

**O`zbekiston Respublikasi oliy va o`rta maxsus
ta`lim vazirligi**

Toshkent avtomobilq va yo`llar instituti

A.D. Gapirov, B.D. Alimov

«Mashinalarni loyihalash asoslari»
kafedrası

Mashina detallari fanidan
kurs loyihalarini bajarish bo`yicha o`quv-uslubiy qo`llanma

521500—«TVIT», 5524100 «Ko'tarish, tashish,
qurilish va yo'l qurilish mashinalari» hamda
850100 - «EUTT» ta`lim sohalarining o`quv
rejarlarida «Mashina detallari» fani kiritilgan
barcha bakalavr ta`lim yo`nalishlari uchun
o`quv-uslubiy qo`llanma sifatida tavsiya etiladi.

Toshkent – 2010

Annotatsiya

Ushbu o`quv-uslubiy qo`llanma «Mashina detallari» fanidan kurs loyiha topshiriklarini bajarish lozim bo`lgan bo`limlarini o`z ichiga olgan va texnika oliy o`quv yurtlarining talabalari uchun mo`ljallangan. Unda yuritmaning turli mexanik uzatmalarini, qismlarini xisoblash va loyihalashga misollar keltirilgan.

«Mashina detallari» fani buyicha kurs loyihasini bajarish talaba tomonidan ilk bor aniq misollar asosida, mustaqil ravishda bajarilgan muxandis-konstruktorlik ishi xisoblanadi. Shuning uchun mazkur qo`llanma talabalar uchun yozilishi ayni muddaodir.

Mazkur o`quv-uslubiy qo`llanma Respublika oliy va o`rta maxsus ta`lim vazirligi tavsiyalari va ko`rsatmalari hamda ishchi dastur asosida sodda tilda yozilgan.

Taqrizchi : t.f.n., dots. A.A. Ganiev

Abdusamin Dexkonovich Gapirov
Baxodir Djuraevich Alimov
Raximjon Maxammedov

Mashina detallari fanidan
kurs loyihalarini bajarish bo`yicha o`quv-uslubiy qo`llanma

O`quv qo`llanma TAYI TvaUFGM ning
uslubiy kengashida 2005 yil 18 - mayda
ko`rib chiqilib, chop etishga tavsiya
qilingan.
Bayonnoma № 9

**«Mashina detallari» fani
bo'yicha kurs loyihasidan topshiriq.**

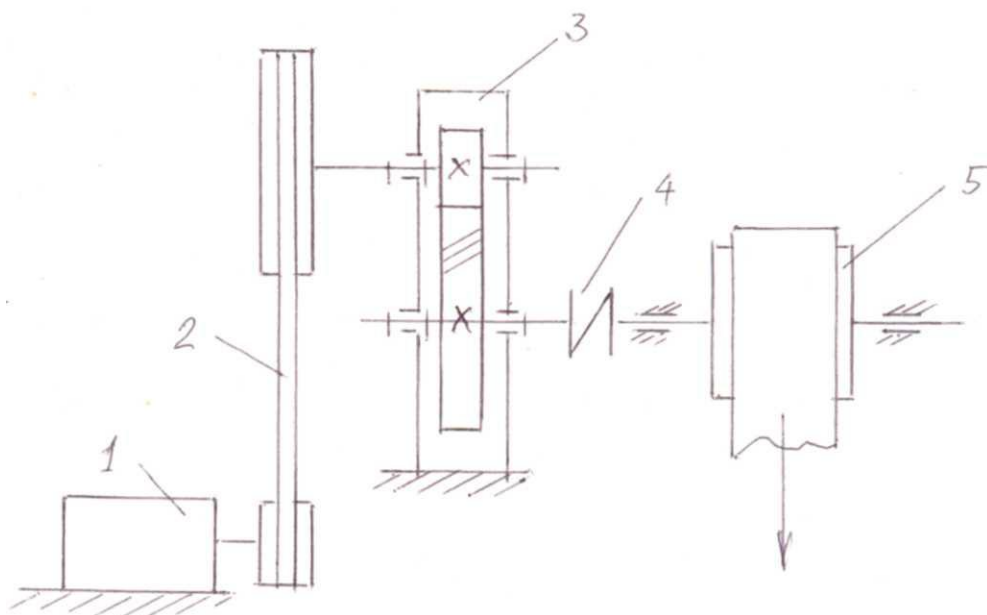
Mavzu: MAZ – 5432 avtomobilining uzatmalar qutisidagi shesternyalar yig'ilmasini tashuvchi qurilmani loyihalash.

Berilgan: Reduktorni chiqish validagi quvvat $N_2 = 4,16 \text{ kVt}$, uning burchak tezligi $\omega_2 = 15,7 \text{ rad/sek.}$

Qurilma besh yil ishlatishga mo'ljallangan, ish bir smenali:

$L = 5 \text{ yil}$, $K_{sut} = 0,33$, $K_{yil} = 0,9$

Yuritmaning kinematik sxemasi:



1- elektrodvigatel; 2 – tasmali uzatma; 3 – tsilindrik reduktor;
4 – mufta; 5 – ishchi bo'gin (baraban).

1.Loyihalanayotgan yuritmaning asosiy ko`rsatkichlarini aniqlash.

1.1. Yuritmaning foydali ish koeffitsientini aniqlash.

Yuritmani umumiy foydali ish koeffitsienti (f.i.k.) quyidagicha aniqlanadi (1-rasm):

$$\eta_{um} = \eta_{tas} \cdot \eta_{t.u.} \cdot \eta_{pod.}^3 \cdot \eta_{m.} = 0,95 \cdot 0,97 \cdot 0,99^3 \cdot 0,99 = 0,87$$

bu erda:

$\eta_{tas} = 0,95$ - tasmali uzatmani f.i.k.;

$\eta_{t.u.} = 0,97$ - tishli uzatma (reduktor)ni f.i.k.;

$\eta_{pod.} = 0,99$ - podshipnikni f.i.k.;

$\eta_{m.} = 0,99$ – muftani f.i.k.

1.2.Yuritma uchun elektr dvigatelini tanlash.

Yuritmani ishlashi uchun elektr dvigatelning kerakli quvvatini aniqlaymiz:

$$N_x = N_2 / \eta_{um} = 4160 / 0,87 = 4700 \text{ Vt} = 4,7 \text{ kVt}$$

[1] ni 1-ilovasiga asosan, quvvati $N_{dv} = 5,5 \text{ kVt}$, aylanishlar soni $n_{dv} = 1000 \text{ ayl./min}$, sirpanishda yuqotishlari $S = 3,3 \%$ bo`lgan 4 A 132 S 2 markali elektr dvigatelini qabul qilamiz. Elektrodvigatel valining aylanishlar sonini sirpanishlarda yo`qotishlarni xisobga olsak:

$$n_{dv} = 1000 - 33 = 967 \text{ ayl./min bo`ladi.}$$

1.3. Yuritmaning kinematik va energetik ko`rsatkichlari.

Yuritmaning umumiy uzatishlar nisbati:

$$U_{yu} = n_{dv} / n_s = 967 / 150 = 6,45$$

bu erda: $n_s = n_2 = 30 \omega_2 / \pi = 30 \cdot 15,7 / 3,14 = 150 \text{ ayl./min}$ – reduktor chiqish valining aylanishlar soni.

Yuritma uchun GOST 2185 - 66 ga asosan uzatishlar nisbati $U_{red} = 2,5$ bo`lgan bir bosqichli tsilindrik reduktor tanlaymiz. Unda, yuritma tarkibidagi tasmali uzatmani uzatishlar nisbati:

$$U_{tas} = U_{yu} / U_{red} = 6,45 / 2,5 = 2,58$$

Tsilindrik reduktorning etaklovchi valining kinematik va energetik ko'rsatkichlarini aniqlaymiz:

a). Aylanishlar soni $n_1 = n_{dv} / U_{tas} = 967 / 2,58 = 374,8 \text{ ayl./min};$

b). Burchak tezligi $\omega_1 = \pi n_1 / 30 = \pi 374,8 / 30 = 39,5 \text{ rad / sek};$

v).Uzatiladigan quvvat $N_1 = N_x \eta_{tas} = 4,7 \cdot 0,95 = 4,4 \text{ kVt};$

g). Burovchi moment $T_1 = N_1 / \omega_1 = 4,4 \cdot 10^3 / 39,5 = 112,3 \text{ Nm} =$
 $= 112,3 \cdot 10^3 \text{ Nmm}.$

Reduktorning etaklanuvchi vali uchun:

a). Aylanishlar soni $n_2 = n_s = 150 \text{ ayl./min};$

b). Burchak tezligi $\omega_2 = \pi n_2 / 30 = \pi 150 / 30 = 15,7 \text{ rad / sek};$

v).Uzatiladigan quvvat $N_2 = N_1 \eta_{t.u.} = 4,4 \cdot 0,97 = 4,16 \text{ kVt};$

g). Burovchi moment $T_2 = N_2 / \omega_2 = 4,16 \cdot 10^3 / 15,7 = 265,0 \text{ Nm} =$
 $= 265,0 \cdot 10^3 \text{ Nmm}.$

2. Tsilindrik reduktor va mexanik uzatmalarning xisobi.

2.1. Reduktor tishli g'ildiraklarining xisobi.

Topshiriq bo'yicha reduktor o'lchamlariga biror aniq talab qo'yilmaganligi uchun, uning tishli g'ildiraklarini tayyorlashda o'rtacha mexanik ko'rsatkichlarga ega bo'lgan materiallarni ishlatamiz.

Jadval 3.1 [1] ga asosan, shesternya uchun – po'lat 45, termik ishlov – yaxshilangan, qattiqligi Brinell bo'yicha NB 230; tishli g'ildirak uchun esa – po'lat 45, termik ishlov – yaxshilangan, qattiqligi NB 200 bo'lgan materiallarni qabul qilamiz.

Formula 3.9 [1] bo'yicha ruxsat etilgan kontakt kuchlanish:

$$[\sigma_H] = \sigma_{H \text{ lim b}} K_{HL} / [S_n],$$

bu erda: $\sigma_{H \lim b}$ - kontakt chidamlilikning chegarasi, tsikllar soni asosiy bo'lganda.

Jadval 3.2 [1] asosan, qattiqligi NB 350 dan kichik bo'lgan va termik ishlov – yaxshilangan, kam uglerodli po'latlar uchun kontakt chidamlilik chegarasi:

$$\sigma_{H \lim b} = 2 NB + 70 ;$$

$K_{HL} = 1,0$ - uzoq muddat ishlash (davomiylik) koefitsienti, tsikllar soni asosiydan katta bo'lganda (292-bet, [1]);

$S_n = 1,1$ - xavfsizlik koefitsienti (292-bet, [1]).

Loyihalanayotgan reduktorning yumshoq va shovqinsiz ishlashini ta'minlash uchun, reduktorda qiya tishli g'ildiraklarni qo'llaymiz. Formula 3.10 [1] ga asosan, bunday g'ildiraklar uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanish:

$$[\sigma_H] = 0,45 ([\sigma_{H1}] + [\sigma_{H2}]);$$

Shesternya uchun ruxsat etilgan kuchlanish:

$$\begin{aligned} [\sigma_{H1}] &= (2 NB_1 + 70) K_{HL} / [S_n] = \\ &= (2 \cdot 230 + 70) 1,0 / 1,1 = 482 \text{ MPa;} \end{aligned}$$

Tishli g'ildirak uchun:

$$\begin{aligned} [\sigma_{H2}] &= (2 NB_2 + 70) K_{HL} / [S_n] = \\ &= (2 \cdot 200 + 70) 1,0 / 1,1 = 428 \text{ MPa;} \end{aligned}$$

Xisob bo'yicha topilgan ruxsat etilgan kontakt kuchlanish qiymati:

$$[\sigma_H] = 0,45 (482 + 428) = 410 \text{ MPa.}$$

Qo'yilgan shart $[\sigma_H] \leq 1,23 [\sigma_{H2}]$ ligi bajarildi.

Reduktor tishlarining aktiv ish qismini kontakt chidamlilik shartidan, 3.7 formula [1] ga asosan, g'ildiraklarning uqlari orasidagi masofa:

$$a_w = k_\alpha (U_{ped} + 1) \sqrt[3]{T_2 k_{H\beta} / [\sigma_H]^2 U_p^2 \psi_{BA}}$$

bu erda: $K_\alpha = 43$ - tishli ilashmani turiga bog'lik bo'lgan koefitsient (32 bet, [1]);

$K_{H\beta} = 1,25$ - tishli g'ildiraklarni tayanchga nisbatan joylashishiga bog'lik koeffitsient (bizning xolimizda tishli g'ildiraklar tayancha nisbatan simmetrik joylashgan, biroq tasmali uzatmani reduktorning etaklovchi valiga ko'rsatadigan deformatsiyasini xisobga olib, $K_{H\beta}$ qiymatini 3.1 jadval [1] ga asosan, g'ildiraklar simmetrik joylashmagan deb olamiz);

$\psi_{ba} = 0,4$ - venets enining koeffitsienti, (36 bet, [1]).

Uqlar orasidagi masofaning aniqlash formulasiga qiymatlarni qo'ysak,

$$\alpha_w = 43 (2,5 + 1) \sqrt[3]{314 \cdot 10^3 \cdot 1,25 / 410^2 \cdot 2,5^2 \cdot 0,4} = 147,1 \text{ mm}$$

GOST 2185 – 66 ga asosan, xisoblab topilgan o'qlar orasidagi masofaga eng yaqini

$$\alpha_w = 160 \text{ mm ni qabul qilamiz.}$$

Ilashmaning normal modulini aniqlaymiz:

$$m_n = (0,01 - 0,02) \alpha_w = (0,01 - 0,02) 160 = 1,6 - 3,2 \text{ mm}$$

GOST 9563 –60 ga asosan, ilashma modulini $m_n = 2,5 \text{ mm}$ deb qabul qilamiz.

G'ildirak tishlarining qiyaligini oldindan, taxminan $\beta = 10^\circ$ deb qabul qilib, 3.16 formula [1] ga asosan, shesternya va tishli g'ildirakni tishlar sonini topamiz:

$$\begin{aligned} Z_1 &= 2 \alpha_w \cos \beta / (U_{red} + 1) m_n = \\ &= 2 \cdot 160 \cos 10^\circ / (2,5 + 1) 2,5 = 36,01 \end{aligned}$$

Shesternya tishlar sonini $Z_1 = 36$ deb qabul qilib, tishli g'ildirakning tishlar sonini aniqlaymiz:

$$Z_2 = Z_1 U_{red} = 36 \cdot 2,5 = 90$$

G'ildirak tishlarining qiyalik burchagini aniqlaymiz:

$$\cos \beta = (Z_1 + Z_2) m_n / 2 \alpha_w = (36 + 90) 2,5 / 2 \cdot 160 = 0,984$$

$$\text{tishning qiyalik burchagi } \beta = 10,1^\circ$$

Shesternya va tishli g'ildirakning asosiy geometrik ulchamlari.

Buluvchi aylana diametrlari:

$$d_1 = m_n Z_1 / \cos \beta = 2,5 \cdot 36 / 0,984 = 91,43 \text{ mm}$$

$$d_2 = m_n Z_2 / \cos \beta = 2,5 \cdot 90 / 0,984 = 228,57 \text{ mm}$$

Tekshirish:

$$\alpha_w = (d_1 + d_2) / 2 = 160 \text{ mm}$$

Tashqi aylana diametrlari:

$$d_{a1} = d_1 + 2 m_n = 91,43 + 2 \cdot 2,5 = 96,43 \text{ mm}$$

$$d_{a2} = d_2 + 2 m_n = 228,57 + 2 \cdot 2,5 = 233,57 \text{ mm}$$

Tishli g'ildirakning eni:

$$b_2 = \psi_{va} \alpha_w = 0,4 \cdot 160 = 64 \text{ mm}$$

$$b_2 = 65 \text{ mm} \text{ deb qabul qilamiz.}$$

Shesternya eni:

$$b_1 = b_2 + 5,0 = 70 \text{ mm}$$

Shesternya enining koeffitsientini bo'luvchi aylana diametri bo'yicha aniqlaymiz:

$$\psi_{bd} = b_1 / d_1 = 70 / 91,43 = 0,765$$

G'ildiraklarning aylana bo'ylab yo'nalgan tezligi:

$$V = w_1 d_1 / 2 = 39,2 \cdot 91,43 / 2 \cdot 10^3 = 3,58 \text{ m/s}$$

Bunday tezlikni uzatayotgan qiya tishli uzatmaning aniqlik darajasini 32 – bet, [1] ga asosan – 8 ga teng deb qabul qilamiz.

Yuklama (nagruzka) koeffitsienti 32 – bet, [1] ga asosan:

$$K_H = K_{H\beta} K_{H\alpha} K_{Hv} = 1,075 + 1,07 + 1,0 = 1,15 ,$$

bu erda:

$K_{H\beta} = 1,075$ – tishli g'ildiraklarni tayanchga nisbatan joylashishiga bog'lik koeffitsient ($\psi_{bd} = 0,765$ bo'lganda, 3.5 jadval [1]);

$K_{H\alpha} = 1,07$ - tezlik $V < 10$ m/s gacha bo'lganda, qiya tishli uzatmada yuklamani teng taqsimlanmaganlik koeffitsienti (32-bet, [1]);

$K_{Hv} = 1,0$ - tezlik $V < 10$ m/s gacha bo'lganda, dinamik koeffitsient (32-bet, [1]).

Formula 3.6 [1] ga asosan, uzatmadagi kontakt kuchlanishni aniqlaymiz:

$$\sigma_n = 270 / \alpha_w \sqrt{T_2 K_H (U_{red} + 1)^3 / b_2 U_{red}^2} =$$

$$= 270 / 160 \sqrt{314 \cdot 10^3 \cdot 1,15 (2,5 + 1)^3 / 65 \cdot 2,5^2} =$$

$$= 329,4 \text{ MPa} \leq [\sigma_n] = 410 \text{ MPa}$$

Tishli uzatmaga ta'sir etayotgan kuchlar qiymatini formulalar 8.3 va 8.4 [1] ga asosan aniqlaymiz:

a) aylana bo'ylab

$$F_t = 2 T_1 / d_1 = 2 \cdot 131,2 \cdot 10^3 / 91,43 = 2870,0 \text{ N}$$

b) radial

$$F_r = F_t \tan \alpha / \cos \beta = 2870,0 \cdot 0,364 / 0,984 = 1061,5 \text{ N}$$

v) uq bo'ylab

$$F_a = F_t \tan \beta = 2870,0 \cdot \tan 10,1^\circ = 511,2 \text{ N}$$

G'ildirak tishlarini formula 3.25 [1] ga asosan, egilishga kuchlanish bo'yicha chidamliligini tekshiramiz:

$$\sigma_F = F_t K_F Y_F Y_\beta K_{F\alpha} / b_2 m_n \leq [\sigma_F],$$

bu erda:

$K_F = K_{F\beta} K_{FV} = 1,16 \cdot 1,4 = 1,276$ - yuklama koeffitsienti, $\psi_{vd} = 0,765$ va qattiqligi $NB \leq 350$ xamda g'ildiraklar tayanchga nisbatan simmetrik joylashmaganda 42-bet [1]; (bu erda: $K_{F\beta} = 1,16$ – tish uzunligi bo'yicha yuklamani teng taqsimlanmaganlik koeffitsienti, 3.7 – jadval, [1]);

$K_{KV} = 1,1$ – dinamik koeffitsienti (3.8 – jadval, [1]);

Y_F - tishni formasi va ekvivalent tishlar soni Z_v ni xisobga oluvchi koeffitsient;

$Y_\beta = 1 - \beta / 140 = 1 - 10,1^\circ / 140 = 0,928$ - hatolikni oldini oluchi (kompensatsiya) koeffitsient, 46-bet, [1];

$K_{F\alpha} = 0,92$ – g'ildirak tishlari orasida yuklamani teng taqsimlamaganligini xisobga oluvchi koeffitsient, 47-bet, [1].

Ekvivalent tishlar soni, 46-bet, [1] :

$$1) \text{ shesternyani } Z_{v_1} = Z_1 / \cos^3 \beta = 36 / 0,984^3 = 38.$$

$$2) \text{ tishli g'ildirakni } Z_{v_2} = Z_2 / \cos^3 \beta = 90 / 0,984^3 = 94$$

[1] ni 42-betida berilgan ma'lumot bo'yicha, shesternya uchun $Y_{F_1} = 3,72$ ga, tishli g'ildirak uchun esa $Y_{F_2} = 3,60$ ga teng.

Formula 3.24 [1] ga asosan, ruxsat etilgan kuchlanish:

$$[\sigma_F] = \sigma_{F_{lim b}}^0 / [S_F],$$

Jadval 3.9 [1] bo'yicha, qattiqligi $NB \leq 350$, yaxshilangan po'latni 45 markasi uchun

$$\sigma_{F_{lim b}}^0 = 1,8 \text{ NB}.$$

Shesternya uchun: $\sigma_{F_{lim b}}^0 = 1,8 \cdot 230 = 415 \text{ MPa};$

G'ildirak uchun: $\sigma_{F_{lim b}}^0 = 1,8 \cdot 200 = 360 \text{ MPa};$

Xavfsizlik koeffitsienti $[S_F]$ 43-bet [1] dagi ma'lumot bo'yicha:

$$[S_F] = [S_F]^1 [S_F]^{11} = 1,75 \cdot 1,0 = 1,75,$$

bu erda: $[S_F]^1 = 1,75$ – g'ildirak materialining xossasi turg'un emasligini xisobga oluvchi koeffitsient (3.9-jadval, [1]);

$[S_F]^{11} = 1,0$ – tishli g'ildiraklarni xom oshyodan qanday tayyorlanishini xisobga oluvchi koeffitsient (kovka yoki shtampovka, 44-bet, [1]).

Ruxsat etilgan kuchlanish:

1) shesternya uchun $[\sigma_{F_1}] = 415 / 1,75 = 237 \text{ MPa};$

2) tishli g'ildirak uchun $[\sigma_{F_2}] = 360 / 1,75 = 206 \text{ MPa}.$

$[\sigma_F] / Y_F$ ni qiymatini aniqlaymiz:

1) shesternya uchun $237 / 3,72 = 63,7 \text{ MPa};$

2) tishli g'ildirak uchun $206 / 3,6 = 57,2 \text{ MPa}.$

Keyingi xisoblarni tishli g'ildirak uchun olib boramiz, chunki, g'ildirakning $[\sigma_F] / Y_F$ qiymati kichik.

Demak, tishli g'ildirak tishining mustaxkamligini yuqorida keltirilgan formula bo'yicha aniqlaymiz:

$$[\sigma_{F_2}] = 2870,0 \cdot 1,276 \cdot 3,60 \cdot 0,928 \cdot 0,92 / 65 \cdot 2,5 =$$

$$= 69,2 \text{ MPa} \leq [\sigma_{F_2}] = 206 \text{ MPa}$$

2.2. Reduktor vallarining taqribiy xisobi.

Formula 8.16 [1] ga asosan, etaklovchi valning chiqish qismini diametrini aniqlaymiz:

$$d_{b1} = \sqrt[3]{16 T_1 / \pi [\tau_k]} = \sqrt[3]{16 \cdot 131,2 \cdot 10^3 / 3,14 \cdot 20} = 32,2 \text{ mm}$$

bu erda: $[\tau_k] = 20 \text{ MPa}$ - po'lat 45 dan tayyorlangan vallarni buralishga ruxsat etilgan urinma kuchlanishi (161-bet, [1]).

Xisoblab topilgan d_{b1} qiymatini nazarda tutib, standart qatordagi shunga yaqin (161-bet, [1]) qiymat $d_{b1} = 32 \text{ mm}$ ni qabul qilamiz.

Etaklanuvchi valning chiqish qismini diametrini aniqlaymiz:

$$d_{b2} = \sqrt[3]{16 \cdot 314,0 \cdot 10^3 / 3,14 \cdot 20} = 43,08 \text{ mm}$$

$$d_{b2} = 45 \text{ mm deb qabul qilamiz.}$$

2.3. Tebranish podshipniklarini ilk bor tanlash.

Yuritmani berilgan sxemasiga ko'ra, reduktorning etaklovchi valining chiqish qismiga tasmali uzatma uchun shkiv, etaklanuvchi valning chiqish qismiga esa bajaruvchi mexanizm bilan bog'lash uchun yarim mufta o'rnatiladi. Shkiv xamda yarim muftaga ishonchli tayanch bo'lishi uchun, etaklovchi va etaklanuvchi vallar pog'onali etib tayyorlanadi. Shuning uchun, etaklovchi valning chiqish qismini diametri podshipnik uchun $d_{p1} = 40 \text{ mm}$, etaklanuvchiniki esa $d_{p2} = 50 \text{ mm}$ deb qabul qilamiz.

Qabul qilingan d_{p1} va d_{p2} lar uchun GOST 8338 – 75 ga asosan bir qatorli o'rtacha seriyali sharikli (zoldirli) podshipniklar qabul qilamiz:

1) etaklovchi valga – 308 turdagi, $d = 40 \text{ mm}$, $D = 90 \text{ mm}$, $b = 22 \text{ mm}$, $C = 41 \text{ kN}$, $C_o = 22,4 \text{ kN}$;

2) etaklanuvchi valga – 310 turdagi, $d = 50 \text{ mm}$, $D = 110 \text{ mm}$, $b = 27 \text{ mm}$, $C = 65,8 \text{ kN}$, $C_o = 36,0 \text{ kN}$.

2.4. Shesternya va tishli g'ildirakning konstruktiv o'lchamlari

Shesternyani etaklovchi val bilan bir qilib tayyorlanadi, uning o'lchamlarini yuqorida aniqladik:

$$d_1 = 91,43 \text{ mm}, \quad d_{a1} = 96,43 \text{ mm}, \quad b_1 = 70 \text{ mm}.$$

Tishli g`ildirak esa, “bolg`alash” (“kovka”) usulida tayyorlanib, uning o`lchamlari:

$$d_2 = 228,57 \text{ mm}, \quad d_{a2} = 233,57 \text{ mm}, \quad b_2 = 65 \text{ mm}.$$

Stupitsani diametri:

$d_{st} = 1,6 d_{k2} = 1,6 \cdot 55 = 88 \text{ mm}$, $d_{st} = 90 \text{ mm}$ deb qabul qilamiz.
bu erda: $d_{k2} = 55 \text{ mm}$ - tishli g`ildirak o`rnatilishi uchun etaklanuvchi valdagi diametr.

Stupitsaning uzunligi:

$$l_{st} = (1,2 - 1,5) d_{k2} = (1,2 - 1,5) \cdot 55 = 66 - 82,5 \text{ mm},$$

$$l_{st} = 75 \text{ mm} \text{ deb qabul qilamiz.}$$

G`ildirak obodasini qalinligi:

$$\delta_o = (2,5 - 4) m_n = (2,5 - 4) \cdot 2,5 = 6,25 - 10 \text{ mm},$$

$$\delta_o = 10 \text{ mm} \text{ deb qabul qilamiz.}$$

Disk qalinligi :

$$S = 0,3 b_2 = 0,3 \cdot 65 = 19,5 \text{ mm},$$

$$S = 20 \text{ mm} \text{ deb qabul qilamiz.}$$

2.5. Reduktor korpusining konstruktiv o`lchamlari.

Reduktor korpus elementlarining o`lchamlari 10.2 va 10.3 jadvallar [1] dagi formulalarga asosan xisoblab topiladi.

1) korpus devorining qalinligi:

$$\delta = 0,025 \alpha_w + 1 = 0,025 \cdot 160 + 1 = 5 \text{ mm}.$$

$$\delta = 8 \text{ mm} \text{ deb qabul qilamiz.}$$

2) qopqoq devorining qalinligi:

$$\delta_1 = 0,02 \alpha_w + 1 = 0,02 \cdot 160 + 1 = 4,2 \text{ mm},$$

$$\delta_1 = 8 \text{ mm} \text{ deb qabul qilamiz.}$$

3) korpus va qopqoqning yuqori belining flanets qalinliklari:

$$b = 1,5 \delta = 1,5 \cdot 8 = 12 \text{ mm}, \quad b = 12 \text{ mm} \text{ deb qabul qilamiz.}$$

$$b_1 = 1,5 \delta_1 = 1,5 \cdot 8 = 12 \text{ mm}, \quad b_1 = 12 \text{ mm} \text{ deb qabul qilamiz.}$$

4) korpus past flanetsi (beli)ning qalinligi:

$r = 2,35 \delta = 2,35 \cdot 8 = 18,8 \text{ mm}$, $r = 20 \text{ mm}$ deb qabul qilamiz.

5) boltlarning diametrini aniqlaymiz :

a) fundament:

$$\begin{aligned} d_1 &= (0,03 - 0,036) \alpha_w + 12 = \\ &= (0,03 - 0,036) 160 + 12 = 16,8 - 17,76 \text{ mm} \\ d_1 &= 18 \text{ mm} \text{ deb qabul qilamiz.} \end{aligned}$$

b) podshipnik oldida qopqoqni korpusga maxkamlovchi:

$$\begin{aligned} d_2 &= (0,7 - 0,75) d_1 = (0,7 - 0,75) 18 = 12,6 - 13,5 \text{ mm} \\ d_2 &= 12 \text{ mm} \text{ deb qabul qilamiz.} \end{aligned}$$

v) qopqoqni korpus bilan maxkamlovchi:

$$\begin{aligned} d_3 &= (0,5 - 0,6) d_1 = (0,5 - 0,6) 18 = 9 - 10,8 \text{ mm} \\ d_3 &= 10 \text{ mm} \text{ deb qabul qilamiz.} \end{aligned}$$

6) Tishli g'ildirak xamda korpus devori orasidagi radial oraliq:

$$\begin{aligned} A &= (1 - 1,2) \delta = (1 - 1,2) 8 = 8 - 9,6 \text{ mm} \\ A &= 10 \text{ mm} \text{ deb qabul qilamiz.} \end{aligned}$$

3. *Ponasimon tasmali uzatmaning xisoblash.*

Berilgan nomogramмага (7.2 – rasm, [1]) binoan, xamda kichik shkivni aylanishlar soni $n_{dv} = 967 \text{ ayl/min}$ va uzatiladigan quvvatni $N_x = 4,7 \text{ kVt}$ tengligini xisobga olib, ponasimon remenni B qirqimligi qabul qilamiz.

Burovchi moment:

$$T = N_x / w_{dv} = 4,7 \cdot 10^3 / 101,2 = 52,6 \text{ Nm} = 52,6 \cdot 10^3 \text{ Nmm},$$

bu erda : $w_{dv} = \pi n_{dv} / 30 = \pi 967 / 30 = 101,2 \text{ rad/sek}$ -elektro-dvigatel valining burchak tezligi.

Tasmali uzatmaning kichik shkivini diametri 7.25 –formula [1] ga asosan:

$$d_1 = (3 - 4) \sqrt[3]{T} = (3 - 4) \sqrt[3]{52,6 \cdot 10^3} = 112,4 - 149,8 \text{ mm},$$

GOST 17383 – 73 ga asosan, $d_1 = 125 \text{ mm}$ deb qabul qilamiz.

Katta shkivni diametri:

$$d_2 = U_{tas} d_1 (1 - \varepsilon) = 2,58 \cdot 125 (1 - 0,015) = 317,6 \text{ mm}$$

bu erda: $\varepsilon = 0,015$ – sirpanish koefitsienti.

GOST 17383 –73 ga asosan, $d_2 = 315$ mm deb qabul qilamiz.

Tasmali uzatmani uzatishlar nisbatiga aniqlik kiritamiz:

$$U_{\text{tas}} = d_2 / d_1 (1 - \varepsilon) = 315 / 125 (1 - 0,015) = 2,56$$

Reduktorning etaklovchi valining burchak tezligi:

$w_1 = w_{dv} / U_{\text{tas}} = 101,2 / 2,56 = 39,5$ rad/sek , bu topilgan qiymat oldingi aniqlangandan deyarli farq qilmayapdi.

Formula 7.26 [1] bo'yicha uzatmani o'qlararo masofasi quyidagi oraliqda olinishi kerak:

$$\alpha_{w \min} = 0,55 (d_1 + d_2) + T_o = 0,55 (125 + 315) + 10,5 = 252,5 \text{ mm}$$

bu erda: $T_o = 10,5$ mm - B turdagi tasma qirqimining balandligi;

$$\alpha_{w \max} = d_1 + d_2 = 125 + 315 = 440 \text{ mm}$$

Xozircha uqlar aro masofani $\alpha_{w \text{ tas}} = 400$ mm deb qabul qilib, formula 7.7 [1] binoan tasmaning uzunligini xisoblab topamiz:

$$\begin{aligned} L &= 2 \alpha_{w \text{ tas}} + 0,5 \pi (d_1 + d_2) + (d_2 - d_1)^2 / 4 \alpha_{w \text{ tas}} = \\ &= 2 \cdot 400 + 0,5 \pi (125 + 315) + (315 - 125)^2 / 4 \cdot 400 = 1450,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jadval 7.7 [1] asosan, bu qiymatga yaqin standart tasmani $L = 1400$ mm ligini qabul qilamiz.

Formula 7.27 [1] bo'yicha, tasmali uzatmaning o'qlararo masofasiga aniqlik kiritamiz:

$$\begin{aligned} \alpha_{w \text{ tas}} &= 0,25 [(L - w) + \sqrt{(L - w)^2 - 2y}] = \\ &= 0,25 [(1400 - 628) + \sqrt{(1400 - 628)^2 - 2 \cdot 36100}] = 374 \text{ mm} , \end{aligned}$$

$$\text{bu erda: } w = 0,5 \pi (d_1 + d_2) = 0,5 \pi (125 + 315) = 628 \text{ mm} ,$$

$$y = (d_2 - d_1)^2 = (315 - 125)^2 = 36100$$

Formula 7.28 [1] asosan tasmani kichik shkiv bilan ilashishdan xosil qilgan burchagi:

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= 180^\circ - 57 (d_2 - d_1) / \alpha_{w \text{ tas}} = \\ &= 180^\circ - 57 (315 - 125) / 374 = 151^\circ . \end{aligned}$$

Formula 7.29 [1] asosan, tasmali uzatmaga kerakli bo'lgan tasmalar sonini aniqlaymiz:

$$Z = P C_p / P_o C_L C_\alpha C_z =$$

$$= 5,33 \cdot 1,1 / 2,1 \cdot 0,99 \cdot 0,92 \cdot 0,9 = 3,4$$

bu erda:

$S_r = 1,1$ – uzatmani ishlash sharoitini xisobga oluvchi koeffitsient (7.10 – jadval, [1]);

$P_o = 2,1$ kVt - bitta tasma uzata oladigan quvvat (7.8 – jadval, [1]);

$C_L = 0,99$ – tasmaning uzunligini xisobga oluvchi koeffitsient (7.9 – jadval, [1]);

$C_\alpha = 0,92$ – tasma va shkiv ilashishidan xosil bo`lgan burchakni xisobga oluvchi koeffitsient (135 – bet, [1]);

$C_z = 0,9$ – uzatmada tasmalar sonini xisobga oluvchi koeffitsient (tasmalar soni $Z = 4 - 6$ bo`lganda, 135 –bet, [1]).

Uzatmada xarakatni uzatish uchun tasmalar sonini $Z = 4$ deb qabul qilamiz.

Formula 7.30 [1] asosan, ponasimon tasmali uzatma tarmoqlarini taranglash uchun kerakli kuchni aniqlaymiz:

$$F_o = (850 P C_p C_L / Z V C_\alpha) + \Theta V^2 =$$

$$= (850 \cdot 5,33 \cdot 1,1 \cdot 0,99 / 4 \cdot 6,3 \cdot 0,92) + 0,18 \cdot 6,3^2 = 220,0 \text{ N}$$

bu erda: $V = 0,5 \cdot W_{dv} \cdot d_1 = 0,5 \cdot 101,2 \cdot 125 \cdot 10^{-3} = 6,3 \text{ m/s}$;
 $\Theta = 0,18 \text{ N s}^2 / \text{m}$ - markazga intiluvchi kuchlarni xisobga oluvchi koeffitsient (136-bet, [1]).

Formula 7.31 [1] bo`yicha shkiv vallariga tushaydigan bosim:

$$F_B = \eta F_o Z \sin \alpha_1 / 2 = 2 \cdot 220,0 \cdot 4 \cdot \sin 151^\circ / 2 = 1704 \text{ N}.$$

Jadval 7.12 [1] ga asosan, shkivlarning enini aniqlaymiz:

$$V_{sh} = (Z - 1) l + 2 f = (4 - 1) \cdot 19 + 2 \cdot 12,5 = 82 \text{ mm},$$

bu erda: $l = 19 \text{ mm}$ va $f = 12,5 \text{ mm}$ - jadval 7.12 [1] ga asosan shkiv ariqchalarini ko`rsatkichlari.

4. Reduktor detallarini joylashtirishning birinchi bosqichi.

A – 2 format qog'ozi (yoki iloji bo`lsa, millimetrovka) da bir-biridan  $\alpha_w$  = 160 mm da joylashgan vertikal o`q chiziqlarini o`tkazamiz (1-ilova).

Sodda qilib, shesternya va tishli g`ildirakni to`g`ri burchakli qilib ifodalaymiz.

Reduktorning ichki devorini ifodalashga kirishamiz:

a) korpus ichki devori bilan tishli g'ildirak stupitsasini cheti orasidagi oraliq masofa $A_1 = 1,2 \delta = 1,2 \cdot 8 = 10 \text{ mm}$;

b) korpus ichki devori bilan g'ildiraklar orasidagi masofa $A = 10 \text{ mm}$.

Tasmali uzatma shkivi va yog' ushlab turadigan xalqalarni o'rnatishini xisobga olib, sharikli (zoldirli) podshipniklarni o'rnatish joylarini belgilaymiz. Bunda etaklovchi valning podshipnik qopqog'ini maxkamlovchi boltdan shkivni chetigacha kamida 10 mm oraliq bo'lishi kerak. Yuqorida aytilganlar bajarilgandan so'ng, o'lchash yo'li bilan quyidagi masofalarni aniqlaymiz:

$$l_1 = 65 \text{ mm}; \quad l_2 = 87 \text{ mm}; \quad l_3 = 145 \text{ mm}; \quad l_4 = 67 \text{ mm}.$$

5. Podshipniklarni ishga layoqatini tekshiramiz.

Etaklovchi val. Yuqorida amalga oshirilgan xisoblardan: $F_t = 2870,0 \text{ H}$; $F_r = 1061,5 \text{ H}$; $F_a = 511,2 \text{ H}$; $l_1 = 65 \text{ mm}$; $l_2 = 87 \text{ mm}$. Etaklovchi valning xisob uchun sxemasi 2 - rasmda keltirilgan.

YZ tekislik bo'yicha tayanchdagi reaksiya kuchlarini aniqlash uchun momentlar tenglamasi:

1) 2 - tayanchga nisbatan:

$$\sum M_{y_2} = R_{y_1} (l_1 + l_2) - F_r l_1 - F_B l_2 - F_a d_1 / 2 = 0$$

$$\text{bundan:} \quad R_{y_1} = 1 / 2 l_1 (F_r l_1 - F_B l_2 - F_a d_1 / 2) =$$

$$= 1 / 2 \cdot 65 (1061,5 \cdot 65 + 1704 \cdot 87 - 511,2 \cdot 91,43 / 2) = 1491,3 \text{ N};$$

2) 1- tayanchga nisbatan:

$$\sum M_{y_1} = R_{y_2} 2l_1 + F_r l_1 + F_a d_1 / 2 - F_B (2l_1 + l_2) = 0$$

$$\text{bundan:} \quad R_{y_2} = 1 / 2 l_1 [F_B (2l_1 + l_2) - F_r l_1 - F_a d_1 / 2] =$$

$$= 1 / 2 \cdot 65 [1704 (2 \cdot 65 + 87) - 1061,5 \cdot 65 - 511,2 \cdot 91,43 / 2] =$$

$$= 2133,8 \text{ N}$$

Tekshirish:

$$R_{u_1} - F_r - R_{u_2} + F_v = 1491,3 - 1061,5 - 2133,8 + 1704 = 0$$

XZ tekislik bo'yicha momentlar tenglamasi:

1) 2 - tayanchga nisbatan:

$$\sum M_{x_2} = -R_{x_1} \cdot 2l_1 + F_t \cdot l_1 = 0$$

bundan: $R_{x_1} = 1/2 F_t = 1/2 \cdot 2870 = 1435,0 \text{ N}$

3) 1 – tayanchga nisbatan:

$$\sum M_{x_1} = R_{x_2} \cdot 2l_1 - F_t \cdot l_1 = 0$$

bundan: $R_{x_2} = 1/2 F_t = 1/2 \cdot 2870 = 1435,0 \text{ N}$

Tekshirish:

$$R_{x_1} + R_{x_2} - F_t = 1435 + 1435 - 2870 = 0$$

Tayanchlarga ta'sir etayotgan reaksiya kuchlarining yig'indisi:

$$R_{r_1} = \sqrt{R_{x_1}^2 + R_{u_1}^2} = \sqrt{1435^2 + 1491,3^2} = 2069,6 \text{ N};$$

$$R_{r_2} = \sqrt{R_{x_2}^2 + R_{u_2}^2} = \sqrt{1435^2 + 2133,8^2} = 2571,4 \text{ N}.$$

GOST 8338 –75 ga asosan, 308 – podshipniklarning dinamik yuk ko'tarish qobiliyati: $C = 41,0 \text{ kN}$; statik yuk ko'tarishi esa: $C_0 = 22,4 \text{ kN}$.

Nisbat: $F_a / S_0 = 511,2 / 22,4 \cdot 10^3 = 0,0228$ bo'lganda, jadval 9.18 [1] bo'yicha bu qiymatga $e = 0,21$ to'g'ri keladi.

$F_a / R_{r_2} = 511,2 / 2571,4 = 0,198$ nisbati e dan kichik (xisob eng ko'p yuk tushgan tayanch bo'yicha olib boriladi).

Jadval 9.18 [1] bo'yicha, $V = 1$ bo'lganda (ichki xalqa aylanuvchi), $X = 1$; $Y = 1$ ga teng ekanligini topamiz.

Jadval 9.19 [1] ga asosan, xavfsizlik koeffitsienti $K_b = 1,4$; jadval 9.20 [1] bo'yicha esa, xaroratni xisobga oluvchi koeffitsient $K_t = 1,0$ teng.

Formula 9.4 [1] ga asosan ekvivalent yuklama:

$$P_e = V \cdot F_r \cdot K_b \cdot K_t = 1,0 \cdot 2571,4 \cdot 1,4 \cdot 1,0 = 3599,9 \text{ N}$$

Formula 9.1 [1] bo'yicha podshipniklarni xisob bo'yicha ishga layoqati:

$$L = (C / P_e)^3 = (41 \cdot 10^3 / 3599,9)^3 = 1477,3 \text{ mln. ayl.}$$

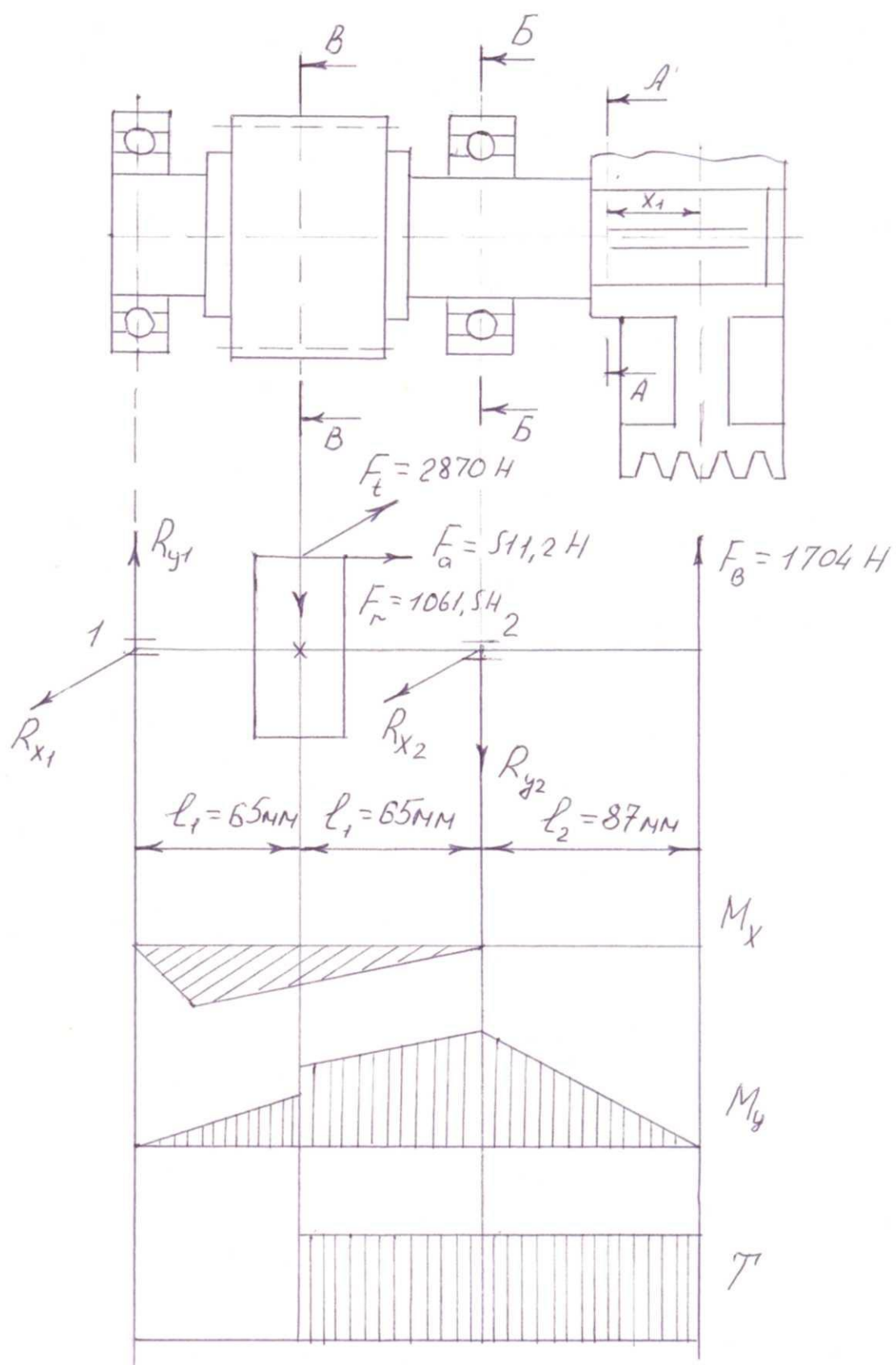
Ishga layoqatligini soatlardagi qiymati:

$$L_h = L \cdot 10^6 / 60 \cdot n_1 = 1477,3 \cdot 10^6 / 60 \cdot 374,8 = 70,8 \cdot 10^3 \text{ soat.}$$

Topshiriqda qo'yilgan shart bo'yicha yuklamani ishga layoqati:

$$L_{h.yu} = K_{sut} \cdot t_{cut} \cdot K_y \cdot N_y \cdot L = 0,33 \cdot 24 \cdot 0,9 \cdot 365 \cdot 5 = 13008,6 \text{ soat}$$

Demak, bizni xolda: $L_h = 70,8 \cdot 10^3$ $L_{h.yu} = 13008,6 \text{ soat.}$



2-rasm

Etaklanuvchi val ga tushadigan yuklamalar: $F_t = 2870,0 \text{ H}$; $F_r = 1061,5 \text{ H}$; $F_a = 511,2 \text{ H}$.

Etaklanuvchi valning xisob uchun sxemasi 3 - rasmda keltirilgan.

XZ tekislikdagi reaksiya kuchlari:

$$R_{x_3} = R_{x_4} = F_t / 2 = 2870 / 2 = 1435,0 \text{ N}$$

YZ tekislikdagi reaksiya kuchlari:

$$\begin{aligned} R_{u_3} &= 1 / 2 l_4 (F_r l_4 + F_a d_2 / 2) = \\ &= 1 / 2 \cdot 67 (1061,5 \cdot 67 + 511,2 \cdot 228,57 / 2) = 705,1 \text{ N}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{u_4} &= 1 / 2 l_4 (F_r l - F_a d_2 / 2) = \\ &= 1 / 2 \cdot 67 (1061,5 \cdot 67 - 511,2 \cdot 228,57 / 2) = 356,3 \text{ N}. \end{aligned}$$

Tekshirish: $-R_{u_3} - R_{u_4} + F_r = -705,1 - 356,3 + 1061,5 = 0$.

Reaksiya kuchlarining yig'indisi:

$$R_{r_3} = \sqrt{R_{x_3}^2 + R_{u_3}^2} = \sqrt{1435^2 + 705,1^2} = 1598,8 \text{ N};$$

$$R_{r_4} = \sqrt{R_{x_4}^2 + R_{u_4}^2} = \sqrt{1435^2 + 356,3^2} = 1478,6 \text{ N}.$$

GOST 8338 –75 ga asosan, 310 – podshipniklarning dinamik yuk ko'tarish qobiliyati: $C = 65,8 \text{ kN}$; statik yuk ko'tarishi esa: $C_0 = 36,0 \text{ kN}$.

Nisbat: $F_a / S_0 = 511,2 / 36 \cdot 10^3 = 0,014$ bo'lganda, jadval 9.18 [1] bo'yicha bu qiymatga $e = 0,19$ to'g'ri keladi.

$F_a / R_{r_3} = 511,2 / 1598,8 = 0,319$ nisbati e dan katta (xisob eng ko'p yuk tushgan tayanch bo'yicha olib boriladi).

Jadval 9.18 [1] bo'yicha, $V = 1$ bo'lganda (ichki xalka aylanuvchi), $X = 0,56$; $Y = 2,30$ ga teng ekanligini topamiz.

Formula 9.3 [1] ga asosan ekvivalent yuklama:

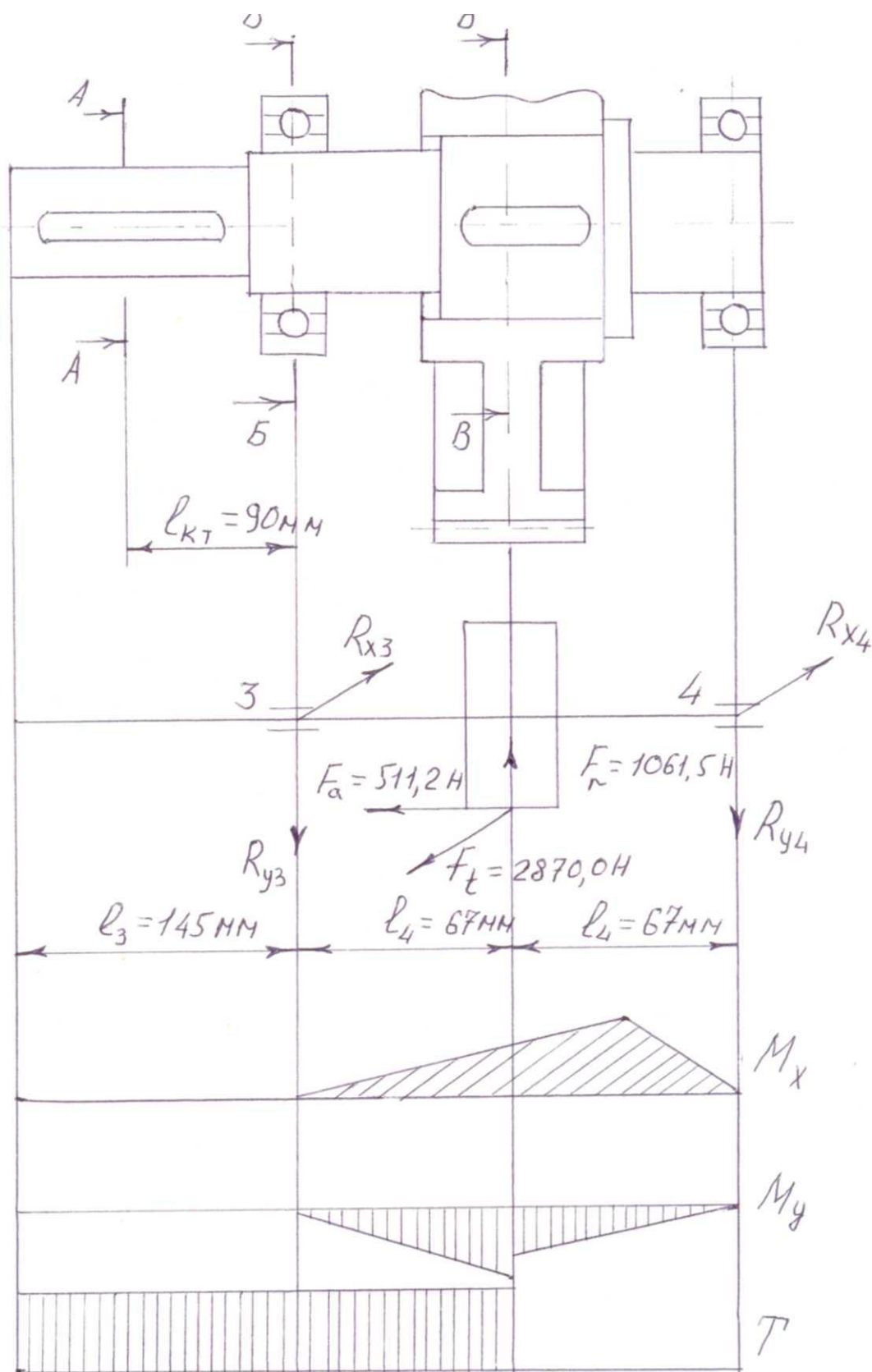
$$\begin{aligned} P_e &= (X V F_r + Y F_a) K_b K_t = \\ &= (0,56 \cdot 1,0 \cdot 1598,8 + 2,30 \cdot 511,2) \cdot 1,4 \cdot 1,0 = \\ &= 2899,5 \text{ N} \end{aligned}$$

Formula 9.1 [1] ga asosan, xisob bo'yicha podshipnikning ishga layoqati:

$$L = (C / P_e)^3 = (65,8 \cdot 10^3 / 2899,5)^3 = 11687 \text{ mln. ayl.}$$

Ishga layoqatining soatlardagi qiymati:

$$L_h = L \cdot 10^6 / 60 \cdot n_2 = 11687 \cdot 10^6 / 60 \cdot 150 = 1298,5 \cdot 10^3 \text{ soat.}$$



3-rasm

6. Shponkali birikmalarni mustaxkamlikka xisoblash.

Reduktorda qo'llanish uchun mo'ljallangan shponkali birikmalar GOST 23360 - 78 bo'yicha chetlari dumaloq, prizma ko'rinishidagi shponkalarni qabul qilamiz. Shponka materiali – po'lat 45, yaxshilangan.

Formula 8.22 [1] ga asosan, ezilishdagi kuchlanish va mustaxkamlik shartini tekshiramiz:

$$\sigma_{ez}^{max} = 2 T / d (h - t_1) (l - b) \leq [\sigma_{ez}] ,$$

bu erda: po'latdan tayyorlangan stupitsani ezilishga ruxsat etilgan kuchlanishi: $[\sigma_{ez}] = 100 - 200 \text{ MPa}$,

cho'yandan tayyorlanganda esa,

$$[\sigma_{ez}] = 50 - 70 \text{ MPa}$$

(ezilishga ruxsat etilgan kuchlanishlar 310-bet, [1] dan olindi).

Etaklovchi val: $d = 32 \text{ mm}$; shponka $b \times h = 10 \times 8 \text{ mm}$; $t_1 = 5,0$; $l = 65 \text{ mm}$; $T_1 = 131,2 \cdot 10^3 \text{ N mm}$ bo'lganda:

$$\sigma_{ez} = 2 \cdot 131,2 \cdot 10^3 / 32 (8 - 5) (65 - 10) = 49,7 \text{ MPa} \leq [\sigma_{ez}] = 50 - 70 \text{ MPa} \text{ (shkiv materiali SCH 20 cho'yan).}$$

Etaklanuvchi val: 1) o'rnatiladigan yarimmufta MUVF (cho'yan SCH 20) uchun:

$d = 45 \text{ mm}$; shponka $b \times h = 14 \times 9 \text{ mm}$; $t_1 = 5,5$; $l = 100 \text{ mm}$; $T_2 = 314 \cdot 10^3 \text{ N mm}$ bo'lganda:

$$\sigma_{ez} = 2 \cdot 314 \cdot 10^3 / 45 (9 - 5,5) (100 - 14) = 46,3 \text{ MPa} \leq [\sigma_{ez}]$$

2) tishli g'ildirak o'rnatish uchun: $d = 55 \text{ mm}$; shponka $b \times h = 16 \times 10 \text{ mm}$; $t_1 = 6,0$; $l = 50 \text{ mm}$,

$$\sigma_{ez} = 2 \cdot 314 \cdot 10^3 / 55 (10 - 6,0) (50 - 16) = 83,9 \text{ MPa} \leq [\sigma_{ez}] =$$

$$= 100 - 200 \text{ Mpa} \text{ (tishli g'ildirak stupitsasi – po'lat 45).}$$

7. Vallarning to'la xisobi.

Etaklovchi val: materiali po'lat 45, yaxshilangan, $\sigma_v = 730 \text{ MPa}$ jadval 3.3 [1] ga asosan, diametrlar $90 - 120 \text{ mm}$ bo'lganda (ko'rilayotgan misolda $d_{a1} = 91,43 \text{ mm}$).

Simmetrik tarzda egilishda, chidamlilik chegarasi:

$$\sigma_{-1} \approx 0,43 \quad \sigma_v = 0,43 \cdot 730 = 314 \text{ MPa.}$$

Simmetrik tarzda urunma kuchlanishning chidamlilik chegarasi:

$$\tau_{-1} \approx 0,58 \quad \sigma_{-1} = 0,58 \cdot 314 = 182 \text{ MPa}$$

A - A qirqim (2 - rasm). Val diametri $d = 32 \text{ mm}$. Valda joylashgan shponka ariqchasini borligi bu erda kuchlanish yig'ilishiga sabab bo'ladi. Jadval 8.5 [1] bo'yicha, normal kuchlanishlar yig'ilishining effektiv koeffitsienti $k_\sigma = 1,76$; urunma $k_\tau = 1,63$. Jadval 8.8 [1] ga asosan, o'lchamlar (masshtab) faktori $\varepsilon_\sigma = 0,88$ va $\varepsilon_\tau = 0,76$; 164-bet va 166-bet lar [1] ga asosan, mos ravishda koeffitsientlar $\psi_\sigma = 0,2$ va $\psi_\tau = 0,1$ teng.

A - A qirqimdagi eguvchi moment:

$$M_{A-A} = F_v \cdot X_1 = 1704 \cdot 42 = 71568 \text{ N mm} = 71,57 \cdot 10^3 \text{ N mm}$$

Jadval 8.5 [1] dagi formulaga asosan, qirqimni umumiy qarshilik momenti:

$$\begin{aligned} W_{\text{netto}} &= \pi d^3 / 32 - b \cdot t_1 \cdot (d - t_1)^2 / 2 d = \\ &= 3,14 \cdot 32^3 / 32 - 10 \cdot 5,0 \cdot (32 - 5,0)^2 / 2 \cdot 32 = 2,64 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

Egilishdagi normal kuchlanishning amplitudasi:

$$\sigma_v = M_{A-A} / W_{\text{netto}} = 71,57 \cdot 10^3 / 2,64 \cdot 10^3 = 27,1 \text{ MPa}$$

jadval 8.5 [1] bo'yicha, A – A qirqimni buralishga bo'lgan qarshilik momenti:

$$\begin{aligned} W_{u.\text{netto}} &= \pi d^3 / 16 - b \cdot t_1 \cdot (d - t_1)^2 / 2 d = \\ &= 3,14 \cdot 32^3 / 16 - 10 \cdot 5,0 \cdot (32 - 5,0)^2 / 2 \cdot 32 = 5,86 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

Urunma kuchlanish amplitudasi va tsiklni o'rtacha kuchlanishi:

$$\tau_v = \tau_m = T_1 / 2 \quad W_{u.\text{netto}} = 131,2 \cdot 10^3 / 2 \cdot 5,86 \cdot 10^3 = 11,2 \text{ MPa}$$

Formula 8.18 [1] ga asosan, normal kuchlanish bo'yicha mustaxkamlik koeffitsienti:

$$\sigma_\sigma = \sigma_{-1} / (k_\sigma / \varepsilon_\sigma \cdot \beta) \cdot \sigma_v + \psi_\sigma \cdot \sigma_m =$$

$$= 314 / (1,76 / 0,88 \cdot 0,9) \cdot 27,1 + 0,2 \cdot 0 = 5,2$$

bu erda: β - detal yuzasining tozaligini xisobga oluvchi koeffitsient (162-bet, [1] bo'yicha, $R_a = 2,5 \text{ mkm}$ bo'lganda, $\beta = 0,9$ teng);

σ_m - normal kuchlanishning tsikldagi o'rtacha qiymati (o'q bo'yicha yuklama bo'lmaganda $\sigma_m = 0$.)

Formula 8.19 [1] ga asosan, urunma kuchlanish bo'yicha mustaxkamlik zapasi koeffitsienti:

$$S_\tau = \tau_{-1} / (k_\tau / \varepsilon_\tau \beta) \tau_v + \psi_\tau \tau_m =$$

$$= 182 / (1,63 / 0,76 \cdot 0,9) 11,2 + 0,1 11,2 = 6,5$$

Formula 8.17 [1] ga asosan, A - A qirqim uchun umumiy mustaxkamlik zapasi koeffitsienti:

$$S = S_\sigma S_\tau / \sqrt{S_\sigma^2 + S_\tau^2} = 5,2 \cdot 6,5 / \sqrt{5,2^2 + 6,5^2} =$$

$$= 4,06 > [S] = 2,5$$

B – B qirqim (2 - rasm). Kuchlanishning yig'ilishi podshipnikni valga tarang joylashtirish xisobidan xosil bo'ladi. Jadval 8.7 [1] ga asosan, $d = 40$ mm bo'lganda,

$$k_\sigma / \varepsilon_\sigma = 3,5; \quad k_\tau / \varepsilon_\tau = 0,6 \quad k_\sigma / \varepsilon_\sigma + 0,4 = 0,6 \cdot 3,5 + 0,4 = 2,5$$

Qirqimdagi eguvchi moment:

$$M_{B-B} = F_B l_2 = 1704 \cdot 87 = 148,2 \cdot 10^3 \text{ N mm.}$$

O'q bo'ylab yo'nalgan qarshilik momenti:

$$W = \pi d^3 / 32 = 3,14 \cdot 40^3 / 32 = 6,28 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

Normal kuchlanishlar amplitudasi:

$$\sigma_v = \sigma_{\max} = M_{B-B} / W = 148,2 \cdot 10^3 / 6,28 \cdot 10^3 = 23,5 \text{ MPa}$$

Normal kuchlanishlar bo'yicha mustaxkamlik zapasi koeffitsienti:

$$S_\sigma = \sigma_{-1} / (k_\sigma / \varepsilon_\sigma \beta) \sigma_v + \psi_\sigma \sigma_m =$$

$$= 314 / (3,5 / 0,88 \cdot 0,97) 23,5 + 0,2 \cdot 0 = 3,4$$

bu erda:

$$\beta = 0,97 - 162\text{-bet [1] ga asosan, } R_a = 0,32 \text{ mkm teng bo'lganda.}$$

Qirqimning polyar qarshilik momenti:

$$W_r = \pi d^3 / 16 = 3,14 \cdot 40^3 / 16 = 12,56 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

Urunma kuchlanishning amplitudasi va tsiklni o'rtacha kuchlanishi:

$$\tau_v = \tau_m = T_1 / 2 W_r = 131,2 \cdot 10^3 / 2 \cdot 12,56 \cdot 10^3 = 5,22 \text{ MPa}$$

Urunma kuchlanish bo'yicha mustaxkamlik koeffitsienti:

$$S_\tau = 182 / (2,5 \cdot 5,22 / 0,97) + 0,1 \cdot 5,22 = 13,0$$

B - B qirqimning umumiy mustaxkamlik koeffitsienti:

$$S = S_\sigma S_\tau / \sqrt{S_\sigma^2 + S_\tau^2} = 3,4 \cdot 13,0 / \sqrt{3,4^2 + 13,0^2} = 3,29 > [S] = 2,5$$

V - V qirqim uchun xisobni (2 - rasm), xuddi B - B qirqim uchun bajargandagidek amalga oshiramiz. V - V qirqimdagi $d_{a1} = 91,43 \text{ mm}$ teng. Burovchi moment esa, B - B qirqimdagidan kichik.

Etaklanuvchi val. Materiali – po'lat 45, normallashtirilgan; jadval 3.1 [1] ga asosan, $\sigma_v = 570 \text{ MPa}$.

Chidamlilik chegarasi:

$$\sigma_{-1} \approx 0,43 \sigma_v = 0,43 \cdot 570 = 246 \text{ MPa}.$$

Urunma kuchlanishning chidamlilik chegarasi:

$$\tau_{-1} \approx 0,58 \sigma_{-1} = 0,58 \cdot 246 = 142 \text{ MPa}$$

A - A qirqim (3 - rasm). Valning qirqim berilgan joydagi $d = 45 \text{ mm}$. Shponka uchun ariqchaning borligi bu erda kuchlanishni yig'ilishiga sabab bo'ladi. Jadval 8.5 [1] bo'yicha, urunma $k_\tau = 1,48$, jadval 8.8 [1] ga asosan, ulchamlar (masshtab) faktori $\varepsilon_\tau = 0,7$, 166-bet [1] ga asosan, koeffitsient $\psi_\tau = 0,1$ teng.

Qirqim A - A, reduktordan ish bajaruvchi bo'gin (baraban)ga MUVP turdagi mufta orqali buruvchi momentni uzatadi, shuning uchun qirqimni buralishga xisoblaymiz.

Kuchlanishning amplitudasi va boshlang'ich tsikldagi o'rtacha qiymati:

$$\tau_v = \tau_m = T_2 / 2 W_{b.netto} = 314 \cdot 10^3 / 2 \cdot 16,5 \cdot 10^3 = 9,5 \text{ MPa}$$

bu erda:

$$W_{b.netto} = \pi d^3 / 16 - b t_1 (d - t_1)^2 / 2 d = 3,14 \cdot 45^3 / 16 - 14 \cdot 5,5 (45 - 5,5)^2 / 2 \cdot 45 = 16,5 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

Qirqim A – A uchun mustaxkamlik zapasi koeffitsienti:

$$S = S_{\tau} = 142 / (1,48 / 0,7 \cdot 0,9) \cdot 9,5 + 0,1 \cdot 9,5 = 6,1 > [S] = 2,5$$

bu erda: $\beta = 0,9$ - 162-bet [1] ga asosan, $R_a = 2,5$ mkm teng bo'lganda.

GOST 16162 – 78 muvofik, reduktor konstruksiyalash jarayonida etaklanuvchi valning o'rta qismiga ta'sir qilishi mumkin bo'lgan radial – konsol kuchlanishlarni xam xisobga olish kerak. Sekin xarakat qiluvchi vallarda $T_s \geq 250$ N m bo'lganda, 161-bet, [1] ga asosan konsol yuklama:

$$F_{k.s} = 125 \sqrt{T_s} = 125 \sqrt{314} = 2215,0 \text{ N}$$

B – B qirqim (3 -rasm) da $F_{k.s}$ yuklama eguvchi momentni yuzaga keltiradi:

$$M_{B-B} = F_{k.s} \cdot l_{k.s.} = 2215,0 \cdot 90 = 199,3 \cdot 10^3 \text{ N mm}$$

B – B kesimda kuchlanishni yig'ilishi podshipnikni valga tarang joylashtirish xisobidan xosil bo'ladi. Jadval 8.7 [1] ga asosan, $d = 50$ mm bo'lganda,

$$k_{\sigma} / \varepsilon_{\sigma} = 3,2; \quad k_{\tau} / \varepsilon_{\tau} = 0,6 \quad k_{\sigma} / \varepsilon_{\sigma} + 0,4 = 0,6 \cdot 3,2 + 0,4 = 2,32$$

164 va 166-bet lar [1] ga asosan, mos ravishda koeffitsientlar $\psi_{\sigma} = 0,15$ va $\psi_{\tau} = 0,1$ teng.

O'q bo'ylab yo'nalgan qarshilik momenti:

$$W = \pi d^3 / 32 = 3,14 \cdot 50^3 / 32 = 12,26 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

Normal kuchlanishlar amplitudasi:

$$\sigma_v = M_{B-B} / W = 199,3 \cdot 10^3 / 12,26 \cdot 10^3 = 15,76 \text{ MPa}$$

Normal kuchlanishlar bo'yicha mustaxkamlik zapasi koeffitsienti:

$$S_{\sigma} = \sigma_{-1} / (k_{\sigma} / \varepsilon_{\sigma} \cdot \beta) \cdot \sigma_v =$$

$$= 246 / (3,2 / 0,9 \cdot 0,97) \cdot 15,76 = 4,4$$

Qirqimning polyar qarshilik momenti:

$$W_r = 2 W = 2 \cdot 12,26 \cdot 10^3 = 24,56 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

Urunma kuchlanishning amplitudasi va tsiklni o'rtacha kuchlanishi:

$$\tau_v = \tau_m = T_2 / 2 W_r = 314,0 \cdot 10^3 / 2 \cdot 24,56 \cdot 10^3 = 6,4 \text{ MPa}$$

Urunma kuchlanish bo'yicha mustaxkamlik zapasi koeffitsienti:

$$S_{\tau} = 142 / (2,32 \cdot 6,4 / 0,9) + 0,1 \cdot 6,4 = 8,3$$

B - B qirqimning umumiy mustaxkamlik zapasi koeffitsienti:

$$S = 4,4 \cdot 8,3 / \sqrt{4,4^2 + 8,3^2} = 3,88 \geq [S] = 2,5$$

V – V qirqim uchun (3 - rasm) barcha xisoblarni xuddi etaklovchi valning V – V qirqimi uchun bajargandek amalga oshiramiz.

8. Tsilindrik reduktorni yig'ish va ishlatish jarayonida kerak bo'ladigan moylash materiallarini tanlash.

8.1. Reduktor uchun moylash materiallari.

Reduktordagi tishli uzatmani moylash, uning korpusi ichiga ma'lum miqdorda quyilgan moyda tishli g'ildirakni kamida 10 mm botib turish xisobidan amalga oshiriladi. Moylab turish uchun kerakli moyning xajmi, xar 1 kVt oshiriladigan quvvatga 0,25 dm³ moy materiali (321-bet, [1]) zarurligini xisobga olsak:

$$V = 0,25 \cdot N = 0,25 \cdot 4,4 = 1,1 \text{ dm}^3$$

Tishli ilashmadagi kontakt kuchlanish $\sigma_H = 329,4 \text{ MPa}$, xamda tezlik $V = 3,58 \text{ m/s}$ bo'lganda, reduktorga solingan moyning qovushqoqligi $25 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{s}$ bo'lishi kerak. Jadval 10.10 [1] ga asosan, moylash uchun industrial I - 25 A markali (GOST 20799-75) moyni qabul qilamiz.

Jadval 9.14 [1] ga asosan, podshipniklarning kameralarini plastik moy UT – 1 bilan to'latamiz. Kameralarni vaqti-vaqti bilan reduktorni ishlatish jarayonida press-maslyonka orqali to'latib turiladi.

8.2. Reduktorni yig'ish.

Reduktorni yig'ish quyidagi tartibda amalga oshiriladi:

1) etaklovchi valga moy ushlovchi xalqa, so'ngra esa oldindan moyda 80 – 100 °S gacha qizdirilgan sharikli podshipniklar kiydiriladi;

2) etaklanuvchi valga 16x10x50 o'lchamli shponka o'rnatiladi va tishli g'ildirak val burti (o'rkachi) gacha taranglashtirib kiyg'iziladi, so'ngra g'ildirakni siqib turuvchi vtulka, moy ushlovchi xalqa va oldindan moyda 80 – 100 °S gacha qizdirilgan sharikli podshipniklar kiydiriladi;

3) yig'ilgan vallar reduktor korpusidagi o'z joylariga o'rnatilib, korpus va korpus qopqoqlari yuza bo'ylab tegib turaydigan joylarga maxsus bakelit laki

suriladi. Qopqoqni korpus ustida to'g'ri joylashishi (tsentrovka) uchun, korpusga maxsus ikkita konussimon shtiftlar o'rnatilgan. Korpus qopqog'i yopiladi, qopqog'ni korpusga maxkamlaydigan boltlar bilan maxkamlanadi;

4) podshipnikni kameralariga plastik moy materiali joylashtiriladi va podshipnik qopqoqlari berkitiladi; vallarning aylanishi tekshirib ko'riladi;

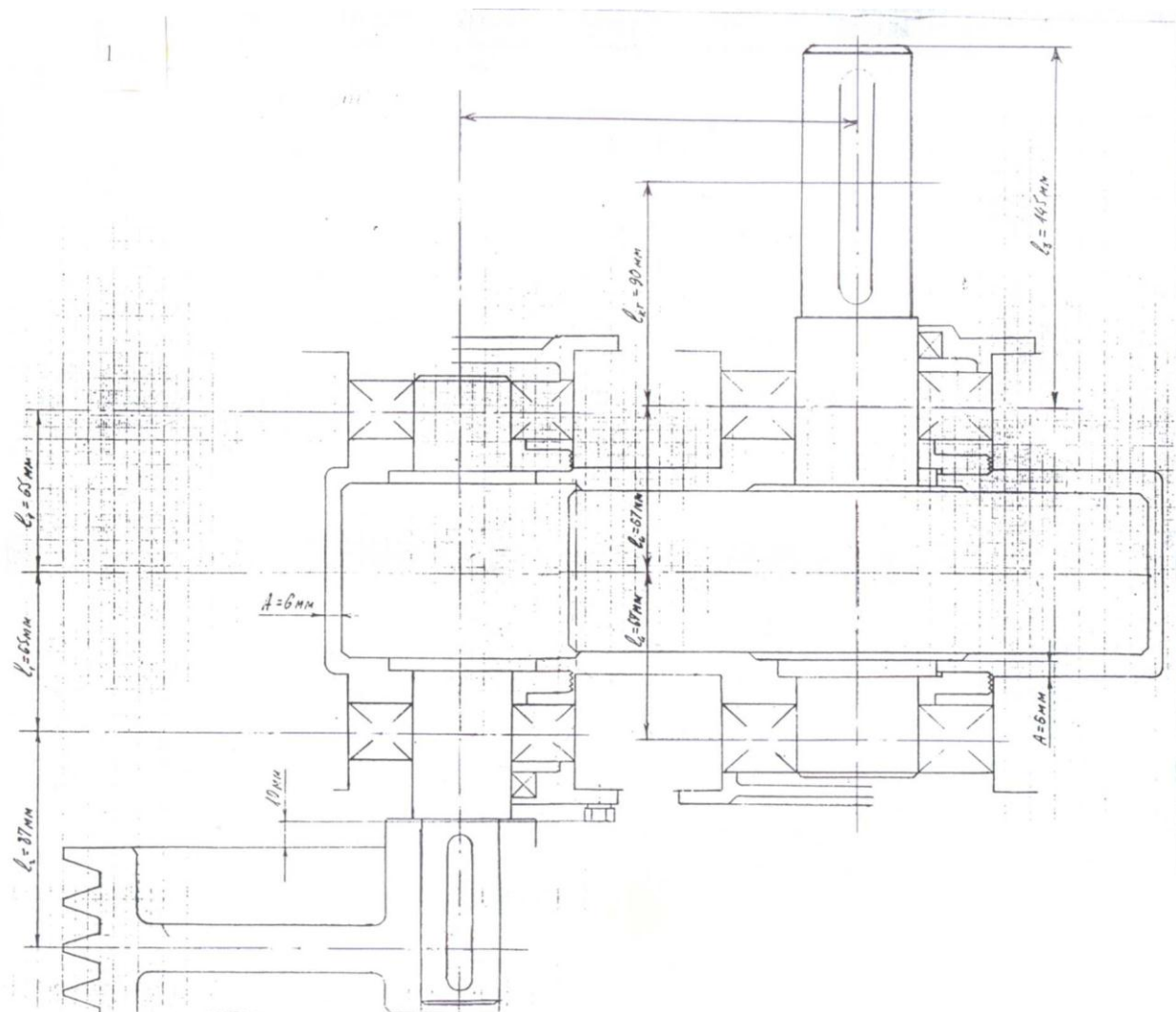
5) reduktor korpusidagi moyni tuqish uchun kerak bo'ladigan probka va moy satxini ko'rsatuvchi – moy ko'rsatkich (masloukazatel) o'rnatiladi;

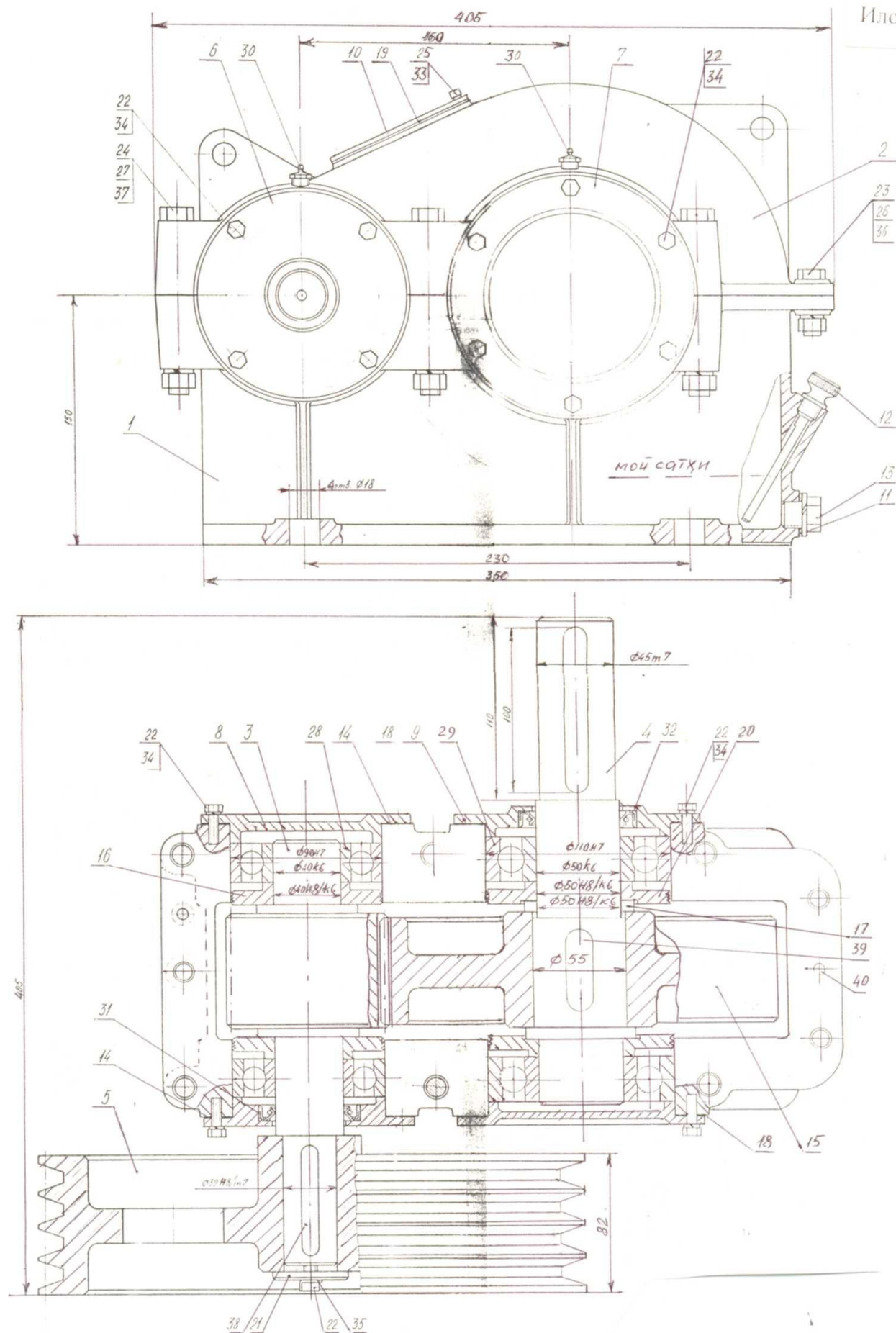
6) reduktor korpusining ko'rish darchasidan moylash materiali – moy quyilib, ko'rish darchasini qopqog'i o'z joyiga o'rnatiladi;

7) yig'ilgan reduktor maxsus stanokda tekshirilib («obkatka» qilib), so'ngra qo'yilgan talab bo'yicha sinab ko'riladi.

Adabiyotlar:

1. S.A.Chernyavskiy «Kursovoe proektirovanie detaley mashin», M., «Mashinostroenie», 1988 g.
2. M.N. Ivanov, V.N. Ivanov «Detali mashin: kursovoe proektirovanie», M., «Visshaya shkola», 1975 g.
3. A.D. Gapirov, Sh.P Alimuxamedov «Amaliy mexanika fanidan kurs loyihalarini bajarish bo'yicha o'quv-uslubiy qo'llanma», TAYI, 2005 y.





MUNDARIJA

	Bet
«Mashina detallari» fani bo'yicha kurs loyihasidan topshiriq.....	3
1. Loyixalanayotgan yuritmaning asosiy ko'rsatkichlarini aniqlash.....	4
1.1. Yuritmaning foydali ish koeffitsientini aniqlash.....	4
1.2. Yuritma uchun elektr dvigatelini tanlash.....	4
2. Tsilindrik reduktor va mexanik uzatmalarning xisobi.....	5
2.1. Reduktor tishli g'ildiraklarining xisobi.....	5
2.2. Reduktor vallarining taqribiy xisobi.....	11
2.3. Tebranish podshipniklarini ilk bor tanlash.....	11
2.4. Shesternya va tishli g'ildirakning konstruktiv o'lchamlari.....	12
2.5. Reduktor korpusining konstruktiv o'lchamlari.....	12
3. Ponasimon tasmali uzatmaning xisoblash.....	13
4. Reduktor detallarini joylashtirishning birinchi bosqichi.....	16
5. Podshipniklarni ishga layoqatini tekshirish.....	16
6. Shponkali birikmalarni mustaxkamlikka xisoblash.....	21
7. Vallarning to'la xisobi.....	22
8. Tsilindrik reduktorni yig'ish va ishlatish jarayonida kerak bo'ladigan moylash materiallari tanlash.....	26
8.1. Reduktor uchun moylash materiallari.....	26
8.2. Reduktorni yig'ish.....	27
Ilova 1	29
Ilova 2	29
Adabiyotlar	30