

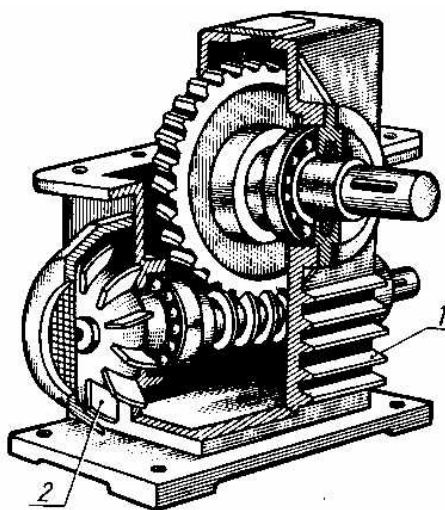
**O`ZBEKSTAN RESPUBLIKASI  
XALIQ BILIMLENDIRIW MINISTRILIGI**

=====

**A`JINIYAZ ATINDAG`I NO`KIS MA`MLEKETLIK  
PEDAGOGIKALIQ INSTITUTI**

**U. Utegenov**

**MASHINA DETALLARI**  
**«Berilislerdi» u`yretiwge arnalg`an**  
**OQIW QOLLANBA**



**NO`KIS - 2008**

**U.A. Utegenov**

Qollanba «Ka`siplik ta`lim» ha`m «Miynet ta`lim» bag`darındag`ı bakalavr qa`nigelerdi tayarlawda, Mashina detalları pa`ninde «Birikpelerdi» u`yreniwge arnalg`an oqıw qollanba bolıp esaplanadı.

***Juwaplı redaktor:***

K.M.Koshanov – professor, filologiya ilimlerinin` kandidatu

***PIKIR BILDIRI?ShILER:***

1.***K.Baymanov*** t.i.d., professor Qaraqalpaq ma`mleketlik universiteti

2.***M.Qarlibaev*** ag`a oqıtıwshı No`kis ma`mleketlik pedagogikalıq institutu

3.NMPI Ka`siplik ta`lim kafedrasının` gezektegi ma`jilisinin` №\_\_\_\_ «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2008j

## Kirisiw

Mashinasazlık, sanaat ha'm awıl xojalıg'ının rawajlanıwı ushın za'ru'r bolg'an texnikalıq baza jaratadı. Sonday eken, ha'r bir jumısshı injener ha'mde ilimpazlardın uazıypası zaman talabına tolıq juwap beretug'in, joqarı o'nimli, bekkem ha'm paydalı jumıs koeffitsienti joqarı bolg'an jan'adan mashinalar jaratıwdan ibarat. Bunın ushın mashinalar proektlewde olar detallardın mu'mkinshiligin she jen'il, jeterli da'rejede bekkem, su'ykeliske shıdamlı, a'piwayı, isletiliwi qolay ha'm qa'iwipsiz, sondayaq, ma'mleket standartları qoyg'an talaplardı tolıq qanıqtıratug'in bolıwına erisiw kerek. Bunnan tisqari, detallar isten shıqqanda tazasına tez ha'm an'sat almasıratug'in bolıwıda za'ru'r. Ta'biyiy, bunday uazıypanı joqarı da'rejeli qa'nigelerg'ana sheshe aladı. A'ne sonday qa'nigeler tayarlawda "Mashina detalları" kursı ayrıqsha orın tutadı.

Bir qansha detallardan du'zilgen mexanizmler jıynag'ı bolıp, belgili jumıs orınlawı ushın arnalg'an qural mashina dep ataladı. Ha'r bir mashina u'sh gruppası mexanizmden: Ha'reketleniwshi, orınlawshi ha'm uzatıwshi mexanizmlerden du'zilgen.

Mashinanın bir qıl materialdan tayarlang'an ha'm ayırım bo'leklerge ajralmaytug'in bo'legi detal dep ataladı. Mısali, gayka, bolt, shponka, prujina ha'm sonday-aq basqada detallar.

Mashinanın belgili bir uazıypanı orınlawı ushın arnalg'an ha'm bir neshe detalldan du'zilgen bo'legi uzal dep ataladı. Reduktor, mufta, podshipnik ha'm basqalar uzellerge misal bola aladı.

Demek, mashina uzellerden, uzeller bolsa detallardan du'zilgen.

Ju'da ko'p sonday detal ha'm uzeller hamme tu'rdegi mashinalarda isletiledi. Boltlar, gaykalar, tisli berilisler, qayıslı berilisler, podshipnikler, vıllar ha'm basqalar solar qatarına kiredi. Bunday detal ha'm uzeller mashinalarda ulıwma wazıypalardı orınladı. Olardı du'zilisi ha'mde proektleniw usılları mashina detalları pa'ninde u'yreniledi.

Sonday qılıp, mashina detalları pa'ni injenerlik praktikasında ko'plep ushıraytug'in, derlik ha'mme tu'rdegi mashinalar ushın ulıwma bolg'an detal ha'm uzellerdin du'zilisın ha'mde olardı ekonomikalıq jaqtan u'nemli qılıp esaplaw ha'm proektlew usılların u'yreniwshi pa'n.

Bul pa'n teoriyalıq mexanika, mexanizm ha'm mashinalar teoriiyası, materiallar qarsılıg'ı, materiallar texnologiyası ha'm sızbı geometriya sıyaqlı pa'nlerge tiykarlanadı. Usının menen birge, mashinasazlıq qa'nigeliklerin u'yreniwshi arnawlı pa'nlerdin tiykarı bolıp esaplanadı.

Mashina detalları kursında u'yreniletug'in tiykarg'ı detal ha'm uzeler to'mendegilerden ibarat.

1. Detaillardan uzeller, uzellerden mashina payda etiw ushın olardı o'z-ara qandayda bir qural menen bir birine biriktiriw za'ru'r. Sonday uazıypanı o'teytug'in birikpeler ha'm olardı payda etiwshi bo'lekler gruppası usı kursta u'yreniletug'in detaildın birinshi toparın payda etedi.

2. Mashinanın energiya deregi menen jumıs orınlawshi bo'lekleri arasında jaylasıp, ha'reket tezligin talap qiling'anınsha orınlawg'a imka'n beretug'in qural ha'r tu'rli

berilisler. Bunday berilisler ha'm olardi payda etiwshi detallar mashina detallari kursinin` ja'ne bir bo'legin quraydi.

3. Belgili, aylanatug`in ha'r qanday detaldin` ha'reketin ta'miyinlew ha'm olardi ornatiw ushin val ha'm ko'sherler dep atalatug`in detallardan paydalaniladi. Val ha'm ko'sherler o'zlerinin` tayanishlarina iye bolıwı kerek. Bunnan tisqari, ha'reketlenetug`in bir uzel ekinshi uzel menen o`zinin` vallari arqali jalg'anadi. Vallardi jalg'aw ushin bolsa ha'r tu'rli muftalardan paydalaniladi. Sebebi, talap qiling'an aylanba ha'reketi ta'miyinleytug`in vallar, ko'sherler ha'm olardin` tayanishlari ha'mde vallardi bir-biri menen jalg'astiratug`in muftalar mashina detallarinin` keyingi bo`limin quraydi.

4. Joqarida ko'rsetilgenlerden tisqari, tu'rli prujinalar, maylaw sistemasin qurawshi bo'lekler, korpus detallari ha'm usinday detallar hamme mashinalarda ushraydi ha'm usı kursta u'yreniledi. Demek, ko'pshilik mashinalar ushin ulıwma bolg'an birikpeler, berilisler, val ha'm ko'sherler, olardin` tayanishlari, muftalar, prujinalar ha'm tu'rli korpus bo'lekleri mashina detallari kursında u'yreniletug`in tiykarg`ı detal ha'm uzellerdi quraydi.

Ulli ilimpazlardan Aflotun (jan'a eradan 3,5 a'sır burın) ha'm Leonardo da Vinchi (1452-1519 jillar) o'z shig'armalarında podshipnik, tisli degershik, shınjırlı berilis ha'm tu'rli mashinalar xaqında ayrim mag'lumatlardı ko'rsetken bolsada, mashinalardı esaplaw ha'm proektlew pa'nine tek 19 a'sırde tiykar salındı.

"Mashina detallari" dep atalg'an birinshi kitabın professor V. L. Kirpichev 1881 jilda Peterburg qalasında baspadan shig'ardi. sol waqıttan rawajlana baslag'an bul pa'ndi bayıtwıda rus ilimpazlarınan P. K. Xudyakov, A. I. Sidorov, M. A. Saverin, N. S. Acherkan, N. I. Qolchin, V. A. Dobrovolskiy, A. I. Petrushevich, N. B. Kudryavtsev, L. D. Chasovnikov, D. N. Reshetov ha'm M. N. Ivanov shig'armaları a'hmiyetli rol` oynaydı. Shet el ilimpazlarınan K. Bax, F. Ritscher, O. Reynolds, A. Zammerfeld, V. Lyus, E. Bakingem., D. Shigley ha'm o'zbek ilimpazlarınan I. Sulaymonov., R. Tojiboev., M. Shukurov ha'm A. Jwraevlarning «Mashina detallari» pa'nine tiyisli shag'armalarında diqqatqa ılayıq.

## BERILISLER HAQQINDA ULIWMA TU`SINIKLER

Bizge belgili, mashina ha`m mexanizmlerdi ha`reketke keltiriw ushın aldın bir energiya deregi bolıwı kerek. Energiya deregi esabında ishten janıw dvgateli, par mashinası, elektr dvgatellerinen paydalanıw mu`mkin. Ko`binshe, energiya deregi esabında paydalanılatug`ın uzellerdin` jumıs islew xarakteri jumıs orınlawshı bo`limge qoyılğ`an talaplardan ayırmashılıq etedi. Mısalı, avtomobildi turg`an ornınan qozg`atıw waqtında onın` degershiklerindeki burawshı moment u`lken shamag`a iye bolıwı kerek. Bug`an degershiktin` aylanıw jiyiligin kemeytiriw esabına erisiledi. Avtomobilge ornatılğ`an ishten janıw dvgateli aylanıw jiyiliginin` nominal shaması bolsa salıstırmalı o`germes boladı. Demek, avtomobildin` nominal ha`reketin ta`miyinlew ushın, belgili aylanıw jiyiligi menen islep turg`an dvgatelden paydalang`an jag`dayda, degershik tezligin basqarıw ha`m tiyis bolg`an jag`dayda ha`reket bag`ıtın o`zgertiw za`ru`ryatı tuwıladı.

Avtomobillarda bunday uazıypanı o`teytug`ın uzel tisli degershiklerden du`zilgen berilis, yag`nıy tezlikler qutısı. Ko`pshilik elektr dvgatellernin` jumıs islew rejimi mashinanın` jumıs orınlawshı bo`leginin` jumıs islew rejiminen ayırıladı. Olardı bir - birine tuwrılaw jumıslarında tu`rli berilisler ja`rdeminde a`melge asırılardı.

Sunday qılıp, energiya deregi menen mashinanın` jumıs orınlawshı bo`legi aralıg`ında jaylasıp, olardı o`z-ara baylanıstırıwshı ha`mde ha`reketti talap qılınğ`anınday etip orınlawg`a mu`mkinshilik beriwshi mexanizmler berilisler dep ataladı.

Mashinasazlıqta mexanikalıq, elektrlik, pnevmatikalıq ha`m gidravlikalıq berilislerden paydalanılardı. Olardın` en` ko`p isletiletug`ını mexanikalıq berilisler bolıp tabılardı. Bul berilisler ayırıqsha ha`m basqa berilisler menen birgelikte isletiliwi mu`mkin.

Mashina detalları kursında, tiykarınan mexanikalıq berilisler u`yreniledi. Basqa tu`rdegi berilisler xaqqındag`ı mag`lıwmatlar arnawlı kurslarda tolıq beriledi.

Mexanikalıq berilisler eki tu`rge bo`linedi; 1) su`ykelis esabına jumıs isleytug`ın berilisler (friksion ha`m qayışlı berilisler); 2) ilinisiw esabına jumıs isleytug`ın berilisler (tisli, chervyaklı ha`m shınjırli berilisler).

Demek, mexanikalıq berilislerdi payda etiwshi tiykarğ`ı detallar o`z-ara tiyip turadı yamasa iyiliwshen` zveno (qayıs, shınjır) arqalı baylanısqa boladı.

Bunnan tisqari, mexanikalıq berilisler vallardın` o`z-ara jaylasıwına qarap, parallel, kesiliske, ayqas vallı tu`rlerge, uzatıw sanınin` o`zgeriwine qarap bolsa berilis sanı o`zgermeytug`ın, basqıshlı o`zgermeli ha`m basqıshsız o`zgeriwshi tu`rlerge bo`linedi.

Su`ykelis esabına islewshi berilislerdin` tiykarğ`ı detalları (degershik, shkıv ha`m tag`ı basqalar) sıypaq betke, ilinisiw esabına jumıs isleytug`ın berilislerdin` tiykarğ`ı detalları (tisli degershik, shkıv ha`m tag`ı basqalar) bolsa u`lken burawshı momenttin` berilisin ta`miyinleytug`ın tislerge iye boladı. Berilislerde energiya dereginen energiyanı tikkeley qabıl qılıp alıwshı val jetekshi val dep, bul valdan energiyanı qabıl qılıp, jumıs orınlawshı bo`limge jetkerip beriwshi val bolsa jeteleniwshi val dep ataladı.

Eger berilis bir neshe basqışlı bolsa, ha`r bir basqıştın` birinshi ha`m aqırg`ı valların` quwatı ha`mde aylanıslar jiyilikleri berilgen bolıwı kerek. Birinshi ha`m aqırg`ı vallardag`ı quwat ha`mde tezlikler berilistın` tiykarg`ı xarakteristikası bolıp tabıladı. Bunnan tısqarı, berilislerdin` paydalı jumıs koeffitsienti ha`mde berilis sanı olardıń jumısın xarakterlewshi ko`rsetkishlerden esaplanadı.

$$\sigma_{\text{se}} = \frac{6Th}{dlb^2} \leq [\sigma_{\text{se}}] \quad (1)$$

Berilislerdin` paydalı jumıs koeffitsienti to`mendegishe anıqlanadı.

$$\eta = \frac{N_2}{N_1} \quad \eta = 1 - \frac{N_u}{N_1} \quad (2)$$

bul jerde  $N_u$  – ha`reketti jetekshi valdan jeteleniwshi valg`a jetkerip beriwde ziyanlı qarsılıqlar barlıg`ı na`tiyjesinde shıg`ın bolg`an quwat.

Eger jetekleiwshi valdın` aylanıs jiyiligi  $n_1$ , jeteleniwshi valdiki  $n_2$  bolsa, ol jag`dayda, berisler sanı to`mendegishe anıqlanadı.

$$U = \frac{n_1}{n_2}$$

Energiya ag`ımının` bag`darına qaramastan, qa`legen eki val mu`yesh tezliklerinin` qatnasları berililer qatnası dep ataladı;

$$i_{1-2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2} \quad i_{2-1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\omega_2}{\omega_1} \quad (3)$$

bul jerde  $\omega_1$  ha`m  $\omega_2$  – birinshi ha`m ekinshi valdın` mu`yeshli tezlikleri, rad/s esabında. Berilis qatnası ulıwma tu`sinik bolıp, birden u`lken, kishkene yamasa birge ten` bolıwı mu`mkin. Berilis sanı bolsa, tiykarinan, u`lken shamadag`ı aylanıslar jiyiliginin` kishkene shamalı aylanıslar jiyiligine qatnasına ten` bolg`anı ushın ol ko`pshilik jag`dayda birden u`lken boladı; ayırım jag`daylarda berilis sanı da birge ten` bolıwı mu`mkin. Ko`pshilik mexanikalıq berilislerden birinshi valdın` aylanıs jiyiligi qalg`an vallardın` aylanıslar jiyiliginen u`lken bolg`anı ushın, esaplawda tiykarinan berilis sanı tu`siniginen paydalanıladı.

Valdag`ı quwat ha`m aylanıslar jiyiligi belgili bolg`an jag`daylarda olardag`ı burawshı moment to`mendegishe anıqlanadı;

$$T_1 = \frac{N_1}{\omega_1} H \cdot M; \quad T_2 = \frac{N_2}{\omega_2} H \cdot M;$$

bul jerde  $N_1$  ha`m  $N_2$  quwatlar  $Vt$  esabında; tezlikler  $\omega_1$  ha`m  $\omega_2$  rad/s yamasa

$$T_1 = 9550 \frac{N_1}{n_1} H \cdot M \quad \text{ha`m} \quad T_2 = 9550 \frac{N_2}{n_2} H \cdot M \quad (4)$$

bul jerde  $N_1$  ha`m  $N_2$  - quwatlar, kVt;  $n_1$  ha`m  $n_2$  - aylanıslar jiyiligi, min<sup>-1</sup>.  $T_2$  momentti  $T_1$  momentke bo`lse,

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{N_2 n_1}{N_1 n_2} = \eta \cdot u$$

kelip shıg`adı, Bunnan bolsa

$$u = \frac{T_2}{T_1 \eta}$$

boladı. Sonday qılıp, berilis sanın to`mendegishe anıqlamalaw mu`mkin:

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{T_1}{T_2 \eta} \quad (5)$$

Eger berilis bir neshe basqışlı bolsa, onın` ulıwma berilis sanı:

$$U = u_1 \cdot u_2 \cdot \dots \cdot u_0 = \frac{n_1}{n_0} \quad (6)$$

boladı, bul jerde  $u_1, u_2$  ha`m  $u_0$ -birinshi, ekinshi ha`m aqırğ`ı basqışlar ushın ayırım-ayırım tabılğ`an berilisler sanı;  $n_0$ -aqırğ`ı valdın` aylanıslar jiyiligi.

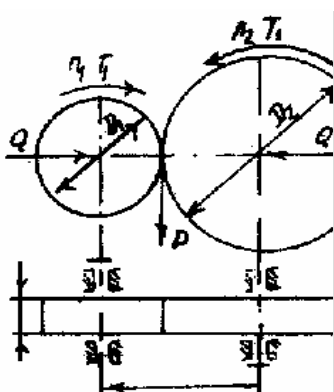
Ko`p basqışlı berilisler bir tu`rdegi berilislerden du`zilgen bolıwı sha`rt emes. Mısalı, qayışlı, chervyaklı ha`m tisli berilisler birgelikte ko`p basqışlı bir berilisti payda etiwı mu`mkin.

Mashinasazlıqta berilisler u`lken a`hmiyetke iye. Sonın` ushın olardı u`yrenıw, jan`a tu`rlerdi jaratıw ha`m bar tu`rlerin rawajlandırıw ma`selelerine u`lken itibar berilmekte.

## 1.FRIKTsION BERILISLER

Eger jetekleiwshi valdın` ha`reketi jeteleniwshi valg`a su`ykelis ku`shi ja`rdeminde jetkerip berilse, bunday berilisler friksion berilisler dep ataladı. Bul berilislerdin` en` a`piwayılıg`ı bir-birine belgili ku`sh penen qısılg`an tegis betli eki degershek - katoktan du`zilgen.

Jetekleiwshi val aylang`anda degershiktin` tiyisken ornında su`ykelis ku`shi payda boladı. Bul ku`sh jeteleniwshi degershikti aylantıradı.



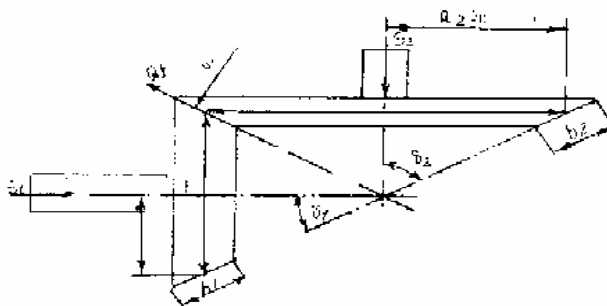
Tsilindir degershikli friksion berilis

Formada ko`rsetilgen ko`rinistegi friksion berilisten paralel vallardag`ı ha`reketti jetkerip beriwde paydalanıladı. Eger o`z-ara kesilisiwshi vallardın` birinen ekinshisine ha`reket jetkerip beriw tiyis bolsa, ol jag`dayda, konuslı degersheklerden paydalanıladı. Su`ykeleniwshi degersheklerden birinin` radiusı o`zgeretug`ın etip islense, ol jag`dayda, berilisler sanı o`zgeretug`ın friksion berilis payda boladı. Bunday berilisler variatorlar dep ataladı.

Friksion berilisler artıqmashlıqları to`mendegilerden ibarat: Du`zilisi a`piwayı, ha`reket bir tegis ha`m shawqımsız jetkerip beriledi; jumis islew waqtında berilis sanın belgili shegarada o`zgertiw mu`mkin.

Friktsion berilislerdin` kemshiliklerine jumis orınlawshı detallardın` tez ha`m tegis emes jeliniwi, val ha`m tayanıshlarg`a tu`setug`ın ku`sh shamasının` u`lkenligi, vibratsiya qublısı barlıg`ı berilis sanının` o`zgermeytug`ın shamasına iye bola almaytug`ınlıg`ı, paydalı jumis koeffitsientinin` salıstırg`anda kishkeneligi ( $\eta = 0,80 \dots 0,92$ ), degershiklerdi bir-birine belgili da`rejede tartıp turıw ushın qosımsha u`skene kerek bolıwı kerek.

Friktsion berilislerde berilis sanı 10 g`a shekem, jetkerip beriletug`ın quwattın` shaması bolsa 300 kVt qa shekem bolıwı mu`mkın. biraq, ko`binshe, bul berilisler aylanıs tezligi 25 m/s, quwatı bolsa 25 kVt qa shekem bolg`an mexanizmlerde isletiledi.



Konus degershikli friktsion berilis

## 1.1. FRIKTSION BERILISLERDIN` KINEMATIKASI HA`M OLARDAG`I KU`SHLER

Eger jeteklewshi degershiktin` diametri  $D_1$  ha`m aylanıslar jiyiligin  $n_1$  menen, jeteleniwshi degershiktin` diametrin  $D_2$  ha`m aylanıslar jiyiligin  $n_2$  menen belgilesek, ol jag`dayda berilis sanı to`mendegishe boladı:

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1(1-\varepsilon)} \approx \frac{D_2}{D_1} \quad (7)$$

bul jerde vibratsiyanı esapqqa alıwshı koeffitsient bolıp, onın` shaması 0,01 den 0,03 shamasında alınadı.

Jeteklewshi degershikten jeteleniwshi degershikke do`ngelek  $F$  ku`shti berilis ushın degershikler bir-birine  $Q$  ku`sh penen tartıp qoyılıwı tiyis (65-forma);

$$Q = \frac{KF}{f'} \quad (8)$$

bul formulada  $f'$  – su`ykelis koeffitsienti; eki degershik polattan bolıp maylanıp tursa;  $f' \approx 0,04-0,005$ ; maylanbasa  $f' \approx 0,15-0,20$  (bul shama degershiklerdin` biri shoyınnan tayarlang`an jag`dayg`a da tiyisli boladı);  $K$  - tis islewdegi saqlanıw koeffitsienti. Bul koeffitsientin` shaması, ko`binshe, 1,25 ten 1,5 ke shekem etip alınadı

## 1.2. FRIKTSION BERILISLERDI ESAPLAW TA`RTIBI

## A. Tsilindr degershikli berilislerdi esaplaw

En` aldın jeteklewshi degershik diametri anıqlanadı. Bunın` ushın to`mendegi qatnastan paydalanıladı:

$$D_1 \geq (4...5) d_l \quad (9)$$

bul jerde:  $d_l$  - jeteklewshi valdın` diametri bolıp, ol to`mendegishe anıqlanadı:

$$d_l = (130...150) \sqrt[3]{\frac{N_1}{n_1}} \text{ мм}, \quad (9a)$$

Bunda  $N_1$ -jeteklewshi valdag`ı quwat kVt,  $n_1$ -jeteklewshi valdın` aylanıs jıyılıgi.

Sonnan keyin, jeteleniwshi degershiktin` diametri anıqlanadı:

$$D_2 = u \cdot D_1 (1 - \varepsilon) \approx D_1 \cdot u.$$

Anıqlang`an ha`m berilgen shamalardan paydalanıp, talap etilgen tartıwshı ku`sh tabıladı:

$$Q = \frac{KF}{f} = \frac{K \cdot 2T / D_1}{f} = \frac{K \cdot 2 \cdot 9550 N_1}{f \cdot D_1 \cdot n_1} = \frac{K \cdot 19100 N_1}{f D_1 n_1} = \frac{K \cdot 19100 N_2}{f D_2 n_2 \eta} H, \quad (10)$$

bul jerde  $D_1$  ha`m  $D_2$  metr esabında.

Tartıwshı ku`sh tabılğ`annan son`, degershiktin` eni anıqlanadı. Bunın` ushın uzınlıq birliğine ruxsat etilgen basımnın` shamasınan paydalanıladı. Ol  $[r]$  formada belgilenedi ha`m ha`r tu`rli materiallar ushın shaması tablitsadan alınadı.

| Degershiklerdin` materiali                      | $[r]$ , N/smolası |
|-------------------------------------------------|-------------------|
| Eki degershikler de polattan                    | 1500...2000       |
| Eki degershikler de shoyınnan                   | 1050...1350       |
| Degershiklerdin` biri shoyınnan, biri charmdan  | 150...250         |
| Degershiklerdin` biri shoyınnan, biri ag`ashtan | 2,5...50          |
| Eki degershikler de plastmassadan               | 400...800         |

Degershiktin` eni  $b = \frac{Q}{[p]}$  formada anıqlanadı.

Sonı na`zerde tutıw kerek, degershik eninin` maksimal shaması  $D_1$  den u`lken bolmawı kerek, yag`nıy

$$b_{max} \leq D_1.$$

Tartıwshı  $Q$  ku`shtin` shaması o`zgermeytug`ın yamasa o`zgermeli boliwi mu`mkin.  $Q$  o`zgermeytug`ın bolg`anda onın` za`ru`r shaması prujina, rıchag yamasa qol ku`shi menen payda etiledi.  $Q$  o`zgermeli bolg`anda onın` za`ru`r shaması, jetkerip beriletug`ın momenttin` mug`darına qarap, avtomat ra`wishte arnawlı qurılma ja`rdeminde ta`miyinlenedi. Ayrım jag`daylarda tartıwshı ku`shtin` shamasın kemeytiriw maqsetinde sırtında ponasimon oyıqları bolg`an degershiklerden paydalanıladı.

## B. Konus degershikli berilislerdi esaplaw.

Konus degershikler, joqarıda ko`rsetilgenindey, bir-biri menen kesilisen vallar arasında ha`reket jetkerip beriw ushın qollanıladı (66-forma). Ko`pshilik vallar arasındag`ı mu`yesh, bul jerde  $\delta = \delta_1 + \delta_2 = 90^\circ$  boladı. Bul jerde  $\delta_1$ -birinshi degershiktin` konuslıq mu`yeshi;  $\delta_2$  - ekinshi degershiktin` konuslıq mu`yeshi

Bul berilislerde berilis sanı to`mendegishe anıqlanıadı:

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_1}{D_2} = \frac{d_{2yp}}{d_{1yp}} = \frac{R_{2yp}}{R_{1yp}} = \operatorname{tg} \delta_2 = \operatorname{ctg} \delta_1 \quad (11)$$

bul jerde  $R_{1ur}$  ha`m  $R_{2ur}$ -birinshi ha`m ekinshi degershikler orta do`ngeleklerdin` radiusları.

Eger quwat  $N_1$  ha`m jeteklewshi ha`m jeteleniwshi degershiklerdin` aylanıs jiyiligi  $n_1$  ha`m  $n_2$  berilgen bolsa, esaplaw to`mendegi tartipte alıp barıladı:

1. Jeteklewshi degershiktin` orta diametri anıqlanıadı. Bunın` ushın to`mendegi qatnastan paydalanıladı:

$$d_{B1} = (130 \dots 150) \sqrt[3]{\frac{N_1}{n_1}} \text{ мм} \quad (12)$$

bul jerde  $d_{B1}$  - birinshi valdin` diametri.  $d_{1ur} = (2 \dots 6) d_{B1}$ ;

2. Aldın aylanıs tezligi, keyin bolsa do`ngelek ku`sh tabıladı.

$$v = \frac{\pi d_{yp} \cdot n_1}{60 \cdot 1000} \text{ м / с}, \quad F = 10^3 \cdot \frac{N_1}{v} H \quad (13)$$

3. Degershikler tayanıshqa tu`setug`ın ku`sh tabıladı:

$$S_1 = Q \sin \delta_1 = \frac{KF \sin \delta_1}{f}; \quad S_2 = Q \sin \delta_2 = \frac{KF \sin \delta_2}{f} \quad (14)$$

K nın` shaması 1,5 nan 2 ge shekem alınıwı mu`mkin.

4. Salıstırma basımnan paydalanıp, degershiklerdin` bir-birine tiyip turatug`ın betinin` eni anıqlanıadı:

$$Q = \frac{KF}{f}; \quad b = \frac{Q}{[p]}$$

## 2. QAYISLI BERILISLER

Qayıslı berilislerdin` en` a`piwayısı jeteklewshi, jeteleniwshi shkivlerden ha`m olarg`a keriw menen kiydirilgen qayıstan du`zilgen boladı. Jeteklewshi shkivten ha`reket ha`m energiya jeteleniwshi shkivke qayıs arqalı qayıs penen shkiv arasında payda bolatug`ın su`ykelis ku`shi esabına jetkerip beriledi. Qayıstın` keriliwi, qamraw mu`yeshi ha`m su`ykelis koeffitsienti qansha u`lken bolsa, qayıslı beriliske sonsha u`lken nagruzka qoysa boladı.

Qayıslı berilislerde to`mendegi artıqmashlıqlar bar: 1) qayıslı berilis ha`reketti salıstırğanda u`lken aralıqqa jetkerip beriw mu`mkinshiligin beredi; 2) shawqımsız ha`m ken` jumıs isleydi; 3) nagruzkanın` shaması birden artıp, ku`sh penen ta`sir ete

baslasa, mashinanın tiykargı bo`leklerin sinip ketiwden saqlaydı, sebebi nagruzkanın shaması belgili da`rejede artatug`ın bolsa, qayıs shkivte qaltıray baslaydı; 4) du`zilsı a`piwayı; 5) onsha qımbat emes.

Qayıslı berilislerdin tiykargı kemshiliklerine to`mendegiler kiredi: 1) sırtqı o`lshemleri u`lken; 2) qayıstın shkiv sırtında titirenip turıwı sebepli berilis sanı o`zgermeytug`ın shamağ'a iye bola almaydı; 3) val ha`m tayanışqa tu`setug`ın ku`sh salıstırmalı u`lken; 4) qayıstın jıdamlılıg`ı salıstırma kishkene (1000...5000 saat aralıg`ında).

Qayıslı berilislerden avtomobilsazlıqta, stanoksazlıqta ha`m awıl xojalıg`ı mashinalarında ken` ko`lemde paydalanıladı. Ha`zirgi waqıtta kese kesimi trapetsiya, sina ha`m do`ngelek formada bolg`an qayıslar isletiledi.

## 2.1. QAYISLI BERILISLERDI ESAPLAWDIN` TEORIYALIQ TIYKARLARI.

Qayıslı berilislerdi esaplawdın teoriyalıq tiykarları trapetsiya formalı qayıslı berilisler ushın da sina formalı qayıslı berilisler ushın da birdey. Qayıslı berilislerdi esaplawda eki faktorg`a, yag`nıy qayıstın tartıw uqıplılıg`ı tiykarınan qayıs penen shkiv arasındag`ı su`ykelis koeffitsientinin shamasına baylanıslı. Ha`zirgi waqıtta qayıslı berilislerdi joybarlawda olardı tartıw uqıplılıg`ı boyınsha esaplaw menen toqtamaydı.

## 2.2. QAYISLI BERILISLERDIN` KINEMATIKASI

Shkivlerdegi do`ngelek tezlikler to`mendegishe anıqlanadı:

$$v_1 = \frac{\pi D_1 n_1}{60 \cdot 1000} \text{ m/c}; \quad v_2 = \frac{\pi D_2 n_2}{60 \cdot 1000} \text{ m/c}; \quad (15)$$

bul jerde  $D_1$  ha`m  $D_2$  - jeteklewshi ha`m jeteleniwshi shkivlerdin diametrleri, mm;  $n_1$  ha`m  $n_2$  - jeteklewshi ha`m jeteleniwshi vallardın aylanıs jiyiligi, min-1. Berilis islep atırg`anda qayıs shkiv u`stinde belgili da`rejede qaltıraydı. Demek,

$$v_2 \leq v_1 \text{ yamasa} \quad v_2 = v_1(1 - \varepsilon) \quad (16)$$

boladı, bul jerde  $\varepsilon$  - qaltıraw koeffitsienti. Sebebi, berilistin berilis koeffitsienti to`mendegishe anıqlanadı:

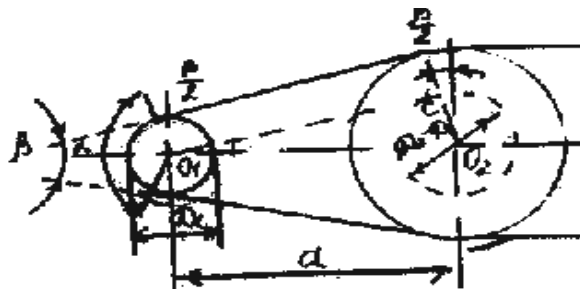
$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{v_1 D_2}{v_2 D_1} = \frac{D_2}{D_1(1 - \varepsilon)} \approx \frac{D_2}{D_1} \quad (17)$$

$\varepsilon$  - nin shaması ku`sh ha`m momenttin shamasına baylanıslı bolıp, a`dette 0,01 ... 0,02 aralıg`ında etip alınadı. Sonın ushın a`meliy esaplawda  $\varepsilon \approx 0$  dep alınıwı mu`mkin.

## 2.3. QAYISLI BERILISTIN` GEOMETRIYASI

Shkivlerdin` arasındag`ı aralıq  $a$  menen, qayıs tarmaqları arasındag`ı mu`yesh  $\beta$  ha`m qayıstın` kishkene shkivtegi qamraw mu`yeshi  $\alpha$  menen belgilenedi. a`dette, berilistin` geometriyalıq esabı orınlang`anda, aldın,  $D_1$ ,  $D_2$  ha`m  $\beta$  anıqlanıp, keyin qamraw mu`yeshi  $\alpha$  ha`m qayıstın` uzınlıg`ı  $l$  tabıladı. Qayıs belgili da`rejede sozılg`anlıg`ınan  $\alpha$  menen  $l$  din` shamaları o`zgermeytug`ın bola almaydı. Sonın` ushın olar shamalap anıqlanıwı mu`mkin.

$$\alpha = 180^\circ - \beta \quad (18)$$



Qayıslı berilistin` geometriyalıq o`lshemleri

$O_1SO_2$  u`shmu`yeshten  $\sin \beta/2 = \frac{D_2 - D_1}{2a}$  boladı. A`melde  $\beta/2$  nin` shaması  $15^\circ$  tan u`lken bolmag`anlıg`ı ushın sin tin` shamasın onın` argumentine ten` qılıp alıwı mu`mkin.

$$\beta = \frac{D_2 - D_1}{a} \text{ pad} \approx \frac{D_2 - D_1}{a} \cdot 57^\circ \quad (19)$$

Sonday qılıp

$$\alpha = 180^\circ - \frac{D_2 - D_1}{a} \cdot 57^\circ \quad (20)$$

boladı. Qayıstın` ulıwma uzınlıg`ı ayırım bo`lekler uzınlıqlarının` qosındısı sıpatında anıqlanadı:

$$\begin{aligned} l &= 2a \cos \beta/2 + \frac{D_1}{2}(\pi - \beta) + \frac{D_2}{2}(\pi + \beta) = \\ &= 2a \cos \beta/2 + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{\beta}{2}(D_2 - D_1). \end{aligned} \quad (21)$$

Bul jerdegi kosinustı qatarg`a jayıp, birinshi eki qa`ddin alsaq, to`mendegi ta`rtiptegi qatnas kelip shig`adı:

$$\cos \beta/2 \approx 1 - \frac{1}{2} \left( \frac{\beta}{2} \right)^2. \quad (22)$$

$\beta$  nin` ornına onın` joqarıda tabılğ`an shamasın  $\left( \beta = \frac{D_2 - D_1}{a} \mu \right)$  qoyıp, keyin a`piwayılastırsaq, to`mendegi ten`lik payda boladı:

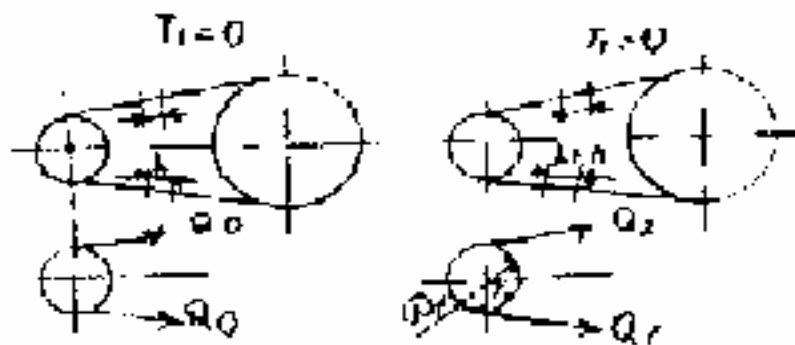
$$l \approx 2a + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4a}. \quad (23)$$

## 2.4. QAYIS TARMAQLARI ARASINDAG`I KU`SHLER HA`M OLAR ARASINDAG`I QATNAS

Qoyılğ`an ma`seleni ayqınlastırıw ushın nagruzkasız ha`m nagruzkalı berilislerdi bir-birine salıstırıp ko`remiz. Demek nagruzkasız beriliste qayıs tarmaqlarında tek keriliw ku`shi  $Q_0$  g`ana bar boladı. Eger berilis ha`reketke keltirilip, og`an nagruzka berilse, qayıstın` jeteklewshi (to`mengi) bo`legi tartıladı ha`m onın` keriliwi  $Q_1$  jeteleniwshi bo`legi bolsa qısqarıp, keriliwi  $Q_2$  boladı. Yag`nıy  $Q_1 - Q_0 = Q_0 - Q_2 = \Delta Q$  boladı. Basqada qılıp aytqanda berilis tarmaqlarındag`ı keriliw to`mendegishe anıqlanadı.

$$Q_1 = Q_0 + \Delta Q; \quad Q_2 = Q_0 - \Delta Q;$$

$$\text{yamasa} \quad Q_1 + Q_2 = 2Q_0 \quad (24)$$



Qayıs tarmaqlarındag`ı ku`shler

Jeteklewshi shkiv ushın ten`lik sha`rti

$$T = \frac{D_1}{2}(Q_1 - Q_2) \quad \text{yamasa} \quad Q_1 - Q_2 = F \quad (25)$$

boladı. Demek, keriliwdin` ayırması do`ngelek  $F$  ku`shin payda etedi. (24) ha`m (25) ten`lemeler  $Q_1$  ha`m  $Q_2$  ge salıstırğ`anda birgelikte sheshilse,

$$Q_1 = Q_0 + F/2; \quad Q_2 = Q_0 - F/2. \quad (26)$$

boladı. (129) formula qayıstın` jeteklewshi ha`m jeteleniwshi tarmaqlarındag`ı keriliw tasir etiwshi  $F$  ku`shne baylanıslı jag`dayda o`zgeriwin ko`rsetedi.

## 2.5. QAYISLI BERILISTIN` SHKIVLERI

Shkivler mu`mkın bolg`ansha jen`il ha`m bekkem bolıwı kerek. Qayıstın` jeliniwin kemeytiriw maqsetinde shkivlerdin` betine arnawlı islew beriledi. Shkivler shoyın, polat, jen`il materiallardan ha`m plastmassalardan tayarlanadı. En` ko`p tarqalg`anı quyma shoyın shkivler bolıp tabıladı. Olardan tezligi 30 m/s ke shekem bolg`an berilislerde paydalanıladı. Tezlik bunnan artıq bolg`anda polat shkiv isletiliwi usınıs etiledi. Ju`da` u`lken tezlik penen jumıs isleytug`ın berilislerde jen`il materiallardan tayarlang`an shkivler isletilgenligi maqul. A`dette, shkiv u`sh tiykarg`ı bo`limnen, **gardjumıs, gupchak ha`m kegay yamasa disklardan** ibarat boladı.

Shkiv gardjumisining eni V berilisti esaplawda anıqlanadı, qalın`lıg`ı bolsa puxtalıq ha`m texnologiyalıq qarastan alınadı. Qayıs shkiv gardjumısıdan an`sat shıg`ıp ketpesligi ushın shkivtin` sırtı belgili da`rejede qabarıq qılıp tayarlanadı. Qabarıqlıqtıń biyikligi D ha`m B g`a qarap, GOST tablitsalarınan alınadı. Onın` ortasha shaması  $u=0,01V$  boladı. Ylıwma alg`anda, shkivlerdin` o`lshemleri olardıń esaplang`an diametrine qarap, standart tablitsalardan anıqlanadı. Biraq gupchak o`lshemleri arasında to`mendegishe baylanıs boladı.

$$d=(1,8\div 2,0); \quad l=(1,5\dots 2,0)d$$

## 2.6. JALPAQ QAYISLI BERILISLER

Bunday berilislerde isletiletug`ın qayıslardıń` kese kesimi qaptal ta`repi enine qarag`anda sezilerli da`rejede kishkene bolg`an tuwrı to`rtmu`yeshlikten ibarat. Sonın` ushın da olar jalpaq qayıslar dep ataladı.

Jalpaq qayıslar sanaatta, Mashinasazlıqta ju`da` ko`p isletiledi. Olar ha`r tu`rli materiallardan eni 15 mm den 1200 mm ge shekem qılıp islep shıg`arıladı. Qayıslardıń` tiykarg`ı tu`rleri teri, toqılğ`an jip, ju`n ha`m rezinalardan tayarlanadı. Bul tu`rdegi qayıslardıń` o`lshemleri standartlastırılğ`an bolıp, oraylastırılğ`an jag`dayda islep shıg`arıladı.

*Rezinalang`an qayıslar.* Bul tu`rdegi qayıslar sanaatta en` ko`p tarqalg`an. Olar shıdamlı bolıp, 30 m/s qa shekem tezlik penen ha`reketlenetug`ın berilislerde isletiledi. Bul qayıslar vulkanizatsiyalang`an rezinalar ja`rdeminde bir-birine jabıstırılğ`an bir neshe qabat toqılğ`an jiplerden du`zilgen. Bul tu`rdegi qayıslardıń` tiykarg`ı kemshiligi sol, olar may, kerosin, benzinge uqsag`an zatlarg`a onsha shıdam bere almaydı. Olardıń` bekkemlik shegarası  $\sigma_{oq} = 30 - 40 \text{ MPa}$ .

*Teri qayıslar.* Bul qayıslardıń` jumıs islew qa`siyetleri jaqsı bolıp, ko`pke shıdaydı. Olar o`zgermeli nagruzka ta`sir etetug`ın ha`m tezligi 40- 45 m/s bolg`an berilislerde isletiledi. Teri qayıslardıń` kemshiligi sol, olardı joqarı temperaturalı yamasa ıg`al jerlerde isletiwge bolmaydı.

*Toqılğ`an jip qayıslar.* Bul qayıslar kem quwatlı, tez ha`reketleniwshi berilislerde isletiledi. Olardı shkivlerdin` diametri kishkene bolg`an berilislerde qollanıw mu`mkın. Bul tu`rdegi qayıslar arzan turadı, biraq tez isten shıg`adı, sebebi

titilip ketedi. Toqılǵan jip qayıslarǵa mum, ozokeritke usag`an elementler sin`diriledi. Bekkemlik shegarası 50 MPa dan kem bolmaydı.

*Ju`n qayıslar.* Bul qayıslar quwatı ortasha ha`m u`lken bolg`an berilislerde isletiledi. Ju`n qayıslar iyilgish bolg`anlıǵı sebepli olardı tegis emes tsikl menen ha`m birden o`zgermeli nagruzkalı berilislerde qollanılǵan maqul. Joqarı temperatura, shan`, ıǵal ha`m kislotalar ortasha toyıntırılǵan ju`n qayıslarǵa ta`sir etpeydi.

Joqarıda aytıp o`tilgen qayıslar arasında rezinalang`an ha`m teri qayıslar en` jaqsı tartıw qa`siyetke iye. Sonın` ushın bul qayıslar sanaatta ken` ko`lemde isletiledi.

## 2.7. SINA TA`RIZLI QAYISLI BERILISLER

Oraylarının` aralıǵı kishkene, berilis sanı bolsa u`lken bolg`an berilislerde jalpaq qayıs qanıqarlı islemeydi. Bunday jag`daylarda sina ta`rizli qayıslardan paydalanıladı. Sina ta`rizli qayıslardıń kesesi trapetsiya formasında boladı.

Bunday qayıslar kiydiriletug`ın shkiwlerde usı qayıslarǵa beyimlestirilgen kanavkalar boladı. Biraq shkiw kanavkalarının` teren`ligi qayıs kesesi kesimi biyikliginen u`lkenirek bolıwı kerek, sebebi qayıs shkiwtegi kanavkag`a jaylasqanda onın` to`mengi beti menen shkiw arasında ashıq orın qalıwı tiyis. Sonday qılınǵanda g`ana qayıstın` qaptal ta`repleri shkiwtegi kanavkalardıń qaptal ta`replerine jabisadı.

## 2.8. TISLI QAYISLI BERILISLER

Son`gı jıllarda qayısıli berilislerde qayıstın` jan`a tu`ri - tisli qayıslar isletile basladı. Bunday berilisler basqa qayısıli berilislerge salıstırǵanda bir qansha artıqmashlıqlarǵa iye. Mısalı, olarda vibratsiya qublısı bolmaydı, gabarit o`lshemleri kishkene, val ha`m tayanışqa tu`setug`ın ku`shler u`lken emes, paydalı jumıs koeffitsienti joqarı (0,94...0,98) ha`m u`lken (12...20) berilis sanı menen jumıs isley baslaydı.

Ayrım jag`daylarda 500 kVt qa shekem bolg`an quwattı 80 m/s tezlik penen uzata aladı. Tisli qayıslar sina ta`rizli qayıslar sıyaqlı belgili uzınlıqqa iye bolıp, bir pu`tin etip tayarlanadı. Qayıstag`ı tis trapetsiya formasında bolıp, og`an arnalǵan shkiw sırtında da sog`an uqsas tisler boladı. Qayıstag`ı tisler sanı 32...160 aralıǵında boladı. Qayıs **neopreon** dep atalatug`ın materialdan tayarlanıp, arasına metall sım qoyılǵan boladı. Aytarlı u`lken bolmag`an quwat penen jumıs islew ushın arnalǵan qayıslarda sımın` ornına **mimatola** yamasa **poliamidten** tayarlang`an shnurlar isletiledi. Ayrım jag`daylarda neopreon ornına poliuretan dep atalatug`ın plastmassadan paydalanıladı.

## 3. TISLI BERILISLER.

### Ulıwma mag`lıwmatlar

Tistin` profillerinen en` ko`p qollanilatug`ın evolventalı profil bolg`anlıg`ınan to`mendegi tu`sinikler, tiykarınan, evolventa boyınsha tislesiwshi tisli degershiklerge tiyisli.

A`dette, tislesiwde bolg`an bir jup degershikten kishisi shesternya, u`lkeni bolsa degershik dep ataladı. Eger tislesiwdegi eki degershik birdey bolsa, ol jag`dayda jetekshisi shesternya, jeteleniwshisi degershik dep ataladı.

Olardan texnikanın` tu`rli tarawlarında paydalanıladı. Anıq asbapsazlıqta diametri 1 mm den kishkene bolg`an tisli degershikler isletilgen bir waqıtta, awır sanaatta diametri bir neshe 10m ge jetetug`ınların ushıratıw mu`mkin. Vallar ko`sherlerinin` bir - birine salıstırg`anda jaylasıwına qarap, tisli berilisler to`mendegi tu`rlerge bo`linedi: vallardın` ko`sherleri o`z-ara parallel bolıp, sırtqı yamasa ishki ta`repiyen islengen tsilindr degershikli berilisler; vallardın` ko`sherleri o`z-ara kesilisen konus formalı degershikli berilisler; valdın` ko`sherleri ayqas bolg`an vintli tsilindr ha`m gipoid dep atalıwshı konus formalı degershikli ha`mde chervyaklı berilisler.

Bunnan tisqari, aylanba ha`reketti ilgerilemeli ha`reketke aylandırıwshı mexanizm sıpatında paydalanilatug`ın ha`m tisli degershik penen tisli reykadan ibarat berilisler de isletiledi. Bunday berilisler tsilindr degershikli berilislerdin` jeke jag`dayı bolıp, degershiklerden birinin` diametri sheksizlikke ten`. Tislerdin` degershik sırtında jaylasıwına qarap, tisli berilisler tuwrı tisli, qıya tisli, do`ngelek tisli degershikler dep atalıwshı tu`rlerge tis profilinin` formasına qaray bolsa evol`venta, aylanba beti ha`m tsikloida boyınsha jumıs isleytug`ın tu`rlerge bo`linedi. Bulardın` en` ko`p isletiletug`ını 1760 jılda Eyler usınıs etken evol`venta boyınsha ilinisiwshi profilli tisler bolıp tabıladı. Tisli berilislerde basqa tu`rdegi berilislerdegi qarag`anda to`mendegi artıqmashlıqlar bar; a) sekundına 150 m ge shekem tezlik penen u`lken (bir neshe min` kVt) quwatlılıqtı uzata aladı ha`m berilis sanı bir neshe ju`zge jetedi; b) sırtqı o`lshemleri kishkene boladı; v) tayanışlarga`a tu`setug`ın ku`sh onsha u`lken bolmaydı; g) paydalı jumıs koeffitsienti joqarı (0,97 - 0,98) ; d) berilis sanına keri ta`sir etetug`ın serpiliw qublısı bolmaydı; e) islewi isenimli, jdamlılıg`ı bolsa u`lken boladı; j) ha`r tu`rli materiallardan paydalanıwg`a mu`mkinshilik beredi.

Tisli berilislerdin` kemshiliklerine; a) tayarlanıwının` basqa berilislerge salıstırg`anda quramalılg`ı; b) u`lken tezlik penen islegende giwildi shıg`arıwı; v) soqqı menen ta`sir etiwshi ku`shlerdin` zıyanı ko`p seziliwi kiredi.

Bul kemshilikler tisli berilislerdin` artıqmashlıqlarına xesh qanday zıyan keltirmeydi. Sonın` ushın olar mashinasazlıqta tiykarıg`ı orındı iyeleydi.

### **3.1. TISLI BERILISLERDIN` GEOMETRIYASI HA`M KINEMATIKASI**

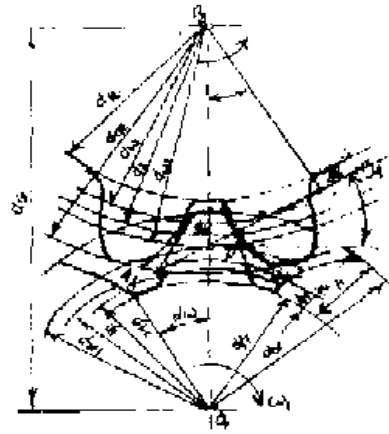
Tisinin` profillerinin` formasına qaray en` ko`p qollanilatug`ını evol`ventalı profil bolg`anlıg`ınan to`mendegi tu`sinikler, tiykarınan, evol`venta boyınsha iliniwshi tisli degershiklerge tiyisli.

A`dette, ilinisiwde bolg`an bir jup degershikten kishisi shesternya, u`lkeni bolsa degershik dep ataladı. Eger de ilinisiwdegi eki degershik birdey bolsa, ol jag`dayda jetekshisi shesternya, jeteleniwshisi degershik dep ataladı.

Tisli degershik termini ulıwma bolıp, shesternya parametrlarin belgilewde 1 indeksi, degershiklerine bolsa 2 indeksi qosılıp jazıladı: Ilinisiwde bolg`an juptın geometriyalıq o`lshemleri to`mendegishe anıqlanadı

1.  $d_1$  ha`m  $d_2$  - shesternya ha`m degershikti bo`lıw do`ngelegi diametrleri. Bul do`ngelek degershiklerdin` bo`lıw betlerine tiyisli bolıp, tis o`lshemlerin alıwı ushın tiykar etip alınadı.

2.  $d_{\omega 1}$  ha`m  $d_{\omega 2}$  - shesternya ha`m degershiktin` baslang`ish do`ngeleklerinin` diametrleri. Bul do`ngelekler degershiklerdin` baslang`ish betlerine tiyisli bolıp, degershiklerdin` tezlik vektorın olarg`a o`tkizilgen ulıwma urınba boyınsha bag`darlang`an boladı, baslang`ish do`ngelekler radiuslarının` qatnası degershikler mu`yesh tezliginin` qatnasına keri proporsional bolıp, degershikler aylanğ`anda baslang`ish do`ngelekler bir-birinin` u`stinde qaltıramay jumalap ha`reketlenedi, baslang`ish do`ngelek tu`sinigi tek tislesiwde bolg`an degershiklerge tiyisli bolıp, bo`lek alıng`an degershik ushın qolanılmaydı. Baslang`ish do`ngelek penen baylanıslı bolg`an barlıq parametrler W indeksi menen anıqlanadı.



Tisli berilislerdin tiykarrı geometriyalıq o`lshemleri

3.  $r_t$  tislardin` aylanıs adımı (eki qon`sı tistin` birdey ta`repleri arasındag`ı aralıq) kontsentrik do`ngelekler jayılıwı boyınsha o`lshenedi ha`mde tis eninin` qalın`lıg`ı ha`m tislər arasındag`ı aralıqtan turadı. Belgili orayı degershik orayında bolıp, onın` qaptal ta`repinde jaylasqan barlıq do`ngelekler kontsentrik do`ngelekler dep ataladı. Sonın` ushın baslang`ish do`ngelekte, bo`lıw do`ngelegi sıyaqlı do`ngeleklerge tiyisli adımları bar. Bunnan tisqari, qıya tisli degershiklerde degershik ko`sheri boylap o`tken tegislik boyınsha o`lshengen ha`m  $R_x$  penen anıqlanaturg`ın adım da bar.

4.  $h$  - Tistin` biyikligi. Bul biyikligin bo`liwshi do`ngelegi ja`rdeminde tis qalpag`ı ha`mde tis ayag`ı dep atalıwshı eki bo`limge bo`linedi.

5.  $h_a$  tis qalpag`ının` biyikligi. Tistin` tis ushınan o`tken biyiklik do`ngelegi menen bo`liw do`ngelegi arasında jaylasqan bo`legi.

6.  $h_f$  tis ayag`ının` biyikligi, Tistin` bo`liw do`ngelegi menen tis tu`binen o`tken do`ngelek arasındag`ı bo`legi.

7.  $d_{a1}$  ha`m  $d_{a2}$  tislardin` ushınan o`tken do`ngeleklerdin` diametrleri. Bul do`ngeleklerge baylanıslı bolg`an parametrler  $a_2$  indeksi menen anıqlanadı.

8.  $d_{f1}$  ha'm  $d_{f2}$ -tislerdin' tu'binen o'tken do'ngeleklerdin' diametri. Bul do'ngeleklerge baylanisli bolg'an barliq parametrler  $f$  indeksi menen aniqlanadi.

9.  $a_\omega$  - oraylar arasındag'ı aralıq.

10.  $d_{b1}$  ha'm  $d_{b2}$  -tiykarg'i do'ngeleklerdin' diametrleri. Bul do'ngeleklerdin' jayılmasınan tistin' qaptal ta'repi beti ushin za'ru'r bolg'an evol'venta sızıg'ı payda etiledi. Tiykarg'ı do'ngelek penen baylanisli bolg'an barliq parametrler  $b$  indeksi menen aniqlanadi.

11.  $g_a$  - ilinisiw sızıg'ının' tisler ushinan o'tetug'ın do'ngelekleri menen shegaralang'an jumıs bo'legi.

12.  $P$  - ilinisiw polyusı (baslang'ısh do'ngelektin' ulıwma soqlıg'ısıw tochkası bolıp, oraylar arasındag'ı sızıq ta'usı tochkadan o'tedi).

13.  $\alpha_\omega$  - ilinisiw mu'yeshi.

14.  $A_1A_2=g$  - ilinisiw sızıg'ı. Ilinisiwdegi tisler ushin ulıwma bolg'an ilinisiw tochkasınan' ilinisiw dawamında o'tken jolınan' traektoriyası (degershiklerdin' tiykarg'i do'ngeleklerine o'tkizilgen ulıwma urınba sıpatında aniqlanadi).

15.  $\epsilon_\alpha = g_\alpha / P_b$  - qaplanıw koeffitsienti. Ilinisiw sızıg'ı jumıs bo'leginin' tiykarg'ı adımg'a qatnası. Basqasha qılıp aytqanda, qaplanıw koeffitsient bir waqıtta ilinisiwde bolg'an tisler sanın ko'rsetedi. A'dette  $\epsilon_\alpha \geq 1$  bolıwı kerek. Eger  $\epsilon_\alpha = 1,3$  bolsa, bul ilinisiwdin' 30% dawamında eki jup tis ilinisiwde bolıp, 70% dawamında bolsa bir jup tis (ha'r bir degershikten birewden) ilinisiwde boladı.

Joqarında ko'rsetilgenindey, tis elementlerinin' geometriyalıq o'lsheplerin anıqlaw ushin bo'liw do'ngelegi tiykar qılıp alınadı. Ha'r bir degershiktegi sol do'ngelektin' uzınlıg'ı ushin to'mendegi ten'likti jazıw mu'mkin.

$$\pi d = z P_t$$

bul jerde  $z$  – degershiktegi tisler sani. Bul ten'likten

$$d = \frac{P_t}{\pi} \cdot z$$

kelip shig'adı. Ko'rinip turg'anınday, do'ngelek diametri adım ha'm o'lshewsiz san  $\pi$  arqalı anıqlanıp atır. Usı sebepli, tisli degershiktin' tiykarg'ı o'lsheplerin anıqlaw ha'm amelde olardı o'lshew qolay bolıwı ushin ilinisiw moduli dep atalıwshı san parametr kiritiledi. Basqasha qılıp aytqanda modul salıstırma adım bolıp tabıladı:

$$m = \frac{P_t}{\pi} \quad (27)$$

Modul millimetrde o'lshevedi. Onın' shamaları 0,05 ten 100mm ge shekem bolıp, STSEV 310-76 dan keltirilgen. Demek, diametr modul arqalı anıqlansa,

$$d = mz \quad (27a)$$

boladı.

Degershiktin` bo`liw do`ngelegi boyınsha alıng`an adımı tis qırqıwshı asbaptın` adımına ten` boladı. joqarıda ko`rsetilgenindey, hesh qanday qosımsha terbelissiz tayarlang`an degershik ushın onın` baslang`ısh do`ngelegi menen bo`liw do`ngelegi birdey anıqlanadı:

$$d_{\omega 1}=d_1=mz_1=2a_{\omega}/(u+1),$$

$$d_{\omega 2}=d_2=mz_2=2a_{\omega}-d_{\omega 1}$$

Bunday jag`daylarda oraylar arasındag`ı aralıq

$$a_{\omega} = \frac{d_{\omega 1}}{2} + \frac{d_{\omega 2}}{2} = \frac{mz_1}{2} + \frac{mz_2}{2} = 0,5m(z_1 + z_2) = 0,5mz_{\Sigma} \quad (28)$$

boladı, bul jerde  $z_1$  ha`m  $z_2$ - shesternya ha`m degershik tisleri sanı, bulardıń u`lkeninen kishisine qatnası  $U=z_2/z_1$  ke berilis sanı dep ataladı, berilis sanı mug`darı boyınsha berilis qatnası  $n_1/n_2$  ten` boladı;  $z_{\Sigma}=z_1+z_2$ -tislerdin` ulıwma sanı. Tis ha`m onın` biyiklikleri to`mendegishe anıqlanadı:

$$h=2h_a^*m+mc^*=2,25m$$

$$h_a=h_a^*m=m; h_1+mh_a^*+mc^*=1,25m \quad (29)$$

bul jerde  $h_a^*$ -tis qalpag`ı biyikliginin` koefitsenti; a`dette,  $h_a^*=1$  boladı;  $C^*$ -radial zazor koefitsenti, a`dette  $S^*=0.25$  qılıp alınadı.

Tislerdin` ushınan ha`m tu`binen o`tken do`ngeleklerdin` diametrleri to`mendegishe boladı:

$$d_a=d_1+2h_a=mz+2m=m(z+2)$$

$$d_f=d_1-2h_f=mz-2 \cdot 1,25m=m(z-2,5) \quad (30)$$

Uzınlıq birliği dyuym bolg`an ma`mleketlerde degershiktin` tiykarg`ı parametri sıpatında pitchi-R qabıl qılınğ`an. PITCH degershik bo`liw do`ngelegi diametrinin`

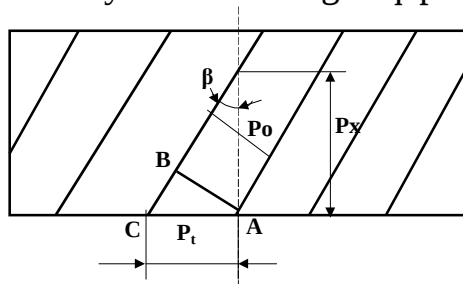
bir dyuymına tuwrı keleletug`ın tisler sanı yag`nıy  $P=\frac{z}{d''}$  bul jerde  $d''$  - bo`liw do`ngeleginin` dyuym menen anıqlamalang`an diametri. Sebebi,

$$d''=\frac{z}{p}; p=\frac{\pi d''}{z}=\frac{\pi}{p}25,4_{mm} \text{ boladı.}$$

### 3.2. ҚІҮА ТІСЛІ ДЕГЕРШИК ГЕОМЕТРИЯСІНІҢ О`ЗІНЕ ИЛАЙҚЛІ ҚА`СИЙЕТЛЕРІ

Berilistegi do`ngelek tezligi  $V>6m/s$  bolg`anda qıya yamasa shevron tisli degershiklerden paydalanıw usınıs etiledi, sebebi tuwrı tisli degershiklerdin` bunday tezlik penen qanıqarlı islewi ushin olardıń tayarlanıw anıqlıg`ı ju`da` joqarı bolıwı kerek. Bizge belgili, qıya tisli degershiklerdin` tisi degershik ko`sheri menen belgili mu`yesh payda etken jag`dayda jaylasqan boladı. biraq, sog`an qaramastan, olar da tuwrı tis qırqılatug`ın asbap (reyka) menen qırqıladı. Bunın` ushın kesiwshi

asbap tistin` talap qiling`an qiyaliq mu`yeshi  $\beta$  qanday bolsa, sonday mu`yeshke qiyasaytirip qoyiladi. Demek, tislere tik kesim boyinsha aling`an Tistin` forması olar arasındag`ı adım (yag`nıy modul) tuwrı tisli degershiklerdikine tuwrı keledi. Biraq, qıya tisli degershiklerde tislər arasındag`ı aralıq (adım)dı ha`r tu`rli kesim boyinsha o`lshew mu`mkin. Adımın` qaysı kesim boyinsha o`lshengenligine qarap, qıya tisli degershiktin` geometriyalıq o`lshemleri u`sh tu`rli modul menen anıqlanadı: tiske tik kesim boyinsha o`lshengen normal adım  $r$  ha`m modul  $m$ ; degershik ko`sherine parallel kesim boyinsha o`lshengen adım  $r_x$  ha`m modul  $m_x$ ; degershik ko`sherine tik kesim boyinsha o`lshengen qaptal adım  $r_t$  ha`m modul  $m_t$ .



Qıya tisli degershik modulın anıqlawg`a arnalg`an sxema.

Berilistin` geometriyalıq o`lshemlerin anıqlawda, tiykarınan moduldan, bekkemlikke esaplawda bolsa normal moduldan paydalanıladı. Olardın` o`z-ara qatnası qiyaliq mu`yeshi  $\beta$  g`a baylanıslı bolıp, to`mendegishe anıqlanadı:

$$m_t = \frac{m_n}{\cos \beta}, \text{ чунку, } p_t = \frac{p_n}{\cos \beta} \quad (32)$$

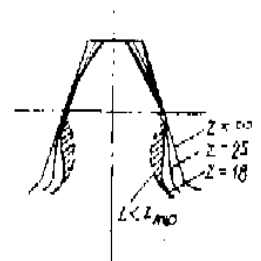
Aytılğ`anlarga ko`re qıya tisli degershiktin` bo`liwshi do`ngelegi

$$d = m_t z = \frac{m_n z}{\cos \beta} \quad (33)$$

boladı. Qalg`an geometriyalıq o`lshemler de sog`an uqsas tabıladı.

### 3.3. TIS QIRQIWSHI REYKANI JILJITIW ESABINA TIS FORMASIN O`ZGERTIRIW

Tisli berilistin` geometriyalıq o`lshemlerin ıqshamlastırıw maqsetinde tislər sanın kemeytiriwge ha`reket etiledi. Tislər sanının` kemeyiwi bolsa qaplanıw koefitsientinin` kemeyiwine, bul bolsa, o`z na`wbetinde, tis bekkemliginin` pa`seyiwine alıp keledi. Bunnan tisqarı, tislər sanı belgili shegaradan kemeytirilgende shesternya tislərinin` tu`binde qırqılıw payda boladı. Bunday kem tisli degershikler tayarlaw waqtında qırqıwshı asbap tislərinin` qalpag`ı qırqılıp atırg`an degershik tisi qaptal betinin` to`mengi bo`leginde oyıq payda etedi. Bul jag`day tis tiykarı kese kesiminin` kishireyiwine, yag`nıy tis bekkemliginin` a`zizleniwine sebep



Tislər sanının` tis formasına ta`siri.

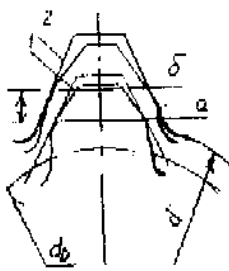
boladı. Sonın` ushın tisler sanının` minimal shaması sheklenip qoyıladı. A`dette, bul shama to`mendegishe boladı;

$$Z_{min} = 17$$

Ayrım jag`daylarda, tisler sanı Bunnan da kem bolıwı mu`mkin.

Kem tisli shesternyalar bekkemligi a`zileniwinin` aldın alıwı maqsetinde, olardag`ı tisler forması o`zgeritiledi. Uliwma alg`anda, evolventa profilli tisler formasın o`zgeritiw olardı tayarlanıw waqtında kesiw asbabı - reykanı a`dettegi jag`daydan degershik orayına qaray yamasa og`an teskeri jiljitiw jolı menen tis formasına du`zetiw kiritiwden ibarat. Bunday du`zetiwdin` eki tu`ri qollanıladı.

1. Shesternya zagotovkasına tisler qırqıwda reykanı oraydan sırtqa ta`repke jiljıtıp, degershik zagotovkasına tisler qırqıwda, kerisinshe, oray ta`repke jiljıtıladı.



Reyka oraydan sırtqı ta`repke jiljıtılğ`anda tis formasının` qanday o`zgeriwin tu`siniw qıyın emes. Su`wrettegi 1 - reykanın` a`dettegi jag`dayı; 2 - reykanın` jiljıtılğ`an jag`dayı. Ko`rinip turg`anınday, reyka o`zgeritilgen tislerin qırqıwda  $x_m$  aralıqqa jiljıtıladı. Bunın` na`tiyjesinde payda bolğ`an tistin` qalın`lıg`ı tiykarına jaqın jerge, normal jag`dayda tayarlang`an, 1 tistin` qalın`lıg`ınan birqansha u`lken boladı. Demek, onın` iyiliwige bolğ`an bekkemligi artadı.

Tis formasın ozgertiw

Reykanı jiljitiw na`tiyjesinde tis ushı jin`ishkelenip baradı. Bu jag`day jıyılw shamasın belgili mug`dardan asırıw mu`mkin emesligin ko`rsetedi. Degershik zagotovkasına tis qırqıwda reyka oray ta`repke jiljitiw, joqarıda ayılğ`anlardın` kerisi boladı. Tisler bunday usıl menen du`zetilgende reyka shesternya tislerin qırqıwda oraydan teskeri ta`repke musbat  $X_m$  aralıqqa jiljitiw, degershik tislerin qırqıwda, kersinshe, oray ta`repke tap usı aralıqqa jiljıtıladı. Demek, uliwma jiljitiw koeffitsenti

$$X_{\Sigma} = X_1 + X_2 = 0 \quad (34)$$

boladı, bul jerde  $X_1$  ha`m  $X_2$  - shesternya ha`m degershik tisleri ushin jiljitiw koeffitsientleri

$$x_1 > 0; \quad x_2 < 0; \quad x_1 = x_2.$$

Reykani jiljitiw na`tiyjesinde tis eninin` o`lshemi o`zgeriwi menen oyıqshanin` o`lshemi de o`zgeredi. Natiyjede, bo`liwshi do`ngelek boyınsha tis eni menen oyıqsha eninin` qosindisi adim  $R_t$  g`a ten` boladı. Shesternya ha`mde degershik tislerin qırqıwda reykanın` ha`r tu`rli bag`dardag`ı birdey aralıqqa jiljıtılıwi na`tiyjesinde shesternya tisinin` eni qansha u`lken bolsa, degershiktegi oyıqshanin` eni de sonsha u`lken boladı. Natiyjede degershiklerdin` bir - birine salıstırğ`anda jaylasıw jag`dayatlari, yag`niy oraylar arasındag`ı aralıq

$$\begin{aligned} h &= m (2h^* + b^*), \\ h_a &= m (h^* + e), \\ h_f &= m (h^* + e), \\ a_w &= (d_1 + d_2)/2 \end{aligned} \quad (35)$$

$$\begin{aligned} d_a &= d + 2m (h_a^* + x), \\ d_f &= d - 2m (h_a^* + c - x) \end{aligned} \quad (36)$$

tis bo`limlerinin` biyikligi o`zgeredi.

2. Shesternya ha`mde degershikke tisler qirqiwda reyka bir ta`repke - oraydan sirtqi ta`repke jiljitaladi. Bunda  $x_1 > 0$ ,  $x_2 > 0$  bolip,  $x_\Sigma = 0$ . Na`tiyjede uliwma o`zgartiriw (korrektsiyalaw) koefitsienti  $x_\Sigma > 0$  boladi. Bunday jag`daylarda shesternya ha`mde degershik tislerinin` bo`liwshi do`ngelek boyinsha o`lshengen qalin`ligi  $r_t$  2 den kishkene boladi. Sonin` ushin eki degershiktin` bo`liwshi do`ngelekleri bir-birine tiye almaydi, na`tiyjede baslang`ish do`ngelekler bo`liwshi do`ngeleklerden sirtta jaylasip qaladi. Bul jag`day oraylar arasindag`i araliqti u`lkenlemewine alip keledi, yag`niy

$$a_\omega = \frac{d_{\omega 1} + d_{\omega 2}}{2} = m(0,5z_\Sigma - x_\Sigma - \Delta y) \gg a = \frac{d_1 + d_2}{2} \quad (37)$$

$$h = m(2h_a^* + c^* - \Delta y), \quad h_a = m(h_a^* + x - \Delta y), \quad h_f = m(h_a^* + c^* - x) \quad (38)$$

boladi. Bul jerde  $\Delta Y$ - jiljitiwdi tegislewshi koefitsient (shamasi  $x_\Sigma$  na baylanisli ra`wishte arnawli grafikten aniqlanadi).

Tislerdi o`zgartiriwde to`mendegilerge itibar beriw kerek;

1. Reykani musbat siljitib, tislerdin` qiyseyiwina bolg`an bekkemligin eki ma`rtege asiriw, tisler sanin bolsa 7-8 ge shekem kemeytiriw mu`mkin.
2. Mu`yeshtin` u`lkenlesiw tislerdin` kontakt ku`shleniwige bolg`an bekkemligin 20% ke shekem asiriw mu`mkinshiligin beredi.
3. Shesternya ha`m degershik tislerinin` sani u`lken bolg`anda tis formasin o`zgartiriwdin` paydasi az boladi. Sonin` ushin to`mendegilerge amel qiliw usinis etiledi;

a)  $Z_1 \geq 21$  bolsa, o`zgartiriwge sebep qalmaydi;

b)  $14 \leq Z_1 \leq 20$  ha`m  $U \geq 3, 5$  bolg`anda jiljitiw koefitsientlerin  $x_1 = 0, 3$  ha`m  $x_2 = -0, 3$  ke shekem alip, o`zgartiriw kiritse boladi.

v)  $10 \leq Z_1 \leq 30$  bolg`anda jiljitiw koefitsientlerin  $x_1 = 0, 5$  ha`m  $x_2 = 0, 5$  ke shekem alip, o`zgartiriw kiritse boladi.

### 3.4. TISLI DEGERSHIKLER TAYARLAWDA ISLETILETUG`IN MATERIALLAR

Tisli degershikler tayarlaw ushin arnalg`an stanoklarda tisler qirqiwda ha`m bul tislerge islew beriwde talap etilgen aniqliq ha`mde tazaliqti ta`miyinleytug`in materiallar isletiliwi kerek. Bunnan tisqari, materiallar o`zgermeli ha`m soqqi menen ta`sir etetug`in ku`shlerge shidam беретug`in ha`mde tis betinin` kontakt ku`shleniwine jidamli boliwi tiyis.

Ha`zirgi waqitta tisli degershikler, tiykarinan, polat, shoyin ha`m plastmassalardan tayarlanadi. Tisli degershiklerdin` u`lken quwatli mashinalarda isletiliwi ha`m o`lshemlerdi kishireytiriw talap etilgenligi ushin olardi ko`p ha`r

tu`rli polatlardan, misali 40, 45, 50, 40G2, 50G, 40X, 40XN, 40XNMA, 30XGS ha`m basqa markali polatlardan tayarlanadi.

O`lshemleri kishkene bolip, awir nagruzka tu`setug`in degershik tislerinin sirtqi qatlami tu`rli usillar menen islew berilip, qattilig`i NRS 45-55 ke jetkiziledi.

Soqqi menen ta`sir etetug`in ha`m bag`dari yamasa tezligi o`zgerip turatug`in ku`sh ta`sirinde jumislayodigan berilislerdin` degershikleri 15X, 20X, 12XNZA, 18XGT, 20X2N4A markali polatlardan islengeni ma`qul. Bul polatlardan tayarlang`an degershik tislerinin` bet qatlami tsementitlenedi ha`m toblanib, Rokvell boyinsha qattilig`i 56 - 63 ke jetkeriledi. Eger tislerdin` beti ju`da` qatti boliwi talap etilse, degershikler 38XYuA, 38XMYuA markali polatlardan tayarlanadi ha`m tislerinin` bet qatlami azotlanip yamasa tsianlanip, qattilig`i Rokvell boyinsha 53...65 ga jetkeriledi. Bunday jag`daylarda degershik tislerinin` ximiyaliq - termikaliq islengen qatlami qalin`lig`i 0,1...0,3 mm ge jetedi ha`m tisler arasina qatti bir bo`leksheler tu`sip qalg`anday bolsa, qatlam channab ketedi. Sonin` ushin, bul usil menen bekkemlengen degershiklerdi isletiwde moy ila`ji barisha jaqsi tazalaniwi ha`m ku`shli soqqi menen ta`sir etiwshi ku`shler bwlmaslig`i tiyis. O`lshemler ortasha bolip, uzaq waqit jumis islewga arnalg`an degershiktin` tisleri toblanadi-da, betqi qatlamnin` qattilig`i Brinel boyinsha 240. . 300 ge jetkeriledi.

U`lken o`lshemli berilislerdin` degershikleri polattan quyiladi. Bunday jag`daylarda degershik qaniqarli islewi ushin polat quramindag`i uglerod mug`dari 0,35. . 0,55% ten kem bolmawi kerek. A`ste ha`m bir tegis jumis isleytug`in, ortasha nagruzka ta`sir etetug`in berilislerdin` degershikleri tu`rli shoyinlardan (SCh28 - 48, SCh32-52, SCh35-56, VCh45-5, VCh40-10 ha`m basqa markali shoyinlardan) tayarlang`ani maqul. A`dette, shoyinnan tayarlang`an degershik tisleri kem uvalanadi ha`m olardan bir birine ilinib qaliwi qublisi kem ushirasadi.

Son`g`i jillarda kem ha`m ortasha nagruzka menen jumis isleytug`in degershikler polimer materiallardan tayarlanbaqta. Bunday materiallar qatarina fizikaliq, ximiyaliq, mexanikaliq ha`m texnologiyaliq qa`siyetleri ha`r tu`rli bolg`an plastmassalar kiredi. Bunday plastmassalar termoreaktiv ha`m termoplastik dep ataliwshi eki tu`rge bo`liniwi joqarida aytip o`tilgen edi. Termoriaktiv materiallardin` tisli degershikler ushin ko`p isletiletug`inlarin tekstolit, ag`ash qatlamli plastmassa (DSP) ha`mde voloknitlar bolip tabiladi. Epoksid smolasinan da tisli degershik tayarlaniwi mu`mkin. Termoplastik materiallardan tisli degershikler tayarlaw ushin tu`rli poliamidler (polikaproamid P-68, AK-7, ha`mme tu`rdegi koprolonlar), poliuretanlar, poliformaldegid, polikarbanat, polipropilen, polivinil-xloridler, polietilen, ftoroplast ha`m basqalar isletiledi.

Usini na`zerde tutiw kerek, berilistin` ilinisiwde bolg`an bir jup degershiginin` tek birewi plastmassadan boliwi kerek, sebebi plastmassa issiliqti jaman o`tkeredi. Plastmassa degershikler metall degershiklerge qarag`anda kishkenerek nagruzka menen islewi mu`mkin bolsada, bir qatar artiqmashliqlari sebepli olar keleshekte ken` ko`lemde qollanilatug`inina gu`man qilmasa da boladi.

Joqarida aytilg`anlardan tisqari, material tan`lawda shesternyanin` degershikke qarag`anda awir jag`dayda islewine de itibar beriw kerek. Shesternya ushin tan`lang`an materialdin` jidamlilig`i degershik ushin tan`lang`an materiallardikinen

u`lken boliwi tiyis, sebebi a`dette shesternyanin` tislari degershek tislarine qarag`anda ko`birek waqit ilinisiwde boladi.

### 3.5. TISLI DEGERSHIKLER TAYARLAWDA ANIQLIQ DA`REJESI HA`M ONIN` ILINISIW SAPASINA TA`SIRI.

Bizge belgili, tisli berilislerdin` tiykarg`i kemshiliklerinen biri olardin` shawqim menen islewi bolip tabiladi. Tisli degershek adimi o`lshemlerindegi ha`m tis profilin tayarlawdag`i qa`teliklerdin` ta`siri degershek ha`r aylang`anda, qaytalanip turiwi, tislerge tu`setug`in nagruzkanin` tegis emes bo`listiriliwi ha`m aylaniwshi detallardin` jaqsi ten`lestirilmegenligi berilis jumisinda giwildi shig`iwina sebep boladi.

Nagruzkanin` tiske tegis emes ta`sir etiwi ha`m tislardin` ilinisiw waqtinda o`zgerip turatug`in deformatsiyasi tisli degersheklerde terbelis payda etedi. Bul terbelis val ha`m tayanishlar arqali korpusqa o`tip, shawqimnin` ja`nede ku`sheyiwine alip keledi. Bunnan tisqari, degershekler tayarlawda jol qoyilg`an qa`telikler ilinisiw sapasina keru ta`sir ko`rsetedi. Bul bolsa olardin` mu`ddetinen burin isten shig`iwina sebep boladi. Aniqliq da`rejesi 1 den 12 ge shekem bolg`an tsifrlar menen aniqlanadi. Tsifr qanshelli kishkene bolsa, aniqliq sonshelli joqari boladi. Ha`zirgi waqitta mashinasazliqta tiykarinan bes (6, 7, 8, 9, ha`m 10) aniqliq da`rejesi menen tayarlang`an degershekler isletiledi. Bunnan tisqari, ha`r bir aniqliq da`rejesi ushin u`sh qiyli ko`rsetkish belgilenedi. Bul ko`rsetkishler degersheklerdin` kinematika ko`z qarasinan jeterli da`rejede aniq ha`m bir tegis islewin ha`mde tis betinin` kontaktta bolatug`in beti jeterli boliwin ta`miyinleydi.

Tisli degershekler ushin qanday aniqliq da`rejesin qabil etiw kerekligin aniqlaw ushin berilistin` jumis islew jag`dayi ha`mde waziypasina qarap, to`mendegi tablitsada ko`rsetilgen usinislardan paydalaniw mu`mkin:

| Aniqliq da`rejesi | Do`ngelek tezligi m/ s |              | Isletiliwi                                                                                                   |
|-------------------|------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                   | tuwri tisli            | Qiya tisli   |                                                                                                              |
| 6                 | 15 ge shekem           | 25 ge shekem | Tez ha`reketleniwshi berilisler                                                                              |
| 7                 | 10 ge shekem           | 17 ge shekem | Nagruzka normada bolip, tez ha`reketleniwshi yamasa nagruzka u`lken bolip, a`ste ha`reketleniwshi berilisler |
| 8                 | 6 ge shekem            | 10 ge shekem | Uliwma mashinasazliqta isletiletug`in berilisler                                                             |
| 9                 | 2 ge shekem            | 4 ge shekem  | a`ste jumis isleytug`in aniqliq da`rejesi a`hmiyetke iye bolmag`an berilisler                                |

Tisli berilislerge tiyisli standartlarda, joqaridag`i ko`rsetkishlerden tisqari, berilis jumisina ta`sir etiwshi basqa faktorlar - tislar arasindag`i zazor, oraylar arasindag`i araliq, vallardin` qiysayiw ha`m basqalar tuwrisinda da ko`rsetpeler berilgen.

### 3.6. TISLI BERILISLERDIN` JUMIS ISLEW QABILIETI HA`M OLARDIN` JELINIWI

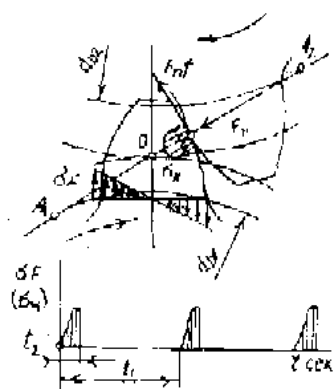
Ilinisiwde bolg`an tislerge tiykarinan eki ku`sh ta`sir etedi. Olardan biri ilinisiw sizig`i  $A_1$ ,  $A_2$  boylap, tislardin` evol`ventaliq betlerine tik bag`darlang`an  $F_n$  ku`sh:

$$F_n = \frac{2T_1}{d_{b1}} = \frac{2T_1}{d \cos \alpha_o} \quad (39)$$

ekinshi tislar arasinda vibratsiya qublisi ju`z beriwden payda bolatug`in su`ykelis ku`shi:

$$R = Fn f. \quad (40)$$

Bul ku`shler ta`sirinde tislardan ha`r qiyli ku`shleniwler payda boladi. Olardan tislardin` jumis islew qa`biliyetin belgilewshi tiykarg`i ku`shleniwler tis sirtinda payda bolatug`in kontakt ku`shleniw ha`m tistin` tu`binde payda bolatug`in iyiwshi ku`shleniw.



Tislerde payda bolatug`in ku`shleniwler

Ha`r bir tis ushin  $\sigma_n$  ha`m  $\sigma_F$  o`zgermeytug`in turaqli shamag`a iye bolmay, waqit aralig`inda o`zgerip turadi ha`m pul`satsiyalaniwshi uzilis tsikl menen ta`sir etedi.

Degershiktin` bir ma`rte aylang`aninda ( $t_1$  waqit ishinde) ta`sir etiw waqti bir tistin` ilinisiwde bolg`an waqitina ten` boladi,  $\sigma_n$  nin` ta`sir etiw bolsa bunnan da kem waqit dawam etedi. Ku`shleniwlerdin` o`zgeriwshi tsikl menen ta`sir etiw tislardin` sharshawinan

jeliniwge alip keledi.

$\sigma_F$  ku`shleniw tislardin` sharshawdan siniwina,  $\sigma_N$  ku`shleniw bolsa tis betlerinin` uvalanjumisiga sebep boladi. Su`ykelis ku`shi  $R$  nin` barlig`i tis betinin` ha`r tu`rli jeliniwge alip keledi. Sebebi, tisli berilislerdin` jumis islew qa`biliyeti, birinshiden, tislardin` siniwi, ekinshiden, tislar betinin` jeliniwi aqibetinde jog`aliwi mu`mkin.

Tislar betinin` jeliniwi degende to`mendegiler tu`siniliwi tiyis:

- siniwi aqibetinde uvalanib ketiw;
- abraziv bo`leksheler ta`sirinde ha`m a`piwayi su`ykelis jag`dayinda jeliniwi;
- u`lken nagruzka menen slep atirg`an berilislerde bir degershik tisi betinin` julinip, ekinshi degershik tisi sirtinda jabisip qaliwi jag`daylari;
- plastik deformatsiyalaniw aqibetinde jiljiwi;
- termikaliq islengen tislar betinin` qati qatlaminin` uship ketiw jag`daylari.

### 3.7. TISLERDIN`SINIWI

Tislerdin` siniwina eki tu`rli sebep boliwi mu`mkin:

1. U`lken nagruzka boliwi. Bunda tiste payda bolg`an ku`shleniw material ushin ruxsat etilgen bekkemlik shegarasidan artip ketedi. Bunday jag`daylarda plastik materiallardan tayarlang`an degershik tisleri deformatsiyalanip, o`z formasini o`zgartiredi yamasa sinip ketedi. Mort materiallardan tayarlang`an degershik tisleri bolsa a`lbette sinadi. Tistin` usi sebeplerge ko`re siniwinin` aldin aliw ushin u`lken nagruzka bolmawin ta`miyinlew ila`ji ko`riledi. Eger belgili bir sebep penen bug`an erisiwdin` ila`ji bolmasa, tisli degershiklerdi esaplawda u`lken nagruzka boliwi mu`mkinligi itibarg`a alinadi.

2. O`zgeriwshi ku`shleniw din` uzaq waqit dawaminda ta`sir etiw. Bunday jag`daylarda aldin, tis tu`bine jaqin jerlerde materialdin` sharshawidan jariq payda boladi. Bul jariq bara-bara u`lkenlesip, tistin` siniwina alip keledi. A`dette, jariq ku`shleniwler kontsentratsiyasi payda bolg`an jerde payda boladi. Bunday turdegi siniwdin` aldin aliw ushin tisli degershiklerdi shidamliliqqa esaplaw menen birge, ku`shleniwler kontsentratsiyasini ila`ji barinsha kemeytiriw ila`jlarin ko`riw usini etiledi. Uliwma jag`dayda tislerdi siniwidan saqlaw ushin moduldi u`lkenletiw, tislerdi o`zgartiriw (korrektsiyalaw) ha`m olardi termikaliq qayta islew, tis qiralarina tu`setug`in nagruzkan kemeytiriw (bug`an tislerdin` shetin belgili mu`yesh astinda egew joli menen erisiledi) ha`mde bochka formasidag`i tislerden paydalaniw usini etiledi.

### 3.8. TISLER BETININ`JELINIWI

1. Tisler betinin` sharshaw aqibetinde uvalanib ketiw. Tistin` bul turdegi jeliniwi jabiqliq berilislerde en` ko`p ushiraydi. Uvalanjumis eki tu`rli boladi. Birinshi tur uvalanjumis berilistin` jumis isley boslag`an da`slepki waqitlarida payda bolip, keyin jog`alip ketedi. Bul turdegi uvalanjumis, a`dette, qattilig`i NV-350 den kishkene bolg`an materiallardan islengen degershik tisleride olardi tayarlawda jol qoyilg`an qa`telikler sebepli tisler betinin` belgili tochkalarida payda bolatug`in ku`shleniwler kontsentratsiyasi ta`sirinde payda boladi.

Tisli degershik tayarlawda jol qoyilg`an aniq emeslikler sebepli payda bolg`an biliner - bilinbes tegis emeslikler berilislerdin` keyingi jumisi dawaminda jeliniwi ha`m jemiriliwi sebepli tegislenip ketedi. Bul jag`day ku`shleniwler kontsentratsiyasi payda bolatug`in tochkalardin` jog`aliwina alip keledi ha`m sonin` ushin uvalanjumis protsessi toqtaydi. Sonday qilib, uvalanjumisning joqarida ko`rsetilgen tur tisli berilislerdin` jumisina keriy ta`sir ko`rsetpeydi dese boladi. Biraq uvalanjumisning ekinshi tur tisli berilisler jumis qa`bilietinin` jog`aliwina alip keliwshi tiykarg`i sebeplerinen biri bolip tabiladi. Uvalanjumisning bul ko`binshe qattilig`i NV-350 den u`lken bolg`an materiallardan tayarlang`an ha`m maylanip turatug`in jag`dayda jumis isleytug`in degershik tislerinde payda boladi. Bunday jag`daylarda tis sirtidag`i tegis emeslikler sebepli payda bolg`an ku`shleniwler kontsentratsiyasinin` ta`sirinen tis betinin` ayrim tochkalarida biliner-bilinbes jariqlar payda boladi. Berilis maylanip turatug`in jag`dayda jumis islegenligi ushin

bunday jariqlardin` ishine u`lken basim astinda may kire baslaydi. Na`tiyjede jariqlar u`lkenlesip barip, tis sirtinan kishkene bo`lekshelerdin` ajiraliwina alip keledi. Aqibetinde, tis sirtinda ha`r qiyli o`lshemli shuqurlar payda bola baslaydi. Bunday shuqirliqlardin` payda boliwi ha`m jumis dawaminda olar saninin` artiwi sebepli tistin` formasi buziladi, bet tegisligi buziladi, soqqi menen ta`sir etiwshi ku`shler artadi. Bunin` aqibetinde uvalanjumis protsessi tezlesedi, berilistin` qiziwi ha`m shawqim ku`sheedi. Aqiri bunday degershiklerdi almastiriw za`ru`rligi tuwiladi.

Tistin` betinin` uvalanjumisiga toqtatiw ushin tislerdin` sirtqi qatlami termik qayta islew joli menen bekkemlenedi, tisli degershikler kontakt ku`shleniw boyinsha joybarlanadi, mu`yesh korrektsiyasinan paydalaniladi ha`m tisler joqari da`rejedegi aniqliq penen tayarlanadi.

2. Tisler betinin` jeliniwi. Tislerdin` beti u`sh tu`rli jag`dayda; abraziv bo`leksheler bar jerlerde, tislerdin` bir-birine tuwrilaniw waqtinda, nagruzkali berilisti qosiw ha`m toqtatiw waqtinda jeliniwi mu`mkin. Tis betinin` abraziv bo`leksheler bar jerlerde jeliniwi jeterli da`rejede maylanbaytug`in ashiq berilislerde ko`p ushiraydi, sebebi bunday jag`daylarda abraziv bo`leksheler bar jerler payda boliwi (shan` ha`m basqa qatti bo`lekshelerdin` tisler arasina tu`sip qaliwi) itimali a`dettegiden u`lken boladi.

Jeliniwdin` bul tu`ri ayrim jag`daylarda jabiq berilislerde de ushirawi mu`mkin. Bunday berilislerde abraziv bo`leksheler bar jer maydin` waqit o`tiwi menen belgili da`rejede pataslaniwi ha`m shan`nan saqlaniw ilajlari jeterli da`rejede ko`rilmegenliginen kelip shig`adi. Bunday jag`dayda jumis isleytug`in berilisler awil xojaliq mashinalarinda, transportta, ko`teriw ha`m transport mashinalarinda ko`p ushiraydi.

Tisler bir-birine otirg`ansha bolatug`in jeliniw, tiykarinan, tisler sirtindag`i tegis emeslikler tegislengenshe dawam etedi. Bul protsess toqtag`annan keyin, jeliniw protsesorinin` bul tu`ri toqtaydi. Wliwma alg`anda, jeliniwdin` bul tu`ri ziyarli emes. Kerisinshe, bunday jeliniw tisler beti tegislenip, tu`setug`in nagruzkanin` bir tegis bo`listiriliwine jag`day tuwiladi. Nagruzkali berilisti ha`reketke keltiriw ha`m toqtatiw waqtinda payda bolatug`in jeliniw kranlarda, qala transportinda paydalanilatug`in berilislerde boladi. Jeliniwdin` bul tu`ri awir nagruzka menen jumis isleytug`in berilisler ushin qa`wipli. Bunday jag`daylarda nagruzkanin` shamasi belgili shegaradan artip ketse, jeliniw tis betinin` qirilip ketiwine alip keledi. Nagruzkasiz berilislerdi ha`reketke keltiriw ha`m toqtatiw waqtinda joqaridag`ig`a uqsas payda bolmaydi. Berilis tislerinin` jeliniwi ilinisiwdegi tisler arasinda payda bolatug`in zazordin` u`lkenlesiwine, zazordin` u`lkenlesiw bolsa qosimsha dinamikaliq ku`shlerdin`, shawqimnin` payda boliwina alip keledi. Bunnan tisqari, jelinip ketken tistin` kese kesimi kishireyip, bul jag`day tistin` bekkemligin to`menletedi. Bunday jag`daylarda tisli degershikler tazasina tez almastiriliwi kerek, keri jag`dayda olardin` tisi sinip, mashinanin` ku`tilmegen waqitta toqtap qaliwina sebep boladi. jeliniwdin` aldin aliw ushin tisler qattilig`in ha`mde tazalig`in asiriw, berilisti abraziv bo`leksheler tu`siwinen ila`ji barinsha saqlaw ha`mde kerek bolg`an jag`dayda arnawli ximiyaliq elementler qosilg`an may isletiliwi usinis etiledi.

3. Tisler betinin` juliniwi. Bunday jag`day, tiykarinan, u`lken tezlik ha`m u`lken nagruzka menen jumis isleytug`in berilislerde ushiraydi. Bunday

berilislerdin` tislernde temperatura ko`teriledi, tislern betinin` ayrim jerlerinde may qatlami tiymey metallar tu`teydi. Bul jag`day bir neshe ret qaytalang`annan keyin temperatura sonday da`rejege jetedi, bekkemligi to`men materiallardan islengen degershik tisinin` sol jerleri 2 shi degershik tisine jabisip shig`adi. Payda bolg`an metall qiyindilari, jumis dawaminda usi tis penen ilinisiwde bolg`an tis betine ilinip shig`a baslaydi. Sol sebepli tis beti tegisligi buzilip, berilis jumisinde qosimsha shawqim ha`m dinamikaliq ku`shler payda boladi. Bul jag`day degershiklerdi tazasina almastiriw za`ru`rligin tuwdiradi. Bunday jemiriliwdin` aldin aliw ilajlari jeliniwdin` aldin aliw ushin usinis etilgen ilajlarg`a uqsas. Bul boyinsha may tan`law ma`selesine itibar beriw kerek.

4. Plastik jiljiw. Jemiriliwdin` bul tu`ri jumsaq polattan islengen tezligi a`ste, biraq u`lken nagruzka menen jumis isleytug`in berilislerde ushiraydi. Bunday jag`daylarda tis betine tu`setug`in ku`sh normadan u`lken su`ykeliis ku`shi payda etedi ha`m jumsaq polatti deformatsiyalap, iyiliw da`rejesine alip keledi, aqibetinde metall su`ykeliis ku`shi bag`itlang`an ta`repke qarap jiljiydi. Na`tiyjede, jeteleniwshi degershik tisinin` ilinisiw polyusi a`tirapinda kishkene do`n`, jetekshi degershik tisinin` sirtinda bolsa usi do`n`ge mas oyi`q payda boladi. Payda bolg`an oyi`q ilinisiwdin` buziliwina ha`m tislernin` isten shig`iwina alip keledi. Uliwma alg`anda, tuwri joybarlang`an ha`m tayarlang`an berilislerde arnalg`an jumis mu`ddeti dawaminda bunday jag`day ju`z bermewi kerek.

Tis materialinin` qattilig`in asiriw bunday jemiriliwdin` aldin aliw sharalarinin` tiykarg`isi.

5. Tislernin` termik jumis islew joli menen qattilastirilg`an sirtqi qatlaminin` ko`pship shig`iwi. Bunday jag`day, tiykarinan, sapasiz termik islew berilgen degershiklerde ju`z beredi. Sonin` ushin, termik islew beriw talap etilgen jag`daylarda bul protsesstin` sapali orinlaniwina ayriqsha itibar beriliwi kerek.

Tisli berilistin` jeliniwi joqarida ko`rip shig`ilg`an tu`rlernin` usi waqitqa shekem jeterli da`rejede toliq u`yrenilgen tislernin` siniwi ha`mde olar betinin` uvalanib ketiwi bolip tabiladi. Usi sebepli, ha`zirgi waqitta tisli berilislerdi joybarlawda olardi, tiykarinan, usi eki tu`rli jemiriliwge sebep bolg`an buriwshi ku`shleniw ha`m kontakt ku`shleniw boyinsha esaplanadi. Bul eki ku`shleniwden kontakt ku`shleniw ko`p ahmiyetke iye, sebebi belgili o`lshemli berilis ushin bul ku`shleniw din` shamasi o`zgermeytug`in boladi. Burawshi ku`shleniw din` shamasin bolsa moduldi o`zlestiriw menen kemeytiriw mu`mkin.

### **3.9. TUWRI TISLI TSILINDR FORMADAG`I DEGERSHIK TISLERIN BURAWSHI KU`SHLENIW BOYINSHA ESAPLAW**

Tislerdi burawshi ku`shleniw boyinsha esaplaw din` bar usillarin` sha`rtli ra`wishte eki gruppag`a bo`liw mu`mkin. Birinshi gruppag`a kiriwshi usillarda ku`shleniw materiallari qarsilig`i kursindag`i formula ha`m aniqlamalar tiykarinda tabiladi. Bunday usillarda tis tiykarina ta`sir etiwshi urinba ku`sh ha`m ol jerde payda bolatug`in ku`shleniwler kontsentratsiyasi itibarg`a alinbaydi ha`m tis konsolli kishkene balka dep qaraladi. Tistin` o`lshemleri kese kesimi boyinsha tis

biyikliginen u`lken pariql qilmag`anlig`inan esaplaw natijjesin shamalap aling`an dew mu`mkin.

Ha`zirgi waqitta, berilisler joybarlawda, tiykarinan joqarida aytilip o`tilgen ha`m materiallar qarsilig`i kursinda berilgen formulalarg`a tiykarlang`an ha`mde GOST 21354 - 75 te ko`rsetilgen usildan paydalaniladi. Sonin` ushin to`mende usil menen tanisip o`temiz esaplawdin` bul usilinda to`mendegi a`piwayilastiriw qabil etiledi:

1. Tiske ta`sir etiwshi ku`sh onin` ushina qoyilg`an bolip, tek bir tis ja`rdeminde uzatiladi dep esaplanadi; mashinasazliqta ko`p tarqalg`an 7 ha`m 8 aniqliq da`rejesi menen tayarlang`an degershikler ushin bul pikir haqiyqatqa jaqin keledi.

2. Su`ykelis R ku`shi u`lken bolmag`anlig`inan esaplawda itibarg`a alinbaydi.

3. Joqarida ko`rsetilgenindey, tis konsolli balka dep qaraladi. Bunday jag`daylarda tistin` qa`legen ornindag`i tegis kesim tis deformatsiyalang`anda da o`zgermey qaladi, dep esaplanadi.

Bul a`piwayilastiriwlar itibarg`a aling`anda tis tiykarinda payda bolatug`in burawshi ku`shleniw din` uliwma shaması

$$\sigma_F = \sigma_{eg} - \sigma_s$$

boladi, dew mu`mkin, bul jerde  $\sigma_{eg}$  burawshi momentten tis tiykarinda payda bolatug`in ku`shleniw,  $\sigma_s$  qisiwshi (radial)  $F_r$  ku`shten payda bolatug`in ku`shleniw. Ten`liktegi (-) belgisi esaplaw tis tiykarinin` sozilg`an jerleri ushin orinlaniwin ko`rsetedi. Ku`shleniw din` absolyut shaması talshiq lar qisilg`an ta`tepte u`lken bolsa da ta`jiriybenin` ko`rsetiwine ko`re, tisler Ko`pshilik talshiq lar sozilg`an ta`repinen sinadi. Sonin` ushin joqaridag`i ten`likte aldinnan (-) belgisi aling`an.

Bizge belgili, degershik tin` ilinisiwde bolg`an tislerine ta`sir etetug`in tiykarg`i ku`sh olardin` betine tik bolip, ilinisiw sizig`i boyinsha bag`darlang`an  $F_n$  ku`shi. A`dette, degershik vali ha`m onin` tayanishlarin esaplaw di an`satlastiriw maqsetinde bul ku`sh ilinisiw polyusina ko`shirilip, payda etiwshi do`ngelek ku`sh  $F_t$  menen radial ku`sh  $F_r$  ge ajritiladi. Berilisler di esaplawda olar ja`rdeminde uzatilatug`in ju`kleniw burawshi moment sipatinda berilgen boladi. Sonin` ushin ku`shler din` shamasin aniqlawda aldın do`ngelek ku`sh mug`dari tabilip, keyin qalg`an ku`shler aniqlanadi. Bunin` ushin tuwri tisli degershiklerdegi ku`shler di aniqlawda to`mendegi qatnaslardan paydalaniladi:

$$F_t = \frac{2T_1}{d_1}; F_r = F_t \operatorname{tg} \alpha_\omega; F_n = F_t / \cos \alpha_\omega; \quad (41)$$

Tisler di burawshi ku`shleniw boyinsha esaplawda ku`sh tis ushina qoyiladi, dep qabillap aling`anlig`i sebepli oni esaplaw ushin qabil etilgen ku`shler din` shaması polyus tochkasına qoyilg`andag`ig`a qarag`anda ayiriladi, sebebi bul jag`dayda uliwma ku`sh tis ko`sherine mu`yesh astında emes, al mu`yesh astında ta`sir etedi.

Aytilg`anlardı itibarg`a alıp to`mendegiler di jazıw mu`mkin:

$$\sigma_{\omega} = \frac{F_t' l}{W} = \frac{6F_t' l}{b_{\omega} S^2}, \sigma_c = \frac{F_r'}{b_{\omega} S}, \quad (42), (43)$$

bul jerde  $F_t'$  - do`ngelek ku`shtin` esaplaw sxemasi ushin aniqlang`an shamas

$$F_t' = F \cos \alpha' F_t \frac{\cos \alpha'}{\cos \alpha_{\omega}}, \alpha' = \alpha_{\omega} + \Delta \alpha$$

$F_r'$  - radial ku`shtin` esaplaw sxemasi ushin aniqlang`an shamas

$$F_r' = F_n \sin \alpha' = F_t \frac{\sin \alpha'}{\cos \alpha_{\omega}}$$

joqaridag`i formulalarda  $W = b_{\omega} \cdot S^2 / 6$  - tis tiykarinin` qarsiliq momenti;  $S$ -tis tiykarinin` beti;  $b_{\omega}$ - Tistin` uzunlig`i (yamasa tuwri tisli degershekler ushin degershiktin` eni). Joqarida keltirilgen qatnaslardag`i  $l$  ha`m  $S$  nin` absolyut shamalarin aniqlaw qiyin bolg`anlig`inan esaplawda olardan paydalaniw qolaysiz. Sonin` ushin ha`r qiyli modulli tislerdin` uqsaslig`inan paydalanip, olar o`lshemsiz koeffitsientler menen almashtiriladi;

$$l' = l/m \text{ ha`m } S' = S/m,$$

bul jerde  $m$  - modul.

$l$  di  $l'$  penen,  $S$  ti  $S'$  penen almashtirip, esaplap shig`arilg`an ju`kleniw koeffitsientleri  $K_{F\beta}$ ,  $K_{\alpha}$  ha`m  $K_{FV}$  ni ku`shleniwler kontsentratsiyasi teoriyalik koeffitsienti  $K_t$  ni itibarg`a alg`an jag`dayda to`mendegini jaziwimiz mu`mk:

$$\sigma_F = \frac{F_t K_{F\beta} K_{FV} K_{F\alpha}}{b_{\omega} m} \left[ \frac{6l'}{(S')^2} \cdot \frac{\cos \alpha'}{\cos \alpha_{\omega}} - \frac{\sin \alpha'}{S \cos \alpha_{\omega}} \right] K_T.$$

Bul aniqlamada 
$$\left[ \frac{6l'}{(S')^2} \cdot \frac{\cos \alpha'}{\cos \alpha_{\omega}} - \frac{\sin \alpha'}{S' \cos \alpha_{\omega}} \right] K_T = Y_F$$

ha`m  $\frac{F_t K_{F\beta} K_{FV} K_{F\alpha}}{b_{\omega}} = \omega_{Ft}$  dep qabil qilinsa, to`mendegi qatnas payda boladi:

$$\sigma_F = Y_F \frac{\omega_{Ft}}{m} \leq \sigma_{FP} \quad (44)$$

Keltirilgen ten`liklerde,  $\omega_t$  salistirma do`ngelek ku`shtin` esaplap shig`arilg`an shamas, N/mm ;  $\sigma_{FP}$  - burawshi ku`shleniw boyinsha jidamliliqqa esaplawdag`i ruxsat etilgen ku`shleniw, MPa;  $m$ - ilinisiw moduli, mm;  $Y_F$  - tis formasinin`

koeffitsienti dep ataladi. Onin` shaması esaplanıp atırǵan deǵershik tislerinin` sani ha`m jiljiw koeffitsientinin` (eger tis formasına o`zǵertiriw kiritip tayarlang`an bolsa) muǵdarına baylanisli ra`wishte arnawli tablitsalardan belgilenedi. Ishki tisli deǵershikler ushin tis formasinin` koeffitsienti  $Y_F$  ti to`mendegi formula tiykarında anıqlaw usinis etiledi:

$$Y_F \approx K_T \frac{2z}{(z+20)}, \quad (45)$$

Bul jerde  $Z$ -tisler sani;  $K_t \approx 2$  qılıp alinadi.  $K_{F\alpha}$   $K_{F\beta}$  ha`m  $K_{FV}$  koeffitsientler xaqqındag`i za`ru`r mag`lumatlar keyingi paragrafta anıq bayan etiledi. (195) formula ja`rdeminde deǵershiklerdin` tisi burawshi ku`shleniw boyınsha jidamlılıqqa esaplanadi. Keltirilgen formuladan jan`a berilisler joybarlastirilg`anda paydalanıw ushin ol basqasha ko`riniske keltiriledi. Bunin` ushin aldinnan, formuladag`i  $\omega_{Ft}$  ornına onin` burawshi moment  $T_1$  (Nm) menen anıqlamalang`an shaması qoyiladi. Keyin  $b_\omega$  ornına  $\psi_{bd}d_1$  ha`m  $d_1^2$  ornına  $m^2z_1^2$  qoyılıp, modulge salıstırǵanda sheshiledi. Sonday qılıp,

$$\sigma_F = Y_F \frac{F_t K_{F\beta} K_{FV} K_{F\alpha}}{mb_\omega} = Y_F \frac{2T_1 F_t K_{F\beta} K_{FV} K_{F\alpha}}{d_1 m \psi_{bd} d_1} = Y_F \frac{2T_1 K_{F\beta} K_{FV} K_{F\alpha}}{m^2 z_1^2 \psi_{bd}} \leq \sigma_{FP}$$

Bul jerden

$$m = K_m \sqrt[3]{\frac{T_1 K_{F\beta}}{z_1^2 \psi_{bd} \sigma_{FP1}}} Y_{F1} MM, \quad (46)$$

bul jerde  $K_m$  - ja`rdemshi koeffitsient bolıp,  $K_{FV}$ ,  $K_{F\alpha}$  nin` ortasha shamasın da itibarg`a aladı ha`m tuwri tisli deǵershikler ushin 14 ke ten` qılıp alinadi. Usini na`zerde tutıw kerek, tisler sani artqan sayın  $m$  nin` shaması kishkenelesedi. Sonin` ushin hesh qanday o`zǵertiriwsız tayarlang`an deǵershiklerdin` tisleri ha`mme waqıt shesternya tislerine qarag`anda bekkem boladı. Sonin` ushin bir qiyli materialdan tayarlang`an deǵershikli berilislerdi esaplawda tiykarınan shesternya tisleri itibarg`a alinadi. Eger deǵershikler ha`r qiyli materiallardan tayarlang`an bolsa, ol jag`dayda ha`r bir deǵershik ushin qatnas anıqlanıp, deǵershiklerden qaysi biri ushin bul qatnastin` shaması kishkene bolsa, sol esaplanadi. deǵershik ha`m shesternya tislerinin` burawshi ku`shleniw boyınsha bekkemligi bir tu`rde bolıwin ta`miyinlew ushin to`mendegi sha`rt orınlaniwi kerek:

$$\sigma_{FP1}/Y_{F1} = \sigma_{FP2}/Y_{F2} \quad (47)$$

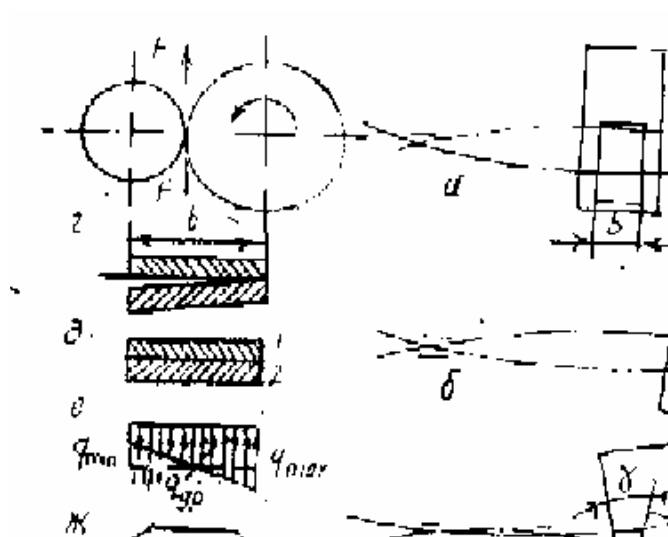
Bul sha`rt materialdı tuwri tan`law yamasa tis formasına qırqıwshi a`sbap reykanı jiljitiw esabına o`zǵertiriw kiritiw menen orınlaniwi mu`mkin.

### 3.10. NAGRUZKANIN` TEGIS EMESLIGI HA`M DINAMIKALIQ Koeffitsientler

Nagruzkanin` tegis emeslik koeffitsienti val tayanishinin` deformatsiyalari sebepli nagruzkanin` tis uzunlig`i boylap bo`listiriliwi itibarg`a aliwshi koeffitsientler bolip tabiladi.

Misali, tisli degershik eki tayanishinin` da`l ortasinda joylaspag`an jag`daylarda val belgili mu`yeshke buriladi. Bul jag`day tiske tu`sip atirg`an ku`shtin` tistin` bir shetinde kemeyip, ekinshi shetinde artiwina sebep boladi. Esaplawda nagruzka tis uzunlig`i boyinsha bir tegis bo`listiriledi dep aling`an edi. Basqasha qilip aytqanda, nagruzkanin` kontsentratsiyalariw koeffitsienti uzunliq birligine tu`setug`in nagruzkanin` ortasha shamasini menen onin` xaqiyqatda bolwi mu`mkin bolg`an en` u`lken shamasini arasindag`i pariqtan esapqa aladi:

$$K_{\beta} = \frac{q_{\max}}{q_{yp}} \quad (48)$$



Tislerge tu`siwshi ku`shtin` bo`listiriliwine val iyiliwinin` ta`siri.

$K_{FV}$  koeffitsientin` a`meliy esaplawlarda isletiletug`in shamalari

| Aniqliq da`rejesi | Tis betinin` qattilig`i NV | Tezlik m/s bolg`an jag`daydag`i $K_{FV}$ shamalari |            |            |
|-------------------|----------------------------|----------------------------------------------------|------------|------------|
|                   |                            | 3 ge shekem                                        | 3 - 8      | 8- 12, 5   |
| 6                 | $\leq 350$                 | 1/1                                                | 1, 2/1     | 1, 3/1, 1  |
|                   | $> 350$                    | 1/1                                                | 1, 15/1    | 1, 25/1    |
| 7                 | $\leq 350$                 | 1, 15/1                                            | 1, 35/1    | 1, 45/1, 2 |
|                   | $> 350$                    | 1, 15/1                                            | 1, 25/1    | 1, 35/1, 1 |
| 8                 | $\leq 350$                 | 1, 25/1, 1                                         | 1, 45/1, 3 | -1, 4      |
|                   | $> 350$                    | 1, 2/1, 1                                          | 1, 35/1, 2 | -1, 3      |

Izox: Bo`lsheklerdin` alimi tuwri tisli berilislerge, bo`limi bolsa qiya tisli berilislerge tiyisli.

bul jerde  $q_{ur}$  - nagruzkanin` uzunliq birligine tu`setug`in ortasha shamasini. Ha`r bir jag`day ushin  $K_V$  nin` shamasini esaplap tabiw ju`da` quramali. Sonin` ushin

a`dette degershikler iyywshi ku`shleniw boyinsha esaplanip atirg`anda bul koeffitsient  $K_{F\beta}$  ko`riniste aniqlanadi. Nagruzkanin` dinamikaliq koeffitsienti  $K_{FV}$  ilinisiwdin` aniq emesliginen kelip shig`atug`in dinamikaliq nagruzkanin` ha`m usi nagruzka ta`sirinde tiste payda bolatug`in ku`shleniwdin` artiwini itibarg`a aladi.

Tislerdi iyyw ku`shleniw boyinsha esaplawda bul koeffitsientin` shamasini kesteden aliniwi mu`mkini yamasa to`mendegishe aniqlanadi:

$$K_{FV} = 1 + \nu_F = 1 + \frac{\omega_{FV} b_\omega}{F_t K_{F\alpha} K_{F\beta}}, \quad (49)$$

bul jerde  $\nu_F$ - dinamikaliq qosimsha;  $F_t$  - do`ngelek ku`sh, N;  $b_\omega$ -degershik eni yamasa tis uzunlig`i, mm;  $\omega_{FV}$  -salistirma dinamikaliq do`ngelek ku`sh:

$$\omega_{FV} = \delta_F g_0 \nu \sqrt{a_\omega / u} \quad (50)$$

bul jerde  $\delta_F$  - tisli berilistin` tu`rin ha`m tis formasina o`zgartiriw kiritilgenligini itibarg`a aliwshi koeffitsient bolip, o`zgartirilmegen tuwri tisli berilisler ushin  $\delta_F = 0,016$ ; tis formasina o`zgartiriw kiritilgen tuwri tisli berilisler ushin  $\delta_F = 0,011$ ; qiya ha`m shevron tisli berilisler ushin bolsa  $\delta_F = 0,006$ ;  $g_0$  - degershik penen shesternya adimlari arasindag`i ayirmashiliqtin` ta`sirin itibarg`a aliwshi koeffitsient, onin` shamasini kesteden alinadi;  $V$ - do`ngelek tezlik, m/s;  $a_\omega$  - oraylar arasindag`i araliq, mm;  $K_{F\alpha}$ - nagruzkanin` tisler arasindag`i bo`listiriliwin itibarg`a aliwshi koeffitsient, tuwri tisli degershikler ushin  $K_{F\alpha} = 1$ .

| Modul m, mm            | GOST 1643-72 de belgilengen bir tegislikte jumis islew boyinsha aniqliq da`rejesi |    |    |    |    |     |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|-----|
|                        | 4                                                                                 | 5  | 6  | 7  | 8  | 9   |
|                        | $g_h$ koeffitsientinin` shamalari                                                 |    |    |    |    |     |
| 3, 5 ke shekem         | 17                                                                                | 28 | 38 | 47 | 56 | 73  |
| 3, 5 ten 10 g`a shekem | 22                                                                                | 31 | 42 | 53 | 61 | 82  |
| 10 nan u`lken          | -                                                                                 | 37 | 48 | 64 | 73 | 100 |

Sunday qilip (195) formula ja`rdeminde berilislerdin` iyywshi ku`shleniw boyinsha jidamlilig`i esaplanadi. Eger iyywshi ku`shleniw boyinsha jan`a berilis joybarlaw talap etilse (a`dette, iyywshi ku`shleniw boyinsha joybarlaw ashiq berilisler ushin usinis etiledi) oni to`mendegi ta`rtipte orinlaw mu`mkini. Joybarlaw ushin jetkerip beriletug`in quwatligi  $N_1$  berilis sani ha`mde vallardan birinin` aylanis jiyiligi  $n_1$  yamasa  $n_2$  berilgen boladi. Aldin degershik ha`m shesternya ushin material tan`lap olar ushin iyywshi ku`shleniw boyinsha ruxsat etilgen ku`shleniw aniqlanadi. Keyin shesternya tislerinin` sani belgilenedi. Bunda  $Z_{1min} = 17$  boliwi kerek. Tezligi u`lken bolg`an berilislerde payda bolatug`in dawisti bir az bolsa-da kemeytiriw

maqsetinde  $Z_1 > 25$  qilib aliwi usinis etiledi. Berilis sani ha'm belgilengen  $Z_1$  den paydalanip  $Z_2$  aniqlanadi:

$$Z_2 = Z_1 U$$

$Z_1$  ha'm  $Z_2$  lerdin` shamasinan paydalanip  $Y_F$  tabiladi.

### 3.11. QIYA TISLI BERILISLERDIN` O`ZINE ILAYIQLI QASIYETLERI.

Uliwma alg`anda, qiya ha'm shevron tisli berilislerdi esaplaw tuwri tisli berilislerdi esaplawg`a uqsas. Biraq qiya tisli degershiklerde ilinisiwde ayirmashiliq bir tis boladi, dep qabillawg`a bolmaydi, sebebi qiya tisli degershiklerdin` bir waqitta ilinisiwde bolatug`in tisler sani, kontakt sizig`inin` uzinlig`i tuwri tisli degershiklerdikine qarag`anda artiq boladi, qiya tisli degershiklerdin` artiqmashilig`i da sonda. Sonin` ushin da bir qiyli o`lshemli, qiya tisli degershikke tuwri tisli degershiktikinen artiq nagruzka beriw mu`mkin. Bunnan tisqari, qiya tisli degershiklerde tisler ilinisiwge bir shetten ekinshi shetke qaray a`ste-a`ste kirisedi. Na`tiyjede berilis guwildisiz jumis isleydi.

Qiya tisli degershiklerde qaptal qaplaniw koefitsienti ha'mme waqit birden u`lken boladi. Bul degenimiz ilinisiwde bolatug`in tisler sani ha'mme waqit biden artiq boladi Demek  $\varepsilon_a$  - qaplaniw koefitsienti 1 ge ten` dep aling`an jag`dayda da kontakt sizig`i bir tis uzinlig`inan u`lken boladi:

$$l = \frac{b_\omega}{\cos \beta_b}, \quad (51)$$

eger qaplaniw koefitsienti  $\varepsilon_a < 1$  bolsa, kontakt sizig`i bunnan da u`lken, yag`niy

$$l_\Sigma = \frac{b_\omega}{\cos \beta_b} \cdot \varepsilon_\alpha, \quad (52)$$

boladi. Biraq usini na`zerde tutiw kerek, aytilg`an pikirler ko`sher boyinsha qaplaniw koefitsienti

$$\varepsilon_\beta = \frac{b_\omega \operatorname{tg} \beta}{P_t} > 1$$

bolg`an jag`daydag`ana tiykarli, bul jerde  $b_\omega$  - degershiktin` eni;  $R_t$  - adim.

Ta`jiriybe usini ko`rsetedi, tisler ko`rsetilgen kontakt sizig`i boyinsha ha'mme waqitta da toliq tiyip turabermeydi. Bul jag`day itibarg`a aling`anda kontakt sizig`inin` uzinlig`i to`mendegishe aniqlanadi:

$$l_\Sigma = K_\varepsilon \varepsilon_\alpha \frac{b_\omega}{\cos \beta_b} = (0,9 \dots 1,0) \varepsilon_\alpha \cdot \frac{b_\omega}{\cos \beta_b} \quad (53)$$

Sunday qilip, qiya tisli degershiklerde tuwri tisli degershiklerdegiy nagruzka tek bir tiske tu'sedi dep qabillap bolmaydi. Demek, qiya tisli degershiklerde ha'r bir tis tuwri tisli degershiklerdikine qarag`anda ko'p nagruzkag`a shidaydi.

Qiya tisli degershiktin` tisine ta'sir etiwshi ku'shler. Bunda tiske ta'sir etiwshi uliwma  $F_n$  ku'sh u'sh payda etiwshi ku'shke bo'linedi: do'ngelek ku'sh  $F_t=2T_1/d_1$ ; ko'sher boylap bag`darlang`an ku'sh  $F_x=tg\beta$ ;  $F_t$  - ko'sherge tik bag`darlang`an radial ku'sh/

$$F_r = F'_t tg\alpha_\omega = F_t \frac{tg\alpha_\omega}{\cos\beta}$$

Uliwma ku'shtin` o'zi:

$$F_n = \frac{F'_t}{\cos\alpha_\omega} = \frac{F_t}{\cos\alpha_\omega \cdot \cos\beta}. \quad (54)$$

ko`rinip turg`aniday, qiyaliq mu`yeshi  $\beta$  nin` artiwi menen ko'sher boylap bag`darlang`an ku'sh  $F_x$  tin` shamasi artadi. Tayanishqa qosimsha ta'sir ko`rsetiwshi bunday ku'shtin` boliwi qiya tisli berilislerdin` tiykarg`i kemshiligi esaplanadi. Bul kemshilikti shevron tisli degershik qollaniw joli menen jog`altiw mu'mkin, sebebi bunday degershik tislerinde ko'sher boylap bag`darlang`an ku'shler bir qiyli shamali eki bo'lekten ibarat bolip, qarama qarsi bag`darlang`ani ushin degershiktin` o`zine ten` salmaqlanip, tayanishqa qosimsha ta'sir ko`rsetpeydi. Biraq, shevron tisli degershikler tayarlaw texnologiyaliq jaqtan qiyiniraq.

### 3.12. QIYA HA`M SHEVRON TISLI TSILINDR BERILISLERDI IYIWShI KU`ShLENIW BOYINShA ESAPLAW.

Joqarida aytilg`anlardi itibarg`a alg`an jag`dayda qiya tisli degershiklerdi iyyiwshi ku'shleniw boyinsha esaplaw ushin to'mendegi ko`rinistegi formula usinis etiledi:

$$\sigma_F = Y_F Y_\varepsilon Y_\beta \frac{\omega_{Ft}}{m} \leq \sigma_{FP} \quad (55)$$

Bul formulaning` tuwri tisli degershiklerdi esaplaw ushin usinis qiling`an (17) fomuladan ayirmashilig`i  $Y_\varepsilon$  ha'm  $Y_\beta$  koefitsientlerdin` barlig`i. Bunnan tisqari, formuladag`i  $\omega_{Ft}$  to'mendegishe tabiladi:

$$\omega_{Ft} = F_{Ft} \frac{K_{F\alpha} K_{F\beta} K_{Fv}}{b_\omega} \text{ N/mm.}$$

$Y_\beta \approx \cos\beta$  - tislerdin` qiyalig`in itibarg`a aliwshi koefitsient;  $Y_\varepsilon = \frac{1}{K_\varepsilon \varepsilon_\alpha}$  -

tislerdin` qaplaniwin itibarg`a aliwshi koefitsient. qaptal qaplaniw koefitsienti  $\varepsilon_\alpha$  ni to'mendegishe aniqlaw usinis etiledi.

$$\varepsilon_{\alpha} = \left[ 1,88 - 3,2 \left( \frac{1}{z_1} \pm \frac{1}{z_2} \right) \right] \cos \beta \quad (56)$$

(+) belgisi sirtqi tisli, (-) bolsa ishki ilinisiwlerge tiyisli. a`dette,  $\varepsilon_{\alpha} \geq 1$  ha`m  $K = (0, 9 \dots 1, 0)$  boladi.  $K_{F\alpha}$ - ko`sher boyinsha qaplaniw koeffitsienti. Bul koeffitsient  $\varepsilon_{\beta} \approx b_{\omega} \sin \beta / (\pi m) > 1$  bolg`an qiya tisli degershikler ushin to`mendegishe tabiladi:

$$K_{F\alpha} = [4 + (\varepsilon_{\alpha} - 1)(n' - 5)] / (4\varepsilon_{\alpha}),$$

bul jerde  $n'$  - berilistin` aniqliq da`rejesi. (206) formulanin` qa`siyetlerinin` ja`ne biri sol, ondag`i tis formasinin` koeffitsienti tislerdin` haqiyqiy sanina qarap emes, al keltirilgen tuwri tisli degershik tislerinin` sanina qarap alinadi. Qiya tistin` bag`darina tik o`tkerilgen tegislikte usi keltirilgen degershikti aniqlamalawshi forma payda boladi dep ko`z aldimig`a keltiriledi. Qiya tiske tik bolg`an tegislik degershiktin` kese kesiminde ellips payda etedi. Bul ellipstin` ko`sherleri

$$C = \frac{d}{2}; \quad e = \frac{d}{2 \cos \beta}$$

boladi. Bizge belgili, bunday ellipsti iymeklik radiusi  $r_v$  bolg`an do`ngelek penen almastiriw mu`mkini:

$$r_v = \frac{e^2}{c} = \frac{d}{2 \cos^2 \beta}$$

Usi do`ngelek keltirilgen tuwri tisli degershiktin` baslang`ish do`ngelegi boladi. Demek,

$$d_v = 2r_v = \frac{d}{\cos^2 \beta}$$

bul jerde  $d$  - qiya tisli degershiktin` diametri. Bunday jag`dayda keltirilgen degershik tislerinin` sani

$$z_v = \frac{d_v}{m_n} = \frac{d}{m_n \cos^2 \beta} = \frac{m_t z}{m_t \cos^3 \beta} = \frac{z}{\cos^3 \beta} \quad (57)$$

boladi.

Sunday qilip, qiya tisleri sani  $Z$  bolg`an degershikti iyyiwshi ku`shleniw boyinsha esaplawda (206) formuladag`i  $Y_F$  tin` shamasina emes, al  $Z_y$  ke qarap alinadi. Sebebi, qiyaliq mu`yeshi  $\beta$  ni u`lkenletiw joli menen  $Z_v$  ni ko`beytiriw, bul menen bolsa degershiktin` nagruzkasin asiriw mu`mkini.  $\beta$  nin` shamasin tan`lawda to`mendegilerge itibar beriw kerek. Uliwma alg`anda, qiya tisli degershikler tuwri tisli degershiklerden qimmbat turadi. Sonin` ushin qiyaliq mu`yeshi kishkene bolg`an degershiklerdi isletiiw paydasiz. Biraq,  $\beta$  nin` u`lkenlesiw ko`sher boylap bag`darlaniwshi ku`shtin` u`lkenlesiwine, qalaberse, tayanish ha`m berilistin` gabarit o`lshemlerinin` ortasina alip keledi. Sonin` ushin GOST 2185-66 ga kwra, qiya tisli

degershikler ushin  $\beta = 8^{\circ}-25^{\circ}$ , Shevron tisli degershikler ushinbolsa  $\beta=25^{\circ}-40^{\circ}$  qilib Aliwi usinis etiledi. qiya ha'm shevron tisli degershiklarni iyiwshi ku'shleniw boyinsha loyixalash za'ru'ryati tug'ilganda modul tuwri tisli berilisler ushinusinis etilgen (197) formula ja'rdeminde aniqlanadi. Faqat formuladag'i koeffitsient  $K_m=11,2$  qilib alinadi.

Esaplawdin` qalg'an tartibi tuwri tisli berilislerdi joybarlastiriwdag'iday boladi. Tek geometriyalıq o'lshemlerdi aniqlawda

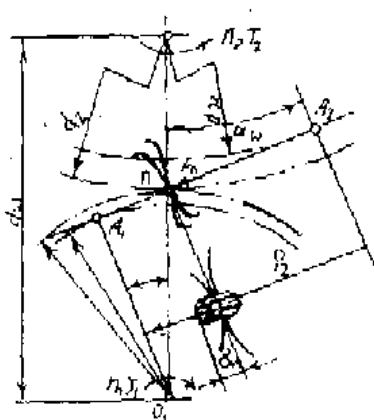
$$a_{\omega} = 0,5m_t(z_1 + z_2) = \frac{m_n}{2\cos\beta} z_{\Sigma} \quad (58)$$

ekenligine itibar beriw kerek.

### 3.13. TUWRI HA'M QIYA TISLI TSILINDR DEGERSHIKLI TISLERIN KONTAKT KU'SHLENIW BOYINSHA ESAPLAW.

Joqarida aytıp o'tkenindey, degershik tisleri betinin` uvalanjumisiga tiykarg'i sebep kontakt ku'shleniw bolıp tabiladi. Sonin` ushin, ko'binshe, tisli berilislerdi joybaslastiriwda tisler kontakt ku'shleniw boyinsha esaplanadi. Bul ku'shleniwdi aniqlaw ushin evolventa, sha'rtli ra'wishte, radiusi tistin` ilinisiw polyusine iymeklik radiusina ten` bolg'an tsilindr menen almashtiriladi.

Eki tsilindr arasindag'i kontakt ku'shleniwdin` shamasin aniqlaw ma'selisine birinshi bolıp G.Gerts aniqlaydi. Bul misaldi aniqlawda: a) ku'shleniw o'zgermeytug'in tsikl menen, yag'niy statikalıq ra'wishte ta'sir etedi; b) ta'sir etiwshi ku'sh betke tik bag'darlang'an boladi ha'm urinba ku'sh bolmaydi; v) betler maylanbaydii; g) detallar ideal jag'daydag'i elastikalıq materiallardan islengen, dep qabil etiledidi.



Tislerdi kontakt ku'shleniw boyinsha esaplawg'a derek sxema.

Belgili, tislerdin` (ha'zirgisine, jabiқ berilislerdegi degershik tislerinin`) haqıyqiy jumis islew jag'dayi joqarida ko'rsetitlgen jag'daydan u'lken ayirmashiliqqa iye. Sonin` ushin son'g'i jillarda tislerdi kontakt ku'shleniw boyinsha esaplaw usilin qa'liplestiriw tarawında ju'da` ko'p ilmiy - izerdlew jumislari islendi. Usilar qatarında B.S.Kovalpskiy ha'm M.M.Saverin siyaqli ilimpazlar tisler betinin` o'z-ara tutas ornina bir waqittin` o'zinide ha'm normal, ham urinba ku'sh ta'sir etaetgan jag'dayni tekshirib, su'ykelis ku'shinin` barlig'i bolsa esaplawda itibarg'a aliwi za'ru'rigin ko'rsetti. Ha'zirgi zaman ko'z qarasına qarag'anda

bir - birinin u`stinde sirpanib jumis isleytug`in detallardin` jumis isley aliwi- almaslig`i tek kontakt ku`shleniwge baylanisli emes. Bul haqqinda isleniwler son`g`i jillarda tuwri ha`m qiya tisli berilislerdi esaplaw tartibin standartlastiriw`a imkan beredi. Quyida standartta ko`rsetilgen esaplaw tiykarlari menen tanisamiz. Standartta ko`rsetilgen usil joqarida esletip o`tilgen G. Gerts using`an boljaw usil tiykarinda islep shig`iladi. Bul usilg`a ko`re tis betleri ilinisiw polyus radiuslari  $\rho_1$  ha`m  $\rho_2$  bolg`an tsilindr dep qaralip, ol jerdegi kontakt ku`shleniw to`mendegishe aniqlanadi.

$$\sigma_H = \sqrt{\frac{q}{\rho_v} \cdot \frac{E_v}{2\pi(1-\nu^2)}}, \quad (59)$$

bul jerde  $q$  - tis betine tik bolg`an salistirma ku`sh bolip, to`mendegishe aniqlanadi:

$$q = \frac{F_n}{b\omega} \cdot K_H = \frac{F_t}{b\cos\alpha} \cdot K_H \quad \text{N/mm}, \quad (60)$$

bul jerde  $K_\varepsilon$  koefitsienti shama menen 0, 95 ke ten` qilip alinadi;  $\varepsilon_\alpha$  - qaptal ta`rep qaplaniw koefitsienti;  $\omega_{Nt}$  - salistirma do`ngelek ku`shtin` esaplang`an shamasi bolip, to`mendegishe tabiladi:

$$\omega_{Ht} = \frac{2T_1 K_H}{d_1 b_\omega} \quad (61)$$

bul ten`likte  $K_n$  - nagruzka koefitsienti.

GOST ta keltirilgen esaplaw formulasi tuwri tisli ha`m qiya tisli degershekler ushin uliwma bolg`anlig`i sebepli bunday formulag`a iye boliwi ushin (59) aniqlamadag`ini tabiwda tuwri tisli ekvivalent degershikke tiykarlanamiz (57):

$$\rho_1 = \frac{dv_1}{2} \sin \alpha_\omega = \frac{d_{\omega 1} \sin \alpha_\omega}{2 \cos^2 \beta}$$

$$\rho_2 = \frac{dv_2}{2} \sin \alpha_\omega = \frac{d_{\omega 2} \sin \alpha_\omega}{2 \cos^2 \beta}$$

Demek,

$$\frac{1}{\rho_v} = \frac{1}{\rho_1} \pm \frac{1}{\rho_2} = \frac{2 \cos^2 \beta}{d_{\omega 1} \sin \alpha_\omega} \pm \frac{2 \cos^2 \beta}{d_{\omega 2} \sin \alpha_\omega} = \frac{2 \cos^2 \beta}{d_{\omega 1} \sin \alpha_\omega} \left( 1 \pm \frac{1}{U} \right) = \frac{2(u \pm 1) \cos^2 \beta}{d_{\omega 1} u \sin \alpha_\omega}$$

boladi, bul jerde (+) belgisi sirtqi tisli ilinisiwge, (-) belgisi bolsa ishki tisli ilinisiwge tiyisli ha`m ha`zir ushin tabilg`an aniqlamani (59) formulag`a qoyip,  $\cos \alpha_\omega \cdot \sin \alpha_\omega = \sin 2\alpha_\omega / 2$  ekenligin itibarg`a alsaq, to`mendegige iye bolamiz:

$$\sigma_H = \sqrt{\frac{\omega_{Ht} \cdot 4(u \pm 1) \cos^2 \beta}{K_\varepsilon \varepsilon_\alpha d_{\omega 1} u \sin \alpha_\omega} \cdot \frac{E_v}{2\pi(1-\nu^2)}}$$

Bul jerde

$$\sqrt{2 \cos^2 \beta / \sin 2\alpha_\omega} = Z_H$$

$$\sqrt{\frac{E_v}{\pi(1-\nu^2)}} = Z_M$$

$$\sqrt{\frac{1}{(K_\varepsilon \varepsilon_\alpha)}} = Z_\varepsilon$$

dep belgilep, to'mendegi aniqlamani jaziw mu'mkin:

$$\sigma_H = Z_H Z_M Z_\varepsilon \sqrt{\frac{\omega_{Ht}}{d_{\omega 1}} \cdot \frac{u \pm 1}{u}} \leq \sigma_{np} \quad (62)$$

bul jerde  $Z_H$  - ilinisiwde bolg'an tis betlerinin` formasin itibarg'a aliwshi koefitsent;  $Z_M$  - ilinisiwde bolg'an degershek materiallarinin` mexanikalik qasiyetlerin itibarg'a aliwshi koefitsent;  $Z_\varepsilon$  - kontakt sizig`inin` uliwma uzinlig`in itibarg'a aliwshi koefitsent tuwri tisli degershekler ha'mde qaplaniw koefitsenti  $\varepsilon_\beta = 0.9$  bolg'an qiya tisli degershekler ushin  $Z_M = \sqrt{(4 - \varepsilon_\alpha)/3}$   $\varepsilon_\beta \geq 0.9$  bolg'anda bolsa  $Z_M = \sqrt{1/\varepsilon_\alpha}$  qilip 0,75 alinadi; keltirilgen aniqlamalardag'i qaptal qaplaniw koefitsenti  $\varepsilon_\alpha$  (56) formula ja'rdeminde aniqlanadi.

(62) formula ja'rdeminde geometriyalik o'lshepler belgili bolg'an degersheklerdin` bekkemligi tekseriledi. Jan'a berilislerdi joybarlawda paydalaniw ushin (62) formula ha'm basqa ko`riniske keltiriledi. Bunin` ushin ondag'i  $\omega_{Ht}$  ti  $F_t$  menen bolsa  $T_1$  menen aniqlamalap,  $\psi_{bd} = b_\omega / d_\omega$  ekenligin itibarg'a alg'an jag`dayda keltirilgen formula  $d_{\omega 1}$  ge salistirg`anda sheshiledi. Demek,

$$\frac{\omega_{Ht}}{d_{\omega 1}} = \frac{F_t}{d_{\omega 1} b_\omega} K_{H\beta} K_{H\nu} K_{H\alpha} = \frac{2T_1}{d_{\omega 1}^3 \psi_{bd}} \cdot K_{H\beta} K_{H\nu} K_{H\alpha} \quad (63)$$

Bul aniqlamani (50) formulag'a qoysaq,

$$\sigma_H = Z_H Z_M Z_\varepsilon \sqrt{\frac{2T_1}{d_{\omega 1}^3 \psi_{bd}} \cdot K_{H\beta} K_{H\nu} K_{H\alpha} \frac{(u \pm 1)}{u}} \leq \sigma_{np}$$

boladi.

Eger (213) formuladag'i  $\omega_{Ht}$  ti  $F_t$  menen,  $F_t$  ni  $T_1$  menen aniqlamalap  $T_1$  di  $T_2/u$  menen,  $d_{\omega 1}$  di  $2a_\omega(u \pm 1)$  menen almastirip,  $\psi_{ba} = b_\omega/a_\omega$  ekenligin

itibarg`a alg`an jag`dayda  $\sqrt[3]{(Z_H Z_M Z_\varepsilon)^2 \cdot 0,5 K_{Hv} K_{H\alpha}} = K_\alpha$  dep belgilep, tiykarg`i formulani  $a_\omega$  g`a salistirg`anda sheshsek, to`mendegige iye bolamiz:

$$a_\omega = K_a (u \pm 1) \sqrt[3]{\frac{T_2 K_{H\beta}}{u^2 \sigma_{np}^2 \psi_{ba}}} \quad (64)$$

bul jerde degershik enin oraylar arasindag`i araliq boyinsha koeffitsenti  $\psi_{ba}$  to`mendegi qatnastan tabiladi:

$$\psi_{ba} = 2\psi_{bd} / (u + 1) \quad (65)$$

### 3.14. KONUS FORMALI DEGERSHIKLI BERILISLER

Vallardin` geometriyalik ko`sherleri qa`legen  $\delta$  mu`yesh penen kesiliken jag`daylarda konus formali degershiklerden paydalaniladi. Ko`binshe, vallardin` arasindag`i mu`yesh  $\delta = 90^\circ$  bolg`an berilisler isletiledi.

Konus formali degershikler tayarlaw tsilindr degershikler tayarlawg`a qarag`anda birqansha quramali bolip, tisler qirqiw ushin arnawli a`sbap ha`m stanoklardan paydalaniwg`a tuwri keledi. Konus formali degershiklerdi talap etilgen aniqliq penen jiynaw da qiyin.

Val ko`sherlerinin` o`z-ara kesilisiwi olardin` tayanishlarin jaylastiriw qiyinlasadi ha`m degershiklerdin` biri tek bir ta`repten jaylasqan tayanishqa ornatiladi. Bul jag`day berilistin` islewinde tislerge ta`sir etiwshi ku`shlerdin` tegis emes bo`listiriliwine, bul bolsa qosimsha dinamikaliq ku`shlerdin` payda boliwina sebep boladi. Bunnan tisqari, konus formali berilislerde val og`i boylap bag`darlang`an ku`shtin` shamasi u`lken bolip, bul jag`day tayanishlardin` du`zilis quramalastiriwg`a alip keledi. Biraq mashinalarda kesiliken vallar isletiw za`ru`rati tuwiladi, sonin` ushin joqarida ko`rsetilgen kemshilikler boliwina qaramay, konus formali degershiklerden ken` ko`lemde paydalaniladi. Bul berilislerdin` berilis sani konus formasindag`i friksion berilislerdikine uqsap tabiladi:

$$u = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{\sin \delta_2}{\sin \delta_1} \quad (66)$$

Vallardin` ko`sherleri arasindag`i mu`yesh  $90^\circ$  bolg`an jag`daylarda baslang`ish konus mu`yeshi arqali aniqlamalang`an berilis sani to`mendegishe boladi :

$$u = tg \delta_2 = ctg \delta_1 \quad (67)$$

Ilisiniwde bolg`an konus formali degershikli berilislerdin` vallarina do`ngelek  $F_t$  ku`sh, radial (val ko`sherine tik)  $F_r$  ku`sh ha`mde val ko`sheri boylap bag`itlang`an  $F_x$  ku`sh ta`sir etedi.

Uliwma  $F_n$  ku`sh tis bag`itina tik ta`sir etedi. Bul ku`sh payda etiwshilerge ajiratilsa, bir do`ngelek ku`sh  $F_t$  ni, ekinshisi  $F_x$  ha`m  $F_r$  din` uliwma ta`sir etiwshisi

$F'_r$  di payda etedi. Demek,  $F'_r$  ku`sh payda etiwshilerga ajratilsa,  $F_r$  ha`m  $F_x$  payda boladi. Sebebi, to`mendegilerdi jaziw mu`mkin:

$$\begin{aligned} F_1 &= \frac{2T_1}{d_{m1}}; & F_{n1} &= \frac{F_{t1}}{\cos \alpha}; & F'_{r1} &= F_{t1} \operatorname{tg} \alpha \\ F_{r1} &= F'_{r1} \cos \delta_1 = F_{t1} \operatorname{tg} \alpha \cos \delta_1 \\ F_{x1} &= F_{r1} \sin \delta_1 = F_{t1} \operatorname{tg} \alpha \sin \delta_1 \end{aligned} \quad (68)$$

Vallardin` geometriyalıq ko`sherleri  $90^\circ$  mu`yesh payda etetug`in konus formali degershikli berilislerdegi ku`shler haqqında gap barg`anda shesternya valina tik bag`itlang`an ku`shtin` degershik valinin` ko`sheri boylap, shesternya valinin` ko`sheri boylap bag`darlang`an ku`shtin` bolsa degershik valina tik bag`itin na`zerde tutiw tiyis.

Uliwma alg`anda konus formali tuwri tisli degershikli berilislerde ko`sher boylap bag`darlang`an ku`shler ha`mme waqit konuslardin` ushinan onin` tiykari ta`repke bag`itlang`an boladi. Bul berilislerde de, tsilindr berilislerdegidey, tiykarg`i geometriyalıq o`lshemler baslang`ish yamasa bo`liwshi konus o`lshemleri arqali aniqlanadi:

$$\begin{aligned} d_{e1} &= m_{te} z_1; & d_{e2} &= m_{te} z_2; \\ m_{te} &= m_{tm} \cdot \frac{R_e}{R_e - 0.5b_\omega}; \\ R_e &= \frac{d_{e1}}{2 \sin \delta_1} = \frac{d_{e2}}{2 \sin \delta_2}; & d_{m1} &= \frac{R_e - 0.5b_\omega}{R_e} d_{e1}; \end{aligned} \quad (69)$$

bul jerde  $R_e$  - konus jasawshisinin` uzinlig`i;  $d_{e1}$  ha`m  $d_{e2}$  - shesternya ha`m degershik boliwi do`ngeleklerinin` diametrleri;  $m_{te}$  - Tistin` sirtqi ta`repinde aniqlang`an modul;  $m_m$  - orta diametr boylap aniqlang`an modul.

Geometriyalıq o`lshemlerdi aniqlawda esaplang`an modul sipatında payda etiwshisi baslang`ish konustin` payda etiwshisinin` tik bolg`an sirtqi konus boyınsha aniqlang`an  $m_{te}$  den paydalaniladi.

### **3.15. TUWRI TISLI KONUS FORMALI DEGERSHIKLI BERILISLERDI IYIWShI KU`ShLENIW BOYINShA ESAPLAW**

Konus formali degershiktin` kese kesimi konus ushinan tiykari ta`repke proporsional o`zgerip baradi. Sonin` ushin tistin` ha`mme tochkalarinan aling`an kese kesimi o`z-ara uqsas boladi. Konus ushinan tiykari ta`repke kese kesim beti u`lkenlesip baradi. Bul degen so`z, Tistin` qattilig`i ha`r qiyli kesimlerde tu`rli boladi. Demek sonin` ushin tis boyınsha uzinliq birligine tuwri keletug`in salistirma ku`sh ha`r qiyli boladi.

Tekseriwler usini ko`rsetedi tiske ta`sir etiwshi salistirma ku`shte, Tistin` kese kesimi de tis boyınsha o`zgergenliginen iyywshi ku`shleniw tistin` uzinlig`i boylap ha`mme jerde bir qiyli boladi. Sonin` ushin, iyywshi ku`shleniwge tistin` qa`legen

kesimi boyinsha esaplaw mu'mkin. Ta`jiriybeden belgili boliwinsha, onin` ushin tistin` ortasinan o`tetug`in kesimnen paydalaniw qolay. Sonday qilip, tuwri tisli konus formalı degershiktin` tisi iyiwshi ku`shleniw boyinsha to`mendegi formulalar tiykarında esaplaniw mu'mkin:

$$\sigma_E = Y_E \frac{\omega_{Ft}}{0,85m_{tm}} \leq \sigma_{EP} \quad (70)$$

bul jerde 0,85 - konus formalı degershiklerdin` ju`kleniw qabiliyeti tsilindr degershiklerdikine qarag`anda kemligin itibarg`a aliwshi koeffitsient;  $m_{tm}$  - tistin` orta kesimi boyinsha aniqlang`an modul;  $\omega_{Ft}$  - esaplang`an salistirma do`ngelek ku`sh:

$$\omega_{Ft} = \frac{F_{t1} K_{F\beta} K_{Fv} K_{F\alpha}}{b_\omega}; F_{t1} = 2T_1 / d_{m1}$$

$K_m$  - ja`rdemshi koeffitsient, tuwri tisli konus formalı degershikler ushin  $K_m=14,5$ ; formuladag`i qalg`an ha`riplerdin` ma`nisi ha`m olardi aniqlaw tartibi tsilindr degershikli berilislerdegi siyaqli boladi.

(225) formulada  $Y_F$  tis formasinin` koeffitsienti bolsa da, onin` shaması tsilindr degershik ushin aling`aninan parq etedi. Ol bar tislerdin` haqiyqiy sani z ke qarap emes, al sirtqi konus jayılmasındag`i do`ngelektin` ha`mme orni tisler menen toliq dep alg`animizda payda bolatug`in ekvivalent degershiktin` tisler sanına qarap alinadi. Sonday qilip, to`mendegilerdi jaza alamiz:

$$d_{vt1} = \frac{d_{e1}}{\cos \delta_1} \quad z_{vt1} = \frac{z_1}{\cos \delta_1} \quad (71)$$

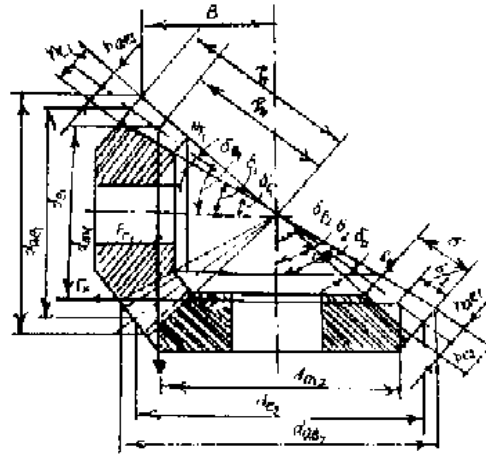
$$z_{vt1} m_{te} = \frac{z_1 m_{te}}{\cos \delta_1} \quad (72); \quad z_{vt2} = \frac{z_2}{\cos \delta_2} \quad (73)$$

Eger eki degershik bir qiyli materialdan tayarlang`an bolsa, esaplaw shesternyag`a salistirg`anda orinlanadi, yag`niy joqarida keltirilgen formulalardag`i  $Z$  ha`m  $Y_F$  ornına  $z_1$  ha`m  $Y_{F1}$  qoyiladi. Eger degershikler ha`r qiyli materialdan tayarlang`an bolsa, Olardin` qaysi biri ushin  $\sigma_{FR} / Y_F$  aniqlama kishkene bolsa, esaplaw sol degershikke salistirg`anda orinlanadi. Iyiwshi ku`shleniw berilisti proektlew ushin tiykarg`i ku`shleniw bolg`an jag`daylarda formula ja`rdeminde tabilg`an  $m_{tm}$  dan paydalanip  $m_{te}$  aniqlanadi:

$$m_{te} = m_{tm} \frac{1}{1 - 0,5\psi_{be}} \quad (74)$$

$$d_{e2} = m_{te} z_2; \quad d_{e1} = m_{te} z_1;$$

a`dette, tabilg`an  $m_{te}$  shaması en` jaqin standart shamag`a ten`lestiriledi.  $m_{te}$  aniqlang`annan keyin berilistin` qalg`an ha`mme geometriyaliq o`lshemleri aniqlanadi.



Konus formali degershikli berilistin` tiykarg`i geometriyalıq o`lshemler.

### 3.16. TUWRI TISLI KONUS FORMALI DEGERSHIKLI BERILISLERDI KONTAKT KU`SHLENIW BOYINSHA ESAPLAW

Konus formali degershikler de kontakt ku`shleniw boyinsha Gerts formulasi tiykarında esaplanadi. Bunin` ushin (210) formuladag`i keltirilgen radius tistin` orta kesimine salıstırg`anda to`mendegishe tabiladi:

$$\frac{1}{\rho_v} = \frac{1}{\rho_{v1}} + \frac{1}{\rho_{v2}} = \frac{2 \cos \delta_1}{d_{m1} \sin \alpha_\omega} + \frac{2 \cos \delta_2}{d_{m2} \sin \alpha_\omega} = \frac{2}{d_{m1} \sin \alpha_\omega} \left( \cos \delta_1 + \frac{\cos \delta_1}{u} \right)$$

Trigonometriyalıq funktsiyalardi o`z-ara qatnaslarin ha`m  $u = \tan \delta_2 = \cotg \delta_1$  ekenligin itibarg`a alıp, to`mendegilerdi jazıw mu`mkin:

$$v = \frac{\pi d_{yp} \cdot n_1}{60 \cdot 1000} \text{ M / c}$$

$$\cos \delta_1 = \frac{1}{\sqrt{1 + \tan^2 \delta_1}} = \frac{u}{\sqrt{1 + u^2}}$$

$$\frac{1}{\rho_v} = \frac{2\sqrt{1 + u^2}}{d_{m1} u \sin \alpha_\omega} \quad (75)$$

Tekseriwler soni ko`rsetedi, tis betinin` iymeklik radiusi da, og`an tu`setug`in ku`sh te konus ushinan uzaqlasqan sayın proporsional ra`wishte o`zgerip baradi. Sonin` ushin tistin` uzınlıg`i boyınsha ha`mme tochkalardag`i kontakt ku`shleniw bir qiyli boladi. Demek, bul esaplawdi da orta diametrge salıstırg`anda orınlaw mu`mkin. Bul jag`dayda salıstırma ju`kleniw to`mendegishe anıqlamalaniw mu`mkin:

$$q_{yp} = \frac{q_{\max} + q_{\min}}{2} = \frac{F_t K_{H\beta} K_{Hv} K_{H\alpha}}{b_\omega \cos \alpha_\omega} \quad (76)$$

Eger (230) ha'm (231) formulalardi tuwri tisli tsilindr degersheklerin esaplawdag'i sog'an uqsas formulalar menen salistirsaq,  $(u+1)$  ornina  $\sqrt{u^2 + 1}$  payda bolg'anin ko'remiz. Sonin' ushin tsilindr degershekli berilislerdi kontakt ku'shleniw boyinsha esaplaw ushin qollanilatug'in (213) formulani konus formali degershekli berilislerdi esaplaw ushin to'mendegi ko'riniste aniqlamalaw mu'mkin:

$$\sigma_H = Z_H Z_M Z_\varepsilon \sqrt{\frac{\omega_{Ht} \sqrt{u^2 + 1}}{0,85 d_{m1} u}} \leq \sigma_{HP} \quad (77)$$

bul jerdegi  $Z_H$ ,  $Z_M$  ha'm  $Z_\varepsilon$  lerdin' ma'nisi ha'm shamasi (213) formulalardag'i siyaqli.

Aldin ko'rsetip o'tilgenindey, keltirilgen ko'rinistegi formuladan bar berilislerdi kontakt ku'shleniw boyinsha bekkemligin tekseriwde paydalaniladi. Jan'a berilislerdi joybarlaw ushin qollanilatug'in formulani (232) aniqlamadan keltirip shig'ariw mu'mkin. Bunin' ushin  $\omega_{Ht}$  ni  $F_t$  arqali aniqlamalap,  $\psi_{bd} = b_\omega / d_{m1}$  ekenligin itibarg'a alg'an jag'dayda (232) ten'lik  $d_{m1}$  ge salistirg'anda sheshiledi:

$$\omega_{Ht} = \frac{F_t}{b_\omega} K_{H\beta} K_{Hv} K_{H\alpha} = \frac{2T_1}{\psi_{bd} d_{m1}^2} K_{H\beta} K_{Hv} K_{H\alpha}$$

$$\sigma_H = Z_H Z_M Z_\varepsilon \sqrt{\frac{2T_1}{0,85 \psi_{bd} d_{m1}^3} K_{H\beta} K_{Hv} K_{H\alpha} \frac{\sqrt{u^2 + 1}}{u}}$$

eger  $\sqrt[3]{(Z_H Z_M Z_\varepsilon)^2 2 K_{Hv} K_{H\alpha}} = K_d$  desek, to'mendegini jaziwimiz mu'mkin:

$$d_{m1} = K_d \sqrt[3]{\frac{T_1 K_{H\beta} \sqrt{u^2 + 1}}{0,85 \psi_{bd} \sigma_{Hp}^2 u}} \quad (78)$$

Eger  $d_{m1} = 2R_m / \sqrt{u^2 + 1}$ ;  $R_m = R_e - 0,5b_\omega$  ha'm  $\psi_{be} = b_\omega / R_e$  ha'mde  $K_R = \sqrt[3]{(Z_H Z_M Z_\varepsilon)^2 0,5 K_{Hv} K_{H\alpha} / 0,85}$  ekenligin itibarg'a alg'an jag'dayda (77) ten'likti sirtqi konusliq aralig'i  $R_e$  ge salistirg'anda sheshsek, to'mendegige iye bolamiz:

$$R_e = K_R \sqrt{u^2 + 1} \sqrt[3]{\frac{T_1 K_{H\beta}}{[(1 - 0,5 \psi_{be}) \sigma_{Hp}^2]^2 \psi_{be} u}} \quad (79)$$

(233) ha'm (234) formulalardagi  $\Psi_{bd}$  – shesternya enin orta diametrge qatnasin aniqlamalawshi koeffitsienti, 0,3...0,6 aralig'inda alinadi;  $\Psi_{be}$  – degershik eninin` konusliq aralig'ina qatnasin aniqlamalawshi koeffitsient,  $\Psi_{be} \leq 0.3$  qilib aliwi usinis etiledi.

### 3.17. QIYA TISLI KONUS FORMALI DEGERSHIKLI BERILISLER

A`dette, berilistegi do`ngelek tezlik  $V > 3$  m/s bolsa, tuwri tisli konus formali degershiklerden paydalaniw maqul emes dep esaplanadi, sebebi a`piwayi usillar menen tayarlang`an konus formali degershiktin` sapasi jeterli da`rejede joqari bolmay, kem nagruzkag`a shidaydi. Sonin` ushin a`melde tisleri qiya ha'm do`ngelek formada bolg`an degershiklerden ko`birek paydalaniladi. Qiya tisler degershik orayinda jaylasqan ha'm radiusi e ge ten` bolg`an bir do`ngelekke urinba boyinsha bag`itlang`an bolip, konus jasawshisi menen  $\beta$  mu`yesh payda etedi. Bunday tislerdi stanoklarda qirqiw birqansha naqolay ha'm ko`p waqit aladi. Sonin` ushin tisleri do`ngelek bolg`an degershiklerden ko`birek paydalaniladi. Bunday degershiklerdin` zagotovkalarina tisler aylanba ha`reket qilib turatug`in keskishli qurilma ja`rdeminde kirqiladi, sonin` ushin ko`p waqit ketpeydi. Bunnan tisqari, do`ngelek tisli berilislerdin` tezligi konus formali degershikli basqa qiyli berilislerdikine qarag`anda u`lken bolip, ko`p nagruzkag`a shidaydi ha`mde shawqimsiz jumis isleydi.

Bunday degershikler tislerdin` qiyaliq mu`yeshi o`zgeriwshi boladi, esaplaw ushin bolsa onin` ortasha shamasinan paydalaniladi. A`dette,  $\beta$  mu`yesh  $35^0...40^0$  boladi.

Tisi tuwri bolmag`an konus formali degershiklerdi esaplawda paydalanilatug`in formulalar qiya tisli tsilindr degershiklerdi esaplaw formulalari siyaqli qa`siyetke iye. Misali, iyiwshi ku`shleniw boyinsha to`mendegi formula tiykarinda esaplanadi:

$$\sigma_F = Y_F Y_\varepsilon Y_\beta \frac{\omega_{Ft}}{0,85m_{nm}} \leq \sigma_{FP} \quad (80)$$

Bunda  $Y_F$  ti grafikten aliwdan tislerdin` xaqiykiy sanina emes, al biekvivalent degershik tislerinin` sanina qaraladi. Biekvivalent (eki ma`rte keltirilgen) – konus formali degershik tsilindr degershikke, keyin qiya tisli degershik tuwri tislilikke keltirilgen – degershik tislerinin` sani

$$z_{Vn} = z / (\cos \delta \cdot \sin^3 \beta) \quad (81)$$

boladi.

$Y_\varepsilon$  ha'm  $Y_\beta$  ni aniqlaw aldind bayan etilgenidey orinlanadi; formuladagi  $m_{nm}$  orta kesimdegi normal modul, orta kesimdegi degershik ko`sherine tik bet boyinsha o`lshengen bolip  $m_{tm} = m_{nm} / \cos \beta$ ;  $m_{tm}$  ge qarap degershik geometriyalik

o`lshemlerin belgileytug`in sirtqi modul  $m_{te}$  ni aniqlaw ushin to`mendegi qatnaslardan paydalaniladi:

$$d_m = m_{tm} z; d_e = d_m \frac{R_e}{R_e - 0,5b}; m_{te} \leq d_e / z \quad (82)$$

Bar ku`sh tisli konusali degershikli berilislerdin` kontakt ku`shleniwi boyinsha bekkemligi de (77) formula ja`rdeminde tekseriledi. Jan`a berilisler bolsa (78) yamasa (79) formulalar tiykarinda joybarlanadi. Tek bunday jag`daylarda qiya tisli berilisler ushin  $Z_H$ ,  $Z_E$ ,  $K_d$  ha`m  $K_R$  koefitsientlerdin` shaması tuwri tisli berilislerdegidin parq etiliwin na`zerde tutiw kerek. Ko`rsetilgen koefitsientlerdi tiyisli tablitsalardan tan`lawda yamasa formula menen aniqlawda qiya tisli degershiklerge tiyisli aniqlamalardan paydalaniw tiyis.

Ilinisiw tochkasına ta`sir etiwshi ku`shler to`mendegishe aniqlanadi:

$$F_{t1} = 2T_1 / d_{m1} - \text{aylanba ku`sh} \quad (83)$$

$$F_{r1} = \frac{F_{t1}}{\cos \beta} (tg \alpha_\omega \cdot \cos \delta_1 \pm \sin \beta \cdot \sin \delta_1) - \text{radial ku`sh} \quad (84)$$

$$F_{x1} = \frac{F_{t1}}{\cos \beta} (tg \alpha_\omega \cdot \sin \delta_1 \pm \sin \beta \cdot \cos \delta_1) - \text{ko`sher boylap bag`itlang`an ku`sh} \quad (85)$$

Keyingi eki formula qawsirma ishindegı ma`nıstın` qanday boliwi qiya tistin` ha`mde aylanba ha`rekettin` bag`itına baylanisli. Eger degershiktin` u`lken qaptal ta`repinen qarag`anda aylanba ha`reket bag`iti menen tistin` qiyalıg`ı bir qiyli bolsa, (84) formulag`a (-) belgisi, keri jag`dayda (+) belgisi qoyiladi. Aylanba ha`reket bag`iti menen tistin` qiyalıg`ı ha`r tu`rli bolsa, (85) formula (-) belgisi, keri jag`dayda bolsa (+) belgisi isletiledi.

### 3.18. PLANETAR BERILISLERDIN` O`ZINE ILAYIQLI QA`SIYETLERI

Du`zilisinde qozg`almali ko`sherge ornatilg`an tisli degershiklerı bolg`an berilis planetar berilis dep ataladi. A`dette, bunday berilis orayı degershik A, onin` a`tirapında vodila N ja`rdeminde o`z ko`sheri menen birge ha`reketlenetug`in degershik-satellit g ha`mde tiykarig`ı degershik b dan du`zilgen boladi.

Satellitlerdin` orayı degershik a`tirapında ha`reketi planetalar ha`reketine uqsas bolg`anlig`ınan, bunday berilisler planetar berilisler dep ataladi.

Berilistegi degershiklerden b qozg`almaytug`in bolg`anda ha`reketti a dan N qa yamasa N tan a g`a; N qozg`almas bolg`anda bolsa A dan b g`a yamasa b dan a g`a beriwi mu`mkin.

Eger berilistegi ha`mme degershikler qozg`almali bolsa, b nin` ha`reketin A ha`m N qa yamasa A ha`m N tin` ha`reketin b g`a beriwi mu`mkin, yag`niy

planetar berilislerde eki val ha`reketin bir valg`a ha`m, kerisinshe, bir val ha`reketin eki valg`a bo`listirip beriw mu`mkinshiligi bar. Planetar berilislerdin` bunday tu`ri differentsial berilis dep ataladi. Bul jag`day planetar berilislerdin` tiykarg`i artiqmashliqlarinan biri. Bunday berilislerdin` ja`ne bir artiqmashlilig`i sonda, olardin` awirlig`i salistirg`anda kem bolip, ko`p kishkene. Bunin` sebepleri to`mendegiler:

a) satellitler sani 1 den 72 ge shekem bolip, uzatilib atirg`an quwatliliq olar arasinda bo`listiriledi; na`tiyjede ha`r bir tiske tu`setug`in nagruzka bir neshe ma`rte kemeyedi;

b) berilis saninin` u`lken bolg`anlig`i ko`p basqishli berilisler qollanbawg`a imkan beredi;

v) berilistin` du`zilisinde, ko`binshe ishki tisli degershik bolg`anlig`inan, berilis nagruzkasin ja`nede asiriw mu`mkinshiligi tuwiladi;

g) ko`binshe satellitler orayi degershikke salistirg`anda simmetriyali jaylasqanlig`i ushin olarda payda bolatug`in ku`shlerdin` ayrimlari o`z-ara ten`lesedi, na`tiyjede tayanishqa tu`setug`in nagruzka kemeyedi. Bul jag`day quri jumsalatug`in quwatliligi kemeytirip, tayanishlardin` du`zilis a`piwayilastiriwg`a mu`mkinshilik beredi.

Joqarida aytilg`anlardan tisqari planetar berilisler u`lken ha`m shawqimsiz jumis isleydi. Tiykarg`i kemshiligi sol, berilis du`zilisinde ko`p detallar boliwi, olardi tayarlaw ha`mde jiynaw joqari aniqliq da`rejesi talap etiw. Biraq bul berilislerdin` belgili artiqmashliqlari sebepli, olardan Mashinasazliq, stanoksazliq ha`m a`sbapsazliqta ken` ko`lemde paydalanimaqta.

#### **4. Chervyaki Berilisler**

##### **Uliwma mag`liwmatlar**

Chervyakli berilisler vallardi ko`sherleri ayqas bolg`an jag`daylarda isletiledi. Ayqasliq mu`yeshinin` shaması bir qiyli boliwi mu`mkin. Biraq a`melde, Ol tiykarinan,  $90^0$  boladi. Bunday berilis ayriqsha formali chervyak degershigi menen rezbali val chervyaktan du`ziledi. Chervyakli berilistin` jumis islew printsipi vintli juptin` jumis islew printsipi siyaqli. Bunday berilistin` artiqmashliqlarina to`mendegiler kiredi: a) Du`zilisi a`piwayi, o`zi bolsa iqsham bolip, bir basqishtin` o`zinde berilis sani u`lken boladi; b) ravon ha`m shawqimsiz jumis isleydi; v) o`zi tormozlaniwshi qilib tayarlanıwı mu`mkin; g) isenimli jumis isleydi. Kemshilikleri qatarina: a) paydali jumis koeffitsientinin` salistirg`anda kishkeneligi; b) degershik tislerinin` tez jeliniwi; v) degershik ushin qimbatbaha metall (bronz) isletiw za`ru`rligi kiredi.

Chervyakli berilisler, chervyaktin` du`zilisine qarap, tsilindr ha`m globoid; chervyak oramlarinin` formasına qarap, arximed, evol`venta, konvolyuta formali; chervyaktin` degershikke salistirg`anda iyellegen ornina qarap, chervyagi to`mende, qaptalinda, joqarida jaylasqan; qaplap turg`an korpusi bar-joqlig`ına qarap, ashiq ha`m jabiqlı; atqaratug`in jumısına qarap bolsa ku`sh ha`m moment jetkerip beretug`in yamasa kinematikaliq jaqtan paydalanilatug`in tu`rlerge bo`linedi.

Eger chervyak o`z ko`sherine tik tegislik penen kesilgende payda bolg`an formanin` izi Arximed spiralina uqsas bolsa, bul chervyak Arximed chervyagi dep, eger payda bolg`an iz evol`ventag`a uqsas bolsa, evol`ventali chervyak dep ataladi.

Payda bolg`an shaklning izi kiskartirilgan yamasa chuzilgan evol`ventaga uqsas bolsa, Bunday chervyak konvolyutaviy chervyak dep ataladi.

Ha`zirgi waqitta mashinasazliqta, tiykarinan, arximed chervyaklarinan paydalaniladi, sebebi bunday chervyaklar a`piwayi tokarlik stanoklarinda tayarlaniwi mu`mkin. Chervyak degershigi, ko`binshe, chervyak formasindag`i freza menen tayarlanadi. Ayrim jag`daylarda bul maqsette keskishlerden de paydalaniladi. Degershik zagotovkasina tisler qirqiw waqtinda kesiwshi a`sbap penen zagotovkanin` ha`reketi berilistegi chervyak ha`m degershiktin` o`z-ara ha`reketine uqsas boladi. Qirqiw din` bunday usili chervyaktin` tiykarg`i geometriyalik o`lshemlerin standartlastiriw mu`mkinshiligin beradi (GOST2114-76) GOST3675-56 g`a ko`re chervyakli berilisler tayarlaw ushin 12 aniqliq da`rejesi belgilengen.

#### 4.1. BERILISTIN` GEOMETRIYASI HA`M KINEMATIKASI

Chervyakli berilislerde de, tisli berilislerdegidey, baslang`ish, boliwi, ishki ha`m sitqi diametrler berilistin` tiykarg`i geometriyalik parametrlari bolip tabiladi. Bul berilislerdin` tisli berilislerden parqi sol, olardag`i do`ngelek tezliklerdin` bag`iti tisli berilislerdegidey bir-birine tuwra bolmay, ayqasliq mu`yeshi astinda kesilisedi. Ilinisiwdin` adimi sipatinda reykanin` chervyak ko`sheri boylap o`tken tegislik penen kesilgende payda bolg`an adimi  $r_x$ , modul sipatinda bolsa usi adimnin`  $\pi$  ge qatnasi alinadi.

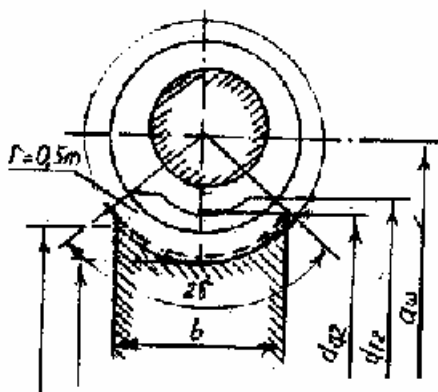
Chervyaktin` uliwma du`zilisi ha`mde islewi trapetsiyaodal profilli vinttikine uqsaydi. Onin` rezbasi da bir kirimli yamasa ko`p kirimli boliwi mu`mkin. Kirimler sani  $Z_1$  menen belgilenedi ha`m oni 1. . . 4 aralig`inda qilip aliwi usinis etiledi. Arximed chervyagi ushin geometriyalik parametrlar ha`m olardin` shamalari to`mendegishe tabiladi;  $\alpha=20^\circ$  - ko`sher boylap o`tkerilgen kesimdegi profil mu`yeshi;  $m=p_x/\pi$  - ko`sher boyinsha aniqlang`an modul;

$q=d_1/m$  - chervyaktin` salistirma diametri.

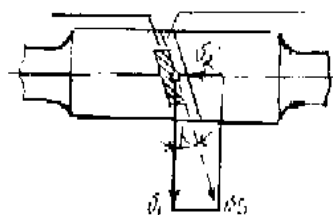
$d_1=qm$  - boliwi diametri;

$d_{a1}=d_1+2m$  - sirtqi diametri;

$d_{f2}=d_1+2,4m$  - ishki diametri;  $b_1$  - chervyaktin` oramlar qirqilg`an bo`legi uzunlig`i. Chervyak degersheginin` o`lshemleri to`mendegishe aniqlanadi:



Chervyak degersheginin` geometriyalıq o`lshemleri.



Chervyakli berilislerde su`ykelis tezligin tabiwg`a derek sxema.

$d_2 = m z_2$  - boliwi diametri;  $d_{a2} = d_2 + 2m$  - tis ushi diametri;  $d_{f2} = d_2 - 2,4m$  - tis tu`bi diametri.

Chervyak degersheginin` tisi chervyak denesin oy boylap  $2\delta = 100^\circ$  mu`yesh astinda qamrap turadi. Tisler sanin  $z_2 \geq 28$  qilip aliwi usinis etiledi.

## 4.2. BERILISTIN` PAYDALI JUMIS KOEFFITsIENTI

Chervyakli berilistin` PJKi vintli juptin` PJKi aniqlang`aninday aniqlanadi:

$$\eta = \frac{\operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg}(\gamma + \rho)} \quad (86)$$

Demek, chervyakli berilistin` koefitsientin vintli sızıqtin` ko`teriliwi mu`yeshi  $\gamma$  di asiriw (kirimler sanin ko`beytiriw) yamasa su`ykelis mu`yeshi  $\rho$  di (su`ykelis koefitsienti  $f$  ti) kemeytiriw esabına asiriw mu`mkin.

Ta`jiriybeden belgili boliwinsha, o`z waqtında jaqsi maylap turilg`an jag`dayda su`ykelis koefitsienti tiykarinan jumalaw tezligi  $v_s$  ge baylanisli boladi.

Chervyakli berilisler joybarlawdada paydalaniw ushin za`ru`r bolg`an PJK nin` ortasha shaması kesteden alinadi.

Berilistin` o`lshemleri belgilengennen keyin PJK nin` aniq shaması (86) formula ja`rdeminde tabiladi.

## 4.3. ChERVYAKLI BERILISTE PAYDA BOLATUG`IN KU`ShLER. ChERVYAKLI BERILISTIN` ISLEW MU`MKINShILIGI

Islep turg`an berilistin` chervyak ha`m degeshiginde do`ngelek, radial ha`m ko`sher boylap bag`itlag`an ku`shler payda boladi. Chervyaktag`i do`ngelek ku`sh mug`dari jag`ınan degershiktegi ko`sher boylap bag`darlang`an ku`shke ten` bolip, to`mendegi aniqlamadan aniqlanadi:

$$F_{t1} = \frac{2T_1}{d_1} = F_{x2} \quad (87)$$

degershiktegi do`ngelek ku`sh bolsa chervyaktag`i ko`sher boylap bag`darlang`an ku`shke ten`:

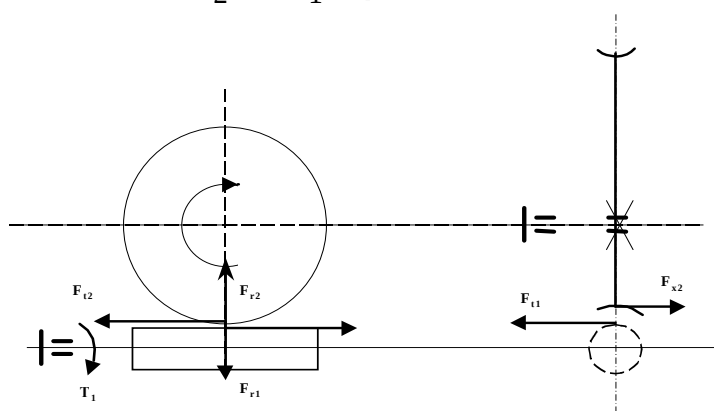
$$F_{t2} = \frac{2T_2}{d_2} = F_{x1} \quad (88)$$

Berilistegi radial ku`sh to`mendegishe boladi:

$$F_r = F_{t2} \operatorname{tg} \alpha \quad (89)$$

Chervyak ha`m degershiktegi burawshi momentler o`z-ara to`mendegishe baylansqan:

$$T_2 = T_1 u \eta \quad (90)$$



Chervyakli berilistegi ku`shler

#### 4.4. CHERVYAKLI BERILISTIN` BEKKEMMLIGIN ESAPLAW

Chervyakli berilislerde tis betinin` jeliniwi ha`m julinip shig`iw jag`daylari ko`p ushiraydi. Bunin` sebebi sol, bunday berilislerde jumalaw tezligi u`lken boladi ha`m bul tezlikdin` bag`iti kontakt sizig`ina salistirg`anda qolaysiz joylasadi. Bizge belgili, jumalaw tezligi kontakt sizig`ina tik bag`darlag`anda su`ykelistin` aldin aliwi en` qolay boladi. Chervyakli berilislerde bolsa bunday emes. Sonin` ushin degershik tislari tez jelinedi ha`m chervyakqa qarag`anda jumsaq materialdan tayarlang`anlig`i ushin ondag`i tislardind` beti a`ste a`ste julinip chervyak betine jabisip baradi. Bunday jeliniwdind` aldin aliw ushin beriliste antifriktsion materiallardan paydalaniladi ha`m esaplaw tiykarinan kontakt ku`shleniw boyinsha alip bariladi. Iyiwshi ku`shleniw boyinsha esaplaw chervyakli berilisler ushin ja`rdemshi usil.

#### 4.5. ChERVYAKLI BERILISLERDI KONTAKT KU`SHLENIW BOYINSHA ESAPLAW. BERILISTI ISSILIQQA ESAPLAW HA`M MAYLAW

Tisli berilislerdi kontakt ku`shleniwge esaplawda tiykarg`i formula paydalanilg`an aniqlama

$$\sigma_{\text{н}} = \sqrt{\frac{q_u E_v}{\rho_v \cdot 2\pi (1 - \nu^2)}} \quad (91)$$

chervyakli berilisler ushin da o`z ku`shin saqlaydi. Arhimed chervyagi ushin ko`sher boylap o`tken tegislikte payda bolg`an oram kesimi tuwri siziq bolg`ani ushin onin` iymeklik radiusi sheksizlikke ten`. Sonin` ushin keltirilgen iymeklik radiusi  $\rho_v$  ni aniqlawda chervyak oraminin` beti itibarg`a alinbaydi, chervyak degershigin bolsa a`dettegi qiya tisli tsilindir degershik dep aytiw mu`mkin.

Sonin` ushin

$$\frac{1}{\rho_v} = \frac{2 \cos^2 \gamma}{d_2 \cdot \sin \alpha} \quad (92)$$

boladi. Qiya tisli berilislerdegi, chervyakli berilislerde de uzunliq birligine tuwri keletug`in ku`sh to`mendegishe aniqlanadi:

$$q_u = \frac{F_n}{l_\Sigma} = \frac{F_{t2}}{l_\Sigma \cos \alpha \cos \gamma} = \frac{2T_2 360^0}{d_2 \pi d_1 2\delta \epsilon_\alpha \xi' \cos \alpha} \quad (93)$$

bul jerde  $l_\Sigma = \frac{\pi d_1 2\delta}{\cos \gamma \cdot 360^0} \cdot \epsilon_\alpha \xi'$  - kontakt sizig`inin` minimal uzunlig`i;  $\epsilon_\alpha$ - ko`sher

boyinsha aling`an qaplaniw koefitsienti;  $\xi'$  - degershik tisi betinin` chervyak orami betine tiyip turiwi toliq bolmag`anlig`i na`tiyjesinde kontakt sizig`i uzunlig`inin` kishireyiwin esapqa aliwshi koefitsient.

Elastikaliq modulinin` keltirilgen shamasi to`mendegishe boladi:

$$E_v = \frac{2E_1 E_2}{E_1 + E_2}, \quad (94)$$

bul jerde  $E_1$  ha`m  $E_2$  – chervyak ha`m degershik materialinin` elastiklik moduli. Aniqlang`an shamalardi itibarg`a alip ha`mde  $\alpha=20^0$ ;  $2\delta=100^0$ ;  $\epsilon_\alpha=1,82$ ;  $\xi'=0,75$ ;  $E_1=2,15 \cdot 10^0$  MPa (polat ushin)  $E_2=0,9 \cdot 10^5$  MPa (bronzha ha`m shoyin ushin) dep qabil qilip, (282) formulani a`piwayilastirsaq, to`mendegi aniqlama kelip shig`adi:

$$\sigma_{\text{н}} = \frac{170}{z_2 / q} \sqrt{\left( \frac{z_2 / q + 1}{a_{\text{ш}}} \right)^3 T_2 K_{\text{н}} b} \leq \sigma_{\text{нп}} \text{ МПа} \quad (95)$$

yamasa

$$a_{\text{ш}} = (z_2 / q + 1) \sqrt[3]{\left[ \frac{170}{(z_2 / q) \sigma_{\text{нп}}} \right]^2 T_2 K_{2, \text{ММ}}}, \quad (96)$$

bul jerde  $T_2$  - degershiktegi burawshi moment, N·mm;  $K_{\text{н}}=K_F=K_v \cdot K_\beta$  - ju`kleniw koefitsienti (1,1....1,4) aralig`inda alinadi. Bul jerdegi joqari shamalar o`zgermeli ju`kleniw menen joqari tezlikte jumis isleytug`in berilisler ushin alinadi.

#### 4.6. CHERVYAKLI BERILISTI IYIWShI KU`ShLENIW BOYINShA ESAPLAW

Iyiwshi ku`shleniwge tek degershik tisleri esaplanadi, sebebi chervyak polattan tayarlang`aninan oramlardin` bekkemligi ha`mme waqit degershik tislerinin` bekkemliginen joqari boladi.

Chervyak degershigi tisi tiykarinin` kese kesimi a`dettegi qiya tisli tsilindr formalı degershiklerdikinen parq qiladi. Tis kesiminin` formasi degershik eni boyinsha birdey bolmaydi. Bunnan tisqari, tis tiykari tuwri sızıq boyinsha emes, al do`ngelek xorda boyinsha jaylasqan boladi. Bul jag`day iyiwshi ku`shleniwdin` anıq shamasin tabiwn birqansha qiyinlastiradi. Sonin` ushin esaplaw jumislarida chervyak degershigi a`dettegi qiya tisli degershik dep qaraladi.

1. Chervyak degershigi tisinin` eni onin` ortasınan baslap, degershiktin` eki shetine qaray ken`eyip baradi. Usi sebepli degershik tislerinin` bekkemligi a`dettegi qiya tisli degershik tislerinikne qarag`anda shama menen 40% joqari boladi. Bul jag`day itibarg`a aling`an tis formasinin` koeffitsienti  $Y_F$  tin` shaması to`mendegi kestedede keltirilgen.

|       |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $Z_v$ | 20   | 24   | 26   | 28   | 30   | 33   | 35   | 37   |
| $Y_F$ | 1.98 | 1.88 | 1.85 | 1.80 | 1.76 | 1.71 | 1.64 | 1.61 |
| $Z_v$ | 40   | 45   | 50   | 60   | 80   | 100  | 150  | 300  |
| $Y_F$ | 1.55 | 1.48 | 1.45 | 1.40 | 1.34 | 1.30 | 1.27 | 1.24 |

2. Chervyakli berilis ushin:

$$Y_\varepsilon = \frac{1}{\varepsilon_\alpha \xi'} \approx \frac{1}{1,8 \cdot 0,75} = 0,74 \text{ boladi.}$$

3. A`dettegi berilisler ushin  $\gamma \approx 10^0$  qilip alinsa, (206) formuladag`i  $Y_\beta \approx 0,93$  boladi.

Aytilg`anlardı itibarg`a alg`an jag`dayda iyiwshi ku`shleniw boyinsha esaplaw to`mendegi formula boyinsha tabiladi:

$$\sigma_F = 0.7 Y_F \frac{F_{t_2}}{b_2 \cdot m_n} \cdot K_F \leq \sigma_{FP} \quad (97)$$

bul jerde  $K_F$  – ju`kleniw koeffitsienti, 1,1....1,4 aralıg`ında alinadi;  $m_n = m \cos \gamma$  - normal modul;  $Y_F$  – tis formasinin` shaması. Onin` shaması tislerdin` keltirilgen sanına qarap kesteden alinadi. Tislerdin` keltirilgen sanı to`mendegishe aniqlanadi:

$$z_v = \frac{z_2}{\cos^2 \gamma}$$

Za`ru`riyat tuwilg`anda chervyak bekkemligi de esaplanadi.

#### **4.7. ChERVYakLI BERILISLER UShIN ISLETILETUG`IN MATERIALLAR HA`M OLAR UShIN RUXSAT ETILGEN KU`ShLENIWLER**

Berilistegi sirpanjumis tezliginin` shamasi salistirg`anda u`lken bolg`anlig`i ushin chervyak ha`m onin` degershigi ushin isletiletug`in material antifriktsion jup payda etiwı kerek. Bul talapqa jeterli juwap beriwi ushin chervyak polattan, onin` degershigi bolsa bronz a yamasa shoyinan tayarlanadi.

Sirpanjumis tezligi 5 m/s artıq bolg`an berilislerde chervyak degershigi ushin antifriktsion qa`siyetleri joqari bolg`an BrOF 10=1, BrOF 10=0, 5 ha`m BrONF markali bronzalardan paydalaniw usinis etiledi. Bul materiallardın` sapasi jaqsi bolg`ani menen ko`p qimbat turadi. Sonin` ushin sirpanjumis tezligi 5 m/s ten kishkene bolg`an berilislerde chervyak degershigi BrAJ-9, BrAJN 10=4-4 markali bronzalardan tayarlang`ani maqul. Bul bronzalar salistirg`anda arzan bolip, jeterli da`rejede bekkem.

Sirpanjumis tezligi 2 m/s ten kishkene bolg`an jag`daylarda chervyak degershigi a`dettegi shoyinlardan tayarlanıwi mu`mkın.

Tekseriwlerdin` ko`rsetiwine qarag`anda, degershik ushin tan`lap aling`an materialdin` sapasi quyiw usilina baylanisli. Usi sebepli, degershik ushin zagotovkalar tayarlawda ila`ji barınsha oraydan qashiriw quyiw usilinan paydalaniw usinis etiledi, sebebi bul usil menen tayarlang`an zagotovkanin` jeliniwge shidamlilig`i basqa usil menen tayarlang`an zagotovkanikine qarag`anda joqari boladi.

Degershiktin` qaysi materialdan tayarlang`anlig`ina qarap, olar ushin ruxsat etilgen ku`shleniwlerdin` shamalari tablitsalardan alinadi.

Chervyak ushin 15X, 15XA, 10X, 20XF, 50, 40X ha`m 40XN markali polatlar tiykarg`i material esaplanadi. Bul polatlardan tayarlang`an chervyaklardın` bekkemligin asiriw ushin olar termikaliq qayta islenedi ha`m, kerek bolsa, betine tegis islew beriledi.

#### **4.8. GLOBOID BERILISLER XAQQINDA QISQASHA MAG`LIWMAT**

Globoid berilisler chervyakli berilislerdin` bir tu`ri. Bunday beriliste chervyaktin` oramlari qirqilg`an bo`legi globoid betli bolip, degershikti xorda boylap qamrap turadi. Globoid berilisler chervyakli berilislerge qarag`anda birqansha ko`p nagruzkada jumis isley aladi, sebebi bul berilislerde bir waqıtta ilinisiwde bolatug`in tislardin` sani chervyakli berilislerdegige salistirg`anda ko`p boladi. Bunnan tisqari, globoid berilislerde sirpanjumis tezligi kontakt sizig`ina derlik tik bag`darlang`an. Bizge belgili, bul jag`day maylaniw protsessin jaqsilap islewi

ushin qolay sha`ra`yat jaratadi. Na`tiyjede bettin` julinip shig`iw qublisi bolmaydi ha`m tislerdin` kontakt ku`shleniwge bolg`an bekkemligi artadi.

Globoid berilisler jaqin jillarda payda bolg`anlig`ina qaramay avtomobil`, trolleybus, lift ha`m basqada mashinalarda ken` ko`lemde isletile basladi. Bul beriliste detallardi joqari da`rejedegi aniqliq penen jiynawg`a ko`p itibar beriw kerek, sebebi azg`antay aniqliqsizliqtin` keri ta`siri de te seziledi. Tayarlaw texnologiyasinin` quramalilig`i berilistin` tiykarg`i kemshiligi.

Ha`zirgi waqitta globoid berilislerdin` nagruzkasi ha`m geometriyalıq o`lshemler GOST 9369-66 da berilgen arnawli keste ha`m grafikler tiykarında aniqlanadi.

## 5. SHINJIRLI BERILISLER

Shinjirli berilis arnawli du`zilistegi eki tisli degershek (juldizsha) ha`m olarg`a kiydirilgen sheksiz shinjirdan du`zilgen boladi.

Mashinasazlikda shinjirli berilislerdin` ha`reketke keltiriwshi mexanizm - tezlik, ju`k tasiw ha`m tartiw ushin arnalg`an tu`rleri isletiledi. Berilis tu`rlerinin` ha`r birinde o`zine ilayiqli shinjir isletiledi. Ju`k tasiw ushin isletiletug`in shinjirlar ha`reket tezligi u`lken bolmag`an ju`k ko`teriwshe mexanizmlerde ju`kti asip qoyiw ha`m oni ko`terip-tu`siriw ushin xizmet etedi.

Shinjir zvenolarin birlestiretug`in valikler arasindag`i aralıqtı ko`rsetiwshi ko`rsetkish adim dep ataladi.

Shinjirli berilislerdin` artiqmashliqlari: a) ha`reketti salıstirg`anda (tisli berilislerge qarag`anda) uzaq aralıqqa uzata aladi - vallar arasindag`i aralıq 5 m ge jetedı; b) paydali jumis koeffitsienti jeterli da`rejede joqari; v) vallarg`a tu`setug`in ku`sh qayisli berilislerdegi qaray`anda kishkene; g) Shinjirlar jumis islew printsipi tiykarında islengenligi sebepli qaltiraw qublisi ju`z bermeydi, na`tiyjede berilis sani turaqli shamag`a iye boladi.

Bunday berilislerdin` kemshilikleri qatarına to`mendegilerdi kiritiw mu`mkin: a) o`zine tu`ser bahası joqari; b) juldizshalar tayarlaw birqansha quramalı; v) itibar menen qarap turiwdi ha`m aniqlap montaj etiwdi talap etedi; g) shinjir elementlerinin` jeliniwi zvenolar uzınlıg`inin` ortasına ha`m qosımsha dinamikalıq ku`shlerdin` payda bolıwına sebep boladı, bul bolsa berilistin` tegis emes islewine alıp keledi.

Shinjirli berilisler awıl xojalıg`i mashinalarında, transportta ha`m ximiya sanaatında, stanoksazlıqta ha`mde ko`teriwshe mashinalarında qayisli berilislerden paydalaniw jeterli da`rejede isenimli bolmag`an jag`daylarda isletiledi.

### 5.1. SHINJIRLI BERILISLERDIN` ULIWMA XARAKTERISTIKALARI

Berilistin` quwati:

$$N = \frac{F_t v}{1000} \text{ kVt} \quad (98)$$

Ha`zirgi waqitta islep turg`an berilislerde jetkerip beriletug`in quwatliliqtin` shamasi bir neshe min` kVt qa jetedi. Biraq u`lken quwatqa arnalg`an berilislerdin` o`zine tu`ser bahasi tisli berilislerdikine qarag`anda joqari boladi. Sonin` ushin, ko`binshe, shinjirli berilisler quwati 100 kVt qa shekem bolg`an vallar arasinda isletiledi. Berilistin` tezligi:

$$v = \frac{z \cdot t \cdot n}{60 \cdot 100} \quad (99)$$

bul jerde  $z$  - juldizsha tislerinin` sani;  $t$  - shinjirdin` adimi, mm;  $n$  - juldizshanin` aylanis jiyiligi,  $\text{min}^{-1}$

Mashinasazliqta isletiletug`in berilislerde  $V=10$  m/s qa shekem,  $n = 500 \text{ min}^{-1}$  qa shekem boladi. Usinin` menen bir qatarda, aylanis tezligi minutina 3000 aylanisqa jetetug`in berilisler de bar. Bunday jag`daylarda shinjir elementleri tez jelinip, soqqili dinamikaliq ku`shlerdin` payda boliwina alip keledi.

Berilistin` berilis sani:

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} \quad (100)$$

Mashinasazliqta paydalanilatug`in shinjirli berilislerde  $U$  din` shamasi uzag`i menen 10 g`a jetedi. Berilis saninin` shamasi bunnan u`lken bolg`an jag`daylarda shinjirli berilislerden paydalaniw orinsiz. Berilis PJK nin` ortasha shamasi 0,96 - 0,98 aralig`inda boladi.

**Oraylar arasindag`i araliq ha`m shinjir uzunlig`i.** Oraylar arasindag`i araliqtin` en` kishkene shamasi juldizshalar aralig`inin` keminde 30...50 mm boliwi esapqqa aling`an jag`dayda aniqlanadi:

$$a_{\min} = \frac{D_{T1} + D_{T2}}{2} + (30...50)_{\text{mm}} \quad (101)$$

bul jerde  $D_{T1}$  ha`m  $D_{T2}$  – juldizshalardin` sirtqi diametrleri.

Shinjirdin` jidamlilig`i jeterli da`rejede boliwin ta`miyinlew maqsetinde

$$a_{\min} = (30...50)_{\text{mm}} \quad (102)$$

qilip aliwi usinis etiledi. Bunda berilis sani ortasi menen  $a$  nin` shamasi u`lkenlesiwina`zerde tutiw tiyis.

Shinjirdin` uzunlig`i qayistin` uzunlig`in tabiwdag`i siyaqli aniqlaniwi mu`mkin. A`dette, shinjirdin` uzunlig`i adimlar sani menen belgilenedi, onin` shamasi to`mendegishe aniqlanadi:

$$L_t = \frac{2a}{t} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \left( \frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2 \frac{t}{a} \quad (103)$$

$L_t$  nin` tabilg`an shamasi pu`tin sang`a shekem jaqinlatiladi. Shinjirdin` ushlarin jalg`awg`a arnawli jalg`aw zvenolar isletpew maqsetinde  $L_t$  shamasi jup san boliwi usinis etiledi.

$L_t$  nin shamasi usi ta'riptte belgilengennen keyin, a nin shamasi  $L_t$  g'a baylanisli ra'wishte qayta aniqlanadi:

$$a = \frac{t}{4} \left[ L_t - \frac{z_1 + z_2}{2} + \sqrt{\left( L_t - \frac{z_1 + z_2}{2} \right)^2 - 8 \left( \frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2} \right] \quad (104)$$

Berilistin normal islewi ushin shinjir belgili da'rejede salpi boliwi kerek. Bunin ushin  $a$  nin shamasi shama menen  $(0,002..0,004)a$  bolg'an sha kemeytiriledi. Elementlerdin jeliniwi na'tiyjesinde shinjirdin uzunlig'i, qalaberse salpiliq ta artadi. Sonin ushin shinjirli berilisler joybarlawda olardag'i salpiliqtin belgili da'rejede boliwin tamiyinlewshi qurilma na'zerde tutiliwi tiyis. A'dette, bug'an tayanishlardin birin qozg'alatug'in etiw yamasa bolek keriliwshi juldizshadan paydalaniw menen erisiledi.

## 5.2. SHINJIR HA'M JULDIZSHALARDIN DU'ZILISI

Ha'zirgi waqitta mashina ha'm mexanizm berilislerinde isletiletug'in vtulka-rolikli, vtulkali ha'm tisli shinjirlardin ha'mme o'lshepleri standartlastirilgan ha'm olar arnawli zavodlarda islep shig'ariladi. Shinjir juldizshag'a rolikler ja'rdeminde ilinedi. Roliktin juldizsha tisine tiygende aylanip ketiwi qaltirap su'ykeliwdi domalap su'ykeliwge aylandiradi. Bul jag'day tislerdin jeliniwin azaytiradi ha'm berilis jumisin jaqsilaydi. U'lken tezlik ha'm nagruzka menen jumis isleytug'in berilislerde bunday shinjirlardin ko'p qatarli tu'ri isletiledi.

Vtulkali shinjirdin vtulka-rolikli shinjirdan parqi usi, onda vtulka u'stine kiydirilgen rolik 5 bolmaydi. Bunin na'tiyjesinde shinjirdin awirlig'i ha'm o'zine tu'ser bahasi azayadi. Biraq vtulkali shinjirdin ha'mde ol menen ilinisiwde bolgan juldizshalardin tisleri salistirg'anda tez jelinedi. Sonin ushin olardan kem nagruzkali ha'm ha'reket tezligi salistirma kishkene berilislerde paydalaniw usinis etiledi.

Tisli shinjirlar eki ushinda tiske usag'an shig'iwlar bolgan plastinkalar jiynag'inan ibarat. Juldizshalardin tisleri plastinka tisleri arasina jaylasqan jag'dayda ilinisiwde boladi. Bunday Shinjirlardin artiqmashlilig'i usinda, adimi o'zgartirilmegen jag'dayda plastinkalar sanin ko'beytip, Shinjir enin talap etilgeninshe u'lkeytiw mu'mkin. Sonin ushin bul tu'rdegi shinjirdan u'lken quwat ushin arnalg'an berilislerde paydalaniladi. Tisli shinjirlar plastinkalarinin konstruksiyasi ha'r qiyli boladi. Plastinkalar arasindag'i tiykarg'i parq olar ushin arnalg'an sharnirdin du'zilisinde bolip tabiladi. Sharnirler qaltirap su'ykeliw yamasa domalap su'ykeliw printsipi tiykarinda jumis isleytug'in etip tayarlanadi.

Shinjirli berilislerde paydalanilatug'in juldizshalardin du'zilisi tisli degershiklerdin du'zilisine ko'p jag'inan uqsas boladi. Juldizshanin bo'liw diametri ol menen ilinisiwde bolgan shinjir valiklerinin orayinan o'tedi ha'm shamasi to'mendegishe aniqlanadi:

$$D_0 = \frac{t}{\sin(\pi / z)} \quad (105)$$

Tisli shinjirdin` du`zilisi sonda, berilis juldizsha menen ilinisiwde bolg`anda valik oraylarinan o`tken do`ngelek juldizshanin` sirtinda jaylasadi. Biraq bul do`ngelektin` diametrin de (300) aniqlama ja`rdeminde aniqlaw mu`mkin.

Bo`liw diametri aniq bolg`annan keyin, juldizshanin` qalg`an geometriyalıq o`lshemleri tiyisli standartlardan alinadi. A`dette, shinjir elementleri ha`mde juldizshalar uglerodli yamasa legirlengen polatlardan (15, 20, 20X, 40X, 45 ha`m basqa markali polatlardan) tayarlanadi ha`m jeliniwge jidamlilig`in asiriw maqsetinde olar termikaliq qayta islenedi.

Kishkene juldizsha ushin tisler saninin` usinis etilgen shaması

| Shinjir tu`ri | Berilis sani, u |       |       |       |       |       |
|---------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|               | 1-2             | 2-3   | 3-4   | 4-5   | 5-6   | >6    |
| Rolikli       | 30-27           | 27-25 | 25-23 | 23-21 | 21-17 | 17-15 |

### 5.3. BERILISTE PAYDA BOLATUG`IN KU`SHLER

Shinjirli berilislerde payda bolatug`in ku`shlerdin` jaylasiwi ha`m bag`dari qayisli berilislerdiki siyaqli boladi boladi, yag`niy bul berilislerde de  $S_1$  ha`m  $S_2$  Shinjirdin` jetekleniwshi ha`m jeteleniwshi tarmaqlarindag`i ku`shler;  $F_t$  - do`ngelek ku`sh;  $S_0$ - dastlepki keriliw ku`shi;  $S_v$ - oraydan qashirma ku`sh ta`sirinde payda bolatug`in ku`sh ha`m bunnan tisqari,  $F_d$  - dinamikaliq nagruzka.

Tiykarg`i ku`shler arasindag`i qa`tnas ta qayisli berilislerdegege uqsas

$$S_1 - S_2 = F_t \quad (106)$$

$$S_v = qv^2 \quad (107)$$

bul jerde  $q$  - bir metr shinjirdin` massasi kg/m (katalogdan alinadi);  $v$  – aylanis tezlik, m/s;  $S_1$  ha`m  $S_2$  – ku`shler, N.

Shinjirli berilis ushin da`stlepki keriliw degende shinjirli berilistin` normal islewi ushin shinjirdin` qatti tartiliwi emes, al belgili da`rejede solqiliqqa iye boliwi tu`siniliwi kerek. A`dette, solqiliq shinjirdin` salmag`i sebepli payda boladi. Sonin` ushin shinjirdin` o`z salmag`inan onin` boyinda payda bolatug`in keriliw ku`shi da`stlebki keriliw ku`shi dep ataladi ha`m to`mendegishe tabiladi:

$$S_s = K_f a q g \quad (108)$$

bul jerde  $g$  - awirliq ku`shinin` tezleniwi, m/s<sup>2</sup>;  $a$  – shinjirdin` salqinliq payda etetug`in bo`legi uzinlig`i (bul uzinliq sha`rtli ra`wishte oraylar arasindag`i araliqqa

ten` qilip alinadi);  $K_t$  – salqinliq koeffitsienti (koeffitsient berilistin` gorizantal tegislikke salistirg`anda joylasiwina ha`m solqiliqtin` shamasina baylanisli).

A`dette,  $f \approx (0,01...0,02)a$  boliwi usinis etiledi. Bunday jag`daylarda berilis gorizantal jaylasqan bolsa,  $K_t = 6$ ; gorizontqa salistirg`anda  $40^\circ$  mu`yesh penen jaylasqan bolsa,  $K_t = 3$ ; vertikal jag`dayda bolsa,  $K_t = 1$  etip alinadi. Shinjirli berilislerde  $S_2$  tin` shamasi ju`da` kishkene boladi ( $S_1$  din` 5 % ke jaqinin payda etedi), sebebi  $S_1$  din` ta`siri juldizshanin` birinshi ha`m ekinshi tisinin` o`zinde aq keskin azayadi ha`m jeteleniwshi tarmaqqa jetip barmaydi. A`dette, berilistin` jaqsi islewi ushin

$$S_2 = S_0 - S_v > 0$$

boliwi kerek. Bul degen so`z berilistegi shinjir elementlerinin` jeliniwi sheginde boliwi ushin  $S_0 > S_v$  sha`rti orinlaniwi kerek degen so`z. Bug`an  $f$  tin` shamasin usinis etilgeninshe aliwi joli menen erisiledi. Uliwma jag`dayda

$$S_1 = F + (S_0 \text{ yamasa } S_v \text{ dan u`lken})$$

$$S_2 = (S_0 \text{ yamasa } S_v \text{ dan u`lken})$$

qilip alinadi. A`meldegi esaplawlarda a`dettegi berilisler ushin shama menen

$$S_1 \approx F$$

$$S_2 \approx 0$$

etip aliwi mu`mkin.

Berilistegi vallarg`a tu`setug`in  $F$  ku`sh shinjirdin` awirlig`i esabina do`ngelek ku`shinen bir az u`lkenirek boladi ha`m shamasi to`mendegishe aniqladi:

$$F_v = K_v F_t,$$

bul jerde  $K_v$  – valdin` nagruzka koeffitsienti. Berilis gorizantal tegislikke  $40^\circ$  tan artiq mu`yesh payda qilip jaylasqanda  $K_v = 1,05$ ; berilis gorizantal tegislikke  $40^\circ$  qa shekem mu`yesh payda etip jaylasqanda bolsa  $K_v = 1,15$  boladi.

#### 5.4. SHINJIR ELEMENTLERINDEGI KU`SHLENIWLER

Shinjir elemenlerinde tiykarinan to`mendegi ku`shleniwler payda boladi. Sharnirdegi (valik penen vtulka ortasindag`i) basim:

$$p = \frac{F_t}{d_B B} \leq [p]; \quad (109)$$

ishki plastinkalardin` vtulka ornatulatug`in bo`legindegi eziwshi ku`shleniw:

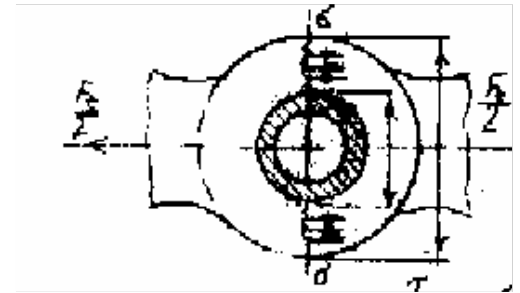
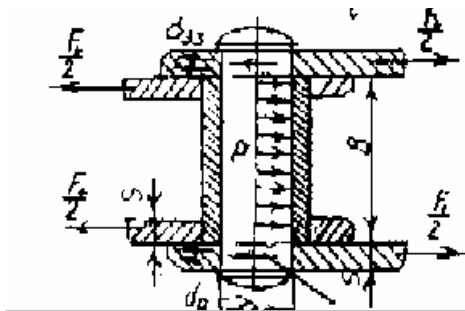
$$\sigma = \frac{F_t}{2(b - d_{BT}) \cdot S} \leq [\sigma]; \quad (110)$$

sirtqi plastinkalardin` valik ornatulaturug`in bo`legindegi eziwshi ku`shleniw:

$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{F_t}{2d_B \cdot S} \leq [\sigma_{\text{сж}}]; \quad (111)$$

valiklerdegi kesiwshi ku`shleniw:

$$\tau = \frac{2F_t}{\pi d_B^2} \leq [\tau]. \quad (112)$$



Shinjir elementlerindegi ku`shleniwler

Mashinasazliqta en` ko`p isletiletug`in vtulka-rolikler Shinjirlar ushin joqarida keltirilgen ku`shleniwlerden sharnirde payda bolatug`in basim olardag`i en` tiykarg`i ku`shleniwler bolip tabiladi, sebebi bunday shinjirlardin` jumis qabiliyeti, tiykarinan, sharnirdin` jeliniwi shidamlilig`i menen baxalanadi. Jeliniw da`rejesi bolsa, aldin, valik penen vtulka ortasindag`i basimnin` mug`darina baylanisli. Sonin` ushin, ha`zirgi waqitta sharnirdegi basim shinjirli berilisler joybarlawda tiykar etip alinadi. Shinjir elementinde payda bolatug`in ku`shleniwlerdin` qalg`an tu`rleri olar ushin standart o`lshemlerdi belgilewde itibarg`a aling`an, yag`niy standarttan tan`lap aling`an shinjir sharnirinde ta`sir etiwshi ku`shten payda bolatug`in basim ruxsat etilgeninen artiq bolmasa, qalg`an ku`shleniwler de sheginde boladi.

Eger joybarlang`an berilistin` jumis islew jag`dayi normal jag`daydan parq qilsa, bul parq ekspluatatsiya koefitsienti  $K_e$  ja`rdeminde esapqa alinadi. Berilis jag`dayda esaplanip atirg`an berilis ushin:

$$[p] = \frac{[p_0]}{K_e} \quad (113)$$

Shinjir sharnirindegi basimnin` ruxsat etilgen shamasi  $[r_6]$  N/mm<sup>2</sup>

| Shinji<br>r tu`ri | Adim,<br>mm | Jetekshi juldizshanin` aylanis jiyiligi $n, \text{min}^{-1}$ |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------|-------------|--------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
|                   |             | 50                                                           | 200  | 400  | 600  | 800  | 1000 | 1200 | 1600 |
| Vtulka<br>rolikli | 12-15,87    | 35                                                           | 31,5 | 28,5 | 26   | 24   | 22,5 | 21   | 18,5 |
|                   | 19,05-25,4  | 35                                                           | 30   | 26   | 23,5 | 21   | 19   | 17,5 | 15   |
|                   | 30-38,1     | 35                                                           | 29   | 24   | 21   | 18,5 | 16,5 | 15   | -    |
|                   | 40-50,8     | 35                                                           | 26   | 21   | 17,5 | 15   | -    | -    | -    |
| Tisli             | 12,7-15,87  | 20                                                           | 18   | 16,5 |      |      |      |      |      |
|                   | 19,05-25,4  | 20                                                           | 17   | 15   | 15   | 14   | 13   | 12   | 10,5 |
|                   | 31,75       | 20                                                           | 12,5 | 14   | 13   | 12   | 11   | 10   | 8,5  |
|                   |             |                                                              | 16,5 |      | 12   | 10,5 | 9,5  | 7    | -    |

boladi; ekspluatatsiya koeffitsienti, o`z na`wbetinde ,to`mendegishe aniqlanadi:

$$K_e = K_d \cdot K_N \cdot K_s \cdot K_a \cdot K_T \cdot K_{rej} ,$$

bul jerde  $K_d$ - nagruzkanin` dinamikaliq ta`sirin esapqa aliwshi koeffitsient  $K_N$  – berilistin` golrizonatal tegislikke salistirg`anda jaylasiwin esapqa aliwshi koeffitsient;  $K_s$  – maylaw sapasi ha`m sha`rayatti esapqa aliwshi koeffitsient;  $K_a$  – Oraylar arasindag`i araliq ha`m shinjir uzinlig`in itibarg`a aliwshi koeffitsient;  $K_T$  – Shinjir keriliwin sazlaw usilini itibarg`a aliwshi koeffitsient,  $K_{rej}$  – jumis rejimin itibarg`a aliwshi koeffitsient.

Bul koeffitsientlerdin` shamasi kestede keltirilgen

$K_d \cdot K_N$  ha`m  $K_s, K_a, K_T, K_{rej}$  koeffitsientlerdin` shamalari

| Jumis islew jag`dayi                                                                                                                             | Koeffitsienttin`<br>shamasi                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Nagruzka bir tegis yamasa sog`an jaqin ta`sir etedi<br>Nagruzka o`zgermeli ta`sir etedi.....                                                     | $K_d \approx 1$<br>$K_d \approx 1,2 \dots 1,5$             |
| Berilistin` gorizonta l tegislikke salistirg`anda jaylasiw<br>mu`yeshi<br>60 <sup>0</sup> tan kishkene .....<br>60 <sup>0</sup> tan u`lken ..... | $K_N \approx 1$<br>$K_N \approx 1,25$                      |
| $a = (30 \dots 50)t$<br>$a < 25t$<br>$a > (60 \dots 80)T$                                                                                        | $K_a \approx 1$<br>$K_a \approx 1,25$<br>$K_a \approx 0,8$ |
| Juldizshalardan birinin` ko`sherin tartiw menen sazlanadi .....<br>Keriliwshi juldizsha yamasa rolik penen sazlanadi .....<br>Sazlanbaydi.....   | $K_T \approx 1$<br>$K_T \approx 1,1$<br>$K_T \approx 1,25$ |

PAYDALANILG`AN A`DEBIYatLAR:

1. I. Sulaymonov «Mashina detallari» wqituvchi. Toshkent. 1981y.
2. M. N. Ivanov «Detali mashin». M., «Mashstroenie». 1984g.
3. A. Jwraev.. M.M. Shukurov «Mashina detallari». Fan. Toshkent. 1999y.
4. R. N. Tojiboev., M. M. Shukurov., I. Sulaymonov «Mashina detallari» kursidan masalalar twplami. wqituvchi 1990y.
5. R. N. Tojiboev., M. M. Shukurov «Mashina detallarini loyخالash» Fan. Toshkent. 1997y.

**U. Utegenov**

***Mashina detallari  
«Berilislerdi» u`yretiwge arnalg`an  
o q i w   q o l l a n b a***

**Oqiw qollanba a`jiniyaz atindag`i No`kis ma`mleketlik  
pedagogikaliq instituti ilimiy ken`esinin` \_\_\_\_ fevral` 2009 jilg`i № \_\_\_\_ protokoli  
menen baspadan shig`ariwg`a usinis etilgen.**

**Korrektor U.B. Balimova  
Tex. redaktor A. Saribaeva  
Operator B. Jumatov**

**A`jiniyaz atindag`i NMPI kishi baspaxanasinda basilg`an. 2008j.  
Buyirtpa №\_\_\_\_ Nusqasi – 100 dana. Formatı 60x84.  
Bahasi sha`rtnama boyinsha.  
742005, No`kis qalasi, A. Dosnazarov ko`shesi-104. Reestr № \_\_\_\_\_**