

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА
МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

ТОШКЕНТ КИМЁ -ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

**ОЗИҚ-ОВҚАТ МАҲСУЛОТЛАРИ ТЕХНОЛОГИЯСИ
ФАКУЛЬТЕТИ**

**«ОЗИҚ-ОВҚАТ САНОАТИ МАШИНА ВА ЖИҲОЗЛАРИ –
МЕХАНИКА АСОСЛАРИ» КАФЕДРАСИ**

А М А Л И Й М Е Х А Н И К А
фанидан

ПЛАНЕТАР УЗАТМАЛАР
услубий кўрсатма

ТОШКЕНТ 2014 й.

«Амалий механика» фанидан “Тишли планетар узатмалар” услубий кўрсатма.

Тавсия этилаётган бу услубий кўрсатма Тошкент кимё технология институтининг «Амалий механика» фанини ўрганувчи барча йўналишдаги бакалавр талабалари учун мўлжалланган. Ушбу услубий кўрсатмада планетар узатмалар ҳақида умумий маълумотлар, уларнинг тузилиши, ишлаш жараёни ва ҳисоблаш усуллари келтирилган.

Тузувчи: Ғ.З. Шаманов, Ғ.Боходиров, Баракаев Н.Р.

Такризчи: ТКТИ доц. Б.А.Мусабоев

Мазкур услубий кўрсатма “Механика асослари ва муҳандислик графикаси” кафедраси мажлисида муҳокама қилинди ва “Озиқ–овқат маҳсулотлари технологияси” факултетининг Илмий услубий кенгашига кўриб чиқиш учун тавсия этилди.

Баённома № май 2014 й.

Услубий кўрсатма “Озиқ–овқат маҳсулотлари технологияси” факултетининг Илмий услубий кенгашида кўриб чиқилди ва ТКТИ “Илмий-услубий бирламаси” да муҳокама қилиш учун тавсия этилди.

Услубий кўрсатма ТКТИ “Илмий-услубий бирлашмаси” да муҳокама қилинди ва кўп нусхада нашр этилишга рухсат берилди.

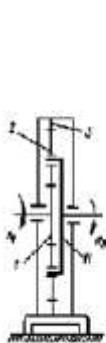
Баённома №

“ ” 2014 й

ПЛАНЕТАР УЗАТМАЛАР

УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР ВА КИНЕМАТИК ҲИСОБИ

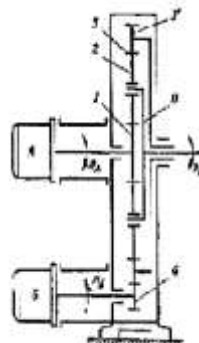
Планетар узатмалар деб, тишли ғилдираklarининг ҳаракати, қуёш системасидаги планеталар ҳаракатига ўхшаганлиги учун планетар узатмалар дейилади (1, 2 ва 3-шакллар). Марказий ғилдирак фақат ўз ўқи атрофида айланади (марказий ғилдирак дейилади), сателлитлар эса (2) ўз ўқи ва марказий ўқ атрофида айланиб, марказий ғилдирак билан илашишга киришади. Сателлитлар ўқи водиллага қотирилган бўлиб, марказий ўққа нисбатан айланади.



1-шакл.



2-шакл.



3-шакл.

1-шакл. Битта эркинлик даражасига эга бўлган планетар узатманинг кинематик схемаси.

2-шакл. Планетар дифференциал узатманинг кинематик схемаси.

3-шакл. Иккита етакловчи звеноли планетар дифференциал узатманинг кинематик схемаси (1 ва 4)

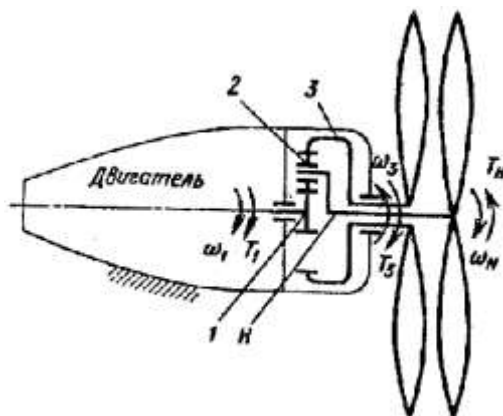
1-шаклдаги узатмада 3-ғилдирак корпусга қотирилган бўлиб, етакловчи ғилдирак 1, етакланувчи звено – Н водилладан тузилган. Баъзи ҳолларда марказий ғилдирак қўзғалмас қилиб тайёрланади (2 схема 1-жадвал). Агар водилла қўзғалмас бўлса, сателлитларнинг ўқлари ҳам қўзғалмас бўлиб қолади. Унда планетар узатма, оддий паразит ғилдиракли ўқдош узатмага айланади. 2-шаклда кўрсатилган узатма иккита эркинлик даражасига эгадир: у иккита етакловчи ва битта етакланувчи звенога эга бўлиши (3-шакл) ёки битта етакловчи ва иккита етакланувчи звенодан (4-шакл) иборат бўлади. 4-шаклда кўрсатилган узатма иккита етакловчи ўқдош звеноларда ишлатилади, масалан, самолёт винтларида 5-шаклда эркинлик даражаси бирга тенг бўлган ёпиқ дифференциалларнинг кинематик схемаси келтирилган. Уларда оддий тишли узатмалар, марказий ғилдирак ёки улардан бири водилла билан бириктирилади. Асосий планетар узатма қалин чизиқлар билан кўрсатилган, ёпиқлари ингичка чизиқ билан кўрсатилган. 1-жадвалда планетар узатмаларнинг кинематик схемалари ва уларни асосий кўрсаткичларини аниқловчи формулалар келтирилган. Энг кўп фойдаланиладиган узатма 1 схемада кўрсатилган. Бошқа планетар узатмаларга қараганда, унинг ўлчамлари кичик, катта юкланишларда ишлайди ва ф.и.к. юқори 2-схемадаги узатма, одатда оддий узатмалар билан комбинацияланган ҳолда ва 1-схема бўйича юқори ишончли узатмаларда ишлатилади. 3-схемадаги узатмалар катта узатишлар нисбати билан характеристикаланади, аммо ф.и.к. паст бўлиб, кичик юкланишларда ишлайди. Бундай узатмалардан кам юкланишли ёки қисқа вақт ичида ишлайдиган механизмларда ишлатилади.

1-жадвал. Кўп ишлатиладиган планетар узатмаларнинг кинематик схемалари ва уларнинг асосий кўрсаткичлари

Схема №	Узатманинг кинематик схемаси	Узатишлар нисбати ва унинг рационал чегаралари. Сател - литларнинг водиллага нисбатан айланишлар частотаси	ФИК ва унинг чегараланган кийматлари
1		$i_{1H}^{(3)} = 3,2 \div 12;$ $i_{1H}^{(3)} = 1 + \frac{z_3}{z_1};$ $n_2^{(H)} = -n_H^{(3)} \frac{z_3}{z_2}$	$\eta_{1H}^{(3)} = 0,98 \div 0,96;$ $\eta_{1H}^{(3)} = 1 - \frac{z_3}{z_1 + z_3} \psi_{13}^{(H)};$ $\psi_{13}^{(H)} = \psi_{12}^{(H)} + \psi_{23}^{(H)}$
2		$i_{3H}^{(1)} = 1,1 \div 1,5;$ $i_{3H}^{(1)} = 1 + \frac{z_1}{z_3}$ $n_2^{(H)} = -n_H^{(1)} \frac{z_1}{z_2}$	$\eta_{3H}^{(1)} = 0,99 \div 0,98$ $\eta_{3H}^{(1)} = 1 - \frac{z_1}{z_1 + z_3} \psi_{31}^{(H)};$ $\psi_{31}^{(H)} = \psi_{32}^{(H)} + \psi_{21}^{(H)}$
3		$i_{H1}^{(3)} = 100 \div 500;$ $i_{H1}^{(3)} = \frac{z_1 z_{2'}}{z_1 z_{2'} - z_2 z_3}$ $n_{2-2'}^{(H)} = -n_H^{(3)} \frac{z_3}{z_{2'}}$	$\eta_{H1}^{(3)} = 0,3 \div 0,1;$ $\eta_{H1}^{(3)} = \frac{1}{1 + \left \frac{z_2 z_3}{z_1 z_{2'} - z_2 z_3} \right \psi_{13}^{(H)}};$ $\psi_{13}^{(H)} = \psi_{12}^{(H)} + \psi_{23}^{(H)}$
4		$i_{1H}^{(3)} \approx 2;$ $i_{1H}^{(3)} = 1 + \frac{z_3}{z_1};$ $n_2^{(H)} = -n_H^{(3)} \frac{z_3}{z_2}$	$\eta_{1H}^{(3)} = 0,98 \div 0,96;$ $\eta_{1H}^{(3)} = 1 - \left \frac{z_3}{z_1 + z_3} \right \psi_{13}^{(H)};$ $\psi_{13}^{(H)} = \psi_{12}^{(H)} + \psi_{23}^{(H)}$
5		$i_{14}^{(3)} = 20 \div 500;$ $i_{14}^{(3)} = i_{1H}^{(3)} i_{H4}^{(3)} = i_{14}^{(3)} =$ $= \frac{1 + z_3/z_2}{1 - (z_2 \cdot z_3 / z_4 z_2)};$ $n_{2-2'}^{(H)} = -n_H^{(3)} \frac{z_3}{z_2}$	$\eta_{14}^{(3)} = 0,9 \div 0,8;$ $\eta_{14}^{(3)} = \left(1 - \frac{z_3}{z_1 + z_3} \psi_{13}^{(H)} \right) \times$ $\times \frac{1}{1 + \left \frac{z_2 \cdot z_3}{z_4 z_2 - z_2 \cdot z_3} \right \psi_{43}^{(H)}};$ $\psi_{13}^{(H)} = \psi_{12}^{(H)} + \psi_{23}^{(H)};$ $\psi_{43}^{(H)} = \psi_{42}^{(H)} + \psi_{23}^{(H)}$

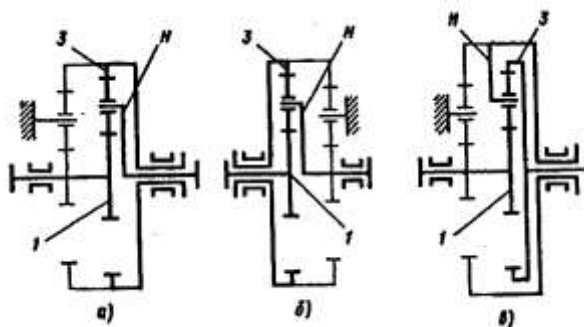
Эслатма: 1. Келтирилган формулаларда, i , n , η ва Ψ ларнинг юқоридаги қовус ичидаги индекслар - қўзғалмас звенони билдиради. Биринчи пастки индекс етакловчи звенони билдиради, иккинчиси етакловчи звенони билдиради

2. Бир жуфт гилдираклардаги чегаравий йўқотиш коэффиценти қиймати $\Psi^{(H)} = 0,025$.



4-шакл. Иккита етакловчи звеноли планетар дифференциал узатманинг кинематик схемаси (3 ва Н)

4-схемадаги узатмалардан дифференциал узатмалар сифатида (етакловчи водилла ва марказий етакланувчи ғилдираklar 1 ва 3) транспорт машиналарининг етакловчи кўприкларида, ускуналарнинг дифференциал механизмларида (етакловчи марказий ғилдираklar 1 ва 3, ҳамда етакланувчи водилла) ва редуктор сифатида (битта эркинлик даражали) ишлатилади.

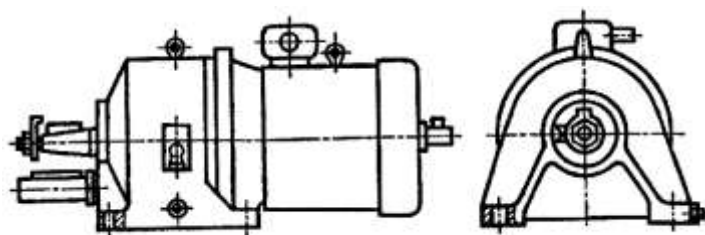


5-шакл Планетар ёпик дифференциал узатманинг кинематик схемаси.

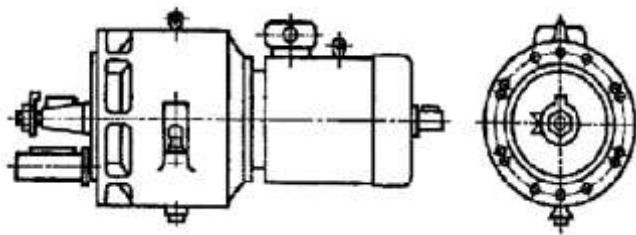
Охирги узатма бриктиради.

- а) 1 ва 3-ғилдираklar; б) 3-ғилдирак ва Н-водилла; в) 1-ғилдирак ва Н-водилло

5-схемада келтирилган узатмалар, узатишлар нисбати диапозонига эгадир, улар 3-схемадаги узатмалардан, аммо улар катта ф.и.к. ва юқори юкланиш хусусиятига эгадир (кўп оқимлилик эвазига). 2-2' сателлитлар блокига эғалигидан технологик жиҳатидан мураккабдир. Кинематик ва кучли юритмаларда ишлатилади. Ҳамма планетар узатмалар кўндаланг кесими доиравийдир, шунинг учун уларни фланецли электродвигателлар билан бирлаштириш имконини беради ва улардан мотор-редукторлар йиғилади.



6-шакл. Ўрнатиш қурилмали мотор-редуктор чизмаси



7-шакл. «Фланецли таянчда» бажарилган мотор-редуктор чизмаси

Планетар мотор-редукторлар икки хил кўринишда тайёрланади: фланецли таянчларда (1-шакл) ва куракчали (6-шакл). Умумий тарзда ишлатиладиган планетар редуктор ва мотор-редукторларнинг кўрсаткичлари таклифларда келтирилган.

ЎҚДОШ ВА КЎПОҚИМЛИ УЗАТМАЛАРНИ ЙИҒИШ ШАРТИ

1-жадвалда (3-схемадаги узатмадан ташқари) келтирилган планетар узатмалар кўпоқимли ўқдош ҳисобланади. Шунинг учун уларни йиғишда, ҳамда ғилдирак тишлар сони танлашда, қуйидаги шартларга амал қилиниши зарур.

Ўқдошлик шарти. Сателлитлар ёки паразитли ғилдираклар, қуёшли ёки тожли ғилдираклар билан илашишга киришадиган узатмаларда (2-схема, 1-жадвал), бундай шарт ўқлараро масофанинг тенглигидан ифодаланилади.

$$a_{w12} = a_{w23}$$

Агар тишли ғилдирак тишлари, ниш қирқиш асбоби ўзгартирилмасдан қирқилган бўлса

$$a_{12} = a_{23}$$

a_{12} ва a_{23} ларни модул ва тишлар сони билан ифодаласак, қуйидаги формулани оламиз.

$$\left. \begin{aligned} 0,5m(z_1 + z_2) &= 0,5m(z_3 - z_2) \\ z_1 + z_2 &= z_3 - z_2 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Тожли ғилдирак 3 ва сателлитлар 2 тишлар сони

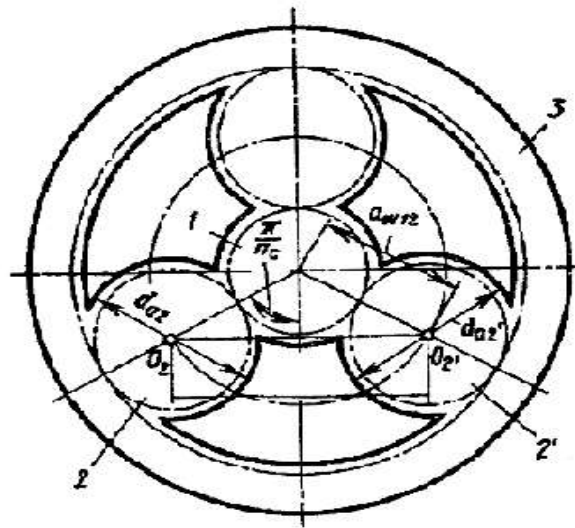
$$\left. \begin{aligned} z_3 &= z_1 + 2z_2 \\ z_2 &= 0,5(z_3 - z_1) = 0,5z_1(i_{1H}^{(3)} - 2) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

3-схемада берилган узатма учун, бу ерда ғилдираклар 2 та параллел текисликларда жойлашганда, ўқдошлик шарти

$$a_{w12} = a_{w2's} \quad (3)$$

Агар иккала жуфт ғилдиракларнинг модуллари тенг бўлса ва улар тиш қирқиш асбоби ўзгартирилмасдан қирқилганда, ўқдошлик шарти

$$z_1 - z_2 = z_3 - z_{2'} \quad (4)$$



8-шакл. Кўпоқимли узатмаларда сателлитларнинг кўшнилиги ёки паразит ғилдираклар шарти

5-схемадаги узатма учун, агар ғилдираклар иккита параллел текисликда жойлашган бўлса, уларнинг ўқдошлиги

$$a_{w12} = a_{w23} = a_{w23} = a_{w2/4} \quad (5)$$

ёки (тишлар сони ва модуллари тенг бўлиб, тишлар тиш қирқиш асбоби ўзгартирилмасдан қирқилган бўлса)

$$z_1 + z_2 = z_3 - z_2 = z_4 - z_{2'} \quad (6)$$

Кўпоқимли узатмаларда уларни йиғиш учун, ўқдошлик шартидан ташқари, иккита шарт бажарилиши лозим.

Кўшнилик шарти. Кўшни сателлитлар ва паразит ғилдираклар бир-бирига тегмаслиги учун (8-шакл), қуйидаги шарт бажарилиши керак:

$$o_2 o_{2'} > d_{a2} \quad (7)$$

Бу ерда $o_2 o_{2'}$ -кўшни сателлитларнинг ўқлараро масофаси; d_{a2} -сателлитларнинг айлана диаметрлари.

$o_2 o_{2'}$ -ларни ўқлараро масофа a_{w12} орқали ифодаласак, қуйидаги ифодани оламиз

$$2a_{w12} \sin \frac{\pi}{n_c} > d_{a2} \quad (8)$$

бу ерда: n_c -сателлитлар сони.

Агар тиш қирқиш асбобини ўзгартирмасдан тишлар қирқилган бўлса, у ҳолда

$$a_{w12} = a_{12} = 0,5m(z_1 + z_2);$$

$$d_{a2} = mz_2 + 2m;$$

$$(z_1 + z_2) \sin \frac{\pi}{n_c} \succ z_2 + 2 \quad (9)$$

Қўшни сателлитлар тиш каллаги баландлигининг айланалари ўртасидаги тирқиш минимал қийматини узатма модулига тенг деб қабул қилинади, аммо у 2 мм дан кам бўлмаслиги керак.

Сателлитлар тенг бурчак остида жойлашуvidан, тишларни илашишга кириш шarti. Битта текисликда жойлашган ғилдиракли узатмалар учун,

$$\left. \begin{aligned} \frac{z_1 + z_3}{n_c} &= \text{бутун сон} \\ \text{ёки (2) формулага асосан} \\ \frac{2(z_1 + z_2)}{n_c} &= \text{бутун сон} \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Ғилдираклари иккита параллел текисликда жойлашган узатмаларда, бу шартни бажариш учун барча марказий ғилдиракларни, сателлитларнинг кичик сони даражасига қараб танлаш керак. Барча сателлитларнинг тишлари бир-бирига нисбатан жойлашганда, иккита ғилдираклар тишларининг гардиши бир хил бўлиши керак.

ҒИЛДИРАКЛАРНИНГ ТИШЛАР СОНИНИ АНИҚЛАШ

Узатманинг кинематик схемаси ва конструкциясига асосан (редуктор ёки мотор-редуктор), сателлитлар сони ва узатишлар нисбатини танлагандан кейин ғилдирак тишлар сонини танлаб оламиз.

1, 2-схемалар ва уларга мос бўлган мураккаб поғонали узатмаларда, 5-схема бўйича тайёрланган (1 жадвал) ғилдираклар тишлар сонини танлаш коэффиценти.

Қуёшли ғилдирак тишлар сонини $z_1 \geq 13$ деб қабул қиламиз (тишлар оёини кесилишини олдини олиш учун); сателлитлар тишлар сони эса z_2 қуйидаги формула ёрдамида аниқланади ва яқин бутун сонгача яхлитлаб олинади.

$$z_2 = 0,5z_1(i_{1H}^{(3)} - 2) \quad (11)$$

Тоғжли ғилдирак тишлар сони z_3 (2) формулага асосан аниқланади. 1-жадвалдаги формулаларга асосан узатишлар сонини аниқлаштирамиз ва берилган қиймати билан солиштирамиз. Бир поғонали редукторлар учун хатолик 5% ни ташкил этади. Ундан кейин тишларни қўшнилиги ва илашишга кириш шarti текширилади.

Мисол 1. 1-шаклга асосан планетар редуктор учун тишлар сони танлансин. Узатишлар нисбати $i_{1H}^{(3)} = 5,6$; сателлитлар сони $n_c = 3$.

1. Қуёшли ғилдиракнинг тишлар сонини $z_1 = 15$ танлаймиз.

2. Сателлит тишлар сонини қуйидаги формуладан (11) аниқлаймиз.

$$z_2 = 0,5 z_1 (i_{1H}^{(3)} - 2) = 0,5 \cdot 15 (5,6 - 2) = 27$$

3. Тишларни илашишга кириш шартини қуйидаги формула ёрдамида текширамыз

$$\frac{2(z_1 + z_2)}{n_c} = \frac{2(15 + 27)}{3} = 28$$

шарт бажарилди.

4. Қўшнилик шarti бажарилиши қуйидаги формула ёрдамида текширилади

$$(z_1 + z_2) \sin \frac{\pi}{n_c} > z_2 + 2; \quad (15 + 27) \sin \frac{\pi}{3} > 27 + 2; \quad 36,4 > 29$$

шарт бажарилди.

5. Тожли ғилдирак тишлари сони қуйидаги формула ёрдамида текширамыз

$$z_3 = z_1 + 2z_2 = 15 + 2 \cdot 27 = 69$$

6. Узатишлар нисбатини қуйидаги формула ёрдамида аниқлаймиз

$$i_{1H}^{(3)} = 1 + \frac{z_3}{z_1} = 1 + \frac{69}{15} = 5,6$$

берилган қийматга мос келади.

1-жадвалнинг 1-схемаси бўйича берилган махсус ишларга мўлжалланган мотор-редуктор сифатида тайёрланган узатмани тишлар сонини танлаш тартиби (унинг қийматлари ГОСТ бўйича берилмайди) ўз хусусиятларига эгадир.

Масала 2. 1-жадвалнинг 1-схемаси бўйича махсус ишларга мўлжалланган мотор-редукторнинг тишлар сони танлансин. Узатишлар нисбати $i_{1H}^{(3)} = 6,3$, сателлитлар сони $n_c = 3$. Уланадиган электродвигател типини 4А112М243, $D=300$ мм фланецнинг ташқи диаметри

1. Тожли ғилдиракнинг бўлиш айланалари диаметрини d_3 аниқлаймиз:

$$d_3 \approx D - (30 \div 40) = 300 - (30 \div 40) = 270 \div 260 \text{ мм}$$

Бўлиш айланаларининг қатори (мм да) ГОСТ 25022-81 га асосан: 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000. $d_3 = 250$ мм яқин қийматини танлаб оламиз.

Шунга асосан $m = 2$ мм оламиз.

2. Тожли ғилдирак тишлар сонини аниқлаймиз.

$$z_3 = \frac{d_3}{m} = \frac{250}{2} = 125$$

3.Қуёшли ғилдирак тишлар сонини қуйидаги формулага асосан аниқлаймиз.
(1-жадвалда келтирилган)

$$i_{1H}^{(3)} = \frac{z_3}{z_1} + 1$$

$$z_1 = \frac{z_3}{i_{1H}^{(3)} - 1} = \frac{125}{6,3 - 1} \approx 23,6$$

бу ерда $z_1 = 24$ қабул қиламиз.

4.Сателлит тишлар сонини (2) формуладан аниқлаймиз.

$$z_2 = 0,5 (z_3 - z_1) = 0,5 (125 - 24) = 50,5$$

$z_2 = 51$ деб қабул қиламиз, у ҳолда $z_3 = z_1 + 2z_2 = 24 + 2 \cdot 51 = 126$

5.Тишларни илашишга кириш шартини текширамыз:

$$\frac{z_1 + z_3}{n_c} = \frac{24 + 126}{3} = 50 \quad (\text{бутун сон})$$

6.Қўшнилик шартини текшириш:

$$(z_1 + z_2) \sin \frac{\pi}{n_c} > z_2 + 2; \quad (24 + 51) \sin \frac{\pi}{3} > 51 + 2; \quad 65 > 53$$

7.Узатишлар нисбатини аниқлаштирамыз:

$$i_{1H}^{(3)} = 1 + \frac{z_3}{z_1} = 1 + \frac{126}{24} \approx 6,26$$

8.Берилган қийматдан оғишини текширамыз:

$$\Delta i = \frac{i_{\text{бор}} - i_{\text{хлк}}}{i_{\text{хлк}}} \cdot 100 = \frac{6,3 - 6,25}{6,3} \cdot 100 \approx 0,64 \%$$

($\Delta i_{\text{max}} = 4\%$) гача рухсат этилади.

Тишлар сонининг ҳақиқий қийматлари:

$$z_1 = 24; \quad z_2 = 51; \quad z_3 = 126; \quad m = 2 \text{ мм}; \quad d_3 = m \cdot z_3 = 2 \cdot 126 = 252 \text{ мм}$$

Тожли ғилдиракнинг бўлиш айланалари диаметрининг рухсат этилган қиймати 3 мм, узатишлар нисбатининг номинал рухсат этилган оғиши оралиғида.

1 ва 2-схемаларда берилган планетар редукторларнинг тишлар сонини дастлаб танлаб олиш учун 2-жадвалдан фойдаланиш қулайдир (1-жадвалга қараймиз).

2-жадвал 1-шаклда берилган схемалар учун узатишлар нисбати ва тишлар сони.

2-жадвал. 1-шаклдаги схемалар учун тишли ғилдираклар сони ва узатишлар нисбати

Z_3	Z_1	Z_2	$i_{1H}^{(3)}$	$i_{3H}^{(1)}$
50	16-20	17-15	4.125-3.500	1.320-1.400
55	15-23	20-16	4.670-3.391	1.273-1.418
60	16-24	22-18	4.750-3.500	1.267-1.400
63	15-27	24-18	5.200-3.333-	1.238-1.429
65	15-27	25-19	5.333-3.407	1.231-1.415
68	16-28	26-20	5.250-3.429	1.235-1.412
70	16-30	27-20	5.375-3.333	1.229-1.429
75	15-31	30-22	6.000-3.419	1.200-1.413
80	16-34	32-23	6.000-3.353	1.200-1.425
85	15-35	35-25	6.667-3.429	1.176-1.412
90	16-38	37-26	6.625-3.368	1.178-1.422
95	15-39	40-28	7.333-3.346	1.158-1.411
100	16-42	42-29	7.250-3.381	1.160-1.420
105	17-45	44-30	7.176-3.333	1.162-1.428
110	18-46	46-32	7.111-3.391	1.163-1.418
115	19-49	48-33	7.053-3.347	1.165-1.426
120	18-50	51-35	7.666-3.400	1.150-1.418

Қабул қилинган шартли белгилар: Z_1 —куёшли ғилдиракларнинг тишлар сони(иккита тишдан кейин ўзгаради); Z_2 —сателлит тишлари сони (битта тишдан кейин ўзгаради); Z_3 —тожли ғилдирак тишлари сони; Н-водилла.

3-схемага асосан узатмаларнинг тишлар сонини танлаш (1-жадвалга қараймиз).

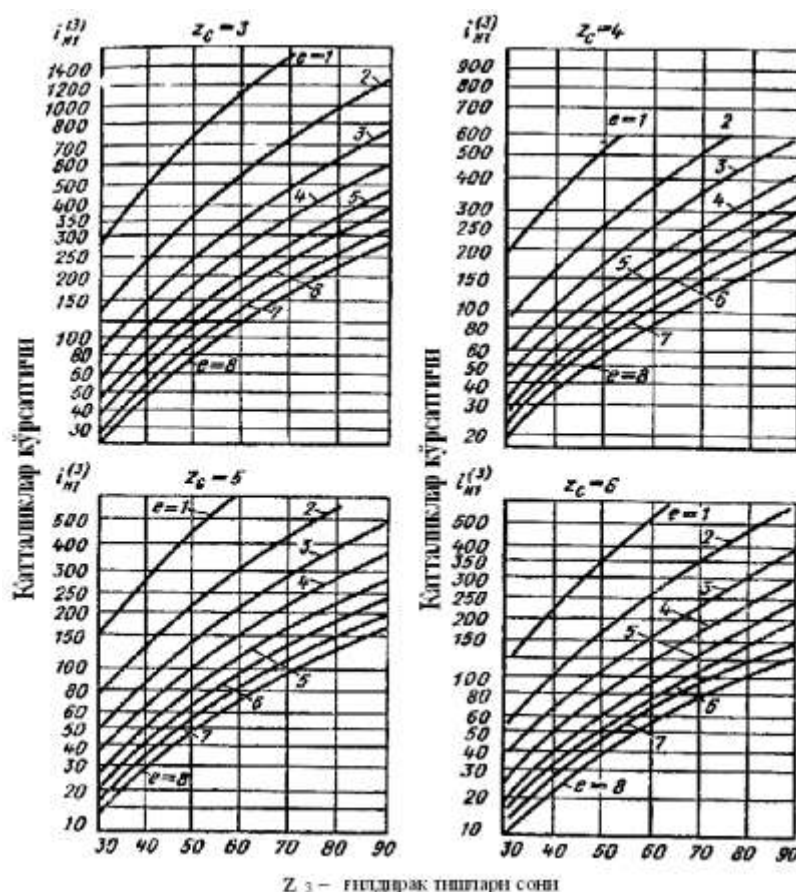
3-схемадаги узатмалар-бир оқимлидир, шунинг учун ғилдирак тишларининг сонини танлаш, уларнинг 2 та ғилдиракларини ўқдошлиги 1-2 ва 2'-3 бўйича танлаш тавсия этилади. Агар икки жуфт ғилдиракларнинг илашиш модули тенг бўлса, ҳамда тишлар тиш қирқиш асбоби ўзгартирилмасдан қирқилган бўлса, у ҳолда ўқдошлик шартини тишлар сони орқали ифодалаш мумкин.

$$\left. \begin{array}{l} z_1 - z_2 = z_3 - z_2 \\ \text{ёки} \\ z_3 - z_1 = z_{2'} - z_2 \end{array} \right\} \quad (12)$$

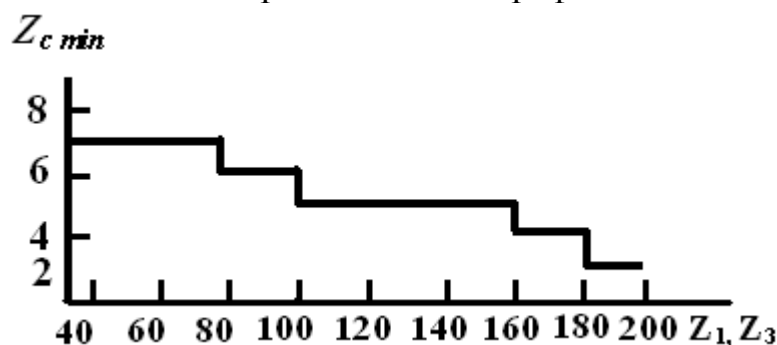
тишлар сонини узатишлар нисбатига боғлиқлиги

$$\frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{z_3}{z_{2'}} = \frac{i_{H1}^{(3)} - 1}{i_{H1}^{(3)}} \quad (13)$$

Бундай тенгламалар системасининг ечими, графикларда берилган (9-шакл), бу ерда берилган узатишлар нисбатига асосан, ҳамда тишлар сони ҳар хил бўлишини инобатга олиб $z_c = z_1 - z_2 = z_1 - z_{2'}$ ва $c = z_3 - z_1 = z_{2'} - z_2$ z_3 – қийматини аниқлаш мумкин.



9-шакл. 1-жадвалда келтирилган 3-схемадаги узатма учун ғилдирак тишларини аниқлаш графиги.



10-шакл. Z_1 ёки Z_3 ғилдирак тишлар сонига асосан, $Z_c = Z_1 - Z_2 = Z_3 - Z_4$ ларнинг минимал қийматларини аниқлаш графиги

Графикка асосан (10 шакл), z_c нинг минимал қийматини аниқлаш мумкин, бунда ғилдирак ва тишлар каллаги интерференция қилинмайди; агар z_c нинг қиймати графикда кўрсатилганидан кичик бўлса, уҳолда ғилдиракнинг

интерференциясини йўқотиш учун тиш қирқиш асбобини ўзгартириб тишларни қирқиш лозим ёки (агар $z_c \geq 3$ бўлса) тиш қирқиш асбобини 30^0 бурчак остида қўлланилади ва тиш каллаги баландлиги коэффиценти $h^* = 0,8$ қилиб олинади. Масалан, 3-схема бўйича узатмадаги тишлар сони $i_{H1}^{(3)} = 31,5$ бўлганда танлансин.

1. $z_c = z_1 - z_2 = z_3 - z_{2'} = 4$ ва $e = z_3 - z_1 = z_{2'} - z_2 = 5$ қабул қиламиз.

2. Графикдан (9-шакл) $z_3 = 84$ қабул қиламиз.

3. Аниқлаймиз.

$$z_{2'} = z_3 - z_c = 84 - 4 = 80$$

$$z_1 = z_3 - e = 84 - 5 = 79$$

$$z_2 = z_1 - z_c = 79 - 4 = 75$$

4. Ҳақиқий узатишлар нисбати

$$i_{H1}^{(3)} = \frac{1}{i_{1H}^{(3)}} = \frac{1}{1 - i_{13}^{(H)}} = \frac{1}{1 - \left(\frac{z_2}{z_1}\right)\left(\frac{z_3}{z_{2'}}\right)} = \frac{1}{1 - \frac{75}{79} \cdot \frac{84}{80}} = 316$$

5. Берилган узатишлар нисбати билан, ҳақиқий узатишлар нисбати ўртасидаги фарқини текширамиз.

$$\Delta i = \frac{i_{\text{бер}} - i_{\text{ҳақ}}}{i_{\text{бер}}} \cdot 100 = \frac{315 - 316}{315} \cdot 100\% \cong 0,32\%.$$

ПЛАНЕТАР УЗАТМАЛАРНИ ТИШЛАРИНИ МУСТАҲКАМЛИККА ҲИСОБЛАШ

Иккита марказий ғилдираклар (куёшли ва тожли), сателлитлар билан илашишга киришадиган планетар узатмаларда, ғилдирак материалларининг механик характеристикалари тақрибан бир хил бўлади, мустаҳкамликка фақат ташқи илашмалар ҳисобланади (қўшни ғилдирак ва сателлитлар). Тишларнинг юкланиш цикллари сонини аниқлашда, фақат ғилдиракларнинг нисбий айланишлар частотаси ҳисобга олинади, яъни водилла тўхтатилган ҳолатда бўлади.

Марказий ғилдираги 1 айланадиган узатмаларда ва n кўзгалмас бўлганда, ғилдиракнинг нисбий айланишлар частоталари қуйидаги формулалардан аниқланади.

$$\left. \begin{aligned} n_1^{(H)} &= n_1^{(H)} - n_H^{(n)} \\ n_n^{(H)} &= n_H^{(n)} \\ n_c^{(H)} &= n_H^{(n)} \frac{z_n}{z_c} \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

3-жадвал. Планетар узатма тишларини мустаҳкамликка ҳисобла формулалари

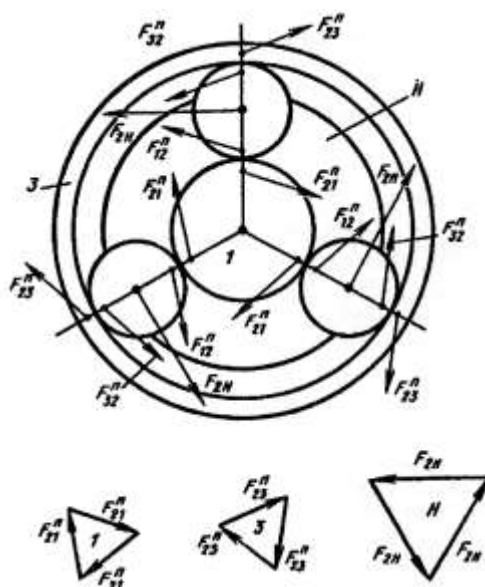
Ҳисобий боғлиқлиги	Ўлчов бирлиги	Формулалар №
Ишчи юзалар мустаҳкамлиги Лойиҳалаш ҳисоблари Ўқлараро масофа $a_w \geq K_a (u \pm 1) \sqrt[3]{\frac{T_2 \cdot K_{H\beta}}{n'_c [\sigma_H]^2 \cdot u^2 \cdot \psi_{ba}}}$	мм	(15)
Гилдирак эни $b \geq [K_a (u \pm 1)]^3 \frac{T_2 \cdot K_{H\beta}}{n'_c ([\sigma_H] \cdot u a_w)^2}$	мм	(16)
Текшириш ҳисоби Контакт кучланишни ҳисоби $\sigma_H = Z_M Z_H Z_\varepsilon \sqrt{\frac{2T_2 \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{H\gamma} (u \pm 1)}{n'_c d_2^2 b u}}$	МПа	(17)
$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{Hlimb} K_{HL}}{[S_H]}$	МПа	(18)
Эгилишдаги мустаҳкамлик текшириш ҳисоби Гилдирак эни $b \geq Y_F Y_\beta Y_\varepsilon \frac{2T_2 \cdot K_{F\beta}}{n'_c z_2 m^2 [\sigma_F]}$	мм	(19)
Тиш модули $m \geq \sqrt[3]{\frac{2T_2 Y_F Y_\beta Y_\varepsilon K_{F\beta}}{n'_c z_2 \psi_{bm} [\sigma_F]}}$	мм	(20)
Эгилишдаги ҳисобий кучланиш $\sigma_F \geq 2Y_F Y_\beta Y_\varepsilon \frac{T_2 \cdot K_{F\alpha} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{F\gamma}}{n'_c z_2 b m^2}$	МПа	(21)
$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{Flimb} K_{FL} K_{Fc}}{[S_F]}$	МПа	(22)

1-жадвалда ҳар бир узатма учун сателлитларнинг нисбий айланишлар частотасини аниқловчи формулалар келтирилган бўлиб, подшипникларни узок муддатга чидамлилигини ҳисоблашда фойдаланилади.

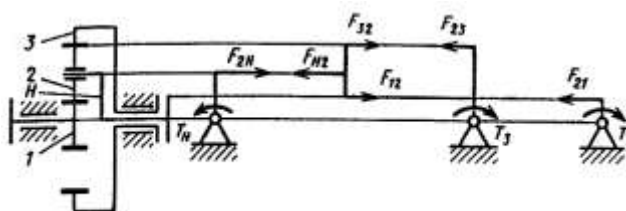
Планетар узатмаларни тишларини мустаҳкамликка ҳисоблаш, лойиҳалашга берилган топшириққа боғлиқдир. Планетар узатмаларни алоҳида йиғма сифатида лойиҳалаш учун, ҳисобни контакт кучлданиш шартига асосан ўқлараро масофани аниқлашдан бошланади. Мотор-редукторларни лойиҳалашда узатма диаметри

бириктириладиган электродвигателнинг корпуси диаметрига қараб аниқланилади, шунинг учун ғилдирак эни ҳисобни, контакт ва эгувчи кучланишлар шартига асосан бошлаш маъқулдир. Ғилдиракларнинг ҳақиқий эни, сателлитларга подшипник танлангач аниқланилади.

Планетар узатмаларнинг тишларини мустақкамликка ҳисоблаш формулалари 3-жадвалда келтирилган. Планетар узатмаларнинг звеноларига таъсир этувчи куч ва буровчи моментларнинг катталиклари, эркинлик даражасига боғлиқ бўлмайди. Эркинлик даражаси бирга тенг бўлган узатмаларда, қўзғалмас марказий ғилдиракка таъсир этаётган буровчи момент, қотирилган нукталарининг реакция кучларига тенглаштириб олинади.



11-шакл. Кўпоқимли узатмаларга таъсир этувчи, ўз-ўзини мувозанатлаштирувчи кучлар



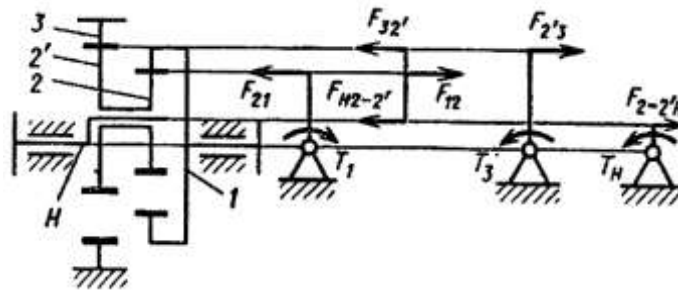
12-шакл. 2-жадвалдаги 1 ва 2-схемалар, ҳамда 1-4 шакллар учун узатманинг кучлар ҳисоби

Кўп оқимли узатмаларда (11-шакл) ўрнатилган иш режимида водилла ва ғилдиракларга таъсир этаётган илашишдаги кучлар, бир-бирини тенглаштиради, шунинг учун уларнинг валлари буровчи момент билан юкланган бўлади. Сателлитларга таъсир этаётган илашишдаги кучлар, диаметрлараро қарама-қарши томонга қўйилган, шунинг учун радиал ясовчилари бир-бирини тенглаштиради, айлана кучлар эса устма-уст тушади; сателлитлар ўқи ва подшипникларга йиғилган юкланишлар таъсир этади.

$$T_H = F_{2H} a_{12} \cdot n'_c; \quad F_{2H} = \frac{T_H}{a_{12} n'_c};$$

$$F_{H2} = F_{32} + F_{12}; \quad F_{32} = F_{12} = \frac{F_{H2}}{2};$$

$$T_3 = F_{23} \frac{d_3}{2} n'_c; \quad T_1 = F_{21} \frac{d_1}{2} n'_c; \quad T_H = T_1 + T_3$$



13-шакл. 1-жадвалдаги 3-схема учун узатманинг кучлар ҳисоби

Кучлар ҳисобини бажарганда, 12 ва 13-шаклда келтирилган усуллардан фойдаланиш қулайдир, бу усулда узатмадаги ҳар бир звенонинг мувозанати кўриб чиқилади. Ҳисоблашни, бурувчи момент берилган звенодан бошланади, унинг қиймати ва ғилдирак ўлчамлари бўйича мувозанатлаштирувчи кучлар аниқланади, ундан кейин эса, таъсир этаётган ва қарши таъсир этаётган кучларнинг тенглиги асосида, кинематик жуфтга кирувчи звенога таъсир этувчи куч аниқланади. Кейинчалик иккинчи звенонинг мувозанати кўриб чиқилади, яъни мувозанатлаштирувчи куч ва моментлар топилади ва ҳақозо, узатмадаги барча звеноларнинг мувозанати ўрганилади.

Барча кучлар, индексида иккита рақамлари бўлган F билан белгиланади: биринчи рақам звено номерини куч таъсир этаётган звено. Масалан, F_{12} -айлана куч бўлиб, биринчи ғилдирак иккинчи ғилдиракка таъсир этишини билдиради.

Кучлар ҳисобини тўғрилигини текшириш учун узатмага қўйилган ташқи бурувчи моментларнинг мувозанати текширилади (шу жумладан, таянч моментлари ҳам).

Мисол 1-4-шаклларда кўрсатилган узатмалар учун, марказий звеноларнинг айлана кучи ва ташқи бурувчи моментлари аниқлансин, ҳамда сателлитлар ўқи ва подшипникларига таъсир этувчи куч аниқлансин. T_H фойдали қаршилиқ momenti берилган, у водиллага қўйилган, n_c -сателлитлар сони ва ғилдирак ўлчамлари.

1. Водилланинг мувозанатини кўриб чиқамиз ва F_{2H} кучни топамиз (12-шаклга қараймиз)

$$T_H = F_{2H} a_{12} n'_c; \quad F_{2H} = \frac{T_H}{a_{12} n'_c}$$

2.Марказий ғилдираклар 1 ва 3 ва водилла билан кинематик жуфтни ҳосил қилувчи сателлитнинг мувозанатини кўриб чиқамиз ва F_{12} ва F_{32} кучларни топамиз.

$$\bar{F}_{H2} = \bar{F}_{12} + \bar{F}_{32}; \quad F_{H2} = -F_{2H}.$$

Сателлитлар ўқиға нисбатан куч моментларининг тенглик шарти.

$$F_{32} \frac{d_2}{2} = F_{12} \frac{d_2}{2};$$

$$F_{32} = F_{12}; \quad F_{12} = F_{32} = \frac{F_{H2}}{2}.$$

3.Марказий ғилдирак 3 нинг мувозанатини кўриб чиқамиз ва буровчи моментни топамиз.

$$T_3 = F_{23} \frac{d_3}{2} n'_c; \quad F_{23} = -F_{32}$$

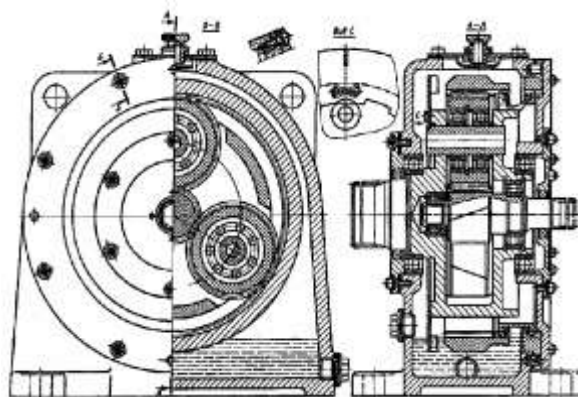
Бу ерда; 2-шаклдаги узатма учун етакловчи валдаги буровчи момент T_3 , 3-шаклдаги узатма учун фойдали қаршилик, 1-шаклдаги узатма учун таянч.

4. Марказий 1-ғилдиракнинг мувозанатини кўриб чиқамиз ва моментни топамиз.

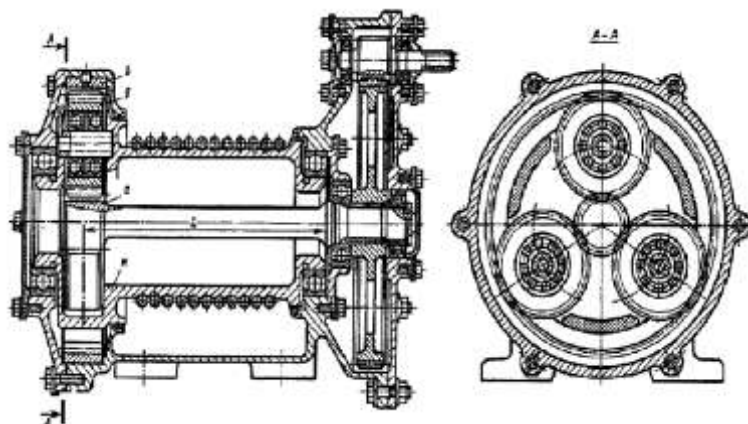
$$T_1 = F_{21} \frac{d_1}{2} n'_c; \quad F_{21} = -F_{12}.$$

T_1 -буровчи момент бўлиб, кўриб чиқиляётган мисолда 1, 2 ва 3-шаклдаги узатма учун-ҳаракатдаги (йўқотишларни ҳисобға олмаган ҳолда).

$T'_1 = \frac{T_1}{\eta}$ -йўқотишлар ҳисобға олган ҳолдаги, ҳаракатдаги буровчи момент, бу ерда η – узатманинг ф.и.к. (1-жадвалға қараймиз).



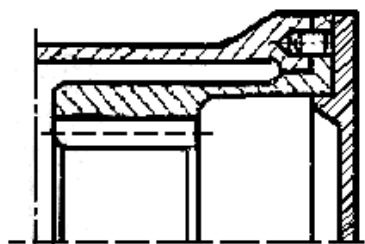
14-шакл. 1-жадвал, 1-схемадаги оқувчи тожли ғилдиракли планетар редуктор.



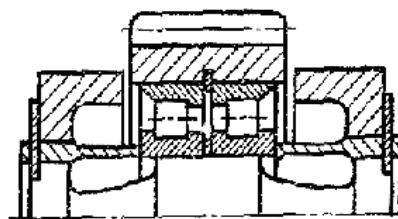
15-шакл. 1-жадвал, 1-схемадаги чигирли планетар редуктор

ПЛАНЕТАР УЗАТМАЛАРНИНГ КОНСТРУКЦИЯСИ

Планетар узатмаларнинг конструкцияси танлаб олинган кинематик схемасига, узатилаётган буровчи моментга ва ишлаш муддатига боғлиқдир. Кичик ҳажмдаги узатмаларни ҳосил қилиш учун, кучлар узатмасини кўпоқимли қилиб тайёрланади (одатда уч оқимли). Илашишдаги кучларни мувозанатлаштириш учун, сателлитлар сонини тоқ олиш тавсия этилади.



16-шакл. Тожли ғилдирак конструкцияси



17-шакл. Эгулувчанг ўқли сателлитлар конструкцияси

Марказий ғилдиракларнинг конструкцияси. Кучни кўпоқимли узатмаларда сателлитлар ўртасида юкланишни тенг тақсимланиши учун, узатмадаги битта ёки иккала марказий ғилдираклар ўзи ўрнатиладиган қилиб тайёрланади. (сузувчи) (14-шакл.) Катта ўлчамли узатмаларда иккала марказий ғилдираклар сузувчи қилиб тайёрланади: тишли муфта ёрдамида ўз-ўзини ўрнатиш амалга оширилади, бу муфталар қуёшли ғилдирак вали ёки олдинги поғона водилласи билан, тожли ғилдирак эса корпус ёки тугалловчи узатма билан бириктирилади.

15-17-шаклдаги конструкцияларда ўз-ўзини ўрнатиш эгилувчан звенолар ёрдамида амалга оширилади. 15-шаклда қуёшли ғилдирак узун эгилувчи валга консолли ўрнатиш 16-шаклда тожли ғилдирак конструкциясини эгилувчан қобик ўрнатиш. 17-шаклда сателлитлар эгилувчан ўққа ўрнатиш.

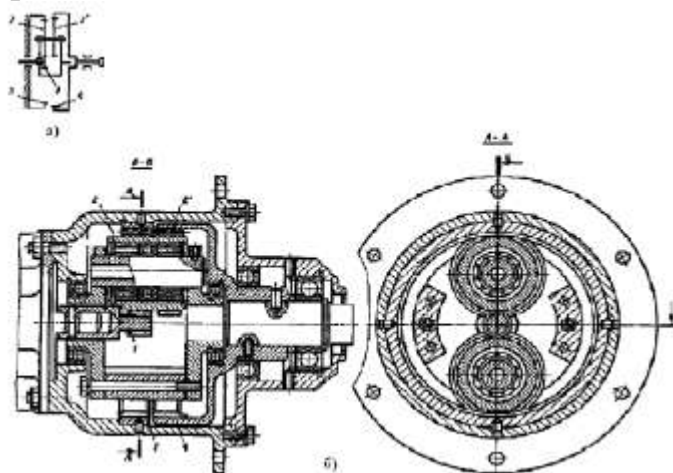
Юкланишларни сателлитлар ўртасида тенг тақсимланишини таъминлашни бошқа йўли мавжуд. Бунинг учун узатмадаги барча деталлар бикр қилиб ўрнатилиши лозим, ҳамда улар юқори аниқлик билан тайёрланган ва монтаж қилинган бўлиши шарт (18-шакл). Бикр тожли ғилдираклар тўғридан тўғри корпусда қирқилиши мумкин, корпусга пресланган ёки фланецларга қўшиб ўрнатилади (19-шакл).

Сателлитлар конструкцияси. Сателлитлар одатда думалаш подшипник – ларига йўниб мослаштирилган бўлади. Ўз-ўзини ўрнатиш учун сферик подшипниклардан фойдаланилади. Подшипник ташқи ҳалқасининг максимал диаметри қуйидагича топилади

$$D_{\max} = m(z - z_1) \quad (23)$$

бу ерда: m -узатмадаги ғилдирак модули; z -сателлит тишлари сони.

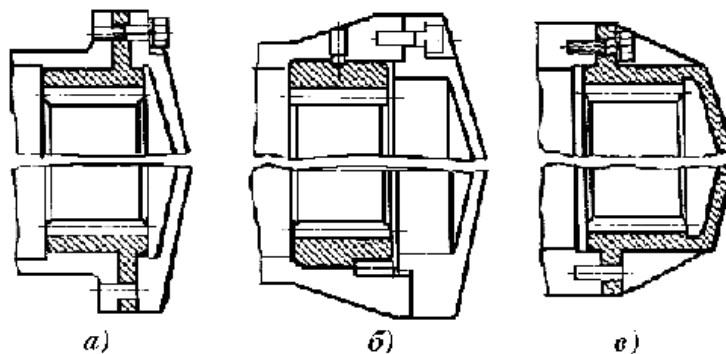
Узатманинг берилган ишлаш муддатини таъминлаш учун, сателлитларни иккита ёки учта подшипникларга ўрнатиш зарур бўлади (20-шакл). Кичик диаметрли сателлитларда, подшипниклар водилла бўйинчаларига ўрнатилади ёки ҳалқасиз подшипниклардан фойдаланилади (20д-шакл). Агар думалаш подшипниклар берилган узоқ муддатга чидамлилиги таъминланмаса, сирпаниш подшипникларидан фойдаланилади.



18-шакл. 5.1- жадвалдаги 5-схема учун марказий ғилдираклари бикр ўрнатилган планетар редуктор: а-кинематик схемаси; б-умумий кўриниши

Икки гардишли сателлитлар, одатда йиғма қилиб тайёрланади (5.21-шакл), бу тайёрламанинг оғирлигини камайтиради ва механик ишлов бериш вақтини қисқартиради ва механик ишлов бериш вақтини қисқартиради. Битта узатмага ўрнатиладиган икка гардишли сателлитларда уларнинг тишлар гардиши нисбатан бир хил йўналишда жойлашган бўлади.

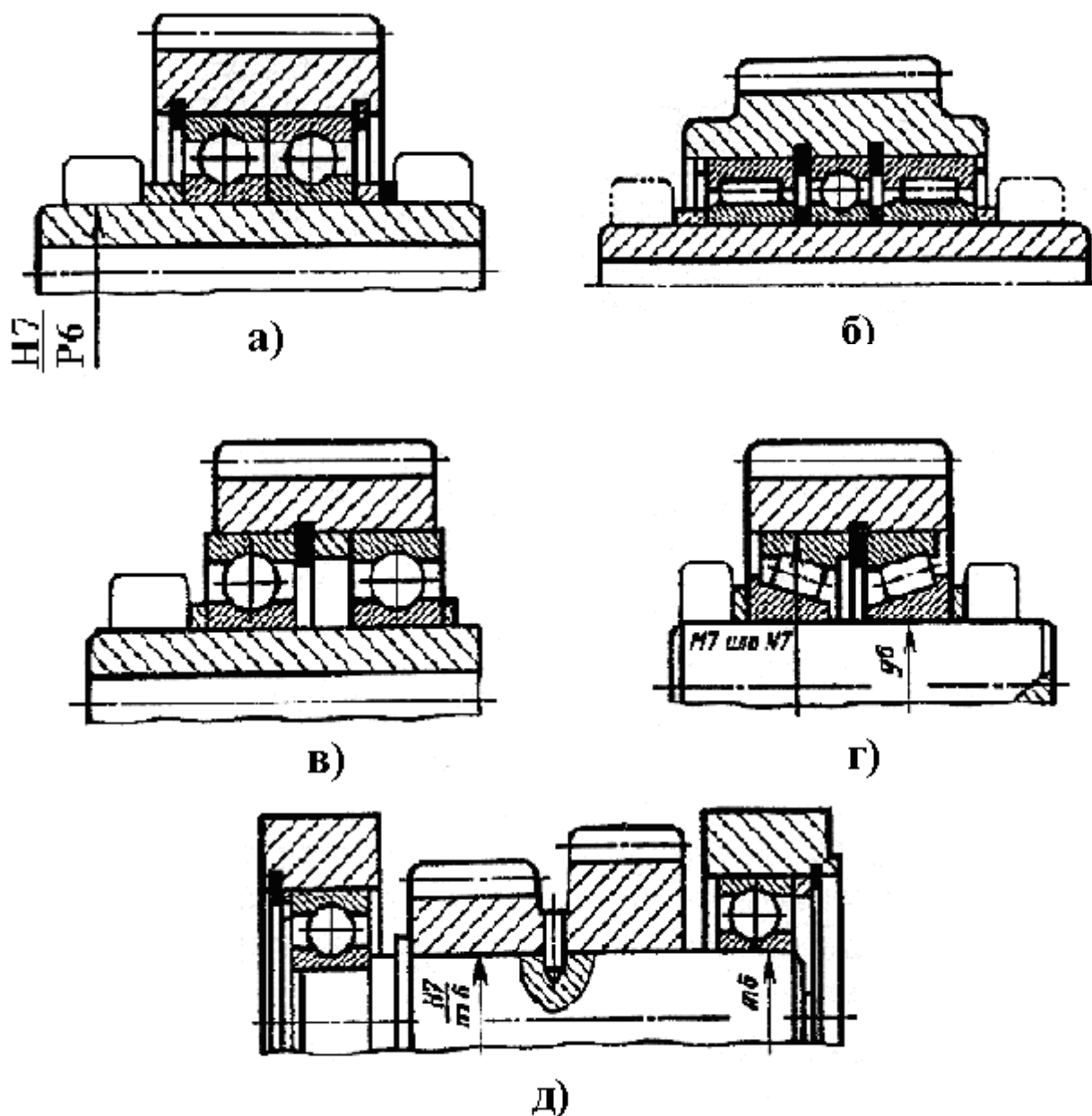
Бунинг учун улар махсус мосламаларда йиғилади ёки тиш гардишларини йиғишда биргаликда жойлаштирадиган конструкциялар қўлланилади. Сателлитларнинг диаметри бир – биридан кичик фарқ қилганда, битта деталдан тайёрланади.



19-шакл. Тожли ғилдиракларни бикр ўрнатиш:

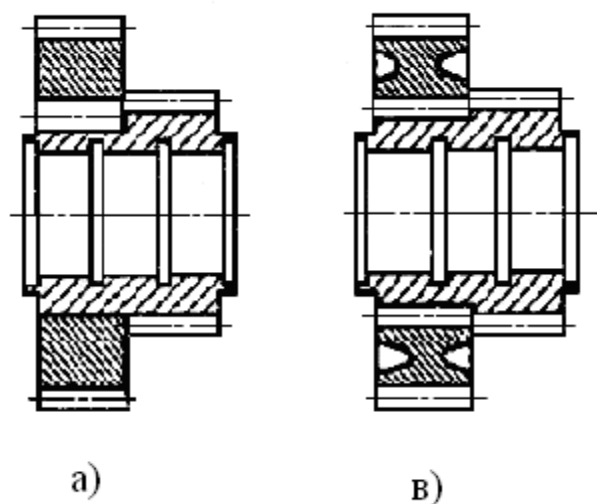
а-фланецда ўрнатиш; б-корпусга преслаб ўрнатиш; в-корпусга тишлар қирқиш билан ўрнатиш

Водилларнинг конструкцияси. Бир поғонали узатмаларда ва кўп поғонали узатманинг охириги поғонасида водиллар вал билан бир бутун қилиб тайёрланади (5.14-шакл), кам ҳолларда алоҳида тайёрланади. Биринчи ва ўртанча поғоналарнинг водилларида ўз-ўзини ўрнатиш талаб этилмаса, кейинги поғонанинг қуёшли ғилдираги билан бир бутун қилиб тайёрланади (5.23-шакл). Агар қуёшли ғилдираклар ўз-ўзини ўрнатадиган қилиб тайёрланган бўлса, у ҳолда улар тишли муфта орқали водилла билан бириктирилади.

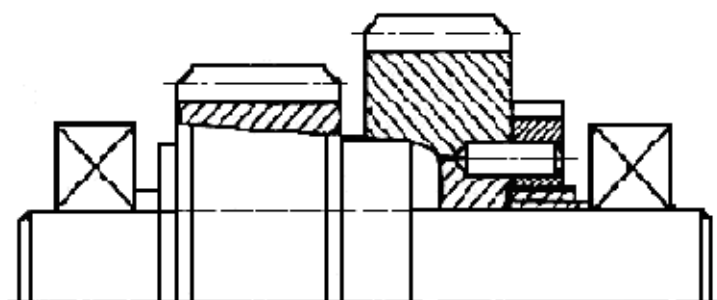


20-шакл. Думалаш подшипникларига сателитларни ўрнатиш конструкцияси:

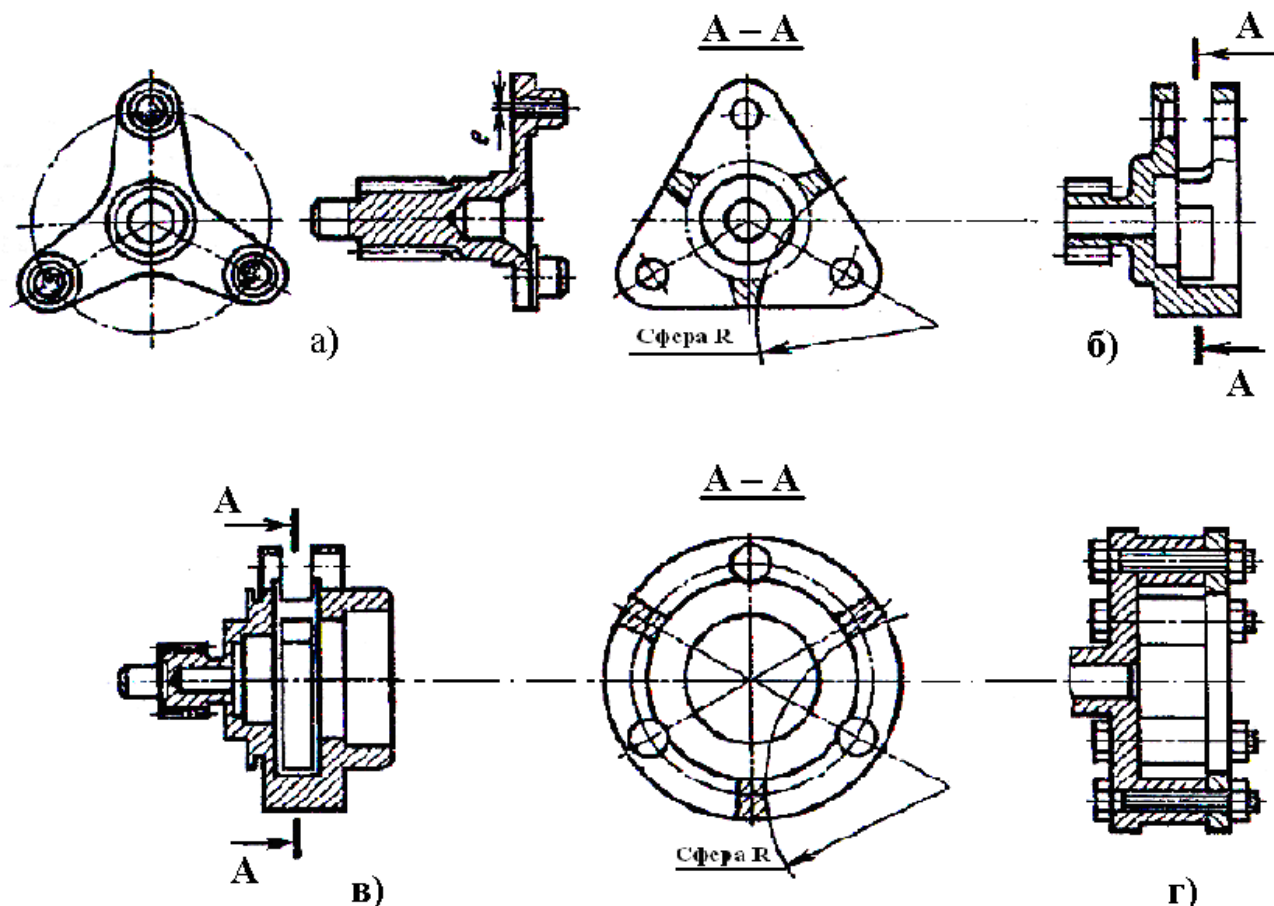
- а-сателитларга подшипниклар иккита пружинали халқалар ёрдамида маҳкамланади;
- б,г-сателитларга подшипниклар битта пружинали халқа ёрдамида маҳкамланади;
- в-сателитларга битта шарикли ва иккита игнасимон подшипниклар ўрнатилган;
- д-подшипник водила бўйинчаларига ўрнатилган.



21-шакл. Бир-бирига нисбатан ростланмайдиган икки гардишли сателлитлар йиғма конструкцияси: а-гардишлари шпонка билан бирктирилган; б-гардишлари шлицлар билан бириктирилган



22-шакл. Сателлитларнинг йиғма конструкцияси, жойлашишига нисбатан ростловчи иккита ташқи гардишлари билан



23-шакл. Водиллалар конструкцияси:

а-сателлитларнинг ўқлари консолли жойлашганда; б-сателлитларнинг ўқлари иккитадан таянчга эга; в- сателлитларнинг ўқлари иккитадан таянчга эга; г-водилланинг йиғма конструкцияси

Тайёрламанинг қолипини соддалаштириш мақсадида ва уларга механик ишлов беришни осонлаштириш учун водиллалар йиғма қилиб тайёрланади.

Корпусларнинг конструкцияси. Кўп микдорда ишлаб чиқариладиган планетар узатмаларнинг корпуслари куйма равишда кул ранг чўян, алюминий эритмаси ва пўлатлардан тайёрланади: планетар узатма корпуслари плита ёки рамага, корпус билан бирга қўйилган кулоқлари ёрдамида ўрнатилади. Қорпуснинг алоҳида қисмлари марказлаштирувчи чизиклари бўлган белбоғлар ёрдамида бириктирилади, улар болтлар, винтлар ёки шпилкалар ёрдамида қотирилади. Мотор-редукторларнинг корпуслари электродвигател билан бириктирилади (5.18-шакл). Струпларни редуктор корпусига қотириш учун, корпус билан биргаликда кўтарувчи кулоқлар ва илгаклар қўйилади ёки юкловчи винтларни ўрнатиш учун резьбали ушланмалар назарда тутилади.

ПЛАНЕТАР УЗАТМАЛАРНИ МОЙЛАШ

Планетар узатмаларни мойлаш икки усулдан фойдаланилади: мой идишига ғилдиракларни бажариш ва циркуляцияни. Биринчи усулдан қуйидаги шарт

бажарилганда сателлитлар, тожли ғилдирак билан илашадиган жойидаги айлана тезлигига қараб

$$v = \omega_H = \frac{d_3}{2 \cdot 10^3} \leq 5 \text{ м/с}$$

бу ерда ω_H – водилланинг бурчак тезлиги, рад/с; d_3 – тожли ғилдирак диаметри, мм.

Мой идишининг ҳажми, узатилаётган 1 квт қувватга қараб 0,3 – 0,5 метр оралиғида олинади. Транспорт машиналарининг редукторларида ундан бир мунча камроқ ишлатилади, 0,03 метргача 1 квт учун.

$v > 3 \text{ м/с}$ бўлганда сателлитларнинг думалаш подшипниклар ва марказий ғилдираклар мойни сачратиб мойлашни таъминлайди. v нинг қиймати кичик бўлган ҳолларда подшипникларни мойлашда, пластинкали мойлаш материалларидан фойдаланилади. Улар подшипникларни йиғишда ўрнатилади ва мой ушловчи шайбалар билан қотирилади.

Ишлаш даврида ҳосил бўлган механик заррачалар, мой ваннасига чўкиб қолиши учун, унинг тубидан катта юкланиш билан айланувчи юзаларгача бўлган масофа, камида 20 мм бўлиши керак. Агар модул қиймати 4 мм ва ундан катта бўлса, бу масофа 5-8 модулга тенг бўлади.

Ички тишли ғилдирак ва подшипникларда сачратиб етказиб берилган мойлар қолиб кетмаслиги учун дренаж қувурлари ясалади.

Мой микдори резбали назорат тикинлари ёрдамида текширилади. Улар корпуснинг шундай баландлигига ўрнатиладики, мойнинг максимал ва минимал микдорини кўрсатиши керак: кранли мой кўрсаткичлар, шулли ёки мой ўлчовчи ойналар ёрдамида аниқланади. Ишлатилган мойлар резбали тикин ёрдамида тўкиб юборилади. Тешик ва мой ваннасининг туби шундай жойлаштирилиши керакки, бунда барча мой тўкилиши таъминланиши зарур.

Катта қувватли планетар редукторларда циркуляцион мойлаш тизимидан фойдаланилади. Бу тизимда редукторларга мой насоси, фильтр, редукцион клапан, совутгич ва мой ўлчовчи асбоблар киради. Насоснинг иш қуввати, редукторнинг иссиқликка чидамлилиги ҳисоби билан аниқланилади. Улар тақрибий қуйидагича қабул қилинади. Агар $v \leq 10 \text{ м/с}$ да -1 л/мин гардиш энининг 10 мм га тўғри келади, агар $v > 10 \text{ м/с}$ да 2 л/мин олинади. Мойнинг умумий ҳажми 3 миндан кам бўлмаслиги лозим. Мой форсунка (мой пуркагич) лар ёрдамида ғилдирак четларига ёки ўқ ва радиал тешиклар ёрдамида қуёшли ғилдиракларга етказиб берилади. Тизимдаги мой босими 0,02 – 0,15 МПа ни ташкил этади. Сателлитлар подшипникларига мой ўқ ва радиал тешиклар ёрдамида водиллага, ҳамда сателлит ўқларига етказиб берилади.

Планетар редукторларни мойлаш учун қайта ишланган нефт мойларидан фойдаланилади, улар мойнинг сифати ва хоссаларини яхшилади (IX бўлим 9.6 § қаранг).

ПЛАНЕТАР УЗАТМАЛАРНИ ҲИСОБЛАШ НАМУНАСИ

Берилган: $T_H = 290 \text{ н} \cdot \text{м}$. Етакловчи валдаги буровчи момент; $n_H = 360 \text{ мин}^{-1}$ етакловчи валнинг айланишлар частотаси; узатманинг тури –тўрткутбли учфазали электродвигатели юритмали редуктор; етакловчи валнинг айланишлар частотаси (ассинхрон) $n_1 = 1450 \text{ мин}^{-1}$; редукторнинг ишлаш муддати 5 йил, бир йил давомида 300 кун, 8 соатдан I сменада ишлайди.

Ҳисоблаш таркиби.

1. Узатишлар нисбатини аниқлаймиз.

$$i = \frac{n_1}{n_H} = \frac{1450}{360} = 4,02$$

ГОСТ 2185-66 га асосан $i = 4$ яқин қийматни қабул қиламиз.

2. 5.1-жадвалдан 1 кинематик схемани танлаймиз, узатишлар нисбатини

$$i_{1H}^{(3)} = 4 \text{ га тенг.}$$

3. Сателлитлар сонини қабул қиламиз (кучларнинг илашишдаги мувозанатлашиш шартига асосан) $n_c = 4$

4. қуёшли ғилдиракнинг тишлар сонини танлаймиз $z_i = 30$.

5. Сателлитлар тишлар сонини қуйидаги формуладан ҳисоблаб топамиз (5.2)

$$z_2 = 0,5 z_1 (i_{1H}^{(3)} - 2) = 0,5 \cdot 30 (4 - 2) = 30$$

6. Илашишга кирувчи тишларни шартини қуйидаги формуладан текшираамиз.

$$\frac{2(z_1 + z_2)}{n_c} = \frac{2(30 + 30)}{3} = 40 - \text{бутун сон, шарт бажарилди.}$$

7. қўшничилик шартини бажарилиши қуйидаги формуладан текширилади (5.9)

$$(z_1 + z_2) \sin \frac{\pi}{n_c} \geq z_1 + 2;$$

$$(z_1 + z_2) \sin \frac{\pi}{n_c} = (30 + 30) \cdot 0,866 \approx 52$$

$$z_2 + 2 = 30 + 2 = 32; \quad 52 > 32 \quad \text{шарт бажарилди.}$$

8. Ўқдошлик шартдан фойдаланиб, илдизсимон ғилдиракнинг тишлар сонини қуйидаги формуладан аниқлаймиз.

$$z_3 + z_1 + 2z_2 = 30 + 2 \cdot 30 = 90$$

9. Тишли ғилдирак лар учун пўлат 40ХН маркали, яхшиланган, ўрта қаттиқликдаги НВ 280; ўзгарувчан кучланишларни базавий цикллар сони. $N_{HO} = 2,3 \cdot 10^7$

10. Қуёшли ғилдиракнинг ишлаш муддати даврида ўзгарувчан кучланишларни ишчи цикллар сонини аниқлаймиз. $t = 5 \cdot 300 \cdot 8 = 12 \cdot 10^3$ соат қуйидаги формулага асосан. $N_H = 60 n_c n_1^{(H)} \cdot t = 60 \cdot 3 \cdot 1090 \cdot 12 \cdot 10^3 = 235 \cdot 10^7$
бу ерда $n_1^0 = n_1^{(3)} - n_H^{(3)} = 1450 - 360 = 1090 \text{ мин}^{-1}$

11. $N_H > N_{HO}$, бўлганлиги учун, узок муддатга чидамлилиқ коэффициентни танлаймиз $K_{HL} = 1$

12. Қуёшли ғилдирак ва сателлитлар ўртасидаги ўқлараро масофани қуйидаги формуладан аниқлаймиз

$$a_w \geq K_2 (u+1) \sqrt[3]{\frac{T_2 \cdot K_{H\beta}}{n_c^1 [\sigma_H]^2 u^2 \psi_{ba}}};$$

бу ерда:

а) Тўғри тишли цилиндрлик ғилдираклар учун $K_a = 49,5$

б) Узаишлар сони $u = \frac{z_2}{z_1} = \frac{30}{30} = 1$

в) Буровчи момент, $H \cdot мм$ $T_2 = \frac{T_H}{i_{1H}^{(3)}} = \frac{290 \cdot 10^3}{4} = 72,5 \cdot 10^3;$

г) Юкланиш концентрацияси коэффициентини 3.1 жадвалга асосан $K_{H\beta} = 1,2;$

д) Сателлитларнинг ҳисобий сони $n_c' = n_c - 0,7 = 3 - 0,7 = 2,3;$

е) рухсат этилган контакт кучланиш қуйидаги формуладан топилади (3.9).

$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{H \lim b} K_{HL}}{[S_H]} = \frac{630 \cdot 1}{1,15} = 550 \text{ МПа}$$

бу ерда $\sigma_{H \lim b}$ контакт чидамлилигини қиймати 3.2 жадвалга асосан.

$$\sigma_{H \lim b} = 2HB + 70 = 2 \cdot 280 + 70 = 630 \text{ МПа}$$

узок муддатга чидамлилиқ коэффициентини $[S_H] = 1,1 \div 1,2$ яхшиланган пўлатдан тайёрланган ғилдираклар учун, $[S_H] = 1,15$ ўртача қийматини қабул қиламиз. Сателлит эни коэффициентини $\psi_{ba} = 0,5$ қабул қиламиз.

Аниқланган қийматларга асосан:

$$a_w = 49,5(1+1) \sqrt[3]{\frac{72,5 \cdot 10^3 \cdot 1,2}{2,3 \cdot 550^2 \cdot 1 \cdot 0,5}} \approx 60 \text{ мм}$$

13. (3.4) формулага асосан илашиш модулини аниқлаймиз.

$$m = \frac{2a_{w12}}{z_1 + z_2} = \frac{2 \cdot 60}{30 + 30} = 2 \text{ мм}$$

14. Тишли ғилдиракларнинг эни ва бўлиш айланалари диаметрларини аниқлаймиз, мм.

$$d_1 = mz_1 = 2 \cdot 30 = 60;$$

$$d_2 = mz_2 = 2 \cdot 30 = 60;$$

$$d_3 = mz_3 = 2 \cdot 90 = 180;$$

$$b = \psi_{ba} a_{w12} = 0,5 \cdot 60 = 30.$$

15. Тишларни эгувчи кучланиш бўйича текшириш ҳисобини (5.21) жадвал 5.3 формулага асосан бажарамиз. Коэффициентлар қийматини ГОСТ 21354-75 (III бўлимга) аниқлаймиз.

Эгувчи кучланишнинг ҳисобий қиймати МПа

$$\sigma_F = 2Y_F Y_B Y_\epsilon \frac{T_2 K_{F\alpha} K_{F\beta} K_{F\gamma}}{n_c z_2 b m^2} = 2 \cdot 3,8 \cdot 0,6 \cdot 1 \frac{72,5 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1,2}{2,3 \cdot 30 \cdot 30 \cdot 2^2} \approx 72 \text{ МПа}$$

Рухсат этилган қиймати билан таққослаймиз

$$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{Flimb} K_{FL} K_{Fc}}{[S_F]} = \frac{555 \cdot 1 \cdot 1,5}{1,8} = 465 \text{ МПа}$$

Мустаҳкамлик шarti $\sigma_F \leq [\sigma_F]$ бажарилди.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Жўраев А., Тожибоев З. “Амалий механика” Тошкент.Фан ва тараққиёт. 2007 й.
2. Сулаймонов И. "Машина деталлари". Тошкент. "Ўқитувчи". 1991 й
3. Иосилевич Г.Б., Лебедев П.А., Стреляев В.С. Прикладная механика". М. Машиностроение. 1995 г.
4. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин. Москва 1985 г.
5. Иванов М.Н. Детали машин. Москва 1984 г.
6. Решетов Д.Н. Детали машин. Москва 1989 г.
7. Черновский Д.В. Курсовое проектирование деталей машин и механизмов. Москва 1990 г.
8. Чернавские С.А. ва бошқалар. Курсовое проектирование деталей машин. М. Машиностроение. 1988 г.

Мундарижа

1.	Тишли планетар узатмалар. Умумий маълумотлар ва кинематик ҳисоби	3-5
2.	Ўқдош ва кўпоқимли узатмаларни йиғиш шarti	6-7
3.	Ғилдиракларнинг тишлар сонини аниқлаш	8-13
4.	Планетар узатмаларни тишларини мустаҳкамликка ҳисоблаш	14-22
5.	Планетар узатмаларни мойлаш	23-24
6.	Планетар узатмаларни ҳисоблаш намунаси	24-26
7.	Фойдаланилган адабиётлар	27

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]