,3.$$

$$d_{e2} = 165 \sqrt[3]{\frac{1,3 \cdot 2,5 \cdot 345,52 \cdot 10^3}{0,85(1007,5)}} = 180,3 \text{ мм},$$

яхлитлаб, $d_{e2} = 180 \text{ мм}$ қабул қиламиз.

4. Бошланғич конус бурчаги

$$\varphi_2 = \arctg u_1 = \arctg 2,5 = 68^\circ 12'; \quad \varphi_1 = 90 - \varphi_2 = 21^\circ 48'$$

$$\cos \varphi_2 = \cos 68^\circ 12' = 0,37136;$$

$$\cos \varphi_1 = \cos 21^\circ 48' = 0,92848$$

5. Ташқи конус масофаси

$$R_e = \frac{d_{e2}}{2 \cos \varphi_1} = \frac{180}{2 \cdot 0,92848} = 96,93 \text{ мм}$$

6. Ғилдирак тишли қисмининг эни

$$b = 0,285 \cdot R_e = 28 \text{ мм}$$

7. Узатма ғилдиракларининг ён модули

$$m_e^* = \frac{14 K_{F\beta} T_2}{v_F d_{e2} b [\sigma_F]} \text{ мм}$$

$K_{F\beta} = 1,3$ (27-жадвал); $v_F = 0,85$; $d_{e2} = 180 \text{ мм}$; $b = 28 \text{ мм}$; $[\sigma_F] = 630 \text{ МПа}$; $T_2^* = 345,52 \text{ Н}\cdot\text{м}$.

$$m_e = \frac{14 \cdot 1,3 \cdot 345,52 \cdot 10^3}{0,85 \cdot 180 \cdot 28 \cdot 630} = 2,3293 \text{ мм}$$

8. Узатма ғилдиракларининг тишлар сони

$$z_2 = d_{e2} / m_e = 180 / 2,3293 = 77; \quad z_1 = \frac{77}{2,5} = 30$$

9. Узатиш сонининг ҳисобий қиймати

$$u_x = \frac{77}{30} = 2,56; \quad \Delta u = \frac{2,56 - 2,5}{2,5} \cdot 100\% = 2,4\%;$$

$$\Delta u < [4\%]$$

10. Узатма ғилдиракларининг айлана диаметрлари

$$d_{e1} = m_e \cdot z_1 = 2,3293 \cdot 30 = 69,879 \text{ мм};$$

$$d_{e2} = m_e \cdot z_2 = 2,3293 \cdot 77 = 179,356 \text{ мм};$$

$$d_{ae1} = d_{e1} + 2 \cdot m_e \cdot \cos \varphi_1 = 69,879 + 2 \cdot 2,3293 \cdot 0,92848 = 74,204 \text{ мм};$$

$$d_{ae2} = d_{e2} + 2 \cdot m_e \cdot \cos \varphi_2 = 179,356 + 2 \cdot 2,3293 \cdot 0,37136 = 181,086 \text{ мм};$$

$$d_{ef1} = d_{e1} - 2,4 m_e \cos \varphi_1 = 69,879 - 2,4 \cdot 2,3293 \cdot 0,92848 = 64,688 \text{ мм};$$

$$d_{ef2} = 179,356 - 2,4 \cdot 2,3293 \cdot 0,37136 = 176,28 \text{ мм}.$$

11. Илашишда ҳосил бўладиган кучлар

$$F_t = 2T_2/d_{m2} = 2 \cdot 345,42 \cdot 10^3 / 154,26 = 4478 \text{ Н}$$

$$d_{m2} = 0,857 d_{e2} = 0,857 \cdot 180 = 154,26 \text{ мм}$$

$$F_{a2} = F_{r1} = F_t \operatorname{tg} \alpha \cos \varphi_1 = 4478 \cdot 0,365 \cdot 0,92848 = 1513 \text{ Н}$$

$$F_{a1} = F_{r2} = F_t \operatorname{tg} \alpha \sin \varphi_1 = 4478 \cdot 0,364 \cdot 0,37136 = 605 \text{ Н}$$

12. Эгилишдаги ҳисобий кучланиш

$$\sigma_{F2} = K_{FB} K_{Fv} Y_{F2} F_t / b m v_F \leq [\sigma_F]_2$$

$$K_F = 1,5 \text{ (27-жадвал)}; K_{Fv} = 1,2;$$

$$z_{кел2} = \frac{z_2}{\cos \varphi_2} = \frac{77}{0,37136} = 203, z_{кел2} = 203 \text{ бўлганда } Y_{F2} = 3,6;$$

$$m_e = 2,3293; v_F = 0,85; b = 28 \text{ мм}.$$

$$\sigma_{F2} = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 3,6 \cdot 4478 / 28 \cdot 2,3293 \cdot 0,85 = 523,42 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{F2} < [\sigma_F]$$

$$\sigma_{F1} = \sigma_{F2} \frac{Y_{F2}}{Y_{F1}} = 523,42 \frac{3,6}{3,78} = 498,49 \text{ МПа}$$

$$z_{кел1} = \frac{z_1}{\cos \varphi_1} = \frac{30}{0,97848} = 32, z_{кел1} = 32 \text{ бўлганда } Y_{F1} = 3,78.$$

13. Ҳисобий контакт кучланиш

$$\sigma_H = 2120 \sqrt{\frac{1,3 \cdot 2,5 \cdot 345,52 \cdot 10^3}{180^3 \cdot 0,85}} = 1008 \text{ МПа}$$

III. Очиқ тўғри тишли цилиндрсимон узатмани ҳисоблаш

1. Филдираклар учун материал танланади. Узатма очиқ узатма бўлиб, тишли филдирак ўлчамлари чегараланмаганлиги учун материал сифатида 22-жадвалдан 40X меркали пўлат танланади. Термик қайта ишлашнинг яхшилаш тури қўлланилган. Бунда етакланувчи филдирак учун НВ 269—302, етакловчи филдирак учун НВ 235—262 бўлади.

2. Эгилишдаги кучланишнинг жоиз қиймати аниқланади.

$$[\sigma_F]_2 = K_{FL2} [\sigma_{F0}], \text{ МПа}$$

$$\text{бунда } K_{FL2} = \sqrt[6]{\frac{4 \cdot 10^6}{N_2}} = \sqrt[6]{\frac{4 \cdot 10^6}{172,7 \cdot 10^6}} \Leftrightarrow 1,0$$

$$N_2 = 573 \omega_2 L_h = 573 \cdot 30,14 \cdot 10\,000 = 172,7 \cdot 10^6 \text{ цикл}$$

$$\omega_2 = \pi n_2 / 30 = (3,14 \cdot 288) / 30 = 30,14 \text{ с}^{-1}$$

$$[\sigma_{F_0}] = 1,8 \cdot \text{HB}_{\text{yp}} = 1,8 \cdot 285,5 = 513,9 \text{ МПа}$$

$$\text{HB}_{\text{yp}} = \frac{269 + 302}{2} = 285,5; \quad [\sigma_F]_2 = 1 \cdot 513,9 \text{ МПа}$$

$$[\sigma_F]_1 = K_{FL1} [\sigma_{F_0}], \text{ МПа}$$

$$K_{FL1} = \sqrt{(4 \cdot 10^6) / (497,75 \cdot 10^6)} \Leftrightarrow 1$$

$$N_1 = N_2 u_{II} = 172,7 \cdot 10^6 \cdot 2,88 = 497,75 \cdot 10^6 \text{ цикл}$$

$$[\sigma_F]_2 = 1,8 \cdot \text{HB}_{\text{yp}} = 1,8 \cdot 248,5 = 447,3 \text{ МПа}$$

$$\text{HB}_{\text{yp}} = (235 + 262) / 2 = 248,5$$

3. Узатма ғилдиракларининг тишлар сони

Етакловчи тишли ғилдирак учун $z_1 = 18$ қабул қилинади. Етакланувчи тишли ғилдирак учун $z_2 = 18 \cdot 2,88 = 54$

4. Тиш формасининг коэффициенти

$$\left. \begin{aligned} z_1 = 18 \text{ бўлганда } Y_{F1} &= 4,35 \\ z_2 = 52 \text{ бўлганда } Y_{F2} &= 3,65 \end{aligned} \right\} (26\text{-жадвал})$$

5. Узатма ғилдиракларининг модули

$$m = K_m = \sqrt[3]{\frac{Y_{F1} K_{F\beta} T_1}{z_1^2 \psi_{bd} [\sigma_F]_1}} = 1,4 \sqrt[3]{\frac{4,35 \cdot 1,64 \cdot 345,520}{18^2 \cdot 0,6 \cdot 447,3}} = 4,27$$

$$K_m = 1,4; \quad Y_{F1} = 4,35; \quad T_1 = 345,520 \text{ Н} \cdot \text{м}; \quad z_1 = 18; \quad \psi_{bd} = (10 - 12) z_1; \quad [\sigma_F]_1 = 447,3 \text{ МПа}; \quad K_{F\beta} = 1,64 \text{ (27-жадвал)}$$

Модулни яхлитлаб $m = 5,0$ мм қабул қилинади.

6. Узатма ғилдиракларининг геометрик ўлчамлари

$$d_1 = m \cdot z_1 = 5 \cdot 18 = 90 \text{ мм},$$

$$d_2 = m \cdot z_2 = 5 \cdot 52 = 260 \text{ мм}$$

$$d_{a1} = d_1 + 2m = 90 + 2 \cdot 5 = 100 \text{ мм},$$

$$d_{a2} = d_2 + 2m = 260 + 2 \cdot 5 = 270 \text{ мм}$$

$$d_{f1} = d_1 - 2,5m = 90 - 2,5 \cdot 5 = 77,5 \text{ мм},$$

$$d_{f2} = d_2 - 2,5m = 260 - 2,5 \cdot 5 = 247,5 \text{ мм}$$

7. Ғилдирак тишининг эни

$$b = \psi_{bd} d_1 = 0,6 \cdot 90 = 54 \text{ мм}$$

8. Илашишда ҳосил бўладиган кучлар

$$F_{t2} = \frac{2 \cdot T_2}{d_2} = \frac{2 \cdot 955 \cdot 10^3}{260} = 7346 \text{ Н},$$

$$F_{r2} = F_{t2} \text{tg } \alpha = 7346 \cdot 0,364 = 2574 \text{ Н}.$$

9. Эгилишдаги кучланишнинг ҳисобий қиймати

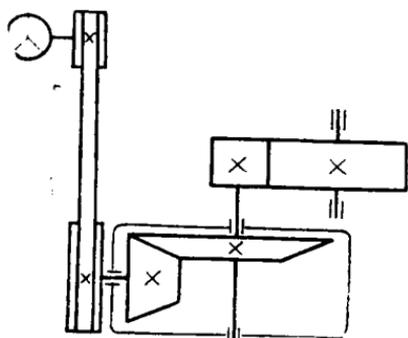
$$\sigma_{F2} = \frac{F_t K_{F\beta} Y_{F2}}{b_2 m} = \frac{7346 \cdot 1,64 \cdot 3,65}{54 \cdot 5} = 162 \text{ МПа}$$

Мустақил ишлаш учун масалалар

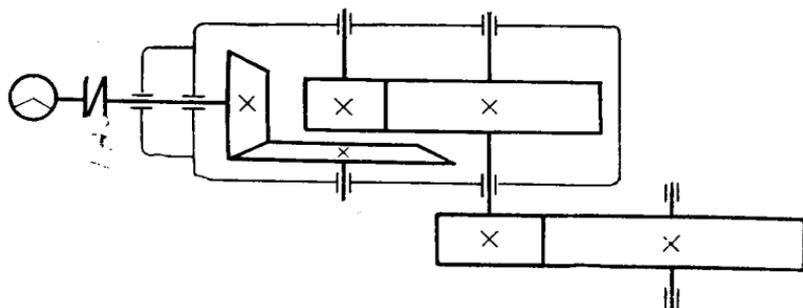
1. Берилган узатмаларнинг фойдали иш коэффициенти аниқлансин (54, 55, 56, 57-расмлар).

2. 1-масалада берилган 54-расмдаги юритманинг иккиламчи валидаги қувват $P_2 = 5$ кВт. Қолган валлардаги қувватлар аниқлансин.

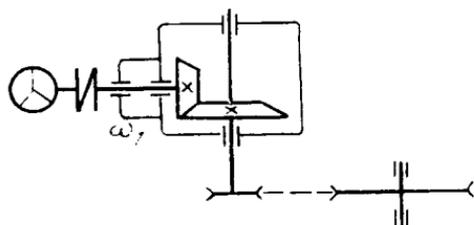
3. Тўғри тишли бир поғонали цилиндрик узатмада $u = 4$, $m = 2$ мм, $z_1 = 20$. Узатма гилдиракларининг асосий геометрик ўлчамлари аниқлансин.



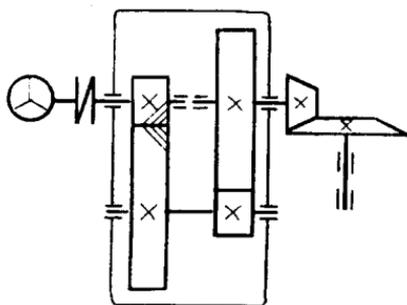
54- расм



55- расм



56- расм



57- расм

Жавоби: $d_1 = 4$ мм; $d_2 = 160$ мм; $a = 100$ мм; $d_{a1} = 44$ мм; $d_{a2} = 164$ мм.

4. Тўғри тишли бир поғонали цилиндрик узатмада $z_1 = 20$, $z_2 = 80$, $d_{a1} = 110$ мм. Узатманинг модули ва ўқлараро масофаси аниқлансин.

Жавоби: $m = 5$ мм; $a = 250$ мм.

5. Лентали конвейерда ишлатиладиган ёпиқ цилиндрик узат-

манинг узатиш сони $u = 25$, $n_{\text{дв}} = 950 \text{ мин}^{-1}$, $D_6 = 350 \text{ мм}$ (58-расм). Шу конвейер лентасининг ҳаракат тезлиги аниқлансин.

Жавоби: $0,7 \text{ м/с}$

6. Лентали конвейер барабанининг валидаги қувват $P = 4,8 \text{ кВт}$, унинг айланиш частотаси $n_6 = 60 \text{ мин}^{-1}$ (58-расм). Электр двигатель валидаги қувват ва барабан валидаги буровчи момент аниқлансин. Узатманинг умумий ф.и.к. $\eta = 0,92$.

Жавоби: $P_{\text{дв}} = 5,2 \text{ кВт}$; $T_6 = 764 \text{ Н}\cdot\text{м}$

7. Электр чиғир барабанининг валидаги буровчи момент $T_6 = 1200 \text{ Н}\cdot\text{м}$. Ёлиқ узатманинг узатиш сони $u = 25$ бўлганда шу чиғир электр двигателининг валидаги буровчи момент аниқлансин (59-расм). Узатманинг умумий фойдали иш коэффиценти $\eta = 0,92$.

Жавоби: $T_{\text{дв}} = 52 \text{ Н}\cdot\text{м}$

8. 60-расмда кўрсатилган шнек тишли узатма ёрдамида ҳаракатга келтирилади. Узатмада $n_1 = 960 \text{ мин}^{-1}$, $n_2 = 240 \text{ мин}^{-1}$, $z_3 = 20$, $z_4 = 80$, $u_{\text{III}} = 2$. Узатманинг умумий узатиш сони ва шнек валининг айланиш сони аниқлансин.

Жавоби: $u_{\text{ум}} = 32$; $n_{\text{шнек}} = 30 \text{ мин}^{-1}$

9. Кўп поғонали узатмада (61-расм) $d_1 = 80 \text{ мм}$, $d_2 = 320 \text{ мм}$, $T_2 = 120 \text{ Н}\cdot\text{м}$, $n_2 = 120 \text{ мин}^{-1}$, $n_3 = 48 \text{ мин}^{-1}$, $z_1 = 20$, $z_2 = 40$. Шу узатманинг ҳар бир валидаги буровчи момент аниқлансин. $\eta_1 = 0,98$, $\eta_2 = 0,95$.

Жавоби: $T_1 = 30,6 \text{ Н}\cdot\text{м}$; $T_3 = 224 \text{ Н}\cdot\text{м}$; $T_4 = 558,6 \text{ Н}\cdot\text{м}$

10. Ташқи айланасининг диаметри $d_a = 200 \text{ мм}$, тишлар сони $z = 48$ бўлган тўғри тишли цилиндрик ғилдиракнинг модули аниқлансин.

Жавоби: $m = 4 \text{ мм}$

11. Бир поғонали, қия тишли цилиндрик ғилдиракли узатмада $a = 125 \text{ мм}$, $z_{\text{ум}} = z_1 + z_2 = 99$, $u = 3,5$, $m_n = 2,5 \text{ мм}$.

Узатма ғилдиракларининг асосий геометрик ўлчамлари аниқлансин.

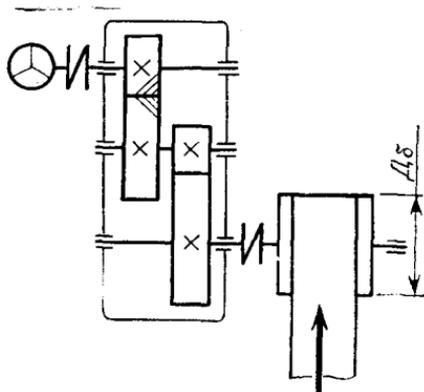
Жавоби: $\beta = 8^\circ 6'$; $z_1 = 22$; $z_2 = 77$; $d_1 = 55,56 \text{ мм}$; $d_2 = 194,44 \text{ мм}$.

12. Бир поғонали, қия тишли цилиндрик ғилдиракли узатмада $a = 100 \text{ мм}$, $m_n = 2 \text{ мм}$, $z_1 = 18$, $z_2 = 78$. Тишларнинг қиялик бурчаги аниқлансин.

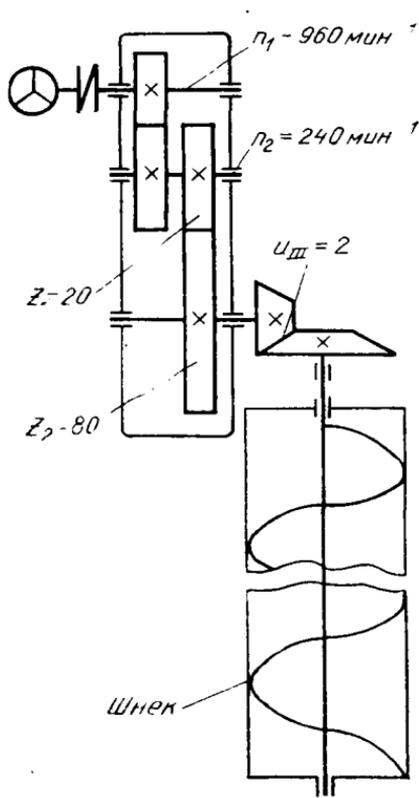
Жавоби: $\beta = 16^\circ 10'$

13. Бурчак тезлиги $\omega = 4 \text{ с}^{-1}$ бўлган тўғри тишли цилиндрик ғилдиракли узатмадаги етакланувчи ғилдирак тишлари юкланиш циклининг сони аниқлансин. Узатманинг юкланиши ўзгармас бўлиб, ишлаш муддати $L_n = 8000 \text{ соат}$.

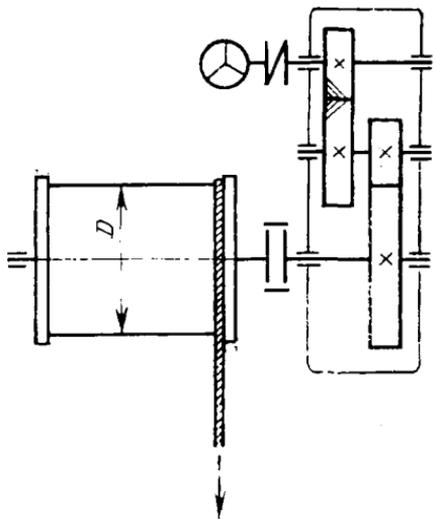
Жавоби: $N_2 = 18,34 \cdot 10^6$



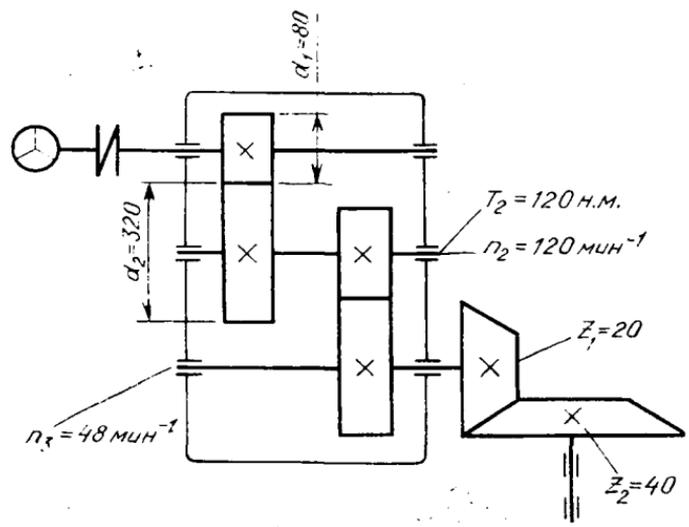
58- расм



60- расм



59- расм



61- расм

14. Узатиш сони $u = 5$ бўлган бир поғонали цилиндрлик ғилдираклик узатмада етакловчи ғилдиракнинг бурчак тезлиги $\omega_1 = 20 \text{ с}^{-1}$. Узатма ғилдираклари юкланиш цикллариининг сони аниқлансин. Узатманинг юкланиши ўзгармас бўлиб, ишлаш муддати $L_h = 10000$ соат.

Жавоби: $N_1 = 114,6 \cdot 10^6$; $N_2 = 22,92 \cdot 10^6$

15. Бир поғонали, қия тишли цилиндрлик ғилдираклик узатмада $T_2 = 403 \text{ Н} \cdot \text{м}$, $\beta = 8^\circ$, $m_n = 4 \text{ мм}$, $z_2 = 80$, $\alpha = 20^\circ$. Узатмадаги илашишда ҳосил бўладиган кучлар аниқлансин.

Жавоби: $F_a = 351 \text{ Н}$; $F_r = 916,7 \text{ Н}$; $F_t = 2494 \text{ Н}$

16. Бир поғонали, тўғри тишли цилиндрлик ғилдираклик узатмада $T_1 = 120 \text{ Н} \cdot \text{м}$, $z_1 = 20$, $z_2 = 80$, $b_2 = 40 \text{ мм}$, $[\sigma_F] = 200 \text{ МПа}$, $d_2 = 400 \text{ мм}$. Узатманинг модули аниқлансин.

Жавоби: $m_n = 3,5 \text{ мм}$

17. Бир поғонали, қия тишли цилиндрлик ғилдираклик узатмада $F_{t2} = 4500 \text{ Н}$, $d_2 = 150 \text{ мм}$, $b_2 = 35 \text{ мм}$, $[\sigma_F] = 200 \text{ МПа}$. Узатманинг модули аниқлансин.

Жавоби: $m_n = 4,5 \text{ мм}$

18. Тўғри тишли цилиндрлик ғилдираклик узатмадаги ўқлараро масофа $a = 100 \text{ мм}$, $m = 4 \text{ мм}$, $\psi_a = 0,4$, $z_2 = 100$, $[\sigma_F] = 180 \text{ МПа}$. Узатмадаги айланма куч аниқлансин.

Жавоби: 4235 Н

19. Тўғри тишли узатмада $m = 5 \text{ мм}$, $T_2 = 500 \text{ Н} \cdot \text{м}$, $z_1 = 20$, $z_2 = 80$, $\psi_a = 0,4$. Ғилдирак тишларидаги эғувчи кучланиш аниқлансин.

Жавоби: $[\sigma_F] = 170 \text{ МПа}$

20. Етакловчи цилиндрлик ғилдирагидаги эғувчи кучланиш $\sigma_{F1} = 268 \text{ МПа}$, $z_1 = 18$, $u = 4$ бўлган тўғри тишли узатманинг етакланувчи ғилдирак тишидаги эғувчи кучланиш аниқлансин. (Y_F нинг қиймати 26-жадвалдан олинсин).

Жавоби: $\sigma_{F2} = 312 \text{ МПа}$

21. $F_t = 400 \text{ Н}$, $m = 5,0 \text{ мм}$, $[\sigma_F] = 250 \text{ МПа}$, $d_2 = 120 \text{ мм}$ бўлган тўғри тишли узатма цилиндрлик ғилдирагининг эни аниқлансин.

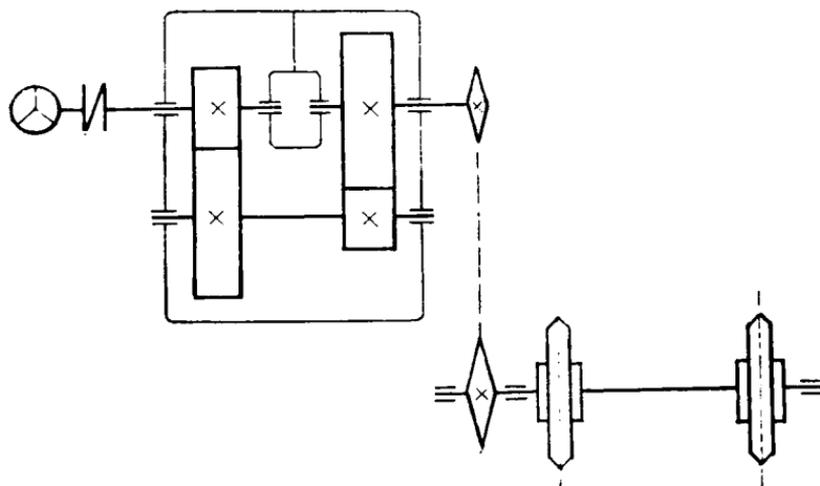
Жавоби: $b = 44 \text{ мм}$

22. $a = 200 \text{ мм}$, $z_2 = 40$, $[\sigma_F] = 100 \text{ МПа}$ бўлган тишли узатмада $P_2 = 24 \text{ кВт}$, $\omega_2 = 4 \text{ с}^{-1}$. Узатма етакланувчи ғилдирагининг эни аниқлансин.

Жавоби: $b_2 = 28 \text{ мм}$

23. Бир поғонали, тўғри тишли цилиндрлик ғилдираклик узатмада $u = 4$, $K_H = 1,3$, $a = 100 \text{ мм}$, $b_2 = 40 \text{ мм}$, $d_1 = 60 \text{ мм}$, $T_1 = 200 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Шу узатма ғилдиракларидаги контакт кучланиш аниқлансин.

Жавоби: $\sigma_H = 798 \text{ МПа}$



62- расм

24. Қия тишли цилинрик ғилдиракли узатмада $T_2 = 125$ Н·м, $u = 5$, $K_{H\beta} = 1,25$, $\psi_a = 0,4$, $[\sigma_H] = 900$ МПа. Узатманинг ўқлар-аро масофаси аниқлансин.

Жавоби: $a = 80$ мм

25. Лентали конвейер юритмаси ҳисоблансин (58-расм). P , ω_1 , ω_2 нинг қийматлари 28-жадвалда берилган. Узатманинг ишлаш муддати $L_h = 16000$ соат.

28-жадвал

Катталиклар	Вариантлар									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P , кВт	5	6	7	8	9	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0
ω_1 , с ⁻¹	77	77	77	77	100	100	100	150	150	150
ω_2 , с ⁻¹	6	7	8	9	10	11,0	12,0	13,0	14	15

26. Занжирли конвейер юритмаси ҳисоблансин (62-расм). Механизм юлдузчасидаги айланма куч F_t , тишлар сони z , айланма тезлик v ва занжир қадами t ларнинг қийматлари 29-жадвалда берилган.

29-жадвал

Катталиклар	Вариантлар									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_t , кН	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5
v , м/с	0,25	0,3	0,35	0,40	0,45	0,50	0,25	0,30	0,35	0,40
t , мм	80	80	100	100	125	125	100	100	80	80
z	7	8	9	10	7	8	9	10	7	8

27. Лентали конвейер юритмаси ҳисоблансин (58-расм). Барабанинг диаметри D , унинг айланма тезлиги v ва ундаги айланма куч F_t 30-жадвалда берилган.

28. Тўғри тишли конуссимон ғилдиракли узатманинг узатиш сони $u = 2,5$, ташқи модули $m_{te} = 5$ мм, $z_1 = 20$. Шу узатманинг конус бурчаги φ_1 , φ_2 ва ташқи конус масофаси аниқлансин.

Жавоби: $\varphi_1 = 21^\circ 48'$; $\varphi_2 = 68^\circ 12'$; $R_e = 134,6$ мм

29. Конуссимон ғилдиракли узатма етакланувчи ғилдирагининг ташқи диаметри $d_{e2} = 180$ мм, $z_1 = 20$, $u = 3$. Узатма ғилдиракларининг модули ва ташқи диаметрлари аниқлансин.

Жавоби: $m_n = 3,0$ мм; $d_{ae1} = 65,7$ мм; $d_{ae2} = 181,87$ мм¹

30. Конуссимон ғилдиракли узатма ғилдиракларининг диаметрлари $d_{ae1} = 50$ мм, $d_{ae2} = 200$ мм. Узатманинг конус бурчаги ва ташқи конус масофаси аниқлансин.

Жавоби: $\varphi_1 = 14^\circ 2'$; $\varphi_2 = 75^\circ 58'$; $R_e = 103$ мм

31. Конус бурчаги $\varphi_1 = 20^\circ$ бўлиб, айланма куч $F_{t1} = 200$ Н бўлган конуссимон ғилдиракли узатмада бўйлама куч аниқлансин.

Жавоби: $F_a = 249$ Н

32. 31-масалада келтирилган узатма учун конус бурчаги икки марта кичик олинса, F_a куч қанча камаяди?

Жавоби: 2 марта

33. Тўғри тишли конуссимон ғилдиракли узатмада $m_m = 5,0$ мм, $z_1 = 20$, $u = 5$ ва узатилаётган момент $T_2 = 200$ Н·м. Узатмадаги тишларга таъсир қилаётган айланма куч аниқлансин.

Жавоби: $F_t = 800$ Н

34. 31-жадвалда келтирилган қийматлардан фойдаланиб тўғри тишли, конуссимон ғилдиракли ёпиқ узатма ҳисоблансин. Узатманинг ишлаш муддати $L_h = 10000$ соат.

30-жадвал

Катталиклар	Вариантлар									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_t , кН	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9
v , м/с	0,85	0,8	0,85	0,9	1,0	1,1	1,2	1,1	1,0	0,9
D , мм	350	350	300	275	250	225	200	225	250	300

31-жадвал

Катталиклар	Вариантлар									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_1 , кВт	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0
ω_1 , с ⁻¹	150	150	150	100	100	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0
ω_2 , с ⁻¹	50,0	37,5	30,0	25,0	30,0	40,0	15,0	20,0	25,0	30,0

мо 35. Узатиш сони $u = 2,5$, $z_1 = 18$ бўлган тўғри тишли конусси-
н гилдиракли узатмада етакланувчи гилдирак тишларидаги эғувчи
кучланишнинг ҳисобий қиймати $\sigma_{F2} = 275$ МПа. Етакловчи гилдирак
тишларидаги эғувчи кучланишнинг ҳисобий қиймати аниқлансин.

Жавоби: $\sigma_{F1} = 316$ МПа

36. Конуссимон гилдиракли узатманинг ташқи конус масофаси
 $R_e = 160$ мм, етакловчи гилдирак тиш учининг диаметри $d_{ae1} =$
 $= 80$ мм. Шу узатманинг конус бурчаги ва етакланувчи гилдирак-
нинг ташқи диаметри аниқлансин.

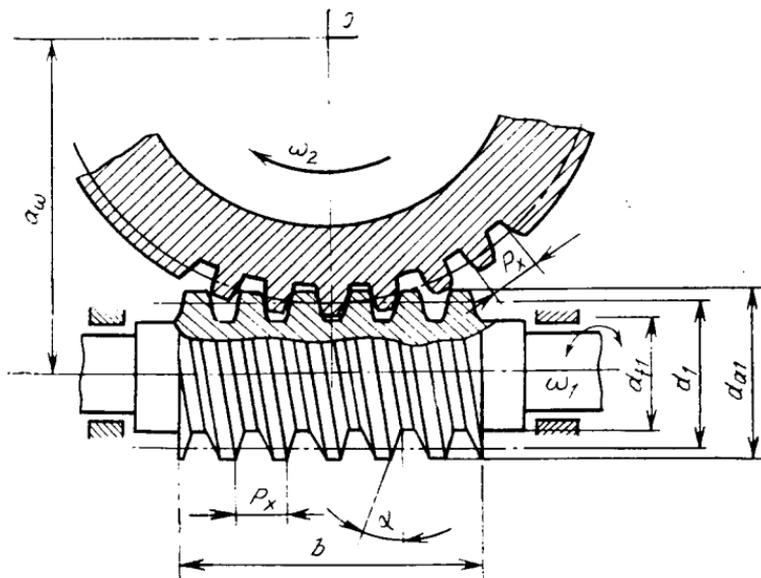
Жавоби: $\varphi_1 = 15^\circ 30'$; $\varphi_2 = 74^\circ 30'$; $d_{ae2} = 277$ мм.

2.5. ЧЕРВЯКЛИ УЗАТМАЛАР

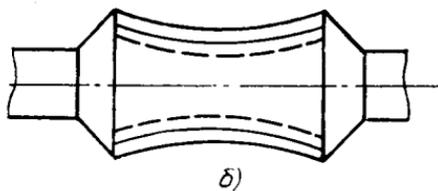
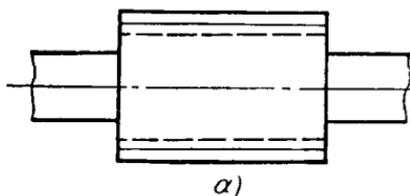
Червякли узатмалар механизмдаги валларнинг ўқлари айқаш бўл-
ган ҳолларда ишлатилади (63- расм). Червякли узатманинг ишлаш
принципи винтли жуфтнинг ишлаш принципи кабидир.

Червякли узатмалар червяк танасининг тузилишига қараб цилин-
дрик ва глобоид (64- расм), червяк ўрамаларининг шаклига қараб
архимед спирали, эвольвента шаклли (65- расм), червякнинг гилди-
ракка нисбатан жойлашувига қараб червяги пастда, ёнда, тепада
жойлашган, вазифасига қараб эса буровчи момент узатадиган ёки
кинематик жиҳатдан фойдаланиладиган турларга бўлинади.

Ҳозирги вақтда машинасозликда асосан архимед червякларидан
фойдаланилади, чунки бундай червякларни одатдаги токарлик станок-
ларида тайёрлаш мумкин.



63- расм



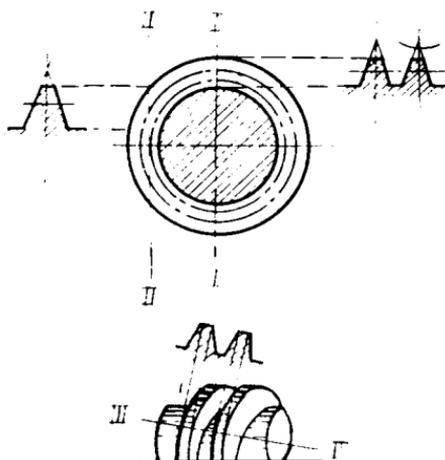
64- расм

Червякли узатмаларни тайёрлаш учун 12 та аниқлик даражаси белгиланган. Кинематик нуқтаи назардан юқори аниқлик билан ишлаши талаб қилинган узатмаларни 3, 4, 5 ва 6-аниқлик даражаси билан, куч ва момент узатиш учун мўлжалланган узатмаларни эса 5, 6, 7, 8 ва 9-аниқлик даражаси билан тайёрлаш талаб этилади.

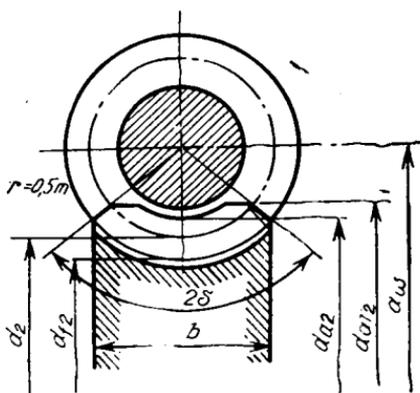
Узатманинг геометрияси ва кинематикаси. Червякли узатмаларда ҳам, тишли узатмалардагидек бошланғич, бўлувчи, ички ва ташқи диаметрлар узатманинг асосий геометрик ўлчамларидир. Мазкур узатмаларда айланма тезликларнинг йўналиши тишли узатмалардагидек бир-бирига параллел бўлмай, айқашлик бурчаги остида кесишади.

Червякнинг киримлар сонини z_1 билан белгилаймиз. $z_1 = 1; 2; 4$ қилиб олиш тавсия этилади. $d_1 = qm$ — червяк бўлувчи цилиндрининг диаметри, бу ерда m — червяк модули, q — червяк диаметри коэффициенти (36-жадвал), $d_{a1} = d_1 + 2m$ — червякнинг ташқи диаметри; $d_f = d_1 - 2,4m$ — червякнинг ички диаметри; b_1 — червякнинг ўрамлар қирқилган қисми узунлиги (32-жадвал).

Червяк филдирагининг геометрик ўлчамлари (66-расм): $d_2 = mz_2$ — червяк филдирагининг бўлувчи диаметри; $d_{a2} = d_2 + 2m$ — червяк филдирагининг тиш туби диаметри. Червяк филди-



65- расм



66- расм

рагининг эни b_2 ва ташқи диаметри d_{m2} нинг қийматлари 33-жадвалда келтирилган.

Червяк ғилдирагининг тишлар сони $z_2 \geq 28$ қилиб олиш тавсия этилади.

Червякли узатмаларда узатиш сони қуйидагича бўлади.

$$u = z_2/z_1 = n_1/n_2 \quad (2.41)$$

Одатда, куч ва момент узатиш учун мўлжалланган узатмаларда $u = 10 \dots 60$, асбоб

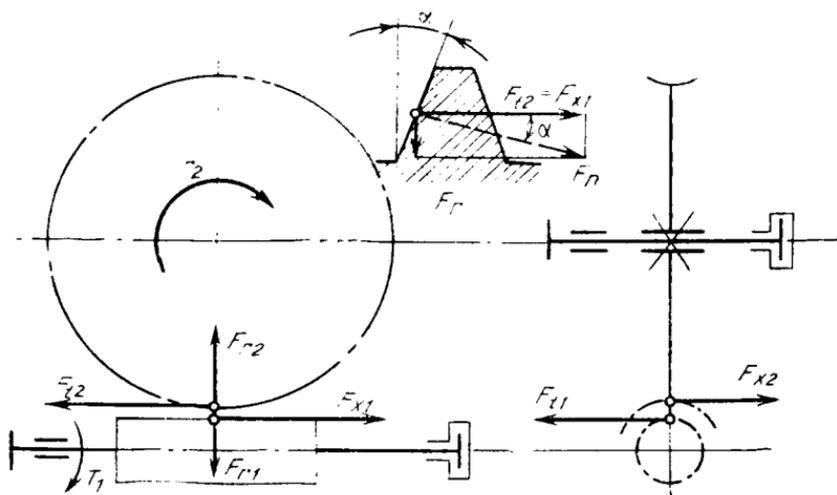
ҳамда механизмларнинг кинематик схемаларида $u = 300$ гача бўлиши мумкин. Ҳаракатда бўлган червякнинг ўрамлари ғилдирак тишларининг ён сиртида сирпанади. Сирпаниш тезлиги v_c червякнинг винт чизигига уринма равишда йўналади. Унинг қийматини червяк ва ғилдирак айланма тезликларининг қийматларидан фойдаланиб аниқлаш мумкин (67-расм):

$$v_c = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = v_1 \cos \gamma, \quad \text{м/с} \quad (2.42)$$

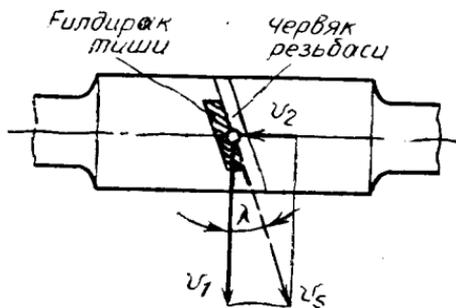
$$v_1 = \pi d_1 n_1 / 60; \quad v_2 = \pi d_2 n_2 / 60$$

бу ерда γ — червяк винт чизигининг кўтарилиш бурчаги. Одатда, $\gamma < 30^\circ$ бўлганлиги учун доимо $v_2 < v_1$ ва $v_c > v_1$ бўлади. Шу сабабли тишлар тез ёйилади ва узатманинг фойдали иш коэффициенти нисбатан кичик бўлади. γ нинг қийматини қуйидаги тенгликдан аниқлаш мумкин:

$$\operatorname{tg} \gamma = \pi m z_1 / \pi d_1 = m z_1 / d_1 = z_1 / q \quad (2.43)$$



68-расм



67-расм

Узатманинг фойдали иш коэффициенти қуйидагича аниқланади:

$$\eta = \operatorname{tg} \gamma / \operatorname{tg} (\gamma + \rho), \quad (2.44)$$

яъни червякли узатманинг ф. и. к. винт чизиқнинг кўтарилиш бурчаги γ ни ошириш (киримлар сонини кўпайтириш) ёки ишқаланиш бурчаги ρ ни (яъни ишқаланиш коэффициенти f ни) камайтириш ҳисобига оширилиши мумкин. γ нинг қийматлари 34-жадвалда келтирилган. Червякли узатмаларни лойиҳалашда фойдаланиш учун зарур бўлган ф. и. к. нинг ўртача қийматлари 35-жадвалда келтирилган.

Червякли узатма ишлаётганда унинг червяк ва ғилдирагида айланма, радиал ва бўйлама кучлар юзага келади (68-расм).

$$F_{t1} = 2T_1/d_1 = F_{a2} \quad (2.45)$$

$$F_{t2} = 2T_2/d_2 = F_{a1} \quad (2.46)$$

$$F_r = F_{t2} \operatorname{tg} \alpha \quad (2.47)$$

Червяк ва ғидиракдаги буровчи моментлар ўзаро қуйидагича боғланган:

$$T_2 = T_1 u \eta.$$

Узатма деталлари учун ишлатиладиган материаллар. Узатмадаги сирпаниш тезлигининг қиймати нисбатан катта бўлганлиги учун червяк ва унинг ғилдираги учун ишлатиладиган материаллар антифрикцион жуфғ ҳосил қилиши керак. Бу талабни етарли даражада

b_1 нинг қийматлари

32- ж а д в а л

x	$z_1=1, 2$	$z_1=4$
-1,0	$b_1 \geq (10,5 + 0,06 z_2) m$	$b_1 \geq (10,5 + 0,09 z_2) m$
-0,5	$b_1 \geq (8 + 0,06 z_2) m$	$b_1 \geq (9,5 + 0,09 z_2) m$
0	$b_1 \geq (11 + 0,06 z_2) m$	$b_1 \geq (12,5 + 0,09 z_2) m$
+0,5	$b_1 \geq (11 + 0,1 z_2) m$	$b_1 \geq (12,5 + 0,11 z_2) m$
+1,0	$b_1 \geq (12 + 0,1 z_2) m$	$b_1 \geq (13 + 0,1 z_2) m$

Изоҳ: $x = \frac{a}{m} - 0,5(q + z_2)$ — силжиш коэффициенти

қондириш учун червяк пўлатдан, унинг ғилдираги эса бронза ёки чўяндан тайёрланади.

Сирпаниш тезлиги 5 м/с дан ортиқ бўлган ёпиқ узатмаларда червяк ғилдираги учун антифрикцион хоссалари юқори бўлган Б_р010 Ф₁ ва Б_р010Н1Ф1 маркали бронзалардан фойдаланиш тавсия этилади. Сирпаниш тезлиги 5 м/с дан кичик бўлган узатмаларда эса

червяк гилдираги учун таркибида қалай бўлмаган БрА9Ж4, БрА10 Ж4Н4 маркали бронзалар ишлатилади. Сирпаниш тезлиги 2 м/с дан кичик бўлган ҳолларда червяк гилдираклари чўян материаллардан тайёрланиши мумкин.

Червяк учун 15Х, 15ХА, 10Х, 20ХФ, 50, 40Х ва 40ХН! маркали пўлатлар асосий материал ҳисобланади. Бу пўлатлардан тайёрланган червякларнинг мустаҳкамлигини ошириш учун улар термик қайта ишланади.

Червяк узатмалар учун ишлатиладиган материаллар 36-жадвалдан узатманинг сирпаниш тезлигига нисбатан олинади.

Сирпаниш тезлигининг тахминий қиймати

$$v_c = \frac{(3,7 \div 4,6) n_1^3 \sqrt{T_2}}{10^4}, \text{ м/с} \quad (2.48)$$

Контакт ва эгилишдаги кучланишларнинг жоиз қийматлари.

1. Контакт кучланишнинг жоиз қиймати узатманинг сирпаниш тезлигига боғлиқ. Сирпаниш тезлиги $v_c > 5$ м/с бўлганда $[\sigma_H] = K_{HL} \cdot c_v [\sigma_{H0}]$ МПа бўлади. Бу ерда $K_{HL} = \sqrt[3]{10^7/N}$ — узатманинг ишлаш муддатини ҳисобга олувчи коэффициент; $N = 573 \omega_2 L_n$ — ўзгарувчан юкланиш цикллари сони.

Агар ҳисоблаганда $N \geq 25 \cdot 10^7$ чиқса, $N = 25 \cdot 10^7$ қилиб олинади.

c_v — червякли гилдиракнинг ейлишини ҳисобга олувчи коэффициент

$v_c, \text{ м/с}$	5	6	7	8
c_v	0,95	0,88	0,83	0,8

$[\sigma_{H0}]$ — ўзгарувчан юкланиш цикллари сони 10^7 бўлгандаги жоиз контакт кучланиш

33-жадвал

d_{m2} ва b_2 ларнинг червякнинг киримлар сонига нисбатан қиймати

z_1	1	2	4
d_{m2}	$\leq d_a + 2 m$	$\leq d_{a2} + 1,5 m$	$\leq d_{a2} + m$
b_2	$0,75 d_{a1}$		$0,67 d_{a1}$

$$[\sigma_{H0}] = (0,75 \div 0,9) \sigma_m, \text{ МПа} \quad (2.49)$$

червяк материалининг қаттиқлиги $< \text{HB } 350$ бўлганда 0,75, HRC 45 бўлганда 0,9 коэффициенти олинади.

Сирпаниш тезлиги $v_c = 2 \div 5$ м/с бўлганда

$$[\sigma_H] = [\sigma_{H_0}] - 25 v_c, \text{ МПа} \quad (2.50)$$

червяк материалнинг қаттиқлиги $< \text{HB } 350$ бўлганда $[\sigma_{H_0}] = 250 \text{ МПа}$,
 $> \text{HRC } 45$ бўлганда $[\sigma_{H_0}] = 300 \text{ МПа}$.

Сирпаниш тезлиги $v_c < 2 \text{ м/с}$ бўлганда $[\sigma_H] = 175 - 35 v_c \text{ МПа}$

2. Эгилишдаги кучланишнинг жоиз қиймати

$$[\sigma_F] = K_{FL} [\sigma_{F_0}], \text{ МПа} \quad (2.51)$$

бу ерда $[\sigma_{F_0}]$ — ўзгарувчан юкланиш цикллари сони 10^7 бўлгандаги эгилишдаги жоиз кучланиш.

$$v_c > 2 \text{ м/с бўлганда} \quad [\sigma_{F_0}] = 0,25 \sigma_{ок} + 0,08 \sigma_m$$

$$v_c < 2 \text{ м/с бўлганда} \quad [\sigma_{F_0}] = 0,12 \sigma_{вр}$$

Червякнинг киримлар сони ва червякли ғилдиракнинг тишлар сони. Червякнинг киримлар сонини танлаш узатманинг узатиш сонига боғлиқ бўлиб, уни қуйидагича олиш тавсия этилади:

u	8 дан 14 гача	14 дан 30 гача	30 дан юқори
z_1	4	2	1

Узатмани эгувчи кучланиш бўйича ҳисоблаш. Эгувчи кучланишга фақат ғилдирак тишларигина ҳисобланади, чунки червяк пўлатдан тайёрланганлиги учун ўрамаларнинг мустаҳкамлиги ғилдирак тишларининг мустаҳкамлигидан доимо юқори бўлади.

Червяк ғилдирагидаги эгувчи кучланиш қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\sigma_F = 0,7 \frac{Y_F K F_{t2}}{m b_2} \leq [\sigma_F], \quad (2.52)$$

бу ерда: K — юкланиш коэффиценти ($v_c < 3 \text{ м/с}$ бўлганда $K = 1,0$, $v_c > 3 \text{ м/с}$ бўлганда $K = 1,1 \div 1,3$); $m_n = m \cos \gamma$ — нормал модуль, Y_F нинг қиймати 38-жадвалдан ғилдирак тишлар сонининг келтирилган қийматига нисбатан олинади.

Узатмани контакт кучланиш бўйича ҳисоблаш. Червякли узатмаларда тиш сиртининг ейилиши ва юлиниб чиқиш ҳоллари кўпроқ содир бўлади. Бунинг сабаби шундаки, бундай узатмаларда сирпаниш тезлиги катта бўлади ва унинг йўналиши контакт чизигига нисбатан ноқулай жойлашади. Шунинг учун ғилдирак тишлари тез ейилади ҳамда червякка қараганда юмшоқ материалдан тайёрланганлиги учун ундаги тишларнинг сирти аста-секин юлиниб, червяк сиртига ёпиша боради. Бундай емирилишнинг олдини олиш учун узатмада антифрикцион материаллардан фойдаланилади (36-жадвал) ва ҳисоблаш асосан контакт кучланиш бўйича олиб борилади.

Узатмадаги контакт кучланиш қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\sigma_H = 480/d_2 \sqrt{KT_2/d_1} \leq [\sigma_H] \quad (2.53)$$

Узатмани лойиҳалашда ўқлараро масофа қуйидагича аниқланади:

$$a = 6,1 \sqrt{T_2/[\sigma_H]^2}, \text{ мм} \quad (2.54)$$

a нинг қиймати аниқлангач, узатманинг асосий параметрлари ГОСТ 2144—76 га асосан яхлитланади.

Узатмада гилдирак тишлари сони ҳамда ўқлараро масофа аниқлангач, унинг модули аниқланади

$$m = (1,5 \div 1,7) a/z_2, \text{ мм}$$

Топилган қиймат стандарт бўйича яхлитланади (37-жадвал).

Узатманинг қизишини текшириш. Кўпинча узатманинг червяги айланиш тезлиги катта бўлган электр двигателдан ҳаракатга келтирилади. Червякнинг тез айланиши ҳамда сирпаниш ҳодисасининг мавжудлиги узатмада катта миқдор иссиқлик ҳосил бўлишига олиб келади. Узатманинг ҳаддан ташқари қизиб кетмаслигини таъминлаш учун зарур тадбирлар кўриш лозим. Бунинг учун ҳосил бўладиган иссиқлик миқдори билан мавжуд шароитда олиб кетилиши мумкин бўлган иссиқлик миқдори аниқланиб бир-бирига таққосланади ва лозим бўлган ҳолларда олиб кетиладиган иссиқлик миқдорини ошириш чоралари белгиланади.

Узатмадаги мойнинг температураси қуйидагича аниқланади:

$$t = (1 - \eta) P_1/(K_m A) + 20^\circ \leq [t], \quad (2.55)$$

бу ерда P_1 —етаковчи валдаги қувват, Вт; η —узатманинг ф.и.к.; K_m —иссиқлик чиқариш коэффиценти (шамоллатилмайдиган ёпиқ хоналар учун $K_m = 8 - 10$, шамоллатиб туриладиган хоналар учун $K_m = 13 - 17$ қилиб олинади); A —ҳаво билан совитиладиган юза, m^2 ; $[t]$ — $95^\circ C$ мой қизиш температурасининг жоиз қиймати.

34-жадвал

Ишқаланиш коэффиценти f ҳамда ишқаланиш бурчаги ρ нинг қийматлари

$v_c, \text{ м/с}$	f	ρ	$v_c, \text{ м/с}$	f	ρ
0,01	0,10 — 0,12	5°40'—6°50'	2,5	0,03 — 0,04	1°40'—2°20'
0,1	0,08 — 0,09	4°30'—5°10'	3,0	0,028—0,035	1°30'—2°00'
0,25	0,065—0,075	3°40'—4°20'	4,0	0,023—0,03	1°20'—1°40'
0,5	0,055—0,065	3°10'—3°40'	7,0	0,018—0,026	1°00'—1°30'
1,0	0,045—0,055	2°30'—3°10'	10,0	0,016—0,024	0°55'—1°20'
1,5	0,04 — 0,05	2°20'—2°50'	15,0	0,014—0,020	0°50'—1°10'
2,0	0,035—0,045	2°00'—2°30'			

Червякли узатмалар учун ф. и. к. нинг ўртача қийматлари

z_1	1	2	4
η	0,7...0,75	0,75...0,82	0,87...0,92

 m ва q нинг тавсия этиладиган қийматлари (ГОСТ 2144 — 76)

m	2,0	2,5	3,15	4,0	5,0	6,3	8,0	10	12,5	16	20
q	10 12,5 16	10 12,5 16	10 12,5 16	10 12,5 16	10 12,5 16	8 12,5 16	8 12,5 16	8 10 12,5	8 10 12,5	8 10 12,5	8 10 12,5

 Y_F нинг қийматлари

$z_{\text{кел}}$	30	32	35	37	40	45	50	60	80	100	150
Y_F	1,76	1,71	1,64	1,61	1,55	1,48	1,45	1,40	1,34	1,3	1,27

Кўтарилиш бурчаги γ нинг z_1 ва q га нисбатан қийматлари

z_1	q					
	8	10	12,5	14	16	20
1	7° 7'	5°43'	4°35'	4°05'	3°35'	2°52'
2	14° 2'	11°19'	9°05'	8°07'	7°07'	5°43'
4	26°34'	21°48'	17°45'	15°57'	14°02'	11°19'

2.6. ЧЕРВЯКЛИ УЗАТМАЛАРГА ОИД МАСАЛАЛАРНИ ЕЧИШ

$P_2 = 4$ кВт, $n_1 = 1440$ мин⁻¹, $u = 40$ бўлган бир поғонали червякли узатма ҳисоблансин. Узатманинг ишлаш вақти $L_h = 20000$ соат.

Масаланинг ечили.

Червякли гилдирак учун ишлатиладиган материаллар

$v_c, \text{ м/с}$	Материаллар	Қуйиш усули	Материалларнинг механик хусусиятлари, МПа		
			σ_m	$\sigma_{o\kappa}$	$\sigma_{\text{эг}}$
>5	Бр 010Ф1	қум қолипта; металл қолипта	230	140	—
	Бр01ОН1Ф1	марказдан қочир- ма усулда	290	170	—
2—5	БрА9Ж4	қум қолипта; металл қолипта; марказдан қочир- ма усулда	400 500 500	200	
	БрА10Ж4Н4	металл қолипта; марказдан қочир- ма усулда	600 600	200	
≤ 2	СЧ12	қум қолипта	—	—	280
	СЧ15		—	—	320
	СЧ18		—	—	360

1. Червяк учун материал танланади. Бунинг учун ўрамлар юзасининг қаттиқлиги НРС 50 бўлган 40 ХН маркали пўлат материал олинади. Червякли гилдиракнинг гардиши учун ишлатиладиган рангли металлнинг маркази узатманинг сирпаниш тезлигига нисбатан 38-жадвалдан олинади.

$$v_c \approx \frac{4}{10^4} \sqrt[3]{T_2} \text{ м/с,}$$

$$n_2 = \frac{n_1}{u} = \frac{1440}{40} = 36 \text{ мин}^{-1},$$

$$T_2 = 9550 P_2/n_2 = 9550 \frac{4}{36} = 1061 \text{ Н}\cdot\text{м,}$$

$$v_c = \frac{4 \cdot 1440}{10^4} \sqrt[3]{1061} = 5,87 \text{ м/с,}$$

$$T_1 = 9550 \frac{5,0}{1440} = 33 \text{ Н}\cdot\text{м,}$$

$$P_1 = P_2/\eta = 4/0,8 = 5 \text{ кВт}$$

$v_c > 5$ м/с катта бўлганлиги учун Бр010Ф1 маркали материал танлаймиз. Мазкур материал учун $\sigma_m = 250$ МПа, $\sigma_{o\kappa} = 200$ МПа.

2. Контакт ва эгилишдаги кучланишларнинг жоиз қийматлари

$$[\sigma_H] = K_{HL} C_v [\sigma_{H0}] \text{ МПа}$$

$$N = 573 \omega_2 L_h = 573 \cdot 3,76 \cdot 20000 = 4,3 \cdot 10^7,$$

$$K_{HL} = \sqrt[8]{\frac{10^7}{N}} = \sqrt[8]{\frac{10^7}{4,3 \cdot 10^7}} = \sqrt[8]{0,2325} = 0,83$$

$$C_v = 0,8$$

$v_e > 5$ м/с бўлганлиги учун

$$[\sigma_{H_e}] = 0,9 \sigma_m = 0,9 \cdot 250 = 225 \text{ МПа},$$

$$[\sigma_H] = 0,83 \cdot 0,8 \cdot 225 = 149,4 \text{ МПа},$$

$$[\sigma_F] = 0,25 \sigma_{ок} + 0,08 \sigma_m = 0,25 \cdot 200 + 0,08 \cdot 250 = 70 \text{ МПа}$$

3. Ўқлараро масофа

$$a = 6,1 \sqrt[3]{\frac{T_2}{[\sigma_H]^2}} = 6,1 \sqrt[3]{\frac{1061 \cdot 10^3}{(149,4)^2}} = 220 \text{ мм}$$

4. Червякнинг киримлар сони, червякли ғилдиракнинг тишлар сони, модули ва червяк диаметри коэффициенти.

$$u = 40 \text{ бўлганлиги учун } z_1 = 1, z_2 = z_1 u = 1 \cdot 40 = 40.$$

$$m = (1,5 \div 1,7) \frac{a}{z_2} = (1,5 \div 1,7) \frac{220}{40} = 8,00 \div 9,35$$

$$q = \frac{2a}{m} - z_2 = \frac{2 \cdot 220}{8} - 40 = 15, q = 16 \text{ (36-жадвал).}$$

5. Силжиш коэффициенти.

$$\kappa = \frac{a}{m} - 0,5 (z_2 + q) = \frac{220}{8} - 0,5 (40 + 16) = -0,5$$

6. Узатманинг геометрик ўлчамлари:

а) червяк учун

$$d_1 = m q = 8 \cdot 16 = 128 \text{ мм}$$

$$d_{a1} = d_1 + 2m = 128 + 2 \cdot 8 = 144 \text{ мм}$$

$$d_{f1} = d_1 - 2,4m = 128 - 2,4 \cdot 8 = 108,8 \text{ мм}$$

$$b_1 > (11 + 0,06 z_2) m = (11 + 0,06 \cdot 40) \cdot 8 = 108 \text{ мм}$$

б) червякли ғилдирак учун

$$d_2 = m z_2 = 8 \cdot 40 = 320 \text{ мм}$$

$$d_{a2} = d_2 + 2(1 + \kappa) m = 320 + 2(1 - 0,5) \cdot 8 = 328 \text{ мм}$$

$$d_{f2} = d_2 - 2m(1,2 - \kappa) = 320 - 16(1,2 + 0,5) = 302,8 \text{ мм}$$

$$d_{ат2} = d_{a2} + 6m/(z_1 + 2) = 328 + 6 \cdot 8/(1 + 2) = 344 \text{ мм}$$

$$z_1 = 1; b_2 \leq 0,75 d_{a1} = 0,75 \cdot 144 = 108 \text{ мм}$$

7. Ҳисобий контакт кучланиш

$$\sigma_H = \frac{480}{d_2} \sqrt{\frac{K_H T_2}{a_1}} = \frac{480}{320} \sqrt{\frac{1,1 \cdot 1061 \cdot 10^3}{128}} = 143,2 \text{ МПа}$$

8. Узатманинг ф. и. к.

$$\eta = \operatorname{tg} \gamma / \operatorname{tg} (\gamma + \rho) = \operatorname{tg} 3^\circ 35' / \operatorname{tg} (3^\circ 35' + 1^\circ 10') = 0,75$$

9. Илашишда ҳосил бўладиган кучлар

$$F_{t2} = F_{a1} = 2T_2/d_2 = 2 \cdot 1061/0,32 = 6631 \text{ Н}$$

$$F_{t1} = F_{a2} = 2T_1/d_1 = 2 \cdot 33/0,128 = 516 \text{ Н}$$

$$F_r = F_{t2} \operatorname{tg} \alpha = 6631 \cdot 0,364 = 2414 \text{ Н}$$

10. Эгилишдаги ҳисобий кучланиш

$$\sigma_F = 0,7 Y_F K F_{t2} / m b_2 \leq [\sigma_F]$$

$$z_{\text{кел}} = z_2 / (\cos \gamma)^3 = 40 / \cos 3^\circ 35' = 40,2; Y_F = 1,55; K = 1,1$$

$$F_{t2} = 2414 \text{ Н}, m = 8 \text{ мм}, b_2 = 108 \text{ мм}$$

$$\sigma_{F2} = 0,7 \cdot 1,55 \cdot 1,1 \cdot 2414 / 8 \cdot 108 = 33,3 \text{ МПа}$$

Мустақил ишлаш учун масалалар

1. Червякнинг киримлар сони $z_1 = 1; 2; 4$ бўлганда узатманинг узатиш сони энг камида қанча бўлиши керак?

Жавоби: $u = 30; 15; 8$

2. Червякли узатмада $n_1 = 960$ мин⁻¹, $n_2 = 96$ мин⁻¹, червяк ғилдирагининг тишлар сони $z_2 = 40$. Узатма червягининг киримлар сони аниқлансин.

Жавоби: $z_1 = 4$

3. Киримлар сони $z_1 = 1$ бўлган червяк диаметри коэффициенти $q = 14$. Червяк ўрамининг кўтарилиш бурчаги аниқлансин.

Жавоби: $\gamma = 4^\circ 05'$

4. Киримлар сони ($z_1 = 1; 2; 4$), ташқи диаметри $d_{a1} = 90$ мм, қадами 15,7 мм бўлган червяк ўрамининг кўтарилиш бурчаги аниқлансин.

Жавоби: $\gamma = 3^\circ 38'; 7^\circ 7'; 14^\circ 2'$

5. Узатиш сони 16, киримлар сони 2 ва айланиш частотаси 1440 мин⁻¹ бўлган червякли узатмада червяк ғилдирагининг тишлар сони ва айланиш частотаси аниқлансин.

Жавоби: $z_2 = 32; n_2 = 45$ мин⁻¹

6. Айланма тезлиги 25 м/с бўлган червякнинг киримлар сони $z_1 = 1$, диаметри коэффициенти $q = 10$. Червякнинг сирпаниш тезлиги аниқлансин.

Жавоби: $v_c = 25,12$ м/с

7. Червякли узатмада сирпаниш тезлиги 15 м/с, червякнинг айланма тезлиги 14 м/с. Червяк ўрамининг кўтарилиш бурчаги аниқлансин.

Жавоби: $\gamma = 21^{\circ}7'$

8. $z_1 = 2$, $u = 20$, $a = 200$ мм бўлган червякли узатма филдиранинг геометрик ўлчамлари аниқлансин.

Жавоби: $d_1 = 80$ мм; $d_2 = 320$ мм; $d_{a1} = 96$ мм; $d_{a2} = 336$ мм; $b = 108$ мм

9. $d_1 = 40$ мм, $z_2 = 40$, $m = 10$ бўлган червякли узатманинг етакланувчи валидаги момент T_2 700 Н·м. Шу валдаги филдирак тишларидаги ҳисобий контакт кучланиш аниқлансин.

Жавоби: $\sigma_H = 77$ МПа

10. Юк кўтариш машинасидаги червякли узатма червяк ўрамининг кўтарилиш бурчаги $11^{\circ}30'$, ишқаланиш бурчаги $\rho = 4^{\circ}30'$. Узатманинг ф.и.к. аниқлансин.

Жавоби: $\eta = 0,88$

11. $a = 200$ мм, $z_2 = 40$, $u = 40$, $F_{t2} = 12000$ Н бўлган червякли узатманинг етакланувчи филдирак тишларидаги эгувчи кучланиш аниқлансин. $K_F = 1,0$.

Жавоби: $\sigma_F = 77$ МПа.

12. Етакланувчи филдиракнинг диаметри 400 мм, узатилаётган момент $T_2 = 400$ Н·м бўлган узатмада илашишда ҳосил бўладиган айланма ва радиал кучлар аниқлансин.

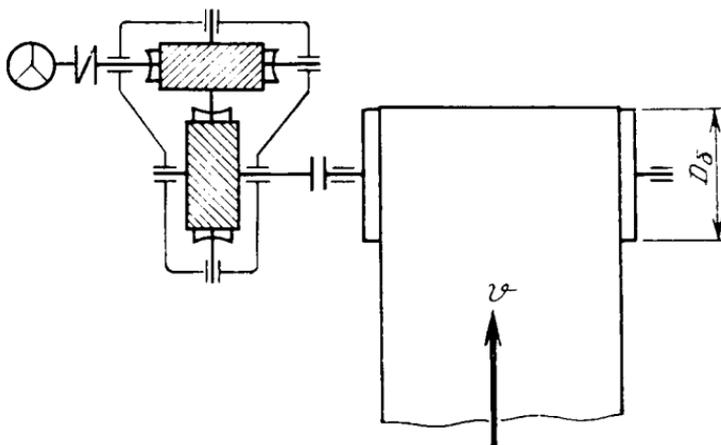
Жавоби: $F_{t2} = 2000$ Н; $F_r = 728$ Н

13. $a = 125$ мм, $[\sigma_H] = 200$ МПа бўлган червякли узатманинг етакланувчи филдиранидаги буровчи момент аниқлансин.

Жавоби: $T_2 = 309,9$ Н·м

14. $A = 1$ м², $P_1 = 4$ кВт бўлган червякли узатмадаги мой температураси аниқлансин.

Жавоби: $t = 60^{\circ}\text{C}$



69- расм

15. Лентали конвейерни ҳаракатга келтирувчи икки поғонали червякли узатма ҳисоблансин (69-расм). Барабандаги айланма куч F_t , унинг тезлиги v ва диаметри D нинг қийматлари 40-жадвалда берилган.

40-жадвал

Катталик-лар	Вариантлар									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_t кН	6	7	5	5	6	7	7	6	5	7
v , м/с	0,1	0,12	0,14	0,15	0,16	0,1	0,12	0,13	0,15	0,16
D , мм	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475

2.7. ЗАНЖИРЛИ УЗАТМАЛАР

Занжирли узатма махсус тузилишдаги тишли иккита юлдузча ва уларга кийдирилган чексиз занжирдан иборат бўлади (70-расм).

Лентали, занжирли конвейерларнинг, элеватор ва қишлоқ хўжалигида ишлатиладиган машиналарнинг юритмаларида кўпинча втулка-роликли, втулкали ва тишли занжирлардан фойдаланилади. Бу занжирларнинг ҳамма ўлчамлари стандартлаштирилган. Мазкур узатмаларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш қуйидагича олиб борилади.

Роликли занжирли узатмалар

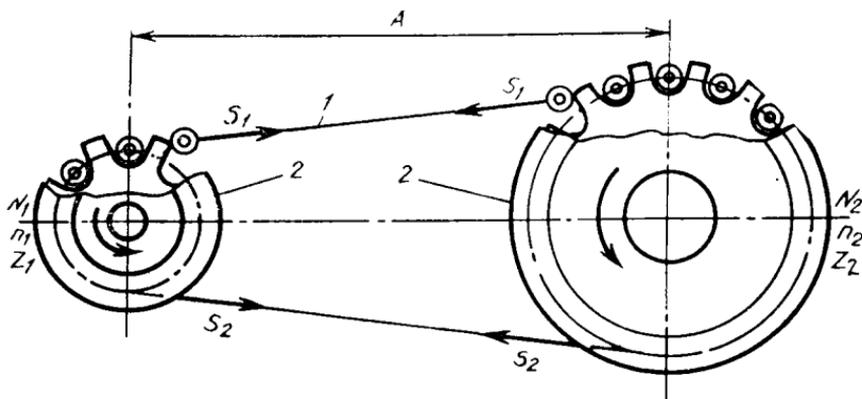
Ўқлараро масофа

$$a = (30 \div 50) t \text{ мм}$$

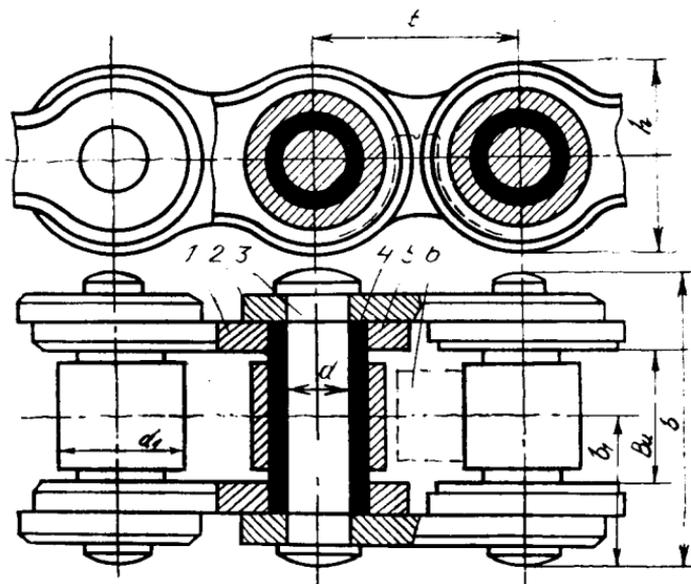
$$a_{\max} = 80 t \text{ мм}$$

$$a_{\min} = 0,6(D_{e1} + D_{e2}) + (30 \div 50) \text{ мм}$$

бу ерда t — занжир қадами (41-жадвал), D_{e1} — юлдузчанинг ташқи диаметри бўлиб, ГОСТ 592—81 га асосан қуйидаги формула ёрдамида аниқланади (71-расм):



70-расм



71- расм

$$D_e = t \cdot (K + K_z - 0,31/\lambda) \text{ мм} \quad (2.56)$$

бу ерда: K — юлдузчанинг тиш баландлиги коэффициенти (роликли занжирлар учун $K = 0,7$); K_z — юлдузчанинг тишлар сони коэффициенти ($K_z = \text{ctg} \frac{180}{z}$);

λ — илашманинг геометрик характеристикаси,

$$\lambda = t/d_1$$

d_1 — роликнинг диаметри (41- жадвал).

Етақловчи юлдузчанинг тишлар сони

$$z_1 = 29 - 2u \leq \frac{3a}{(u-1)} \quad (2.57)$$

u — узатманинг узатиш сони (агар $v \geq 1$ м/с бўлса, $z_1 = 11 - 13$)

Етақланувчи юлдузчанинг тишлар сони $z_2 = z_1 u$ бўлиб, қиймати 120 дан ошмаслиги керак.

Занжирнинг узунлиги

$$L = 2 \cdot a + 0,5 z_{\text{ym}} t + \Delta^2 t^2 / a, \quad (2.58)$$

бу ерда:

$$\Delta = (z_2 - z_1) / 2\pi; \quad z_{\text{ym}} = z_1 + z_2$$

Занжирдаги бўғинлар сони

$$L_t = L/t = 2a_t + 0,5 z_{\text{ym}} + \Delta^2 / a_t, \quad (2.59)$$

бу ерда $a_t = a/t$.

Аниқланган бўғинлар сонини жуфт қилиб олиб, ўқлараро масофанинг қадамларда ифодаланган қийматини ҳисоблаймиз.

$$a_t = 0,25 [L_t - 0,5 z_{\text{ум}} + \sqrt{(L_t - 0,5 z_{\text{ум}})^2 - 8 \Delta^2}] \quad (2.60)$$

Узатма занжирининг тезлиги

$$v = z_1 t n_1 \text{ м/с} \quad (2.61)$$

Занжир шарнирлари тез ейилмаслиги учун унинг тезлиги $v \leq 10$ м/с бўлиши керак. Худди шунингдек, етакловчи юлдузчанинг айланиш частотаси ҳам чексиз бўлиши мумкин эмас, яъни $z_1 \geq 15$ бўлганда $[n_1] \leq 15 \cdot 10^3/t$ шарт бажарилиши керак (t мм ҳисобида). Занжирнинг юлдузча тишларига урилиш частотаси ҳам чегарадан ошмаслиги керак, яъни

$$W = \frac{4 z_1 n_1}{60 L_t}; \quad [W] = 508/t, \text{ с}^{-1} \quad (2.62)$$

шарт бажарилиши керак.

Узатма занжирларининг ишлаш муддати, асосан, шарнирлардаги босимнинг қийматига боғлиқ, яъни

$$p = F_t K_3 / A \leq [p] \quad (2.63)$$

бу ерда: F_t — айланма куч, H ; K_3 — занжирли узатмани монтаж қилиш ва ишлатиш шароитларини ҳисобга олувчи коэффициент; $[p]$ — шарнир учун жоиз босим бўлиб, ҳисобий ишлаш муддати 10000 соат бўлган занжирлар учун қуйидагича олинади.

v , м/с . . .	0,1	0,4	1,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10
$[p]$, МПа . . .	32	28	25	21	17	14	12	10

Танланган занжирлар (2.63) формула асосида текширилади. Агарда $p \leq [p]$ шарт бажарилса, занжир тўғри танланган бўлади. Акс ҳолда эса бошқа занжир танлаб, ҳисоблашни такрорлаймиз.

Шарнирнинг таянч юзаси A қуйидагича аниқланади:

$$A \approx 0,28 t^2 \quad (2.64)$$

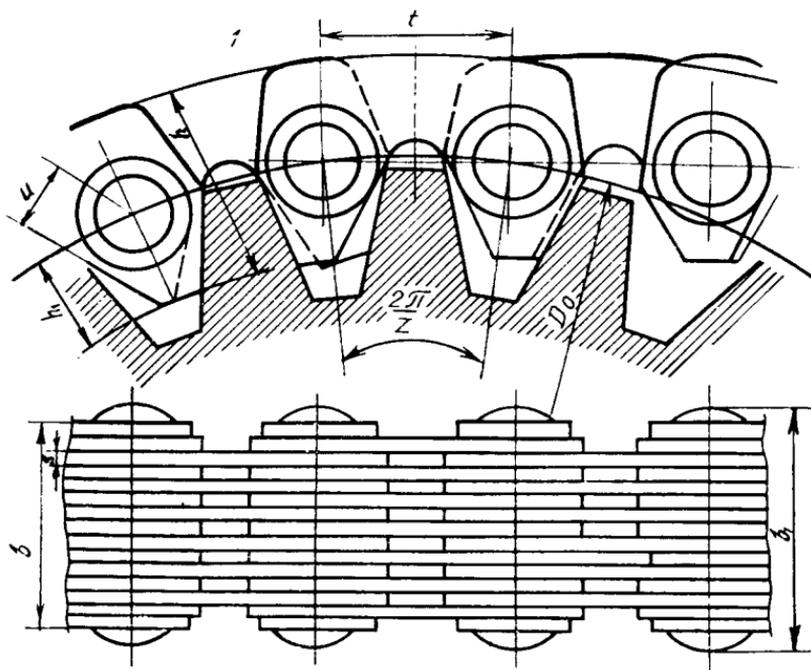
$$K_3 = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6$$

k_1 — юкланишнинг ўзгаришини ҳисобга олувчи коэффициент (юкланиш ўзгармас бўлганда $k_1 = 1,0$, ўзгарувчан бўлганда $k_1 = 3,0$);

k_2 — ўқлараро масофанинг таъсирини ҳисобга олувчи коэффициент ($a_t = 30 \div 60$ бўлганда $k_2 = 1,0$, $a_t > 60$ бўлганда эса $k_2 = 0,8$);

k_3 — узатманинг горизонтга нисбатан оғишини ҳисобга олувчи коэффициент ($< 60^\circ$ бўлганда $k_3 = 1,0$, узатма вертикал ҳолатда жойлашган бўлса, $k_3 = 1,3$);

k_4 — узатма тармоқларини таранглаш усулини ҳисобга олувчи коэффициент (узатма тармоқлари автоматик равишда тарангланиб турса, $k_4 = 1,0$, узатма тармоқлари вақти- вақти билан ростлаб турилса, $k_4 = 1,25$);



72- расм

k_s — узатма занжирининг мойланишини ҳисобга олувчи коэффициент (мойлаш узлуксиз бўлса, $k_s = 0,8 - 1,0$, томчилаб мойланса, $k_s = 1,2$, вақти-вақти билан мойланса, $k_s = 1,5$);

k_8 — узатманинг ишлаш вақтини ҳисобга олувчи коэффициент (узатма бир смена ишласа, $k_8 = 1,0$, уч смена ишласа, $k_8 = 1,5$).

Узатмани лойиҳалашда (2.63) формулани t га нисбатан ечиб, қуйидаги ифодани ҳосил қиламиз:

$$t \geq 2,8 \sqrt{T_1 K_s / z_1 [\rho]}, \text{ мм} \quad (2.65)$$

Топилган қиймат стандарт бўйича (41-жадвал) яхлитлаб олинади ва жадвалдан A нинг ҳақиқий қиймати аниқланади.

Танланган занжир учун мустаҳкамлик бўйича хавфсизлик коэффициенти аниқланади:

$$S = F_{y3} / (F_t K_1 + F_m + F_f) \geq [S] \quad [(2.66)]$$

бу ерда: $[S]$ — хавфсизлик коэффициентининг жоиз қиймати (42-жадвал); F_{y3} — занжирни узувчи куч, Н (41-жадвал); F_t — айланма куч, Н; $F_m = mv^2$ — марказдан қочма куч (m — 1 м занжирнинг массаси кг/м; v — тасманинг тезлиги, м/с); F_f — занжир солқилиги туфайли ҳосил бўлувчи куч, Н.

$$F_f = g K_f m a,$$

бу ерда: g — эркин тушиш тезлиниши (узатма вертикал ҳолатда жойлашганда $K_f = 1,0$, горизонтал ҳолатда жойлашганда эса $K_f = 6,0$)

Тишли занжирли узатмалар. Роликли занжирли узатманинг ўқлараро масофаси қандай аниқланса, мазкур узатманинг ўқлараро масофаси шу йўсинда аниқланади (72-расм).

Юлдузчалар ГОСТ 13576—81 асосида тайёрланади. Етакловчи юлдузчанинг тишлар сони z_1 камида 17 бўлиши керак. Узатманинг узатиш сонига нисбатан z_1 нинг қиймати қуйидагича аниқланади

$$z_1 = 35 - 2u$$

Узатмада занжирнинг узунлиги ва бўғинлар сони (2.58) ва (2.59) формулалар ёрдамида аниқланади.

Етакловчи юлдузчанинг айланиш частотаси чегараланган бўлиши керак, яъни

$$[n_1] \leq 17 \cdot 10^3 \sqrt[4]{z_1} / t \quad (2.67)$$

Занжирли юлдузча тишларига урилиш сони ҳам чегараланган

$$W = \frac{4 z_1 n_1}{60 L_t} \leq [W] = \frac{800}{t} - 0,2 t \quad (2.68)$$

Тишли занжирларни лойиҳалаш занжир энининг тахминий қийматини аниқлашдан бошланади

$$b \geq 10 \frac{P \cdot K}{[P_{10}]} \quad (2.69)$$

бунда P — узатилаётган қувват, кВт ҳисобида; K_s — коэффициент; $[P_{10}]$ — эни 10 мм бўлган занжирлар учун жоиз кучланиш (43-жадвал).

Узатмани ҳисоблаш учун t ни 45-жадвалдан танлаб олиб, занжирнинг тезлиги аниқланади: $v = z_1 t n_1 / 60 \cdot 10^3$ м/с. t ва v нинг қийматларига нисбатан 41-жадвалдан b ни танлаб, (2.68) формула ёрдамида текшираемиз. Агарда қўйилган шартлар бажарилса, (2.66) формула ёрдамида хавфсизлик коэффициенти аниқланади (44-жадвал).

Юлдузчаларнинг диаметрлари қуйидагича аниқланади

а) ташқи диаметри $D_e = t \operatorname{ctg}(180^\circ/z)$

б) тиш бўлувчисининг диаметри $d_6 = t / \sin(180^\circ/z)$

в) тиш ости диаметри $D_i = d_6 - 2(h_1 + e) / \cos(180^\circ/z)$

бу ерда $e = 0,1 t$ — радиал зазор.

2.8. ЗАНЖИРЛИ УЗАТМАЛАРГА ОИД МАСАЛАЛАРНИ ЕЧИШ

1. $P_1 = 4$ кВт, $n_1 = 720$ мин⁻¹, $u = 5$ бўлган роликли занжирли узатма ҳисоблансин. Узатмага таъсир эгувчи юкланиш ўзгармас. Занжир вақти-вақти билан мойлаб, таранглаб турилади.

Масаланинг ечими.

1. Етакловчи юлдузчаларнинг тишлар сони

Роликли занжирларнинг ўлчамлари

Занжир-нинг тури	t , мм	B_{II} , энг камида	d , мм	d_1 , мм	h	b	b_1	A	$F_{уз}$, кН	I мм занжир масса-си, кг/м
					энг катта қиймати					
ПР	8,00	3,0	2,31	5,00	7,5	12	7	—	4,6	0,20
ПР	9,525	5,72	3,28	6,35	8,5	17	10	—	9,1	0,45
ПР	12,7	7,75	4,45	8,51	11,8	21	11	13,92	18,2	0,75
2ПР						35			31,8	1,4
ПР	15,875	9,65	5,08	10,16	14,8	24	13	—	22,7	1,0
2ПР						41		16,59	45,4	1,9
ПР	19,05	12,7	5,96	11,91	18,2	33	18	—	31,8	1,9
2ПР						54		25,5	72,0	3,5
ПР	25,4	15,88	7,95	15,88	24,2	39	22	—	60	2,6
2ПР						68		29,29	113,4	5,0
ПР	31,75	19,05	9,55	19,05	30,2	46	24	—	88,5	3,8
2ПР						82		35,76	177	7,3
ПР	38,1	25,4	11,12	22,23	36,2	58	30	—	127	5,5
2ПР						104		45,44	25,4	11,0

Изоҳ: 1. ПР — роликли занжирнинг нормал серияси, 2ПР — икки қаторли роликли занжирлар.

2. Занжирнинг ўлчамлари t , B_{II} , d , d_1 , h , b , b_1 , A лар 71-расмда кўрсатилган.

$z_1 \geq 15$ бўлганда ПР, ПРЛ типли занжирлар учун $[S]$ нинг қийматлари

t , мм	n_1 , мин ⁻¹								
	50	100	200	300	400	500	600	800	1000
12,7	7,1	7,3	7,6	7,9	8,2	8,5	8,8	9,9	10,0
15,875	7,2	7,4	7,8	8,2	8,6	8,9	9,3	10,1	10,8
19,05	7,2	7,6	8,0	8,4	8,9	9,4	9,7	10,8	11,7
25,4	7,3	7,8	8,3	8,9	9,5	10,2	10,8	12,0	13,8
31,75	7,4	7,8	8,6	9,4	10,2	11,0	11,8	13,4	—
38,2	7,5	8,0	8,9	9,8	10,8	11,8	12,7	—	—
44,45	7,6	8,1	9,2	10,3	11,4	12,5	—	—	—
50,8	7,6	8,3	9,5	10,8	12,0	—	—	—	—

Эни 10 мм бўлган тишли занжирлар учун $[p_{10}]$ нинг қийматлари

t , мм	Занжирнинг тезлиги, м/с						
	1	2	3	4	5	6	7
12,7	0,4	0,8	1,0	1,3	1,6	2,0	2,35
15,875	0,6	1,0	1,3	1,6	2,1	2,5	3,0
19,05	0,8	1,2	1,6	1,9	2,5	3,0	3,5
25,4	1,0	1,6	2,1	2,6	3,4	4,0	4,6
31,75	1,2	2,0	2,6	3,2	4,2	5,1	5,9

 $z_1 \geq 17$ бўлган тишли занжирлар учун $[S]$ нинг қийматлари

t , мм	n_1 , мин ⁻¹								
	50	100	200	300	400	500	600	800	1000
12,7	20	21	22	23	24	25	26	28	30
15,875	20	21	22	24	25	26	27	30	32
19,05	21	22	23	24	26	28	29	32	35
25,4	21	22	24	26	28	30	32	36	40
31,75	21	22	25	28	30	32	35	40	—

$$z_1 = 29 - 2u = 29 - 2 \cdot 5 = 19$$

2. Етакланувчи юлдузчанинг тишлар сони

$$z_2 = z_1 u = 19 \cdot 5 = 85$$

3. Узатиш сонининг ҳақиқий қиймати

$$u = \frac{z_2}{z_1} = \frac{85}{19} = 4,47$$

4. Узатма занжирининг қадами

$$t = 2,8 \sqrt{T_1 K_s / [p] z_1} \text{ мм.}$$

бунда

$$T_1 = 9550 P_1 / n_1 = 9550 \frac{4}{720} = 53 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$K_s = k_1 k_2 k_3 k_4 k_5 k_6 = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,25 \cdot 1,5 \cdot 1,0 = 1,875$$

Узатма занжирининг тезлигини тахминан $v = 4$ м/с қилиб олиб, (2.63) формуладан босимнинг жоиз қийматини танлаймиз, яъни

$$[p] = 17 \text{ МПа.}$$

$$t = 2,8 \sqrt{\frac{53 \cdot 10^3 \cdot 1,875}{24,2 \cdot 19}} = 16,8 \text{ мм}$$

41-жадвалдан $t = 19,05$ мм қилиб қабул қиламиз.

5. Узатма занжирининг тезлиги

$$v = z_1 n_1 t = \frac{19 \cdot 720 \cdot 19,05}{60 \cdot 10^3} = 4,34 \text{ м/с}$$

6. Узатма занжирининг шарнирларидаги босимнинг ҳақиқий қиймати

$$p = (2,8)^3 \frac{T_1 K_\Sigma}{z_1 t^3} = (2,8)^3 \frac{53 \cdot 10^3 \cdot 1,875}{19 \cdot (19,05)^3} = 16,6 \text{ МПа}$$

Демак, $p = 16,6 < [p] = 24,2$ МПа

7. Узатманинг геометрик ўлчамлари

а) ўқлараро масофа

45-жадвал

Тишли занжирларнинг ўлчамлари

t , мм	b	b_1	b_2	h , мм	h_1 , мм	S , мм	u , мм	$F_{уз}$, кН	Занжир массаси, кг/м
	Энг катта қиймати								
12,7	22,5	28,5	31,5	13,4	7,0	1,5	4,76	26	1,31
	28,5	34,5	37,5					31	1,6
	34,5	40,5	43,5					36	2,0
	40,5	46,5	49,6					42	2,31
	46,5	52,5	55,5					49	2,70
	52,5	58,5	61,5					56	3,0
15,875	30,0	38,0	41,0	16,7	8,7	2,0	5,95	41	2,21
	38,0	46,0	49,0					50	2,71
	46,0	54,0	57,0					58	3,30
	54,0	62,0	65,0					69	3,90
	62,0	70,0	73,0					80	4,41
	70,0	78,0	81,0					91	5,0
19,05	45,0	54,0	56,0					74	3,90
	57,0	66,0	68,0					89	5,90
	69,0	70,0	80,0					105	5,91
	81,0	90,0	92,0					124	7,0
	93,0	102,0	104,0					143	8,0
25,4	57,0	66,0	68,0	26,7	13,35	3,0	9,52	101	8,40
	75,0	84,0	86,0					132	10,8
	93,0	102,0	104,0					164	13,2
	111,0	120,0	122,0					196	15,4
31,75	75,0	85,0	88,0	83,4	16,7	3,0	11,91	106	14,35
	93,0	103,0	106,0					206	16,55
	111,0	121,0	124,0					246	18,80
	129,0	139	142,0					286	21,00

Из оҳ: занжирнинг ўлчамлари t , b , b_1 , b_2 , h , h_1 , S , u лар 72-расмда кўрсатилган.

$$a = 40 t = 40 \cdot 19,05 = 762 \text{ мм}$$

б) занжирдаги бўғинлар сони $L_t = 2 \cdot a_t + 0,5z_{ym} + \Delta^2/a_t$,

$$z_{ym} = z_1 + z_2 = 19 + 85 = 104,$$

$$\Delta = (z_2 - z_1)/2\pi = \frac{85 - 19}{2 \cdot 3,14} = 10,5$$

$$L_t = 2 \cdot 40 + 0,5 \cdot 104 + \frac{(10,5)^2}{40} = 134$$

в) занжирнинг узунлиги

$$L = L_t \cdot t = 134 \cdot 19,05 = 2560,3 \text{ мм} = 2,5603 \text{ м}$$

8. Занжир бўғинларининг юлдузча тишларига урилиш частотаси

$$W = 4z_1 n_1 / 60 L_t \leq 508/t;$$

$$W = \frac{4 \cdot 19 \cdot 720}{60 \cdot 134} = 6,5 \text{ с}^{-1}$$

$$508/t = 508/19,05 = 26,6 \text{ с}^{-1}$$

$$6,5 < 26,6$$

9. Узатма занжири учун мустақкамлик бўйича хавфсизлик коэффициенти

$$S = \frac{F_{yz}}{F_t K_1 + F_m + F_f};$$

$$F_{yz} = 31,8 \text{ кН (41- жадвал);}$$

$$F_m = mv^2 = 1,9 \cdot (4,34)^2 = 35,78 \text{ Н;}$$

$$F_f = gK_1 m a_t = 9,81 \cdot 1,0 \cdot 1,9 \cdot 0,762 = 14,2 \text{ Н;}$$

$$F_t = \frac{2T_1}{d_{61}} = \frac{2 \cdot 53 \cdot 10^3}{115,27} = 919,6 \text{ Н;}$$

$$d_{61} = z_1 t / f_1 = \frac{19 \cdot 19,05}{3,14} = 115,27 \text{ мм.}$$

$$S = \frac{31,8 \cdot 10^3}{919,6 \cdot 1,0 + 35,78 + 14,2} = 32$$

$$[S] = 10,8 \text{ (42- жадвал)}$$

$$S > [S] \text{ шарт бажарилди.}$$

2. $P_1 = 4 \text{ кВт}$, $n_1 = 720 \text{ мин}^{-1}$, $u = 5$ бўлган тишли занжирли узатма ҳисоблансин. Узатмага таъсир этувчи юкланиш ўзгармас. Занжир вақти-вақти билан мойлаб, таранглаб турилади.

Масаланинг ечили

1. Етакловчи юлдузчаларнинг тишлар сони

$$z_1 = 35 - 2u = 35 - 2 \cdot 5 = 20$$

2. Етакланувчи юлдузчанинг тишлар сони

$$z_2 = z_1 u = 20 \cdot 5 = 100$$

3. Узатиш сонининг ҳақиқий қиймати

$$u = \frac{z_2}{z_1} = \frac{100}{20} = 5$$

4. 45-жадвалдан занжир қадамини танлаб, узатма занжирининг тезлигини аниқлаймиз.

$t = 12,7$ мм қилиб оламиз. Узатма занжирининг тезлиги

$$v = z_1 t n_1 = (20 \cdot 12,7 \cdot 720) / (60 \cdot 10^3) = 3,048 \text{ м/с}$$

5. Занжирнинг энини аниқлаймиз.

$$b \geq 10 \frac{P_1 K_9}{[\rho_{10}]} \text{ мм,}$$

$[\rho_{10}]$ нинг қиймати 43-жадвалдан t ҳамда v нинг қийматига нисбатан танланади. $t = 12,7$ мм, $v = 3,048$ м/с бўлганда $[\rho_{10}] = 1,6$.

$$K_9 = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,25 \cdot 1,5 \cdot 1,0 = 1,875$$

$$b = 10 \frac{4 \cdot 1,875}{1,6} = 46,875 \text{ мм}$$

45-жадвал бўйича қадами 19,05 мм, эни 45,0 мм бўлган занжир танлаймиз.

6. Узатманнинг геометрик ўлчамлари

а) ўқлараро масофа

$$a = 40t = 40 \cdot 19,05 = 762 \text{ мм.}$$

б) занжирдаги бўғинлар сони

$$L_t = 2a_t + 0,5z_{\text{ум}} + \Delta^2/a_t$$

$$z_{\text{ум}} = 20 + 100 = 120; \Delta = (z_2 - z_1)/2\pi = \frac{100 - 20}{2 \cdot 3,14} = 12,74$$

$$L_t = 2 \cdot 40 + 0,5 \cdot 120 + \frac{(12,74)^2}{40} = 144$$

в) занжирнинг узунлиги

$$L = L_t t = 144 \cdot 19,05 = 2743,2 \text{ мм} = 2,7432 \text{ м}$$

7. Занжир бўғинларининг юлдузча тишларига урилиш частотаси

$$W = \frac{4z_1 n_1}{60L_t} \leq \frac{800}{t} \approx 0,2 t$$

$$W = \frac{4 \cdot 20 \cdot 720}{60 \cdot 144} = 6,66 \text{ с}^{-1};$$

$$\frac{800}{19,05} - 0,2 \cdot 19,05 = 38,08 \text{ с}^{-1}$$

$$6,66 < 38,08$$

8. Узатма занжири учун мустақкамлик бўйича хавфсизлик коэффициентини

$$S = \frac{F_{y3}}{F_t \cdot K_1 + F_m + F_f}$$

$F_{y3} = 74 \text{ кН}$ (45- жадвал); $F_m = mv^2 = 3,9(3,058)^2 = 36,47 \text{ Н}$; $m = 3,9$ (45- жадвал); $F_f = gK_1ma = 9,81 \cdot 6,0 \cdot 3,9 \cdot 0,762 = 174,92 \text{ Н}$; $K_f = 6,0$ [(2.66) формулага қаранг];

$$F_t = \frac{2T_1}{d_{61}} = \frac{2 \cdot 53 \cdot 10^3}{121,33} = 873,65 \text{ Н};$$

$$d_{61} = z_1 t / \pi = \frac{20 \cdot 19,05}{3,14} = 121,33 \text{ мм};$$

$$T_1 = 9550 \frac{P_1}{n_1} = 9550 \frac{4,0}{720} = 53 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$S = \frac{74 \cdot 10^3}{873,65 \cdot 1,875 + 36,47 + 174,92} = 40$$

$$[S] = 32 \text{ (44- жадвал)}$$

$$S < [S] \text{ шарт бажарилди.}$$

Мустақил ишлаш учун масалалар

1. Роликли занжирли узатмада $z_1 = 17$, $z_2 = 51$, $t = 25,4 \text{ мм}$, $a = 1016 \text{ мм}$. Узатмадаги занжирнинг бўғинлар сони ва узунлиги аниқлансин.

Жавоби: $L_f = 114$; $L = 2,8962 \text{ м}$

2. $K_3 = 1,5$, $F_t = 400 \text{ Н}$, $t = 12,7 \text{ мм}$, $v = 6 \text{ м/с}$ бўлган роликли занжирли узатма шарнирларидаги босим аниқлансин.

Жавоби: $p = 13,28 \text{ МПа}$; $[p] = 14,0 \text{ МПа}$

3. 2- масала шартида келтирилган қийматлар асосида тишли занжирли узатма шарнирларидаги босим аниқлансин. Узатманинг ф. и. к. $\eta = 0,95$.

Жавоби: $p = 0,72 \text{ МПа}$; $[p_{10}] = 1,6 \text{ МПа}$

4. Қадами $25,4 \text{ мм}$ бўлган роликли занжирли узатмада $n_1 = 720 \text{ мин}^{-1}$, $L_f = 120$, $z_1 = 15$. Бўғинларнинг юлдузча тишларига урилиш частотаси аниқлансин.

Жавоби: $W = 15 \text{ с}^{-1}$; $[W] = 20 \text{ с}^{-1}$

5. 4- масалада келтирилган узатмада n_1 нинг энг катта қиймати қандай бўлганида занжир бўғинларининг юлдузча тишларига урилиш частотаси жоиз қийматдан ошмайди?

Жавоби: $n_{\text{imax}} = 2400 \text{ мин}^{-1}$

6. $v = 4 \text{ м/с}$, $T_1 = 60 \text{ Н·м}$, $K_3 = 1,5$, $z_1 = 17$ бўлган роликлы занжирли узатмадаги занжир қадами аниқлансин.

Жавоби: $t = 19,05 \text{ мм}$

7. Тишли зажирли узатмада $P = 10 \text{ кВт}$, $K_3 = 1,65$, $v = 8 \text{ м/с}$. Узатма занжирининг эни аниқлансин.

Жавоби: $b = 41,45 \text{ мм}$

8. $t = 25,4 \text{ мм}$, $F_t = 1500 \text{ Н}$, $F_m = 25 \text{ Н}$, $F_f = 160 \text{ Н}$, $K_3 = 1,8$, $n_1 = 500 \text{ мин}^{-1}$ бўлган роликли ҳамда тишли занжирли узатмалар мустаҳкамлигининг хавфсизлик коэффициенти аниқлансин. Занжирларни узувчи кучлар 44-жадвалда берилган.

Жавоби: 1. Роликли занжир учун $S = 20,7$, $[S] = 10,2$

2. Тишли занжир учун $S = 35$, $[S] = 30$

3-606

МЕХАНИЗМ ВА МАШИНАЛАРНИНГ АСОСИЙ ДЕТАЛЛАРИ

3.1. ВАЛ ВА ЎҚЛАР

Вал ва ўқлар тишли гилдирак, шкив ва шу каби айланувчи қисмларни ўрнатиш учун ишлатиладиган асосий деталлардир. Тузилиши жиҳатидан олганда ўқ билан валнинг деярли ҳеч қандай фарқи бўлмайди. Ўқларнинг асосий вазифаси деталларнинг мўлжалдаги жойида айланиши учун шароит яратиб беришдир. Бунда ўқнинг ўзи деталь билан биргаликда айланиши ҳам, айланмаслиги ҳам мумкин. Валнинг вазифаси ундаги деталларнинг айланишини таъминлаш билан бирга, буровчи момент узатишдан ҳам иборатдир.

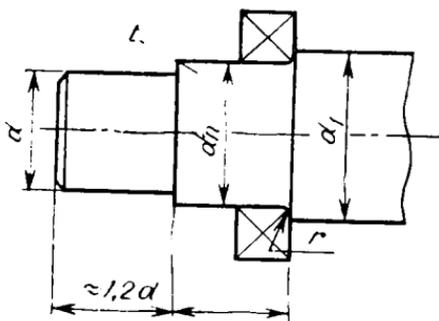
Бинобарин, ўқ билан валнинг тузилиши кўпинча бир хил бўлсада, ишлаш шароити турлича бўлади, яъни ўқ фақат эгувчи кучланиш таъсирида, вал эса эгувчи кучланиш ва буровчи моментдан ҳосил бўлувчи кучланиш таъсирида ишлайди.

Вал ва ўқларнинг таянчларга мўлжалланган қисми цапфа дейлади. Вал ёки ўқнинг учиде жойлашган цапфа *шип* деб, ўртасида жойлашган цапфа эса *бўйин* деб аталади. Агар вал ёки ўқнинг цапфаси уларнинг узунлигига тик текисликда жойлашган бўлса, бундай цапфа *товон* деб аталади.

Валлар тузилиш жиҳатидан турлича, яъни тўғри, тирсакли (ички ёнув двигателларида) ҳамда эгилувчан (тиш даволашда ишлатиладиган машиналарда) бўлиб, углеродли ёки легирланган пўлат материаллардан тайёрланади. Термик қайта ишланмайдиган валлар учун Ст 5 маркали пўлат, термик қайта ишланадиган валлар учун 45, 40X маркали пўлат материаллар ишлатилади.

Валларни мустаҳкамликка ҳисоблаш. Валларни мустаҳкамликка ҳисоблашни, аниқлик даражаси бўйича, қуйидаги усулларга бўлиш мумкин:

1. Тахминий усул



73- расм

2. Тақрибий усул
3. Аниқлаштирилган усул (нисбатан аниқ усул)

Тахминий усул. Механизм валларини ҳисоблашнинг бу усулида валга таъсир қилувчи буровчи момент ҳисобга олиниб, вал учи консол қисмининг диаметри қуйидагича аниқланади:

$$d = \sqrt[3]{\frac{T}{0,2[\tau]}} \quad \text{мм} \quad (3.1)$$

бу ерда: T = буровчи момент, Н·мм; $[\tau]$ — буралишдаги жоиз кучланиш (5, 6, 35, 40, 45, 40X маркали пўлат материаллардан тайёрланган валлар учун $[\tau] = 15 \div 25 \text{ Н/мм}^2$).

d нинг топилган қиймати ГОСТ 6636 — 69 бўйича яхлитланади ва вал қолган қисмларининг диаметри аниқланиб, валнинг тахминий шакли чамалаб чизиб олинади (73-расм). Вал чамалаб чизилганда шундай лойиҳаланиши керакки, бунда валнинг исталган кесмидаги кучланиш иложи борича бир хил ҳамда валнинг исталган қисмига детални бемалол ўрнатиш мумкин бўлсин.

d нинг ГОСТ 6636 — 69 бўйича қийматлари (мм ҳисобида): 10,5; 11,5; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 24; 25; 26; 28; 30; 32; 35; 36; 38; 40; 42; 45; 48; 50; 52; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90; 95; 100; 105; 110; 120.

46- ж а д в а л

t, r, f қийматлари

$d, \text{ мм}$	17—24	25—30	32—40	42—50	52—60	62—70	71—85
$t, \text{ мм}$	2	2,2	2,5	2,8	3,0	3,3	3,5
$r, \text{ мм}$	1,6	2	2,5	3,0	3,0	3,5	3,5
f	1,0	1,0	1,2	1,6	2,0	2,0	2,5

Валларни электр двигатель билан икки хил кўринишда бириктириш мумкин (74-расм).

Узатма вали электр двигатель билан муфта ёрдамида бирикканда 74-расм, a даги биринчи ҳамда иккинчи вал учларининг, 74-расм, b даги иккинчи ва учинчи вал учларининг диаметрлари (3.1) формула ёрдамида аниқланади. Электр двигатель валининг диаметри билан биринчи вал учининг диаметри орасида қуйидагича боғланиш бор, яъни $d_1 = (0,8 \div 1,0) d_{\text{дв}}$. Вал қолган қисмларининг диаметрлари 73-расмда кўрсатилгандек аниқланади.

Икки поғонали уч ўқли цилиндрик узатмалар учун иккинчи валдаги етакланувчи тишли ғилдирак ўрнатилган қисмининг диаметрини $d_2 = (0,4 \div 0,45)a_c$ формула ёрдамида аниқлаш мумкин. Бу ерда a_c — ўқлараро масофа (75-расм).

Вални ҳисоблаш ва лойиҳалашнинг тахминий усули валнинг барча диаметрларини аниқлаб, уни чамалаб чизиш билан тугалланади.

Тақрибий усул. Валга таъсир этган буровчи T ва эғувчи M моментларни ҳисобга олган ҳолда валнинг энг хавфли кесимидаги диаметри қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$d = \sqrt{M_{\text{экв}}/0,1 [\sigma_{\text{гр}}]} \quad \text{мм} \quad (3.2)$$

бу ерда: $M_{\text{экв}} = M_{\text{ум}} + T^2$ — моментнинг эквивалент қиймати, Н·мм; $M_{\text{ум}} = M_{H-H}^2 + M_{V-V}^2$ — эғувчи моментнинг умумий қиймати; M_{H-H} , M_{V-V} — горизонтал ва вертикал текисликда валнинг ҳисобланаётган кесимидаги эғувчи момент бўлиб, қиймати валнинг эпюрасидан олинади; T — текширилаётган валдаги буровчи момент, Н·мм; $[\sigma_{\text{гр}}] = 50 \div 60$ МПа — эгилишдаги жоиз кучланиш.

Валнинг тақрибий усул билан топилган диаметри тахминий усул билан топилган диаметрдан кичик бўлса, тахминий усулда топилган диаметр олинади. Агарда аксинча бўлса, тахминий усул билан топилган диаметрлар ўзгартирилиб вал қайта чизилади. Валнинг эпюрасида валга таъсир қилувчи кучлар, таянч нуқталари орасидаги масофа ҳамда валга ўрнатилган деталлар орасидаги масофа маълум бўлиши керак.

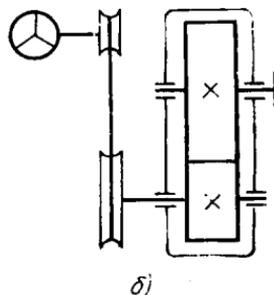
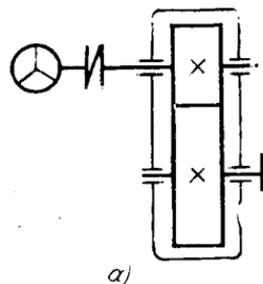
Нисбатан аниқ усул. Валларни ҳисоблашнинг нисбатан аниқ усулида валнинг хавфсизлик коэффициенти қуйидаги формула ёрдамида аниқланади.

$$n = \frac{n_{\sigma} n_{\tau}}{\sqrt{n_{\sigma}^2 + n_{\tau}^2}} \leq [n] \quad (3.3)$$

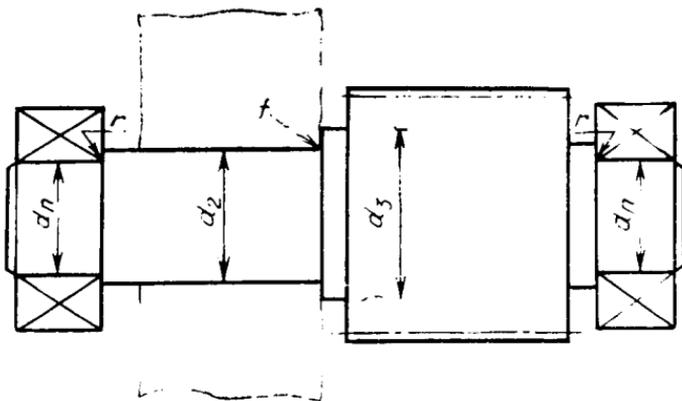
бу ерда: $[n] = 1,5 \div 2,0$ хавфсизлик коэффициентининг жоиз қиймати; n_{σ} , n_{τ} — хавфсизлик коэффициентининг нормал ҳамда уринма кучланишлар бўйича қийматлари;

$$n_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{(K_{\sigma} / \varepsilon_{\sigma}) \sigma_a + \psi_{\sigma} \sigma_m}; \quad n_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{(K_{\tau} / \varepsilon_{\tau}) \tau_a + \psi_{\tau} \tau_m}$$

$\sigma_{-1} = 0,43 \sigma_m$ — чидамлилик чегарасининг эгилишдаги кучланиш бўйича қиймати; $\tau_{-1} = 0,58 \sigma_{-1}$ — чидамлилик чегарасининг уринма



74-ра см



75- расм

кучланиш бўйича қиймати; σ_m — вал учун танланган материалнинг мустаҳкамлик чегараси бўлиб, қиймати 48-жадвалдан олинади; $\sigma_a = M_{ym}/W$ — валнинг текширилатган кесимидаги нормал кучланиш; $\tau_a = \tau_m = T/2W_k$ — валнинг текширилатган кесимидаги уринма кучланиш; M_{ym} — эгувчи моментнинг умумий қиймати, Н·м; T — валдаги буровчи момент, Н·м; W , W_k — вал кесимининг қаршилик моменти ҳамда қутбий қаршилик моменти; K_σ , K_τ — кучланишлар бир жойга тўпланишининг хавфсизлик коэффициенти қийматига таъсирини ҳисобга олувчи коэффициентлар (агар валда шпонка учун ўйиқча бўлиб, вал материалнинг мустаҳкамлиги $\sigma_m \leq 1000$ МПа бўлса, $K_\sigma = 1,4 \div 2,0$, $K_\tau = 1,4 \div 2,2$ бўлади); ϵ_σ , ϵ_τ — вал материали ва диаметрининг хавфсизлик коэффициенти қийматига таъсирини ҳисобга олувчи коэффициент (49-жадвал); σ_m , τ_m — кучланиш цикллариининг ўзгармас қисми ($\sigma_m = F_a/(\pi d^2/4)$); F_a — бўйлама куч Н; d — валнинг диаметри, мм); ψ_σ , ψ_τ — кучланиш цикли ўзгармас қисмининг хавфсизлик коэффициенти қийматига таъсирини ҳисобга олувчи коэффициент.

ψ_σ , ψ_τ коэффициентларнинг қийматлари

47- жадвал

σ_m , МПа	550 дан 750 гача	750 дан 1000 гача	1000 дан 1200 гача	1200 дан юқори
ψ_σ	0,05	0,10	0,20	0,25
ψ_τ	0	0,05	0,15	0,15

Валга таъсир қилувчи кучлар. Валларга, асосан, узатма ғилдираклари илашганда илашиш чизигида ҳосил бўлувчи кучлар таъсир этади. Булар айланма F_t , ўққа тик йўналувчи F_r ҳамда бўйлама F_a кучлар бўлиб, уларнинг йўналиши ва қийматлари қуйидагича аниқланади.

Пулат матери- аллар	d энг катта қиймати, мм	σ_M МПа	σ_{oK} МПа	τ_{oK} МПа	σ_{-1} МПа	τ_{-1} МПа
35	80	540	280	250	232	135
45	80	870	640	380	370	220
40X	125	880	740	440	400	230
35XM	200	910	770	460	420	250
40XH	200	900	740	440	410	240

 $\epsilon_\sigma, \epsilon_\tau$ коэффициентларнинг қийматлари

Пулат материаллар		Валнинг диаметри, мм					
		20	30	40	50	70	100
Углеродли	ϵ_σ	0,92	0,88	0,85	0,82	0,76	0,70
	ϵ_τ	0,83	0,77	0,73	0,70	0,65	0,59
Легирланган	$\epsilon_\sigma = \epsilon_\tau$	0,83	0,77	0,73	0,70	0,65	0,59

Тишли узатмаларда етакловчи гилдирак учун айланма куч F_t гилди-
ракларга уринма равишда, айланишга қарама-қарши томонга йўналади,
етақланувчи гилдирак учун эса уринма равишда шу гилдиракнинг
айланиш томонига йўналади. F_r кучи илашиш чизигидан марказга
қараб йўналган бўлади. Бўйлама куч F_a эса ўққа параллел йўналади.

1. Қия тишли цилиндрсимон узатмаларда ҳосил бўлувчи кучлар
(48-расм):

$$\begin{aligned} F_{t1} &= 2T_1/d_1; \\ F_{r1} &= F_{t1} \operatorname{tg} \alpha / \cos \beta; \\ F_{a1} &= F_t \operatorname{tg} \beta. \end{aligned}$$

2. Коңуссимон узатмада ҳосил бўлувчи кучлар (51-расм):

$$\begin{aligned} F_{t1} &= 2T_1/d_1; \\ F_{r1} &= F_{a2} = F_{t1} \operatorname{tg} \alpha \cos \varphi_1; \\ F_{a1} &= F_{r2} = F_{t1} \operatorname{tg} \alpha \sin \varphi_1. \end{aligned}$$

3. Червякли узатмада ҳосил бўлувчи кучлар (68-расм):

$$\begin{aligned} F_{t1} &= F_{a2} = 2T_1/d_1; \\ F_{t2} &= F_{a1} = 2T_2/d_2; \\ F_r &= F_t \operatorname{tg} \alpha. \end{aligned}$$

3.2. ВАЛЛАРГА ОИД МАСАЛАЛАРНИ ЕЧИШ

1. Икки поғонали уч ўқли цилиндрик узатма валларининг мустақамлиги ҳисоблансин. Бунда $T_1 = 54,42 \text{ Н}\cdot\text{м}$, $T_2 = 213,5 \text{ Н}\cdot\text{м}$, $T_3 = 543,29 \text{ Н}\cdot\text{м}$, $a_c = 112 \text{ мм}$.

Масаланинг ечими

Узатма валларини ҳисоблашнинг тахминий усули

а) Биринчи вал учининг диаметрини аниқлаймиз

$$d = \sqrt[3]{\frac{T_1}{0,2[\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{54,42 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 15}} = 26 \text{ мм}$$

Валнинг қолган қисмлари чамалаб чизиб олинади (76-расм):

$$d = (0,8 \div 1,2) d_{\text{дв}};$$

$$d_{\text{п}} = d + 2t \text{ мм}, t = 2,2 \text{ (46-жадвал)};$$

$$d_{\text{п}} = 26 + 2 \cdot 2,2 = 30,4, d_{\text{п}} = 30 \text{ мм};$$

$$d_1 = d_{\text{п}} + 3,2r = 35 + 3,2 \cdot 2,5 = 38 \text{ мм}, r = 2,5 \text{ (46-жадвал)}$$

яхлитлаб, $d_1 = 38 \text{ мм}$ қилиб оламиз.

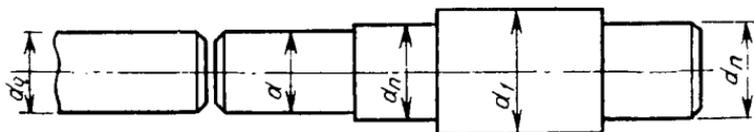
б) Оралиқ вал диаметрларини аниқлаймиз (77-расм):

$$d_2 = (0,4 \div 0,5) a_c = (0,4 \div 0,5) \cdot 112 = 44,8 \div 56$$

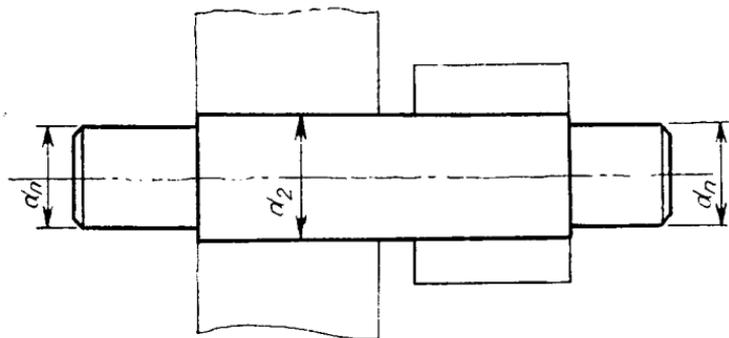
яхлитлаб, $d_2 = 50 \text{ мм}$ қилиб оламиз;

$$d_{\text{п}} = d_2 - 3,2t = 50 - 3,2 \cdot 3 = 40,4$$

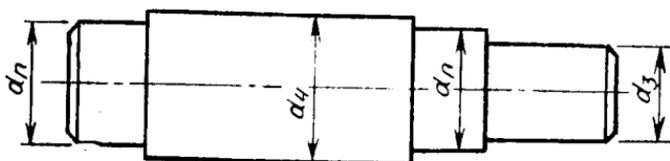
яхлитлаб, $d_{\text{п}} = 40 \text{ мм}$ қилиб оламиз.



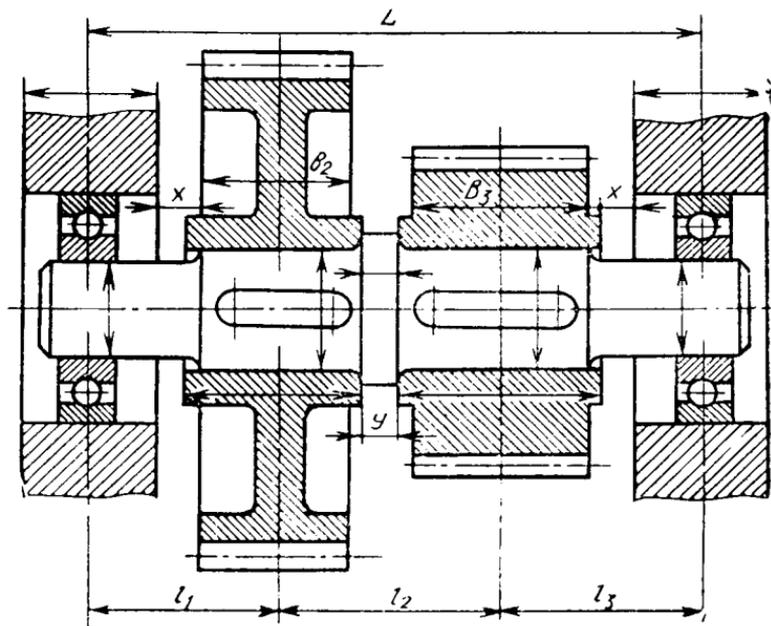
76-расм



77-расм



78- расм



79- расм

в) Учинчи вал диаметрларини аниқлаймиз (78- расм):
вал учининг диаметри

$$d_3 = \sqrt[3]{\frac{T_3}{0,2[\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{523,19 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 50,76 \text{ мм}$$

яхлитлаб, $d_3 = 50$ мм қилиб оламиз;

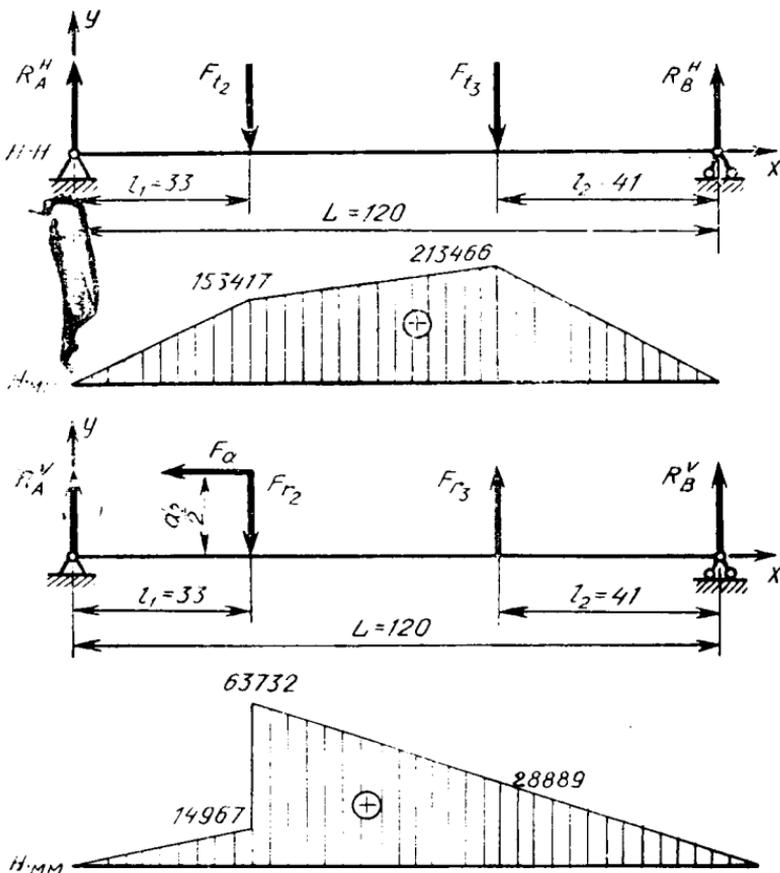
$$d_n = d_3 + 2t = 50 + 2 \cdot 3 = 56,0 \text{ мм}$$

яхлитлаб, $d_n = 55$ мм қилиб оламиз;

$$d_4 = d_n + 3,2r = 55 + 3,2 \cdot 3 = 64,5 \text{ мм}, r = 3,0 \text{ (46- жадвал)}$$

яхлитлаб, $d_4 = 65$ мм қилиб оламиз.

2. Узатма валларини ҳисоблашнинг тақрибий усули. Валларни мазкур усул бўйича ҳисоблаш учун таянчлар орасидаги масофа ҳамда валга таъсир этаётган кучларнинг қиймати ва йўналиши маълум бўлиши керак. Таянчлар орасидаги масофа қуйидагича аниқланади (79- расм).



80- расм

Вал учун золдирли радиал подшипник (№208) танлаймиз.

$$x = 10, \quad b_2 = 28, \quad y = 10, \quad b_3 = 45$$

$$l_1 = \frac{B_{\Pi}}{2} + x + \frac{b_2}{2} = \frac{18}{2} + 10 + \frac{28}{2} = 33 \text{ мм}$$

$$l_2 = \frac{b_2}{2} + y + \frac{b_3}{2} = 14 + 10 + 22 = 46 \text{ мм}$$

$$l_3 = \frac{b_3}{2} + x + \frac{B_{\Pi}}{2} = 22 + 10 + 9 = 41 \text{ мм}$$

$$L = l_1 + l_2 + l_3 = 33 + 46 + 41 = 120 \text{ мм}$$

Узатмадаги оралиқ валнинг мустақамлигини ҳисоблаймиз (80-расм).

$$\begin{aligned}
 F_{t2} &= 3344 \text{ Н}; & F_{a2} &= 762 \text{ Н}; \\
 F_{t3} &= 6511 \text{ Н}; & F_{r2} &= 1187 \text{ Н}; \\
 & & F_{r3} &= 2381 \text{ Н}; \\
 d_2 &= 128 \text{ мм}
 \end{aligned}$$

Таянчлардаги реакция кучларининг қийматларини аниқлаймиз.

а) горизонтал тексликда

$$\sum M_A = 0 \Leftrightarrow -R_B^H \cdot 120 + F_{t3} \cdot 79 + F_{t2} \cdot 33 = 0$$

$$R_B^H = \frac{6511 \cdot 76 + 3344 \cdot 33}{120} = 5206 \text{ Н.}$$

$$\sum M_B = 0 \Leftrightarrow R_A^H \cdot 120 - F_{t2} \cdot 87 - F_{t3} \cdot 41 = 0$$

$$R_A^H = (3344 \cdot 87 + 6511 \cdot 41) / 120 = 4649 \text{ Н}$$

$$\sum Y = 0 \Leftrightarrow R_A^V - F_{t2} - F_{t3} + R_B^V = 4649 - 3344 - 6511 + 5206 = 0$$

Эгувчи момент қийматлари

I қисмда: $0 < x_1 < 33$.

$$M_{x1} = R_A^H x_1, \quad x_1 = 0 \text{ бўлганда } M_{x1} = 0; \quad x_1 = 33 \text{ бўлганда } M_{x1} = 4649 \cdot 33 = 153417 \text{ Н} \cdot \text{мм.}$$

$$0 < M_{x1} < 153417 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

II қисмда: $0 < x_2 < 42$.

$$M_{x2} = R_B^H x_2, \quad x_2 = 0 \text{ бўлганда } M_{x2} = 0; \quad x_2 = 41 \text{ бўлганда } M_{x2} = 5206 \cdot 41 = 213446 \text{ Н} \cdot \text{мм.}$$

б) вертикал тексликда

$$\sum M_A^V = 0 \Leftrightarrow -R_B^V \cdot 120 - F_{r3} \cdot 79 + F_{r2} \cdot 33 - F_a \frac{d_2}{2} = 0$$

$$R_B^V = \frac{-2381 \cdot 79 + 1187 \cdot 33 - 762 \cdot 64}{120} = -1647,46 \text{ Н}$$

$$\sum M_B^V = 0 \Leftrightarrow R_A^V \cdot 120 - F_{r2} \cdot 87 + F_{r3} \cdot 41 - F_a d_2 / 2 = 0$$

$$R_A^V = \frac{1187 \cdot 87 - 2381 \cdot 41 + 762 \cdot 64}{120} = 453,46 \text{ Н}$$

$$\sum Y = 0 \Leftrightarrow 453,46 - 1187 + 2381 - 1647,46 = 0$$

Эгувчи моментнинг қийматлари

I қисмда: $0 < x_1 < 33$.

$$M_{x1} = R_A^V x_1, \quad x_1 = 0 \text{ бўлганда } M_{x1} = 0; \quad x_1 = 33 \text{ бўлганда } M_{x1} = 453,46 \cdot 33 = 14976 \text{ Н} \cdot \text{мм.}$$

II қисмда: $33 < x_2 < 79$.

$$M_{x2} = -F_{r2}(x_2 - 33) + F_a d_2 / 2 + R_B^V x_2 = 0; \quad x_2 = 33 \text{ бўлганда } M_{x2} = 48768 + 14964 = 63732 \text{ Н} \cdot \text{мм}; \quad x_2 = 79 \text{ бўлганда } M_{x2} = -1187 \times (79 - 33) + 762 \cdot 64 + 453,46 \cdot 79 = 28889 \text{ Н} \cdot \text{мм.}$$

III қисмда $0 < x_3 < 41$.

$M_{x3} = -R_B^y \cdot x_3$; $x_3 = 0$ бўлганда $M_{x3} = 0$; $x_3 = 41$ бўлганда $M_{x3} = -1647,46 \cdot 41 = -67545,86$ Н·мм.

Валнинг энг хавфли кесимдаги диаметрини аниқлаймиз

$$M_{\text{ум}} = \sqrt{M_{H-H}^2 + M_{V-V}^2} = \sqrt{(213,5)^2 + (67,5)^2} = 223,9 \text{ Н·мм}$$

$$M_{\text{экв}} = \sqrt{M_{\text{ум}}^2 + T_2^2} = \sqrt{(223,9)^2 + (213,5)^2} = 309,4 \text{ Н·мм}$$

$$d_3 = \sqrt[3]{M_{\text{экв}}/0,1 [\sigma_{\text{эГ}}]} = \sqrt[3]{309,4 \cdot 10^3 / 0,1 \cdot 50} = 39,5 \text{ мм}$$

Валнинг тақрибий ҳисоб билан топилган диаметри тахминий ҳисоб билан аниқланган диаметрдан кичик. Шунинг учун чамалаб чизилган ўлчамнинг ўзини қолдираемиз.

3. Узатма валларини ҳисоблашнинг нисбатан аниқ усули. Вал учун материал танлаймиз. Вал 35 маркали пўлат материалдан тайёрланади (48-жадвал).

Хавфсизлик коэффициентининг нормал кучланиш бўйича қиймати

$$n_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{(K_{\sigma} / \epsilon_{\sigma}) \sigma_a + \psi_{\sigma} \sigma_m} = \frac{232}{1,4/0,7 \cdot 18,25 + 0,1 \cdot 0,38} = 5,95$$

$\sigma_{-1} = 0,43 \sigma_m = 0,43 \cdot 540 = 232$ МПа (48-жадвал); $K_{\sigma} = 1,4$; $\epsilon_{\sigma} =$

$= 0,7$ (49-жадвал); $\psi_{\sigma} = 0,1$ (47-жадвал); $\sigma_m = \frac{F_a}{\pi d^2/4} = \frac{762 \cdot 4}{3,14 \cdot 50^2} =$

$$= 0,38 \text{ Н/мм}^2; \sigma_a = 18,25 \text{ Н/мм}^2.$$

Хавфсизлик коэффициентининг уринма кучланиш бўйича қиймати

$$n_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{(K_{\tau} / \epsilon_{\tau}) \tau_a + \psi_{\tau} \tau_m} = \frac{134}{(1,4/0,7) \cdot 4,35} = 15,4$$

$$\tau_{-1} = 0,58 \sigma_{-1} = 0,58 \cdot 232 = 134 \text{ МПа}; \tau_a = \frac{T}{2W_k} = \frac{213,5 \cdot 10^3 \cdot 16}{2 \cdot 3,14 \cdot 50^3} = 4,35 \text{ Н/мм}^2; K_{\tau} = 1,4; \epsilon_{\tau} = 0,7; \psi_{\tau} = 0$$

Хавфсизлик коэффициентининг умумлашган қиймати

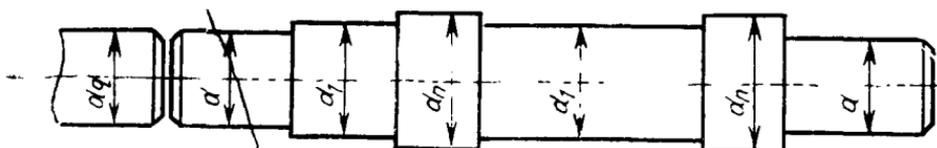
$$n = \frac{n_{\sigma} n_{\tau}}{\sqrt{n_{\sigma}^2 + n_{\tau}^2}} = \frac{5,95 \cdot 15,4}{\sqrt{(5,95)^2 + (15,4)^2}} = 5,68$$

Тавсия этилган усул билан биринчи ҳамда учинчи валларнинг мустаҳкамлигини аниқлаш мумкин.

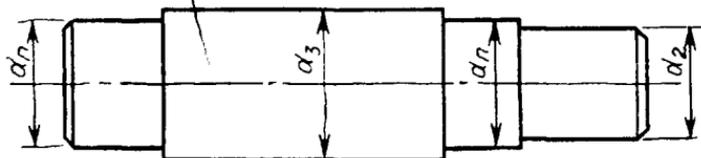
2. Конуссимон ёпиқ, тўғри тишли цилиндрсимон очиқ узатма валларининг мустаҳкамлиги ҳисоблансин. Бунда $T_1 = 142,45$ Н·м, $T_2 = 345,2$ Н·м, $T_3 = 955$ Н·м.

Масаланинг ечими

1. Узатма валларини ҳисоблашнинг тахминий усули



81- расм



82- расм

а) биринчи вал учининг диаметрини аниқлаймиз (81- расм).

$$d = \sqrt[3]{\frac{T_1}{0,2 [\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{142 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 32,3 \text{ мм,}$$

яхлитлаб, $d = 32$ мм қилиб олиб, валнинг қолган қисмларини чамалаб чизиб оламиз:

$$d = (0,8 \div 1,2) d_{\text{дв}} \text{ мм}$$

$$d_1 = d + (2 \div 3) = 35 \text{ мм}$$

$$d_n = d_1 + 2t = 35 + 2 \cdot 2,5 = 40 \text{ мм, } t = 2,5 \text{ (46- жадвал)}$$

б) иккинчи вал диаметрларини аниқлаймиз (82- расм).

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{T_2}{0,2 [\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{315 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 25}} = 41 \text{ мм,}$$

яхлитлаб, $d_2 = 42$ мм қилиб олиб, валнинг қолган қисмларини чамалаб чизамиз:

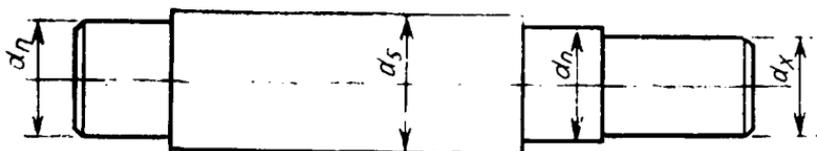
$$d_n = d_2 + 2t = 42 + 2 \cdot 2,8 \approx 50 \text{ мм, } t = 2,8 \text{ мм}$$

$$d_3 = d_n + 3,2r = 50 + 3,2 \cdot 3 \approx 60 \text{ мм, } r = 3,0$$

в) учинчи вал диаметрларини аниқлаймиз (83- расм).

$$d_4 = \sqrt[3]{\frac{T_3}{0,2 [\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{955 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 25}} = 57,5 \text{ мм,}$$

Яхлитлаб, $d_4 = 58$ мм қилиб олиб, валнинг қолган қисмларини чамалаб чизамиз:



83- расм

$$d_n = d_4 + 2t = 58 + 2 \cdot 3,3 \approx 65 \text{ мм}$$

$$d_5 = d_n + 3,2r = 65 + 3,2 \cdot 3,5 \approx 76 \text{ мм}$$

2. Узатма валларини ҳисоблашнинг тақрибий усули. Узатмадаги биринчи валнинг мустаҳкамлигини ҳисоблаймиз (84-расм).

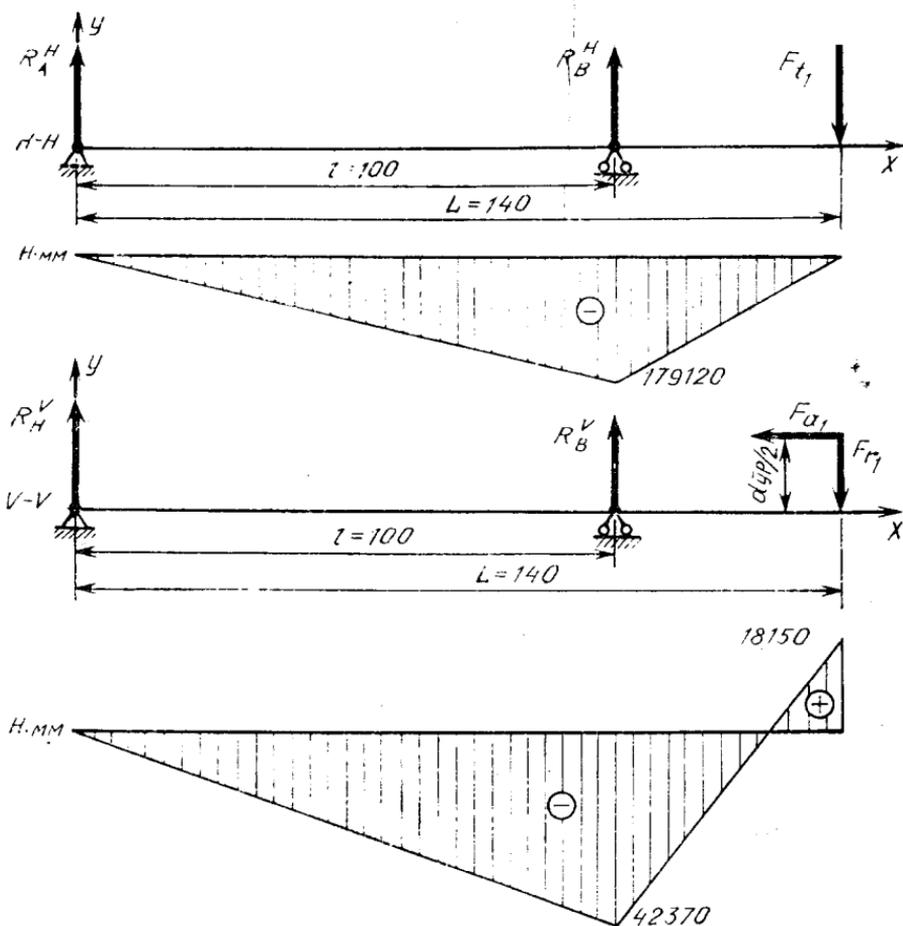
$$F_{t1} = 4478 \text{ Н}, \quad F_{r1} = 1513 \text{ Н}, \quad F_{a1} = 605 \text{ Н}.$$

Таянчлардаги реакция кучларининг қийматларини аниқлаймиз.

$$\sum M_A = 0 \Leftrightarrow F_{t1} \cdot 140 - R_B^H \cdot 100 = 0$$

$$R_B^H = \frac{F_{t1} \cdot 140}{100} = \frac{4478 \cdot 140}{100} = 6269,2 \text{ Н};$$

$$\sum M_B = 0 \Leftrightarrow R_A^H \cdot 100 + F_{t1} \cdot 40 = 0$$



84-расм

$$R_A^H = \frac{4478 \cdot 40}{100} = 1791,2 \text{ Н};$$

$$\sum Y = 0 \Leftrightarrow -R_A^H + R_B^H - F_t = 6296,2 - 1791,2 - 4478 = 0$$

Эгувчи моментнинг вал қисмлари бўйича қийматлари

а) горизонтал текисликда

I қисм: $0 < x_1 < 100$.

$M_{x_1} = R_A^H \cdot x_1$, $x_1 = 0$ бўлганда $M_{x_1} = 0$; $x_1 = 100$ бўлганда

$$M_{x_1} = -1791,2 \cdot 100 = -179120 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

II қисм: $0 < x_2 < 40$.

$M_{x_2} = F_t \cdot x_2$, $x_2 = 0$ бўлганда $M_{x_2} = 0$; $x_2 = 40$ бўлганда $M_{x_2} = -4478 \cdot 40 = -179120 \text{ Н} \cdot \text{мм}$

а) вертикал текисликда

$$d_{\text{yp}} = 60 \text{ мм}, \sum M_A = 0 \Leftrightarrow R_B^V \cdot 100 + F_{r1} \cdot 140 - F_{a1} \cdot 30 = 0$$

$$R_B^V = \frac{1513 \cdot 140 - 605 \cdot 30}{100} = 1936,7 \text{ Н};$$

$$\sum M_B = 0 \Leftrightarrow R_A^V \cdot 100 + F_{r1} \cdot 40 - F_a \cdot 30 = 0$$

$$R_A^V = \frac{-1513 \cdot 40 + 605 \cdot 30}{100} = -423,7 \text{ Н}.$$

$$\sum Y = 0 \Leftrightarrow -R_A^V + R_B^V - F_{r1} = -423,7 - 1936,7 - 1513 = 0$$

I қисм: $0 < x_1 < 100$.

$M_{x_1} = -R_A^V \cdot x_1$, $x_1 = 0$ бўлганда $M_{x_1} = 0$; $x_1 = 100$ бўлганда $M_{x_1} = -423,7 \cdot 100 = -42370 \text{ Н} \cdot \text{мм}$.

II қисм: $0 < x_2 < 40$.

$M_{x_2} = -F_r x_2 + F \cdot 30$, $x_2 = 0$ бўлганда $M_{x_2} = 605 \cdot 30 = 18150 \text{ Н}$;
 $x_2 = 40$ бўлганда $M_{x_2} = -1513 \cdot 40 + 605 \cdot 30 = -42370 \text{ Н}$.

$$M_{\text{ум}} = \sqrt{M_{H-H}^2 + M_{V-V}^2} = \sqrt{(179,1)^2 + (42,4)^2} = 184 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{\text{эқв}} = \sqrt{M_{\text{ум}}^2 + T^2} = \sqrt{(184)^2 + (142)^2} = 232,4 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Валнинг энг хавфли кесимдаги диаметри

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{\text{эқв}}}{0,1[\sigma_{\text{эр}}]}} = \sqrt[3]{\frac{232,4 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 50}} \approx 36 \text{ мм}$$

Аниқланган қиймат вални тахминий ҳисоблагандаги қийматдан катта бўлгани учун шу қийматни қабул қиламиз.

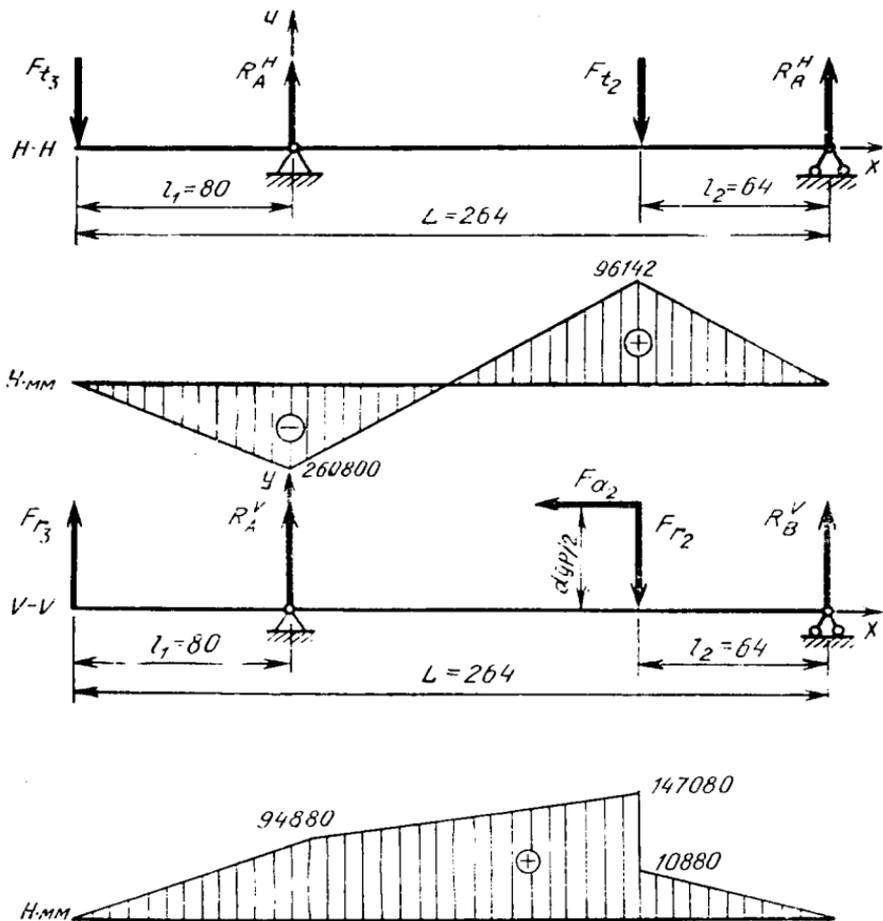
Иккинчи валнинг мустақамлигини ҳисоблаймиз (85-расм).

$F_{t2} = 4478 \text{ Н}$, $F_{r2} = 605 \text{ Н}$, $F_{a2} = 1513 \text{ Н}$, $F_{t3} = 3260 \text{ Н}$, $F_{r3} = 1186 \text{ Н}$

Эгувчи моментнинг вал қисмлари бўйича қийматлари

$$\sum M_A = 0 \Leftrightarrow -R_B^H \cdot 184 + F_{t2} \cdot 120 - F_{t3} \cdot 80 = 0$$

$$R_B^H = \frac{F_{t2} \cdot 120 - F_{t3} \cdot 80}{184} = \frac{4478 \cdot 120 - 3260 \cdot 80}{184} = 1503 \text{ Н}$$



85- расм

$$\sum M_B = 0 \Leftrightarrow R_A^H \cdot 184 - F_{t2} \cdot 64 - F_{t3} \cdot 264 = 0.$$

$$R_A^H = \frac{F_{t2} \cdot 64 + F_{t3} \cdot 204}{184} = \frac{4478 \cdot 64 + 3260 \cdot 264}{184} = 6235 \text{ Н.}$$

$$\sum Y = 0 \Leftrightarrow F_{t3} - R_A^H + F_{t2} - R_B^H = 3260 - 6235 + 4478 - 1503 = 0$$

I қисм: $0 < x_1 < 80$.

$M_{x1} = -F_{t3} \cdot x_1$, $x_1 = 0$ бўлганда $M_{x1} = 0$; $x_1 = 80$ бўлганда $M_{x1} = -3260 \cdot 80 = -260800 \text{ Н} \cdot \text{мм}$

II қисм: $0 < x_2 < 64$.

$M_{x2} = R_B^H \cdot x_2$, $x_2 = 0$ бўлганда $M_{x2} = 0$; $x_2 = 64$ бўлганда $M_{x2} = 1503 \cdot 64 = 96192 \text{ Н} \cdot \text{мм}$

3. Нисбатан аниқ усул. Вал учун материал танлаймиз. Вал 35 маркали пўлат материалдан тайёрланади (48-жадвал).

Хавфсизлик коэффициентининг нормал кучланиш бўйича қиймати

$$n_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma}} \sigma_a + \psi_{\sigma} \sigma_m} = \frac{232}{\frac{1,4}{0,85} \cdot 29,3 + 0,05 \cdot 0,48} = 4,8$$

$\sigma_{-1} = 0,43 \sigma_m = 0,43 \cdot 540 = 232$; $K_{\sigma} = 1,4$; $\varepsilon_{\sigma} = 0,85$ (49-жадвал);

$\psi_{\sigma} = 0,05$ (46-жадвал); $\sigma_m = \frac{4F_a}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 605}{3,14 \cdot 40^2} = 0,48 \text{ Н/мм}^2$;

$$\sigma_a = \frac{M_{ум}}{W} = \frac{32M_{ум}}{\pi d^3} = \frac{184 \cdot 10^3 \cdot 32}{3,14 \cdot 40^3} = 29,3 \text{ Н/мм}^2.$$

Хавфсизлик коэффициентининг уринма кучланиш бўйича қиймати

$$n_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{K_{\tau}}{\varepsilon_{\tau}} \tau_a + \psi_{\tau} \tau_m} = \frac{134,5}{\frac{1,4}{0,73} \cdot 5,65} = 12,4$$

$\tau_{-1} = 0,58 \sigma_{-1} = 0,58 \cdot 232 = 134,5 \text{ Н/мм}^2$; $K_{\tau} = 1,4$; $\varepsilon_{\tau} = 0,75$ (49-жадвал); $\psi_{\tau} = 0$;

$$\tau_a = \frac{T}{2W_k} = \frac{142 \cdot 10^3 \cdot 16}{2\pi d^3} = \frac{142 \cdot 10^3 \cdot 16}{2 \cdot 3,14 \cdot 40^3} = 5,65 \text{ Н/мм}^2.$$

Хавфсизлик коэффициентининг умумлашган қиймати

$$n = \frac{n_{\sigma} n_{\tau}}{\sqrt{n_{\sigma}^2 + n_{\tau}^2}} = \frac{4,8 \cdot 12,4}{\sqrt{(4,8)^2 + (12,4)^2}} = 4,5,$$

$n > [n]$ шарт бажарилди.

III қисм: $80 < x_3 < 200$.

$M_{x_3} = -F_{r3}x_3 + R_A^H(x_3 - 80)$, $x_3 = 80$ бўлганда $M_{x_3} = -3260 \cdot 80 = -260800 \text{ Н} \cdot \text{мм}$; $x_3 = 200$ бўлганда $M_{x_3} = -3260 \cdot 200 + 6235 \times 120 = 108200 \text{ Н} \cdot \text{мм}$

вертикал текисликда

$$d_{yp} = 180; \sum M_A = 0 \Leftrightarrow -R_B^V \cdot 184 + F_{r2} \cdot 120 - F_{a2} \cdot 90 + F_{r3} \cdot 80 = 0$$

$$R_B^V = \frac{605 \cdot 120 - 1503 \cdot 90 + 1186 \cdot 80}{184} = 170,16 \text{ Н}$$

$$\sum M_B = 0 \Leftrightarrow R_A^V \cdot 184 + F_{r2} \cdot 264 - F_{a2} \cdot 90 - F_{r3} \cdot 64 = 0$$

$$R_A^V = \frac{-1186 \cdot 264 + 1513 \cdot 90 + 605 \cdot 64}{184} = -751,16 \text{ Н}$$

$$\sum Y = 0 \Leftrightarrow F_{r3} - R_A^V - F_{r2} + R_B^V = 1186 - 751,16 - 605 + 170,16 = 0$$

I қисм: $0 < x_1 < 80$.

$M_{x_1} = F_{r3}x_1$, $x_1 = 0$ бўлганда $M_{x_1} = 0$; $x_1 = 80$ бўлганда $M_{x_1} = 1186 \cdot 80 = 94880 \text{ Н} \cdot \text{мм}$

II қисм: $0 < x_2 < 64$

$M_{x_2} = R_B^V \cdot x_2$, $x_2 = 0$ бўлганда $M_{x_2} = 0$; $x_2 = 64$ бўлганда $M_{x_2} = 170 \cdot 64 = 10820$ Н·мм

III қисм: $80 < x_3 < 200$.

$M_{x_3} = F \cdot x_3 - R_A^V (x_3 - 80)$, $x_3 = 80$ бўлганда $M_{x_3} = 1186 \cdot 80 = 94880$ Н·мм; $x_3 = 200$ бўлганда $M_{x_3} = 1186 \cdot 200 + 751,16 \cdot 120 = 147080$ Н·мм.

$$M_{y_m} = \sqrt{M_{H-H}^2 + M_{V-V}^2} = \sqrt{(260,8)^2 + (94,8)^2} = 277,5 \text{ Н·м}$$

$$M_{\text{экв}} = \sqrt{M_{y_m}^2 + T^2} = \sqrt{(277,5)^2 + (345)^2} = 442,7 \text{ Н·м}$$

Валнинг энг хавфли қесимдаги диаметри

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{\text{экв}}}{0,1 [\sigma_{\text{эГ}}]}} = \sqrt[3]{\frac{442,7 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 50}} = 44,5 \text{ мм}$$

Нисбатан аниқ усул. Вал 35 маркали пўлат материалдан тайёрланади.

Хавфсизлик коэффициентининг нормал кучланиш бўйича қиймати

$$n_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma}} \sigma_a + \psi_{\sigma} \sigma_m} = \frac{232}{\frac{1,4}{0,68} 15,7 + 0,05 \cdot 0,53} = 7,2$$

$\sigma_{-1} = 0,43 \sigma_m = 0,43 \cdot 540 = 232$ МПа, $K_{\sigma} = 1,4$; $\varepsilon_{\sigma} = 0,68$; $\psi_{\sigma} = 0,05$; $\sigma_m = 0,53$ МПа;

$$\sigma_a = \frac{M_{y_m}}{W} = \frac{32 M_{y_m}}{\pi d^3} = \frac{32 \cdot 333,7 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 60^3} = 15,7 \text{ МПа}$$

Хавфсизлик коэффициентининг уринма кучланиш бўйича қиймати

$$n_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{K_{\tau}}{\varepsilon_{\tau}} \tau_a + \psi_{\tau} \tau_m} = \frac{134}{\frac{1,4}{0,68} \cdot 12,8} = 5,0$$

$\tau_{-1} = 0,58 \sigma_{-1} = 0,58 \cdot 232 = 134$ МПа; $K_{\tau} = 1,4$; $\varepsilon_{\tau} = 0,68$; $\psi_{\tau} = 0$;

$$\tau_a = \frac{T}{2W_k} = \frac{345 \cdot 10^3 \cdot 16}{2 \cdot 60^3} = 12,8 \text{ МПа}$$

Хавфсизлик коэффициентининг умумлашган қиймати

$$n = \frac{n_{\sigma} \cdot n_{\tau}}{\sqrt{n_{\sigma}^2 + n_{\tau}^2}} = \frac{7,2 \cdot 5,0}{\sqrt{(7,2)^2 + (5,0)^2}}$$

Мустақил ишлаш учун масалалар

1. Бир поғонали цилиндрсимон узатмада $T = 120$ Н·м, $u = 4$, $[\tau] = 20$ МПа. Етакланувчи вал учининг диаметри аниқлансин.

Жавоби: 50 мм

2. $d = 45$ мм бўлган валда $M_{\text{экв}} = 500$ Н·м. Валдаги эгувчи кучланиш қиймати аниқлансин.

Жавоби: 55 МПа

3. $M_{\text{экв}} = 720$ Н·м, $T = 400$ Н·м, $d = 50$ мм бўлган конуссимон узатма етакловчи валининг хавфсизлик коэффициенти аниқлансин. Вал 45 маркали пўлатдан тайёрланган бўлиб, $\sigma_{-1} = 370$ МПа, $\tau_{-1} = 220$ МПа.

Жавоби: 1,43

4. Электр чигир барабанига таъсир қилувчи кучлар $F_1 = F_2 = 20$ кН (86-расм). Барабан ўқининг диаметри аниқлансин. $[\sigma_{\text{сг}}] = 60$ МПа.

Жавоби: 94 мм

5. Икки поғонали уч ўқли цилиндрсимон узатманинг оралиқ валида $F_{12} = 3344$ Н, $F_{13} = 6511$ Н, $F_{r2} = 1187$ Н, $F_{r3} = 2381$ Н, $d_2 = 128$ мм, $F_{a2} = 762$ Н (52-расм). Валдаги эгувчи моментнинг умумий қиймати аниқлансин.

Жавоби: 223,8 Н·м

6. Конуссимон ёпиқ, цилиндрсимон очиқ узатманинг етакловчи валида $F_{t1} = 4478$ Н, $F_r = 1513$ Н, $F_a = 605$ Н, $d_{\text{ур}} = 60$ мм (53-расм). Вал учун эгувчи момент эпюраси қурилсин.

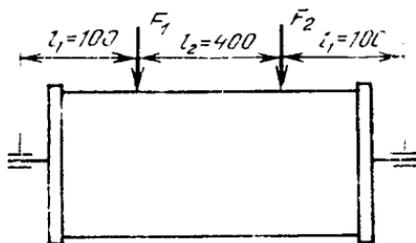
Жавоби: 184 Н·м

7. Айланиш частотаси 500 мин^{-1} бўлган валга ўрнатилган А, Б, С шкивларнинг диаметрлари $D_1 = D_2 = 1,0$ м бўлиб, А шкивдаги тасма горизонтал, Б, С шкивлардаги тасмалар эса вертикал жойлашган (87-расм). А шкив узатадиган қувват $P = 10$ кВт, Б, С шкивлар узатадиган қувват $P/2$ кВт. Валдаги энг хавфли кесимнинг диаметри аниқлансин. $[\sigma_{\text{сз}}] = 60$ МПа.

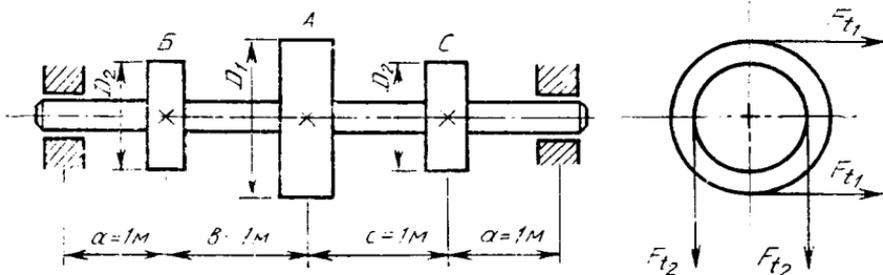
Жавоби: 60 мм

8. Ричагга таъсир қилувчи куч $F = 180$ Н (88-расм). Шу ричаг ўрнатилган ўқнинг диаметри аниқлансин. $[\sigma_{\text{сз}}] = 50$ МПа.

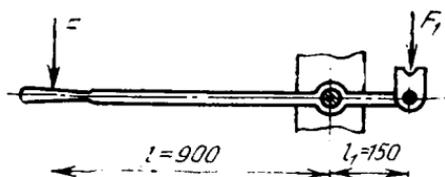
Жавоби: 32 мм



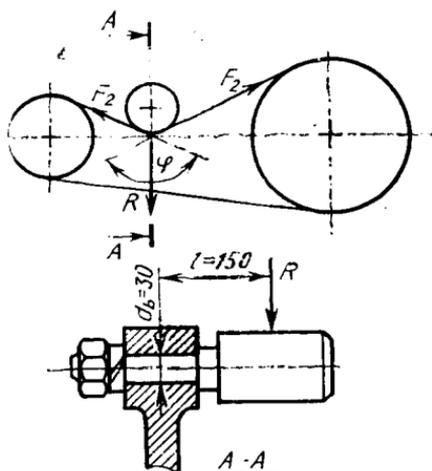
86- расм



87- расм



88- расм



89- расм

9. Тасмали узатманинг етакланувчи тармоғидаги таранглик кучи $F_2 = 500$ Н, тарангловчи роликнинг қамров бурчаги $\varphi = 120^\circ$ (89-расм). Мазкур роликнинг ўқидаги эғувчи кучланиш аниқлансин.

Жавоби: 48 Н/мм²

3.3. ПОДШИПНИКЛАР

Подшипниклар вал ҳамда ўқларнинг шипларига ўрнитилиб, таянч вазифасини ўтайди. Ўқ ёки вал орқали таянчга тушадиган кучни бевосита подшипник қабул қилади. Механизмнинг ф. и. к. камаймаслиги учун подшипниклардаги ишқаланишга сарфланадиган қувватни иложи борича камайтиришга ҳаракат қилиш зарур.

Машинанинг ишлаш қобилияти ва чидамлилиги подшипникларнинг сифатига кўп жиҳатдан боғлиқ. Шунинг учун подшипникларни танлаш ва иш жараёнида уларни кузатиб туриш масалаларига алоҳида эътибор бериш лозим.

Айланаётган вал ёки ўқ шиплари подшипникларда ишқаланади. Подшипниклар ана шу ишқаланишнинг турига қараб сирпаниш подшипниклари ва думалаш подшипникларига бўлинади. Сирпаниш подшипникларида сирпаниб ишқаланиш, думалаш подшипникларида эса думалаб ишқаланиш содир бўлади. Бундан ташқари, вал ўқиға тик кучларни қабул қилиш учун мўлжалланган подшипниклар радиал подшипниклар, вал ўқи бўйлаб йўналган кучларни қабул қилиш учун мўлжалланган подшипниклар тирак подшипниклар, вал ўқиға тик куч билан бир вақтда унинг ўқи бўйлаб йўналган кучни ҳам қабул қилиш учун мўлжалланган подшипниклар радиал-тирак подшипниклар деб аталади.

Юқорида айтиб ўтилган подшипникларнинг ҳамма тури ҳам машинасозликда кенг кўламда ишлатилади.

Думалаш подшипникларини танлаш ва ҳисоблаш. Машиналарни лойиҳалашда думалаш подшипниклари ИСО таъсияларига биноан

икки хил усул билан танланади. Мамлакатимизда думалаш подшипниклари ГОСТ 18854—73 ва 18855—73 га асосан танланади. Стандартда кўрсатилишича, валнинг айланиш частотаси 1 мин⁻¹ дан катта бўлмаган ҳолларда подшипниклар статик юкланиш бўйича, қолган ҳолларда эса динамик юкланиш бўйича танланади.

Подшипникларни статик юкланиш бўйича танлашда уларга таъсир этаётган юкланишнинг эквивалент (келтирилган) қиймати топилиб, мазкур қиймат стандарт жадвалларида келтирилган статик юкланишнинг жоиз қиймати C_0 билан таққосланади. Бунинг учун қуйидаги муносабатлардан фойдаланилади:

$$F_0 = x_0 F_r + y_0 F_a \quad (3.4)$$

$$F_0 \leq C_0$$

бу ерда: F_0 — статик юкланишнинг эквивалент қиймати (радиал ва ўқ бўйлаб йўналган кучларнинг келтирилган қиймати), Н; F_r — подшипникка радиал йўналишда таъсир этадиган куч, Н; F_a — подшипникка ўқ бўйлаб таъсир этадиган куч, Н; x_0 ва y_0 — радиал ва ўқ бўйлаб йўналган юкланишлар коэффициентлари. Бу коэффициентларнинг қийматлари подшипниклар учун белгиланган каталогларда келтирилган. Хусусан: бир ва икки қаторли золдирли радиал подшипниклар учун $x_0 = 0,6$, $y_0 = 0,5$;

бир қаторли золдирли радиал-тирак подшипниклар учун $x_0 = 0,5$, $y_0 = 0,43 \dots 0,26$ (контакт бурчаги $\alpha = 18^\circ \dots 40^\circ$ оралиғида бўлган ҳоллар учун);

Бир қаторли конуссимон роликли подшипниклар учун $x_0 = 0,5$, $y_0 = 0,22 \operatorname{ctg} \alpha$.

Агар таянчга фақат радиал куч таъсир этса, роликли подшипниклар учун $F_0 = F_r$, $F_a = 0$ бўлади. Тирак ва радиал-тирак подшипниклар учун эквивалент куч қуйидагича топилади:

$$F_0 = F_a + 2,3 F_r \operatorname{tg} \alpha \quad (3.5)$$

Аксарият валларнинг айланиш частотаси $n > \text{мин}^{-1}$ бўлгани учун подшипникларни динамик юкланиш бўйича танлаш усули лойиҳалашда қўлланадиган асосий усул ҳисобланади. Подшипникларни динамик юкланиш бўйича танлашда динамик юкланишнинг ҳисобий қиймати топилиб, жадвалдаги стандарт қийматга таққосланади ва у ердан мос келган подшипник танланади. Бунда қуйидаги муносабатлардан фойдаланилади:

$$C_x \leq C \quad (3.6)$$

$$C_x = F_s \sqrt[p]{L}; \quad L = 60 n L_n' / 10^6$$

бу ерда: C_x — динамик юкланишнинг ҳисобий қиймати, Н; C — динамик юкланишнинг жадвалда келтирилган стандарт қиймати, Н; p — илдиш кўрсаткичи (золдирли подшипниклар учун $p = 3$, роликли подшипниклар учун $p = 3,33$); L — подшипникнинг млн, айланишлар ҳисобида ифодаланган хизмат муддати;

L_h — подшипникнинг соат ҳисобида ифодаланган хизмат муддати;
 n — валнинг айланиш частотаси, мин⁻¹; F_3 — эквивалент динамик юкланиш, Н.

Золдирли радиал ва радиал-тирак подшипниклар учун

$$F_3 = (xvF_r + yF_a) K_1 K_2 \quad (3.7)$$

Золдирли ва роликли радиал-тирак подшипниклар учун

$$F_3 = (xF_r + yF_a) K_1 K_2 \quad (3.8)$$

Қисқа цилиндрик роликли радиал подшипниклар учун

$$F_3 = vFK_1 K_2, F_a = 0 \quad (3.9)$$

Тирак подшипниклар учун

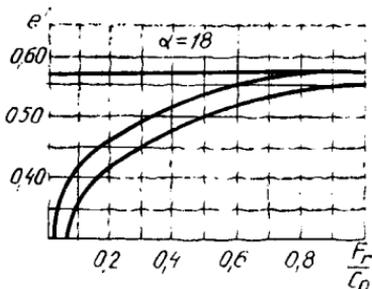
$$F_3 = F_a K_1 K_2, F_r = 0 \quad (3.10)$$

келтирилган тенгликларда: x — радиал юкланиш коэффициенти; y — ўқ бўйлаб йўналган юкланиш коэффициенти (x ва y нинг қийматлари стандарт жадваллардан олинади, уларнинг айримлари 50-жад-

50-жа д вал

α	$\frac{i F_a}{C_0}$	Бир қаторли подшипниклар		Икки қаторли подшипниклар				e	
		$F_a/v F_r > e$		$F_a/v F_r < e$		$F_a/v F_r > e$			
		x	y	x	y	x	y		
0°	0,014	0,56	2,37	1,0	0	0,56	2,37	0,19	
	0,28		2,0				2,00		0,22
	0,056		1,70				1,70		0,26
	0,084		1,54				1,54		0,29
	0,11		1,44				1,44		0,30
	0,17		1,30				1,30		0,34
	0,28		1,15				1,15		0,38
	0,42		1,05				1,05		0,42
	0,56		0,98				0,98		0,45
12°	0,014	0,45	1,78	1,0	0,74	2,94	0,31		
	0,028		1,59			1,84		0,35	
	0,056		1,42			1,69		0,39	
	0,084		1,33			1,52		0,41	
	0,11		1,28			1,39		0,43	
	0,17		1,19			1,30		0,46	
	0,28		1,10			1,20		0,50	
	0,42		1,03			1,16		0,54	
	0,56		0,98			1,16		0,56	
26°	—	0,41	0,87	1,0	0,92	0,67	0,41	0,68	
36°	—	0,37	0,66	1,0	0,66	1,07	1,07	0,95	

валда келтирилган); v — ҳалқаларнинг қайси бири айланувчи эканлигига боғлиқ коэффициент (ички ҳалқа айланадиган бўлса, $v = 1$; ташқи ҳалқа айланадиган бўлса, $v = 1,2$); F_r — радиал куч Н; F_a — бўйлама куч, Н; K_1 — юкланиш характерининг подшипник хизмат муддатига таъсирини эътиборга олувчи хавфсизлик коэффициенти. Юкланиш бир маромда бўлганда (кичик қувватли редукторларда,



90- расм

лентали конвейер юритмаларида) $K_1 = 1 \dots 1,2$, юкланиш зарб билан таъсир этганда (турли редукторлар, тезликлар қутиси ва шу кабиларда) $K_1 = 1,3 \dots 1,8$, юкланиш сезиларли даражада кескин зарб билан таъсир этувчи конструкцияларда (оғир станокларда, прокат станларида, юқори қувватли вентиляторларда) $K_1 = 2 \dots 3$; K_2 — подшипник қизишининг хизмат муддатига таъсирини ҳисобга олувчи коэффициент (қизиш 100°C гача бўлганда $K_2 = 1$, қизиш 150°C гача бўлганда $K_2 = 1,1$, қизиш 200°C гача бўлганда $K_2 = 1,45$).

Одатда, подшипниклар танлаш учун вал схемаси, цапфа диаметри, валнинг айланиш частотаси ва таъсир этувчи кучлар маълум бўлиши керак.

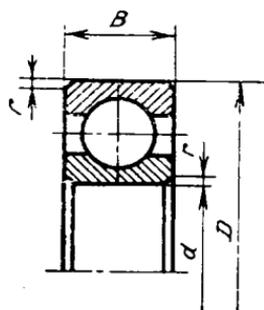
Думалаш подшипниклари динамик юк кўтарувчанлик бўйича икки хил усулда танланиши мумкин:

1. $C_x < C$ шарт бўйича;
2. $L_h^x \geq L_h$ шарт бўйича.

Бу ерда: L_h^x — танланган подшипникнинг соат билан ифодаланган хизмат муддатининг ҳисобий қиймати; L_h — унинг жадвалдан олинган ва тавсия этилган қиймати.

Эквивалент динамик куч F_s нинг қиймати қайси таянч учун реакция кучи катта бўлса, шу таянч учун аниқланади. Подшипниклар вал шипларига ўрнатилганда F_r куч таъсирида қўшимча бўйлама куч F_s ҳосил бўлади. Бу кучнинг қиймати подшипникларнинг турига боғлиқ бўлади. Масалан, $\alpha < 18^\circ$ бўлган золдирли радиал-тирак подшипниклар учун $F_s = e'F$ (e' — қўшимча бўйлама кучларни ҳисобга олувчи коэффициент бўлиб, қиймати F_r/C_0 га нисбатан 90-расмдан олинади), $\alpha > 18^\circ$ бўлган золдирли радиал-тирак подшипниклар учун $F_s = eF_r$ (e нинг қиймати 50-жадвалдан олинади), конуссимон роликли подшипниклар учун $F_s = 0,83 eF_r$ (e нинг қиймати 53-жадвалдан олинади).

Таянчларга ўрнатилган радиал-тирак подшипниклар яхши ишлаши учун таъсир қилаётган бўйлама кучнинг қиймати қўшимча ҳосил бўлган бўйлама кучнинг қийматидан кичик бўлмаслиги керак, яъни $F_{a1} \geq F_{S1}$ ёки $F_{a2} \geq F_{S2}$. Валга таъсир қилаётган кучлар орасида қуйидагича тенглик (91-расм) сақланиши керак:



51-жадвал

Бир қаторли золдирли радиал подшипниклар

Шарт-ли белги-си	Енгил серия						Шарт-ли белги-си	Уртача серия					
	Ўлчамлари, мм			юк қўтарувчан-лиги кН,				Ўлчамлари, мм			юк қўтарувчан-лиги, кН		
	d	D	B	r	C	C ₀		d	D	B	r	C	C ₀
204	20	47	14	1,5	10	6,3	304	20	52	15	2,0	12,5	7,94
205	25	52	15		11	7,09	305	25	62	17		17,6	11,6
206	30	62	16		15,3	10,2	306	30	72	19		22	15,1
207	35	72	17	2,0	20,1	13,9	307	35	80	21	2,5	26,2	17,9
208	40	80	18		25,6	18,1	308	40	90	23		31,9	22,7
209	45	85	19		25,7	18,1	309	45	100	25		37,8	26,7
210	50	90	20	2,5	27,5	20,2	310	50	110	27	3,0	48,5	36,3
211	55	100	21		34	25,6	311	55	120	29		56	42,6
212	60	110	22		41,1	31,5	312	60	130	31		64,1	49,4
213	65	120	23	3,5	44,9	34,7	313	65	140	33	3,5	72,7	56,7
214	70	125	24		48,8	38,1	314	70	150	35		81,7	64,5
215	75	130	25		51,9	41,9	315	75	160	37		89	72,8

$$F_{a1} + F_a = F_{a2}$$

Подшипникларни ҳисоблашда қуйидаги тартибга риоя қилиш тавсия этилади.

1. Узатма учун подшипникларга таъсир қилаётган кучнинг қиймати ва йўналишига қараб подшипник тури танланади. Шунинг назарда тутиш лозимки, агар бўйлама куч миқдори айтарли даражада катта бўлмай $F_a/F_r < 0,35$ бўлса, бир қаторли золдирли радиал подшипник; $F_a/F_r = 0,35 \dots 0,7$ бўлса, контакт бурчаги $\alpha = 12^\circ$ бўлган золдирли радиал-тирак подшипник; $F_a/F_r = 0,71 \dots 1,0$ бўлса, контакт бурчаги $\alpha = 26^\circ$ бўлган золдирли радиал-тирак подшипник; $F_a/F_r > 1,5$ бўлганда эса конуссимон роликли радиал-тирак подшипникдан фойдаланиш тавсия этилади.

2. Танланган подшипник учун қуйидаги қийматлар танлаб олинади.

а) $\alpha < 18^\circ$ бўлган золдирли радиал ва радиал-тирак подшипниклар учун C ва C₀ нинг қийматлари 51-жадвалдан олинади.

б) $\alpha > 18^\circ$ бўлган золдирли радиал-тирак подшипниклар учун C

нинг қиймати 52-жадвалдан, x , y , e нинг қийматлари 49-жадвалдан олинади.

в) конуссимон роликли подшипниклар учун C , v ва e нинг қийматлари 53-жадвалдан олинади.

3. Подшипникка таъсир қилувчи бўйлама куч F_a нинг умумий қиймати аниқланади.

а) золдирли радиал подшипниклар учун қўшимча бўйлама куч F_s ўрнига F_a олинади.

б) $\alpha < 18^\circ$ бўлган золдирли радиал-тирак подшипниклар учун $F_s = e' F_r$, e' коэффициентнинг қиймати 90-расмдан F_r/C_0 га нисбатан аниқланади.

в) $\alpha > 18^\circ$ бўлган золдирли радиал-тирак подшипниклар учун $F_s = e \cdot F_r$, $e = e'$.

г) конуссимон роликли радиал-тирак подшипниклар учун

$$F_s = 0,83 \cdot e F_r$$

4. e коэффициентнинг қиймати R_a/v_r нисбат билан солиштири-
либ x , y коэффициентларнинг ҳақиқий қиймати олинади.

агарда $R_a/v F_r \leq e$ бўлса, $x = 1,0$, $y = 1,0$

агарда $R_a/v F_r > e$ бўлса, x ва y нинг қийматлари золдирли радиал ва радиал-тирак подшипниклар учун танланган каби бўлади.

Конуссимон роликли подшипниклар учун қабул қилинган y коэффициентга қўшимча $x = 0,4$ коэффициент қабул қилинади.

5. Динамик юкланишнинг эквивалент қиймати аниқланади.

$$F_s = (v x F_r + y F_a) K_1 K_2$$

6. Динамик юкланишнинг ҳисобий қиймати аниқланади:

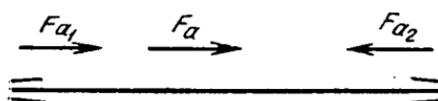
$$C_x + F_s \sqrt[3]{573 \omega L_n / 10^6}$$

бу ғерда ω — валнинг бурчак тезлиги.

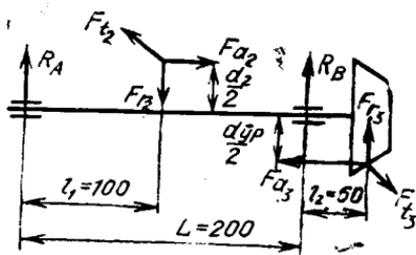
7. Динамик юкланишнинг ҳисобий қиймати жоиз қиймат билан солиштирилади. $C_x < C$ шарт бажарилиши керак. Агарда бу шарт бажарилмаса, бошқа сериядаги подшипник олиниб, ҳисоблаш такорланади.

3.4. ПОДШИПНИҚЛАРГА ОИД МАСАЛАЛАРНИ ЕЧИШ

1. Таянч нуқталардаги реакция кучлари $R_A = R_B = 1300$ Н бўлган тўғри тишли цилиндрик узатма етакловчи валининг айланиш час-



91- расм



92- расм

тотаси $\omega = 30 \text{ с}^{-1}$. Вал 204 маркали золдирли радиал подшипникка ўрнатилган. $L_h = 8000$ соат. Подшипникнинг динамик юк кўтарувчанлиги аниқлансин.

Масаланинг ечими

$$C_x = F_s \sqrt[3]{573 \omega L_h / 10^6}$$

Золдирли радиал подшипниклар учун $F_a = 0$ бўлганда

$$F_s = v \times F_r K_1 K_2 = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1500 \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 1800 \text{ Н};$$

$$C_x = 1800 \sqrt[3]{\frac{573 \cdot 30 \cdot 8000}{10^6}} = 9290 = 9,29 \text{ кН}$$

$$C_x < [C] \Leftrightarrow 9,29 < 10$$

2. Қия тишли цилиндрсимон ёпиқ ва конуссимон очиқ узатманинг оралиқ валидаги қувват $P_2 = 4$ кВт бўлиб, унинг подшипникка ўрнатилган жойининг диаметри $d = 40$ мм. Шипга $\alpha = 26^\circ$ бўлган ўртгача серияли радиал-тирак подшипник ўрнатилган (92-расм). Подшипникнинг ишлаш муддати аниқлансин. Узатмада $d_2 = 200$ мм; $\beta = 8^\circ 30'$, $d_{yp} = 80$ мм, $\varphi_1 = 18^\circ$, $\omega_2 = 25 \text{ с}^{-1}$, $L_h = 10000$ соат.

Масаланинг ечими

1. Қия тишли цилиндрсимон ғилдиракларнинг илашишида ҳосил бўладиган кучлар:

$$F_{t2} = \frac{2T_2}{d_2}; T_2 = 9550 P_2/n_2 = 9550 \frac{4}{238} = 160 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$n_2 = \frac{30\omega_2}{\pi} = \frac{30 \cdot 25}{3,14} = 238 \text{ мин}^{-2}$$

$$F_{t2} = \frac{2 \cdot 160 \cdot 10^3}{200} = 1600 \text{ Н}$$

$$F_{r2} = F_{t2} \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \beta} = 1600 \frac{\operatorname{tg} 20^\circ}{\cos 8^\circ 30'} = 1600 \frac{0,364}{0,9890} = 589 \text{ Н}$$

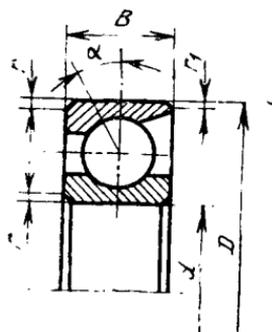
$$F_{a2} = F_{t2} \operatorname{tg} \beta = 1600 \operatorname{tg} 8^\circ 30' = 1600 \cdot 0,1485 = 239 \text{ Н}$$

2. Конуссимон ғилдиракларнинг илашишида ҳосил бўладиган кучлар:

$$F_{t3} = \frac{2T_2}{d_{yp}} = \frac{2 \cdot 160 \cdot 10^3}{80} = 4000 \text{ Н}$$

$$F_{r3} = F_{t3} \operatorname{tg} \alpha \cos \varphi_1 = 4000 \cdot 0,364 \cdot 0,9811 = 1428 \text{ Н}$$

$$F_{a3} = F_{t3} \operatorname{tg} \alpha \sin \varphi_1 = 4000 \cdot 0,364 \cdot 0,090 = 340 \text{ Н}$$

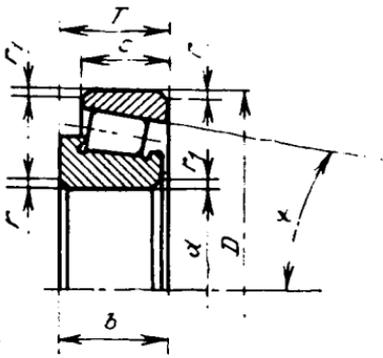


52-жадвал
Бир қаторли золдирли радиал-тирак подшипниклар

Шартли белгиси		Ўлчамлари, мм					Юк қўтарувчанлиги, кН			
							β = 12°		α = 26°	
α = 12°	α = 26°	d	D	B	r	r ₁	C	C ₀	C	C ₀
<i>Енгил серия</i>										
36204	46204	20	47	14	1,5	0,5	12,3	8,4	11,6	7,79
36205	46205	25	52	15			13,1	9,2	12,4	8,5
36206	46206	30	62	16			18,2	13,3	17,2	12,2
36207	46207	35	72	17	2,0	1,0	24,0	18,1	22,7	16,6
36208	46208	40	80	18			30,6	23,7	28,9	21,7
36209	46209	45	85	19			32,3	25,6	30,4	23,6
36210	46210	50	90	20	2,5	1,2	33,9	27,6	31,8	25,4
36211	46211	55	100	21			41,9	34,9	39,4	32,1
<i>Ўртача серия</i>										
—	46304	20	52	15	2,0	1,0	—	—	14,0	9,17
36305	46305	25	62	17			22,0	16,2	21,1	14,9
36306	46306	30	72	19			26,9	20,4	25,6	18,7
36307	46307	35	80	21	2,5	1,2	35,0	27,4	33,4	25,2
36308	46308	40	90	23			41,3	33,4	39,2	30,7
36309	46309	45	100	25			50,5	41,0	48,1	37,7
36310	46310	50	110	27	3,0	2,0	59,2	48,8	56,3	44,8

3. Таянчларга таъсир қилувчи кучлар
а) вертикал текисликда (92-расм)

$$\sum M_A = 0 \Leftrightarrow -R_B^V \cdot 200 - F_{r3} \cdot 260 + F_{r2} \cdot 100 + F_{a2} \frac{d_1}{2} + F_{a3} \frac{d_{yp}}{2} = 0$$

Бир қаторли роликли конуссимон
подшипниклар

Шартли белгиси	Ўлчамлари, мм							α , град	Юк қўтарувчанлиги, кН		Коэффициентлар		
	d	D	T_{max}	b	c	r	r_1		C	C_0	e	x	y
<i>Енгил серия</i>													
7204	20	47	15,5	14	12				19,1	13,3	0,36	1,67	0,92
7205	25	52	16,5	15	13	1,5	0,5	14	23,9	17,9	0,36	1,67	0,92
7206	30	62	17,5	16	14				29,8	22,3	0,36	1,65	0,91
7207	35	72	18,5	17	15			14	35,2	26,3	0,37	1,62	0,89
7208	45	80	20,0	20	16	2,0	0,8	14	42,4	32,7	0,38	1,56	0,86
7208	45	85	21,0	19	16			15	42,7	33,4	0,41	1,45	0,80
7210	50	90	22,0	21	17			14	52,9	40,6	0,37	1,60	0,88
<i>Ўртача серия</i>													
7304	20	52	16,5	16	13			11	25,0	17,7	0,3	2,03	1,11
7305	25	62	18,5	17	15	2,0	0,8	14	29,6	20,9	0,36	1,66	0,92
7306	30	72	21,0	19	17			14	40,0	29,9	0,34	1,78	0,98
7307	35	80	23,0	21	18			12	48,1	35,3	0,32	1,88	1,03
7308	40	90	25,5	23	20	2,5	0,8	11	61,0	46,0	0,28	2,16	1,19
7309	45	100	27,5	26	22			11	76,1	59,3	0,29	2,09	1,15
7310	50	110	29,5	29	23			12	96,2	75,9	0,31	1,94	1,06
7311	55	120	32,0	29	25	3,0	1,0	13	102	81,5	0,33	1,80	0,99

$$R_B^V = \frac{-1428 \cdot 260 + 589 \cdot 100 + 239 \cdot 200/2 + 450 \cdot 80/2}{200} = -1352,4 \text{ Н}$$

$$\sum M_B = 0 \Leftrightarrow R_A^V \cdot 200 + F_{a2} \frac{d_2}{2} - F_{r2} \cdot 100 - F_{r3} \cdot 60 + F_{a3} \frac{d_{yp}}{2} = 0$$

$$R_A^V = \frac{-239 \cdot 200/2 + 589 \cdot 100 + 1428 \cdot 60 - 450 \cdot 80/2}{200} = 513,4 \text{ Н}$$

$$\sum Y = 0 \Leftrightarrow R_A^V - F_{r2} + R_B^V + F_{r3} = 513,4 - 589 - 1352,4 + 1428 = 0$$

б) горизонтал текисликда (92-расм)

$$\sum M_A = 0 \Leftrightarrow -R_B^H \cdot 200 + F_{t3} \cdot 260 + F_{t2} \cdot 100 = 0$$

$$R_B^H = \frac{4000 \cdot 260 + 1600 \cdot 100}{200} = 6000 \text{ Н}$$

$$\sum M_B = 0 \Leftrightarrow R_A^H \cdot 200 - F_{t2} \cdot 100 + F_{t3} \cdot 60 = 0$$

$$R_A^H = \frac{1600 \cdot 100 - 400 \cdot 60}{200} = -400 \text{ Н}$$

$$\sum Y = 0 \Leftrightarrow R_A^H - F_{t2} + R_B^H - F_{t3} = 400 - 1600 + 6000 - 4000 = 0$$

Таянч нуқталарига таъсир қилувчи умумий кучлар

$$R_A = \sqrt{(R_A^H)^2 + (R_A^V)^2} = \sqrt{(-400)^2 + (513,4)^2} = 650,8 \text{ Н}$$

$$R_B = \sqrt{(R_B^H)^2 + (R_B^V)^2} = \sqrt{(6000)^2 + (-1352,4)^2} = 6150 \text{ Н}$$

В нуқтадаги юкланиш нисбатан катта бўлганлиги учун шу таянчга ўрнатилган подшипник текширилади.

$F_a/F_r \approx 0,35 \div 0,7$ бўлгани учун $\alpha > 12^\circ$ бўлган бир қаторли золдирли радиал-тирак подшипник танлаймиз:

№ 36208, $C = 35,69 \text{ кН}$, $C_0 = 21,3 \text{ кН}$.

Таянч нуқталарида реакция кучлари таъсирида ҳосил бўладиган қўшимча бўйлама куч

$$F_{s1} = e' R_A = 0,3 \cdot 650 = 195 \text{ Н}$$

$$F_{s2} = e' R_B = 0,41 \cdot 6150 = 2521,5 \text{ Н}$$

$$R_A/C_0 = \frac{650,8}{21300} = 0,03 \text{ бўлганди } e' = 0,3;$$

$$R_B/C_0 = \frac{6150}{21300} = 0,29 \text{ бўлганда } e' = 0,41.$$

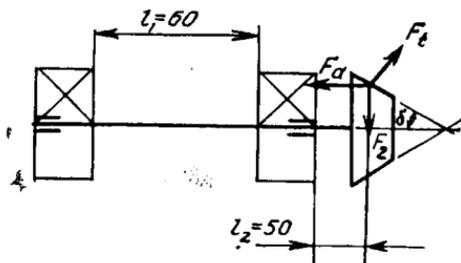
Бўйлама кучнинг умумий ҳисобий қиймати аниқланади (93-расм).

$$\sum X = 0 \Leftrightarrow R_{A1} + F_{a2} - R_{A2} - F_{a3} = 0$$

бунда: $R_{A2} = F_{s2}$ деб қабул қилиб, R_{A1} нинг қийматини аниқлаймиз

$$\begin{aligned} R_{A1} &= -F_{a2} + R_{A2} + F_{a3} = \\ &= -239 + 2521,5 + 450 = \\ &= 2734,5 \text{ Н} \end{aligned}$$

$R_{A1} > F_{s1}$, демак, бўйлама кучларнинг қиймати тўғри топилган.



93-расм

$$F_{S_2}/vR_B = 2521,5/6150 = 0,42 > e', \quad x = 0,45, \quad y = 1,03$$

Эквивалент динамик юкланиш қиймати аниқланади.

$$F_s = (x v F_r + y R_{A_2}/K_1 K_2) = (0,45 \cdot 1 \cdot 6150 + 1,03 \cdot 2521,5) \cdot 1,1 \cdot 1,0 = 5364,6 \text{ Н.}$$

Динамик юкланишнинг ҳисобий қиймати

$$C_x = F_s \sqrt[3]{573 \omega L_h / 10^6} = 5364,6 \sqrt[3]{573 \cdot 25 \cdot 10000 / 10^6} = 28,06 \text{ кН}$$

$$C_x < C$$

3. Конуссимон тишли узатманинг етакловчи вали учун подшипник танлансин (93-расм). $R_A = 4000 \text{ Н}$, $R_B = 9000 \text{ Н}$, $F_a = 1200 \text{ Н}$, $d = 40 \text{ мм}$

Масаланинг ечили

1. Роликли конуссимон подшипник (№ 7208) танлаймиз (53-жадвал).

2. Қўшимча бўйлама кучнинг қиймати

$$F_{S1} = 0,83 e R_A = 0,83 \cdot 0,38 \cdot 4000 = 1262 \text{ Н}$$

$$F_{S2} = 0,83 e R_B = 0,83 \cdot 0,38 \cdot 9000 = 2838 \text{ Н}$$

3. Бўйлама кучнинг умумий қиймати

$$-R_{A1} - F_a + R_{A2} = 0$$

$$R_{A1} = R_{A2} - F_a = 2838 - 1200 = 1638 \text{ Н}$$

$$R_{A2} = F_{S2} = 2838 \text{ Н}$$

4. x , y нинг қийматларини аниқлаймиз

$$\frac{R_{A1}}{vR_A} = \frac{1638}{1 \cdot 4000} = 0,41 > e = 0,38, \quad x = 1,0, \quad y = 1,0$$

$$\frac{R_{A2}}{vR_B} = \frac{2838}{1 \cdot 9000} = 0,31 < e = 0,38, \quad x = 0,4, \quad y = 0,86$$

5. Динамик юкланишнинг эквивалент қиймати

$$F_{s1} = R_A K_1 K_2 = 4000 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 4000 \text{ Н}$$

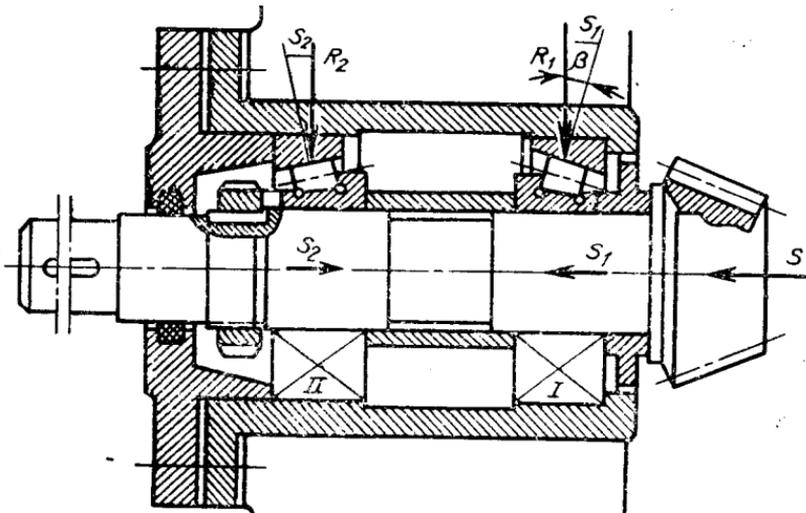
$$F_{s2} = (x v F_r + y R_{A2}) K_1 K_2 = (0,4 \cdot 1,0 \cdot 9000 + 0,86 \cdot 2838) \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 6040 \text{ Н.}$$

Иккинчи таянчдаги юкланиш нисбатан катта бўлгани учун подшипникни ана шу таянч учун танлаймиз.

$$C_x = F_s \sqrt[3]{573 \omega_2 L_h / 10^6} = 6040 \sqrt[3]{573 \cdot 75,36 \cdot 10000 / 10^6} = 37,3 \text{ кН}$$

$$\omega_2 = \pi n_1 / 30 = 3,14 \cdot 720 / 30 = 75,36 \text{ с}^{-1}$$

$$C_x = 37,3 \text{ кН} < C$$



94- расм

Мустақил ишлаш учун масалалар

1. Айланш частотаси 730 мин^{-1} бўлган валга золдирли радиал подшипник (№ 307) ўрнатилган. Подшипникнинг ишлаш муддати аниқлансин.

Жавоби: $L_h = 9,92 \cdot 10^3$ соат

2. Бир погонали қия тишли цилиндрик узатмада $P_1 = 11 \text{ кВт}$, $d_1 = 80 \text{ мм}$, $\beta = 8^\circ 06' 34''$. Вал шипининг диаметри 45 мм бўлиб, унга ишлаш муддати $20 \cdot 10^3$ соат бўлган золдирли радиал подшипник ўрнатилган (88-расм). Маскур подшипник ишлаш вақтининг ҳисобий қиймати аниқлансин.

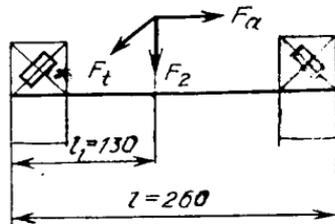
Жавоби: $20,2 \cdot 10^3$ соат

3. $P_1 = 4,5 \text{ кВт}$, $n_1 = 960 \text{ мин}^{-1}$, $m_{зр} = 3,53 \text{ мм}$, $z_1 = 20$ бўлган конуссимон узатманинг етакловчи валига ўрнатилган роликли радиал-тирак подшипникнинг ишлаш муддати $25 \cdot 10^3$ соат (94-расм). Подшипник динамик юкланишининг ҳисобий қиймати аниқлансин.

Жавоби: $21,8 \text{ кН}$

4. Червякли узатмада червяк шипининг диаметри 40 мм бўлиб, у роликли радиал-тирак подшипникка ўрнатилган (95-расм). Айланш частотаси 1440 мин^{-1} бўлган червякнинг қуйидаги ўлчамлари, берилган: $d_1 = 63 \text{ мм}$, $\lambda = 12^\circ 31' 44''$, $q = 9$, $z_1 = 2$, $\rho = 2^\circ 35'$, шунингдек, $K_1 = 1,3$, $K_2 = 1,0$, $L_h = 5 \cdot 10^3$ соат. Подшипник динамик юкланишининг ҳисобий қиймати аниқлансин.

Жавоби: $74,6 \text{ кН}$



95- расм

3.5. МУФТАЛАР

Муфталар вал, труба ва шу каби деталларнинг учларини ўзаро улаш учун ишлатилади ва механик, электрик, гидравлик турларга бўлинади. Машина деталлари курсида фақат валларга мўлжалланган механик муфталаргина ўрганилади. Бундай муфталарнинг асосий вазифаси валларни ўзаро бириктириш билан бирга, уларнинг биридан иккинчисига буровчи момент узатишдан ҳам иборатдир. Муфталар вазифаси ҳамда тузилишига кўра қуйидаги уч гурппага бўлинади.

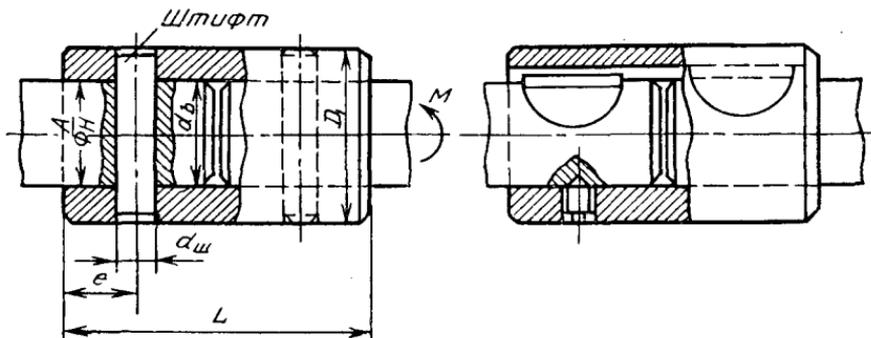
1. Доимий бириктирилган муфталар.
2. Бошқариладиган уловчи муфталар.
3. Узини ўзи бошқарувчи (автоматик) муфталар.

Доимий бириктирилган муфталар. Муфталарнинг бу туркумига валларни бир-бирига нисбатан бирор йўналишда силжишига йўл қўймайдиган қилиб бириктирадиган қўзғалмас муфталар ҳамда валларнинг турли йўналишда силжишига маълум даражада имкон берадиган қўзғалувчи муфталар киради. Қўзғалмас муфталар бир валдан иккинчи валга буровчи момент узатиш билан бир вақтда валларда иш жараёнида юзага келувчи эгувчи момент ва ўқ бўйлаб йўналган кучларни ҳам узатади. Қўзғалмас муфталарнинг энг оддийси втулка кўринишидаги муфталар бўлиб, улар валга штифт ёки шпонка воситасида қўзғалмас қилиб маҳкамлаб қўйилади (96-расм).

Муфта элементларининг мустаҳкамлиги бир хил бўлиши учун зарур ўлчамларни танлашда қуйидагиларга амал қилиш тавсия этилади:

$$L = 3d_a; e = \frac{3}{4} d_a; D_1 = 1,5 d_a; d_{ш} = (0,3 \div 0,25) d_a.$$

Ҳисоблаш зарур бўлган ҳолларда штифтлар кесилишга, втулка ҳамда валнинг штифт тегиб турган сирглари эса эзилишга текширилади. Ажралувчи сирглари вал ўқига тик бўлган муфталар вал учига маълум тигизлик билан ўтқазилган иккита фланец (ярим муфт-



96- расм

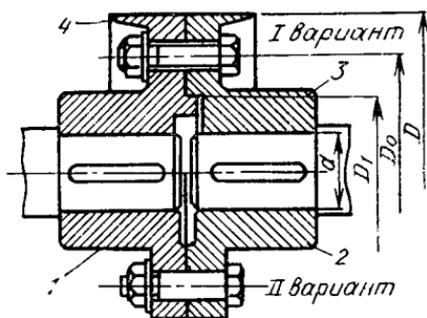
та) дан иборат бўлади. Ярим муфтлар бир неча болт ёрдамида ўзаро бириктирилади ва моментнинг узатилиши ишончли бўлиши учун валларга шпонкалар воситасида маҳкамлаб қўйилади (97- расм).

Муфтанинг геометрик ўлчамлари ва уларда ишлатиладиган болтларнинг диаметри махсус жадалда берилади. Зарур бўлган ҳолларда геометрик ўлчамларни тахминан белгилаб олиш учун қуйидаги муносабатлардан фойдаланиш мумкин: $L \approx 3d_b$ — муфтанинг вал бўйича узунлиги; $D_T \approx (1,5 \dots 2) d_b$ — муфтанинг ташқи диаметри; $z = 4; 6; 8$ — болтлар сонни.

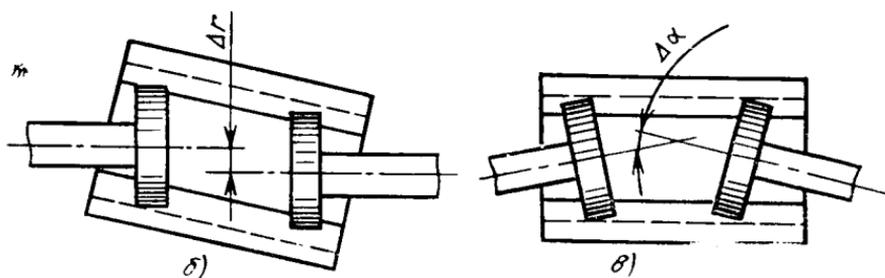
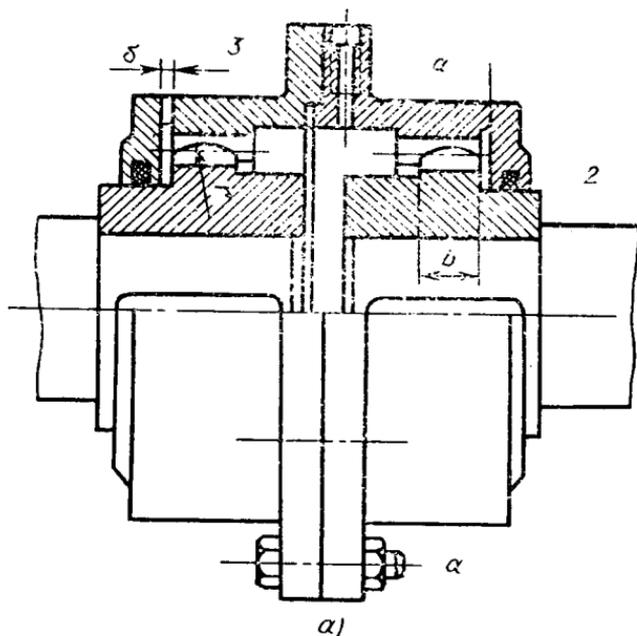
Қўзғалмас муфтлар, одатда, СЧ 28 маркали чўяндан тайёрланади.

Валларнинг силжиши деталларнинг бир-бирига нисбатан қўзғалиши эвазига компенсацияланадиган муфтлардан бири тишли муфтадир. Бундай муфтлар буровчи момент қиймати катта бўлган юритмаларда (кран механизмлари, турбина ва бошқаларда) кўп ишлатилади. Бу муфта сиртида эвольвента профилли тишлари бўлган иккита ярим муфта ҳамда улар устига кийгизиб, бир-бирига болтлар билан бириктириб қўйиладиган икки бўлак ички тишли қисқич ҳалқадан тузилган (98- расм). Ярим муфтлар валларга тифизлик билан ўтқазилиб, шпонкалар ёрдамида маҳкамлаб қўйилади. Тишли муфтларнинг афзаллиги шундан иборатки, валнинг ҳамма турдаги силжишлари (Δe , Δr , $\Delta \alpha$) ни компенсациялай олади. Бунинг учун қисқич ҳалқа билан ярим муфта орасида зазор δ қолдирилади ва ярим муфтларнинг тишлари валларга нисбатан маълум Δr радиус билан юмалоқланади. Кўрилган бу чоралар валларнинг радиал йўналишдаги силжиши $\Delta r = 1 \dots 1,5$ мм гача, бурчак силжиши эса $\Delta \alpha = 1^\circ$ гача бўлишига имкон беради. Стандартда белгиланишича, тишли муфтлар диаметри 40 дан 500 мм гача, узатиладиган буровчи моментнинг қиймати эса 710 дан 10^7 Н·м гача бўлган валларни бириктириш учун мўлжалланган.

Эластик элементи металлмас материалдан тайёрланган компенсацияловчи муфтлардан нисбатан кўп ишлатиладигани втулка бармоқли муфтадир. Бу муфтанинг тузилиши фланецли муфтаникига ўхшаш бўлиб, иккита ярим муфтадан иборат (99- расм). Ярим муфтлар бир учида резъбаси бўлган бармоқлар ёрдамида ўзаро бириктирилади. Бармоқларнинг ярим муфтлардан бирида жойлашган қисмига эластик материалдан (резинадан) тайёрланган втулка (I вариант) ёки кўндаланг кесими трапеция шаклида бўлган бир неча ҳалқа ўрнатилган бўлади. Втулка ёки ҳалқа кесимининг баландлиги нисбатан катта бўлмаганлиги туфайли, кичик қийматли ($\Delta r =$



97- расм

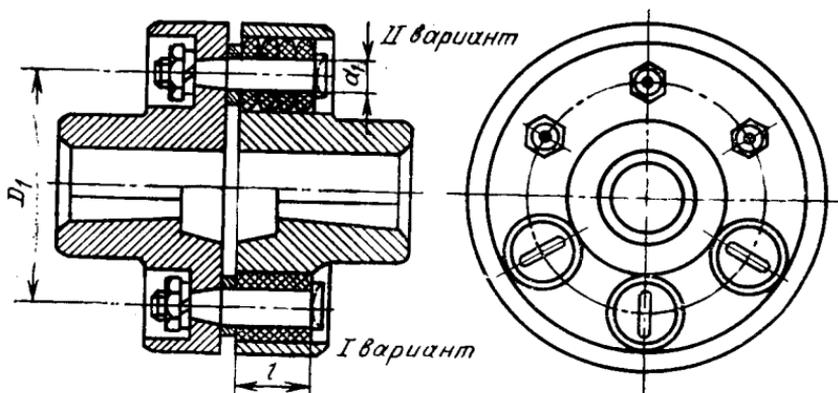


98- расм

$= 0,3 \dots 0,6$ мм, $\Delta\alpha = 1^\circ$ гача бўлган) силжишларгагина имкон беради. Бундай муфтгалар, кўпинча, электр двигателнинг вали билан юритма валини ўзаро бириктириш учун ишлатилади. Улар буровчи моментнинг қиймати ҳамда еалнинг ўлчамларига қараб, жадваллардан танлаб олинади. Танлаб олинган муфтгаларнинг мустаҳкамлигини текшириб кўришда бармоқлар эгилишга ҳамда резина деталнинг бармоққа тегиб турган сирти эзилишга ҳисобланади. Бунинг учун аввало ҳар бир бармоққа тўғри келадиган куч қиймати аниқланади:

$$F = 2T K / D_1' z, \text{ Н} \quad (3.11)$$

бу ерда: T —муфтага таъсир этувчи буровчи момент; D_1 —бармоқлар жойлашган айлананинг диаметри; K — иш режимини ҳисобга олувчи коэффицент (кўпинча $K = 1,5 \div 2,5$ қилиб олинади).



99- расм

Муфтанинг эластик элементи эзилишга, бармоқлари эса эғувчи кучланишга текширилади.

$$\sigma_{\text{эз}} = \frac{2T_x}{z D_1 d_1 l} \leq [\sigma_{\text{эз}}] \quad (3.12)$$

$$\sigma_{\text{эгр}} = \frac{2T_x 0,5 l}{z D_1 0,1 d_1^3} \leq [\sigma_{\text{эгр}}] \quad (3.13)$$

бунда: T_x — ҳисобий буровчи момент; z — бармоқлар сони; d_1 — бармоқнинг диаметри; l — бармоқнинг узунлиги; $[\sigma_{\text{эз}}]$ — эзилишдаги кучланишнинг жоиз қиймати (эластик материаллар учун $[\sigma_{\text{эз}}] = 1,8 \div 2$ МПа); $[\sigma_{\text{эгр}}]$ — эгилишдаги кучланишнинг жоиз қиймати (пўлат бармоқлар учун $[\sigma_{\text{эгр}}] = (0,4 \div 0,5) \sigma_{\text{ок}}$).

3.6 МУФТАЛАРГА ОИД МАСАЛАЛАРНИ ЕЧИШ

1. Диаметри 36 мм бўлган редукторнинг вали электр двигателнинг вали билан муфта ёрдамида бириктирилган. Узатилаётган қувват 9 кВт, айланиш частотаси 960 мин⁻¹ бўлган вал учун втулка-бармоқли муфта танлансин ҳамда шу втулка бармоқлари ва эластик элементларидаги кучланишлар аниқлансин.

Масаланинг ечими

Узатилаётган буровчи момент аниқланади.

$$T_1 = 9550 \frac{9}{960} = 89,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$T_x = T_1 \cdot K = 89,5 \cdot 2,0 = 179 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

54-жадвалдан буровчи моментнинг жоиз қиймати 240 Н·м бўлган втулка-бармоқли муфта танланади. Муфтанинг ўлчамлари: $D = 140$ мм; $L = 165$ мм; $B = (1 \dots 6)$ мм; $D_1 = 100$ мм; $d_6 =$

$= 14$ мм; $l_6 = 33$ мм; $z = 6$. Эластик втулканинг ўлчамлари: $D_B = 27$ мм; $l_B = 28$ мм.

Эластик втулканинг юзаси эзилишга текширилади.

$$\sigma_{93} = \frac{2T_x}{z D_1 d_1 l} = \frac{2 \cdot 179 \cdot 10^3}{6 \cdot 100 \cdot 14 \cdot 28} = 1,52 \text{ МПа} \leq [\sigma_{93}]$$

Муфтанинг бармоқлари эгувчи кучланишга текширилади

$$\sigma_{9r} = 2T_x 0,5 l/z D_1 0,1 d_1^3 = 2 \cdot 179 \cdot 10^3 \cdot 0,5 \cdot 33/6 \cdot 100 \cdot 0,1 \cdot 14^3 = 35,8 \text{ МПа}$$

$$[\sigma_{9r}] = (0,4 \div 0,5) \sigma_{ок} = (0,4 \div 0,5) \cdot 255 = 102 \div 127,5 \text{ МПа}$$

Муфтанинг бармоқлари 35 маркали пўлат материалдан тайёрланган. $[\sigma_{ок} = 255 \text{ МПа (47-жадвал)}$].

54-жадвал

Втулка-бармоқли муфта

d мм	T Н·м	n _{max} мин ⁻¹	D мм	L мм	B мм	В1 энг ичик қийма- ти	D1 мм	Бармоқнинг ўлчам- лари				Эластик втулка ўл- чамлари	
								d1 мм	l1 мм	Резь- ба	z	Dm мм	lвт мм
16 18	32	6300	90	84	1÷4	28	58	10	19	M 8	4	19	15
20 22	55	5600	100	104	1÷4		68			M 8			
25 28	130	4750	120	125	1÷5	42	84	14	33	M10	4	27	28
30—38 40—45	240 450	4000 3350	140 170	165 226	2÷6		100 120	14 18	33 42	M 10 M 12	6 6	27 35	28 36
48—55 60—65	700 1100	3000 2650	190 220	226 286	2÷8	55	140 170	18 18	42 42	M 12 M 12	8 10	35 35	36 36
70—75	2000	2240	250	288			70	190	24	52	M 16	10	45
80—95	4000	1700	320	350	2÷10	85	242	30	56	M 28	10	56,5	56

Мустақил ишлаш учун масалалар

1. Ёпиқ узатманинг $d = 50$ мм ли вали лентали конвейер барабанининг вали билан муфта ёрдамида ўзаро бириктирилган. Валдаги узатилаётган момент $T = 300$ Н·м. Шу вал учун втулка-бармоқли муфта танлансин ҳамда эластик втулка ва бармоқлардаги кучланишлар аниқлансин.

Жавоби: $[\sigma_{\text{зз}}] = 1,2$ МПа; $[\sigma_{\text{гр}}] = 31,5$ МПа

2. Втулка-бармоқли муфта узатадиган буровчи моментнинг ҳисобий қиймати 400 Н·м бўлиб, муфтанинг ўлчамлари $D_1 = 120$ мм, $d_1 = 18$ мм, $b_{\text{вт}} = 36$ мм, $[\sigma_{\text{зз}}] = 2$ МПа. Эластик втулкадаги эзувчи кучланиш жоиз қийматдан ошмаслиги учун зарур бармоқлар сони неча бўлиши керак?

Жавоби: $z = 6$

3. Втулка-бармоқли муфтада $D_1 = 84$ мм, $d_1 = 14$ мм, $l = 33$ мм, $z = 4$, $[\sigma_{\text{гр}}] = 100$ МПа. Муфта узата оладиган буровчи момент қиймати аниқлансин.

Жавоби: $T = 279$ Н·м

4. Электр двигатель вали втулкали муфта ёрдамида узатма вали билан бириктирилган. Узатилаётган момент 100 Н·м. Узатма валининг диаметри 40 мм, штифтнинг диаметри 15 мм. Муфта ҳамда штифтнинг мустаҳкамлиги аниқлансин. Бунда $[\tau_6] = 25$ МПа, $[\tau_{\text{кес}}] = 90$ МПа.

Жавоби: $\tau_6 = 16$ МПа; $\tau_{\text{кес}} = 24,8$ МПа

5. Ёпиқ узатма вали билан лентали конвейер барабанининг вали фланецли муфта ёрдамида ўзаро бириктирилган. $D_1 = 200$ мм бўлган фланецли муфта $T = 2500$ Н·м момент узатади. Муфта учун болтнинг диаметри аниқлансин.

Жавоби: М 12

ФЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТ

- Анурьев В. И. Справочник конструктора машиностроителя. — М.: Машиностроение, 1978.
- Дунаев П. Ф. Детали машин (курсовое проектирование). — М.: Высшая школа, 1984.
- Куклин Н. Г. и др. Детали машин. — М.: Высшая школа, 1984.
- Мансуров К. М. Материаллар қаршилиги. — Тошкент: Ўқитувчи, 1981.
- Ипкович Т. М. и др. Сборник задач и примеров расчета по курсу деталей машин. — М.: Машиностроение, 1975.
- Решетов Д. Н. Детали машин. — М.: Машиностроение, 1989.
- Иосилевич Г. Б. Детали машин. — М.: Машиностроение, 1988.
- Сулаймонов И. Машина деталлари. — Тошкент: Ўқитувчи, 1981.
- Чернавский Д. В. Курсовое проектирование деталей машин и механизмов. — М.: Высшая школа, 1980.

МУНДАРИЖА

Сўз боши	3
1- боб. Бирикмалар	4
1.1. Пайванд бирикмалар	4
1.2. Пайванд бирикмаларга оид масалаларни ечиш	6
1.3. Резьбачи бирикмалар	12
1.4. Резьбали бирикмаларга оид масалаларни ечиш	21
1.5. Шпонқали ва шлицли бирикмалар	30
1.6. Шпонқали ва шлицли бирикмаларга оид масалаларни ечиш	36
2- боб. Узатмалар	37
2.1. Тасмали узатмалар	37
2.2. Тасмали узатмаларга оид масалаларни ечиш	45
2.3. Тишли узатмалар	49
2.4. Тишли узатмаларга оид масалаларни ечиш	64
2.5. Червякли узатмалар	80
2.6. Червякли узатмаларга оид масалаларни ечиш	87
2.7. Занжирли узатмалар	92
2.8. Занжирли узатмаларга оид масалаларни ечиш	96
3- боб. Механизм ва машиналарнинг асосий деталлари	103
3.1. Вал ва ўқлар	103
3.2. Валларга оид масалаларни ечиш	108
3.3. Подшипниклар	120
3.4. Подшипникларга оид масалаларни ечиш	125
3.5. Муфтлар	132
3.6. Муфтларга оид масалаларни ечиш	145
Фойдаланилган адабиёт	138

На узбекском языке

ТАДЖИБАЕВ РУСТАМ НАШИРОВИЧ
ШУКУРОВ МУХТАР МАХМУДОВИЧ

СУЛАЙМАНОВ ИСКАНДАР

**СБОРНИК ЗАДАЧ
ПО КУРСУ «ДЕТАЛИ МАШИН»**

Учебное пособие для ВТУЗов

Ташкент «Ўқитувчи» 1992

Муҳаррир *Ш. Авзамов*
Расмлар муҳаррири *Ф. Некқадамбоев*
Техн. муҳаррир *Ш. Бобохонова*
Мусаҳҳиҳ *М. Минаҳмедова*

ИБ № 5444

Тершига берилди 9.04.91. Босишга руҳсаг этилди 18.02.92. Формати 60×90 1/16. Литературная гарнигураси. Кегли 10 шпонсиз. Юқори босма усулида босилди. Шартли б. л. 9,0. Шартли кр. -отг. 9,19. Нашр. л. 8,7. Тиражи 6500. Зак № 2403. Баҳоси 11 с. 70 т.

«Ўқитувчи» нашриёти. Тошкент, Навоий кўчаси, 30. Шартнома № 11 — 341 — 90.

Ўзбекистон Республикаси Матбуот давлат қўмитасининг Тошполиграфкомбинати. Тошкент.
Навоий кўчаси, 30. 1992.

Ташполиграфкомбинат Государственного комитета Республики Узбекистан по печати. Ташкент. ул. Навои. 30.

Тожибоев Р. Н. ва бошқ.

Машина деталлари курсидан масалалар тўплами: Техника олий ўқув юрт. учун ўқув қўлл. / Р. Н. Тожибоев, М. М. Шукуров, И. Сулаймонов.— Т.: Уқитувчи, 1992.—144 б.

1.1,2 Автордош.

Таджибаев Р. Н. и др. Сборник задач по курсу «Детали машин».

ББК 34.44я73

**«Ўқитувчи» нашриёти 1992 йилда
олий ўқув юртлари учун
қуйидаги китобларни нашр қилади:**

1. *Э. Собитов.* Чизма геометрия курси.

2. *Н. Ш. Турдиев.* Радиоэлектроника асослари.

3. *С. М. Қодиров.* Автомобиль ва трактор двигателлари.

4. *М. О. Қодирхонов.* Автомобиллар назариясидан масалалар тўплами.

5. *В. Мирбобоев, Э. Умаров.* Конструкция материаллар технологияси курсидан лаборатория ишлари.

6. *Ҳ. З. Расулов.* Грунтлар механикаси, замин ва пойдеворлар.

**«Ўқитувчи» нашриёти 1992 йилда
ҳунар-техника билим юртлари
учун қуйидаги китобларни нашр
қилади:**

1. *В. В. Колесниченко.* Бульдозер, скрепер ва грейдер ҳайдовчиси учун справочник.

2. *К. А. Лошаков.* Автомобилнинг тузилиши.

3. *В. П. Митронин.* Слесарларга ишлаб чиқариш таълими бериш.

4. *Н. И. Макиенко.* Слесарликдан амалий ишлар.

5. *В. А. Скакун.* Ишлаб чиқариш таълими устози касбига кириш.

6. *В. И. Трошин.* Программалаш асослари.