

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

**R.N.TOJIBOYEV, A.J.JO‘RAYEV,
R.X.MAKSUDOV**

MASHINA DETALLARI

*O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligi
tomonidan darslik sifatida tavsiya etilgan*

TOSHKENT – 2010

34.44

T60

R.N.Tojiboyev, A.J.Jo'rayev, R.X.Maksudov. Mashina detallari. – T.: «Fan va texnologiya», 2010, 216 bet.

Ushbu darslik uch qismdan iborat bo'lib, texnika oliy o'quv yurtlarining talabalari uchun mo'ljallangan. Unda mashinalarning detal va uzellarini hisoblash, ularning issiqlikka, titrashga, yyeyilishga chidamliligini aniqlashga doir masalalar yoritilgan. Darslikda zarur chizmalar, jadvallar hamda namuna sifatida masalalar yechib ko'rsatilgan.

BBK 34.44 я73

UDK:631.5 (075)

***Taqrizchilar:* R.I.Karimov – professor;
M.Raxmonberdiyeva – dotsent**

№776–4101/2010

ISBN 978–9943–10–372–6

© «Fan va texnologiya» nashriyoti, 2010.

SO‘Z BOSHI

Zamon talabiga javob beradigan yuqori malakali mutaxassislarni tayyorlashda umuminjenerlik fanlari orasida «Mashina detallari» fani alohida o‘rin tutadi. Chunki bu fanda mashinalarning tarkibiy qismi bo‘lmish detal va uzellarning tuzilishi, ishlashi hamda ularning mustahkamlikka, bikrikka, issiqlik va yeyilishga hisoblashning nazariy asoslari o‘rganiladi.

Texnika va texnologiya taraqqiyoti talablari texnika fanlari, jumladan, mashina detallari fanidan puxta bilimlarni talab qilmoqda. Shu munosabat bilan hozirgi zamon talablariga javob beradigan va yangi dasturga mos keladigan darslik yozish ehtiyoji tug‘ildi.

Darslik 11 bobdan iborat bo‘lib, uning kirish qismi, 1, 2 - boblarini prof. A.J.Jo‘rayev, 10, 11-boblarini dots. R.X.Maksudov, qolgan boblarini dotsent R.N.Tojiboyev yozgan.

Darslikdagi har bir bobning yakunida o‘tilgan materiallarning qanday o‘zlashtirilgani to‘g‘risida tekshirish uchun berilgan savol va topshiriqlar hamda namuna sifatida yechib ko‘rsatilgan masalalar talabalarning mazkur fanni chuqurroq o‘zlashtirishga yordam beradi.

KIRISH

Xalq xo'jaligini har tomonlama rivojlantirish, mehnat samaradorligini oshirish, mahsulot sifatini yaxshilash fan asosida yaratilgan texnikaga bog'liq. Texnika va texnologiyaning jadal sur'atlarda rivojlanishi, avtomatlashtirish va boshqarish tizimining keng miqyosda qo'llanilishi texnika fanlariga bo'lgan talabni yanada kuchaytirmoqda. Shuning uchun loyihalangan mashinalar, ularning detallari mumkin qadar yengil, yetarli darajada mustahkam, ishqalanishga chidamli, bejirim, davlat standartlariga to'liq mos keladigan bo'lishi shart. Bundan tashqari, detallar ishdan chiqqanda ularni yangisiga tez va qulay almashtirishning ham imkoni bo'lishi zarur.

Sanoatda ishlatiladigan barcha mashinalarda shunday uzal va detallar borki, bu detal va uzallarni alohida guruh sifatida qarab, loyihalash, hisoblash va uning nazariy asoslarini yaratish mumkin. Masalan, birikmalar, o'z navbatida tuzilish jihatidan ajralmas va ajraluvchan birikmalarga bo'linadi. Uzatmalar harakatni bir valdan ikkinchi valga uzatish uchun ishlatiladigan mexanizm bo'lib, ular energiya manbai bilan ishchi val o'rtasida o'rnatiladi. Harakatni ishqalanish yoki ilashish yordamida uzatish mumkin.

Mashina detallari fani, asosan, yuqorida ko'rsatilgan detal va uzallarni, ya'ni hamma sanoatda ishlatiladigan mashinalarga xos bo'lgan detallarni loyihalash, hisoblash va hisoblashning nazariy asoslarini o'rganadi.

Hozirgi zamon dunyo fani va texnikasining rivojiga O'rta Osiyo olimlarining qo'shgan hissalarini beqiyosdir.

Yuqorida ko'rsatilgan detallarning oddiy ko'rinishlarini O'rta Osiyo olimlari tomonidan qo'l mehnatini yengillashtirish uchun yaratilgan mexanizmlarda ko'rish mumkin. Masalan, buyuk olim Abdul Abbos Ahmat ibn Muhammad Qasr al-Farg'oniy (788-yilda tug'ulgan) tomonidan yaratilgan mexanik kalendar, burchaklarni o'lchash asboblari va boshqa asboblari, Abu Ali al-Husayn ibn Abdulloh ibn Sinoning (980-1078) «Aql mezoni» asarida mexanikadagi oddiy sistemalar, ya'ni chig'irlar, richaglar, blokklar, vintlar va ponalardan tuzilgan mexanizmlarning ishlash printsiplari batafsil bayon etilgan. Abu Yusuf al-

Xorazmiyning «Ilmlarning kaliti» nomli kitobi, Ismoil al-Jazoirning «Injenerlik mexanikasini bilish» kitobi e'tiborga sazovordir.

Ushbu keltirilgan olimlar texnikaning rivojlanishiga O'rta Osiyoning buyuk allomalari o'zlarining munosib hissalarini qo'shganligini isbotlab turibdi.

Hozirda O'zbekistonning texnika sohasidagi olimlari mustaqil mamlakatimiz fan va texnikasini rivojlantirish, ya'ni yangi mashina va mexanizmlarni yaratish, hisoblashning nazariy asoslarini yaratishda va bu mashinalarni loyihalashda salmoqli ishlar qilmoqdalar.

Mashinasozlik ilmiga mamlakatimiz olimlarining quyidagi yangiliklari munosib hissa bo'lib qo'shildi: yangi o'zgaruvchan uzatish nisbatli tishli uzatmalar; richagli muftalar; zanjirli uzatmalar; uzatish soni o'zgaruvchan bo'lgan tasmali uzatmalar; episiklik mexanizmlar; egiluvchan bo'g'inli kulisali mexanizmlar. Mazkur yangi uzatma va mexanizmlar hisoblash va loyihalash asosida ishlab chiqarilib, halq xo'jaligida keng miqyosda qo'llanilmoqda. Yangi mashinalarning nazariy asoslarini yaratish, loyihalash va hisoblashda taniqli olimlarimiz H.H.Usmonxo'jayev, F.S.Qo'ziboyev, R.F.Mahkamov, F.Sh.Zokirov, A.J.Jo'rayev, R.I.Karimov, Sh.Alimuhamedov, A.D.Glushenko, O.V.Lebedov va boshqalarning hissaları katta. Shuningdek, yuqori malakali mutaxassislarni tayyorlashda fan yutuqlarini o'quv jarayoniga tatbiq qilgan yetuk olimlardan I.S.Sulaymonov, O'.A.Ikromov, S.T.Musayev, A.Qoplonov, B.Davitboyev, S.Yo'ldoshbekov, A.Hamidov, E.U.Zoirov va boshqalarning mehnatlari e'tiborga loyiqdir.

I bob. MASHINA DETALLARINI LOYIHALASH ASOSLARI

1.1-§. Umumiy ma'lumotlar

Mashina detallari fani barcha turdagi mashinalar uchun umumiy bo'lgan detal (bo'lt, gayka, tishli g'ildirak va boshqalar) va uzellarni hisoblash va loyihalash asoslarini o'rgatuvchi fandir.

Detal – mashinaning bir xil materiallardan tayyorlangan va alohida bo'laklarga ajralmaydigan qismi. Masalan, bo'lt, gayka, shkiv, tishli g'ildirak va boshqalar.

Uzel – bir necha detallarning yig'indisidan iborat bo'lib, mashinada biror bir ishni bajarishga mo'ljallangan.

Mashinasozlikda bir turdagi mashinalar uchun umumiy bo'lgan detal va uzellardan tashqari faqat bir yoki bir necha mashinalarda ishlaydigan detal va uzellar ham uchraydi, masalan, paxta tozalash mashinasining arrasi, to'qimachilik mashinalarda ishlatiladigan urchuq, tikuv mashinalarida ishlatiladigan ignalar va boshqalar. Bu detallarni loyihalash va hisoblash mahsus kurslarda o'rganiladi.

Barcha turdagi mashinalarda ishlatiladigan detal va uzellarni quyidagi guruhlarga bo'lish mumkin:

1. Birikmalar. Ajralmas (payvand, kalta mixli va boshqalar), ajraluvchan (bo'ltli, shponkali va boshqalar) birikmalar guruhiga bo'linadi.

2. Uzatmalar. Harakatni bir valdan ikkinchi valga o'zaro ishlashish (tishli, zanjirli va boshqalar) yoki ishqalanish (tasmali, friksion va boshqalar) yordamida uzata oladigan guruhlarga bo'linadi.

3. Uzellarda ishlatiladigan (vallar, podshipniklar, muftalar) detallar guruhi.

Fanni o'rganishdan maqsad shu barcha turdagi mashinalarda ishlatiladigan detal va uzellarni mustahkamlikka hisoblash va loyihalash asoslarini o'rganish. Bunda material tanlash, termik qayta ishlash, detalning aniqlik darajasi, tayyorlash texnologiyasi masalalari ko'rildi.

1.2-§ Mashina va detallarga qo'yiladigan talablar

Loyihalanyotgan yangi mashinalar: yuqori unumdor, tannarxi arzon, rejalashtirilgan muddatigacha ishonchli ishlashi, ishlatish yengil, estetik ko'rinishli bo'lishi kerak.

Mashinalarni hisoblash, loyihalashda davlat standartlari asos qilib olinadi.

Loyihalanyotgan mashinalarda standart detallarning ishlatilishi mashinaning tannarxini kamaytiradi, ta'mirlash jarayonini yengillash-tiradi. Shuningdek, standart detallar maxsus zavodlarda tayyorlanganligi uchun ularning sifati yuqori va tannarxi arzon bo'ladi.

Loyihalanyotgan mashinalarga qo'yiladigan asosiy talab bu yangi texnologiyalarga javob berish, ya'ni:

- mashina detallari iloji boricha qayta ishlanmay, payvandlash, aniq quyma yo'li bilan tayyorlash;

- har xil uzellardan bir xil detallarni ishlatish;

- standart detallarni ishlatish;

- boshqa mashinalarda ishlatiladigan detallardan foydalanish;

- tayyorlash, yig'ish jarayonida robot va avtomatlardan foydalanish;

- avtomatik loyihalash va ularni avtomatlashtirish.

Tayyorlanayotgan mashinalarda yangi texnologiyaning ishlatilishi uning tannarxi, sarflanadigan energiya, material hajmi, ishlatish va ta'mirlash jarayonlari bilan belgilanadi.

1.3-§ Detailarning ishlash layoqati va uni ta'minlash

Yangi loyihalanyotgan mashina va detallar ishda ishonchli, aniq, mustahkam, ishlash muddati uzoq, yig'ish yengil, ish unumi yuqori, boshqarish qulay, o'lchamlari kichik, estetik ko'rinishli, iqtisodiy jihatdan tejimli bo'lishi kerak.

Loyihalanyotgan mashina detallarining ishlash layoqati ularning mustahkamligi, bikrligi, issiqqa, yeyilishga va titrashga chidamliligi bilan belgilanadi. Detailarning ishlash layoqati uning ishlash sharoitiga qarab belgilanadi. Detailarning qanday sharoitda ishlashiga qarab, qanday shart qo'yilishni belgilash kerak va shu shartni bajarilishni ta'minlash lozim.

Mustahkamlik – detalning deformatsiyalanishi me'yorida bo'lgan holda ma'lum vaqt davomida ishlay olish xususiyati. Detailarning mustahkamligi uning xavfli kesimdagi normal va urinma kuchlanish-

larining qiymati bilan belgilanadi. Detallarni mustahkamlikka hisoblash asoslari «Materiallar qarshiligi» kursida o'rganiladi.

Detallarni mustahkamligini ishchi yuzalarini termik qayta ishlash, kuchlanishlarni to'planish holatini kamaytirish, ratsional forma tanlash yo'llari bilan oshirish mumkin.

Bikrlik detallarning ishlash jarayonida tashqi kuchlar ta'sirida elastik deformatsiyasi ruxsat etilgan qiymatdan oshmasligi uchun bikrligi ta'minlangan bo'lishi kerak. Masalan, vallarning bikrligi ta'minlangan bo'lsa, ularga o'rnatilgan podshipniklar, tishli g'ildirak, muftalarni yaxshi ishlashiga sharoit tug'dirilgan bo'ladi. Bikrlikni ruxsat etilgan qiymatlarini elastik nazariyasi asosida aniqlash mumkin.

Yeyilishga chidamlilik: Materiallarning yeyilishga qarshilik ko'rsata olish xususiyati, yeyilishga chidamlilik deb ataladi. Yeyilish bu detallarning o'zaro ishqalanishi tufayli sodir bo'lib, o'z o'lchamlarini asta sekin o'zgarishidir.

Detallarning yeyilishga chidamliligi, materiallarning fizika-mexanika xususiyatlari, termik qayta ishlanishi, aniqlik darajasi, ishqalanayotgan ishchi yuzalar o'rtasidagi bosim, sirpanish tezligi, ishqalanish rejimi, ishlash sharoitlariga bog'liq bo'ladi.

Detallarning yeyilishi natijasida o'zaro ishqalanuvchi yuzalar o'rtasidagi bo'shliq oshadi, natijada ish jarayonida shovqin chiqishiga, qo'shimcha dinamik kuchlarning hosil bo'lishiga hamda detallarning tezda ishdan chiqishiga sabab bo'ladi. Shuningdek, detallari yeyilgan mashinalarda tayyorlangan mahsulotlarning o'lchamlari aniq chiqmaydi.

Ishchi yuzalariga tashqi muhitdan abraziv zarrachalar kirmasligi uchun yaxshi zichlagichlar ishlatilishi, ishchi yuzalarni termik qayta ishlash, yuzalar o'rtasidagi bosimni bir tekisda taqsimlanishini ta'minlash, suyuqlikdagi ishqalanish rejasini ta'minlash yo'llari bilan detallarning yeyilishini kamaytirishi mumkin.

Detallarning yeyilishiga chidamliligini hisoblash solishtirma bosim $[q]$ bo'yicha olib boriladi.

Issiqlikka chidamlilik detallarning berilgan muddati davomida ruxsat etilgan issiqlikda ishlay olish xususiyati issiqlikka chidamlilik deb ataladi. Detallar o'zaro bir-biriga ishqalanishi natijasida qiziya, bu qizish natijasida detallarning mustahkamligi pasayadi, moylarni moylash xususiyati kamayadi, natijada o'zaro ishqalanuvchi detallarning yeyilishi ortadi. Bunday holat yuz bermasligi uchun, ishqalanuvchi yuzalarning qizishi me'yoridan oshmasligi kerak, ya'ni $Q < Q_1$ shart bajarilishi lozim. Bunda Q – ishqalanuvchi yuzalarda ishlash jarayonida hosil bo'lgan

issiqlik miqdori, kkal; Q_1 – mashinadan tashqariga tarqaluvchi issiqlik miqdori, kkal.

Mashinalarning qizishi aniqlanib me'yoridan oshib ketmasligi uchun mahsus sovutgichlar ishlatiladi yoki mashinaga konstruktiv o'zgarishlar kiritiladi.

Titrashga chidamlilik mashinalarning ishlash jarayonida titrash natijasida detallarda qo'shimcha dinamik kuchlar hosil bo'ladi, bu esa ularning toliqishiga sabab bo'ladi va ishdan chiqishini tezlashtiradi.

Detailarning titrashga chidamliligini ta'minlash uchun rezonans hodisasini keltirib chiqaradigan sabablarni yo'qotish kerak. Ma'lumki, rezonans hodisasi detallarning o'zida hosil bo'ladigan xususiy tebranish chastotasi bilan tashqi kuch ta'sirida bo'ladigan tebranish chastotasi bir xil bo'lgan hollarda ro'y beradi.

Mashinalarda titrash hodisasini kamaytirish uchun statik va dinamik muvozanatlash shuningdek, titrashni so'ndirgichlardan, ya'ni maxsus elastik elementlardan foydalanish tavsiya etiladi.

Texnologik mashinalarni poydevorida titrashni kamaytirish uchun turli qayishqoqlikka ega bo'lgan ko'p qavatli yostiqchalarni qo'llash bilan erishish mumkin.

1.4-§ Kuchlanishlar sikli

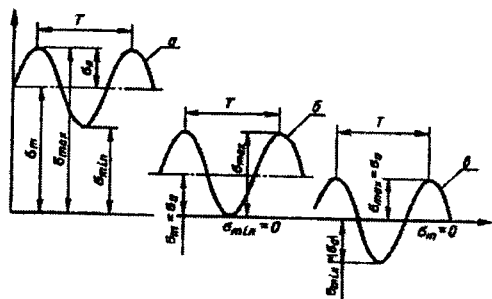
Ma'lumki, mashinalarning detal va elementlarda tashqi kuchlardan hosil bo'lgan kuchlanishlar shu kuchlarning o'zgarishiga bog'liq bo'lib doimiy yoki o'zgaruvchan bo'lishi mumkin. Masalan, o'zgaruvchan kuchlanishli mashinalarda yo'lning sifati, mashinaning yuklanish darajasi, bekatlarda to'xtab yurgizishi va shunga o'xshash holatlar mashina detallarida o'zgaruvchan kuchlanishlar hosil qiladi.

Kuchlanish xarakteristikasi sifatida kuchlanish **sikl** qabul qilingan, ya'ni **bir davr** ichida bir xil kuchlanishlar qiymatining o'zgarishi.

Yuklanish siklni vaqt davomida o'zgarishi davr deb (1.1-rasm) ataladi, shartli belgisi T. Bunda σ_{min} – eng kichik kuchlanish; $\sigma_m = 0,5(\tau_{max} + \tau_{min})$ – o'rtacha kuchlanish; $\tau_a = 0,5(\tau_{max} + \tau_{min})$ – amplituda sikli; $R = \tau_{min} / \tau_{max}$ – asosiy sikl koeffitsiyenti.

Agarda $R=0$ ($\sigma_{min}=0$; $\sigma_m = \sigma_a = 0,5 \sigma_{max}$) bo'lsa, kuchlanish pulsatsiya sikli bilan o'zgaradi. (1.1b-rasm)

Agarda $R = -1$ ($\sigma_{min}=0$; $\sigma_m = \sigma_{max}$) bo'lsa, kuchlanish simmetrik sikl bilan o'zgaradi. (1.1v-rasm).



1.1-rasm.

Agarda $R = 1 (\sigma_{min}=0; \sigma_{max} = \sigma_{min} = \sigma_m = \sigma)$ bo'lsa, kuchlanish doimiy sikl bilan o'zgaradi. Qolgan hollar uchun kuchlanish nosimmetrik sikl bilan o'zgaradi.

(1-1a-rasm).

Masalan, aylanish soni n, min^{-1} (burchak tezligi ω, s^{-1}) bo'lgan val eguvchi moment ta'sirida harakatlanmoqda. Shu valning yuklanish siklini aniqlash kerak.

T davr ichida kuchlanish bir sikl o'zgarish vaqti, s.

$$T = 2\pi / \omega = 60 / n$$

L_h soat jarayonida sikllarning umumiy soni

$$N = 3600 L_h / T = 573 \omega L_h = 60 n L_h$$

II bob. BIRIKMALAR

Umumiy ma'lumotlar

Ma'lumki, mashinalar detal va uzellardan tashkil topib birikmalar vositasida yig'iladi. Birikmalar esa ajraladigan va ajralmaydigan turlarga bo'linadi.

Ajralmaydigan birikmalar, bu shunday birikmalarki, bunda mashina uzellarini ayrim qismlarga ajratilganda, ishchi yuzalariga shikast yetkaziladi, ya'ni birikma hosil qilish uchun bu ishchi yuzasi qayta ishlanadi. Parchin mixli, payvand hamda detallari o'zaro tig'izlik bilan o'tkazilgan birikmalar shunday birikmalar hisoblanadi.

Rezbali, shponkali, shlitsli birikmalar ajraladigan birikmalar bo'lib, bunda uzellar detallarga ajratilganda detallning ishchi qismiga shikast yetkazilmaydi. Mashinalarning yaxshi ishlamasligi, muddatdan oldin ishdan chiqishi, ishlash jarayonida shovqinning oshib ketishiga undagi birikma sifatining pastligi (sifatli mahkamlanmaganligi, payvandlanmaganligi, birikma uchun material noto'g'ri tanlanganligi va h.k.) sabab bo'ladi.

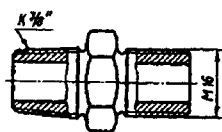
Birikma elementlari asosan mustahkamlikka hisoblanadi. Bunda birikma elementlarining mustahkamligi biriktirilayotgan detallarning mustahkamligi bilan bir xilda bo'lishishiga erishish kerak.

2.1-§. Rezbali birikmalar

Ajraladigan birikmalarning eng ko'p tarqalgan turi rezbali birikmalardir. Bo'lt, vint, shpilka rezbalarining xususiy hollari bo'lib, mashinalarning ular vositasida yig'ilgan uzellari kerak bo'lgan vaqtda ayrim detallarga ajratilishi va yana qayta yig'ilishi mumkin. Rezbali birikmalarning afzalliklari. 1. Tuzilishi oddiy. 2. Yig'ish va detallarga ajratish yengil. 3. Hamma o'lchamlari standart bo'lganligi uchun nisbatan arzon. 4. Katta yuklanishlarga chidamli.

Kamchiliklari. Detallarda rezbalarining bo'lishi yuklanishni tuplanishga olib keladi, bu esa o'zgaruvchi kuchlanishlar ta'sirida mustahkamligini pasaytiradi.

Rez'ba haqida umumiy ma'lumot. Rezbaning hamma o'lchamlari standartlashgan bo'lib rezbalar silindrsimon yoki konussimon sirtlarda kesiladi (2.1-rasm).



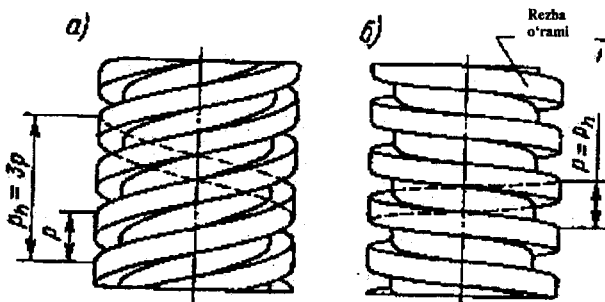
2.1-rasm.

Asosan silindrsimon rezbalar ishlatiladi, jips birikmalar hosil qilish uchun konussimon sirtlarda kesiladi. Rezbar shakliga ko'ra 2.2-rasm uchburchak (a), tirak (b), trapetseyadal (v) to'g'ri to'rt burchakli (g) va aylanasimon (d) shakllarda bo'lishi mumkin.



2.2-rasm.

Rezbadagi o'ramlarning yo'nalishi chapdan o'ng tomonga yo'nalgan bo'lsa o'ng rezba 2.3a-rasm o'ngdan chap tomonga yo'nalgan bo'lsa chap rezba deb ataladi 2.3b-rasm.



2.3-rasm.

Rezbalarning kirim soni bir, ikki va ko'p kirimli bo'lishi mumkin, masalan 2.3-rasmda bir kirimli (b) va uch kirimli (a) rezbaning chizmasi berilgan.

Rezbaning o'lchamlari. 2.4-rasm. d -rezbaning tashqi diametri; d_1 -rezbaning ichki diametri; d_2 -rezbaning o'rtacha diametri; N_1 -rezba ishchi shaklining balandligi;

Detallarni o'zaro mahkamlash uchun asosan yirik rezbalar ishlatiladi, nisbatan kam yeyiladi. Mayda qadamli rezbalar o'zgaruvchan kuchlanish ta'sir qiluvchi mexanizmlarda, devorlarning qalinligi yupqa bo'lgan detallarni mahkamlashda ishlatiladi.

Rezbaning shartli belgisi M harfi bilan belgilanadi, yonidagi son uning tashqi diametrini bildiradi. Masalan, $M24$, demak metrik rezba $d=24\text{mm}$. Agarda rezba mayda qadamli bo'lsa, qadam o'lchami ko'rsatiladi, masalan $M24 \times 1,5$, bunda metrik rezba tashqi diametri $d=24\text{mm}$, qadami $P_h=1,5\text{mm}$.

Trapetsiodal rezba 2.6-rasm. Vint-gayka uzatmalarda asosiy rezba hisoblanib bir kirimli va ko'p kirimli qilib tayorlanishi mumkin. Trapetsiya burchagi $\alpha=30^\circ$. Rezbaning qadami yirik, o'rtacha, mayda bo'lishi mumkin. Uchburchakli rezbagacha nisbatan F.I.K yuqori, ishqalanish kam. Rezbaning standart o'lchamlarining ayrimlari 2.2-jadvalda berilgan.

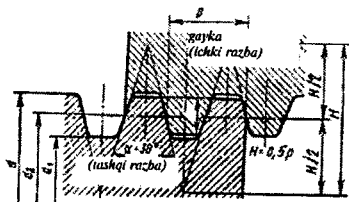
2.2-jadval

d-rezbaning diametri	R- rezbaning qadami	d_2 -o'rtacha diametri	d_3 -vintning ichki diametri
40	3	38.5	36.5
	6*	37.0	33
	7**	36.5	32
	10	35	29
52	3	50.5	48.5
	8**	48	43
	12	46	39

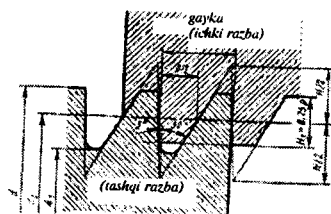
Ilova: * - yangi konstruksiyalar uchun bu rezba tavsiya qilinmaydi.

** - yangi konstruksiyalar loyihalanayotganda tavsiya etiladi.

Bir kirimli va ko'p kirimli bo'lib trapetsiya burchagi $\alpha=30^\circ$. Harakat revers bilan bo'lganda ishlatiladi. Ishda ishonchli, mustahkam asosan vint-gayka uzatmalarda ishlatiladi. Shartli belgisi $Tr40 \times 6$, bunda rezba trapetsiodal, diametri 40mm, qadami 6mm.



2.6-rasm.



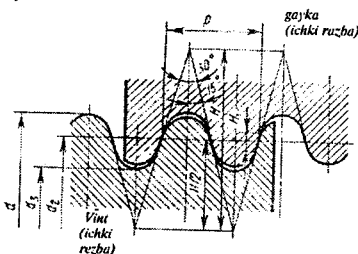
2.7-rasm.

Tirak rezba 2.7-rasm. Rezba nosimmetrik bo'lib ishchi bo'lmagan yuzasini qiyalik burchagi 30° . Ishchi qismning qiyalik burchagi 3° . Yuklanish katta bo'lgan (vintli press, domkrat va boshqalar) birikmalarda ishlatiladi. Rezbaning shartli belgisi S80x10, bunda S-tirak rezba; 80-diametri, mm; 6-rezba qadami, mm.

Aylanasiimon rezba 2.8-rasm.

Rezba shaklini burchagi $\alpha=30^\circ$. Asosan dinamik yuklanish bo'lgan birikmalarda ishlatiladi.

Yuqorida ko'rsatilgan rezbalar-ni eng ko'p tarqalgani metrik rezba bo'lib asosan mahkamlash uchun ishlatiladi.



2.8-rasm.

Mahkamlash uchun ishlatiladigan detallarning asosiylari bu bo'lt, vint, shpilka.

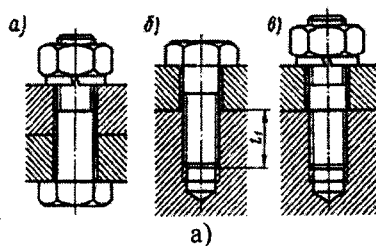
Bo'lt – qalinligi nisbatan katta bo'lmagan detallarni mahkamlash uchun ishlatiladi, bunda bo'lt kallagini hamda gaykani joylashtirish va o'z o'qi atrofida burash uchun joy bo'lishi kerak, 2.9a-rasm.

Bo'lt bir uchi kalit yoki otvyortka uchun mo'ljallangan kallagi, ikkinchi uchidan esa gayka burab kiritiladigan rezbasi bo'lgan sterjendir (2.9-rasm, a)

Vint – qalinligi nisbatan katta, mustahkamligi ta'minlangan, birikmaning bikrligini taminlash, massasini kamaytirish kerak bo'lgan hollarda ishlatiladi. Bo'ltning gayka uchun mo'ljallangan rezbali uchiga gayka buralmay, bir uchi biriktirilishi lozim bo'lgan detalga buraladigan bo'lsa bunday bo'lt vint (2.9-rasm, b) deyiladi.

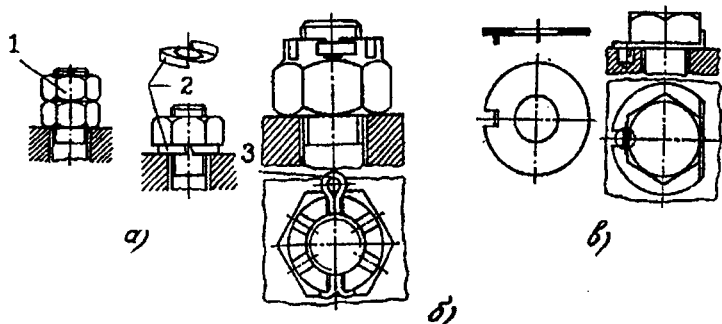
Shpilka – vint ishlatilgan holatlarda rezba material yetarli darajada mustahkamligi ta'minlanmagan bo'lib, hamda bunda birikmani vaqti-vaqti bilan ajiratib, biriktirish kerak bo'lgan hollarda ishlatiladi.

Agar sterjenning ikki uchi rezbali qilib yasalgan bo'lsa, u shpilka deb ataladi (2.9-rasm, v). Yeyilishga chidamli, FIK yuqori bo'lishi uchun ishqalanish kuchi nisbatan kam bo'lishi kerak.



2.9-rasm.

O'zgaruvchan kuch va moment ta'sirida rezbali birikmalar o'z-o'zidan buralib bo'shishi mumkin. Buning sababi titrash natijasida rezbalardagi ishqalanish kamayadi va buning oqibatida o'z-o'zidan tormozlanish xususiyati yo'qoladi. Shuning uchun o'zgaruvchan kuchlar ta'sirida birikmalardagi rezbalarning o'z-o'zidan buralmasligiga quyidagi usullar yordamida erishish mumkin:



2.10-rasm.

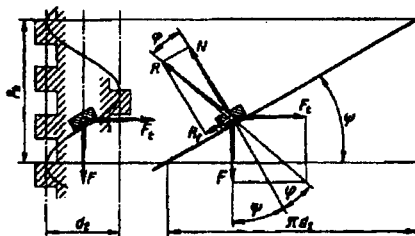
1. Kontrogayka va prujinalovchi shayba qo'yish yo'li bilan (2.10-rasm, a). Bunda qo'shimcha detallar hisobiga rezbadagi umumiy qarshilik oshadi.
2. Shplint yoki simdan foydalanib (2.10-rasm, b), gayka bo'lt sterjeniga shplint yoki sim vositasida mahkamlab qo'yiladi.
3. Gaykani detalga maxsus planka yoki shayba yordamida mahkamlash yo'li bilan (2.10 -rasm, v).

2.2-§. Vintli juftdagi kuchlar o'rtasidagi bog'lanish

Rezbasini to'g'ri to'rtburchakli bo'lgan vintli juftda kuchlar o'rtasidagi bog'lanishni ko'ramiz, 2.11-rasm. Gaykani o'q atrofida aylantirish uchun o'rtacha d_2 diametr bo'yicha aylanma F_t kuch urinma shaklda ta'sir qilmoqda, bunda o'q bo'yicha ta'sir qiluvchi F kuch ta'sirida gayka o'q bo'yicha siljiydi. Vint rezbasini yoyilgan holda ko'ramiz, bunda rezba burchak ostida joylashgan tekislik bo'lib, gaykani bir jism shaklda ko'rish mumkin. Jism qiya tekislik bo'yicha bir tekisda siljiganda F , F_t , N , R_f kuchlar ta'sirida muvozanatda bo'ladi. Bunda N -qiyalik tekislikdagi normal reaksiya, $R_f = f N$ – ishqalanish kuchi. Qiyalik tekislikdagi normal reaksiya N , umumiy R kuchdan ishqalanish burchagi φ ga buralgan. Sxemadan ma'lumki.

$$F_t = F \tan(\psi + \varphi), \quad [2.1]$$

Bu formula faqat to'g'riburchakli rezbalar uchun, bunda $\varphi = \arctg f$. Metrik, trapetsiyada, tirak rezbalarda shakli ponasimon bo'lganligi uchun qo'shimcha ishqalanish hosil bo'ladi. To'g'ri burchakli rezba bilan o'tkir burchakli rezbalar o'rtasidagi ishqalanish kuchlari bog'liqligini aniqlash uchun rezba o'ramlarini o'qqa perpendikulyar holda ko'ramiz, ya'ni rezba o'ramining ko'tarilish burchagi $\varphi = 0$.



2.11-rasm.

To'g'riburchakli rezbada ishqalanish kuchi $R_f = f N$ lekin $\varphi = 0$ bo'lganda normal reaksiya $N = F$, 2.12a rasm, bunda $R_f = fF$ bo'ladi.

O'tkir burchakli rezbalarda ham $R_f = fN$, lekin $N = N^1 \cos \gamma$ (2.12b-rasm), bunda γ -rezba ishchi yuzasining qiyalik burchagi metrik rezbalar uchun $\gamma = 30^\circ$; trapetsiodal rezbalar uchun $\gamma = 15^\circ$; tirak rezbalar uchun $\gamma = 3^\circ$.

Rezbalarda $\varphi = 0$ bo'lganda $N^1 = F$, natijada

$$R_f = \frac{fF}{\cos \gamma} = f^1 F.$$

bunda: $f^1 = \frac{f}{\cos \gamma}$ ishqalanish koeffitsiyentining keltirilgan qiymati.

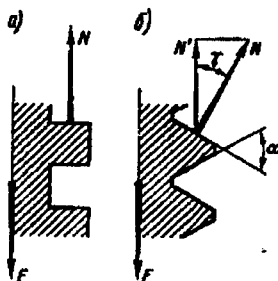
Ishqalanish burchagining keltirilgan qiymati

$$\varphi^1 = \arctg \varphi^1 = \arctg \left(\frac{f}{\cos \gamma} \right).$$

Demak, o'tkir burchakli rezbarlar uchun aylanma kuch F_t , bo'yлама kuch F_a o'rtasidagi bog'lanishni aniqlash uchun 2.1-formulaga ishqalanish burchagi φ ni o'rniga ishqalanish burchagini keltirilgan qiymati qo'yiladi, ya'ni

$$F_t = F_a \operatorname{tg}(\psi + \varphi^1),$$

bunda φ -rezbaning ko'tarilish burchagi.

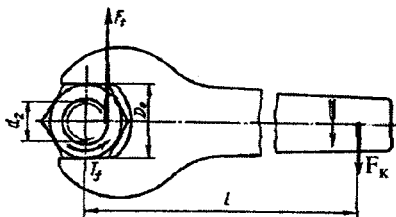


2.12a-rasm.

2.3-§. Rezballi birikmalarni ishlashining o'ziga xos xususiyatlari

Rezballi birikma bu rezballi sterjen va bu sterjenga burab kiritilgan gaykadan iborat bo'ladi (2.13-rasm).

Kalitga qo'yilgan F_k kuch yordamida hosil bo'lgan burovchi moment rezbadagi ishqalanish hamda gaykaning detalga tegib turgan sirtidagi ishqalanish kuchlaridan hosil bo'lgan momentni yengish kerak bo'ladi, ya'ni



2.13-rasm

$$T_\theta = T_p + T_T = F_k \cdot l$$

[2.1]

bunda: T_r — rezbadagi moment; T_T — gaykaning detalga tegib turgan sirtida hosil bo'lgan ishqalanish kuchning momenti. F_k — kalit uchiga qo'yilgan kuch, N ; l — kalitning hisobiy uzunligi.

T_r, T_t moment qiymatlari quyidagicha aniqlanadi, bunda rezbadagi moment:

$$T_r = F_r \cdot 0,5d_2 = F_0 \cdot \operatorname{tg}(\rho + \varphi') 0,5d_2 \quad [2.2]$$

bunda: ρ - rezbaning ko'tarilish burchagi; φ' - ishqalanish burchagi; F_0 - bo'ltiri sirib tortish uchun kerakli kuch, N.

Gaykaning detalga tegib turgan sirtida hosil bo'lgan moment o'rtacha diametr bo'yicha aniqlandi. Bunda ishqalanuvchi kuch $R_r = F_0 f$, bu kuch o'rta radius bo'yicha ta'sir etadi.

$$T_f = R_r \cdot R_{sp} = F_0 f \quad [2.3]$$

bunda: $d_{sp} = \frac{D + d_0}{4}$; D - gaykaning detalga tegib turgan diametri; d_0 - vint uchun mo'ljallangan teshikchaning diametri, 2.14-rasm.

Kalitdagi burovchi momentning umumiy qiymati

$$T_0 = F_k \cdot l = F_0 [0,5d_2 \operatorname{tg}(\psi + \varphi') + 0,25f(D_0 + d_0)] \quad [2.4]$$

Formulaga standart qiymatlarni qo'ysak, ya'ni $l = 15d$ metrik rezbalar uchun $\beta = 2,5^0$; $d_2 \approx 0,9d$; $d_{yp} \approx 1,4d$; $f = 0,1 - 0,2$, bunda 1N kuch yordamida (60-100) N kuchdan yutiladi.

2.4-§. Vintli juftlarni o'z-o'zidan to'xtashi va F.I.K

Vintli juftlarda gayka o'z-o'zidan bo'shab ketmasligi uchun $\varphi < \varphi'$ shart bajarilishi kerak. Mahkamlash uchun ishlatiladigan hamma birikmalar o'z-o'zidan to'xtash xususiyatiga ega. Masalan: yirik qadamli M20 metrik rezbada, rezbaning ko'tarilish burchagi, $\varphi = 2^0 29'$ keltirilgan ishqalanish burchagi $\varphi' = 9^0 50'$, demak birikmada o'z-o'zidan to'xtash taminlangan.

Vintli juftlarda F.I.K -bu qiymat vintning foydali ishini, vint yoki gayka bir marta aylanganda bajarilgan ishning nisbati sifatida olinadi, ya'ni

$$W_f = F_t P_h = F_t \pi d_2 \operatorname{tg} \psi;$$

natijada

$$W_b = F_t \pi d_2 = F_t \operatorname{tg}(\psi + \varphi') \pi d_2$$

$$\eta = \frac{W_f}{W_b} = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg}(\varphi + \varphi')}$$

Formuladan ma'lumki, rezbani ko'tarilish burchagi 4^0 gacha bo'lganda φ ni oshishi bilan F.I.K oshadi. φ ni oshirish uchun kiritmalar soni oshiriladi, natijada F.I.K oshadi. F.I.K ishqalanish kuchining keltirilgan qiymatini kamayishi bilan ham oshadi. φ' qiymatini kamaytirish uchun ishchi yuzaning qiyaligi kichik bo'lgan rezbalar

(to'g'ri to'rtburchakli rezbalar $\gamma=0$, tirak rezbada $\gamma=3^0$, trapetsiodal rezbalarda $\gamma=15^0$) ishlatiladi. Shuningdek ishqalanish koeffitsiyentini kamaytirish uchun vintli juftlar antifriktsion materiallardan tayyorlanishi va ishlash jarayonida yaxshi yog'lanishi zarur.

2.5-§. Materiallar va ruxsat etilgan kuchlanishlar

Standart asosida tayyorlanadigan rezba sterjenlar St 3, St 10, St 20, St 35, St 45 markali kam uglerodli po'lat materiallardan tayyorlanadi, kerak bo'lgan hollarda 35X, 40X, 38XA va shunga o'xshash legirlangan po'lat materiallardan tayyorlanadi.

Rezbali strejenlarning mustahkamligini oshirish uchun termik qayta ishlanadi (yaxshilash, toblash).

Bo'lt, vint, shpilkalar mustahkamligi bo'yicha 12 ta klassga bo'linadi, bunda: 3.6, 4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.6, 6.8, 6.9, 8.8, 10.9, 12.9, 14.9. Bunda berilgan sonlarni birinchisini 100 ga ko'paytirib mustahkamlik chegarasining eng kichik qiymati N/mm^2 olinadi. Ko'paytmasini 10 ga ko'paytirib oquvchanlik chegarasi olinadi, masalan, 5.6 klass bunda $\sigma_m=5*100=500N/mm^2$; $\sigma_{ok}=5*6*10=300N/mm^2$.

Birikma gaykalari tayyorlashda ham shu materiallardan foydalaniladi. Rezbalarni mustahkamlik klassini tanlashda yuklanish xarakteri, ishlash sharoiti, tayyorlanish sharoiti hisobga olinadi. Ayrim uglerodli materiallarni mustahkamlik klasslari va xususiyatlari 2.3-jadvalda berilgan.

2.3-jadval

Mustahkamlik klassi	Mustahkamlik chegarasi σ_m , MPa		Oquvchanlik chegarasi σ_{ok}	Po'lat materiallar markasi	
	min	Max		bo'lt	gayka
3.6	340	490	200	Ct 3	St3
4.6	400	550	240	20	St3
5.6	500	700	300	30, 35	10

Ruxsat etilgan kuchlanishlar. Cho'zilishga ruxsat etilgan kuchlanish quyidagicha aniqlanadi.

$$[\sigma_r] = \frac{\sigma_{\alpha}}{[S]} \leq [\sigma_r]$$

bunda σ_{α} - oquvchanlik chegarasi, MPa; [S] xavfsizlik koeffitsiyenti qiymati yuklanish xarakteriga, bo'lt material va diametri hamda mahkamlanish nazorat qilinishi yoki qilinmasligiga bog'liq. Yuklanish o'zgaras mahkamlash nazorat qilinmagan hollar uchun [S] ning qiymati 2.4-jadvalda berilgan.

2.4-jadval

Bo'lt materiali	Rezba diametri		
	6 ... 16	16 ... 30	30 ... 30
Uglerodli po'latlar	5 ... 4	4 ... 2,5	2,5 ... 1,5
Legirangan po'latlar	6,5 ... 5	5 ... 3,3	3,3

Mahkamlash nazorat qilingan hollarda yuklanish o'zgaras bo'lsa xavfsizlik koeffitsiyenti [S] = 1,3 – 1,5.

Birikmalar bo'lt sterjenni kesilishga ishlagan hollarda

$$[\tau_k] = (0.2 + 0.3) \sigma_{\alpha}$$

Birikmada bo'lt sterjeni ezilishga ishlagan hollarida

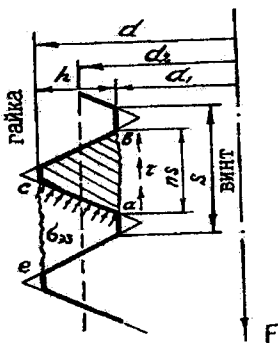
$$[\sigma]_n = 0.8 \sigma_{\alpha}$$

2.6-§. Rezbaning mustahkamlikka hisoblash

Rezbaning mustahkamlikka hisoblashda yuklanish o'ramlari orasida, bir xilda taqsimlanadi deb qabul qilinadi. Lekin tajribalar shuni ko'rsatadiki, bu yuklanish bir xil bo'lmaydi, masalan 6 o'ramli gaykaning birinchi o'ramining yuklanishi 52% bo'lsa, oxirgi o'ramning yuklanish 2 % ni tashkil etadi.

Rezbalarga ta'sir etuvchi kuchning rezba o'ramlari orasida bir tekis taqsimlanmaganligining asosiy sabablaridan biri shuki, o'q bo'ylab ta'sir etuvchi kuchdan vintdagi rezbaning bir tomonini, gaykadagi rezbaning esa qarama-qarshi tomonining deformatsiyalanishidir.

Rezbaning (sa) yuzasi ezilishga tekshiriladi (2.15-rasm), bunda $\sigma_{ez} < [\sigma]_{ez}$ shart bajarilishi kerak. Ezuvchi kuchlanishning hisobiy qiymati:



2.15-rasm.

$$\sigma_m = \frac{F}{\pi d_1 k} \leq \sigma_m \quad [2.5]$$

bu yerda: F - o'q bo'ylab ta'sir etuvchi kuch;
 d_2 –rezbaning o'rtacha diametri;
 h - rezba shaklining balandligi;
 z – gaykadagi rezba o'ramlarining soni;
 $[\sigma_{ez}]$ – ezuvchi kuchlanishning joiz qiymati.

Vintning v-a gaykaning rezba asoslari s-e kesimi kesilishiga tekshiriladi, bunda $t_{kec} < [t_{kec}]$ shart bajarilishi kerak.

Vintning a-v kesimi uchun

$$\tau_{kec} = \frac{F}{\pi d_1 k H} \leq [t_{kec}] \quad [2.6]$$

Gaykaning s-e kesimi uchun

$$\tau_{kec} = \frac{F}{\pi d k} \leq [\tau_{kec}] \quad [2.7]$$

bunda: d - rezbaning tashqi diametri; d_1 – rezba asosining diametri;
 F - bo'ltga ta'sir etuvchi kuch; N – gaykaning balandligi; k – rezbaning turini hisobga oluvchi koeffitsiyent. To'g'ri burchakli rezba uchun $k=0,5$; trapetsiya rezba uchun $k=0,65$; uchburchakli rezbali uchun $k=0,8$.
 $[t_{kec}]$ – joiz kesilishdagi ruxsat etilgan kuchlanish.

Birikmani loyihalashda (vint hamda gaykaning materiali bir xil bo'lganda) rezba turini tanlab d ni aniqlab, N ning o'lchamini belgilash mumkin: $H = F / \pi d_1 k [\tau_{kec}]$, bunda rezba hamda sterjenning mustahkamligining bir xilligi ta'minlanadi. Standart gaykalarining balandligi $N=0,8d$ deb olinadi.

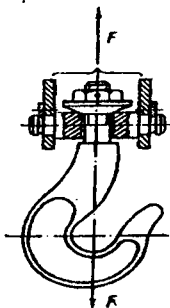
Vint hamda shpilkalarni burab kiritish chuqurligi po‘lat, materiallar uchun $N_1 = d$, cho‘yan materiallar uchun $N_1 = 1,5d$ deb olish tavsiya etiladi, bunda rezbaning mustahkamligi ta‘minlanadi.

2.7-§. Bo‘lt sterjenini mustahkamlikka hisoblash

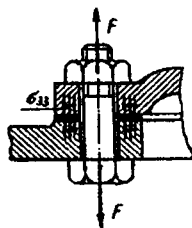
Bo‘ltli birikmalarning sterjenida tashqi kuch ta‘sirida har xil kuchlanishlar hosil bo‘ladi. Bunda sterjendagi kuchlanishlar qiymati tashqi kuchlarning yo‘nalishiga bog‘liq bo‘lib, quyidagicha aniqlanadi.

1-hol. Bo‘lt sterjeniga faqat cho‘zuvchi kuch ta‘sir etadi. Bunga sirib tortilmagan, ya‘ni zo‘riqtirilmagan holatda osib qo‘yilgan ilgak misol bo‘la oladi (2.16-rasm). Uning rezbali qismi tashqi F kuch ta‘sirida cho‘zilishga d_1 diametr bo‘yicha tekshiriladi:

$$\sigma = \frac{4F}{\pi d_1^2} \leq \sigma_v; \quad d_1 = \sqrt{\frac{4F}{\pi[\sigma_v]}}; \quad [2.8]$$



2.16-rasm.



2.17-rasm.

2-hol. Bo‘lt sirib tortilgan bo‘lib, sterjenga tashqi kuch ta‘sir etmaydi (2.17-rasm). Bunga masalan, yopiq uzatmaning qopqog‘ini sirib mahkamlash uchun ishlatiladigan bo‘ltlar kiradi.

Bo‘lt sterjenga sirib tortish natijasida cho‘zuvchi va burovchi kuchlanishlar hosil bo‘ladi, bunda tashqi cho‘zuvchi kuch ta‘sirida hosil bo‘lgan kuchlanish $\sigma = 4F/\pi d_1^2$ sterjen rezbasidagi moment ta‘sirida hosil bo‘lgan burovchi kuchlanish quyidagicha bo‘ladi:

$$\tau = \frac{T_p}{W_p} = \frac{0.5Fd_1 \lg(\varphi + \rho')}{0.2d_1^3} \quad [2.9]$$

Sterjendagi umumiy (ekvivalent) kuchlanish

$$\sigma_m = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = \sigma \sqrt{1 + 3\left(\frac{\tau}{\sigma}\right)^2}$$

bu yerda

$$\frac{\tau}{\sigma} = \frac{0,5Fd_2 \lg(\sigma + \rho') \pi d_1^2}{\left(\frac{\pi d_1^3}{16}\right) 4F} \quad [2.10]$$

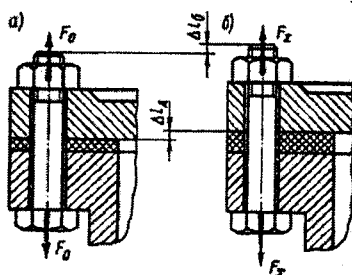
Qadami nisbatan katta bo'lgan metrik rezbalar uchun $d_2 = 1.1d_1$, $\beta = 2^\circ 30'$, deb qabul qilsak, $\tau/\sigma \approx 0.5$. d_2, φ, ρ' ning qabul qilingan qiymatlari uchun $\sigma_{\max} = 1.3\sigma$.

Demak, bo'lt sterjeniga cho'zuvchi va burovchi kuchlar ta'sir qilganda, umumiy F_y kuchning qiymatini yuqorida berilgandek olish tavsiya etiladi, bunda kuchlanishning qiymati quyidagicha aniqlanadi: $\sigma = 1.3\sigma = 5.2F/\pi d_1^2 \leq [\sigma]$. Bo'lt rezbasining hisobiy diametri

$$d_1 \geq \sqrt{5.2F_y/\pi[\sigma]} \text{ mm.} \quad [2.10]$$

$[\sigma] = \sigma_{\max}/[s]$ - bo'lt Bu yerda uchun cho'zilishdan ruxsat etilgan kuchlanish. $\sigma_{\max}$ - bo'lt materialning oquvchanlik chegarasi. $[s]$ - xavfsizlik koeffitsiyenti.

3-hol. Bo'lt sirib tortilgan, bo'lt sterjeniga cho'zuvchi kuch ta'sir etadi. Bunga (gaz, suyuqlik) bosim ostida bo'ladigan germetik idishlarning qopqog'i misol bo'la oladi (2.18-rasm).



2.18-rasm.

Masalan birikma boshlang'ich F_0 kuch bilan sirib tortilgan bunda birikma tirqishdan havo yoki suyuqlik chiqmaydi. Birikma bo'ltlariga tashqi kuch (germetik idishdagi bosim) ta'sir bo'lganda har bir bo'lt sterjenni shu tashqi χF kuchlar ta'sirida Δl_1 ga cho'ziladi, $(1-x) F$ kuch ta'sirida birikma qistirmalari siqilishi Δl_d ga kamaytiriladi, 2.14-rasm. Bunda χ - tashqi kuchni qay bir qismini bo'lt sterjenga ta'sir ko'rsatuvchi koeffitsiyent.

Birikma bo'lt sterjenlariga ta'sir qiluvchi kuchlarning umumiy qiymati

$$F_{\Sigma} = F_0 + \chi F.$$

Bo'lt sterjeniga ta'sir qiluvchi qo'shimcha χF kuchlarning qiymatini kamaytirish uchun χ - ko'effitsiyent qiymati kichik bo'lishi kerak, buning uchun bo'lt uzun, simmetrik kichik hamda qistirmada bikrlilik yuqori bo'lishi kerak. Bunday hollarda tashqi kuchlarning bir qismi qistirmani siqilishini kamaytirishga sarflanadi. Masalan, qistirma detallarni beriluvchanligi katta (ko'p qavatli elastiksimon qistirmalar o'rnatilgan) bo'lib, bo'lt sterjenni beriluvchanligi kichik (bo'lt diametri kalta) bo'lganda tashqi kuchlarning ko'p qismi bo'ltga ta'sir etadi. Bu ko'effitsiyentning aniq qiymatini aniqlash qiyin, taxminiy qiymati elastiksimon qistirmasi bo'lmagan po'lat va cho'yandan tayyorlangan birikmalar uchun $\chi=0,2-0,3$; elastiksimon qistirma (rezina, polietilen va boshqalar) ishlatilsa $\chi=0,4-0,5$.

Birikma tirqishlaridan havo, suyuqlik chiqmasligi uchun siquvchi kuchning eng kichik qiymati

$$F_{0\min} = (1 - \chi)F \quad [2.11]$$

bo'lishi kerak. Lekin hisoblash jarayonida $F_0 > F_{0\min}$ shart bajarilishi kerak, ya'ni tirqishlarning ochilmasligini ta'minlashi zarur, bunda

$$F_0 = k(1 - \chi)F$$

qabul qilinadi, K- xavfsizlik ko'effitsiyent yuklanish doimiy bo'lganda $k=1,25-2$; yuklanish o'zgaruvchan bo'lganda $k=2,0-4,0$. Bo'ltli birikmalarda bo'lt sterjenlarni mustahkamligini hisoblashda burovchi moment ko'effitsiyent yordamida hisobga olinadi. Natijada siquvchi kuchning hisobiga quyidagicha olinadi

$$F_x = 1,3F_0 + \chi F \quad [2.12]$$

Bo'lt sterjenining mustahkamligi ekvivalent kuchlanish bo'yicha aniqlanadi.

$$d_x \geq 1 \sqrt{\frac{4F_x}{\pi[\sigma]_h}} \quad \text{mm} \quad [2.13]$$

Masala: Gazli rezervuarda bosim qopqoqqa $F=55\text{kN}$ kuch bilan ta'sir qilmoqda. Qopqoq $z=8$ ta bo'lt yordamida mahkamlangan. Shu bo'ltlarning diametri aniqlansin. Yuklanish doimiy. Bo'ltlar 35 markali po'lat markalardan tayyorlangan, mustahkamlik klassi 5.6. Qistirma materiali-paronit.

Masalaning yechimi. 1.Qopqoqdagi bo'ltlarning mahkamlanish jarayoni nazoratda bo'lganligi uchun 2.3-jadvaldan $[s]_{ok}=2$, $\sigma_{ok}=300\text{MPa}$ tanlaymiz. Cho'zilishga ruxsat etilgan kuchlanish.

$$[\sigma]_r = \frac{\sigma_{ok}}{[s]_{ok}} = \frac{300}{2} = 150\text{MPa}.$$

2. Bitta bo'ltga ta'sir qiluvchi kuch.

$$F = \frac{F}{z} = \frac{55}{8} = 6.875 \text{ kN}.$$

3. Rezervuar qopqog'ini germetik ravishda mahkamlash uchun poronit materialidagi qistirma qo'yilgan. Xavfsizlik ko'effitsiyentini $K = 1.75$, $\chi = 0.45$ qabul qilamiz.

Bo'ltlarni mahkamlash uchun sarflangan boshlang'ich kuch.

$$F_0 = K(1 - \chi)F = 1.75(1 - 0.45) \cdot 6.875 = 6.62 \text{ kN}$$

4. Bo'ltlarni mahkamlash uchun kerakli hisobiy kuch

$$F_x = 1.3F_0 + \chi F = 1.3 \cdot 6.62 + 0.45 \cdot 6.875 = 11.7 \text{ kN}$$

5. Bo'ltning hisobiy diametri

$$d_x \geq \sqrt{\frac{4F_x}{\pi[\sigma]_x}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 11.7 \cdot 10^3}{\pi \cdot 150}} = 9.96 \text{ mm}$$

Aniqlangan qiymatini 2.1 jadval bo'yicha yaxlitlab qadami $P = 1.75 \text{ mm}$, bo'lgan rezba qabul qilamiz, $d_x = 10.36 > 9.96 \text{ mm}$ shart bajariladi.

4-xol.a) Bo'lt bilan detal o'rtasida bo'shliq bo'lib, tashqi kuch detallar o'rtasidagi ishqalanish tufayli muvozanatlanadi. 2.19-rasm

Bo'ltga ta'sir qiluvchi kuchning qiymati

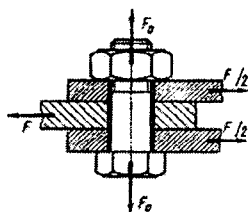
$$F_0 = \frac{KF}{(ifz)}$$

Bunda: F -tashqi kuch, N; $K=1,4-2$ -extiyotlik ko'effitsiyenti; i -kesimlar soni; f - 0,15–0,2 detallar o'rtasidagi ishqalanish ko'effitsiyenti; z -bo'ltlar soni.

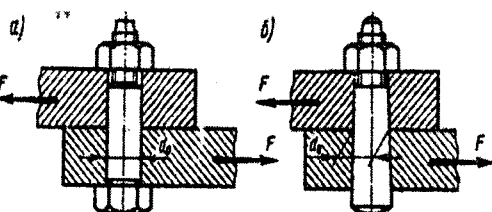
Birikmani mahkamlash jarayonida bo'lt sterjeni cho'zilish va buralishga ishlaydi, shuning uchun hisobiy kuch

$$F_x = 1,3F_0 \quad [2.14]$$

Bo'ltning hisobiy diametrini 2.10- formula yordamida aniqlanadi.



2.19-rasm.



2.20-rasm.

b) Bo'lt sterjeni birikmada bo'shliqsiz o'rnatilgan 2.16-rasm bunda sterjen diametri kesilishga tekshirilib aniqlanadi, ya'ni

$$d = \sqrt{\frac{4F}{\pi z [\tau]_k}} \text{ mm.} \quad [2.15]$$

Bunda: i -kesimlar soni, z -bo'ltlar soni; $[\tau]_k$ -ruxsat etilgan kesimlardagi kuchlanish

$$[\tau]_k = (0,2 \dots 0,3) \sigma_{ok} \quad [2.16]$$

Masala: Ikkita bo'lt yordamida mahkamlangan birikmaga $F = 2.8 \text{ kN}$ kuch ta'sir qilmoqda. Bo'lt 20 markali po'lat materialidan tayyorlangan, mustahkamligi 4.6 klass. Mahkamlash nazorat qilinmaydi. Bo'ltlarning diametri aniqlansin.

Masalaning yechimi: Mahkamlanishi nazorat qilinmaydigan bo'ltli birikmalar uchun 2.3-jadvaldan xavfsizlik koeffitsiyenti $[s]_{ok} = 3.5$ tanlaymiz, material uchun $\sigma_{ok} = 240 \text{ MPa}$ qabul qilamiz.

1. Ruxsat etilgan cho'zilishdagi kuchlanish

$$[\sigma]_r = \frac{\sigma_{ok}}{[s]_{ok}} = \frac{240}{3.5} = 68.6 \text{ MPa}$$

2. Birikmada bo'ltlarni mahkamlash uchun kerakli kuchni aniqlaymiz, bunda siljish bo'yicha xavfsizlik koeffitsiyenti $K = 1.6$, ishqalanish koeffitsiyenti $f = 0.16$

$$F_0 = \frac{kF}{(i \cdot f \cdot z)} = \frac{1.6 \cdot 2.8}{2 \cdot 0.16 \cdot 2} = 7 \text{ kN}$$

3. Kuchning hisobiy qiymati

$$F_x = 1.3 F_0 = 1.3 \cdot 7 = 9.1 \text{ kN}$$

4. Bo'ltning hisobiy diametri

$$d_x = \sqrt{\frac{4F_x}{\pi [\sigma]_r}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 9.1}{3.14 \cdot 68.6}} = 13 \text{ mm}$$

Aniqlangan qiymatni yaxlitlab qadami $P = 2 \text{ mm}$ bo'lgan M16 rezba qabul qilamiz, bunda $d_x = 14.701 \text{ mm} > 13 \text{ mm}$ shart bajariladi.

$$[\sigma_m] = 0.8 \sigma_{ok}$$

SAVOL VA TOPSHIRIQLAR

1. Rezbalarning turlari va ishlatilish sohalari
2. Bo'lt, vint, shpilkalarni tuzilishi va bir – biridan farqi.
3. Mashinasozlikda qanday rezba birikmalar ishlatiladi.
4. Rezba yuzasi va kesimlari qanday kuchlanishlarga tekshiriladi?
5. Qanday shaklli rezbalarni bilasiz?

6. Qanday rezbalar mahamlash uchun ishlatiladi. Sababini tushuntiring.

7. Qanday usullar yordamida bo'ltli birikmalarni o'zgaruvchan kuch tasirida o'z-o'zidan buralib bo'shalmaligini taminlash mumkin?

8. Bo'lt strjenini cho'zuvchi kuch tasirida mustahkamlanish sharti yozilsin.

9. Bo'lt, vint shpilkalar qanday mustahkamlik klasslari bilan tayinlanadi.

10. Qanday hollarda kichik qadamli rezbalar ishlatiladi.

2.8-§. Shponkali va shlitsli birikmalar

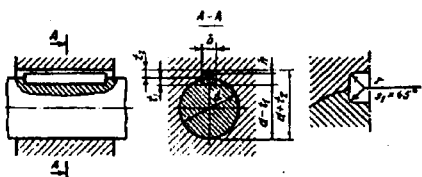
Shponkali va shlitsli birikmalar yordamida shkiv, tishli g'ildirak, mufta va shunga o'xshash detallar vallarga mahkamlanadi. Bunda birikma asosan burovchi moment bilan yuklanadi.

Shponkali birikmalar. Bu birikmalar val, shponka hamda g'ildirakni (shkiv, tishli g'ildirak, yulduzcha va boshqalar) gubchagidan iborat bo'lib, shponka burovchi momentini uzatish uchun ishlatiladi. Shponkali birikmaning afzalligi bu uning tuzilishi oddiy bo'lib, ularni yig'ish va qismlarga ajratish nisbatan engil va arzonligidadir. Kamchiliklari: shponka uchun mo'ljallangan o'yiqlik bo'lishi, bu esa shu kesimning mustahkamligini pasaytiradi. O'yiqlarda kuchlanishlarni to'planishi birikmaning mustahkamligini val hamda g'ildirakning mustahkamligini kamaytiradi. Shuning uchun shponkali birikmalar dinamik yuklanish bilan ishlaydigan va katta tezlik bilan harakatlantiruvchi vallarda ishlatish tavsiya etilmaydi. Kamchiliklardan yana biri bu har bir shponka o'tkaziladigan joyiga moslab o'rnatilishi kerak, shuning uchun katta seriya bilan tayyorlanadigan uzellarda ham tavsiya etilmaydi.

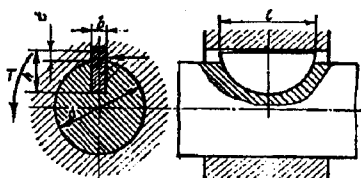
Shponkali birikmalar zo'riqqa va zo'riqmagan bo'lishi mumkin.

Zo'riqmagan birikmalarda prizmatik (*2.21-rasm*), segmentli (*2.22-rasm*) shponkalar, zo'riqqa birikmalarda silindrsimon (*2.23-rasm*), ponasimon shponkalar ishlatiladi.

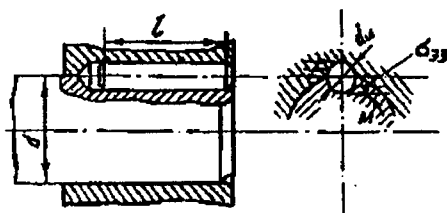
Prizmatik shponkalar (*2.21-rasm*). Bu shponkalarda ishchi tomonlarining balandligi h bo'lib, uning uchlari aylanasimon tekis yoki bir tomoni aylanasimon ikkinchi tomoni tekis bo'lishi mumkin.



2.21-rasm.



2.22-rasm.



2.23-rasm.

O'lchamlari valning diametriga nisbatan jadvaldan tanlanadi. Shponkaning ayrim o'lchamlari 2.5-jadvalda berilgan.

2.5-jadval

Vallarning diametri	Shponkaning kesimi		O'yiqchalarning chuqurligi	
	b	h	valda t_1	gubchakda t_2
36	10	8	5	3,0
40	12	8	5	3,0
45	14	9	5,5	3,8
50	14	9	5,5	3,8

Tanlangan shponkani valdan chiqib turgan yon yoqlarini ($h-t_1$) qismi burovchi moment ta'sirida hosil bo'lgan ezilishdagi kuchlanishga tekshiriladi, bunda

$$\sigma_m = \frac{F_t}{A_m} = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot T}{d(h-t_1)l_x} \quad [2.17]$$

Bu yerda: T – uzatilayotgan moment N mm hisobida;
 l_x - shponkaning hisobiy uzunligi;

t_1 -shponkaning gubchakga o'tkazilgan qismning balandligi;
 $[\sigma_m]$ - ezilishdagi kuchlanishning ruxsat etilgan qiymati, MPa.

Shponkaning uzunligi gubchakning uzunligidan $5+10$ mm kam olinadi. Bunda ikki uchi tekis bo'lgan shponkaning uzunligi $\ell_x = \ell$, ikki uchi aylanasimon bo'lgan shponkaning uzunligi $\ell_x = \ell - e$. v - shponkaning eni.

Agarda ezilishdagi hisobiy kuchlanishning qiymati ruxsat etilgan qiymatdan 5% ko'p bo'lsa, shponkaning uzunligini oshirish yoki shlitli shponka bilan almashtirish tavsiya etiladi.

Burovchi moment qiymatlari nisbatan kichik bo'lganida **segmentli shponkalarni** ham ishlatish mumkin, 2.22-rasm. Shponkaning balandligi $h=0,4d$, uzunligi $l \approx d$. Bu shponkalar ham ezilishga hamda ensiz bo'lgani uchun qo'shimcha ravishda kesilishga tekshiriladi.

$$\left. \begin{aligned} \sigma_m &= \frac{2T \cdot 10^3}{d(h-t_1)\ell} \leq [\sigma_m] \\ \tau_{rec} &= \frac{2T \cdot 10^3}{(d\ell)} \leq [\tau_{rec}] \end{aligned} \right\} \quad [2.18]$$

bu yerda b - shponkaning eni.

Silindrsimon shponka (2.23-rasm). Standart asosida tayyorlanib o'yiqaqqa ma'lum darajada tig'izlik bilan o'rnatiladi. Bunday shponkalar valning tayanch uchi kalta bo'lgan hollarda ishlatilib uzunligi $l=(3...4)d_{sh}$; diametri $d_{sh}=(0,13 \div 0,16)d$ olish tavsiya etiladi. Tanlangan shponkani ezilishga tekshiriladi.

$$\sigma_m = \frac{4T}{d_u \cdot \ell \cdot d} \leq [\sigma_m] \quad [2.19]$$

bu yerda: d_{sh} - shponkaning diametri; d - valning diametri.

Shponkaning sonini uzatilayotgan momentiga nisbatan quyidagicha aniqlash mumkin.

$$z = \frac{16T}{\pi d d_u l [\sigma_m]} \quad [2.20]$$

Standart bo'yicha tayyorlanadigan shponkalar uchun mustahkamligi 500 MPa dan kam bo'lmagan uglerodli va legirlangan po'lat materiallar ishlatiladi. Ruxsat etilgan kuchlanishlarning qiymati ish rejimiga, val hamda vtulka materiallarning mustahkamligiga bog'liq bo'lib qiymatlarini quyidagicha olish tavsiya etiladi.

Birikmada gubchak po'lat materialdan tayyorlangan bo'lsa, $[\sigma_{ez}]=120$ MPa; gubchak cho'yan materialdan tayyorlangan bo'lsa, $[\sigma_{ez}]=70$ MPa. Yuklanish zarb bilan ta'sir bo'lganda bu qiymat 50 % kamaytiriladi.

Shponka uchun materiallar. Standart shponkalar asosan St6 markali o'rta uglerodli po'lat materiallaridan tayyorlanadi, bunda $\sigma_n \geq 600 \text{ MPa}$.

Ruxsat etilgan kuchlanishlar. Shponkali birikmalarda ezilishdagi kuchlanishni ruxsat etilgan qiymati gubchak po'lat materiallardan bo'lganda $[\sigma]_{\text{y}} = 130 \dots 200 \text{ l a}$; gubchak cho'yan materiallardan bo'lganda $[\sigma]_{\text{y}} = 80 \dots 110 \text{ l a}$.

Yuklanish doimiy bo'lganda tavsiya etilgan qiymatlarning kattasi o'zgaruvchan bo'lganda kichigini olish tavsiya etiladi. Harakat ikki tomonlama bo'lganda tavsiya etilgan qiymatlar 1,5 marta kamaytiriladi.

Shponkalar uchun kesilishdagi kuchlanishning ruxsat etilgan qiymati $[\sigma]_{\text{sh}} = 70 \dots 100 \text{ l a}$, yuklanish doimiy bo'lganda tavsiya etilgan qiymatlarning kattasi olinadi.

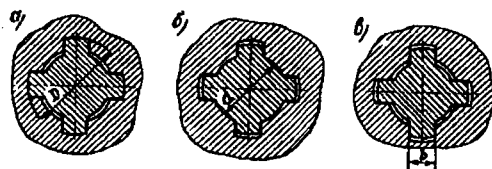
SAVOL VA TOPSHIRIQLAR

1. Shponkali birikmalarni ishlatilishidan maqsad?
2. Shponkalarining turlari va qanday materiallardan tayyorlanadi?
3. Shponkalarining afzallik va kamchiliklari?
4. Shponkalar qanday tanlanadi va qanday kuchlanishlarga tekshiriladi?
5. Aylanasimon, segmentli shponkalar qanday hollarda ishlatiladi?

2.9-§. Shlisli birikmalar

Valning sirtida va unga o'rnatilgan detall gupchagi teshigining sirtida ariqchalar o'yilib, detallardan birining chiqig'i, ikkinchisining botig'iga tushadigan qilib o'rnatilsa, shlisli birikma hosil bo'ladi. Bunday birikmalarda shponkali birikmalardagiga nisbatan quyidagicha afzalliklari bor: birinchidan detallar valda yaxshi markazlanadi, kerak bo'lganda ularni val o'qi bo'ylab suriladigan qilib o'rnatish ham mumkin; ikkinchidan o'lchamlari bir xil bo'lgan birikmalarda shlisli birikmalar shponkali birikmalarga nisbatan katta burovchi moment uzata olishi mumkin; uchinchiidan yuklanish zarb bilan bo'lganda ham ishda ishonchli.

Kamchiliklari: tayyorlash texnologiyasining qiyinligi, shuning uchun tannarxining nisbati qimmatligi.



2.24-rasm.

a)



2.25-rasm.

Shlisli brikmalarning barcha o'lchamlari standartlashgan bo'lib, shakli to'g'ri to'rt burchakli (2.24-rasm) evolventa (2.25-rasm) va uchburchakli (2.26-rasm) bo'lishi mumkin. Bulardan eng ko'p tarqalgani to'g'ri to'rtburchak shaklli shlitslardir.

To'g'ri to'rtburchak tishli shlisli birikmalarda detallar shlislarning tish osti va tashqi diametri bo'yicha yoki yon tomonlari bilan markazlashtiriladi hamda jadvaldan burovchi momentga nisbatan tanlanadi, 2.24-rasm.

Markazlashtirish D yoki d bo'yicha bo'lsa gubchak va val o'qlarini o'qdoshligi yon bo'yicha markazlashtirganga nisbatan yaxshi bo'ladi. Yon yoqlari bilan markazlashtirish ish sharoiti og'ir bo'lgan hollarda tavsiya etiladi, chunki bunda tishlarga yuklanish nisbatan bir tekisda yuklanadi.

Bu birikmalar standart asosida uch seriyaga bo'linadi: yengil, o'rta, og'ir. Seriyalar bir-biridan teshikning balandligi va tishlar soni bilan farq qiladi 2.6-jadvalda shlislarning ayrimlarining o'lchamlari berilgan.

Asosan yengil seriya qo'zg'almas birikmalarda ishlatiladi. O'rta seriya qo'zg'aluvchan birikmalar, og'ir seriya esa burovchi moment katta bo'lganda qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan holda ishlatiladi.

**To'g'ri to'rtburchakli shlislarning
o'lchamlari, mm**

2.6-jadval

Seriya	Shlisning o'lchamlari	B	W_{eg}, mm^3	W_b, mm^3	A, mm^2
Engil	8*32*36	6	3630	7260	900
	8*36*40	7	5100	10200	1130
	8*42*46	8	8000	16000	1510
	8*46*50	9	10450	20900	1810
O'rta	8*32*38	6	3870	7740	948
	8*36*42	7	5750	11500	1180
	8*42*48	8	8825	17650	1580
	8*46*54	9	11500	23000	1950
Og'ir	10*32*40	5	4190	8380	1000
	10*36*45	5	5700	11400	1240
	10*42*52	6	8200	16400	1680
	10*46*56	7	11300	23800	2010

Ilova: W_{eg} , W_b – ko'ndalang kesimini ezilish va buralishga qarshilik momenti; A – ko'ndalang kesim yuzasi.

Evolventa shaklli shlisli birikmalarni standart asosida yon tomonlari bilan markazlashtiriladi, kamdan-kam tashqi diametri bo'yicha markazlashtiriladi 2.25-rasm. Bu birikmalar to'g'ri to'rtburchakli birikmalarga nisbatan shlislarning nisbatan ko'pligi hisobiga aniqligi, mustahkamligi yuqori. Kesish texnologiyasi engil, nisbatan arzon. Shuning uchun bunday birikmalar keng tarqalgan. Bu birikmalar ham qo'zg'almas yoki qo'zg'aluvchan bo'lishi mumkin. Evolventa shaklli shlislarning ayrimlarini o'lchamlari 2.7-jadvalda berilgan.

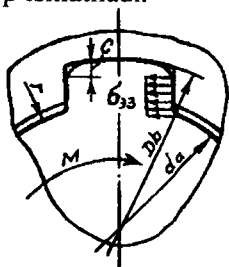
2.7-jadval

D	m	Z	W_{eg}, mm^3	W_b, mm^3	A, mm^2
40	1.25	30	5389	107800	1158
40	2	18	4921	9841	1100
45	1.25	34	7804	16610	1479
50	1.25	38	10850	21700	1839
50	2	24	10100	20210	1769

Uchburchak shlisli birikmalar (2.26-rasm), nisbatan katta bo'lmagan momentlarni uzatish uchun qo'zg'almas birikma shaklida ishlatiladi. Shlislarining sonlari 70 tagacha bo'lishi mumkin. Markazlashtirish faqat yon tomonlari bilan bo'ladi. Asosan asbobsozlik sanoatida ko'p ishlatiladi.



2.26-rasm.



2.27-rasm.

2.10-§ Shlisli birikmalarning hisobi

Shlisli birikmalarni ishga layoqatligi ishchi yuzalarning ezilishga va yeyilishga chidamliligidir, 2.27-rasm.

Shlisni o'lchamlari standart asosida valning diametriga nisbatan tanlab olinadi va ishchi yuzalari ezilishdagi kuchlanishga (σ_{ez}) tekshiriladi. Birikmalarda ishlash jarayonida hosil bo'lgan ezilishdagi kuchlanishning qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$[\tau]_{\text{oz}} = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot T \cdot K_n}{d_{\text{yr}} \cdot z \cdot h \cdot l_x} \leq [\tau]_{\text{m}}. \quad [2.21]$$

Bunda: T – hisobiy aylanma moment, Nm; $K_n = 1,1-1,5$ – yuklanishni tishlar o'rtasida notekis taqsimlanishni hisobga oluvchi koeffitsiyent; d_{yr} – birikmaning o'rta diametri, mm; z – tishlar soni; h – tishning ishchi balandligi, mm; l_x – birikmaning ishchi uzunligi, mm; $[\sigma_{ez}]$ – ezilishdagi kuchlanishning ruxsat etilgan qiymati, MPa.

To'g'ri burchakli shlisli birikmalar uchun

$$h = 0,5(D - d) - 2f; \quad d_{0,r} = 0,5(D + d);$$

bunda, f – tishning faskasi.

Evolventli birikmalar uchun.

$$h = 0,815m; \quad d_{0,r} = D - 1,1m.$$

[2.22]

Uchburchakli birikmalar uchun.

$$h = 0.5(D - d); \quad d_{o,r} = m z.$$

Agarda hisobiy kuchlanish δ_1 ruxsat etilgan qiymatdan 5% oshsa, gubchakni uzaytirish termik qayta ishlashni o'zgartirib yoki birikmani boshqa turi olinib hisob qaytariladi.

Agar $l_x > 1.5d$ bo'lsa, o'lchamlari o'zgartiriladi, boshqa tezlik qayta ishlash belgilanadi. Gubchakning uzunligini $l_r = l_x + 4 \dots 6 \text{ mm}$ olish tavsiya etiladi

Ruxsat etilgan kuchlanishlar. Jadvalda umumiy mashinasozlik; ko'tarish-tashish uskunolari uchun qabul qilgan ezilishdagi kuchlanishni ruxsat etilgan qiymatlari berilgan.

Birikma turi	Ishlash sharoiti	[σ] _r , MPa	
		$\leq 350HB$	$> 40HRC$
Birikma o'zaro harakatsiz	a	25...30	40...70
	b	60...100	100...140
	v	80...120	120...200
Birikma o'zaro o'q bo'yicha yuklanishsiz harakatlanadi	a	15...20	20...35
	b	20...30	30...60
	v	25...40	40...70
Birikmalar o'zaro o'q bo'yicha yuklanish ta'sirida harakatlanadi	a		3...10
	b		5...15
	v		10...20

Ilova: 1.a – ishlash sharoiti og'ir, yuklanish o'zgaruvchan zarb bilan yuqori chastotada ta'sir qiladi; b – ishlash sharoiti o'rtacha; v – ishlash sharoiti yaxshi.

2. Ish rejimi yengil bo'lganda tavsiya etilgan qiymatlarning kattasi olinadi.

Masala: O'zaro o'q bo'yicha harakatlanmaydigan tishli g'ildirak val birikma uchun shlits tanlansin. Birikma uzatadigan aylanma moment $T = 210 \text{ Nm}$. Ishlash sharoitida o'rtacha val diametri $d = 45 \text{ mm}$, val 45 markali po'lat materialdan tayyorlangan. Termik qayta ishlanishi yaxshilanish, qattiqligi 290NV.

Masalani yechimi.

1. Birikma sifatida tashqi diametri bo'yicha markazlashgan to'g'ri to'rtburchakli shlits qabul qilamiz, bunda $d = 45 \text{ mm}$, yengil seriya bo'lganda.

$$Z \times d \times D = 8 \times 46 \times 50 \text{ mm}, \quad f = 0.4 \text{ mm};$$

$$\text{O'rtacha diametri} \quad d_{o,r} = 0.5(D+d) = (50+46) = 48 \text{ mm};$$

$$\text{Tishning balandligi} \quad h = 0.5(D-d) - 2f = 0.5(50-46) - 2 \times 0.4 = 1.2 \text{ mm}.$$

2. Ruxsat etilgan ezilishdagi kuchlanish. Birikma o'q bo'yicha harakatsiz bo'lganda, ishlash sharoiti o'rtacha, qattiqligi $< 350 \text{ NV}$, bunda $[\sigma]_{\text{y}} = 60 \text{ kN/mm}^2$.

3. Tishning uzunligi

$$l_r = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot T \cdot K_H}{d_{\text{yp}} \cdot Z \cdot h \cdot [\sigma]_{\text{y}}} = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot 210 \cdot 1.3}{48 \cdot 8 \cdot 1.2 \cdot 60} = 19.7 \text{ mm}.$$

Bunda: $K_H = 1.3$

4. Gubchakning uzunligi

$$l_r = l_x + 6 = 19.7 + 6 = 25.7$$

Aniqlangan qiymatni yaxlitlab $l_r = 28 \text{ mm}$ qabul qilamiz.

Yuzasi toblanmagan qo'zg'almas shlitsli birikmalar uchun $[\sigma_{\text{ez}}] = 30 \div 70 \text{ MPa}$, toblangan bo'lsa $[\sigma_{\text{ez}}] = 80 \div 180 \text{ MPa}$, yuzasi toblangan o'q bo'yicha harakatlanuvchi birikmalar uchun $[\sigma_{\text{ez}}] = 5 \div 15 \text{ MPa}$.

Yeyilishga ruxsat etilgan kuchlanish qiymati ishchi yuzaning termik qayta ishlanishiga hamda qattiqligiga bog'liq bo'lib, termik qayta ishlanish yaxshilanish bo'lganda $\sigma_{\text{yeyil}} = 0.032 \text{ NV}$, toblash bo'lganda $\sigma_{\text{eyl}} = 0.3 \text{ NRS}$

SAVOL VA TOPSHIRIQLAR

1. Shlitsli birikmalarning afzallik va kamchiliklari.
2. Shlitsli birikma turlari. Qanday turlari standartlashgan?
3. Shlitsli birikmalar qay bir o'lchamlari bilan markazlashtiriladi?
4. Birikmalarning ishga layoqatligi nima bilan belgilanadi?
5. Shlitsli birikmalar asosi qanday kuchlanishlar bo'yicha tekshiriladi?

2.11-§. Payvand birikmalar

Payvand birikmalar ajralmas birikmalarning asosi bo'lib, ulardan mashinasozlikda va qurilishlarda keng ko'lamda foydalaniladi. Chunki payvand birikmalarda boshqa ajralmas birikmalardagiga qaraganda birmuncha afzalliklari bor, masalan birikma kam mehnat talab qilishi bilan birga, metallni tejashga imkon beradi. Bundan tashqari, murakkab shaklli yirik cho'yan quymalar o'rniga payvand birikma vositasida

tayyorlangan yengil po'lat detallar ishlatilishi, materialni 30-40% tejashga imkon beradi.

Payvandlashni suyuq holatda va bosim ostida payvandlash usullariga bo'linadi.

Suyuq holatda payvandlashga elektr yoyi, gaz alangasida, elektron nuri yordamida plazma, lazer nuri yordamida va boshqa payvandlash usullari kiradi.

Bosim ostida payvandlashga kontakt usuli, ishqalab, portlash, sovuqlayin va boshqa usullar kiradi.

Sanoatda asosan elektr yoyi, gaz alangasi yordamida hamda kontakt usulida payvandlashlar ko'p ishlatiladi.

Elektr yoyi yordamida payvandlashda maxsus elektroddan (ustki qismi suyuq shisha aralashmasi qoplangan metall sterjen) foydalaniladi. Payvandlash jarayonida erigan metall chok hosil qiladi, bunda sterjen ustidagi aralashma erib chokning ustini qoplaydi (flyusi) bu esa havo tarkibidagi kislorod va azotdan chokni saqlaydi, natijada chok sifatli bo'ladi.

Dastaki yordamida kam, o'rtacha uglerodli po'lat materiallarni payvandlashda E34, E42, E42A, E46, E46A va boshqa markali elektrodlar ishlatiladi. E harfi keyingi sonlar mustahkamlik chegarasini eng kichik qiymatini bildiradi. Masalan E46A mustahkamlik chegarasi $\sigma_m=460$ MPa, A harfi payvand chok sifatli ekanligini bildiradi.

Dastaki yordamida kalta, noqulay joylashgan choklarni hosil qilishda foydalaniladi. Katta seriya bilan tayyorlanadigan konstruksiyalarni hosil qilishda avtomatik chok hosil qiluvchi uskunalaridan foydalaniladi, bunda unumdorligi dastaki yordamiga bajarilgan ishga nisbatan 10÷20 martagacha oshadi.

Kontakt payvandlashda – biriktiriladigan joyda kerakli darajada tok yordamida qizdiriladi, bunda ulanadigan joyi plastik holatga keladi, unda detallar ma'lum kuch bilan siqilganda payvand chok hosil bo'ladi.

Afzalliklari. 1. Ish hajmi nisbatan kam bo'lganligi uchun tannarxi arzon, tuzilishi oddiy. 2. Payvandlash jarayonini avtomatlashtirish mumkin. 3. Og'irligi nisbatan (bo'ltli, kalit mixli birikmalar) kam. 4. Birikma germetik muhit hosil qiladi.

Kamchiliklari. 1. Payvand chokli sifatini tekshirish qiyinchiligi. 2. Yuklanish o'zgaruvchan bo'lganda mustahkamligining nisbatan pastligi. 3. Payvandlash jarayonida detallarning qizishi natijasida yuzasida notekislik hosil bo'lishi.

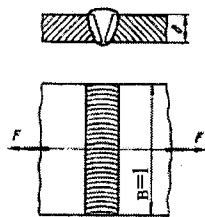
Ishlatilishi. Payvandlash jarayoni qurilishda ko'p ishlatiladi. Mashinasozlikda kalta mixli birikma o'rni da ko'p ishlatiladi, shuningdek kam seriyali uzellarda ishlatiladi. Shkivlar, tishli g'ildiraklar, tirsakli vallar, kemalarning korpuslari, avtomobil kuzovlari, vagonlar, ko'priklar, trubalar va boshqalarni payvandlashda ishlatiladi.

2.12-§. Payvand choklarni mustahkamlikka hisoblash

Payvand choklarning ishga layoqatliligi, choklarning mustahkamligi bilan belgilanadi.

Detallarni o'zaro uchma-uch, ustma-ust va burchak ostida payvandlash mumkin.

Uchma-uch payvandlash. 2.28-rasm Detallarning bir tekislikda joylashgan ikki uchini bir-biriga uchma-uch payvandlash natijasida hosil bo'lgan payvand chok uchma-uch payvand chok deyiladi. Odatda, ulanadigan detallarning uchlariga mahsus ishlov berib, payvandlash uchun tayyorlanadi.



2.28-rasm.

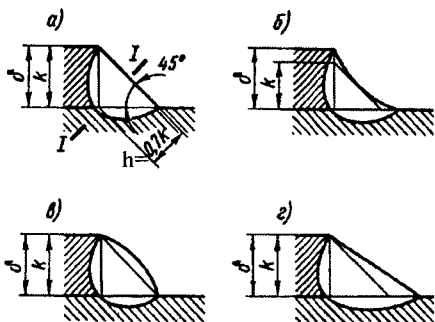
Payvand choklarning mustahkamligini hisoblashda chokning ko'ndalang kesimida ta'sir etayotgan kuchlanish qiymati uning hamma nuqtalarida bir xil deb qabul qilinadi va bu kuchlanishning qiymati payvand chokka ta'sir qiluvuchi kuchlarga nisbatan quyidagicha aniqlanadi.

$$\sigma'_v = \frac{F}{\delta l_r} \leq [\sigma'_2], \quad [2.23]$$

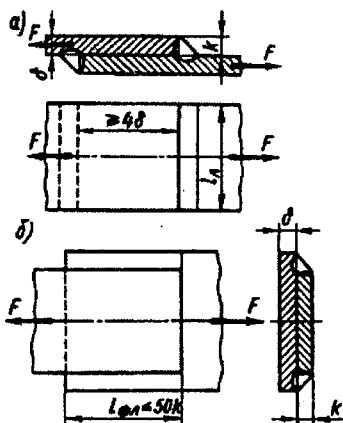
bu yerda: F - cho'zuvchi kuch, N ; σ'_v - cho'zilishdagi kuchlanishning hisobli qiymati; δ - chokning qalinligi, mm ; l - chokning uzunligi, mm .

Ustma-ust payvandlash. Ulanish lozim bo'lgan ikki detalning,

1. Masalan, listning biri ikkinchisi ustiga qo'yib payvandlansa, ustma-ust chok hosil bo'ladi. Bunday hollarda payvand chokning ko'ndalang kesimi uchburchak shaklida bo'ladi va burchakli yoki valiksimon chok deb ataladi. Chokning shakli normal, botiq va qabariq bo'lishi mumkin (2.29-rasm).



2.29-rasm.



2.30-rasm.

Qabariq chok detalning ulangan joyidagi kesimini sezirarli darajada o'zgartiradi, bu esa, o'z navbatida shu yerda kuchlanishlarning qo'shimcha to'planishiga sabab bo'ladi. Ana shu nuqtaiy nazarda, choklarning botiq bo'lgani yaxshi. Ammo, choklarni botiq qilish qo'shimcha mehnat talab etadi. Shuning uchun aksaryat choklar normal shaklda tayyorlanadi. Lekin o'zgaruvchan kuch ta'sir etadigan hollarda chokni botiq qilib tayyorlash tavsiya etiladi. Burchakli choklarning asosiy xarakterli o'lchamlari bu uning kateti va balandligi. Chokning balandligi uning katetiga bog'liq bo'lib, quyidagicha $h = k \sin 45^\circ = 0,7k$ aniqlanishi mumkin, 2.29-rasm.

Qalinligi $\delta = 3$ mm bo'lgan listlar uchun katet K ning eng kichik qiymati 3 mm bo'lishi mumkin. Detallarni ustma-ust payvandlashda choklarni ta'sir etayotgan kuch yo'nalishiga tik, parallel, ma'lum burchak hosil qilib joylashtirish mumkin, birinchi holda payvand chok ro'para chok 2.30a-rasm deb ikkinchi holda-yonbosh chok, 2.30b deb ataladi. Yonbosh chok qanchalik uzun bo'lsa, kuchlanishni ham shunchalik ko'p tavsiya etiladi.

Ustma-ust payvandlangan birikmalarda cho'zuvchi va siquvchi kuch ta'sirida cho'zuvchi va siquvchi kuch ta'sirida choklar kesimiga tekshirilib mustahkamligi quyidagicha aniqlanadi.

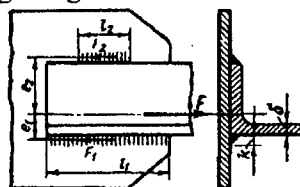
$$\tau_{\text{rec}} = \frac{F}{A} = \frac{F}{\delta \cdot l_{\text{yuk}}} \leq [\tau]_{\text{rec}} \quad [2.24]$$

bunda: τ_{kes} , $[\tau]_{\text{kes}}$ — kesimidan kuchlanishni ruxsat etilgan qiymati;

l_{gok} — chokning hisobiy uzunligi. Payvandlash ro'para chok bo'lganda $l_{\text{gok}} = 2l_p$ (2.30a-rasm). Payvandlash yonbosh chok bo'lganda $l_{\text{gok}} = 2l_{\text{yon}}$ (2.30b-rasm). Payvandlash ro'para hamda yonbosh bo'lganda l_{gok} shu choklarning uzunligini yig'indisiga teng olinadi.

Yonbosh choklar nosimetrik bo'lganda 2.31-rasm chokning uzunligini shu chokdan detalning og'irlik markazigacha bo'lgan masofani teskari proporsional tarzda olinadi, ya'ni

$$\ell_1 / \ell_2 = e_2 / e_1$$



2.31-rasm.

bunda har ikki tomonidagi choklarda kuchlanish qiymati bir xil bo'lib, qiymati quyidagicha aniqlanadi:

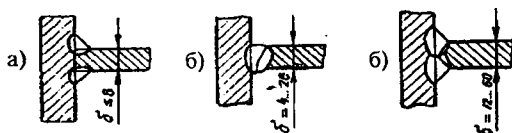
$$\tau = F / [0,7k(\ell_1 + \ell_2)] \leq [\tau'] \quad [2.25]$$

O'zaro tik qilib payvandlash, 2.32-rasm. Bunday payvandlashda detallar o'zaro uchma-uch (b) yoki burchakli chok (a) yordamida biriktiriladi. Payvandlash dastaki yordamida bajarilsa burchakli chok hosil bo'ladi va cho'zilish va moment ta'siridan mustahkamligi quyidagicha aniqlanadi (2.32-rasm, a).

$$\tau = 6M / (2\ell^2 \cdot 0,7K) + F / (2\ell \cdot 0,7 \cdot K) \leq [\tau'] \quad [2.26]$$

Payvandlash avtomatik ravishda bajarilsa uchma-uch chok hosil bo'ladi, bunda chokning mustahkamligi quyidagicha aniqlanadi (2.28b-rasm):

$$\sigma = 6M / (\delta \ell^2) + F / (\delta \ell) \leq [\sigma']$$



2.32-rasm.

Kontaktli payvandlash usuli, 2.33-rasm. Listlar ustma-ust kontaktlanib payvandlansa, chokning mustahkamligi listning mustahkamligiga teng bo'ladi. Shuning uchun bunday hollarda chokni alohida hisoblab o'tirishga hojat qolmaydi.

Listlar ustma-ust ikki xil usulda payvandlanishi mumkin, bulardan biri nuqtaviy, 2.29a-rasm ikkinchisi lentaviy, 2.29b-rasm payvandlash usullaridir.

Nuqtaviy payvandlashda listlarning payvandlanadigan qismlari ustma-ust qo'yiladi va bir necha nuqtasida biriktiriladi. Bunda har bir nuqtaning diametri listning qalinligiga nisbatan tanlanadi, ya'ni:

agarda $\delta \leq 3 \text{ mm}$ bo'lsa, $d=1,2\delta+4 \text{ mm}$

agarda $\delta > 3 \text{ mm}$ bo'lsa, $d=1,5\delta+5 \text{ mm}$

Nuqtali payvand chok orasidagi va qirralardan eng chetidagi nuqtalargacha bo'lgan masofa quyidagicha olinadi (2.29- rasm,a).

$$t = 3d, \quad t_1 = 2d, \quad t_2 = 1,5d$$

Nuqtaviy payvand birikma kesimidagi kuchlanish

$$\tau = 4F / (z \cdot i \pi d^2) \leq [\tau'] \quad [2.27]$$

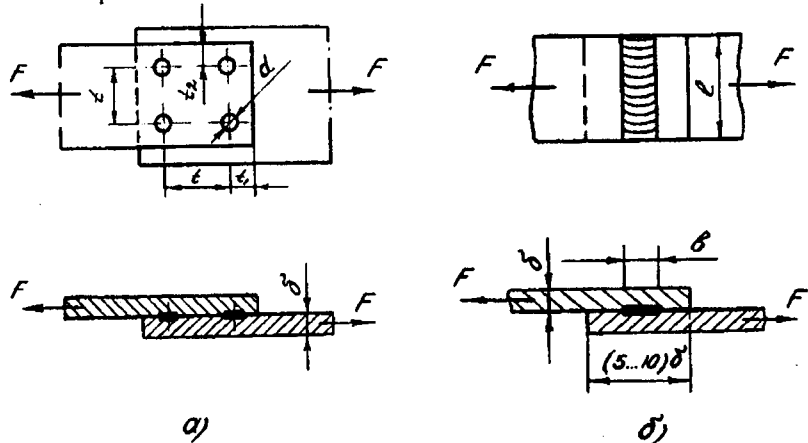
bu yerda, z - payvand nuqtalar soni; i - har bir nuqtadagi qir qilishi mumkin bo'lgan tekisliklar soni.

Kontaktlay payvandlashning lentaviy turi listlarning biriktirilgan qisimlarida lenta shaklidagi chok hosil qilishidan iborat. Bunda chokdagi kuchlanish quyidagicha aniqlanadi:

$$\tau = F / \sigma \ell \leq [\tau'] \quad [2.28]$$

Bu yerda: v - payvand chokning eni; ℓ - chokning uzunligi.

Bunday birikmalarda nuqtaviy payvand birikmaga nisbatan kuchlanish to'planishi kam bo'ladi.



2.33-rasm.

Masala. Berilgan payvand birikmaga $F = 30 \text{ kN}$ kuch ta'sir qilmoqda chokning uzunligi aniqlansin. Birikma St 3 markali materialdan tayyorlangan ($\sigma_{\text{sk}} = 220 \text{ kg/cm}^2$). Payvand chok 350 A elektrod bilan qo'l

dastaki yordamida bajarilgan. Burchakli po'lat materialning o'lchamlari $b=32\text{mm}$, $Z_0=9.4\text{mm}$, $d=4\text{mm}$ qabul qilamiz.

1. Tanlangan material uchun kesimdagi ruxsat etilgan kuchlanishni aniqlaymiz, $[\sigma]_{\text{ok}} = 1.5$ bo'lganda

2. Payvand birikma uchun ruxsat etilgan kuchlanish

$$[\tau]_k = 0.65[\sigma]_t = 0.65 \cdot 147 = 95 \text{ MPa} \quad [\sigma]_k = \frac{\sigma_{\text{ok}}}{[\sigma]_{\text{ok}}} = \frac{220}{1.5} = 147 \text{ MPa}.$$

3. Yon choklarning umumiy uzunligi

$$l_{\text{un}} = l_{1\text{un}} + l_{2\text{un}} = \frac{F}{(0.7 \cdot K [\tau]_k)} = \frac{30000}{0.7 \cdot 4 \cdot 95} = 113 \text{ mm}.$$

Har bir yon choklarning uzunligi

$$l_{2\text{un}} = \frac{l_1 Z_0}{b} = \frac{113 \cdot 9.4}{32} = \text{mm}$$

$$l_{1\text{yon}} = l_{\text{yon}} - l_{2\text{yon}} = 113 - 33 = 80 \text{ mm}.$$

2.13-§ Payvand choklarning mustahkamligi va ruxsat etilgan kuchlanish

Payvand choklarning mustahkamligi ko'p narsalarga bog'liq masalan, o'zaro – payvandlanayotgan detal materialining sifati va payvandlash texnologiyasi, payvandlash turi, ta'sir etayotgan kuchning o'zgaruvchan yoki o'zgarmasligiga.

Cho'yan, rangli metall qorishmalari, ko'p uglerodli po'lat materiallarni payvandlash nisbatan qiyin, kam yoki o'rtacha uglerodli po'lat materiallarni esa payvandlash yengil. Payvandlanganda choklar avtomatik ravishda bajarilgan bo'lsa, bunday choklarning mustahkamligi dastaki yordamida olingan chokka nisbatan mustahkam bo'ladi.

2.8-jadvalda kam, o'rta uglerodli hamda kam legirlangan (14GS, 15GS, 15XSND, 09G2, 19G) materiallar uchun yuklanish ta'sir o'zgarmas bo'lgan payvand birikmalar uchun ruxsat etilgan kuchlanish qiymatlari berilgan.

2.8-jadval

Payvandlash usuli	Chokdagi ruxsat etilgan kuchlanishlar		
	$[\sigma']_t$	$[\sigma']_b$	$[\tau']$
E42A yoki E50A elektrodleri bilan dastlabki yordamida va flyus qatlami ostida avtomatik payvandlanganda, uchma-uch hamda kontektlab payvandlash.	$[\sigma_t]$	$[\sigma_b]$	$0,65[\sigma_t]$

E42 yoki E50 elektrodleri bilan dastlabki yordamida; gaz vositasida payvandlanganda.	0,9[σ_2]	[σ_2]	0,6[σ_2]
Kontaktlab nuqtaviy va tasmali payvandlash.	-	-	0,5[σ_2]

SAVOL VA TOPSHIRIQLAR

1. Payvand birikmalarning afzallik va kamchilliklari. Ishlatilish sohasi.
2. Payvand chok qanday hosil qilinadi. Chok turlari.
3. Uchma-uch, ustma-ust, o'zaro tik qilib payvandlangan choklarni tashqi kuchlar ta'sirida mustahkamlik sharti.
4. Kontaktlab payvandlashning afzallik va kamchiliklari.
5. Choklar uchun ruhsat etilgan kuchlanishlar.

2.14-§. Parchin mixli birikmalar

Parchin mixlar asosan diametri 20 mm dan ortiq bo'lmagan po'lat, mis, alyuminiy simlaridan tayyorlanadi, 2.34-rasm bunday simlarning uchi parchalanib, ma'lum shakldagi kallakka aylantirilsa, parchin mix hosil bo'ladi. Parchin mixlar katta kichikligiga qarab, sovuqlayin yoki qizdirilib tayyorlanadi. Rangli metallardan yasalgan barcha parchin mixlar hamda diametri 12 mm gacha bo'lgan po'lat parchin mixlar sovuqlayin, diametri 12 mm dan katta bo'lganlar esa qizdirilgandan keyin parchalanadi.

Ulanadigan qismlarda teshiklar hosil qilish uchun parma yoki pressdan foydalaniladi.

Parchin mixlar yordamida hosil bo'lgan birikmalar quyidagi turlarga, ya'ni mustahkam, mustahkam-jips hamda jips choklarga bo'linadi. Hozirgi vaqtda mustahkam-jips hamda jips choklar o'rniga payvand choklar ishlatilganligi uchun asosan mustahkam choklarni hisoblashni ko'ramiz. Parchin mixlar (o'lchamlari)ni standartlashgan. Kam yuklangan birikmalarda hamda elastik materiallarni biriktirishda o'rtasi teshik parchin mixlar-pistonlar ishlatiladi. O'rnatish qulay bo'lishi uchun parchin mixning diametri teshikning diametridan kichikroq qilinadi.

Parchin mixli birikmalarda choklar bir, ikki va shaxmat qatorli qilib o'rnatilishi mumkin. Shuningdek birikma bir kesimli, ikki kesimli hamda ko'p kesimli bo'lishi mumkin.

Parchin mixli choklarni mustahkamlikka hisoblash. Parchin mixli birikmalarning mustahkamligi parchin mix sterjeni kesimining kesilishdagi kuchlanishga, sterjen yuzasining ezilishdagi kuchlanishga hamda o'zaro biriktirilgan listlarning cho'zilishdagi kuchlanishga chidamliligi bilan belgilanadi.

Ustma-ust parchin mix yordamida biriktirilgan birikmani ko'ramiz. Bunda d_0 - parchin mix diametri biriktiriladigan listlarning qalinligiga bog'liq bo'lib, kesimli birikmalar uchun $d_0 \approx (1,8 \div 2,0)\sigma$, ikki kesimli birikmalar uchun $d_0 \approx (1,2 \div 1,8)\sigma$; σ -biriktiriladigan detallarning qalinligi: samolyotsozlikda $d = 2\sqrt{\sigma}$; t - parchin mixlar o'rtasidagi masofa; bu masofa bir kesimli birikmada $3d$, ikki kesimli birikmada $3,5d$; F, t -masofaga ta'sir qiluvchi kuch; $[\tau_k]$ - parchin mix sterjeni uchun ruxsat etilgan kesimdagi kuchlanish; $[\sigma_m]$ - parchin mix sterjeni bilan biriktiralayotgan detallar o'rtasidagi ezilishdagi kuchlanish; $[\tau_k^*]$ biriktiralayotgan listlar uchun ruxsat etilgan kesimdagi kuchlanish; ℓ - parchin mixdan chokning chekkasigacha bo'lgan masofa, hamma guruh choklar uchun $\ell = (1,5 - 2,0)d_0$

Rasmda berilgan parchin mixli birikmaning mustahkamlik sharti.

a) Parchin mix sterjenida kesilishdagi kuchlanishning hisobiy qiymati:

$$\tau_k = F / [\pi(d_0^2 / 4)] \leq [\tau_k]$$

b) Parchin mix sterjen sirti bilan biriktiralayotgan detallar o'rtasidagi ezilishdagi kuchlanishning hisobiy qiymati:

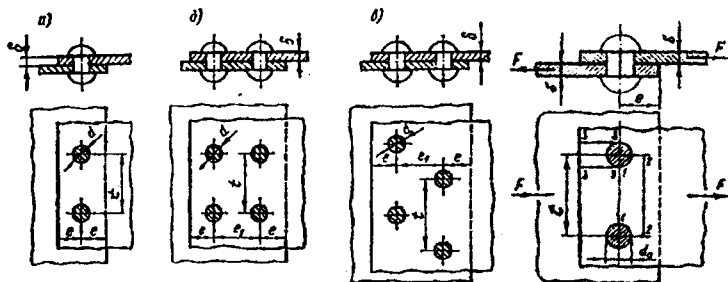
$$\sigma_m = F / (d_0 \sigma) \leq [\sigma_m]$$

v) Biriktirilayotgan listlarning 1-1 kesim bo'yicha cho'zilishdagi kuchlanishning hisobiy qiymati.

$$\sigma_r = F / [(t - d_0)] \leq [\sigma_r]$$

Parchin mixlar asosan po'lat, mis, alyuminiy kabi materiallardan tayyorlanadi. St0, St2 po'lat materiallardan tayyorlangan parchin mixlar

uchun ruxsat etilgan kesilishdagi kuchlanish $[\tau_k] = 100 + 140 \text{ MPa}$,
 ezilishdagi ruxsat etilgan kuchlanish $[\sigma_{\text{m}}] = 240 + 280 \text{ MPa}$.



2.34-rasm.

SAVOL VA TOPSHIRIQLAR

1. Parchin mixlarning afzallik va kamchiliklari.
2. Parchin mixlar qanday materiallardan tayyorlanadi.
3. Parchin mixlar qanday hollarda ishlatiladi.
4. Parchin mixli birikmalar o'rtasidagi masofa qanday tanlanadi.
5. parchin mixli birikmalar qanday kuchlanishlarga tekshiriladi.

III bob. MEXANIK UZATMALAR

3.1-§ Uzatmalar haqida umumiy ma'lumotlar

Energiya manbai bilan mashinaning ish bajaruvchi qismi oralig'ida joylashib, ularni o'zaro bog'lovchi hamda harakatni talab darajasiga keltirish imkonini beruvchi mexanizmlar uzatmalar deyiladi.

Mashinasozlikda mexanik, elektrik, pnevmatik va gidravlik uzatmalardan foydalaniladi.

Mashina detallari kursida faqat mexanik uzatmalar o'rganiladi.

Uzatmalarining energiya manbai bilan ish bajaruvchi qismi o'rtasida joylashishning asosiy sabablari quyidagilar:

1. Elektr dvigatel vallarning aylanish sonining ishchi vallarning aylanish soniga nisbatan kattaligi;

2. Burovchi moment qiymatlarini uzatma vallarining aylanish soni hisobiga o'zgartirish mumkinligi;

3. Elektr dvigatel validagi aylanma harakatni ilgarilanma, tebranma va boshqa harakatlarga aylantirish.

Mexanik uzatmalar ikki turga bo'linadi:

1. Ishqalanish hisobiga ishlaydigan uzatmalar (friksion, tasmali, vintli).

2. Ilashish hisobiga ishlaydigan uzatmalar (tishli, chervyakli, zanjirli).

Uzatmalarining asosiy xarakteristikalarini, bu quvvat $R(Vt)$ Yoki burovchi moment $T(Nm)$, hamda burchak tezligi $\omega(1/sek)$. Qo'shimcha xarakteristikalarini bu F.I.K $\eta = P_2 / P$. Ko'p pog'onali uzatmalar uchun

$$\eta_y = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \dots$$

Bu yerda: η_1, η_2 -yuritmadan har bir uzatmaning F.I.K. Uzatish soni u . Ko'p pog'onali uzatmalar uchun

$$u_y = u_1 \cdot u_{II} \cdot u_{III} \dots u_n$$

Bu yerda u_1, u_{II}, u_{III} -yuritmadagi har bir uzatmaning uzatish soni.

Standart asosida yetaklovchi va yetaklanuvchi tishli g'ildiraklarning nisbati $u = Z_2 / Z_1$ uzatish soni deb ataladi, shartli belgisi « u ». Yetaklovchi va yetaklanuvchi g'ildiraklarning burchak tezliklarining nisbati $i = \omega_1 / \omega_2$ uzatishlar nisbati deb ataladi va shartli belgisi « i ».

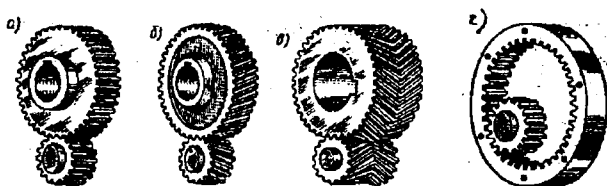
Demak, «uzatish soni» iborasi faqat tishli uzatmalarda ishlatiladi; har doim musbat qiymatga ega bo'ladi.

Harakatni sekinlashtiradigan uzatmalar uchun $u > 1$ (z_2/z_1);
tezlashtiradigan uzatmalar uchun $u < 1$ (n_1/n_2);

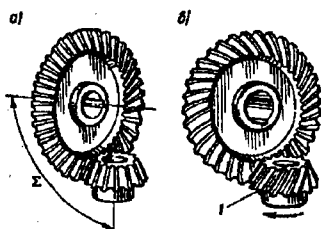
3.2-§. Tishli uzatmalar

Aylanma harakat bir valdan ikkinchi valga o'zaro ilashgan tishli g'ildiraklar vositasida uzatilsa bunday uzatmalar tishli uzatmalar deb ataladi.

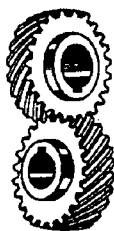
Tishli uzatmalar o'qlarning joylanishiga qarab quyidagi turlarga bo'linadi: silindrsimon, o'qlari o'zaro parallel (3.1-rasm), konussimon o'qlari o'zaro perpendikulyar (3.2-rasm), vintli o'qlari o'zaro ayqash joylashgan (3.3-rasm).



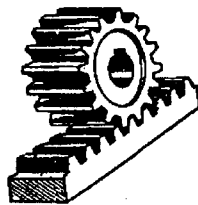
3.1-rasm.



3.2-rasm.



3.3-rasm.



3.4-rasm.

Bundan tashqari aylanma harakatni ilgarilanma harakatga aylantiruvchi mexanizm sifatida ishlatiladigan va tishli g'ildirak bilan tishli reykanidan iborat uzatmalar ham ishlatiladi (3.4-rasm). Bunday uzatmalar silindrik uzatmalarning xususiy holi bo'lib, g'ildiraklardan birining diametri cheksiz bo'ladi.

Tishlarning g'ildirak sirtida joylashuviga qarab, tishli g'ildiraklar to'g'ri (3.1 a -rasm), va qiya (3.1, b -rasm) aylanasiimon (3.2 b-rasm) turlariga bo'linadi.

G'ildirak tishlari shakliga ko'ra evolventali, (L.Eyler ixtiro qilgan) nuqtaviy (M.L.Novikov ixtiro qilgan) hamda sikloid ilashish bilan ishlaydigan turlarga bo'linadi.

Bu xil uzatmalar boshqa xil uzatmalarga nisbatan quyidagi afzalliklarga ega: uzatmaning tezligi 150 m/s gacha bo'lib, uzatiladigan quvvat 50000 kVt gacha yetishi mumkin; tashqi o'lchamlari bir muncha kichik; tayanchlarga tushadigan kuch nisbatan kichik, FIK qiymati yuqori 0,97-0,98; uzatish soniga salbiy ta'sir ko'rsatuvchi sirpanish hodisasi bo'lmaydi; ishda ishonchli, chidamligi katta; uzatma g'ildiraklarini har xil metall, metallmas materiallardan tayyorlash mumkin.

Bir pog'onada uzatish sonining qiymati chegaralangan bo'lib $u_{\max}=12,5$ gacha bo'lishi mumkinligi, tayyorlashi nisbatan murakkabligi; katta tezlik bilan ishlayotganda shovqin chiqarish; yuqori aniqlikdagi tishli g'ildiraklarni tayyorlashning qiyinligi mazkur uzatmaning kamchiligi hisoblanadi.

Ko'rsatilgan kamchiliklarga qaramasdan mashinasozlik va asbobsozlik sanoatida asosan tishli uzatmalar ishlatiladi.

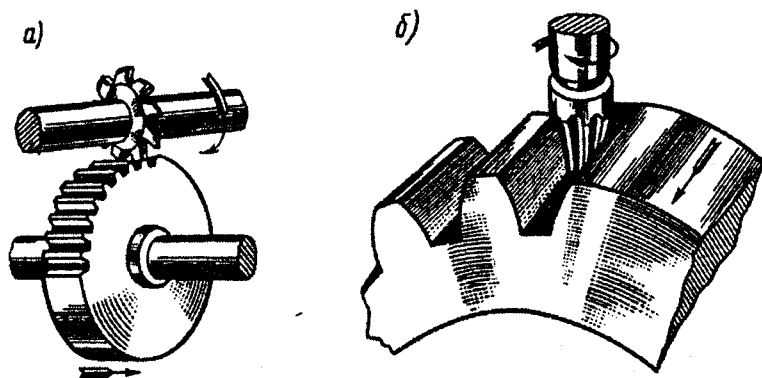
Yuqorida qayd etilgan uzatmalardan eng ko'p tarqalgani to'g'ri va qiya tishli silindrsimon uzatmalar, chunki bu uzatmalar ishda ishonchli, tashqi o'lchamlari kichik, tayyorlash nisbatan yengil. Ishlash jarayonida harakatning yo'nalishini o'zgartirish zarur bo'lgan hollarda konussimon, chervyakli uzatmalar ishlatiladi.

3.3-§. Tishli g'ildiraklarni tayyorlash usullari

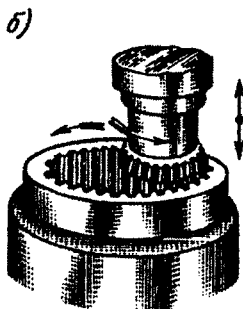
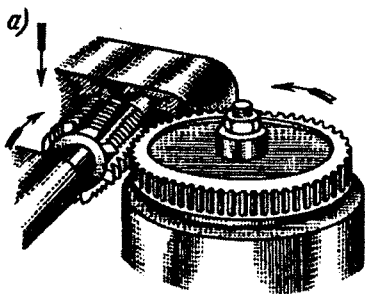
Tishli g'ildiraklarni uning o'lchamlari, materiali, formasini hisobiga olib har xil yo'llar bilan tayyorlash mumkin, shulardan ayrimlarini ko'rib o'tamiz.

1. Nusxalash usuli. Bu usulda g'ildirak tishlar o'rtasining formasi shu shakldagi diskali yoki barmoqli freza yordamida kesiladi, *3.5-rasm*. Bunda qirquvchi asbob bitta botiqlikni qirqqandan keyin zagotovkani qo'l kuchi yordamida 360% burchakka (ilashish qadami) burib, kesish ya'na davom ettiriladi. Bu usulni unumdorligi kam, asosan mashinalar ta'mirlash jarayonida ishlatiladi.

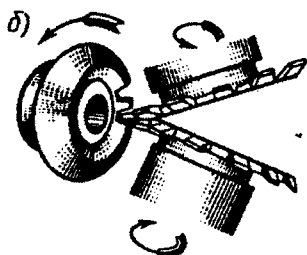
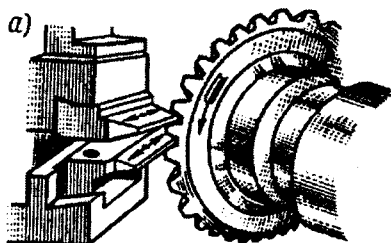
2. Dumatilish usuli. Bu usulda reykali asbob yordamida g'ildirakda tishlar kesiladi. Masalan, *3.6-rasm*da reykali asbob yordamida g'ildirak tishlarni kesish jarayoni ko'rsatilgan. G'ildirak o'z o'qi atrofida aylanish jarayonida tish kesuvchi reykali asbob rasmda ko'rsatilgandek harakat qiladi, ya'ni o'q bo'yicha tepaga va pastga hamda g'ildirakka urinma shaklda gorizontal tekislik bo'yicha harakatlanadi. Kesuvchi asbob sifatida o'q bo'yicha kesimi reykgaga o'xshash chervyakli freza *3.6-rasm* ishlatiladi. Bu usulda jarayon uzluksiz bo'lganligi uchun unumdorligi va aniqlik darajasi yuqori bo'ladi. *3.7-rasm*da konussimon g'ildirak tishlarini kesish jarayoni ko'rsatilgan.



3.5-rasm.



3.6-rasm.

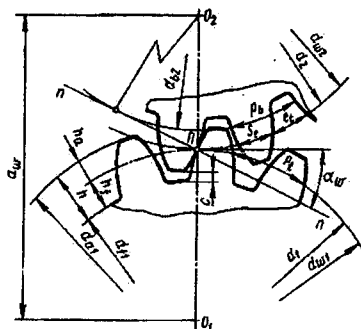


3.7-rasm.

3.4-§. Tishli g'ildiraklarning geometrik o'lchamlari

G'ildirak tishlari asosiy aylanaga urinma shaklda o'tkazilgan $n-n$ chiziq bo'yicha ilashadi, shuning uchun bu chiziqni ilashish chizig'i deyiladi (3.7-rasm).

O'zaro ilashgan tishli g'ildiraklar o'rtasida uzatish soni $u = \text{sonst}$ o'zgarmas bo'lishi uchun ilashish nuqtalariga o'tkazilgan umumiy normal hamma vaqt markazlar chizig'ining o'zgarmas nuqtasidan o'tishi shart. Bu nuqta ilashish qutbi n deb ataladi (3.7- rasm).



3.7-rasm.

O'zaro sirpanishsiz harakatlanib qutb nuqtasidan o'tadigan aylanalar boshlang'ich aylana deb ataladi, shartli belgisi d_{ol} , d_{ol2} . Uzatmada o'qlararo masofa o'zgarsa boshlang'ich aylana diametrlari ham o'zgaradi, chunki

$$a_w = \frac{d_{ol1} + d_{ol2}}{2}.$$

Shuning uchun boshlang'ich aylanalar cheksiz ko'p bo'lishi mumkin, lekin alohida olingan tishli g'ildiraklarda boshlang'ich aylana bo'lmaydi.

Tishli g'ildiraklar o'zaro ilashganda hisoblash uchun asosan quyidagi aylana diametrlaridan va o'lchamlaridan foydalaniladi.

Bo'luvchi aylana – Tishli g'ildirakni reyka bilan ilashganda hosil bo'lgan boshlang'ich aylana bo'luvchi aylana deb ataladi, shartli belgisi d , 3.7-*rasm*. Bo'luvchi aylanada tishli g'ildirak qadami, reyka qadamiga teng bo'ladi, ilashish burchagi α_w esa reyka profilining burchagiga α ga teng bo'ladi. O'qlararo masofa a_w qiymati o'zgarganda ham d ning qiymati o'zgarmaydi. Agarda uzatmada $a_w = \frac{d_1 + d_2}{2}$ bo'lsa, boshlang'ich va bo'luvchi aylana o'lchamlari bir xil bo'ladi, ya'ni $d_w = d$.

G'ildirak tish uchidan o'tkazilgan aylana tashqi aylana deb ataladi, shartli belgisi d_a , 3.7-*rasm*.

G'ildirak tish tubidan o'tkazilgan aylana tish osti aylana deb ataladi, shartli belgisi d_f , 3.7-*rasm*.

Ilashish qadami uzatmada ilashish chizig'ining uzunligi g'ildirak tishlarining ilashishining boshlanishi va oxirini ko'rsatadi. ρ_t – tishli g'ildirakning asosiy diametri (ikki yondosh tishning mos tomonlari orasidagi masofa) bo'yicha qadami, 3.7-*rasm*. Boshlang'ich yoki bo'luvchi aylana bo'yicha qadami $P_t = S_t + l_t$. * - Bunda, S_t – tishning shu aylana bo'yicha qalinligi; l_t – tishning shu aylana bo'yicha ikki tishlar o'rtasidagi bo'shliq.

Modul – Bo'luvchi aylana bo'yicha P_t qadamidan π marta kichik bo'lgan

P_t / π o'lchamni ilashish moduli deb aytiladi, shartli belgisi m . Hisoblashni yengillashtirish uchun ilashish modulini bo'luvchi diametr d hamda tishlar soni z yordamida ifodalanadi. Bo'luvchi aylana uzunligi $l = \pi d = P_t \cdot z$ bunda $d = \frac{P_t}{\pi} z = mz$ Yoki $m = \frac{d}{z}$. Demak, modul bo'luvchi

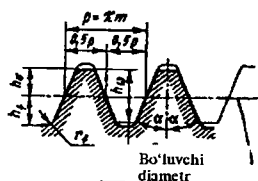
aylana diametrni bitta tishga to'g'ri keladigan o'lchami bo'lib, tishli g'ildiraklar uchun asosiy o'lcham. O'zaro ilashayotgan tishli g'ildiraklar

uchun ilashish moduli bir xil bo'lishi kerak. Tishli uzatmalar uchun bu qiymat standartlashgan bo'lib, quyidagicha olish tavsiya etiladi:

1-qator: 1,0; 1,25; 1,5; 2,0; 2,5; 2,75; 3,0; 3,5; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10,0.

2-qator 1,125; 1,37; 1,75; 2,25; 2,75; 3,5; 4,5; 5,5; 7,0; 9,0; 11,0.

Eslatma: bu qiymatlar silindrsimon va konussimon tishli g'ildiraklar uchun tavsiya etiladi. Asosan birinchi qatordan foydalanish tavsiya etiladi.

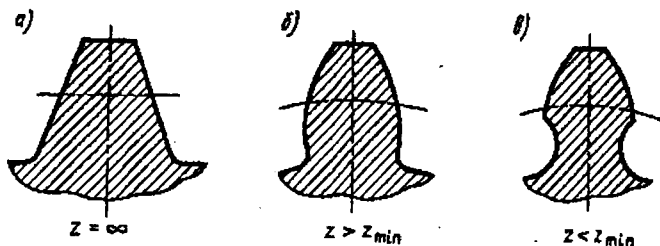


3.8-rasm.

Tish balandligi – Tashqi aylana diametri bilan tish osti aylana diametri o'rtasidagi masofa tishning balandligi h hisoblanadi, bunda $h = h_a + h_f$, 3.8 -rasm. $h_a = m$ – tish kallagining balandligi, tashqi aylana diametri bilan bo'luvchi aylana diametri o'rtasidagi masofa; $h_f = 1,25m$ – tish oyoqchasining balandligi tish bo'luvchi aylana diametri bilan tish osti aylana diametri o'rtasidagi masofa. Umuman olganda tishning balandligi $h = h_a + h_f = m + 1,25m = 2,25m$.

3.5-§ G'ildirak tishlari sonini uning shakli va mustahkamligiga ta'siri

Tishli g'ildiraklarni geometrik o'lchamlarini ixchamlashtirish maqsadida tishlar sonini kamaytirishga harakat qilinadi.

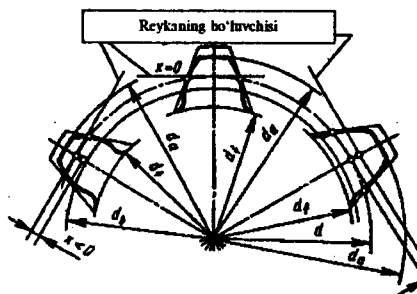


3.9-rasm.

Tishlar sonini kamaytirish natijasida uning egrilik radiusi oshadi, asosi va uchining qalinligi kamayadi va o'z navbatida tishning mustahkamligi pasayadi (3.9-rasm).

G'ildirak tishlarining asosini kesilishi $z_1 < z_{\min} = 17$ bo'lganda boshlanadi. Bunday holat bo'lmasligi uchun g'ildirak tishlarini kesish asbobi reykaning odatdagi holatdan gorizontall tekislik bo'yicha g'ildirak markazi (manfiy) yoki unga teskari tomon (musbat) siljitish yo'li bilan erishiladi. Bu siljishlarni siljish koeffitsiyenti x bilan belgilanadi, 3.10-rasm, bunda:

- a. Yetaklovchi g'ildirak tishlarining asosini kesilmasligi ta'minlanadi.
- b. G'ildirak tishlarning qalinligining oshishi hisobiga egilishdagi kuchlanishga chidamliligi oshadi.
- d. G'ildirak tishlarining egrilik radiusining oshishi hisobiga kontakt kuchlanishga chidamliligi oshadi.



3.10-rasm.

1. Yetaklovchi g'ildirakni siljitish koeffitsiyent musbat $x_1 > 0$, yetaklanuvchi tishli g'ildirakni manfiy $x_2 < 0$ olinadi, ya'ni $x_1 = x_2$. koeffitsiyentlarning umumiy yig'indisi $\sum x = x_1 + x_2 = 0$ bo'ladi 3.10-rasm. Reykani siljitish natijasida tish eni o'lchami o'zgaradi. Xuddi shuningdek o'yiqlarining o'lchami ham o'zgaradi. Bunda bo'luvchi aylana bo'yicha tish eni bilan o'yiqlarining yig'indisi doimiy bo'lib tish qadami R_t ga teng bo'ladi, markazlararo masofa o'zgarmaydi, lekin tish kallagi bilan oyoqqa balandliklarining nisbati o'zgaradi, ya'ni

$$h_a = m + x,$$

$$h_f = m + c - x \text{ bo'ladi.}$$

Tishli g'ildirak diametrlari

$$d_a = d + 2(m + x),$$

$$d_f = d - 2(m + c - x)$$

O'qlararo masofa

$$a_a = a = \frac{(d_1 + d_2)}{2},$$

$$\alpha_a = \alpha = 20^\circ$$

Demak, g'ildirak tish shaklni tuzatish natijasida asosan tish qismlarining balandligi o'zgaradi. Shuning uchun bunday shakl tuzatishni balandlik tuzatish deyiladi.

2. Yetaklovchi va yetaklanuvchi g'ildirak tishlarini qirqishda reyka bir tomonga siljiriladi. Bunda $x_1 > 0$, $x_2 > 0$ bo'lib umumiy siljitish koeffitsiyenti $x_2 > 0$ bo'ladi. Bunday hollarda etaklovchi va yetaklanuvchi g'ildirak tishlarining bo'luvchi aylana diametri bo'yicha o'lgangan qalinligi $P/2$ dan katta, o'yiqlarning eni esa $P/2$ dan kichik bo'adi. Shuning uchun ikkala g'ildirakning bo'luvchi aylanalari bir biriga tegmaydi, natijada boshlang'ich aylanalar bo'luvchi aylanalarda tashqarida joylashadi, ya'ni $d_{\omega 1} > d_1$, $d_{\omega 2} > d_2$ bo'ladi. Bu esa markazlararo masofaning kattalashuviga olib keladi, ya'ni $a_w = \frac{(d_{\omega 1} + d_{\omega 2})}{2} > a = \frac{(d_1 + d_2)}{2}$. Tishli g'ildiraklar ilashganda, ilashish chizig'i-g'a o'tkazilgan umumiy urinma (ilashish chizig'i) ilashish qutbidan o'tgan gorizontaal chiziq bilan kesishganda tuzatishdan oldingiga qaraganda kattaroq burchak hosil bo'ladi va ilashish burchagi α kattalashadi, ya'ni $\alpha_w > \alpha = 20^\circ$ bo'ladi. Shuning uchun bunday tuzatishni burchak tuzatish deyiladi, natijada g'ildirak tishlarining kontakt kuchlanishiga chidamliligiga 20% gacha oshadi. Bunda yetaklovchi g'ildirak tishlar sonining eng kichik qiymati $z_{\min} \geq 12$ bo'lishi mumkin.

O'qlararo masofa

$$a_w = \frac{m(z_1 + z_2)}{2} \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha_w} = \frac{mz_1(1 + u)}{2} \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha_w}$$

3.6-§ Tishli g'ildiraklarning aniqlik darajasi

Tishli uzatmalarning asosiy kamchiliklari bu ish jarayonida shovqin bilan ishlashdir. Tishli g'ildirak qadami qiymatidagi va tish shaklda yo'l qo'yilgan xatoliklarning ta'siri g'ildirak bir aylanganda takrorlanib turishi, tishlarga tushadigan yuklanishning notekis taqsimlanishiga va uzatma ishlash jarayonida shovqin chiqishiga sabab bo'ladi.

Mashinasozlikda standart asosida detallar 1, 2, 3...12 ta aniqlik klasslar bilan tayyorlanadi, bunda sonlar qiymati oshishi bilan aniqlik darajasi kamayadi. Har bir aniqlik darajasi uchta aniqlik norma bilan belgilanadi, bular:

- kinematik aniqlik bu g'ildirak bir marta aylanganda buralish burchagida qo'yilgan xatoliklarning chekli chegarasi;

- ravon ishlash bu qo'shimcha dinamik yuklanish va shovqinni chekli chegarasi;

- ilashayotgan tishlarda kontakt yuzasi hajmining chekli chegarasi.

Tishli g'ildiraklarning aniqlik darajasidan qat'iy nazar o'zaro ilashayotgan tishli g'ildiraklarning ilashmagan yuzalar o'rtasida yon bo'shliq qiymatlari ham chekli chegara qo'yilgan. Tishli g'ildiraklarda yon bo'shliq qoldirishdan maqsad, g'ildirak tishlari qizish natijasida tiqilib qolmasligi, yog'lash uchun kerakli moyini sig'dirish hamda tishli g'ildiraklarni bemalol aylanib harakatlanishga imkon beradi. Bu qiymat tishli g'ildiraklarning o'zaro tutashiga bog'liq bo'lib, bo'shliqlarning shartli belgilari quyidagicha: N- nolik bo'shliq, V- normal bo'shliq, A- kattalashgan bo'shliq. Asosan tishli g'ildiraklarda V- normal bo'shliq ishlatiladi.

Tishli g'ildiraklarning aniqlik darajasini tanlash shu g'ildirakni ishlash sharoiti va bajariladigan ishiga bog'liq bo'ladi. G'ildirak tishlarni kesishida asosan 6, 7, 8, 9 aniqlik klasslar ishlatiladi, bunda yuqori aniqlikni talab qiladigan hamda, katta tezlik bilan harakatlanadigan uzatmalarda 6, 7 klass, umumiy mashinasozlikda hamda o'rtacha tezlik bo'lganda 8 klass, nisbatan sekin harakatlanuvchi uzatma g'ildiraklar asosan ochiq uzatmalar 9 klass aniqlik darajalar bilan kesiladi.

Tishli g'ildiraklarning aniqlik darajasini shartli belgisi quyidagicha, masalan kinematik aniqlik darajasi 8, ravon ishlashining aniqlik darajasi 7, kontakt yuzasining hajmi bo'yicha aniqlik darajasi 6, tutash turi V va yon bo'shliqning chekli chegarasi a bo'lganda 8-7-6-Va qilib belgilanadi.

Quyidagi jadvalda uzatmaning tezligiga nisbatan aniqlik darajasini tanlash berilgan:

Uzatmalar	Aniqlik darajasi			
	6	7	8	9
	tezligi Y , m/s			
To'g'ri tishli silindrsimon	15	10	6	2
Qiya tishli silindrsimon	30	15	10	4
To'g'ri tishli konussimon	12	8	4	1,5
Aylandasimon tishli konussimon	20	10	7	3

3.7-§. Tishli g'ildiraklarni moylash va F.I.K

Tishli g'ildiraklar ishlash jarayonida ishqalanish hisobiga qiziyladi, ishchi yuzalari eyiladi, F.I.K kamayadi. Uzatmalarni yaxshi ishlashi ko'p jihatdan moylarning sifatiga bog'liq bo'ladi.

Tishli uzatmalarda har hil yo'llar bilan moylanadi. Mashinasozlikda asosan tishli g'ildiraklarni bittasini yoki har ikkisini ham yopiq uzatmaga qo'yilgan moyga botirish yo'li bilan moylanadi. Bunda tishli g'ildirak aylanganda shu moy yordamida podshipniklar ham moylanadi. Uzatmaning tezligi 12,5 m/s gacha bo'lganda shu yuqorida tavsiya etilgan usul bilan moylash mumkin. Tezlik >12,5 1/s bo'lganda markazdan qochma kuch hisobiga moylar atrofga sachrab, g'ildiraklari tishlari yaxshi moylanmaydi. Bunday hollarda moy shu g'ildiraklarni ilashgan yuzasiga nasos yordamida beriladi.

Moyning turi uzatmaning tezligiga va kontakt kuchlanishiga bog'liq bo'lib, tezligi qanchalik katta bo'lsa moyning qovushqoqligi shunchalik past, kontakt kuchlanish katta bo'lsa qovushqoqligi yuqori bo'lishi kerak.

Moyning sathi tez harakatlanuvchi pog'ona g'ildiraklari uchun 2h bo'lib bunda h- tishning balandligi. Sekin harakatlanuvchi pog'ona g'ildiraklari uchun yyetaklanuvchi g'ildirak radiusining 1/3 qismi moyga botirilgan bo'lishi kerak. Buni ta'minlash uchun Yopiq uzatmalarda har bir kVt quvvatga 0,4-0,7 l miqdorda moy quyiladi.

Tishli uzatmalarda foydali ish koeffitsiyent. Uzatmalarni ishlash jarayonida quvvat tishli g'ildiraklar o'rtasidagi ishqalanish, podshipniklardagi ishqalanish hamda moylar kesib o'tishda sarflangan quvvat hisobiga kamayadi va quyidagicha aniqlanadi:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = 1 - \frac{P_a}{P_1} .$$

Bu yerda: R_1 , R_2 - yetaklovchi va yetaklanuvchivaldagi quvvatlar; R_a - ishlash jarayonida ishqalanishni engish uchun sarflangan quvvat. Bu quvvatni qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$R_a = R_u + R_p + R_M .$$

Bu yerda: $\psi_u = R_u/R_1$ - ilashishdagi ishqalanishni yengish uchun sarflangan quvvat; $\psi_p = R_p/R_1$ - podshipniklardagi ishqalanishni yengish uchun sarflangan quvvat; $\psi_M = R_M/R_1$ uzatma g'ildiraklarining moyini kesib o'tishda sarflangan quvvati, bu quvvatlarni quyidagicha yozish mumkin:

$$\eta = 1 - (\psi_u + \psi_p + \psi_M) \quad \text{yoki} \quad \eta = \eta_u * \eta_p * \eta_M$$

Yuqorida ko'rsatilganlardan eng ko'p quvvat g'ildirak tishlarini ilashishda hosil bo'lgan ishqalanishini yengish uchun sarflangan quvvat bo'lib, uning qiymati quyidagicha aniqlanadi.

$$\psi_u = 2,3f(1/z_1 \pm 1/z_2)$$

bu yerda: $f=0,06+0,1$ - ilashishdagi ishqalanish koeffitsiyenti; (+) ishora tashqi ilashish uchun, (-) ishora ichki ilashishlar uchun qo'llaniladi.

ψ_u ning taxminiy qiymati 0,015–0,03. ψ_p, ψ_M larning umumiy qiymati, ya'ni $\psi_p + \psi_M = 0,015–0,03$.

Uzatmalar uchun FIK ning taxminiy qiymatlarini 3.1-jadvaldan olish mumkin.

3.1 - jadval

Uzatmaning turi	Yopiq uzatmalar		Ochiq uzatmalar
	Aniqlik darajasi		
	6,7	8,9	
Silindrsimon	0,99-0,98	0,975...0,97	0,96...0,95
Konussimon	0,98-0,96	0,96...0,95	0,95...0,94
Ko'p pog'onali uzatmalar uchun: $\eta_u = \eta_1 \cdot \eta_2 \dots \eta_n$			

3.8-§. Tishli g'ildiraklarni tayyorlash uchun ishlatiladigan materiallar va termik qayta ishlash

Tishli g'ildiraklar po'lat, cho'yan, rangli metall va metallmas materiallardan tayyorlanadi.

Metallmas materiallardan kam yuklangan hamda kinematik juftlarda uzatma shovqinsiz ishlashi uchun ishlatiladi. Bu asosan tekstolit, kapron kabi materiallardir. Bu xil tishli g'ildiraklarni vallarni joylashtirishni aniq ta'minlash qiyin bo'lgan hollarda ham ishlatish tavsiya etiladi, chunki bikrligi kam bo'lganligi uchun noaniqliklarni ishga ta'siri sezilarli darajada bo'lmaydi.

Gabarit o'lchamlari katta, sekin harakatlanuvchi ochiq tishli g'ildiraklar asosan cho'yandan tayyorlanadi. Bu materiallar toliqib uvalanishga, yyeyilishga chidamlidir. Nisbatan arzon turadi, stanoklarda yaxshi qayta ishlov berish mumkin.

G'ildiraklar asosan po'lat materiallardan tayyorlanadi. Bu materiallar qattiqligi bo'yicha ikki guruhga bo'linadi.

Birinchi guruh materiallarda, tish yuzasining qattiqligi ≤ 350 NV. Material sifatida 40, 45, 50 g markali uglerodli hamda 40x, 45x, 45xN markali legirlangan po'lat materiallar ishlatiladi. G'ildirak tishlari kesilgandan keyin termik qayta ishlanadi. Bunday termik qayta ishlan-

gan tishli g'ildiraklar qayta ishlash jarayonida bir-biriga yaxshi moslashadi, qo'shimcha dinamik yuklanishlar nisbatan kam bo'ladi.

Uzatmada yetaklovchi va yetaklanuvchi tishli g'ildiraklarning tishlarini yeyilishi bir tekisda bo'lishini ta'minlash uchun yetaklovchi tishli g'ildiraklarning qattiqligini (25+50)NV ga katta olish tavsiya etiladi.

Ikkinchi guruh materiallarda, tish yuzasining qattiqligi $N > 45HRC_e$ ($N > 350HV$). Tish yuzasining qattiqligi $> 350 NV$ bo'lganda qattqlik HRC_e bo'yicha o'lchanadi. Tish yuzalarining bunday qattqlikka toblash, uglerod, azot bilan to'yintirish hisobiga erishiladi.

Toblash (yu.ch.t)- G'ildirak tishlar butun hajmi bo'yicha toblanadi. Bu usul eng oddiy usul bo'lib, tish yuzasining qattiqligi 46–56 NRC_e bo'lishi mumkin. Lekin toblangan g'ildirak tishlarni yuzalarini jilvirlash kerak bo'ladi hamda bunday butun hajmi toblangan g'ildirak tishlari nisbatan qattiq bo'lganligi uchun mo'rt bo'lib egilishdagi kuchlanishga harakat zarb bilan bo'lganda nisbatan kam chidaydi. Shuning uchun g'ildirak tishlarining yuzasini toblash tavsiya etiladi.

G'ildirak tishlarining yuzasini toblashni ilashish moduli $m \geq 2mm$ bo'lgan tishli g'ildirak uchun tavsiya etiladi.

Uglerod bilan to'yintirish. Tishli g'ildiraklarni og'irligini kamaytirish uchun g'ildirak tish yuzalarini uglerod bilan to'yintiriladi hamda Yu.Ch.T yordamida toblanadi. Bunda uglerod bilan to'yintirilgan yuzaning chuqurligi tish qalinligining 0,1–0,15mm qismini tashkil etadi, qattiqligi 59–64 HRC_e bo'lishi mumkin. G'ildirak tishlari termik qayta ishlangach ishchi yuzasida hosil bo'lgan notekisliklar jilvirlanadi. Tishli g'ildiraklar uchun 20X, 12XN3A, 18XGT markali po'lat materiallar tavsiya etiladi.

Azot bilan to'yintirish. Bunday termik qayta ishlashda, tish yuzalarini termik qayta ishlangandan keyin jilvirlanmaydi. Azot bilan to'yintirilgan yuzaning qalinligi 0,2–0,5mm

Azot bilan to'yintirilgan tishli g'ildiraklar zarbiy harakat bilan ishlaydigan uzatmalarda (chunki toblangan yupqa yuza yorilib ko'chishi mumkin) atrof-muhit iflos bo'lgan uzatmalarda (g'ildirak tishlari tezda yeyiladi) ishlatilmaydi. Material sifatida 38X2MYuA, 40XNMA markali po'lat materiallar ishlatiladi.

Tishli uzatmalarda yetaklovchi va yetaklanuvchi g'ildiraklar uchun materiallarni quyidagicha tanlash tavsiya etiladi.

I. Yetaklovchi va yetaklanuvchi tishli g'ildiraklar uchun bir xil 45, 40x, 40xm, 35xm markali po'lat materiallar tanlanadi, termik qayta

ishlanishi yaxshilanish bunda yetaklanuvchi tishli g'ildirak uchun tish yuzasining qattiqligi 235–262 NV. Yetaklovchi tishli g'ildirak uchun 269–302 NV;

II. Tishli g'ildiraklar uchun bir xil 40x, 40xm, 35xm markali po'lat materiallar tanlanadi, termik qayta ishlanishi yetaklanuvchi tishli g'ildirak uchun tish yuzasining qattiqligi 235–262 NV. Yetaklovchi tishli g'ildirak uchun yaxshilash va Yu.Ch.T yordamida toblash, bunda tish yuzasining qattiqligi 45–50 NRC_e;

III. Yetaklovchi va yetaklanuvchi tishli g'ildiraklar uchun bir xil 40x, 40xm, 35xm markali po'lat materiallar tavsiya etiladi, termik qayta ishlanishni yaxshilash va Yu.Ch.T yordamida toblashda tish yuzasining qattiqligi 45–50 NRC_e ga teng.

IV. Yetaklanuvchi tishli g'ildiraklar 40x, 40xm, 35xm markali po'lat materiallar tanlanadi. Termik qayta ishlanish yaxshilanish va Yu.Ch.T yordamida toblash, bunda tish yuzasining qattiqligi 45–50 NRC_e.

Yetaklovchi tishli g'ildiraklar uchun 20x, 20xnm, 18xtt markali po'lat materiallar tanlanadi. Termik qayta ishlanish yaxshilanish hamda uglerod bilan to'yintirish va Yu.Ch.T yordamida toblash, bunda tish yuzasining qattiqligi 56–63 NRC_e.

Yetaklovchi va yetaklanuvchi tishli g'ildiraklar uchun bir xil 20x, 20xnm, 18xgt markali po'lat materiallardan tayyorlanadi, termik qayta ishlanish bir xil yaxshilanish, uglerod bilan to'yintirish va Yu.Ch.T yordamida toblash, bunda tish yuzasining qattiqligi 56–63 NRC_e.

Tajribalar shuni ko'rsatadiki, tish yuzasining qattiqligi qanchalik yuqori bo'lsa, tishli g'ildiraklar ham kontakt va egilishdagi kuchlanishga chidamliligi shunchalik katta bo'ladi.

Tishli g'ildiraklarni tayyorlash uchun ishlatiladigan ayrim po'lat materiallarning xarakteristikalarini 3.2-jadvalda berilgan.

3.9-§. Tishli g'ildiraklarni yemirilish turlari

G'ildirak tishlarning ishlash darajasini belgilovchi asosiy kuchlanishlar tish sirtida hosil bo'ladigan kontakt σ_n va tishning tubida paydo bo'ladigan eguvchi σ_F kuchlanishdir.

Kuchlanishlarning o'zgaruvchan sikl bilan ta'sir etishi tishlarning toliqishdan yemirilishiga olib keladi, σ_F kuchlanish, tishlarning toliqishidan sinishiga σ_n kuchlanish esa tish sirtining uvalanishiga sabab bo'ladi.

Po'lat materiallar markasi	Termik qayta ishlanish	Tishli g'ildirak qayta ishlanish- da o'lchamlari, mm		Tishlarning markazi	Tishlarning yuzasi	Mexanik xarakteristikasi, MPa		
		D	S			σ_s	σ_{sk}	σ_{-1}
40I	Normallashgan	Har qanday		163...207 NV	163...207 NV	550	320	220
45	Yaxshilangan	125	80	235...262 NV	235...262 NV	780	540	335
	Yaxshilangan	80	50	269...302 NV	269...302 NV	890	650	390
40X	Yaxshilangan	200	125	235...262 NV	235...262 NV	790	640	375
	Yaxshilangan	125	80	269...302 NV	269...302 NV	900	750	410
	Yaxshilangan va yu.ch.t yordamida toblangan	125	80	269...302 NV	45...50 NRC _e	900	750	410
40xn	Yaxshilangan	315	200	235...262 NV	235...262 NV	900	630	380
35xm	Yaxshilangan	200	125	269...302 NV	269...302 NV	920	750	420
	Yaxshilangan va yu.ch.t yordamida toblangan	200	125	269...302 NV	48...53 NRC _e	920	750	420
40xnma	Yaxshilanish, azot bilan to'yintirish	125	80	269...302 NV	50...56 NRC _e	980	780	440
18xgt, 20 xnm, 20x	Yaxshilanish, uglerod bilan to'yintirish, yu.ch.t yordamchi toblash	020	125	300...400 NV	56...63 NRC _e	1000	800	450

Tishlarning sinishi. Asosan ochiq tishli hamda tish yuzasining qattiqligi yuqori darajada bo'lgan yopiq uzatmalarda ko'pincha tish uchidan yoki asosdan sinish hollari uchraydi.

G'ildirak tishlarining sinishiga asosiy sabablar bu ishlash jarayonida o'ta yuklanish bo'lishi va bu o'zgaruvchan kuchlanish bo'lishi yoki o'zgaruvchan kuchlanishni uzoq vaqt davomida ta'sir etishidir. Bunday hollarda tish tubiga yaqin joyda metallarning toliqishidan darz paydo bo'ladi, bu darz kuchlanishlar to'plangan joyda hosil bo'lib bora-bora kattalashib tishning sinishiga olib keladi.

G'ildirak tish sirtining toliqishi oqibatida uvalanishi mumkin. Bunda uvalanish ikki xil bo'ladi. Birinchi xil uvalanish tish sirtining kattaligi $NV < 350$ bo'lgan metallardan yasalgan g'ildirak tishlarida yo'l qo'yilgan noaniqliklar tufayli bo'lib, ish jarayonida bu notekisliklar yeyilishi va ezilishi tufayli tekislanib ketadi. Shu sababli uvalanish protsessi to'xtaydi. Uvalanishning ikkinchi xili tishli g'ildiraklarning tish sirtining qattiqligi $NV > 350$ bo'lgan metallardan yasalgan va sermoy sharoitda ishlaydigan g'ildirak tishlarida ularni tayyorlashda yo'l qo'yilgan noaniqliklar tufayli tishlar sirtining ma'lum nuqtalarida hosil bo'ladigan kuchlanishlarni to'planish ta'sirida sodir bo'ladi. Bunda tish sirtining ayrim nuqtalarida bilinar-bilinmas darzlar paydo bo'ladi. Uzatma sermoy ishlanganligi uchun bu darzlarning ichiga katta bosim ostiga moy kiradi, natijada darzlar kattalashib, tish sirtining kichik bo'laklarga ajralishiga sabab bo'ladi. Oqibatda tish sirtida har xil o'lchamli chuqurliklar paydo bo'la boshlaydi va uvalanish protsessi tezlashadi (3.11-rasm).



3.11-rasm. Mayda zarrachalarning hosil bo'lishi.

Tishlar sirtining o'yilishi. Tishlarning sirti uch xil sharoitda: abraziv zarrachali muhitda, tishlarning bir-biriga moslashuv davrida hamda yukli uzatmani yurgizish va to'xtatish vaqtida yeyilishi mumkin.

Katta tezlik va katta yuklanish bilan ishlaydigan uzatmalarda, g'ildirak tishlarini bevosita to'xtatish natijasida tish yuzalarining qizishi yuqori bo'lganda tish sirtlarida yulinish hodisasi sodir bo'ladi.

Nisbatan yumshoq po'latdan yasalgan, tezligi sekin, lekin katta yuklanish bilan ishlaydigan uzatmalarda tish sirtiga tushadigan kuch me'yoridan katta ishqalanish kuch hosil qiladi va yumshoq po'latni deformatsiyalab, oquvchanlik darajasigacha olib boradi. Oqibatda metall ishqalanish kuchi yunalgan tomonga qarab siqiladi, ya'ni **plastik siljish** sodir bo'ladi.

G'ildirak tishlarini yeyilishiga chidamligini oshirish uchun tishning yuzalariga termik qayta ishlov berish qattiqligini oshirish, uzatma yaxshi moylanishi hamda abraziv zarrachalardan holi qilishi kerak.

3.10-§. Yuklanish koeffitsiyentlari

Tishli uzatmalarni mustahkamlikka hisoblash hisobiy-yuklanish qiymatini aniqlashdan boshlanadi. Uzatmalarning ishlash jarayonida, ya'ni uzatma detallarni tayyorlashda (qayta ishlashda), yig'ishda yo'l qo'yilgan noaniqliklar, shuningdek, vallarning, tishli g'ildiraklarning elastik deformatsiyasi natijasida yuklanishlar notekis taqsimlanadi. Tishli g'ildiraklarni ishlashdagi noaniqliklar natijasida qo'shimcha kuchlanishlar hosil bo'ladi. Hisobiy kuchlanish qiymati shu qo'shimcha kuchlanishlar qiymatini hisobga olgan holda aniqlanadi. Bu qo'shimcha kuchlanishdarning qiymati alohida olingan qo'shimcha kuchlanishlar qiymatining ko'paytmasi sifatida hisobga olinadi, ya'ni

$$k=k_{\beta} \cdot k_v \cdot k_{\alpha}$$

bu yerda: k -yuklanish koeffitsiyenti; k_{β} -yuklanish tish eni bo'yicha notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffitsiyent; k_v - qo'shimcha dinamik kuchlarni hisobga oluvchi koeffitsiyent; k_{α} - kuchlanishi tishlararo notekis taqsimlanishi hisobga oluvchi koeffitsiyent.

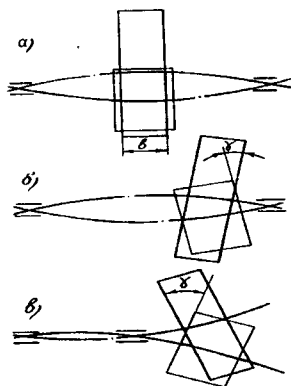
Koeffitsiyentlardagi « β » indeks uzatma g'ildirak tishlarining ilashish jarayonida β burchakka og'ishi tufayli yuklanishning notekis taqsimlanishini belgilovchi shartli belgi; « v » - indeks uzatma katta tezlik bilan harakatlanganda aniqlik darajasi kichik bo'lgan uzatmalarda bo'lgan qo'shimcha dinamik kuchlanishlarni belgilovchi shartli belgi; « α » - esa tishli g'ildiraklar o'zaro ishlaganda ilashish burchagining o'zgarishi natijasi hosil bo'lgan qo'shimcha kuchlanishlarni belgilovchi shartli belgi.

Tishli g'ildiraklarni kontakt kuchlanishga chidamligi hisoblanganda yuklanish koeffitsiyentining indeksi «n» harf (kontakt kuchlanishlarga hisoblashning asoschisi H.Heztz) bilan belgilanadi. Egilishdagi kuchlanishga chidamligni aniqlashda indeks «F» xarfi (inglizcha «oyoqcha» soʻzidan olingan) bilan belgilanadi, ya'ni k_{Nu}, k_F

Yuklanish koeffitsiyentning taxminiy qiymatlari $k=1,3-1,5$ ga teng. Aniq tayyorlagan uzatmalar uchun bu koeffitsiyentini 1,3 deb olish tavsiya etiladi.

k_0 - yuklanishi tish eni bo'yicha notekis taqsimlanishning hisobga oluvchi koeffitsiyent. Uzatma g'ildiraklarni ishlaganda shu ishlashish chizig'ida hosil bo'lgan kuchlar ta'sirida vallar deformatsiyalanadi, natijada yuklanish tish eni bo'yicha notekis taqsimlanadi. 3.12-rasmda

g'ildiraklar tayanchga nisbatan har xil joylashganda vallarning deformatsiyalanish sxemasi berilgan, bunda 3.12a-rasmda tishli g'ildiraklar tayanchlarga nisbatan simmetrik; 3.12b-rasmda nosimmetrik; 3.12v-rasmda konsol holda joylashgan. Ayniksa tishli g'ildiraklar tayanchlarga nisbatan nosimmetrik hamda konsol holda joylashganda tayanchlarning γ burchakka burilishi natijasida yuklanish ko'proq bo'lib, notekis taqsimlanadi. Bu notekis taqsimlanish, g'ildirak enining ortishi bilan ortib boradi. Shuning uchun g'ildirak enining o'lchama chegaralangan.

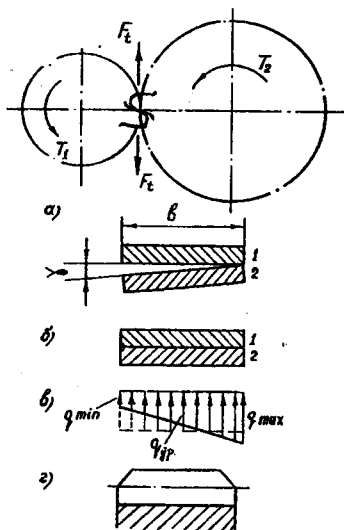


3.12-rasm.

Agar o'zaro ishlashgan g'ildirak tishlarining bikrligi absolyut bo'lsa, g'ildirak tishlarining ilashishi 3.13a-rasmda ko'rsatilgandek bo'lar edi. Lekin tishlarning deformatsiyalanishi natijasida bu ishlashish 3.13b-rasmdagidek bo'ladi. Bunda tish eni bo'yicha kuchlanishning taqsimlanishi uning deformatsiyalanishiga nisbatan 3.13g-rasmda ko'rsatilgan; q_{max}/q_0 nisbat yuklanishini tish eni bo'yicha notekis taqsimlanishini ko'rsatadi (shartli belgisi k_0).

Yuklanishlarni notekis taqsimlanishi kontakt va eguvchi kuchlanishning qiymatini oshiradi. Bu notekis taqsimlanish natijasida g'ildirak tishlarining Yon uchlari sinmasligi uchun 3.13g-rasmda ko'rsatilgandek qirqib qo'yish mumkin. Yuklanish o'zgaras bo'lib, tish yuzasining

qattiqligi $< 350\text{NV}$ bo'lganda, kuchlanishlar to'planishi, tishli g'ildiraklarning o'zaro moslashuvi natijasida asta-sekin yo'qolib ketadi.



3.13-rasm.

Uzatmaning tezligi $Y > 15\text{m/s}$ g'ildirak tishlarining ishchi yuzasining qattiqligi $> 350\text{NV}$ bo'lganda, kuchlanish to'planishini kamaytirish uchun g'ildirakning tish shaklini bochkasimon qilib, enini nisbatan kamaytirish tavsiya etiladi.

Demak, uzatmalarni loyihalash jarayonida kuchlanishlarni to'planishini kamaytirish uchun vallarni, tayanchlarni, korpuslarni bikrligi juda katta bo'lmasligiga e'tibor berish kerak.

Yuklanish o'zgarmas bo'lib, tezlik $v \leq 15\text{m/s}$ hamda birona g'ildirak tish yuzasining qattiqligi $\leq 350\text{HB}$ bo'lganda $K_{n\beta} = K_{F\beta} = 1,0$.

Tish yuzasining qattiqligi $> 350\text{NV}$ bo'lganda :

a) Silindrsimon tishli g'ildiraklar uchun

$$K_{n\beta} = 1 + \frac{2\psi_d}{s} \leq 2.0 \quad K_{F\beta} = 1 + \frac{1.5\psi_d}{s} \leq 1.7$$

bunda: ψ_d koeffitsiyent qiymati quydagicha aniqlanadi.

$$\psi_d = 0.5\psi_a(u+1)$$

ψ_a - tish eni koeffitsiyenti, g'ildiraklarni tayanchlarga nisbatan joylanishini hisobga oladi.

Simmetrik joylashsa – 0,315-0,4

Nosimmetrik joylashsa – 0,25-0,315

Konsol joylashsa – 0,2-0,25

Tanlangan ψ_a ning qiymati standart bo'yicha muvofiqlashtirish kerak, ya'ni $\psi_a = 0,5; 0,15; 0,2; 0,25; 0,315; 0,4; 0,5$.

S – yetaklovchi tishli g'ildiraklarning tayanchlarga nisbatan joylanishini hisobga oluvchi koeffitsiyent.

Tayanchga zoldirli podshipnik o'rnatilib konsol holatda joylashgan	1
Tayanchga rolikli podshipnik o'rnatilib konsol holatda joylashgan	2
Nosimmetrik joylashgan	4
Simmetrik joylashgan	8

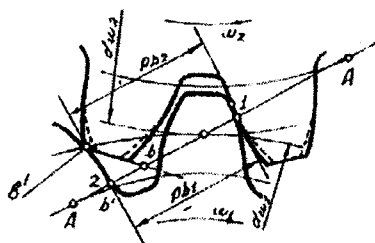
b) Konussimon tishli g'ildiraklar uchun

Yuklanish o'zgarmas bo'lib, bironta g'ildirak tish yuzasining qattiq-
ligi $\leq 350HB$ bo'lganda $K_{NB}=K_{FB}=1,0$. Aylanasiimon tishli g'ildiraklar
uchun $K_{NB}=K_{FB}=1,1$.

Tish yuzasining qattiqligi $> 350HB$ bo'lganda K_{NB} , K_{FB} yuqorida
berilgan formulalar yordamida aniqlanadi, bunda $\psi_d = 0,166\sqrt{u^2 + 1}$ - tish
eni koeffitsiyenti, S – koeffitsiyent qiymati yuqorida berilgan.

k_u -qo'shimcha dinamik kuchlarni hisobga oluvchi koeffitsiyent.
G'ildirak tishlarini kesishda qo'yilgan noaniqliklar natijasida uzatma-
larni ishlash jarayonida qo'shimcha kuchlar hosil bo'ladi. Masalan,

3.14-rasmda tishli g'ildiraklarning
o'zaro ishlashishi ko'rsatilgan,
bunda g'ildirak tish qadamlarida
 $R_{b2}=R_{b1}$ emas, balki $R_{b2}>R_{b1}$
bo'lganligi uchun yetaklanuvchi
tishli g'ildirak ilashish chizigi A-A
da v nuqtaga etguncha v^1 nuqtada
zarb bilan urilish sodir bo'ladi,
natijada qo'shimcha dinamik kuch-
lar hosil bo'lib, urilgan yuza
sidirilishi mumkin.



3.14-rasm.

Zarb bilan urilishdan hosil bo'lgan dinamik kuchlanishlarning
qiymatini kamaytirish uchun g'ildirak tish uchlarida (3.14-rasm) shtrix
bilan ko'rsatilgan qismi kesib tashlanadi.

Qo'shimcha dinamik kuchlanish K_d ning qiymatini 3.3-jadvaldan uzatmaning tezligi, aniqlik darajasiga nisbatan tanlanadi.

$HB \leq 350$ bo'lganda K_{Hv} , K_{Fv} ko'effitsiyent qiymatlari

3.3- jadval

Aniqlik darajasi	Koeffitsientlar	Uzatmaning tezligi, m/s					
		1	2	5	6	8	10
6	K_{Hv}	1.03/ 1.01	1.06/ 1.02	1.12/ 1.03	1.17/1.04	1.23/ 1.06	1.28/ 1.07
	K_{Fv}	1.06/ 1.02	1.13/ 1.05	1.26/ 1.10	1.40/1.15	1.58/ 1.20	1.67/ 1.25
7	K_{Hv}	1.04/ 1.02	1.07/ 1.03	1.14/ 1.05	1.21/1.06	1.29/ 1.07	1.36/ 1.08
	K_{Fv}	1.08/ 1.03	1.16/ 1.06	1.33/ 1.11	1.50/1.16	1.67/ 1.22	1.80/ 1.27
8	K_{Hv}	1.04/ 1.01	1.08/ 1.02	1.16/ 1.04	1.24/1.06	1.32/ 1.07	1.4/1.08
	K_{Fv}	1.10/ 1.03	1.20/ 1.06	1.38/ 1.11	1.58/1.17	1.78/ 1.23	1.96/ 1.29
9	K_{Hv}	1.05/ 1.01	1.1/ 1.03	1.2/1.05	1.3/1.07	1.4/1.09	1.5/1.12
	K_{Fv}	1.13/ 1.04	1.28/ 1.07	1.50/ 1.14	1.77/1.21	1.98/ 1.28	2.25/ 1.35

Ilova: Suratda to'g'ri tishli, maxrajda qiya va aylanasimon tishli g'ildiraklar uchun berilgan.

Tish yuzasining qattiqligi $> 350HB$ bo'lganda to'g'ri tishli silindrsimon g'ildiraklar uchun $K_{Nv}=1.1$, $K_{Fv}=1.2$; qiya tishli silindrsimon g'ildiraklar uchun $K_{Nv}=1.05$, $K_{Fv}=1.1$ tanlash mumkin.

K_a - yuklanishni tishlararo notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi ko'effitsiyent, uning qiymati tishli g'ildiraklarning aniqlik darajasiga hamda uzatmaning tezligiga bog'liq bo'lib, quyidagicha olish tavsiya etiladi.

To'g'ri tishli silindrsimon g'ildiraklar uchun $K_{Na}=K_{Fa}=1.0$. Qiya tishli silindrsimon g'ildiraklar uchun tishli g'ildiraklarning aniqlik darajasiga bog'liq bo'lib quyidagicha tanlanadi:

Aniqlik darajasi.....6, 7, 8, 9
 K_{Fa}0,72 0,81 0,91 1,0

Qoplanish ko'effitsiyenti — ε_a , ilashish sifatining asosiy ko'rsatkichlaridan biri, ya'ni ilashish chizig'i q_a ni (3.7 - rasm) tish qadami p_b ga nisbati:

$$\varepsilon_a = \frac{q_v}{p_b}$$

Tishli uzatmalarda harakat uzluksiz bo'lishi uchun tishli g'ildiraklar ilashganda bir juft tishlar ilashish chizig'idan chiqishga yaqinlashganda ikkinchi juft tishlar ilashish chizig'iga kirgan bo'lishi kerak, ya'ni $\varepsilon_a > 1$ shart bajarilishi kerak. Bu qiymat bir vaqtning o'zida qancha juft tishlar o'zaro ilashganligini ko'rsatadi. Masalan, $\varepsilon_a = 1,4$ bo'lganda ilashish vaqtning 40% da ikkinchi juft tishlar ilashgan bo'lib, 60 % vaqt davomida bir juft tishlar ilashgan bo'ladi. Shuning uchun ε_a qiymati oshishi bilan bir vaqtning o'zida ikki juft tishli g'ildiraklar ilashishda bo'ladi.

Tishli g'ildiraklarda korrektsiya ishlatilmagan hollarda ε_a qiymati quyidagicha aniqlanadi.

$$\varepsilon_a \approx [1,88 - 3,2(1/z_1 + 1/z_2)] \cos \beta,$$

bunda: z_1, z_2 — etaklovchi va yetaklanuvchi g'ildirak tishlar soni; β — qiya tishli g'ildiraklar uchun qiyalik burchagi; To'g'ri tishli g'ildiraklar uchun $\cos \beta = 1,0$.

Demak, formuladan ma'lumki, ε_a ning qiymati tishlar soni z hamda qiyalik burchagi β bog'liq. Bunda tishlar soni z ni oshishi bilan ε_a qiymati oshadi, qiyalik burchagi β ning qiymati oshishi bilan ε_a qiymati kamayadi, shuning uchun β qiymati chegaralangan.

3.11-§. Ruxsat etilgan kuchlanishlar

Ruxsat etilgan kontakt $[\sigma_N]$ va yegilishdagi $[\sigma_F]$ kuchlanishlar uzatmaning yetaklovchi va yetaklanuvchi tishli g'ildiraklari uchun alohida-alohida aniqlanadi.

Ruxsat etilgan kontakt kuchlanishlarning $[\sigma_N]$, qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$[\sigma_N] = K_{HL} \cdot [\sigma_{H0}] \text{ MPa} \quad [3.1]$$

bunda: K_{HL} - uzatmani ishlash muddatini hamda ishlash rejimini hisobga oluvchi ko'effitsiyent, qiymati

$$K_{HL} = \sqrt[6]{\frac{N_{HO}}{N_H}} \leq K_{HL \max}$$

Tishli g'ildiraklarda termik qayta ishlash yaxshilanish bo'lganda $K_{HL \max} = 2,6$; yu.ch.t. yordamida toblash bo'lganda $K_{HL \max} = 1,8$. $N_H \geq N_{HO}$ bo'lganda $K_{HL \max} = 1,0$.

$K_{HO} = (HB_{\text{np}})^3$ - sikllar sonining bazoviy qiymati. Tishli g'ildiraklarning o'rtacha qattiqligi

$$HB_{\text{np}} = 0.5(HB_{\text{min}} + HB_{\text{max}})$$

G'ildirak tishlarining qattiqligi NRC da berilgan bo'lsa NV ga o'tkaziladi, bunda:

HRC	47	48	51	53	61
HB	440	460	495	522	627

N_H - sikllar sonini hisobiy qiymati;

Yetaklanuvchi tishli g'ildiraklar uchun $N_{H2} = 60n_2 L_n$;

Yetaklovchi tishli g'ildiraklar soni $N_{H1} = N_{H2} \cdot u$.

Bunda: n_2 - yetaklanuvchi tishli g'ildiraklarning aylanish soni, L_n - uzatmaning ishlash muddati soat hisobida. Silindrsimon va konussimon uzatmalar uchun $L_n \geq 10000s$, chervyakli uzatmalar uchun $L_n > 5000s$
 $[\sigma_{NO}]$ - bazoviy shakllariga to'g'ri kelgan kontakt kuchlanish qiymati 3.4-jadvaldan tishli g'ildirak uchun tanlangan material va termik qayta ishlanishga nisbatan tanlanadi.

3.4-jadval

Termik qayta ishlanish	Po'lat material markasi	$[\sigma_{NO}]$, MPa	$[\sigma_{FO}]$, MPa
Yaxshilanish	45, 40x, 40xn, 35xm, 45xm	$1,8HB_{\text{np}} + 67$	$1,03HB_{\text{np}}$
Yu.Ch.T yordamida toblash	40x, 40xn, 35xm, 45xts	$14HRC_{\text{np}} + 170$	310
Uglerod bilan to'yintirish va yu.ch.t yordamida toblash	20x, 20xnm, 18xp, 12xn3a, 25xngm	$19HRC_{\text{np}}$	480

3.1 formulaga $[\sigma_{NO}]$, K_{HL} qiymatlarini ko'chib, kontakt kuchlanishni ruxsat etilgan qiymati aniqlanadi.

Ruxsat etilgan egilishdagi kuchlanish $[\sigma_F]$ quyidagicha aniqlanadi:

$$[\sigma_F] = [\sigma]_{FO} \cdot K_{FL} \text{ MPa}$$

[3.2] bunda: K_{FL} - uzatmani ishlash muddati hamda ish rejimini hisobga oluvchi koeffitsiyent bo'lib qiymati :

$$K_{FL} = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 10^6}{N}} \leq K_{FL_{\text{max}}}$$

bunda: m-daraja ko'rsatkichi. Tishli g'ildiraklarni termik qayta ishlashi yaxshilash bo'lganda $m=6$, $K_{FL_{max}} = 2,08$; termik qayta ishlash yu.ch.t yordamida toblash bo'lganda $m=9$, $K_{FL_{max}}=1,63$; $N \geq 4 \cdot 10^6$ bo'lganda $K_{FL}=1,0$

$[\sigma_{NO}]$ - bazoviy sikllarga to'g'ri kelgan egilishdagi kuchlanishning ruxsat etilgan qiymati, 3.4-jadvaldan olinadi.

Qiya tishli silindrsimon, konussimon tishli g'ildiraklar uchun material tanlashda material II guruhdan (3.8§) tanlangan bo'lsa, ruxsat etilgan kontakt kuchlanish quyidagicha aniqlanadi.

$[\sigma_H] = 0,45([\sigma_H]_1 + [\sigma_H]_2)$, bu kuchlanish qiya tishli silindrsimon uzatmalar uchun $1,23[\sigma_H]_2$ dan, konussimon $1,15[\sigma_H]_2$ dan oshmasligi kerak.

Tishli g'ildiraklar uchun materiallar I, II, III guruhlardan tanlangan bo'lsa, formulaga aniqlangan $[\sigma_H]_1$, $[\sigma_H]_2$ qiymatlarini kichigi qo'yiladi.

3.12-§ To'g'ri tishli silindrsimon gildiraklar

To'g'ri tishli silindrsimon g'ildiraklar o'zaro ilashganda tishlari butun uzunligi buyicha bir vaqtda ilashganligi uchun ilashish jarayoni harakat katta tezlik bilan bo'lganda shovqin chiqishi, natijasida qo'shimcha dinamik kuchlar hosil bo'lishi mumkin. Shuning uchun to'g'ri tishli silindrsimon g'ildiraklar asosan kichik va o'rtacha tezlik bilan harakatlanadigan uzatmalarda ishlatiladi.

Uzatmada uzatish soni quyidagicha aniqlanadi:

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{z_2}{z_1},$$

bunda: n_1, n_2 - yetaklovchi va yetaklanuvchi tishli g'ildiraklarning aylanish soni min^{-1} ; d_1, d_2 - tishli g'ildiraklarning bo'luvchi aylana o'lchamlari; z_1, z_2 - yetaklovchi va yetaklanuvchi g'ildirak tishlaring soni..

Uzatish sonining standart qiymatlari u ; 1; 1,25; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12.

Tishli g'ildiraklarning o'lchamlari ilashish moduli hamda tishlar soni yordamida ifodalanadi.

Bo'luvchi aylana o'lchamlari:

$$d_1 = m z_1, \quad d_2 = m z_2 \quad (3.3)$$

Tashqi aylana o'lchamlari:

$$d_{a1} = d_1 + 2m, \quad d_{a2} = d_2 + 2m_2 \quad (3.4)$$

Tish osti aylana o'lchamlari:

$$d_{f1} = d_1 - 2.5m, \quad d_{f2} = d_2 - 2.5m \quad (3.5)$$

O'qlararo masofa:

$$a_w = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{d_2(u+1)}{2u} = \frac{d_1(u+1)}{2} = \frac{mz_1(u+1)}{2} = \frac{mZ_x}{2}$$

bunda: $Z_x = Z_1 + Z_2$

G'ildirak tishlari soni:

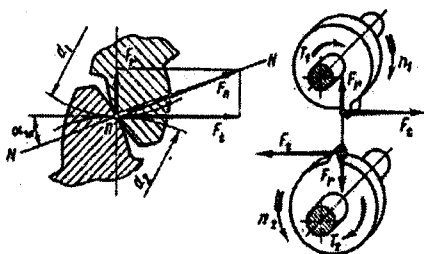
$$Z_1 = \frac{Z_x}{(u+1)}; \quad Z_2 = Z_x - Z_1 \quad (3.6)$$

To'g'ri tishli silindrsimon g'ildiraklarning ilashishda hosil bo'lgan kuchlar. Tishli uzatmalarni ilashishi jarayonida ilashish chizig'ida har xil kuchlar hosil bo'ladi. Asosiy kuch bu tish sirtiga tik bo'lib ilashish chizig'i bo'yicha yo'nalgan normal F_n kuchdir, 3.15-rasm.

Bu normal $F_n = F_t / \cos \alpha$ kuchni aylanma F_t hamda markazga intiluvchi F_r kuchlarga ajratamiz, 3.15-rasm.

Aylanma kuch F_t yetaklovchi tishli g'ildiraklar uchun g'ildirakka urinma shaklida aylanishga teskari tomonga yo'nalgan bo'lsa, yetaklanuvchi tishli g'ildiraklar uchun aylanish tomoniga yunalgan bo'ladi, $F_t = 2T_2/d$.

Markazga intiluvchi kuch F_r ilashish chizig'idan markazga tomon intilgan bo'ladi, $F_r = F \cdot \tan \alpha$.



3.15-rasm,

3.13-§. To'g'ri tishli g'ildiraklarni egilishdagi kuchlanish bo'yicha hisoblash

Asosan ochiq tishli uzatmalar, shuningdek, tish yuzasining qattiq-ligi $HRC < 60$ bo'lgan yopiq tishli uzatma g'ildirak tishlari egilishdagi kuchlanish bo'yicha mustahkamligi tekshiriladi, bunda qo'yidagi shart bajarilishi kerak:

$$\sigma_F < [\sigma_F]$$

bu yerda: σ_F -yegilishdagi kuchlanishni hisobiy qiymati, MPa; $[\sigma_F]$ -egilishdagi kuchlanishning ruxsat etilgan qiymati, MPa.

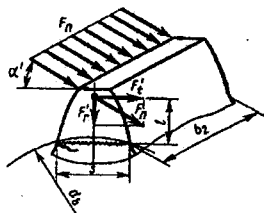
Tishli g'ildiraklarni egilishdan mustahkamlikka hisoblashda quyidagi soddalashtirishlar qabul qilingan.

1. Tishga ta'sir etuvchi kuch uning uchiga qo'yilgan bo'lib, faqat bitta tish vositasida uzatiladi deb, hisoblanadi.

2. Ishqalanish kuchi kichik bo'lmaganligi sababli hisobga olinmaydi.

3. Tish konsolli balka deb qaraladi.

Ma'lumki, g'ildirakning ilashishda bo'lgan tishlariga ta'sir etuvchi asosiy kuch, ularning sirtiga tik bo'lib ilashish chizig'i bo'yicha yo'nalgan F_n kuchdir (3.16-rasm). Hisobni engillashtirish uchun bu kuch ilashish qutbiga ko'chirilib, tashkil etuvchi aylana kuch F_t' bilan radial kuch F_r' ga ajraladi. Bu kuchlarni tish asosida hosil bo'lgan kuchlanish quyidagicha hisoblanadi.



3.16-rasm.

$$\sigma_F = \sigma_{ek} - \sigma_c = F_t' l / W - F_r' / A$$

bu yerda: $\sigma_{ek} = F_t' / A$ - eguvchi momentdan tish asosida hosil bo'lgan kuchlanish; $\sigma_c = F_r' / A$ markazdan qochma kuch ta'sirida hosil bo'lgan kuchlanish; $W = bs^2/6$ - tish asosining qarshilik momenti; $A = bs$ - tish asosining yuzasi; b, s, l ning o'lchamlari rasmda ko'rsatilgan.

Tajribalar shuni ko'rsatadiki, kuchlanishning absolyut qiymati tolalar siqilgan tomonda katta bo'lsa ham, tishlar aksariyat tolalar cho'zilgan tomondan sinadi. Shuning uchun yuqoridagi tenglikda σ_s oldiga (-) ishorasi qo'yilgan.

Formulalarda 1 va s ning absolyut qiymatlarini aniqlash qiyin bo'lganligi tufayli hisoblashda ulardan foydalanish noqulay. Shuning uchun har xil moduli tishlarning o'xshashligidan foydalanib, ular o'lchamsiz koeffitsiyentlar ya'ni l', s' bilan almashtiriladi:

$$l' = l/m, \quad s' = s/m$$

Bu koeffitsiyent qiymatlarini yuqoridagi formulaga qo'yib quyidagi ifoda olinadi:

$$\sigma_F = \frac{F_t \cdot K_F}{b \cdot m} \left[\frac{6l'}{(s')^2} - \frac{tg\alpha}{s'} \right] K_\sigma$$

bu yerda: $K_F = K_{Fa} - K_{Fv} - K_{F\beta}$ - yuklanish koeffitsiyenti; K_σ - kuchlanishning to'planishini hisobga oluvchi nazariy koeffitsiyent.

Bu ifodada $[6l'/(s')^2] = Y_F$ tish shakli koeffitsiyenti. Demak, egilishidagi kuchlanishning hisobiy qiymati:

$$\sigma_F = \frac{F_t \cdot Y_F \cdot K_{Fa} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{Fv}}{b \cdot m} \leq [\sigma_F] \quad [3.7]$$

bu yerda: $[\sigma_F]$ -eguvchi kuchlanishning ruxsat etilgan qiymati. U_F - tish shaklining koeffitsiyenti qiymati, siljish koeffitsiyenti x bilan tishlar soni Z ga bog'liq bo'lib, 3.5-jadvaldan olinadi.

3.5-jadval

Z Yoki Z_k	Kesuvchi asbobning siljish koeffitsiyenti, x						
	-0,4	-0,25	-0,16	0	0,16	0,25	0,4
16		-	-	4,28	4,02	3,78	3,54
20	-	-	4,10	4,07	3,83	3,64	3,50
25	-	4,30	4,13	3,90	3,72	3,62	3,47
40	4,02	3,88	3,81	3,70	3,61	3,57	3,48
60	3,78	3,71	3,63	3,62	3,57	3,54	3,50
80	3,70	3,66	3,63	3,60	3,55	3,55	3,51
100	3,66	3,62	3,61	3,60	3,56	3,56	3,55
180	3,62	3,62	3,62	3,62	3,57	3,58	3,56

Loyihadagi uzatma g'ildiraklarning modulini aniqlashda formulada $F_t=2T_2/2d_2$ deb qabul qilsak,

$$m = \frac{2T_2 \cdot K_m}{a_2 \cdot d_2 \cdot [\sigma_F]} \text{ mm bo'ladi,} \quad [3.8]$$

bu yerda: $K_m=Y_F K_{Fa} K_{F\beta}$ - ko'shimcha koeffitsiyent bo'lib uning o'rtacha qiymati to'g'ri tishli silindrsimon g'ildiraklar uchun $K_m=6,8$, qiya tishli silindrsimon g'ildiraklar uchun $K_m=5,8$ Formuladagi $[\sigma_F]$ qiymati o'rniga $[\sigma_F]_1, [\sigma_F]_2$ qiymatining kichigi qo'yiladi.

Aniqlangan modul qiymati standart bo'yicha yaxlitlanadi. Bu qiymat qancha kichik bo'lsa, g'ildirak tishlarining soni shuncha ko'p bo'ladi. Bunda tishli g'ildirakning ilashishi tekis, shovqinsiz bo'lib tishni kesilishini osonlashtiradi, lekin eguvchi kuchlanishga chidamliligi kamayadi. Shuning uchun quvvat uzatadigan uzatmalarda modul qiymatini $m>1,5$ deb olish tavsiya etiladi.

3.14-§. To'g'ri tishli silindrsimon g'ildiraklarni kontakt kuchlanish bo'yicha hisoblash

To'g'ri va qiya tishli silindrsimon uzatmalarni mustahkamlikka hisoblash standartlashtirilgan.

G'ildirak tishlarining mustahkamligi asosan kontakt kuchlanishga chidamliligi bo'yicha tekshiriladi. Bu kuchlanishning hisobiy qiymatini

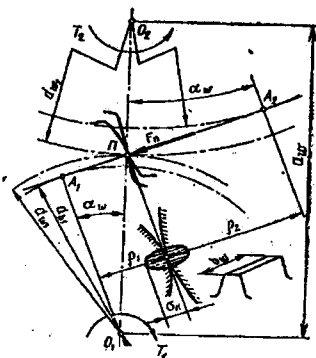
aniqlashda o'qlari o'zaro parallel joylashgan radiuslari r_1, r_2 (3.16-rasm) bo'lgan ikki silindrlar o'rtasida hosil bo'lgan kontakt kuchlanishni aniqlash uchun yozilgan Gerts formulasiidan foydalaniladi:

$$\sigma_H = \sqrt{\frac{E_k}{2\pi(1-\mu^2)} \cdot \frac{q}{\rho_k}} \quad [3.9]$$

bunda: $E_k = 2E_1E_2/(E_1+E_2)$ - tishli g'ildirak materiallarini elastiklik modulining «keltirilgan» qiymati; $E_1=E_2=2,15 \cdot 10^5$ MPa - yetaklovchi va yetaklanuvchi tishli g'ildirak (po'lat) materiallarining elastiklik moduli; $\mu=0.3$ - Puasson koeffitsiyenti; q - ilashish chizig'iga to'g'ri kelgan bosim; to'g'ri tishli silindrsimon g'ildiraklar uchun kontakt chizig'ining uzunligi yetaklanuvchi g'ildirak eni v_2 ga teng bo'ladi.

$$q = \frac{F_H}{b_2} K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{H\theta} = \frac{F_t}{b_2 \cos \alpha} K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{H\theta}$$

bu yerda: $K_{H\alpha}, K_{H\beta}, K_{H\theta}$ - yuklanishning tishlararo, tish eni bo'yicha notekis taqsimlanishi hamda qo'shimcha dinamik kuchlanishni hisobga oluvchi koeffitsiyentlar; $\rho_k = \rho_1 \rho_2 / (\rho_1 + \rho_2)$ - egrilik radiusining «keltirilgan» qiymati 3.16-rasm-dagi $O_1 PA_1, O_2 PA_2$ uchburchaklardan $\rho_1 = 0,5d_1 \sin \alpha, \rho_2 = 0,5d_2 \sin \alpha$ - yetaklovchi va yetaklanuvchi g'ildirak tishlarining egrilik radiuslari qiymatlarini yuqoridagi formulaga qo'yib quyidagiga ega bo'lamiz:



3.16-rasm

$$\rho_k = \frac{d_2 \sin \alpha}{2} \cdot \frac{1}{u+1}$$

ρ_k, q - qiymatlarini 3.9 - formulaga qo'yib quyidagi ifoda olinadi:

$$\sigma_H = \sqrt{\frac{E_k \cdot F_t \cdot 2(u+1)}{2\pi(1-\mu^2) b_2 \cdot \cos \alpha \cdot d_2 \cdot \sin \alpha}} \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{H\theta}$$

Formulani soddalashtirsak, ya'ni $\sin \alpha \cdot \cos \alpha = \frac{1}{2} \sin 2\alpha$, $Z_H = \sqrt{\frac{2}{\sin 2\alpha}}$ - ilashishdagi tishlarning shaklini hisobga oluvchi koeffitsiyent $\alpha=20^\circ$; $Z_M = \sqrt{\frac{E_k}{\pi(1-\mu^2)}} = 275^{1/2}$ MPa-uzatma g'ildirak materiallarining mexanik xarakteristikalarini hisobga oluvchi koeffitsiyent; ilashish chizig'ining umumiy uzunligini hisobga oluvchi koeffitsiyent $Z_\epsilon = \sqrt{\frac{4-\zeta_a}{3}}$ kiritiladi. ζ_a - Yon qoplanish koeffitsiyentining qiymati (1,25 dan 1,9

gacha o'zgaradi), bunda Z_ϵ ning o'rtacha qiymati 0,9, to'g'ri tishli silindrsimon g'ildiraklar uchun $K_{H\alpha}=1,0$. Natijada to'g'ri tishli silindrsimon g'ildirak tishlaridagi kontakt kuchlanishni hisobiy qiymati quyidagicha: $\sigma_N=Z_H \cdot Z_M Z_\epsilon \sqrt{\frac{F_t(1+u)}{d_2 \cdot b_2} K_{H\beta} \cdot K_{H\alpha}} = 1.76 \cdot 275 \cdot 0.9 \sqrt{\frac{F_t \cdot (1+u)}{d_2 \cdot b_2} K_{H\beta} \cdot K_{H\alpha}} =$

$$= 430 \cdot \sqrt{\frac{F_t(1+u)}{d_2 \cdot b_2} K_{H\beta} \cdot K_{H\alpha}} \leq [\sigma_H]$$

bu yerda: u -uzatish soni; F_t -aylanma kuch, N; d_2 -yetaklanuvchi tishli g'ildirak tish bo'luvchi aylanasi diametri, mm; b -yetaklanuvchi tishli g'ildirak eni, mm, $[\sigma_H]$ -hisobiy kontakt kuchlanish, MPa, uning qiymati yetaklovchi va yetaklanuvchi tishli g'ildiraklar uchun bir xil. Shuning uchun hisobiy kontakt kuchlanishning qiymatini aniqlash uchun formulaga qaysi tishli g'ildirak uchun ruxsat etilgan kontakt $[\sigma_n]$ kuchlanishning qiymati kichik bo'lsa, shu qiymat (ko'pincha yetaklanuvchi g'ildirakniki) qo'yiladi. Formula yordamida hisobiy kontakt kuchlanishning qiymati aniqlanadi. Uzatmani loyihalash uchun asosiy xarakteristikasi T_2 hamda uzatish soni u dan foydalaniladi. Bunda, $F_t = \frac{2T_2}{d_2}$ deb qabul qilib, bu qiymatlarni formulaga qo'ysak, uzatmani loyihalash uchun o'qlararo masofani quyidagicha aniqlash mumkin:

$$a_w = 49.5(u+1) \sqrt[3]{\frac{T_2 \cdot K_{H\beta}}{\psi_{ba} \cdot u^2 \cdot [\sigma_H]}} \text{ mm} \quad [3.10]$$

bu yerda: T_2 - burovchi moment, Nmm; u - uzatish soni; φ_a - tish eni koeffitsiyenti, $[\sigma_n]$ -kontakt kuchlanishning joiz qiymati. Bu qiymatni tanlashda quyidagilarga e'tibor berish kerak. Bu qiymat qanchalik katta bo'lsa, uzatma tashqi o'lchamlari kichik, og'irligi kam bo'ladi. Lekin bunda tishli g'ildiraklarning aniqlik darajasi, bikrligi yuqori bo'lishi kerak. Chunki bunda tishning eni bo'yiga taqsimlanadigan yuklanish notekis bo'lishi mumkin. φ_{ba} ning qiymati g'ildirak tish yuzasining qattiqligiga hamda yetaklanuvchi g'ildirakning tayanchga joylanishiga nisbatan jadvaldan olinadi.

Standart bo'lmagan yopiq uzatmalar uchun a_w ning qiymati R_{a40} qator bo'yicha yaxlitlanadi, bunda, R_{a40} — 80, 85, 90, 95, 100, 105, 110, 120, 130,...260 gacha 10 dan; 420 gacha 20 farq qiladi.

Standart yopiq uzatmalarda o'qlararo masofa a_w tish eni koeffitsiyenti φ_{ba} uzatish soni u ning qiymatlari standartlashtirilgan;

a_w ning standart qiymatlari:

1-qator: 40,50,63,80,100,125,160,200,250,315,400,...

2-qator: 140, 180, 225, 280, 355, 450, ...

φ va ning standart qiymatlari:

0,1; 0,125; 0,16; 0,25; 0,315; 0,4; 0,5; 0,8; 1,0; 1,25.

Uzatish soni uning standart qiymatlari:

1-qator: 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0

2-qator: 1,12; 1,4; 1,8; 2,24; 2,8; 3,53; 4,5; 5,6; 7,4; 9,0 11,2.

Eslatma: u ning hisobiy qiymati 4% gacha o'zgarishi mumkin.

Demak, formuladan ma'lumki kontakt kuchlanishning qiymati alohida olingan g'ildirak tishlarining moduli yoki tishlar soniga emas, balki ularning ko'paytmasiga, ya'ni diametriga bog'liq ekan.

Modulning eng kichik qiymatini g'ildirak tishlarining egilishdagi kuchlanishga chidamliligi bo'yicha formula yordamida aniqlash mumkin. Ammo bunda, ko'pincha modulning qiymati kichik chiqadi. Kichik modulli tishli g'ildiraklar kam ishlatiladi. Shuning uchun modulning qiymati tajribalarga asoslanib tanlab olinadi, so'ngra egilishdagi kuchlanishga tekshiriladi. Modul qiymatini tanlashda quyidagilarga e'tibor berish kerak.

Kichik modulli ko'p tishli g'ildiraklar ishda tekis va ravon ishlaydi. G'ildirak tishlarini kesishga kam vaqt sarf qilinadi, material tejaladi, ishqalanishga kam kuch sarf qilinadi. Lekin bunda uzatmaning bikrligi, aniqlik darajasi yuqori bo'lishi talab qilinadi.

Katta modulli g'ildirak yeyilishiga chidamli, nisbatan mustahkam, uvalanish boshlangandan keyin ham ancha vaqt ishlashi mumkin.

Aniqlangan modulning qiymati standart bo'yicha yaxlitlab olinadi. Quvvat uzatdigan uzatmalar uchun $m > 1,5$ mm shart bajarilishi kerak.

Uzatmaning moduli aniqlangach, qolgan o'lchamlari aniqlanadi.

Siljish koeffitsiyenti $\Sigma X = 0$ bo'lgan uzatmalar uchun:

$$d_1 = \frac{2a}{a+1}, \quad Z_1 = \frac{d_1}{m}; \quad Z_2 = Z_1 \cdot u; \quad d_2 = mZ_2; \quad a = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

bunda: $Z_1 > Z_{\min}$ bo'lishi kerak.

Tez harakatlanuvchi uzatmalar uchun ish jarayonidagi shovqinni kamaytirish uchun $Z_1 > 25$ qilib olish tavsiya etiladi.

Uzatma g'ildiraklarning geometrik o'lchamlari aniqlangach, g'ildirak tishlari egilishdagi kuchlanishga tekshiriladi. Bunda hisobiy egilishdagi kuchlanish qiymati joiz. qiymatidan katta bo'lsa, modul qiymatini qaytadan tanlab Z_1 ning yangi qiymatlari aniqlanadi.

Tajribalar shuni ko'rsatadiki, yopiq, tishli uzatmalarni yuklanishga chidamliligi egilishdagi kuchlanish bo'yicha emas, balki kontakt kuchlanish bo'yicha belgilanadi. Faqat tish yuzasining qattiqligi $> 50-60$

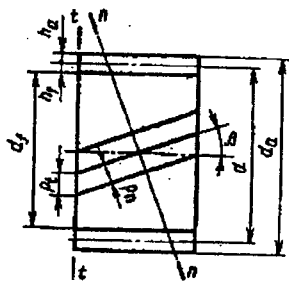
HRC bo'lgan tishli uzatmalar uchun tishning mustahkamligi yeshilishdagi kuchlanishning chidamliligi bilan belgilanadi.

3.15-§. Qiya tishli silindrsimon uzatmalar

Bu g'ildiraklarda tish g'ildirak o'qiga nisbatan ma'lum qiyalik burchakda joylashgan (3.17-rasm).

Buning uchun tish kesuvchi reyka shu burchakka qiyalik bilan qo'yiladi. Shuning uchun qiya va shevron tishli g'ildiraklarni tishlari shakli $n-n$ normal kesim bo'yicha to'g'ri tishli g'ildiraklarga o'xshash bo'ladi, ya'ni $m_n = m$ bo'yicha modul standartlashgan.

Qiya tishli g'ildiraklarda yon qadam R_t hamda normal qadam p_n bo'ladi, 3.17-rasm, shuningdek, yon modul m_t hamda normal modul m_n :



3.17- rasm.

$$m_n = \frac{p_n}{\pi};$$

$$m_t = \frac{p_t}{\pi}$$

Modullar o'rtasidagi bog'lanish

$$m_t = \frac{m_n}{\cos \beta} \quad [3.11]$$

Shuningdek, yon kesimdagi tish shaklining burchagi α_t , normal kesim bo'yicha shakl burchagi α_n ga teng emas, ya'ni $\operatorname{tg} \alpha_t = \frac{\operatorname{tg} \alpha_n}{\cos \beta}$.

Tishli g'ildiraklarning geometrik o'lchamlarni hisoblashda standartlashgan normal modul m_n ishlatiladi.

Bo'luvchi va boshlang'ich aylana diametrlari

$$d = d_n = m_t z = \frac{m_n z}{\cos \beta} \quad [3.12]$$

Tashqi va tish osti aylana diametrlari

$$d_a = d + 2m_n, \quad d_f = d - 2.5m_n \quad [3.13]$$

O'qlararo masofa

$$a = \frac{(d_1 + d_2)}{2} = \frac{d_1(1+u)}{2} = \frac{m_t(z_1 + z_2)}{2} = \frac{m_n z_1(1+u)}{2 \cos \beta} \quad [3.14]$$

Tishli g'ildiraklarda qiyalik burchagi β ning qiymatlarni 8° dan 20° olish tavsiya etiladi. Agarda qiyalik burchagi 8° dan kam olinsa uzatma to'g'ri tishliga nisbatan o'zining afzalliklarini yo'qotadi, 20° dan katta

olinsa bo'ylama kuchlarning qiymati oshib tayanch konstruksiyalar hajmi katta bo'ladi.

O'qlararo masofa a hamda uzatish soni u ning qiymati doimiy bo'lganda z_l hamda m qiymatlarini o'zgartirib qiyalik burchagi β ni kerakli qiymatini aniqlash mumkin.

G'ildirak tishlarining mustahkamligi uning normal kesim bo'yicha shakli va o'lchamiga bog'liq bo'ladi. G'ildiraklarni hisoblash jarayonida tish shaklining koeffitsiyenti tishlarning soniga qarab emas, balki «keltirilgan» to'g'ri tishli g'ildirak tishlarining soniga qarab olinadi.

Qiya tishning yo'nalishiga tik o'tkazilgan tekislikda shu «keltirilgan» g'ildirakni ifodalovchi shakl hosil bo'ladi, deb faraz qilinadi, 3.18-rasm. Qiya tishga bo'lgan tekislik bilan kesilgan g'ildirakning ko'ndalang kesimida ellips hosil bo'ladi, uning egrilik radiusi

$$\rho_k = \frac{d}{2 \cos \beta}$$

bo'luvchi aylanasi diametri,

$$d_k = 2\rho_k = \frac{d}{2 \cos^2 \beta}$$

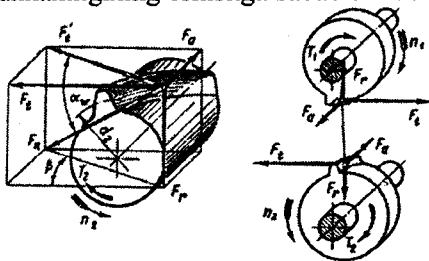
Ekvivalent tishlar soni

$$z_k = \frac{d_k}{m_u} = \frac{d}{m_u (\cos^2 \beta)} = \frac{m_t z}{m_t (\cos^3 \beta)} = \frac{z}{\cos^3 \beta} \quad [3.15]$$

bunda: z – g'ildirakning tishlar soni.

Demak, β – burchakni oshishi bilan «keltirilgan» tishlar soni z_k ni qiymatining oshishi, tishni mustahkamligining oshishga sabab bo'ladi.

Ilashishda hosil bo'lgan kuchlar. Ilashish chizig'idan normal F_n kuch tashkiliy aylanma F_t markazga intiluvchi F_r hamda bo'ylama F_a kuchlariga bo'linadi, 3.19-rasm, bunda,



3.19-rasm.

$$F_t = 2T_2 / d_m; \quad F_r = F_t \cdot \tan \alpha / \cos \beta; \quad F_a = F_t \cdot \tan \beta \quad (3.16)$$

Bu uzatmalarda- F_t , F_r kuchlarni yo'nalishi tishli silindrsimon uzatmadek bo'lib, bo'ylama kuch F_a o'qqa parallel tayanchga tomon yo'nalgan bo'ladi.

Yetaklovchi tishli g'ildirak uchun aylanishga urinma shaklda teskari yo'nalgan. Yetaklanuvchi g'ildirak uchun aylanma tomon yonalgan.

Qiya tishli silindrsimon uzatmalarni bu kamchiliklar shevron tishli silindrsimon uzatmalarda bartaraf etilgan. Tayanchlarda o'rnatilgan podshipniklarga tushadigan kuchlarni kamaytirish uchun qiya tishli uzatmalarda qiyalik burchagi $\beta < 20^\circ$ gacha shevron tishli uzatmalarda $\beta > 40^\circ$ gacha chegaralash tavsiya etiladi.

Egilishdagi kuchlanish bo'yicha hisoblash. Qiya tishli uzatmalarda ilashish chizig'ining umumiy uzunligi l_z ning qiymati g'ildirak eni v dan katta bu esa egilishdagi kuchlanishning qiymatini kamaytiradi.

Egilishdagi kuchlanishning hisobiy qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$\sigma_{F1} = \frac{F_t}{a_1 \cdot m} \cdot Y_F \cdot Y_\beta \cdot K_{Fa} \cdot K_{F\theta} \cdot K_{F\beta} \leq [\sigma_F] \quad \sigma_{F2} = \sigma_{F1} \cdot \frac{Y_{F1}}{Y_{F2}} \leq [\sigma_F]_2 \quad [3.17]$$

bu yerda: $Y_\beta = 1 - (\beta/140)$ -tish qiyaligini hisobga oluvchi koeffitsiyent; Y_F , K_{Fa} , $K_{F\beta}$ qiymatidan yuqorida berilgan; U_F -tish shaklining koeffitsiyenti.

U_F -tish shaklining koeffitsiyenti, qiymati 3.5-jadvaldan g'ildirak tishlarining soni z ga nisbatan emas balki tashqi konus yoyilmasi aylananing hamma joyi tishlar bilan to'la deb faraz qilinganda hosil bo'ladigan g'ildirak tishlar sonini ekvivalent qiymatiga nisbatan tanlanadi.

$$d_{K1} = d_1 / \cos \varphi_1 \text{ Yoki } z_{K1} = z_1 / \cos \varphi_1$$

$$d_{K2} = d_2 / \cos \varphi_2 \text{ Yoki } z_{K2} = z_2 / \cos \varphi_2$$

Kontakt kuchlanish bo'yicha hisoblash. Qiya tishli silindrsimon g'ildiraklar ishlaganda, ilashishda bir vaqtning o'zida bir necha juft tishlar qatnashadi, bu esa har bir tishga to'g'ri keladigan yuklanish qiymatini kamaytirib mustahkamligini oshiradi. Shuningdek, g'ildirak tishlarining burchak ostida joylanishi dinamik kuchlarning qiymatini kamaytiradi.

Kontakt kuchlanishning hisobiy qiymatini aniqlashda to'g'ri tishli silindrsimon g'ildiraklar uchun berilgan formuladan foydalanamiz, ya'ni

$$\sigma_H = Z_H \cdot Z_M \cdot Z_\epsilon \sqrt{\frac{F_t(u+1)k_{Ha}k_{Hp}k_{H\alpha}}{d_1d_2}} \leq [\sigma_H]$$

bu yerda: $Z_H=1,76\cos\beta$ – ilashayotgan g'ildirak tishlarining shaklini hisobga oluvchi koeffitsiyent; ≈ 1.71 ; $Z_\xi=\sqrt{1/\xi_\alpha}$ – yon qoplanish koeffitsiyenti, ≈ 0.8 .

$Z_n=275\text{MPa}^{1/2}$ - uzatma g'ildiraklarning mexanik xarakteristika-larini hisobga oluvchi koeffitsiyent (po'lat materiallar uchun), demak,

$$\sigma_N=376\sqrt{\frac{F_t\cdot(1+u)}{d_2\cdot b_2}K_{Ha}\cdot K_{H\beta}\cdot K_{H\alpha}}\leq[\sigma_H] \quad [3.18]$$

k_{Na} , $k_{H\beta}$, $k_{N\alpha}$ -koeffitsiyent qiymatlari yuqorida berilgan.

Uzatmani loyihalash uchun 3.18-formulani o'qlararo masofaga nisbatan yechib, quyidagi ifoda olinadi:

$$a_w = 43(1+u)\sqrt[3]{\frac{T_2 k_{H\beta}}{\Psi_{ba} \cdot u^2 [\sigma_H]^2}} \quad [3.19]$$

3.16-§ Konussimon g'ildirakli tishli uzatmalar

Konussimon tishli uzatmalarda o'qlari o'zaro burchak ostida joylashgan bo'lib, ko'pincha bu burchaklar $\Sigma=90^\circ$ teng bo'ladi. Bu uzatmalarni silindrsimon uzatmalarga nisbatan tayyorlash qiyin, g'ildirak tishini kesish uchun maxsus stanoklar ishlatiladi bunda g'ildirak tishlari to'g'ri, qiya, aylanasimon shaklda bo'lishi mumkin.

Konussimon uzatmalarda val o'qi bo'ylab yo'nalgan kuchning qiymatini nisbatan kattaligi, ilashishida tishlarga ta'sir etuvchi kuchlarning notekis taksimlanishi natijasida qo'shimcha dinamik kuchlarning hosil bo'lishi bu uzatmalarning asosiy kamchiligidir. Biroq mashinalarda kesishgan vallar ishlatish zaruriyati tug'iladi, shuning uchun yuqorida ko'rsatilgan kamchiliklar bo'lishiga qaramay, konussimon tishli g'ildiraklardan keng ko'lamda foydalaniladi.

Konussimon tishli g'ildiraklarda g'ildirak tishlarining o'lchamlari uch xil shaklda bo'lishi mumkin.

a) G'ildirak tishlari bir tekisda pasayib, bo'luvchi aylana konus bilan tish asosining konusi bir nuqtada uchrashadigan tishli g'ildiraklar. (3.20a-rasm) Asosan to'g'ri tishli konussimon g'ildiraklar tayyorlanadi, shuningdek $m \geq 2\text{mm}$, $\sqrt{z_1^2 + z_2^2} = 20 \dots 100$ bo'lgan aylanasimon tishli g'ildiraklar ham tayyorlash mumkin.

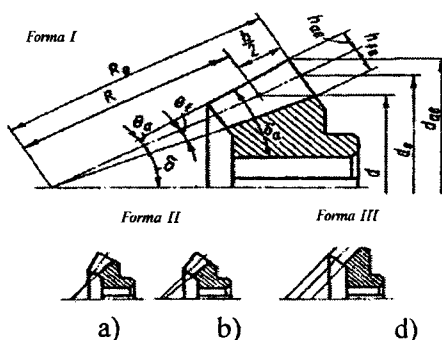
b) Tish eni bir xil bo'lib, tish asosining o'zgarmas, bo'luvchi aylana bo'yicha tishning qalinligi konus uchidan uzoqlashgan sari kengayib boradi. Asosan aylanasimon tishli gildiraklarni tayyorlashda ishlatiladi (3.20 b-rasm).

d) Aylanasimon tishli konussimon uzatmalarda $\sqrt{z_1^2 + z_2^2} \geq 40$ bo'lganda tish balandligi bir xil, bunda tish osti, bo'luvchi, tashqi aylana bo'yicha o'tkazilgan konuslar o'zaro parallel bo'lgan tishli g'ildiraklar ishlatiladi (3.20 v-rasm).

G'ildirak tishlarining qiyalik burchagi aylanasimon tishli g'ildiraklar uchun $\beta_m = 35^\circ$, tangentsial tishli g'ildiraklar uchun $20^\circ - 30^\circ$ olish tavsiya etiladi. Bunda qanchalik burchak qiymati katta bo'lsa uzatma shunchalik tekis va ravon ishlaydi, biroq bo'ylama kuchning qiymati ham oshadi.

Konussimon tishli g'ildiraklarning geometrik o'lchamlari. Uzatma g'ildiraklarining geometrik o'lchamlarini aniqlashda hisobiy modul sifatida tishning sirtqi tomonidan (keng) aniqlangan modul ishlatiladi, bunda to'g'ri tishli g'ildiraklar uchun m_e , aylanasimon tishli g'ildiraklarda m_{te} .

Quvvat uzatadigan uzatmalarda $m_e \geq 1.5 \text{ mm}$ olinadi. Tishlar soni $z_1 = 18 - 35$ gacha olish tavsiya etiladi.



3.20-rasm.

Konussimon uzama g'ildirak tishlarning yemirilishga chidamliligini oshirish maqsadida balandlik korreksiyasi ishlatiladi. Bunda g'ildirak tishlarning qattiqligi o'rtasidagi farq $HB_{m1} - HB_{m2} \leq 100$ bo'lganda to'g'ri va aylanasimon tishli g'ildiraklar uchun siljish koeffitsiyenti x_{a1}, x_{a2} qiymatlari 3.6-jadvaldan tanlanadi.

3.6 - jadval

z_1	Uzatish soni u bo'lganda x_{a1} koeffitsiyent qiymatlari					Uzatish soni u bo'lganda x_{a2} koeffitsiyent qiymatlari				
	2.0	2.5	3.15	4.0	5.0	2.0	2.5	3.15	4.0	5.0
12	-	0.50	0.53	0.56	0.57	0.32	0.37	0.39	0.41	0.42

3.6-jadvalning davomi

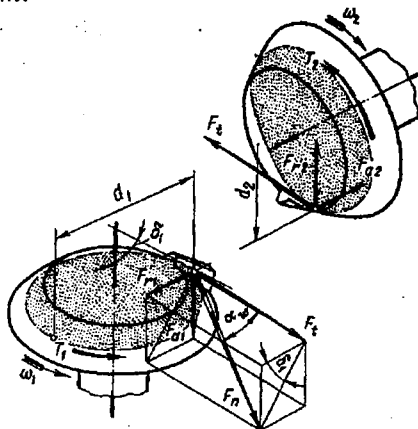
13	0.44	0.48	0.52	0.54	0.55	0.30	0.35	0.37	0.39	0.40
14	0.42	0.47	0.50	0.52	0.53	0.29	0.33	0.35	0.37	0.38
15	0.40	0.45	0.48	0.50	0.51	0.27	0.31	0.33	0.35	0.36
16	0.38	0.43	0.46	0.48	0.49	0.26	0.30	0.32	0.34	0.35
18	0.36	0.40	0.43	0.45	0.46	0.24	0.27	0.30	0.32	0.32
20	0.34	0.37	0.40	0.42	0.43	0.22	0.26	0.28	0.29	0.29
25	0.29	0.33	0.36	0.38	0.39	0.19	0.21	0.24	0.25	0.25
30	0.25	0.28	0.31	0.33	0.34	0.16	0.18	0.21	0.22	0.22
40	0.20	0.22	0.24	0.26	0.27	0.11	0.14	0.16	0.17	0.17

Uzatma tishli g'ildiraklarining geometrik o'lchamlarini aniqlash
3.7-jadvalda berilgan.

3.7-jadval

№	Tishli g'ildiraklarni geometriyasi	To'g'ri tishli uzatmalar	Aylanasimon tishli uzatmalar $\beta=35^\circ$
1	Tish bo'luvchi aylanasi diametri	$d_{e1}=m_e z$ $d_{e2}=m_e z_2$	$d_{e1}=m_{te} z$ $d_{e2}=m_{te} z_2$
2	Tishli konus uzunligi	$R_e=0.5m_e$ $\sqrt{z_1^2 + z_2^2}$	$R_e=0.5m_{te}\sqrt{z_1^2 + z_2^2}$
3	Tishning uzunligi	$v \leq 0.285R_e$	$v \leq 0.285R_e$
4	Boshlang'ich konus burchagi	$\text{tg}\varphi_1=z_1/z_2=1/u$ $\varphi_2=90^\circ-\varphi_1$	$\text{tg}\varphi_1=z_1/z_2=1/u$ $\varphi_2=90^\circ-\varphi_1$
5	O'rtacha modul	$m_m=0.857m_e$	$m_m=0.702m_{te}$
6	Tish bo'luvchi aylanasi o'rtacha diametri	$d_{m1}=m_m z_1=0.857d_{e1}$ $d_{m2}=0.857d_{e2}$	$d_{m1}=\frac{m_m z_1}{\cos\beta}=0.857d_{e1}$ $d_{m2}=0.85d_{e2}$
7	Tish kallagining balandligi	$h_{ae1}=(1+x_{e1})m_e$ $h_{ae2}=(1-x_{e2})m_e$	$h_{a1}=(1+x_p)m_{te}$; $h_{a2}=(1-x_p)m_{te}$
8	Tish oyoqchani balandligi	$h_{fe1}=(1.2-x_{e1})m_e$ $h_{fe2}=(1+x_{e1})m_e$;	$h_{f1}=(1.25-x_p)m_{te}$ $h_{f2}=(1.25+x_p)m_{te}$
9	Konus uzunligining o'rtacha qiymati	$R_m=R_e-0.5v$	$R_m=R_e-0.5v$
10	Tish uchi konus burchagi	$\varphi_{a1}=\varphi_1+\theta_{a1}$ $\varphi_{a2}=\varphi_2+\theta_{a2}$	$\varphi_{a1}=\varphi_1+\theta_{a2}$; $\varphi_{a2}=\varphi_2+\theta_{a2}$

Konussimon uzatmalarning ilashishida hosil bo'ladigan kuchlar. Tishli g'ildiraklar ishlashganda umumiy kuch F_n tish yo'nalishiga tik ta'sir etadi, bu kuch esa aylanma F_t hamda F_r^1 kuchlarga bo'linadi 3.21-rasm.



3.21-rasm.

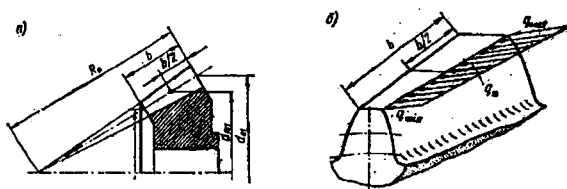
F_r^1 kuch tashkil etuvchilariga ajratilsa, F_r - markazga intiluvchi hamda F_a - bo'ylama hosil bo'ladi.

1. To'g'ri tishli konussimon g'ildiraklar uchun (3.21-rasm) aylanma kuch:

$$\begin{aligned}
 F_t &= 2T_2/d_2 = 2T_2/(0.857d_{e2}) \\
 \text{Yetaklovchi tishli g'ildirakdagi markazga intiluvchi kuch} \\
 (\alpha=20^\circ) F_{r1} &= F_t \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \delta_1 = 0.36 F_{t1} \cdot \cos \delta_1 \\
 \text{Yetaklovchi tishli g'ildirakdagi bo'ylama kuch} \\
 F_{a1} &= F_t \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \delta_1 = 0.36 F_t \cdot \sin \delta_1
 \end{aligned}
 \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} F_t &= 2T_2/d_2 = 2T_2/(0.857d_{e2}) \\ F_{r1} &= F_t \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \delta_1 = 0.36 F_{t1} \cdot \cos \delta_1 \\ F_{a1} &= F_t \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \delta_1 = 0.36 F_t \cdot \sin \delta_1 \end{aligned}} \right\} (3.20)$$

Aylanasiimon tishli g'ildiraklarda:

$$\begin{aligned}
 \text{Yetaklovchi tishli g'ildirak uchun radial kuch } (\alpha=20^\circ, \alpha=35^\circ). \\
 F_{r1} &= F_t (0.44 \cos \delta_1 - 0.7 \sin \delta_1) \\
 \text{Yetaklovchi tishli g'ildirak uchun bo'ylama kuch} \\
 F_{a1} &= F_t (0.44 \sin \delta_1 - 0.7 \cos \delta_1) \\
 \text{Yetaklanuvchi tishli g'ildirakda} \\
 F_{r2} &= F_{a1}, F_{a2} = F_{r1} \text{ bo'ladi.}
 \end{aligned}
 \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} F_{r1} &= F_t (0.44 \cos \delta_1 - 0.7 \sin \delta_1) \\ F_{a1} &= F_t (0.44 \sin \delta_1 - 0.7 \cos \delta_1) \\ F_{r2} &= F_{a1}, F_{a2} = F_{r1} \end{aligned}} \right\} (3.21)$$



3.22-rasm.

3.17-§. Konussimon uzatmalarni egilishdagi kuchlanish bo'yicha hisoblash

G'ildiraklarda tishning ko'ndalang kesimi konus uchidan asosiga tomon ko'ndalang kesim yuzi kattalashib boradi (3.22-rasm). Tekshirishlar shuni ko'rsatadiki, eguvchi kuchlanish tishning uzunligi bo'ylab hamma yerda bir xil bo'ladi. Shuning uchun hisobni hohlagan kesimda olib borish mumkin.

Amalda hisoblashda tishning o'rtasidan o'tadigan kesimdan foydalaniladi.

Bunda silindrsimon uzatmalarni hisoblaganimizdek:

$$\sigma_{F1} = \frac{F_{t1} \cdot K_{F\beta} \cdot Y_F \cdot K_{F\theta}}{\sigma_F \cdot \sigma \cdot m_z (m_u)} \leq [\sigma_{F1}]; \quad \sigma_{F1} = \sigma_{F1} \cdot \frac{Y_{Fa2}}{Y_{F1}} \leq [\sigma_F]. \quad [3.22]$$

Bu yerda: V_F -konussimon g'ildirak tishlarining mustahkamligini silindrsimon g'ildirak tishlarga nisbatan kamligini hisobga oluvchi koeffitsiyent. To'g'ri tishli konussimon g'ildirak uchun $Y_F=0,85$, aylanasiimon tishli g'ildirak uchun quyidagicha olish tavsiya etiladi:

$$N_1, N_2 \text{ bo'lganda } Y_F = 0,94 + 0,08u$$

$$H_1 > 45\text{HRC}, N_2 \leq 350\text{NV bo'lganda } Y_F = 0,85 + 0,043u$$

$$N_1, N_2 > \text{HRC bo'lganda } Y_F = 0,65 + 0,11u$$

$$K_{Fv} \text{-qiymati } < 350\text{NV bo'lganda } -1,2; > 350\text{NV, bo'lganda } -1,1.$$

$$F_t = 2T/d_{m1} - \text{aylanma kuch; } d_{m1} = 0,857d_{e2} - \text{o'rtacha diametr}$$

Y_F - Tish shaklining koeffitsiyenti, uning qiymati g'ildirak tishlarining soni Z ga nisbatan emas balki, tashqi konus yoyilmasidagi (3.18-rasm) aylananing hamma joyi tishlar bilan to'la deb faraz qilinganda hosil bo'ladigan ekvivalent g'ildirakning tishlar soniga nisbatan 3.7-jadvaldan olinadi yoki quyidagicha hisoblanadi:

$$\begin{aligned} d_{k1} &= d_{r1} / \cos \delta_1 & \text{yoki} & & Z_{k1} &= z_1 / \cos \delta_1 \\ d_{k2} &= d_{r2} / \cos \delta_2 & & & Z_{k2} &= z_2 / \cos \delta_2 \end{aligned}$$

Z_k	Siljish koeffitsiyenti x										
	-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	0	+0,1	+0,2	+0,3	+0,4	+0,5
12	-	-	-	-	-	-	-	-	3,9	3,67	3,46
14	-	-	-	-	-	-	4,24	4,0	3,78	3,59	3,42
17	-	-	-	-	4,5	4,27	4,03	3,83	3,67	3,53	3,40
20	-	-	-	4,55	4,28	4,07	3,89	3,75	3,61	3,5	3,39
25	-	4,6	4,39	4,2	4,04	3,9	3,77	3,67	3,57	3,48	3,39
30	4,6	4,32	4,15	4,05	3,9	3,8	3,7	3,62	3,55	3,47	3,40
40	4,12	4,02	3,92	3,84	3,77	3,7	3,64	3,58	3,53	3,48	3,42
50	3,97	3,88	3,81	3,76	3,7	3,65	3,61	3,57	3,53	3,49	3,44
60	3,85	3,79	3,73	3,7	3,66	3,63	3,59	3,56	3,53	3,5	3,46
80	3,73	3,7	3,68	3,65	3,62	3,61	3,58	3,56	3,54	3,52	3,5
100	3,68	3,67	3,65	3,62	3,61	3,6	3,58	3,57	3,55	3,53	3,52

Loyihalanayotgan uzatmaning moduli aniqlashda formulada $F_t = 2T_2/0,857 d_{e2}$, $Y_F \cdot K_{F\beta}/0,857 \approx 7$ qabul qilib quyidagi ifodani olamiz:

$$m_c(m_{te}) = \frac{14T_2 \cdot K_{F\beta}}{v_F \cdot d_{e2} \cdot \sigma \cdot [\sigma_F]}^{MM} \quad [3.23]$$

3.18-§. Konussimon uzatmalarni kontakt kuchlanish bo'yicha hisoblash

Bu uzatmalar ham kontakt kuchlanishga Gerts formulasi asosida hisoblanadi.

$$\sigma_N = Z_M \sqrt{\frac{q}{\rho_k}} \quad [3.24]$$

Formulada keltirilgan radius qiymati tishning o'rta kesimiga nisbatan quyidagicha aniqlanadi.

$$\frac{1}{\rho_k} = \frac{1}{\rho_1} + \frac{1}{\rho_2} = \frac{2 \cos \delta_1}{d_{m1} \sin \alpha} + \frac{2 \cos \delta_2}{d_{m2} \sin \alpha} = \frac{2}{d_{m1} \sin \alpha} \left(\cos \delta_1 + \frac{\cos \delta_2}{u} \right)$$

Trigonimetrik funktsiyalarning o'zaro munosabatini hamda $u = \operatorname{tg} \delta_2$ ekanligi e'tiborga olib quyidagilarni yozish mumkin:

$$\cos \delta_2 = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \delta_2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + u^2}}; \quad \cos \delta_1 = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \delta_1}} = \frac{1}{\sqrt{1 + u^2}}$$

$\cos \delta_1$, $\cos \delta_2$ qiymatlarni formulaga qo'yib quyidagi ifoda olinadi:

$$\frac{1}{\rho_k} = \frac{2\sqrt{u^2 + 1}}{d_{m1} \cdot u \cdot \sin \alpha}$$

Tekshirishlar shuni ko'rsatadiki, tish sirtining egrilik radiusi, unga tushadigan kuch, konus uchidan uzoqlashgan sari proporsional ravishda o'zgarib boradi (3.22-rasm). Shuning uchun tishning uzunligi bo'yicha hamma nuqtalarda kuchlanish bir xil bo'ladi. Bu holda g'ildirakning o'rta diametriga ta'sir qiluvchi solishtirma yuklanish quyidagicha ifodalanadi:

$$q_{ur} = \frac{q_{min} + q_{max}}{2} = \frac{F_t \cdot k_H}{b \cdot \cos \alpha}; \quad z_M = 275 \text{ MPa}^{1/2}; \quad q, \rho_k \text{ qiymatlari [3.24] formulaga qo'yib}$$

$$\sigma_N = z_M \sqrt{\frac{F_t \cdot k_H}{b \cdot \cos \alpha} \cdot \frac{2}{d_{m1} \cdot \sin \alpha} \cdot \frac{\sqrt{u^2 + 1}}{u}} \leq [\sigma_H]$$

ifodani soddalashtirsak, ya'ni $\cos \alpha \cdot \sin \alpha = 0.5 \sin 2\alpha$, bunda

$$z_H = \sqrt{\frac{2}{\sin 2\alpha}}; \quad \alpha = 20^\circ \quad \text{bo'lganda} \quad z_H = 1,17;$$

$$d_{m1} = \frac{d_{e2}}{u} = \frac{d_{e2}(R_e - 0.5b)}{R_e \cdot u} = \frac{d_{e2}(1 - 0.5k_{be})}{u};$$

$$F_t = \frac{2T_1}{d_{m2}} = \frac{2T_2}{d_{m1} \cdot u}; \quad b = k_{be} \cdot R_e = \frac{k_{be} \cdot 0.5 \cdot d_{e2}}{\cos \delta_1} = \frac{k_{be} \cdot 0.5 \cdot d_{e2} \cdot \sqrt{u^2 + 1}}{u}$$

$$k_{be} = b/R_e = 0,285$$

$$\text{natijada, } \sigma_N = 2,12 \cdot 10^3 \sqrt{\frac{T_2 \cdot u \cdot k_{H\beta}}{d_{e2}^3 \cdot v_H}} \text{ MPa} \quad [3.25]$$

Formula yordamida kontakt kuchlanishning hisobiy qiymati aniqlanadi. Uzatmani loyihalash uchun esa bu formulani yetaklanuvchi g'ildirak diametriga nisbatan yechib quyidagi ifoda olinadi:

$$d_{e2} = 165 \sqrt[3]{\frac{T_2 \cdot k_{H\beta} \cdot u}{[\sigma_H]^2 \cdot v_H}} \text{ mm} \quad [3.26]$$

bu yerda: T_2 - yetaklanuvchi tishli g'ildirak uzatayotgan burovchi moment, Nmm; i - uzatmaning uzatish soni; $[\sigma_H]$ - kontakt kuchlanishning joiz qiymati, MPa; $k_{H\beta}$ - yuklanishni g'ildirak tish eni bo'yicha notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffitsiyent qiymati yuqorida berilgan; φ_n - konussimon g'ildirak tishlarini silindrsimon g'ildirak tishlariga nisbatan mustahkamligini belgilovchi koeffitsiyent. To'g'ri tishli konussimon g'ildiraklar uchun $\varphi_n = 0,85$, aylanasion tishli g'ildiraklar uchun quyidagicha olinadi:

Tish yuzasining qattiqligi	φ_n
$NV_2 < 350, NB_1 < 350$	1.85
$NV_2 < 350, NRC_1 \geq 45$	1.5
$NRC_2 \geq 45, NRC_1 \geq 45$	1.3

Aniqlangan d_{e2} qiymat standart bo'yicha yaxlitlanib olinadi, ya'ni: 50; (56); 63; (71); 80; (90); 100; (112); 125; (140); 160; (180); 200; (225); 250; 280; 315; 355; 400; 450; 500: Qavs ichida berilgan sonlarni iloji bo'lsa ishlatilmaydi.

Hisoblashlar shuni ko'rsatadiki, aylanasiimon tishli g'ildiraklarning kontakt kuchlanishi bo'yicha mustahkamligi 1,4–1,5 marta katta.

SAVOL VA TOPSHIRIQLAR

1. Uzatma turlari va ishlatilishi.
2. Mexanik uzatmalarning asosiy xarakteristikalar.
3. Silindrsimon va konussimon tishli g'ildiraklarning geometrik o'lchamlari.
4. Ilashish chizig'i deganda nimani tushunasiz
5. Qoplanish koeffitsiyenti deganda nimani tushunasiz.
6. Tishli g'ildiraklarning yyeyilish turlari
7. Silindrsimon tishli g'ildiraklarni ilashishda hosil bo'lgan kuchlar.
8. Konussimon tishli g'ildiraklarni ilashishda hosil bo'lgan kuchlar.
9. Kontakt kuchlanishlar qanday sikl bilan o'zgaradi?
10. Tishli gildiraklar qanday materiallardan tayyorlanadi.

Masala: yopiq silindrsimon uzatma loyihalansin. Uzatmada aylanuvchi moment

$$T_2 = 439 \text{ Нм}, \text{ yetaklanuchi valning aylanish soni};$$

$$n_2 = 100 \text{ мин}^{-1}, \text{ uzatish soni}; \quad u = 2.8, \text{ ishlash muddati};$$

$$L_n = 10000 \text{ c}.$$



Masalaning yechimi:

1. Uzatma tishli g'ildiraklari uchun material tanlanadi.

Material sifatida yetaklovchi va yetaklanuvchi tishli g'ildiraklar uchun 45xn markali po'lat material tanlab, termik qayta ishlash yaxshilanish va yu.ch.t. yordamida toblashni tanlaymiz. Bunda tish yuzasining qattiqligi (45-56) HRC.

2. Ruxsat etilgan $[\sigma_n]$, $[\sigma_f]$ kuchlanishlar qiymati yetaklovchi va yetaklanuvchi tishli g'ildiraklar uchun alohida-alohida aniqlanadi.

a) Yetaklanuvchi tishli g'ildirak uchun $[\sigma_n]$.-

$$[\sigma_n]_2 = K_{H2} \cdot [\sigma_{H0}] \text{ МПа.} \quad [\sigma_{H0}] = 14 \text{ HRC}_{\text{yp}} + 170 \text{ МПа},$$

bunda: $[\sigma_{no}] = 14 HRC_{yp} + 170 = 14 \cdot 48 + 170 = 828 \text{ MPa}$.

$$HRC_{yp} = \frac{(45 + 56)}{2} = 50,5 = 495 HB$$

$$K_{HL2} = \sqrt[6]{\frac{N_{no}}{N_2}} \leq K_{HL, \max} = 1,8,$$

bunda: $N_{no} = (HB_{yp})^3 = (495)^3 = 121 \cdot 10^6 \text{ yuksl}$.

$$N_2 = 575 w_2 L_h = 573 \cdot 10 \cdot 46 \cdot 10000 = 60 \cdot 10^6 \text{ yuksl},$$

$$\omega_2 = \frac{m_2}{30} = \frac{3 \cdot 14 \cdot 100}{30} = 10,46 \text{ c}^{-1}.$$

Natijada, $K_{HL2} = \sqrt[6]{\frac{121 \cdot 10^6}{60 \cdot 10^6}} = 1,12 < K_{HL, \max}$ shart bajarildi.

Formulaga $[\sigma_{no}]_2$ hamda K_{no2} qiymatlarni qo'yib, quyidagi ifodani olamiz.

$$[\sigma_n]_2 = 1,12 \cdot 828 = 927 \text{ MPa}$$

b) Yetaklovchi tishli g'ildirak uchun

$$[\sigma_n]_1 = K_{HL1} \cdot [\sigma_{no}]_1 \text{ MPa}$$

bunda: $[\sigma_{no}]_1 = [\sigma_{no}]_2 = 927 \text{ MPa}$

$$K_{HL1} = \sqrt[6]{\frac{N_{no}}{N_1}} < K_{HL, \max} = 1,8$$

bunda: $N_{no} = 121 \cdot 10^6 \text{ yuksl}$. $N_1 = N_2 \cdot u_f = 60 \cdot 10^6 \cdot 2,8 = 168 \cdot 10^6 \text{ yuksl}$,

natijada, $K_{HL1} = \sqrt[6]{\frac{121 \cdot 10^6}{168 \cdot 10^6}} = 1,0$ chunki $N_{no} < N_1$ bo'lganda $K_{HL1} = 1,0$ qabul qilinadi.

$K_{no1}, [\sigma_{no}]_1$ - qiymatlarni formulaga qo'yib, quyidagi ifodani olamiz.

$$[\sigma_n]_1 = 1,0 \cdot 828 = 828 \text{ MPa}$$

v) Yetaklanuvchi tishli g'ildirak uchun $[\sigma_F]_2$

$$[\sigma_F]_2 = K_{FL2} \cdot [\sigma_{Fo}] \text{ MPa}$$

bunda: $K_{FL2} = \sqrt[9]{\frac{N_{Fo}}{N_2}} \leq 1,63$; $N_{Fo} = 4 \cdot 10^6 \text{ yuksl}$, $N_2 = 60 \cdot 10^6 \text{ yuksl}$, $N_2 > N_{Fo}$

bo'lganligi uchun $K_{FL2} = 1,0$. $[\sigma_{Fo}] = 310 \text{ MPa}$.

Natijada, $[\sigma_F]_2 = 1,0 \cdot 310 = 310 \text{ MPa}$

g) Yetaklovchi tishli g'ildirak uchun $[\sigma_F]_1$

$$[\sigma_F]_1 = K_{F1} \cdot [\sigma_{Fo}] \text{ MPa}$$

Bunda: $K_{F1} = \sqrt[9]{\frac{N_{Fo}}{N_1}} = \sqrt[9]{\frac{4 \cdot 10^6}{168 \cdot 10^6}} = 1,0$; $[\sigma_{Fo}] = 310 \text{ MPa}$.

Natijada, $[\sigma_F]_1 = 1,0 \cdot 310 = 310 \text{ MPa}$

3) O'qlararo masofa.

$$a_w = Ka(1+u) \sqrt{\frac{K_{\alpha\beta} \cdot T_2 \cdot 10^3}{\psi_a \cdot u^2 \cdot [\sigma_a]}} \text{ mm}$$

bunda: $K_a = 43, T_2 = 439 \text{ HM}, u = 2.8, [\sigma_a]_2 = 828 \text{ MPa}$; $K_{H\beta} = 1 + \frac{2\psi_d}{s} \leq 2.0$;

$$\psi_d = 0.5\psi_a \cdot (u+1) = 0.5 \cdot 0.315(2.5+1) = 0.55;$$

$$\psi_a = 0.315, s = 8.0.$$

Natijada, $K_{\alpha\beta} = 1 + \frac{2 \cdot 0.55}{8} = 1.15$

Aniqlangan, tanlangan qiymatlarni formulaga qo'yib, quyidagi ifodani olamiz:

$$a_w = 43(1+2.8) \sqrt{\frac{1.15 \cdot 439 \cdot 10^3}{0.315 \cdot (2.8)^2 \cdot (828)^2}} = 108 \text{ mm}$$

Aniqlangan qiymatni yaxlitlab $a_w = 112 \text{ mm}$ qabul qilamiz.

4) Yetaklanuvchi tishli g'ildirak bo'luvchi aylanasi o'lchami.

$$d_2 = \frac{2a_w u}{(u+1)} = \frac{2 \cdot 112 \cdot 2.8}{(2.8+1)} = 165.0 \text{ mm}$$

5) Yetaklanuvchi tishli g'ildirak eni.

$\sigma_2 = \psi_a \cdot a = 0.315 \cdot 112 = 35.28 \text{ mm}$. Aniqlangan qiymat yaxlitlab $\sigma_2 = 35 \text{ mm}$ qabul qilamiz.

6) Yetaklovchi tishli g'ildirak eni.

$\sigma_1 = 1.12 \cdot \sigma_2 = 1.12 \cdot 35 = 39.27 \text{ mm}$. Aniqlangan qiymat yaxlitlab $\sigma_1 = 40 \text{ mm}$ qabul qilamiz.

7) Ilashish moduli.

$$m \geq \frac{2 \cdot K_m \cdot T_2 \cdot 10^3}{d_2 \cdot \sigma_2 \cdot [\sigma_F]} \text{ mm},$$

bunda: $K_m = 5.8, T_2 = 439 \text{ HM}, d_2 = 165.0 \text{ mm}, \sigma_2 = 32 \text{ mm}, [\sigma_F] = 310 \text{ MPa}$.

Natijada: $m = \frac{2 \cdot 5.8 \cdot 439 \cdot 10^3}{165.0 \cdot 32 \cdot 310} = 3.11 \text{ mm}$. Aniqlangan qiymat yaxlitlanib $m = 3.0 \text{ mm}$

qabul qilamiz.

$maF_{voa}F_{voo}mm$

8. G'ildirak tishlarining qiyalik burchagi hamda uzatma g'ildiraklarining tishlar soni.

a) Qiyalik burchagi.

$$\beta_{\min} = \arcsin \frac{4m}{\sigma_2} = \arcsin \frac{4 \cdot 3.0}{35} = 20^\circ 3'$$

b) Uzatma tishlar soning umumiy qiymati.

$$Z_{\Sigma} = \frac{2a_w \cdot \cos \beta_{\min}}{m} = \frac{2 \cdot 112 \cdot 0.9394}{3.0} = 70.0$$

v) Qiyalik burchagining hisobiy qiymati.

$$\beta = \arccos\left(\frac{Z_{\Sigma} \cdot m}{2a_w}\right) = \arccos\left(\frac{70 \cdot 3.0}{2 \cdot 112}\right) = 20^{\circ}22'$$

9. Yetaklovchi va yetaklanuvchi g'ildirak tishlar soni.

$$z_1 = \frac{z_{\Sigma}}{(u+1)} = \frac{70}{(2.8+1)} = 18.4 \approx 18.0$$

$$z_2 = z_{\Sigma} - z_1 = 70 - 18 = 52$$

10. Uzatish sonini hisobiy qiymati.

$$u_x = \frac{z_2}{z_1} = \frac{52}{18} = 2.88 \quad \Delta u = \frac{|u_{\phi} - u|}{u} \cdot 100 = \frac{2.8 - 2.88}{2.8} \cdot 100 = 2.8\% < [4\%] \text{ shart bajariladi.}$$

11. Tishli g'ildiraklarning geometrik o'lchamlari.

a) Tish bo'luvchi aylanasi o'lchami

$$d_1 = \frac{mz_1}{\cos \beta_1} = \frac{3.0 \cdot 18}{0.9375} = 57.6 \text{ mm},$$

$$d_2 = \frac{mz_2}{\cos \beta_2} = \frac{3.0 \cdot 52}{0.9375} = 166.4 \text{ mm},$$

$$a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{57.6 + 166.4}{2} = 112 \text{ mm}.$$

b) Tashqi aylanasi o'lchami.

$$d_{a1} = d_1 + 2m = 57.6 + 2 \cdot 3.0 = 63.4 \text{ mm},$$

$$d_{a2} = d_2 + 2m = 166.4 + 2 \cdot 3.0 = 172.4 \text{ mm},$$

v) Tish osti aylanasi o'lchami.

$$d_{f1} = d_1 - 2.5m = 57.6 - 2.5 \cdot 3 = 50.1 \text{ mm}$$

$$d_{f2} = d_2 - 2.5m = 166.4 - 2.5 \cdot 3 = 158.9 \text{ mm}$$

12. Eguvchi kuchlanishni hisobiy qiymati.

a) Yetaklanuvchi tishli g'ildirak uchun.

$$\sigma_{F2} = \frac{Y_{\beta} \cdot K_{Fa} \cdot K_{Fv} \cdot K_{F\beta} \cdot Y_{F2} \cdot F_t}{\theta_2 \cdot m} \text{ MPa}$$

$$\text{bunda: } v = \frac{\pi d_2 \cdot n_2}{60000} = \frac{3.14 \cdot 166.4 \cdot 100}{60000} = 0.87 \text{ m/c}$$

Yopiq uzatma uchun 7-klass aniqlik darajasini belgilaymiz, jadvaldan $K_{Fa} = 0.81$ tish yuzasining qattiqligi ≥ 350 bo'lganligi uchun

$K_{Fv} = 1.1$; $K_{F\beta} = 1 + \frac{1.5\psi_d}{S} \leq 1.7$. Uzatmaning tezligi $v < 15 \text{ m/c}$ bo'lganda

$$K_{F\beta} = 1.0; Y_{\beta} = 1 - \frac{\beta}{140} = 1 - \frac{20^{\circ}}{140} = 1.13; Z_{\Sigma} = \frac{Z_2}{\cos^3 \beta} = \frac{52}{0.824} = 63 \text{ bo'lganda } Y_{F2} = 3.62$$

$$F_t = \frac{2T_2}{d_2} = \frac{2 \cdot 439 \cdot 10^3}{166.4} = 5276 \text{ H};$$

Aniqlangan va tanlangan qiymatlarni yuqoridagi formulaga qo'yib, quyidagi ifodani olamiz.

$$\sigma_{F2} = \frac{0.81 \cdot 1.1 \cdot 1.0 \cdot 1.13 \cdot 3.62 \cdot 5276}{35 \cdot 3.0} = 202.2 \text{ MPa} < [\sigma_{F3}]_2 \text{ shart bajariladi.}$$

b) Yetaklovchi tishli g'ildirak uchun.

$$\sigma_{F1} = \sigma_{F2} \frac{Y_{F2}}{Y_{F1}} = 202 \cdot \frac{3.62}{3.95} = 185 \text{ MPa} < [\sigma_F]_1 \text{ shart bajariladi.}$$

Bunda: $Z_{1K} = \frac{Z_1}{\cos^3 \beta} = \frac{18}{(0.9375)^3} = 23$ bo'lganda $\gamma_{F1} = 3.95$.

13. Kontakt kuchlanishning hisobiy qiymati.

$$\sigma_H = 376 \sqrt{K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{H\gamma} \cdot \frac{F_t(u+1)}{d_1 \cdot e_2}} \text{ MPa}$$

Bunda: $K_{H\alpha} = 1.1$; G'ildirak tishlarining qattiqligi $> 350 \text{ HB}$ bo'lganda $K_{H\beta} = 1.1$; $K_{H\gamma} = 1.15$; $F_t = 5276 \text{ H}$; $d_1 = 166.4 \text{ mm}$; $e_2 = 35 \text{ mm}$;

Qiymatlarni formulaga qo'yib, quyidagi ifodani olamiz.

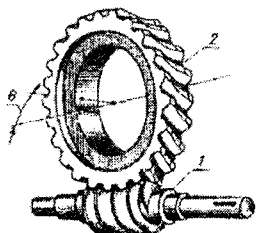
$$\sigma_H = 376 \sqrt{\frac{1.1 \cdot 1.1 \cdot 1.15 \cdot 5276 \cdot (3.0 + 1)}{166.4 \cdot 35}} = 820 \text{ MPa} < [\sigma_H] \text{ shart bajarildi.}$$

IV bob. CHERVYAKLI UZATMALAR

4.1-§. Umumiy ma'lumotlar

Chervyakli uzatmalar bu kinematik juft bo'lib, chervyak va chervyakli g'ildiraklardan iborat, o'qlari esa o'zaro ayqash holda joylashgan, 4.1-rasm.

Ayqash burchakning qiymati har xil bo'lishi mumkin, biroq amalda, u asosan 90° . Chervyakli uzatmaning ishlash printsipti vintli juftni ishlashiga o'xshash bo'ladi. **Afzalliklari:** bir pog'onali uzatmada uzatish soni kinematik uzatmalar uchun $u=500$ gacha, quvvat uzatadigan uzatmalarda; $u=8-80$ gacha bo'lib eng katta qiymati 120 gacha bo'lishi mumkin; ravon va shovqinsiz ishlaydi; o'z-o'zidan to'xtaydigan qilib tayyorlash mumkin (bunday uzatmalarda f.i.k 50% dan kam).



4.1-rasm.

Kamchiliklari: f.i.k. nisbatan kichik ($\eta=0.7+0.92$); uzatiladigan quvvatning qiymati chegaralangan $-50+60$ kVt; uzatma to'xtovsiz ishlaganda qizib ketishi; rangli materiallarni ishlatilishi.

Lekin shu yuqorida ko'rsatilgan kamchiliklardan qat'iy nazar bu uzatmalar xalq xo'jaligida ko'p ishlatiladi.

Chervyakli uzatmalarning uzatish soni qiymatini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$u_z = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1},$$

bunda: n_1, n_2 – chervyak va chervyakli g'ildiraklarning aylanish soni;

z_1 – chervyakning kirmirlar soni;

z_2 – chervyakli g'ildirak tishlari soni.

Xalq xo'jaligida asosan silindrsimon chervyakli uzatmalar ishlatiladi. Bu uzatmalarda o'qlararo masofa a uzatmaning moduli m hamda uzatish soni u ning qiymatlari GOST asosida standartlashgan.

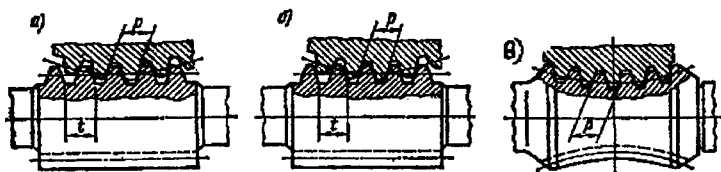
O'qlararo masofa a , mm

- 1- qator: 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500 mm.
 2- qator: 140; 180; 225; 280; 335; 450 mm. Modul m , mm.
 m -2,25;(3), 3,15; (3,5)4,5; (6) (6,3) (7), 8; 10; (12); 12,5; (14); 16; 20.
 Uzatish soni u .
 1- qator: 8, 10, 12,5 , 16, 20, 25, 31,5, 40, 50, 63, 80.
 2- qator: 9, 11,2 , 14, 18, 22,4 , 28, 35,5 , 45, 56, 71.

4.2-§. Chervyak va chervyakli g'ildirakning geometrik o'lchamlari

Chervyakli uzatmalarda ham silindrsimon uzatmalardek boshlang'ich va tish bo'luvchi aylanasining o'lchamlari bo'ladi, bunda $d_{\omega 1}$, $d_{\omega 2}$ —chervyak va chervyakli g'ildiraklarning boshlang'ich diametrlari; d_1 , d_2 -tish bo'luvchisining korrektsiya ishlatilmaganda $d_{\omega 1}=d_1$, $d_{\omega 2}=d_2$.

Chervyak. Chervyak bu rezbali vint bo'lib silindrik (arximed), konvolyuta, evaolventa, globoid shaklda bo'lishi mumkin, 4.2-rasm. Agar chervyak o'z o'qiga tik tekislik bilan kesilganda hosil bo'lgan iz trapetsiyaga o'xshash bo'lsa (en tomoni qaralganda o'ramlar arximed o'ramiga o'xshaydi), arximed chervyak deb ataladi (4.2a-rasm). Hosil bo'lgan shaklning izi qisqartirilgan yoki cho'zilgan evolventaga o'xshash bo'lsa, bunday chervyak konvolyutali chervyak (4.2b-rasm) deyiladi. Globoidli chervyak bu vint ko'rinishida bo'lib, tor (globoid) yuzaga kesilgan o'ramadan iborat bo'ladi. Globoid chervyakli (4.2v-rasm.) uzatmalarning tashqi o'lchamlari silindrtsimon chervyakli uzatmaga o'xshash bo'lsa ham, bu uzatmalar nisbatan katta yuklanishga chidamli bo'ladi, lekin issiqlik chiqarish nisbatan katta, hamda globoidli chervyak bilan chervyakli g'ildirakni nisbatan yig'ish qiyin bo'lganligi tufayli bu uzatmalar kam ishlatiladi.



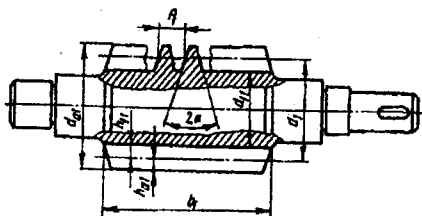
4.2-rasm.

Chervyaklarni bir-biridan ajratish uchun quyidagi shartli belgilar qabul qilingan: ZA-arximed chervyak; ZN-konvolyutali chervyak; ZX-evolventali chervyak.

Chervyak o'ramining qadami P_x , bu yonma-yon joylashgan o'ramlardagi bir xil nuqtalar orasidagi masofa. Shu qadamning π ga nisbati modul deyiladi, yani $m = P_x / \pi$.

Chervyak ham vintga o'xshab bir kirimli va ko'p kirimli qilib tayyorlanishi mumkin. Chervyakdagi kirimlar soni Z_1 bilan belgilanadi, uning qiymati $Z_1 = 1, 2, 4$ bo'ladi.

Chervyak bir aylangandagi o'tgan masofa bu o'ram qadamining chervyak kirim soniga ko'paytmasiga teng, ya'ni $l = P_x \cdot Z_1$. Chervyak o'rami bo'lish diametrining modul bilan ifodasi $d_l = m \cdot q$ (4.3-rasm). q -- chervyakning diametr koeffitsiyenti bo'lib, bo'lish diametridagi modullar sonini bildiradi, uning qiymati 4.1-jadvaldan modullar soniga nisbatan tanlanadi.



4.3-rasm.

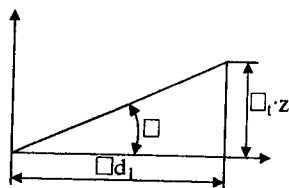
Bunda, $q = 0.25 \cdot Z$ deb tanlash tavsiya etiladi, chunki q ning qiymati ortishi bilan uzatmaning FIK qiymati pasayadi, aks holda esa chervyakning egilishdagi bikrligi kamayadi. Shuning uchun $q_{min} \geq 0.212 \cdot Z_2$ shart bajarilishi kerak.

Bo'lish diametri bo'yicha chervyak o'rami-ning ko'tarilish burchagini γ ni aniqlash mumkin (4.3a-rasm);

$$\operatorname{tg} \gamma = (P_t \cdot z_i) / (\pi \cdot d_i) = \pi m \cdot z_i / \pi \cdot m \cdot q = z_i / q. \quad [4.2]$$

yoki jadvaldan tanlash mumkin.

Demak, chervyak diametri koeffitsiyenti-ning qiymati oshishi bilan o'ramning ko'tarilish burchagi kamayadi, natijada vint-gayka nazariyasiga asosan uzatmaning f.i.k kamayadi.



4.3a-rasm.

Chervyak o'ramining bo'luvchi diametri bo'yicha tish kallagining balandligi $ha_1 = ha_2 = m$; Tish oyqchasining balandligi $hf_1 = hf_2 = 1.2 m$;

Chervyakning tashqi diametri $d_{a1}=d_1+2h_{a1}=d_1+2m$; chervyakning o'ram osti diametri $d_{r1}=d_1-2h_{r1}=d_1-2,4m$.

4.1-jadval

m, mm	Q	m, mm	q
2	8;10;(12);12.5; 16;20	(7)	(12)
2.5	8;10;(12);12.5; 16;20	8	8;10;12.5; 16;20
(3)	(10);(12);	10	8;10;12.5; 16;20
3.15	8;10;12.5; 16;20	(12)	(10 ^{xx})
3.5	10;(12 ^x);(14 ^x)	12.5	8;10;12.5; 16;20
4	8;(9);10;(12 ^x);12.5; 16;20	(14)	8 ^{xxx}
5	8;10; 12.5; 16;20	16	8;10;12.5; 16;
(6)	(9);10	20	
6.3	8;10;12.5;14; 16;20		
^x $Z_1=1$ bo'lganda qavs ichidagi qiymatlar iloji boricha ishlatilmaydi. ^{xx} $Z_1=1,2$ bo'lganda ^{xxx} $Z_1=2$ bo'lganda			

Chervyakli g'ildirakning asosiy geometrik o'lchamlaridan biri tish bo'luvchi aylanasi o'lchami $d_2=mz_2$ bunda; z_2 -chervyakli g'ildirak tishlar soni. Quvvat uzatadigan uzatmalar uchun $z_{2min}=26-28$. Asosan $z_2=32-63$ olinadi, lekin $z_2<80$ bo'lishi kerak z_2 ning qiymati oshishi bilan chervyakli g'ildirak diametri kattalashadi, tayanchlar o'rtasidagi masofa oshadi, bu esa chervyakning deformatsiyasini oshirish mumkin.

G'ildirak tishlarining balandligi, oyqchasining va kallagini balandligi $h_{a2}=m$;

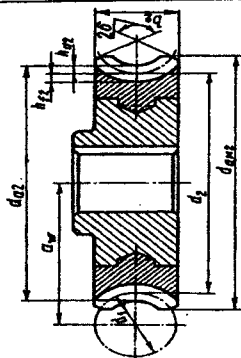
$$h_{r2}=1,2 m. \quad [4.3]$$

G'ildirakning diametrlari siljish koeffitsienti ishlatilmaganda:

$$d_2=mz_2, d_{a2}=d_2+2m, d_n=d_2-2,4m.$$

Chervyakli g'ildirakning eng katta tashqi diametri chervyakning kirim soniga nisbatan $2\gamma=100^\circ$ bo'lganda quyidagicha aniqlanadi:

Z_1	1	2	4
d_{aT2}	$\leq d_{a2}+2m$	$\leq d_{a2}+1,5m$	$\leq d_{a2}+m$
b_2	$\leq d_{a2}+2m$		$\leq 0,67d_{a1}$



4.4-rasm.

Chervyakli g'ildirakning siljish ko'effitsiyenti

Siljitish ko'effitsiyentini ishlatishdan maqsad o'qlararo masofa qiymati standart qiymatga ega bo'lishini, nostandart yopiq uzatmalarda esa o'qlararo masofani butun son bo'lishini ta'minlashdir.

Siljish ko'effitsiyenti faqat chervyakli g'ildiraklar uchun ishlatiladi. Bunda o'qlararo masofa qiymati aniqlangach, siljish ko'effitsiyenti quyidagicha bo'ladi:

$$X = a_w / m - 0,5(q + z_2) \\ \text{yoki } a_w = 0,5(q + z_2 + 2x).$$

Siljish ko'effitsiyenti ishlatilganda g'ildirak diametri quyidagicha aniqlanadi:

$$d_{a2} = d_2 + 2m + 2xm \quad d_{f2} = d_2 - 2,4m + 2xm. \quad [4.4]$$

G'ildirakning qolgan o'lchamlari o'zgarmaydi. G'ildirak tishlarining kesishish jarayonida tish osti kesilmasligi hamda tish uchi uchqur bo'lmasligi uchun siljish ko'effitsiyentining qiymati $X = \pm 0,7$ bo'lishi kerak (kamdan-kam $\pm 1,0$).

Uzatmaning aniqlik darajasi. Chervyakli uzatmalar uchun standart asosida 12 ta aniqlik daraja belgilangan. Bunda chervyakli uzatmalarda yuqori darajada kinematik aniqlikni ta'minlash uchun 3,4,5,6 hamda quvvat uzatish uchun esa 5,6,7,8,9 aniqlik darajalar tavsiya etiladi.(4.3 jadval).

(4.3 jadval)

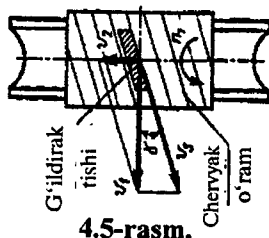
Aniqlik darajasi	Sirpanish tezligi, m/s	Chervyak va chervyakli g'ildiraklarga ishlov berish	Ilova
7	≤ 10	Chervyak toblangan hamda ishlov berib yuzasi silliqlangan. Chervyakli g'ildirak tishlar yuzasi silliqlangan chervyakli freza yordamida kesiladi.	Katta tezlik bilan shovqinsiz harakatlanuvchi uzatmalar.
8	≤ 5	Chervyak o'ramlari silliqlanmagan ishqalanish yuzasining qattiqligi $\geq 350\text{HB}$. Chervyakli g'ildirak tishlar yuzasi silliqlangan. Chervyakli freza yordamida kesilgan.	O'rtacha tezlik bilan nisbatan kam shovqin chiqaradigan uzatmalar.
9	2	Chervyak o'ramlarining ishchi yuzasi silliqlanmagan qattiqligi	Vaqt-vaqti bilan ishlaydigan sekin

		<350HB. Chervyakli g'ildirak tishlarini har qanday yo'llar bilan kesilsa bo'ladi.	harakatlanuvchi hamda dastaki yrdamida harakatga keltiruvchi uzatmalar.
--	--	---	---

Chervyakli uzatmalarda chervyak va chervyakli g'ildirak ilashish jaraenida o'zaro o'q bo'yicha siljitib o'ratilishi, o'qlararo masofa-dagi (tayyorlash jarayonida) noaniqliklar uzatma ishga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun bu qiymatlar uchun chekli chegara qiymatlari har bir aniqlik daraja uchun aniq belgilangan.

Chervyakli uzatmalarda sirpanish tezligi. Chervyakli uzatmalarda harakat chervyak o'ramlarining chervyakli g'ildirak

tishlari bo'yicha vintli juftdek sirpanish natijasida amalga oshadi, bunda v_1, v_2 aylanma tezliklarning yo'nalishi orasidagi burchak 90° bo'ladi 4.5-rasm Sirpanish tezligi v_c chervyakning vint chizig'iga urinma ravishda yo'nalgan bo'ladi. Uning qiymatini chervyakli va g'ildirak aylanma tezliklarining qiymatlaridan foydalanib aniqlash mumkin.



$$v_c = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = v_1 / \cos \gamma; \quad v_1 = \frac{\pi d_1 n_1}{60}; \quad v_2 = \frac{\pi d_2 n_2}{60}; \quad \frac{v_2}{v_1} = \tan \gamma \quad [4.16]$$

bunda v_1, v_2 - chervyak va g'ildirakning aylanma tezligi, m/c; d_1, d_2 - chervyak va g'ildirakning tish bo'luvchisining aylanasi, mm; v_c - sirpanish tezligi, m/s; γ - chervyak o'ramining ko'tarilish burchagi.

Sirpanish tezligining oshishi bilan yyeyilish oshadi, F.I.K pasayadi, uzatmani moylash qiyinlashadi, bunda γ ning oshishi bilan v_s qiymati ham oshadi, shuning uchun γ ning qiymati chegaralangan $\gamma < 30^\circ$.

Uzatmani loyihalashda sirpanish tezligining taxminiyl qiymatini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$v_c \approx \frac{4,5 n_1}{10^4} \sqrt{T_1} \text{ m/c} \quad [4.17]$$

bunda n_1 - chervyakning aylanish soni, min^{-1} ;

T_1 - chervyakning g'ildirak validagi burovchi momenti, N.m.

Uzatmaning f.i.k. Chervyakli uzatmaning f.i.k. vintli juftning f.i.k.ga o'xshatib aniqlash mumkin, bunda chervyak o'ramining chervyakli g'ildirak tishi bo'yicha sirpanishni, gaykaning rezbasini vintning rezbasi bo'yicha sirpanish deb qarash mumkin. Natijada chervyakli uzatmada chervyak yetaklovchi bo'lganda f.i.k. quyidagicha aniqlanadi:

$$\eta = (0,95 \div 0,96) \frac{\text{tg} \gamma}{\text{tg}(\gamma + \rho')} \quad [4.18]$$

Bu yerda: (0,95÷0,96)-uzatma g'ildiraklarning qutisiga qo'yilgan yg'ni kesib o'tishda ishqalanishni yengish uchun sarf bo'lgan qo'shimcha qiymati;

γ - chervyak o'ramining ko'tarilish burchagi;

ρ' -keltirilgan ishqalanish burchagi, qiymati jadvaldan olinadi;

f-keltirilgan ishqalanish koeffitsiyenti.

4.4-jadval

$v_c, \text{m/c}$	F	ρ'	$v_c, \text{m/c}$	f	ρ'
0,01	0,11÷0,12	6°17'...6°51'	2,5	0,03÷0,04	1°43'...2°17'
0,1	0,08÷0,09	4°31'...5°09'	3,0	0,029÷0,035	1°36'...2°00'
0,25	0,065÷0,75	3°43'...4°17'	4,0	0,023÷0,03	1°26'...1°43'
0,5	0,055÷0,065	3°09'...3°43'	7,0	0,018÷0,026	1°02'...1°29'
1,0	0,045÷0,035	2°35'...3°09'	10,0	0,016÷0,024	0°55'...1°22'
1,5	0,04÷0,05	2°17'...2°51'	15	0,014÷0,02	0°48'...1°09'
2,0	0,035÷0,045	2°00'...2°35'			

Sirpanish tezligini v_c ning oshishi bilan ρ' ning qiymat kamayadi (4.4-jadval) chunki chervyak va chervyak g'ildirak ilashishda moy qatlami bo'lishi mumkin. F.i.k. qiymati chervyakning kirim soni oshishi (γ -qiymati oshadi) hamda ishqalanish koeffitsiyenti yoki ishqalanish burchagi ρ' ning qiymati kamayishi bilan oshadi. Chervyakli g'ildirak yetaklovchi bo'lganda FIK qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$\eta \frac{\text{tg}(\gamma - \rho')}{\text{tg} \gamma} = \gamma \leq \rho' \text{ bo'lganda } \eta = 0 \text{ bo'lib, harakat to'xtaydi, ya'ni o'z-}$$

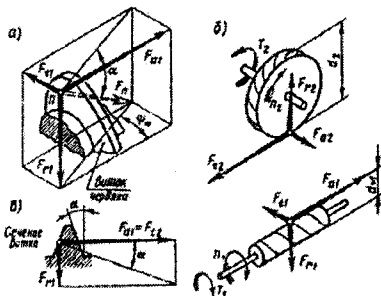
o'zidan to'xtaydigan uzatma hosil bo'ladi. Bunday uzatmalar yuk ko'taruvchi mexanizmlarda ishlatiladi. Uzatmani hisoblashda f.i.k. ning

taxminiy qiymati, chervyakning kirim soniga nisbatan quyidagicha tanlash mumkin:

$$z_1 = 1 \quad 2 \quad 4$$

$$\eta = 0,7 \pm 0,75 \quad 0,75 \pm 0,82 \quad 0,87 \pm 0,92$$

Ilashishda hosil bo'lgan kuchlar. Ishlayotgan chervyak va chervyakli g'ildirakning ilashish chizig'idan aylanma, markaziga intiluvchi hamda bo'ylama kuchlar hosil bo'ladi. Bunda chervyakdagi aylana kuch miqdori jihatidan g'ildirakdagi o'q bo'ylab yo'nalgan kuchga teng bo'lib, quyidagi ifodadan aniqlanadi (4.6-rasm).



4.6-rasm.

$$F_{t1} = F_{a2} = 2T_1 / d_1 H \quad [4.20]$$

G'ildirakdagi aylana kuch esa chervyakdagi o'q bo'ylab yo'nalgan kuchga teng.

$$F_{t2} = F_{a1} = 2T_2 / d_2 H \quad [4.21]$$

Uzatmadagi markazga intiluvchi kuch quyidagicha bo'ladi:

$$F_r = F_{r2} \cdot \tan \alpha = 0,364 \cdot F_{t2} \quad [4.22]$$

Chervyak va chervyakli g'ildirakdagi burovchi momentlar o'zaro quyidagicha bog'langan:

$$T_2 = T_1 \cdot u \cdot \eta \quad [4.23]$$

4.3-§. Chervyakli uzatmalarni kontakt kuchlanish bo'yicha tekshirish

Chervyakli: uzatmalarda sirpanish tezligi katta bo'lganligi hamda bu tezlikning yo'nalishi kontakt chizig'iga nisbatan noqulay joylashganligi sababli chervyakli g'ildirak tish ishchi yuzasining yeyilish va yulinish chiqish hollari ko'proq sodir bo'ladi. Bu hollarni oldini olish uchun uzatmada chervyak va chervyak g'ildirak antifriktsion materialdan tayyorlanadi, hamda kontakt kuchlanish bo'yicha tekshiriladi, bunda $\sigma_n \leq [\sigma_n]$ shart bajarilishi kerak. Chervyak g'ildirak gardishi chervyakka nisbatan yumshoq materialdan tayyorlanganligi uchun asosan shu g'ildirak gardishi kontakt kuchlanish bo'yicha tekshiriladi.

Bunda silindrsimon va konussimon uzatmalardek Gerts formulasidan foydalanamiz, ya'ni:

$$\sigma_H = \sqrt{\frac{q E_k}{\rho_k 2\pi(1-\mu^2)}} = z_E \sqrt{\frac{q}{\rho_k}} \leq [\sigma_H] \quad [4.24]$$

bunda: $z_E = \sqrt{\frac{q E_k}{2\pi(1-\mu^2)}}$ chervyak va chervyakli g'ildirak materiallarining

xususiyatlarini belgilovchi koeffitsiyent, $\mu=0,3$ -Puasson koeffitsenti. Masalan chervyak po'latdan, chervyakli g'ildirak gardishi bronzadan tayyorlanganda elastiklik moduli $E_1=2,1 \cdot 10^5$ MPa, $E_2=0,9 \cdot 10^5$, natijada

$$E_k = 2 E_1 \cdot E_2 / E_1 + E_2 = 2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 0,9 \cdot 10^5 / 2,1 \cdot 10^5 + 0,9 \cdot 10^5 = 1,26 \cdot 10^5 \text{ MPa}$$

Qiymatini yuqoridagi formulaga qo'ysak,

$$z_E = \sqrt{\frac{1,26 \cdot 10^5}{2 \cdot 3,14(1-0,3^2)}} = 148 \text{ MPa}^{1/3}$$

ρ_k -egrilik radiusining keltirilgan qiymati.

Egrilik radiusi ρ_k Arximed chervyagi uchun o'q bo'ylab o'tgan tekislikda o'ram kesimi to'g'ri chiziq bo'lganligi uchun ya'ni $\rho=\infty$. Egrilik radiusi ρ_k ni aniqlashda chervyak o'ramining sirti etiborga olinmaydi, chervyakli g'ildirak esa odatdagi qiya tishli silindrik g'ildirak deyish mumkin, ya'ni:

$$\rho_k = \frac{\rho_1 \cdot \rho_2}{\rho_1 + \rho_2}; \quad \rho_2 = \frac{d_2 \cdot \sin \alpha}{2 \cos^2 \gamma} = 0.176 d_2. \quad [4.25]$$

bunda: $\alpha=20^\circ$, $\sin 20^\circ=0.342$, $\gamma=10^\circ$, $\cos^2 10^\circ=(0.9848)^2=0.97$

Ilashish chizig'idagi bosim. Qiya tishli uzatmalardagidek chervyakli uzatmalarda ham uzunlik birligiga to'g'ri keladigan bosim quyidagicha ifodalanadi.

$$q = \frac{F_n K_H}{\ell_e}; \quad F_p = \frac{F_t}{\cos \alpha \cos \gamma} \text{ -ilashish chizig'idagi normal kuch, N;}$$

$F_t=2T_2/d_2$ -aylanma kuch; $\gamma=10^\circ$ -chervyak o'ramini ko'tarish burchagi; $\alpha=20^\circ$ -ilashish burchagi.

$$q_n = \frac{F_n}{\cos \alpha} = \frac{F_t}{\cos \alpha \cdot \cos \gamma} = \frac{2T_2}{d_2 \cdot \cos \alpha \cdot \cos \gamma}; \quad [4.26]$$

ℓ_e -kontakt chizig'ining minimal uzunligi,

$$\ell_e = \frac{8 \varepsilon_a \xi}{\cos \gamma} = \frac{d_1 \cdot \delta \varepsilon_a \cdot \xi}{2 \cos \gamma}; \quad [4.27]$$

bunda: δ (rad) qamrov burchagiga $v=\delta d_1/2$ ga teng bo'ladi, $\varepsilon_a=(1,8-2,2)$ -yn qoplanish koeffitsiyent; $\xi=0,75$ -g'ildirak tish sirtining chervyak

o'rami sirtiga tegib turishi to'la bo'lmashligi natijasida kontakt chizig'i uzunligini kichrayishini hisobga oluvchi koeffitsiyent, natijada

$$\ell_e = \frac{0,5d_1 \cdot \delta \epsilon_a \xi}{\cos \gamma} = \frac{0,5d_1 \cdot 0,55 \cdot 3,14 \cdot 1,85 \cdot 0,75}{\cos 10^\circ} = 1,21d_1; \text{ bundan}$$

$$q = \frac{F_t K_H}{\cos \alpha \cdot \cos \gamma \cdot \ell_e} = \frac{2T_2 K_H}{d_2 \cdot \cos \alpha \cdot \cos \gamma \cdot 1,21d_1} = \frac{1,79T_2 K_H}{d_2 d_1};$$

Z_E, q, p_K -qiymatlarini 1-formulaga qo'yib quyidagi ifodani olamiz:

$$\sigma_H = Z_E \sqrt{\frac{q}{\rho_k}} = 148 \sqrt{\frac{1,79T_2 K_H}{d_2 \cdot d_1 \cdot 0,17 \cdot d_2}} = \frac{480}{d_2} \sqrt{\frac{T_2 K_H}{d_1}} \leq [\sigma_H] \quad (2)$$

bu yerda: $K_H = K_{N\beta} \cdot K_{HV}$ – yuklanish koeffitsiyenti. K_{HV} – qo'shimcha dinamik yuklanishlarni hisobga oluvchi koeffitsiyenti, qiymati $V_3 \leq 3\text{m/s}$ bo'lganda $K_{HV} = 1,0$, $V_3 \geq 3\text{m/s}$ bo'lganda $K_{HV} = 1,1-1,3$. $K_{N\beta}$ – yuklanishni to'planishini hisobga oluvchi koeffitsiyent $K_{N\beta} = 1,0$.

Formula (2) yordamida kontakt kuchlanishning hisobiy qiymati aniqlanadi, uzatmani o'qlararo masofaga nisbatan yechamiz, bunda:

$d_1 = qm = qd_2/Z_2$; $d_2 = mZ_2$; $a = 0,5m(q+Z_2) = 0,5d_2(q/Z_2+1)$; $d_2 = a(0,5(q/Z_2+1))$; qiymatlarini 2-formulaga qo'yib quyidagi ifodani olamiz:

$$\sigma_H = \frac{480}{d_2} \sqrt{\frac{T_2 K_H}{d_1}} = \frac{480 \cdot 0,5(\frac{q}{Z_2}+1)}{a} \sqrt{\frac{T_2 K_H Z_2}{q \cdot d_2}} = \frac{240(\frac{q}{Z_2}+1)}{a} \sqrt{\frac{T_2 K_H Z_2 \cdot 0,5(\frac{q}{Z_2}+1)}{q \cdot a}};$$

bunda o'qlararo masofaning a qiymatini aniqlaymiz

$$(\sigma_H)^2 = \left[\frac{240(\frac{q}{Z_2}+1)}{a} \right]^2 \cdot \frac{T_2 K_H Z_2 \cdot 0,5(\frac{q}{Z_2}+1)}{q \cdot a} = \frac{28800(\frac{q}{Z_2}+1)^3 T_2 K_H Z_2}{q \cdot a^3}; \text{ yoki}$$

$$a^3 = \frac{28800(\frac{q}{Z_2}+1)^3 T_2 K_H}{(\sigma_H)^2 \cdot \frac{q}{Z_2}}; \text{ bundan}$$

$$a = \sqrt[3]{28800 \cdot (\frac{q}{Z_2}+1) \cdot \frac{T_2 K_H}{(\sigma_H)^2 \cdot \frac{q}{Z_2}}} = 30,6(\frac{q}{Z_2}+1) \sqrt[3]{\frac{T_2 K_H}{(\sigma_H)^2 \cdot \frac{q}{Z_2}}}; \text{ mm}$$

Aniqlangan o'qlararo masofa qiymati standart bo'yicha yaxlitlanadi.

Uzatmada o'rtacha qiymatlarini $Z_2 \approx 40$, $q \approx 10$, $K_H \approx 1,0$ qabul qilib, 3-formulaga qo'ysak quyidagi ifodani olamiz.

$$a = 61 \sqrt[3]{\frac{T_2 \cdot K_H}{[\sigma_H]^2}}_{\text{mm}} \quad [4.31]$$

Aniqlangan qiymat standart bo'yicha yaxlitlanadi.

4.4-§. Chervyakli uzatmalarni eguvchi kuchlanish bo'yicha tekshirish

Eguvchi kuchlanish bo'yicha faqat chervyakli g'ildirak tishlarigina hisoblanadi, chunki chervyak po'latdan tayyorlanganligi uchun o'ramlarining mustahkamligi ta'minlangan.

Chervyakli g'ildirak egilishga mustahkamligini qiya tishli silindrsimon uzatmalardek hisoblanadi, lekin chervyakli g'ildirak tish asosining ko'ndalang kesimi qiya tishli silindrik g'ildiraklarnikidan farq qiladi. Tish kesimining shakli g'ildirak kesimining eni bo'yicha bir xil bo'lmaydi. Bundan tashqari, tish asosining to'g'ri chiziq bo'yicha emas, balki y bo'yicha joylashgan bo'ladi. Shuning uchun chervyak g'ildirak tishlarini mustahkamligi qiya tishli g'ildirak tishlarining mustahkamligidan 20÷40% yuqori bo'ladi.

Chervyakli uzatmalar uchun $y_z = \frac{1}{(\epsilon\alpha \cdot \xi)} = 0.74$, $y_\beta = 1 - \frac{\gamma}{140} = 0.93 (\gamma = 10^\circ)$ qabul qilsak, g'ildirak tishlarining xavfli kesimidagi egilishdagi kuchlanishning qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$\sigma_F = 0.7 \frac{F_{t2} \cdot y_{F2} \cdot k_F}{b_2 \cdot m_n} \leq [\sigma_F] \quad . \quad [4.32]$$

Bu yerda:

F_{t2} -g'ildirakdagi aylanma kuch, H;

b_2 -g'ildirakning eni, mm;

m_n -normal kesmning moduli;

k_F -yuklanish koeffitsiyenti;

y_F -tish shaklining koeffitsiyenti, qiymati jadvaldan g'ildirak tishlar sonining «keltirilgan» qiymatiga nisbatan tanlanadi: $z_k = z_2 / (\cos^3 \gamma)$

z_k	24	28	30	32	35	37	40	50	60	80	100
y_F	1,88	1,80	1,76	1,71	1,64	1,61	1,55	1,45	1,4	1,34	1,3

Yuklanish koeffitsiyenti. Chervyakli uzatmalar tekis va ravon ishlagani uchun qo'shimcha dinamik kuchlarning qiymati nisbatan kichik. Uzatmaning tezligi $v_2 < 3 \text{ m/s}$ bo'lganda $K_{Nv} = 1.0$; $v_2 < 3 \text{ m/s}$ bo'lganda $K_{Nv} = 1.0-1.3$; Yuklanish doimiy bo'lganda $K_{N\beta} = 1.0$, uzgaruvchan bo'lganda $K_{N\beta} = 1.05-1.2$.

Chervyakli uzatmalar uchun ishlatiladigan materiallar
Uzatmada sirpanish tezligining qiymati nisbatan katta bo'lganligi uchun chervyak va uning g'ildiragi uchun ishlatilgan materiallar antifriktsion juft hosil qilishi kerak. Bu talabni yetarli darajada qondirish uchun

chervyak po'latdan, uning g'ildiragi esa bronza yki cho'yandan tayyorlanadi.

Chervyak asosan uglerodli yoki legirlangan 40XN, 20XN3A, 30XGSA, 20X markali po'lat materiallardan tayyorlanib, bunda o'ram yuzasining qattiqligi termik qayta ishlash, masalan toblash, uglerod bilan to'yintirish natijasida HRC 45–50 bo'lishi mumkin.

Ochiq chervyakli uzatmalarda chervyak 45 markali po'lat materiallardan tayyorlanib, o'ram yuzasining qattiqligi NV 300–350 gacha bo'lishi mumkin.

Chervyakli g'ildirak gardish materiallar uning sirpanish tezligiga bog'liq bo'lib, asosan qalayli bronza, kamdan-kam hollarda esa qalaysiz bronza, hamda cho'yandan tayyorlash mumkin. Bunda $B_p O \Phi 10-1$, $B_p OH \Phi$ markali bronza materiallar yaxshi mexanik xarakteristikalariga ega, shuning uchun uzatmalarning sirpanish tezligi $v_c = 5 + 25M/c$ bo'lganda ishlatish tavsiya etiladi. Uzatmalarni sirpanish tezligi $v < 5m/c$ bo'lganda chervyakli g'ildiraklarni qalaysiz bronza, masalan BRAJ9-4 markali materiallardan tayyorlash tavsiya etiladi. Bunda chervyak o'rami ishchi yuzasining qattiqligi $> 45NRC$ bo'lib ishlov berib silliqlangan bo'lishi kerak. Kulrang cho'yanlarni esa uzatmaning sirpanish tezligi $v_c < 2m/s$ bo'lganda ishlatish mumkin.

4.1-jadval

Chervyakli g'ildirak uchun materiallar	Qo'yish usuli	Mexanik xarakteristikasi MPa, hisobida	
		$\sigma_{\text{ок}}$	$\sigma_{\text{ш}}$
BrOF10--1	Qum qolipda	120	200
BrOF10--1	Metall qolipda	150	260
BrONF	Markazdan qochirma asosida	170	290
BrAJ9-4	Qum qolipda	200	400

Ruxsat etilgan kontakt kuchlanish. Chervyak o'ram ishchi yuzasining qattiqligi $> HRC45$ bo'lib, bu yuza ishlov berib silliqlangan bo'lsa, qalayli bronzadan tayyorlangan g'ildiraklar uchun $[\sigma_{\text{ш}}] = (0,85 - 0,9)\sigma_m$; agarda bu shart bajarilmasa $[\sigma_{\text{ш}}] = C_v \cdot 0,75G_{\text{ш}}$. Bu yerda: C_v - uzatmaning sirpanish tezligini hisobga oluvchi koeffitsiyent:

v_c , m/s	<1	2	3	4	5	6	7	≥ 8
C_v	1,33	1,21	1,11	1,02	0,95	0,88	0,83	0,8

Uzatmani loyihalashda sirpanish tezligining taxminiy qiymatini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$V_c \approx 4.3 \cdot n_1 \cdot 10^{-4} \sqrt{T_{2M}} / c$$

Chervyak qalaysiz bronzadan tayyorlangan hamda o'ram yuzasining qattiqligi >45HRC bo'lib, unga ishlov berib silliqlangan bo'lsa,

$[\sigma_H]$ ning qiymati,

$$[\sigma_H] = (300 - 25v_c) MPa$$

Ruxsat etilgan egilishdagi kuchlanish. Hamma xil bronza materiallardan tayyorlangan chervyakli g'ildiraklar uchun

$$[\sigma_F] = (0,25\sigma_{sk} + 0,08\sigma_M) K_{FL} \dots MPa.$$

4.5-§. Uzatmani qizishini tekshirish, sovitish va moylash

Uzatmada ish jaraynida mexanik energiya ning bir qismi issiqlik energiyasiga aylanib uzatmani qizitadi. Agarda uzatma yetarli darajada sovitilmasa, u qizib tezda ishdan chiqishi mumkin.

Uzatma har soniyada hosil bo'lgan issiqlik miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$Q = (1 - \zeta) P_i \quad [4.35]$$

bu yerda: P_i - uzatilayotgan quvvat,

ζ - uzatmaning f.i.k.

Tabiiy holda uzatmada issiqlikning bir qismi yopiq uzatma qutisini tashqarisidan olib ketiladigan issiqlik miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$Q = k_i (t_1 - t_0) A. \quad [4.36]$$

Bunda: A - havo bilan sovitiladigan yuza qiymati, bu qiymat o'qlararo masofaga nisbati jadvaldan olinadi:

$a_{w,mm}$	80	100	125	140	160	180	20	225	250	280
A, m^2	0,19	0,24	0,36	0,43	0,54	0,67	0,8	1,0	1,2	1,4

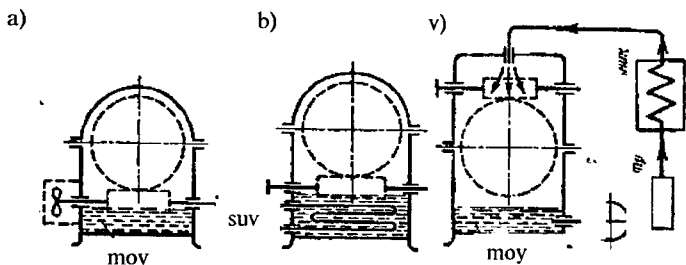
t_1 - yopiq uzatma ichidagi issiqlik darajasi;

k_i - issiq chiqarish koeffitsiyenti $Vt/m^2, rad$. Shamollatib turilmaydigan yopiq xonalarda $k_i = 13 + 18 Vt/m^2, rad$;

t_0 - Tashqi muhitning issiqlik darajasi.

$[t_1]$ ning qiymati foydalaniladigan moyning turiga bog'liq. Yopiq uzatmalarga mo'ljallangan moylar uchun $[t_1] = 60^\circ + 70^\circ$. Samolyot moylari uchun $[t_1] = 100^\circ + 120^\circ$.

Uzatmani qizib ketmasligi uchun $Q \leq Q_1$ shart bajarilishi kerak. Aks holda uzatma sun'iy sovutiladi. Bunga chervyak valiga sovutgich o'rnatish, ichida to'xtovsiz sovuq suv oqib turadigan bir necha bor bukilgan trubani moy ichiga joylashishi yoki moyni maxsus xolodliklarda sovitish yo'llari bilan erishish mumkin (4.7-rasm).



4.7-rasm.

Uzatma g'ildiraklarni, ya'ni chervyakli g'ildiraklarni moyga cho'ktirish yo'li bilan moylash mumkin. Bunda chervyak o'rami chervyakli g'ildiraklarini tishi butun balandligi bo'yicha moyga cho'ktirish kerak. Sekin harakatlanuvchi uzatmalar uchun esa chervyakli g'ildirak diametrini $1/3$ balandligi bo'yicha cho'ktirish mumkin.

Uzatma har bir uzatilayotgan quvvat uchun 0,35–0,7l moy quyish tavsiya etiladi.

Tezligi $V > 12$ m/s bo'lgan uzatmalarda sirkulyatsiya yo'li bilan moylash tavsiya etiladi, bunda moy ilashish chizig'iga va podshipnikka tozalanib qo'yiladi.

SAVOL VA TOPSHIRIQLAR

1. Chervyakli uzatmalarni tishli uzatmalarga nisbatan afzalliklari.
2. Uzatmaning f.i.k. bu qiymatni oshirish yo'llari.
3. Qanday chervyakli uzatmalar o'z-o'zidan to'xtash xususiyatiga ega.
- 4 Chervyak va chervyakli g'ildiraklarni tayyorlash uchun ishlatiladigan materiallar.
5. Chervyakli g'ildirak tishlar soni. Eng kichik qiymati.
6. Chervyak. Kirim sonlari.

7. Ilashishda hosil bo'lgan kuchlar.
8. Uzatmani moylash yo'llari.
9. Uzatmaning qizish sabablari. Qizishga tekshirish.
10. Uzatmani sovutish yo'llari.
11. Sirpanish tezligi qanday aniqlanadi?

Masala. Uzatish soni $u=20$, burchak tezligi $\omega_1=300 \text{ s}^{-1}$, $T_2=200 \text{ Nm}$ ishlash muddati $L_k > 5000 \text{ s}$ bo'lgan chervyakli uzatma loyihalansin.

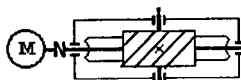
Masalaning yechimi

Yuritma uzatmalarining kinematik hisobi.

1 Burovchi moment qiymatlari

$$T_2 = 250 \text{ Nm}, T_1 = T_2 / u \cdot \eta = 250 / 20 \cdot 0,85 = 14,7 \text{ Nm}.$$

$$\eta = 0,85 - \text{FIK}.$$



2. Vallarning aylanish soni.

$$n = 30 \omega_1 / \pi = 30 \cdot 300 / 3,14 = 2860 \text{ min}^{-1}$$

$$n_2 = n_1 / u = 2860 / 20 = 143 \text{ min}^{-1}$$

3. Valdagi quvvatlar

$$P_1 = T_1 \cdot n_1 / 9550 = (14,7 \cdot 2860) / 9550 = 4,38 \text{ kVt}$$

$$P_2 = P_1 / \eta = 4,38 / 0,85 = 5,15 \text{ kVt}$$

Aniqlangan P_1 quvvat bo'yicha jadvaldan 100L2 markali elektrodvigatel tanlanadi, bunda $R_{dv}=5,5 \text{ kVt}$. Tanlangan elektrodvigatelni o'lchamlari jadvaldan olinib, eskiz chizmasi chiziladi.

I. Uzatmaning hisobi.

Chervyak va chervyakli g'ildiraklar uchun material tanlanadi.

a) Chervyak uchun yuqori chastotali tok yordamida toblangan, o'ram yuzasining qattiqligi $> 45 \text{ HRC}$ bo'lgan, 40XN markali po'lat materialni tanlaymiz.

b) Chervyakli g'ildirak gardishining materiali, uning sirpanish tezligiga bog'liq bo'lib, jadvaldan tanlanadi.

$$V_c \approx 0,0043 \omega_1 \sqrt[3]{T_2} = 0,0043 \cdot 300 \sqrt[3]{250} = 8,12 \text{ m/s}$$

$V_c > 5 \text{ m/s}$ bo'lganligi uchun jadvaldan Br 010N1F1 markali material tanlanadi, bunda

$$\sigma_m = 285 \text{ MPa}, \sigma_{ok} = 165 \text{ MPa}.$$

2. Ruxsat etilgan $[\sigma_n] \gg [\sigma_F]$ kuchlanishlar.

a) Chervyak o'ram yuzasining qattiqligi >45HRC bo'lganda:
 $[\sigma_n] = K_{nA} \cdot C_v \cdot [\sigma]_{\text{MPa}}$ bu yerda C_v - uzatma g'ildirak materialini yeyilishini hisobga oluvchi koeffitsiyent, qiymati sirpanish tezligiga nisbatan tanlanadi, $V_c = 8,12$ m/s bo'lganda $C_v = 0,8$, $\sigma_M = 285$ MPa - tanlangan materialning mustahkamlik chegarasi; $K_{nL} = \sqrt[3]{10^7 / N}$ - uzatmani uzoq, muddat ishlashini hisobga oluvchi koeffitsiyent;
 $N = 573 \omega_2 L_h = 573 \cdot 15 \cdot 5000 = 4,3 \cdot 10^7$ sikl.
 $\omega_2 = \omega_1 / i = 300 / 20 = 15 \text{ s}^{-1}$.

Natijada: $K_{nL} = \sqrt[3]{10^7 / 4,3 \cdot 10^7} = 0,83$;

Demak, $[\sigma_N]_2 = 0,9 \cdot 0,83 \cdot 285 \cdot 0,8 = 170$ MPa.

b) $[\sigma_F] = (0,08 \sigma_M + 0,25 \sigma_{ok}) K_{FL} \text{ MPa}$ kuchlanish

bu yerda: $K_{FL} = \sqrt[3]{10^6 / N}$ - uzatmani uzoq, muddat ishlashini hisobga oluvchi koeffitsiyent; $K_{FL} = \sqrt[3]{10^6 / 4,3 \cdot 10^7} = 0,65$;

Natijada: $[\sigma_F] = (0,08 \cdot 285 + 0,25 \cdot 165) \cdot 0,65 = 41,6$ MPa

3. Chervyak kirim soni Z_1 hamda chervyakli g'ildirak tishlar soni Z_2 .
 $U = 20$ bo'lganda $Z_1 = 2$, $Z_2 = Z_1 \cdot 20 = 40 > Z_{2\min}$. Chervyak diametri koeffitsiyentini $q = 10$ qabul qilamiz.

4. O'qlararo masofa:

$$a = 30,6 \left(\frac{q}{Z_2} + 1 \right) \sqrt[3]{\frac{T_a \cdot K_H}{[\sigma_H]^3 \cdot q / Z_2}} \text{ mm},$$

Formulaga $q, Z_2, [\sigma_H], T_a, K_H$ qiymatlarni qo'yib, quyidagi ifodani olamiz.

$$a_w = 30,6 \left(\frac{10}{40} + 1 \right) \sqrt[3]{\frac{250 \cdot 10^3 \cdot 1,0}{(170)^3 \cdot 10 / 40}} = 124,6 \text{ mm}$$

Aniqlangan qiymatlarni yaxlitlab $a_w = 125 \text{ mm}$ qabul qilamiz.

5. Uzatmaning ilashish moduli:

$$m = (1,5 + 1,7) \frac{a_w}{Z_2} = (1,5 + 1,7) \frac{125}{40} = 4,68 + 5,3 \text{ mm}$$

Aniqlangan qiymatni yaxlitlab $m = 5,0$ mm qabul qilamiz.

6. Chervyak diametri koeffitsiyenti:

$$q = \frac{2a_w}{m} - Z_2 = \frac{2 \cdot 125}{5} - 40 = 10$$

7. Siljish koeffitsiyenti:

$$x = \left(\frac{a_w}{m} \right) - 0,5(q + Z_1) = \left(\frac{125}{5} \right) - 0,5(10 + 40) = 0$$

8. Chervyak va chervyakli g'ildiraklarning geometrik o'lchamlari

a) Chervyak

$$d_1 = m \cdot q = 5 \cdot 10 = 50 \text{ мм}$$

$$d_{a1} = d_1 + 2m = 50 + 2 \cdot 5 = 60 \text{ мм}$$

$$d_{f1} = d_1 - 2.4m = 50 - 12 = 38 \text{ мм}$$

Chervyak o'ramining uzunligi

$$b_1 = (11 + 0.06Z_2)m = (11 + 0.06 \cdot 40) \cdot 5 = 67 \text{ мм}$$

b) Chervyakli g'ildirak:

$$d_2 = m \cdot Z_2 = 5 \cdot 40 = 200 \text{ мм}$$

$$d_{a2} = d_2 + 2m = 50 + 2 \cdot 5 = 60 \text{ мм}$$

$$d_{f2} = d_2 - 2.4m = 200 - 2.4 \cdot 5 = 188 \text{ мм}$$

Eng katta tashqi diametr:

$$d_{aT2} = d_{a2} + \frac{6m}{Z_2 + 2} = 200 + \frac{6 \cdot 5}{2 + 2} = 207.5 \text{ мм}$$

Chervyakli g'ildirak eni:

$$b_2 = 0.355a_w = 0.355 \cdot 125 = 44 \text{ мм}$$

9. Uzatmaning foydali ish koeffitsiyenti:

$$\eta = \frac{\text{tg} \gamma}{\text{tg}(\gamma + \rho')} = \frac{0.2499}{0.2685} = 0.93$$

$Z_1=2$, $q=10$ bo'lganda $\gamma^\circ = 11^\circ 19'$

10. Kontakt kuchlanishning hisobiy qiymati:

$$\sigma_H = \frac{480}{d_2} \sqrt{\frac{T_2 \cdot K_H}{d_1}} = \frac{480}{200} \sqrt{\frac{250 \cdot 10^3 \cdot 1.2}{50}} = 185 \text{ МПа}$$

$$\sigma_H < [\sigma_H] \text{ - shart bajarildi.}$$

11. Egilishdagi kuchlanishning hisobiy qiymati

$$\sigma_F = 0.7Y_{F2} \frac{F_{t2} \cdot K}{b_2 \cdot m} \leq [\sigma_F]$$

bu yerda: $F_{t2} = \frac{2T_2}{d_2} = 2 \cdot 250 \cdot 10^3 / 200 = 2500 \text{ Н},$

$$b_2 = 42,6 \text{ мм}; \quad Z_K = \frac{Z_K}{\cos^3 \gamma} = \frac{40}{\cos^3 14^\circ 02'} \quad Y_F = 2.22$$

Natijada: $\sigma_{F2} = 0.7 \cdot 2.22 \frac{2500 \cdot 1.2}{42,6 \cdot 5} = 17,5 \text{ МПа} < [\sigma_F]$

12. Uzatmani qizishga tekshiramiz.

$$t^\circ = \frac{(1-\eta) \cdot P_1}{K_c \cdot A} + 20^\circ \leq [t]$$

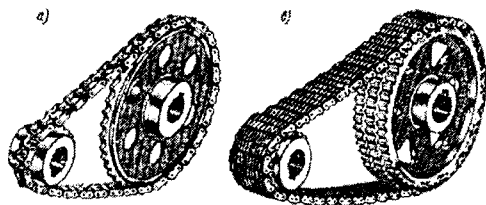
bu yerda: $R_1 = 4,38 \cdot 10^3 \text{ Вт}; \quad K_s = 12 \dots 18 \quad \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}) \quad A = 0,32 \quad \text{м}^2$
 sovutiladigan yuza

$$t^\circ = \frac{(1-0,93) \cdot 4,38 \cdot 10^3}{18 \cdot 0,32} + 20^\circ = 73^\circ < [t]$$

V bob. ZANJIRLI UZATMALAR

5.1-§. Umumiy ma'lumotlar

Zanjirli uzatma bu yetaklovchi va yetaklanuvchi yulduzcha hamda shu yulduzchaga kiydirilgan zanjirdan iborat 5.1 – rasm. Zanjir faqat bir tekislik bo'yicha egiladi, shuning uchun o'qlar o'zaro parallel bo'lishi shart.



5.1-rasm.

Zanjirli uzatmalar asosan qishloq xo'jalik mashinalarida, mashina yuritmalarda har xil stanoklarda ko'p ishlatiladi.

Zanjirlar ish bajarishiga qarab bir necha guruhga bo'linadi:

a) Yuqlarni balandlikka ko'taradigan mexanizmlarda ishlatiladigan zanjirlar.

b) to'xtovsiz ishlaydigan transport qurilmalarda ishlatiladigan zanjirlar.

d) bir valdan ikkinchi valga quvvatni uzatish uchun ishlatiladigan zanjirlar.

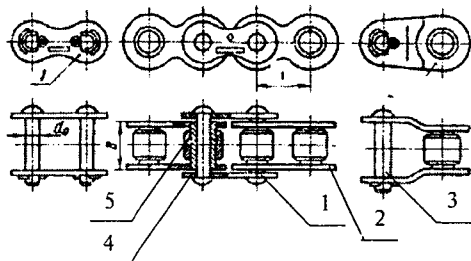
Biz asosan shu (v) guruhdagi zanjirlarni hisoblash tartibini o'rganamiz. Bu guruhdagi zanjirlar asosan vtulka-rolikli (5.1a-rasm) hamda tishli zanjirlardir (5.1b- rasm).

Afzalliklari: a) O'qlararo masofa 6-8 m gacha bo'lishi mumkin; vallarga tushadigan kuch tasmali uzatmalarga nisbatan kichik; 100 kvv gacha quvvat uzatishi mumkin; sirpanish hodisasi bo'lmaydi; f.i.k yuqori; bir pog'onada uzatish soni $u \approx 7$ gacha;

Kamchiliklari: a) tannarxi yuqori; b) yulduzchalarni tayyorlash birmuncha murakkab; v) ishlash jarayonida etibor bilan qarab turishni hamda yig'ishda yuqori aniqlikni talab qiladi; g) zanjir elementlarining

yeyilish zvenolari uzunligining ortishiga va qo'shimcha dinamik kuchlarning paydo bo'lishiga sabab bo'ladi, bu esa uzatmaning notekis ishlashiga sabab bo'ladi.

Zanjirlar. Uzatmalarda asosan rolikli va tishli zanjirlar ishlatiladi. Rolikli zanjirlar vtulka-rolikli va vtulkali turlariga bo'linadi. Zanjir quyidagi elementlardan tashkil topgan, bu tashqi va ichki plastinalar (1,2), tashqi plastina valik 3ga, ichki plastina valikda aylanayotgan vtulka 4ga presslab o'rnatilgan. Valik bilan vtulka shamir hosil qiladi. Vtulkaga uning atrofida bimalol aylanadigan qilib rolik 5ga o'rnatilgan, 5.2-rasm.



5.2-rasm.

Vtulkali zanjirning vtulka-rolikli zanjirdan farqi shuki, unda vtulka ustiga kiydirilgan r6lik 5 bo'lmaydi. Buning natijasida zanjirning og'irligi va tannarxi kamayadi. Biroq vtulkali zanjirning hamda u bilan ishlashishda bo'lgan yulduzchalarning tishlari nisbatan tez yoyiladi. Shuning uchun ulardan kam yuklanishli va harakat tezligi nisbatan kichik uzatmalarda foydalanish tavsiya etiladi.

Zanjirni asosiy geometrik o'lchami bu rolik o'qlarini o'rtasidagi masofa, rolik qadami t , 5.2-rasm.

Zanjirni o'lchamlari va tortish darajasi uning qadamiga bog'liq bo'lib, u qiymat qancha katta bo'lsa, tortish darajasi shuncha kamayadi hamda zanjirlarni yulduzchalardan chiqib ketish xavfi tug'iladi. Nisbatan sekin harakatlanadigan uzatmalarda zanjir qadami $t > 25,4$ mm, tez harakatlanadigan uzatmalarda $t < 25,4$ mm olish tavsiya etiladi.

Quyidagi jadvalda zanjir qadami yetaklovchi yulduzga aylanish sonini chegaralash ko'rsatilgan, ya'ni $p_1 < p_{1max}$.

Zanjir qadami t bilan o'qlararo masofa o'rtasidagi nisbatni $0,02a < t < 0,04a$ olish tavsiya etiladi.

Rolikli zanjirlar zanjir qadami t ni rolik diametri d ga nisbati bo'yicha yengil (PRL), normal (PR), hamda uzun zvenoli ($t/d > 2$, asosan qishloq xo'jaligida ishlatiladi) guruhlariga bo'linadi.

	Zanjir t_{mm} bo'lganda p_{1max} qiymatlari				
Zanjir turi	12.7	15.875	19.05	25.4	38.1
Tishli zanjir	3300	2650	2200	1650	-
Rolikli, vtulka-rolikli zanjirlar	1250	1000	300	800	500

Zanjirlar bir va bir necha qatorli qilib tayyorlanishi mumkin. Yuklanish va tezligi katta bo'lganda ko'p qatorli tishli zanjirlar ishlatiladi.

Zanjirlarning asosiy xarakteristikasi, bu uzuvchi kuch bo'lib, uning qiymati zanjir qatori oshishi bilan proporsional ravishda oshib boradi. 5.1-jadvalda ayrim bir qatorli rolikli zanjirlar uchun uzuvchi kuch qiymati berilgan.

Rolikli zanjirlar uzatmaning tezligi $V \leq 15$ m/s gacha bo'lganda ishlatiladi.

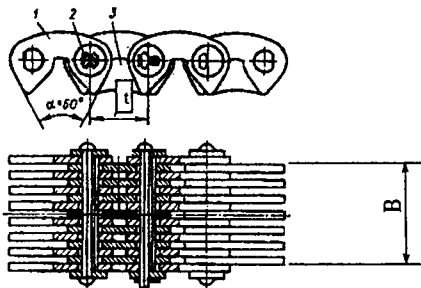
Tishli zanjirlar, (5.3-rasm) nisbatan og'irligi, tayyorlash qiyinligi tufayli kamroq ishlatiladi. Bu uzatmalar rolikli zanjirlarga nisbatan ishda ishonchli va mustahkam, katta tezlik bilan harakatlanuvchi uzatmalarda ishlatish mumkin.

Tishli zanjirlarning eni plastinalar soniga bog'liq bo'lib, bu plastinalar soni uzatilayotgan quvvatga bog'liq bo'ladi. Tishli zanjirning ayrimlarining o'lchamlari 5.1-jadvalda berilgan.

5.1-jadval

t-zanjir qadami, mm	B-zanjirning eni, mm	F_{uz} -1mm enini uzuvchi kuch, N/mm	m-1m zanjirni 10 mm enining massasi, kg/(m*mm)
12.7	22.5...52.5 (xar 6 mm da)	1150	0.58
15.875	30-70 (har 8 mm da)	1370	0.72
19.05	45-93 (har 12 mm da)	1640	0.87

Tishli zanjirlar uzatmaning tezligi $V \leq 35$ m/s gacha bo'lganda ishlatiladi.



5.3-rasm.

Zanjirlarni plastinalari termik qayta-ishlash mumkin bo'lgan o'rta uglerodli hamda legirlangan 45, 50 markali po'lat materiallaridan tayyorlanadi, qattiqligini 40-50 NRS gacha yetkazish uchun toblash yo'li bilan termik qayta ishlanadi. O'q, vtulkalarni 15, 20, 15X, 20X markali po'lat materiallardan tayyorlanib qattiqligini 55-65 NRS gacha yetkazish uchun uglerod bilan to'yintirib toblash yo'li bilan termik qayta ishlanadi.

Yulduzcha. Tuzilishi tishli silindrsimon g'ildiraklarga o'xshash bo'lib, gardishi bilan farq qiladi o'lchamlari va shakli zanjir turlariga bog'liq bo'ladi. 5.4 – rasmda rolikli zanjirlarni yulduzchalari berilgan. Bo'luvchi aylananing o'lchami

$$d = \frac{t}{\sin(180/z)} \quad \text{mm}, \quad [5.1]$$

bunda: z- yulduzga tishlar soni.

Yetaklovchi yulduzchadagi tishlar soni. Yulduzchadagi tishlar soni uzatmaning gabarit o'lchamlariga, zanjirning ishlash muddatiga ta'sir qiladi, shuning uchun z_1 , z_2 ning qiymatlari iloji boricha kichik bo'lishi kerak. Lekin yetaklovchi yulduzchaning tishlar sonining kamayishi bilan zanjirlarining yeyilishi ortadi.

Rolikli, vtulka-rolikli zanjirlar uchun yetaklovchi yulduzchaning tishlar soni $z_1 = 29 - 2u$ bunda $z_1 \geq 13$ bo'lishi shart; Tishli zanjirlar uchun yetaklovchi yulduzcha tishlar soni $z_1 = 35 - 2u$ bunda $z_1 \geq 17$ bo'lishi shart.

Bunda: u - uzatmaning uzatish soni.

Yetaklanuvchi yulduzcha tishlar sonini max qiymati vtulka-rolikli zanjirlar uchun $z_2 \leq 90$; rolikli zanjirlar uchun $z_2 \leq 120$; tishli zanjirlar uchun $z_2 \leq 140$.

Yulduzcha uchun sekin haraktlanadigan uzatmalarda SCh-20 markali cho'yan materiallardan yoki mustahkamligi yuqori antifriksion materiallardan tayyorlanadi.



5.4-rasm.

Yulduzchalar asosan uglerod bilan to'yintirish mumkin bo'lgan o'rta uglerodli legirlangan (20X, 12XN3A, 45, 40X, 50T2) materiallardan tayyorlanadi, qattiqligini toblash yo'li bilan >45 HRC gacha yetkaziladi.

5.2-§. Zanjirli uzatmalar kinematikasi

Uzatmaning kinematikasi. Uzatmaning uzatish soni

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{z_2}{z_1} \quad [5.2]$$

Zanjirli uzatmalar uzatish sonini $u \leq 4$ olish tavsiya etiladi, lekin $u \leq 7$ gacha olish mumkin.

Uzatma tarmoqlardagi kuchlar. Zanjirli uzatmalarda hosil bo'ladigan kuchlarning yo'nalish sxemasi tasmali uzatmalarnikiday bo'ladi, ya'ni bu uzatmalarda ham F_1 , F_2 zanjirning yetaklovchi va yetaklanuvchi tarmoqlaridagi kuchlar; F_a -aylanma kuch; F_d -dastlabki taranglik kuchi; F_c -markazidan qochirma kuch ta'sirida hosil bo'ladigan kuch.

Asosiy kuchlar orasidagi munosabat ham tasmali uzatmalardagiga o'xshash, ya'ni

$$\begin{aligned} F_1 - F_2 &= F_t \\ F_v &= qv^2 \end{aligned} \quad [5.3]$$

bu yerda: q -bir metr zanjirning massasi kg/m; v -aylanma tezlik, m/s; Zanjirli uzatma uchun dastlabki taranglik deganda zanjirli uzatmaning normal ishlashi uchun zanjirning tarang tortilishi emas, balki ma'lum darajada salqilikka ega bo'lishi tushinilishi kerak. Odatda, salqilik zanjirning og'irligi tufayli hosil bo'ladi. Shuning uchun zanjirning o'z og'irligidan uning tarmog'ida hosil bo'ladigan taranglik kuchi dastlabki taranglik kuchi deb yuritiladi va quyidagicha topiladi:

$$F_0 = K_f a q g \quad [5.4]$$

bu yerda: g - og'irlik kuchining tezlanishi, m/s²; a - zanjirning salqilik hosil qiladigan qismi uzunligi (bu uzunlik shartli ravishda markazlararo masofaga teng qilib olinadi); F_f - salqilik koeffitsiyenti (bu koeffitsiyent

uzatmaning gorizontaal tekislikka nisbatan joylashuviga va salqilikning qiymatiga bog'liq), odatda, $F_f=(0,01+0,02)a$ bo'lishi tavsiya etiladi. Bunday hollarda uzatma gorizontaal joylashgan bo'lsa $K_f=6$; gorizontga nisbatan 40° burchak bilan joylashgan bo'lsa; $-F_f=3$; vertikal holatda bo'lsa, $K_f=1$ qilib olinadi.

Zanjirli uzatmalarda F_2 ning qiymati kichik bo'lib F_0 yoki F_v qiymatlarning qay birini qiymati katta bo'lsa, shu qiymatga teng qilib olinadi. F_0 -tasmasi uzatmalardek katta ahamiyatga ega emas, chunki bu qiymat F_t kuchning 4 % ni tashkil etadi. Shuningdek F_v kuch ham <10 m/s bo'lgan uzatmalarda F_t kuchning 0,1% tashkil etadi. Shuning uchun amaliy hisoblarda $F_t=F_0$, $F_2=0$ qilib olinadi.

Uzatma zanjirlari valga quyidagi kuch bilan ta'sir qiladi:

$$F_b = K_v \cdot F_t + 2F_0 \quad (5.5)$$

bunda: K_v – valning yuklanish koeffitsiyenti, qiymati uzatmani gorizontaalga nisbatan joylanishiga bog'liq bo'lib quyidagicha olinadi. Yuklanish bir tekisda bo'lib $\alpha = 0-45^\circ$ bo'lganda $K_v = 1.15$; $\alpha = 45-90^\circ$ bo'lganda $K_v = 1.05$. Yuklanish zarb bilan bo'lganda bu qiymatlar $10-15\%$ oshiriladi.

Uzatmaning asosiy o'lchamlari. Uzatmada o'qlararo masofa bilan zanjir uzunligi L o'zaro bog'langan. O'qlararo masofa a kichik bo'lganda zanjirlarni yyeyilishi tezlashadi, agarda katta bo'lsa zanjirning og'irligi uchun soliqligi, zanjirni tebranishi oshadi, ishlash jarayonida gabarit o'lchamlari kattalashadi.

O'tkazilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, uzatma zanjirlarni ishlash muddati yetarli darajada bo'lishi uchun a ning o'lchamini quyidagicha olish tavsiya etiladi:

$$a = (30 + 50)t \quad [5.6]$$

Uzatmada uzatish sonini qiymatining oshishi bilan sonli koeffitsiyent qiymatini ham katta olish tavsiya etiladi.

Uzatma uchun qabul qilingan taxminiy o'qlararo masofa a , zanjir qadami t , yetaklovchi va yetaklanuvchi yulduzcha tishlar soni z_1 , z_2 qiymatlar asosida zanjirdagi zvenolar soni aniqlanadi.

$$L_x = \frac{2a}{t} + 0.5(z_1 + z_2) + \left(\frac{(z_2 - z_1)^2}{2\pi} \right) \frac{z_1}{a} \quad \text{qadamlar soni} \quad [5.7]$$

Aniqlangan qiymat juft songa yaxlitlanadi, natijada zanjirning uzunligi

$$L_t = L_x \cdot t$$

Zanjirda zvenolar sonini aniq qiymati ma'lum bo'lgach, o'qlararo masofaning hisobiy qiymatni taranglovchi rolik ishlatilmaganda quyidagi formula yordamida aniqlaymiz.

$$a = \frac{t}{4} \left[L_x - \frac{z_2 - z_1}{2} + \sqrt{\left(L_x - \frac{z_2 + z_1}{2} \right)^2 - 8 \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2} \right] \quad [5.8]$$

Uzatma normal ishlashi uchun zanjir ma'lum darajada solqli bo'lishi kerak. Buning uchun a ning qiymati $(0,002 \div 0,004)a$ qadar kamaytiriladi. Uzatmada zanjir elementlarni yyeyilishi natijasida zanjirning uzunligi, soliqligi ortadi. Bu hol esa uzatma ishga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun zanjirli uzatmalarni loyihalashda ulardagi soliqlikni me'yorida bo'lishi ta'minlovchi qurilma ham bo'lishi kerak. Odatda, bunda tayanchlarning birini qo'zg'aluvchan qilib yoki alohida taranglovchi yulduzchadan foydalanish tavsiya etiladi.

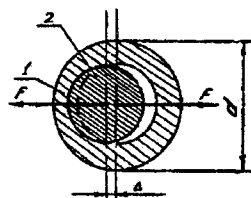
5.3-§. Rolikli (vtulka-rolikli) zanjirli uzatmalarning hisobi

Standart asosida tayyorlangan zanjir elementlarining hammasini ishlash muddati bir xil bo'lishi kerak. Amalda esa zanjirlarning ishlash muddati zanjir sharnirlarining ishlash muddati bilan chegaralanadi. Shuning uchun zanjir sharnirlarining yyeyilishga chidamliligini aniqlash, zanjirli uzatmalar uchun hisolash asosiy hisoblanadi.

Zanjir sharnirining yeyilishiga asosiy sabab, bu sharnirlar yulduzcha bilan ilashib birga aylanganda o'z o'qi atrofida:

$$\varphi = 2\pi / z$$

burchakka burilishdir. Shu buralish zanjir uzatmani bir marta aylanganda to'rt marta takrorlanishidir, ya'ni ikki marta yetaklovchi yulduzcha, ikki marta yetaklanuvchi yulduzchada. Natijada vtulka bilan valik yeyiladi, ularning markazi esa Δ ga o'zgaradi (5.5-rasm).



5.5-rasm.

Sharnirning ishlash muddati uzatmaning o'qlararo masofasi a ga, yetaklovchi yulduzcha tishlar soni z_1 , sharnirlarning bosimi, sharnir materiallarining yeyilishga chidamliligiga bog'liq.

O'qlararo masofaga qiymati oshishi bilan zanjirlarni ishlash muddati oshadi, chunki sharnirlarni o'z o'qi atrofida buralishi kamayadi. Shuningdek, yetaklovchi yulduzcha tishlar soni Z_1 qiymati oshishi bilan sharnirlar kam yeyiladi.

Zanjir sharnirlari yeyilishini ortishi bilan, zanjirlarni yulduzcha tishlari bilan ilashishdan chiqib ketish xavfi tug'iladi.

Yulduzcha tishlar soni qanchalik ko'p bo'lsa, zanjir sharnirlari shunchalik sekin yeyiladi, lekin ishlash jarayonida o'zaro ilashishdan chiqib ketish xavfi tug'iladi. Kam tishli yulduzchalarda zanjir sharnirlari nisbatan tez yeyiladi, ilashishdan chiqib ketish xavfi tug'ilmaydi.

Zanjir sharnirlari uzoq muddat ilashishni ta'minlash uchun yetaklovchi yulduzcha tishlar sonini, uzatmaning uzatish soniga nisbatan quyidagicha tanlash tavsiya etiladi:

u	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	>6
Z_1	30-27	27-25	25-23	23-21	21-17	17-15

Sharnirlarning yeyilishga asosiy sabab, bu valik va vtulka o'rta-sidagi bosim. Bosim qiymatini rolikli zanjirlar uchun, zanjirning qadami hamda yetaklovchi yulduzchani aylanish soniga nisbatan jadvaldan tanlash mumkin.

t-Zanjir qadami	Yetaklovchi yulduzchani aylanish soni n_1, min^{-1} bo'lganda, vtulka-rolikli(rolikli) zanjir sharnirlaridagi bosim, $q, \text{n/mm}^2$							
	50	200	400	600	800	1000	1200	1600
12,7-15,875	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
31,75-38,1	35	29	24	21	18,5	16,5	15	-
44,45-50,8	35	26	21	17,5	15	-	-	-

Bu qiymatlar maxsus izlanishlar natijasidir. Bunda zanjirli uzatmani ishlash sharoitlari ta'minlangan bo'lsa, bu zanjirlarni ishlash muddati 3000-5000s gacha bo'lishi mumkin.

Islash jarayonida har xil sharoitlarni hisobga olgan holda, bu bosimning hisobiy qiymati quyidagicha aniqlanadi.

$$q_x = \frac{F_t \cdot K_{10}}{A_{103} \lambda} \leq [q] \quad [5.9]$$

bu yerda: F_t – aylanma kuch, N hisobida; A_{yuz} – zanjirning tayanch yuzasi.
 λ_p – zanjir qatorini hisobga oluvchi koeffitsiyent.

$$\begin{array}{cccc} m = 1, & 2, & 3, & 4. \\ \lambda = 1, & 1.7, & 2.5 & 3. \end{array}$$

Rolikli zanjirni qadami quyidagicha aniqlanadi:

$$t = 283 \sqrt{\frac{T_1 \cdot K_{yu}}{[q] \cdot z_1 \cdot \lambda}} \quad \text{mm}, \quad [5.10]$$

bunda: T_1 – yetaklovchi valdagi aylanuvchi moment, N·m; K_{yu} – yuklanish koeffitsiyenti; $[q]$ – sharnirlardagi ruxsat etilgan bosim, MPa; λ – zanjir qatorlarni hisobga oluvchi koeffitsiyent.

Aniqlangan qiymat standart bo'yicha yaxlitlanib olinadi.

Bosimning ruxsat etilgan qiymati zanjir = 15000s gacha ishlashi ta'minlanadi.

Rolikli zanjirli uzatmalarni hisoblash tartibi:

1. Yetaklovchi va yetaklanuvchi yulduzcha tishlar soni $Z_1 = 31 - 2u$; $Z_{min} = 11 - 13$; $Z_2 = Z_1 \cdot u$ bunda $Z_2 < 120$ bo'lishi kerak. Chunki tishlar sonining oshishi bilan zanjirlarning harakat davomida yulduzchalardan chiqib ketish xavfi tug'i'adi.

2. Zanjirning qadami. $t = 28 \sqrt{\frac{T_1 \cdot K_{yu}}{Z_1 \cdot [q]}}$, aniqlangan qiymat - jadvaldan

yaxlitlanib olinadi. Bu yerda: T_1 – burovchi moment Nmm; yetaklanuvchi yulduzcha tishlar soni; $[q]$ – zanjirlar uchun ruxsat etilgan bosim n/mm² qiymati jadvaldan olinadi; λ – zanjirdagi qatorlar sonini bildiradi. $K_{yu} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$ – yuklanish koeffitsiyenti bo'lib, qiymatlari quyidagicha olinadi.

K_1 – yuklanish xarakterini hisobga oluvchi koeffitsiyent, agarda yuklanish o'zgaras yoki bir tekisda yoki shunga yaqin bo'lsa $K_1 = 1,0$. Yuklanish zarb bilan bo'lganda $K_1 = 1,2 - 1,5$.

K_2 – uzatmani moylash yo'llarini hisobga oluvchi koeffitsiyent bo'lib, moylash doimiy bo'lganda $K_2 = 0,8$; doimiy ravishda tomchilab moylansa $K_2 = 1,0$; vaqti-vaqti bilan moylansa $K_2 = 1,5$.

K_3 – uzatmani gorizontga nisbatan qiyalik bilan joylanishni hisobga oluvchi koeffitsiyent, $\alpha < 45^\circ$ bo'lsa $K_3 = 1,0$; $\alpha > 45^\circ$ bo'lganda $K_3 = 1,25$.

K_4 – uzatmani taranglash yo'llarini hisobga oluvchi koeffitsiyent. Uzatma avtomatik ravishda taranglansa $K_4 = 1,0$ vaqti-vaqti bilan taranglansa $K_4 = 1,25$.

K_5 – uzatmani ishlash sharoitini hisobga oladi. Ish bir smenali bo'lganda $K_5 = 1,0$. Ish uch smenali bo'lganda $K_5 = 1,5$.

Formulaga T_1 , t_1 , tanlangan $[q]$ hamda aniqlangan K_{yu} qiymatlarni qo'yib zanjir qadamini aniqlaymiz va standart bo'yicha yaxlitlab olamiz. Tanlangan zanjir qadami uchun jadvaldan d_0 , B , m qiymatlarni olamiz hamda $p_1 < p_{1max}$ shartni tekshiramiz, bosimning ruxsat etilgan qiymatini $[q]$ olamiz bunda $q > [q]$ shartni bajarilishi kerak.

3. Yetaklovchi yulduzchaning bo'luvchi aylana diametri aniqlanadi

$$d_1 = \frac{t}{\sin(180/z_1)} \text{ mm}$$

4. Aylanma kuch

$$F_t = \frac{2 \cdot 10^3 T_1}{d_1} H$$

5. Bosimning hisobiy qiymati.

$$q_x = \frac{F_t \cdot K_o}{d_0 B} H / \text{mm}^2,$$

bunda, shart bajarilishi kerak. Agarda shu qo'yilgan shart bajarilmasa zanjir qadami kattalashtirib olinadi va hisob qaytariladi.

Tanlangan vtulka-rolikning o'lchamlari jadvaldan olinadi.

6. Uzatmaning geometrik o'lchamlari.

a) O'qlararo masofa.

$$a_{max} = 80t$$

$$a = (30 - 50)t \text{ mm}$$

$$a_{min} = 0,6(D_{e1} + D_{e2}) + 30 - 50 \text{ mm}$$

b) zanjirdagi zvenolar soni.

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

Aniqlangan qiymat yaxlitlanib olinadi, yaxlitlanganda juft soni olish tavsiya qilinadi.

v) O'qlararo masofaning hisobiy qiymati

$$a = 0,25t(\Delta_1 + \sqrt{\Delta_1^2 - 8\Delta_2}) \text{ mm}, \quad \Delta_1 L_t - 0,5(z_1 + z_2), \quad \Delta_2 = \left[\frac{(z_2 - z_1)}{2\pi} \right]^2$$

Zanjirning salqiligini ta'minlash uchun o'qlararo masofani 0.2-0.4% kamaytirish kerak bo'ladi.

7. Zanjir tarmoqlaridagi boshlang'ich taranglik kuch

$$F_0 = K_f \cdot m \cdot a \cdot gH.$$

8. Yulduzcha vallariga ta'sir qiluvchi kuch

$$F_b = K_b \cdot F_t + 2F_0 H.$$

Bir qatorli rolikli zanjirlarning o'lchamlari, mm

5.1 - jadval

Zanjir qadami t , mm	B_u	d_o	$F_{o'z}$ kN	m , $\frac{kg}{m}$	A_{yu_2} mm^2
9,25	5,72	3,28	9,1	0,45	28,1
12,7	7,75	4,45	18,22	0,75	39,6
15,875	9,65	5,08	22,7	1,0	54,8
19,05	12,7	5,96	31,8	1,9	105,8
25,4	15,88	7,95	60,0	2,6	179,7
31,75	19,05	9,35	88,5	3,8	262
38,1	35,4	11,12	127,0	5,6	394
44,45	31,75	14,29	226,8	9,7	646

Bir qatorli vtulka-rolikli zanjirlar uchun ehtiyotlik koeffitsiyenti- [S] ning qiymati

5.2-jadval

Zanjir qadami t , mm	Yetaklovchi yulduzchaning aylanish soni, min^{-1}									
	50	100	200	300	400	500	600	800	1000	1200
12,7	7,1	7,3	7,6	7,9	8,2	8,5	8,8	9,4	10,0	10,6
15,875	7,2	7,4	7,8	8,2	8,6	8,9	9,3	10,1	10,8	11,6
19,05	7,2	7,6	8,0	8,4	8,9	9,2	9,8	10,8	10,7	12,7
25,4	7,3	7,6	8,3	8,9	9,5	10,2	10,8	12,0	13,3	14,5
31,75	7,4	7,8	8,6	9,4	10,2	11,0	11,8	13,4	15,	
38,1	7,5	8,0	8,9	9,8	10,8	11,8	12,7			
44,45	7,6	8,1	9,2	10,3	11,4	12,5				
50,8	7,6	8,3	9,5	10,8	12,0					

5.5-§. Uzatma zanjirlarini taranglash va moylash

Uzatma zanjirlarini taranglash tasmasli uzatmalarda tasmalarni taranglashga o'xshash bo'lib, uzatma tayanchlardan birining siljitish yoki taranglovchi rolik, yulduzcha hisobiga amalga oshiriladi.

Uzatmaning ishlash jarayonida sharnirlar yeiladi natijada zanjirlarning salliqiligi oshadi. Uzatmaning qiyalik burchagi $\varphi \leq 45^\circ$ bo'lganda $[f] \leq 0.02a$; $\varphi > 45^\circ$ bo'lganda $[f] \leq 0.0015a$, bunda, a —o'qlararo masofa.

Taranglovchi moslama zanjirning ikki zvenosi uzunligi qadar yeilishi hisobiga cho‘zilganda zanjirlarni tarangligini ta‘minlash kerak. Agarda cho‘zilish undan ortiq bo‘lsa, yeilgan zvenolar olib tashlanadi. Zanjirlarni moylash. Uzatma zanjirlarining ishlash muddatiga moylash katta ta‘sir ko‘rsatadi. Uzatmaning tezligi $v \leq 4 \text{ m/s}$ gacha bo‘lganda zanjirlar tomchilab moylanadi (4–10 tomchi/min). Tezligi $v \leq 7 \text{ m/s}$ bo‘lganda zanjirlar moy to‘ldirilgan vannaga botirish yo‘li bilan moylanadi, bunda uzatmani yetaklanuvchi tarmog‘idagi zanjirida plastina balandligi bo‘yicha botiriladi.

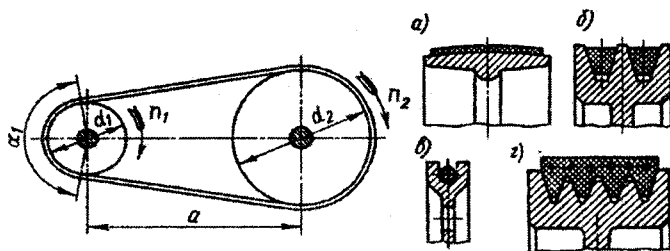
SAVOL VA TOPSHIRIQLAR

1. Rolikli va tishli zanjirli uzatmalarning afzallik va kamchiliklari.
2. Zanjir sharnirining yeilish sabablari.
3. Rolikli va tishli zanjirlarning ishlatilishi.
4. Zanjirlarning asosiy o‘lchamlari.
5. Yulduzcha tishlar soni qanday tanlanadi va aniqlanadi?
6. Zanjirlar qanday tanlanadi?

VI bob. TASMALI UZATMALAR

Umumiy ma'lumotlar

Harakat va energiya yetaklovchi shkivdan yetaklanuvchi shkivga elastik tasma bilan shkiv o'rtasida Hosil bo'ladigan ishqalanish kuchi hisobiga uzatiladigan uzatmalar tasmali uzatmalar deb ataladi. Tasmali uzatma yetaklovchi va yetaklanuvchi shkivdan va ularga taranglik bilan kiydirilgan tasmadan tuzilgan bo'ladi (6.1-rasm). Tasmalar ko'ndalang kesimning shakliga nisbatan yassi (6.1-rasm, a) ponasimon (6.1-rasm, b) aylanasimon (6.1-rasm, v) va yarimponasimon bo'lishi mumkin.



6.1-rasm.

Afzalliklari: tasmali uzatma harakatni nisbatan katta masofaga uzatish imkonini beradi; shovqinsiz va ravon ishlaydi; tuzilishi oddiy; nisbatan arzon turadi.

Tashqi o'lchamlarining kattaligi; tasmaning sirpanuvchanligi, uzatish sonining o'zgaruvchanligi; val va tayanchga tushadigan kuch qiymatining nisbatan kattaligi, tasmaning ishlash muddatining kamligi (1000–5000 soat) bu uzatmalarning kamchiligi hisoblanadi.

6.1-§ Tasmali uzatmalarning asosiy geometrik o'lchamlari

1. O'qlararo masofani taxminiy qiymatlari (6.1-rasm).

a) Yassi tasmali uzatmalar uchun

$$a \geq 1,5(d_2 + d_1);$$

b) ponasimon va yarimponasimon uzatmalar uchun

$$a \geq 0,55(d_2 + d_1) + h;$$

bunda: d_1, d_2 - shkiv diametrlari; h - tasma ko'ndalang kesim balandligi.

2. Tasmaning hisobiy uzunligi L_x .

$$L_x = 2a + 0,5\pi(d_2 + d_1) + \frac{0,25(d_2 - d_1)^2}{a} \quad [6.1]$$

Aniqlangan qiymat standart qatorlar bo'yicha yaxlitlanadi:

500, 550, 600, 650, 700, 750, 800, 850, 900, 1000, 1050, 1150, 1200, 1300, 1400, 1450, 1500, 1600, 1700, 1800, 2000, 3000, 3500, 4000.

3. Tasmaning uzunligi aniqlangach, o'qlararo masofaning hisobiy qiymati aniqlanadi.

$$a = 0,125 \left\{ 2L_x - \pi(d_2 - d_1) + \sqrt{(2L_x - \pi(d_2 + d_1))^2 - 8(d_2 - d_1)^2} \right\} \quad [6.2]$$

4. Yetaklovchi shkivning qamrov burchagi, natijada,

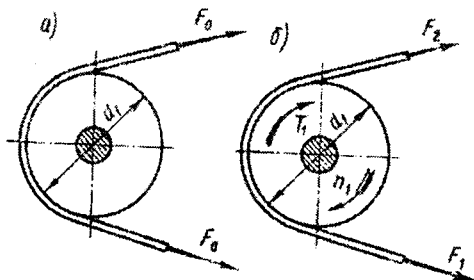
$$\alpha_1 = 180^\circ - 57 \frac{d_2 - d_1}{a} \quad [6.3]$$

Yassi tasmali uzatmalar uchun $\alpha_1 \geq 150^\circ$, ponasimon va yarimponasimon tasmali uzatmalar uchun $\alpha_1 \geq 110^\circ$.

6.2-§ Tasma tarmoqlaridagi kuchlar va ular o'rtasidagi bog'lanishlar

Tasmalarni hisoblashda asos qilib, uning tortish darajasi va ishlash muddati olingan. Bunda tortish darajasi tasma bilan shkiv o'rtasidagi ishqalanish koeffitsiyenti hamda tasmaning qamrov burchagiga bog'liq bo'lib, tasmaning ishlash muddati esa tajriba yo'li bilan olingan tavsiyalar asosida belgilanadi.

Tasma tarmoqlardagi kuchlar va ular o'rtasidagi bog'lanishlarni aniqlash uchun yuklanishsiz $T = 0$, hamda yuklanishli $T > 0$ uzatmalarni bir-biriga taqqoslab ko'ramiz, 6.2-rasm.



6.2-rasm.

Tasma yuklanishsiz ya'ni $T=0$ bo'lganda tarmoqlar bir xil taranglik F_0 kuchlar, ta'sirida bo'ladi.

Tasma aylanuvchi moment ta'sirida ya'ni $T>0$ bo'lganda tarmoqlardagi taranglik kuchlar qiymati o'zgaradi, bunda yetaklovchi tarmoqda taranglovchi kuch F_1 gacha oshadi, yetaklanuvchi tarmoqda taranglovchi kuch F_2 gacha kamayadi, 6.2-rasm.

Aylanuvchi o'qqa nisbatan shkiylarni muvozanat shartiga ko'ra

$$-T_1 - F_2 \frac{d_1}{2} + F_1 \frac{d_1}{2} = 0 \quad \text{yoki} \quad F_1 - F_2 = F_t. \quad (a)$$

Bunda: $F_t = \frac{2T_1}{d_1}$ - tasma yordamida uzatiladigan aylanma kuch, N;

Uzatmaning ishlash jarayonida tasmaning uzunligi o'zgaras bo'ladi, chunki tasma yetaklanuvchi tarmoqda qancha cho'zilsa, yetaklanuvchi tarmoqda shu o'lchamga qisqaradi, ya'ni

$$F_1 = F_0 + \Delta F, \quad F_2 = F_0 - \Delta F \quad \text{yoki} \quad F_1 + F_0 = 2F_0 \quad (b)$$

a, b-tengliklarni birga echsak quyidagi ifodani olamiz:

$$F_1 = F_0 + 0.5F_t; \quad F_2 = F_0 - 0.5F_t \quad (v)$$

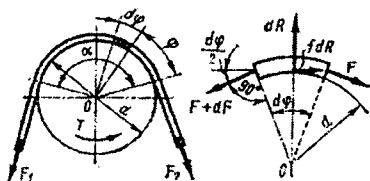
v-formuladan yetaklovchi va yetaklanuvchi tarmoqlardagi taranglik F_1 , F_2 kuchlarning qiymatlari F_t va F_0 kuchlarga bog'liqligini ko'rsatadi, lekin tasmaning tortish darajasiga ishqalanish kuchining hamda qamrov burchagining ta'siri yoritilmagan.

Taranglik kuchlarni shu qamrov burchagi α , ishqalanish koeffitsiyenting f qiymatlariga bog'liqligi Eyler tomonidan hal qilingan. Buning uchun tasmaning elementar bo'lagi olinib, uning kuchlar ta'siridagi muvozanati ko'rilgan, 6.3 - rasm.

Muvozanat shartiga ko'ra, shkiiv markaziga nisbatan olingan momentlar yig'indisi:

$$F \cdot \frac{d}{2} + fdR \frac{d}{2} - (F + dF) \frac{d}{2} = 0 \quad \text{yoki} \quad F \cdot \frac{d}{2} + fdR \frac{d}{2} - F \frac{d}{2} - dF \frac{d}{2} = 0$$

bunda: $fdR = dF$ (g). fdR -tasmaga elementar d_φ burchagida tas'ir qilayotgan elementar ishqalanish kuchi.



6.3-rasm.

Kuchlarni vertikal o'qqa nisbatan proektsiyalar yig'indisi olinsa, quyidagicha bo'ladi:

$$dR - F \sin \frac{d\varphi}{2} - (F + dF) \sin \frac{d\varphi}{2} = 0$$

Bu tenglikdagi ikkinchi darajali kichik sonlarni tashlasak, ya'ni bunda, $\sin \frac{d\varphi}{2} \approx \frac{d\varphi}{2}$ deb qabul qilinsa $-dR = F \cdot d\varphi$ (d) bo'ladi.

(g) va (d) formuladan, ya'ni

$$dF = f dR, \quad dR = F \cdot d\varphi \text{ lardan } dF = fF \cdot d\varphi \text{ yoki } \frac{dF}{F} = f d\varphi \quad (e).$$

Ma'lumki, F ning qiymati F_1 dan F_2 gacha, φ ning qiymati 0 dan α gacha o'zgaradi. Shuni e'tiborga olib (e) ni integrallansa.

$$\int_{F_1}^{F_2} \frac{dF}{F} = \int_0^\alpha f d\varphi, \quad \ln \frac{F_1}{F_2} = f\alpha, \quad \frac{F_1}{F_2} = e^{f\alpha} \text{ yoki } F_1 = F_2 \cdot e^{f\alpha} \quad [6.4]$$

kelib chiqadi. Bu yerda $e = 2,71$ natural logarifmning asosi.

$F_1 - F_2 = F$, tenglik bilan $F_1 = F_2 \cdot e^{f\alpha}$ tenglikni birga echilsa, quyidagi ifodalar olinadi:

$$F_1 = F_2 \cdot \frac{e^{f\alpha}}{e^{f\alpha} - 1}; \quad F_0 = \frac{F_1}{2} \left(\frac{e^{f\alpha} + 1}{e^{f\alpha} - 1} \right)$$

$$F_2 = \frac{F_1}{e^{f\alpha} + 1}, \quad [6.5]$$

natijada, F_1, F_2, F_0 kuchlarning aylanma kuch F , qamrov burchagi α , ishqalanish koeffitsiyenti f bilan bog'laydigan formulalar olinadi.

Shu formula yordamida tasmaning normal ishlashi uchun zarur bo'lgan taranglik kuchining eng kichik qiymatini aniqlash mumkin,

$$F_0 < \frac{F_1}{2} \left(\frac{e^{f\alpha} + 1}{e^{f\alpha} - 1} \right), \quad [6.6]$$

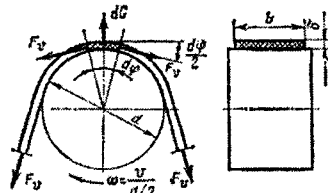
bo'lganda tasma to'la sirpanishni boshlaydi. Formuladan ma'lumki f va α ning qiymatlarini oshishi uzatmaning ishlashiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

Ponasimon tasmali hamda taranglovchi rolikli uzatmalar ana shu xulosa asosida yaratilgan, chunki ponasimon tasmaning ishlatilishi f ni, taranglovchi rolikning ishlatilishi esa α ning o'zgarishiga bog'liq. α ning kichiklashuvi va uning ortishi α ning kamayishiga sabab bo'ladi. Shuning uchun amalda bajariladigan hisoblashlarda a, u, α qiymatlari ma'lum oraliqda bo'lishi tavsiya etiladi.

Uzatmaning ishlash jarayonida tasma tarmoqlarida F_1, F_2, F_0 kuchlardan tashqari markazdan qochma F_r kuchdan, qamrov burchaklarida egilishdagi kuchlanishlar hosil bo'ladi.

Markazdan qochma kuchlar.

Tasmaning aylanma harakatida uning har bir elementar dA yuzasiga elementar markazdan qochma dS kuch ta'sir etadi, 6.4-rasm. Bu esa tasmanda qo'shimcha kuchlanish hosil qiladi. Bu kuchning qiymati quyidagicha aniqlanadi:



6.4-rasm.

$$F_v = \rho \cdot A \cdot v^2 \quad [6.7]$$

bunda: $\rho = 1,2-1,25 \text{ g/sm}^3$ - rezinalangan yassi, ponasimon tasmlarning zichligi; $A = v\delta$ - tasmaning kesim yuzasi, mm^2 ; v - tasmaning tezligi, m/s . Tajribalar shuni ko'rsatdiki, uzatmaning tezligi 20 m/s oshganda F_v kuch o'z ta'sirni ko'rsatadi.

6.3-§ Tasmadagi kuchlanishlar

Tasmali uzatmalarni ishlash jarayonida kuchlanishlar tasmaning uzunligi bo'yicha bir xil taqsimlanmaydi (6.5-rasm).

1. Boshlang'ich taranglik kuch F_0 dan hosil bo'lgan kuchlanish.

$$\sigma_0 = \frac{F_0}{A}, \quad [6.8]$$

bunda: A - tasma ko'ndalang kesim yuzasi; F_0 - tasma tarmoqlaridan taranglik kuch (uzatma yuklanishsiz).

2. Foydali kuchlanish σ_t qiymati aylanma F_t kuchni, tasmani ko'ndalang kesim yuzasiga nisbati bo'yicha aniqlanadi.

$$\sigma_t = \frac{F_t}{A}, \quad [6.9]$$

bunda: $F_t = F_1 - F_2$, ya'ni foydali kuchlanish yetaklovchi va yetaklanuvchi tarmoqlarda kuchlanishlarning ayirmasi sifatiga aniqlanadi.

Yetaklovchi va yetaklanuvchi tarmoqlardagi F_1, F_2 kuchlar ta'sirida hosil bo'lgan kuchlanishlar quyidagicha aniqlanadi.

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= \frac{F_1}{A} = \frac{F_0}{A} + \frac{0,5F_t}{A} = \sigma_0 + \frac{\sigma_t}{2}; \\ \sigma_2 &= \frac{F_2}{A} = \frac{F_0}{A} - \frac{0,5F_t}{A} = \sigma_0 - \frac{\sigma_t}{2}; \end{aligned} \quad [6.10]$$

σ ning qiymati bo'yicha tasmaning tortish darajasini baholash mumkin.

3. Egilishdagi kuchlanish σ_{Σ} . Kuchlanish uzatmaning qamrov burchagida hosil bo'ladi, 6.4-rasm. Kuchlanishning qiymati tasmaning qalinligi hamda shkivning diametriga bog'liq bo'ladi.

Guk qonuniga asosan $\sigma_{\Sigma} = E\varepsilon$, bunda $\varepsilon = \frac{Y_{\max}}{r}$ -tasmaning tashqi tomoni egilishdagi nisbiy cho'zilishi 6.4-rasmdan ma'lum.

$\sigma_{\Sigma} = 0.5\delta$, $r = 0.5(d + \delta) \approx 0.5d$, natijada,

$$\sigma_{\Sigma} = \frac{\delta E}{d}, \quad [6.11]$$

bunda: δ -tasmaning qalinligi; E -tasma materialining elastiklik moduli. Demak, yetaklovchi shkivning diametri qanchalik kichik bo'lsa, egilishdagi kuchlanish qiymati shunchalik katta bo'ladi. Shuning uchun $\frac{d_1}{\delta}$ qiymat chegaralangan.

Egilishdagi kuchlanish pulsatsiya sikl bilan o'zgaradi, bu esa tasmaning charchashi va ishdan chiqishiga olib keladi.

4. Markazdan qochma kuch F_{θ} ta'sirida hosil bo'lgan kuchlanish σ_{θ} tasmaning aylanma harakatida uning har bir elementar dA yuzasiga elementar markazdan qochma kuch F_{θ} ta'sir etadi, 6.4-rasm.

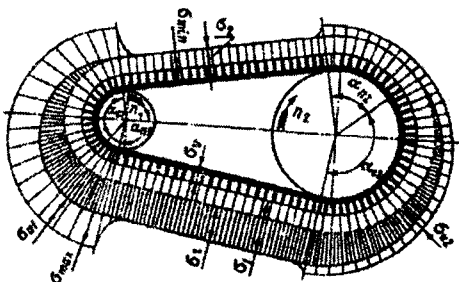
Markazdan qochma kuch ta'sirida hosil bo'lgan kuchlanish quyidagicha aniqlanadi:

$$\tau_v = \frac{F_{\theta}}{A} \quad [6.12]$$

Uzatmaning tezligi 20 m/s dan oshganda τ_v kuchlanish tasmaning ishlashiga o'z ta'sirini ko'rsatadi.

Eng katta kuchlanish yetaklovchi shkivni, yetaklovchi tarmog'ida qamrov burchagining boshlanishida hosil bo'ladi (6.5-rasm).

$$\sigma_{\max} = \sigma_1 + \sigma_{\Sigma 1} + \sigma_{\theta} = \sigma_{\Sigma 1} + \sigma_{\theta} + \sigma_0 + \frac{\sigma_1}{2} \quad [6.13]$$



6.5-rasm.

6.4-§ Tasmalarning tortish darajasi va ishlash muddati

Tasmali uzatmalarni tasmalarning ishlash layoqati tasmaning tortish darajasi va ishlash muddati bilan belgilanadi.

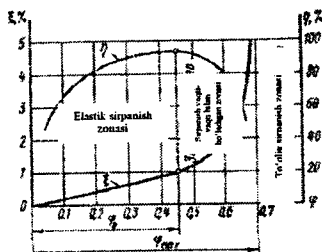
Tasmali uzatmalarda hisoblashga asos qilib,shu tortish darajasi olinadi,bu esa tasma bilan shktivni o'zaro ishqalanishga bog'liq.

Tasmalarning tortish darajasini tajriba yo'li bilan aniqlashda sirpanish egri chizig'i va F.I.K grafigi quriladi, 6.6-rasm. Sirpanish egri chizig'i foydali kuchlanish, aylanma kuch F , bilan nisbiy sirpanish ξ o'rtasida bog'lanishni ko'rsatadi, bunda boshlang'ich taranglik kuch F_0 o'zgarmas bo'ladi.

Grafik ko'rinishida abtsissa o'qi bo'ylab tortish koeffitsiyenti φ deb olingan nisbiy kuch qo'yiladi,ya'ni

$$\varphi = \frac{F_t}{F_1 + F_2} = \frac{F_t}{2F_0} = \frac{\sigma_t}{2\sigma_0}.$$

Ordinata o'qi bo'yicha sirpanish koeffitsiyenti ξ va F.I.K qiymatlari qo'yiladi.Tajriba jarayonida foydali kuch F , ning qiymati sekinlik bilan oshiriladi, $F_1 + F_2 = 2F_0$ qiymati o'zgarmas qoladi bunda sirpanish tezligi o'lchanadi,F.I.K aniqlanadi. Tajriba jarayonida tortish koeffitsiyenti qiymati 0 dan φ_0 gacha oshirilganda tasmada shktiv bo'yicha elastik sirpanish bo'ladi. Shu φ_0 gacha tasmada elastik sirpanish Guk qonuniga bo'ysunadi, sirpanish egri chizig'i to'g'ri chiziq shaklida bo'ladi. Tortish koeffitsiyenti φ_0 bo'lganda ishqalanish kuch eng katta qiymatga ega bo'ladi.



6.6-rasm.

F.I.K qiymati aylanma kuch F , qiymati oshishi bilan oshadi. Bu qiymatni eng katta qiymati tortish koeffitsiyenti φ_0 bo'lganda bo'ladi.

Tortish koeffitsiyenti qiymatni φ_0 dan φ_{max} gacha oshirganimizda, elastik sirpanish bilan birga sirpanish hodisasi ham ro'y beradi. φ_{max}

bo'lganda to'liq sirpanish hodisasi ro'y beradi. Shuning uchun aylanma kuch F , ni qiymatni tortish koeffitsiyenti φ_0 ga yaqinroq olish kerak, bunda F.I.K ni qiymati ham eng katta bo'ladi. φ_0 ning qiymati hr bir tasma uchun aniqlangan.

Demak, tasmalarning ishlash layoqati tortish koeffitsiyenti φ_0 bilan belgilanadi, natijada ruxsat etilgan aylanma kuch qiymatni aniqlash mumkin.

$$[F]_{\downarrow} = 2\varphi_0 F_0. \quad [6.14]$$

Yassi tasmali uzatmalar uchun $\varphi_0 = 0,4...0,5$; ponasimon va yarim ponasimon tasmalar uchun $\varphi_0 = 0,7...0,8$.

Tasmalarning ishlash muddati faqat kuchlanishlarga emas balki bu kuchlanishlarni qiymati, takrorlanishi har bir siklda bu kuchlanishlarni o'zgarishiga bog'liq. Kuchlanishlardan egilishdagi kuchlanish qiymati boshqa kuchlanish qiymatlaridan katta bo'lganligi uchun, tasmaning ishlash muddatiga bir siklda necha marta egilishidagi kuchlanish takrorlanishi ham ahamiyatga ega.

Tasmaning bir sekundda shkivni necha marta aylanib o'tishi quyidagicha aniqlanadi.

$$\lambda = \frac{V}{l} \leq [\lambda] \quad [6.15]$$

bunda: v -tasmaning tezligi; m/s ; l -tasmaning uzunligi, $[\lambda]$ -tasma uchun ruxsat etilgan qiymat.

Tasmali uzatmalar uchun $[\lambda]$ qiymat chegaralangan bo'lib, yassi tasmali uzatmalar uchun $[\lambda] \leq 10c^{-1}$; yassi sintetik tasmalar uchun $[\lambda] \leq 50c^{-1}$; ponasimon tasmalar uchun $[\lambda] \leq 20c^{-1}$; yarimponasimon tasmalar uchun $[\lambda] \leq 30c^{-1}$.

O'tkazilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, agarda yuqoridagi shart bajarilsa tasmalarning ishlash muddati 2000–3000 s bo'lishi mumkin.

6.5-§ Yassi tasmali uzatmalar

Yassi tasmali uzatmalar asosan ochiq uzatma shaklda ishlatilib, ishlash muddati nisbatan katta (egilishdagi kuchlanishning kichikligi tufayli), o'qlararo masofa 15 m gacha hamda tezligi 100 m/s gacha bo'lgan uzatmalarda ishlatish mumkin.

Yassi tasma materiallari o'zgaruvchan kuchlanishlarga yeyilishga chidamli, tannarxi arzon elastiklik xususiyatlariga ega bo'lishi shart.

Mashinasozlikda har xil standartlashgan tasmalar ishlatiladi, bunda uzatmaning ishlash sharoiti, tezligi, yuklanish xarakteri va ularning o'zgarishini hisobga olingan holda tasma uchun material tanlanadi.

Rezinalangan tasmalar, sanoatda eng ko'p tarqalgan bo'lib, vulkanizatsiyalangan rezinalar 1 yordamida bir-biriga yopishtirilgan bir necha qavat gazlama 2dan tuzilgan (6.7-rasm), gazlamalar yeyilmasligi uchun rezina bilan qoplangan.



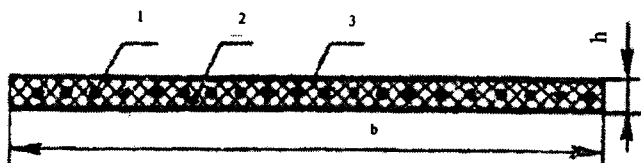
6.7-rasm.

Tasmaning gazlama qismi asosiy kuchlanishga ishlaydi, material sifatida sintetik gazlamalar (TA-150,TA-300), paxta tolasidan tayyorlangan gazlamalar (BKNL-65) ishlatiladi. Gazlamalar bir necha qavat bo'lib, tasmaning eniga nisbatan 6.1-jadvaldan tanlash mumkin. Rezina gazlama qavatlarini bir butun qilib yopishtiradi, gazlamalarni yeyilishdan saqlaydi, tasmani elastikli xususiyatini oshiradi.

6.1-jadval

Gazlamaning texnik xarakteristikolari		Gazlama turlari			
		BKNL- 65	TA-150	TK-200- 2	TA- 300
		Gazlama qatlamlari soni			
Tasmaning eni v, mm	20, 25, 40	3-5	-	-	-
	50, 63, 71	3-5	-	-	3
	80, 90, 100, 112	3-6	3-4	-	-
	125, 140, 160	3-6	3-4	3-4	-
Gazlama qatlamining qalinligi, mm		1,2	1,3	1,4	1,5
Ruxsat etilgan bosim, [q], N/mm		3	10	13	20

Rezinalangan kordli tasmalarda asosiy kuchlanishga ishlaydigan qismi bu diametri 1,1 mm bo'lgan arqon shaklda material 1 bo'lib, uning yoyilmasligi hamda tasmaga elastiklik xususiyati berish uchun rezina 2.3 bilan qoplangan bo'ladi (6.8-rasm).



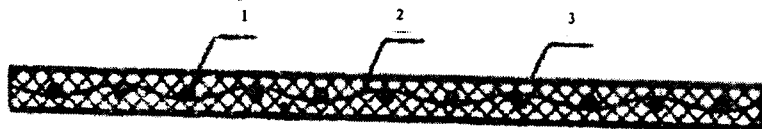
6.8-rasm.

Tasma rulon shaklda tayyorlanib, kerakli o'lcham olinib, uchlari tiqilishi, yelimlanishi mumkin.

Tasmaning qalinligi $h=2,8\text{mm}$, eni $b=30; 40; 50; 80\text{ mm}$ bo'lganda, hisobiy uzunligi L_x qiymatni quyidagi qatordan olish mumkin: 500, 550, 600, 650, 700, 750, 800, 850, 900, 950, 1000, 1050, 1100, 1150, 1200, 1250, 1300, 1400, 1450, 1500, 1600, 1700, 1800, 2000, 2250 mm.

Sintetik tasmalar poliamid singdirilgan kapron materiallaridan tayyorlanib ustki qismi maxsus friksion plyonka bilan qoplanadi 6.10-rasm. Tasma cheksiz lenta shaklda tayyorlanadi, qalinligi $h=0,5$ yoki $h=0.7\text{ mm}$, eni $b=10-250\text{ mm}$, uzunligi $L_x = 250 - 3350\text{ mm}$.

Tezligi yuqori va o'rta yuqori bo'lgan uzatmalarda sintetik tasmalarni ishlatish tavsiya etiladi.



6.9-rasm.

6.6-§ Yassi tasmali uzatmalarning hisobi

1. Yetaklovchi shkivning diametri aniqlanib, standart bo'yicha yaxlitlanib olinadi

$$d_1 = (52 \dots 64) \sqrt{T_1} \text{ mm} \quad [6.16]$$

a) Tasmaning tezligi

$$v_1 = \frac{\pi d_1 n_1}{60} \text{ m/c}$$

b) Tasmaning tezligiga nisbatan yetaklovchi shkiv diametri d_1 hamda qatlamlar soni i ni tanlaymiz (6.2-jadval).

Rezinalangan kordli tasmalar uchun yetaklovchi shkiv d_1 ning qiymatlari

6.2-jadval

Qatlamlar soni	Tasmaning tezligi v m/s bo'lganda yetaklovchi shkiv d_1 ning qiymatlari					
	5 gacha	10 gacha	15 gacha	20 gacha	25 gacha	30 gacha
3	80	100	112	125	140	160
4	112	125	160	180	200	225
5	160	180	200	225	250	280
6	250	280	320	360	400	450

2. Yetaklanuvchi shkiv diametri d_2 , mm

$$d_2 = ud_1(1-\varepsilon),$$

bunda: u -uzatmaning uzatish soni, $\varepsilon = 0.01 + 0.02$ sirpanish koeffitsiyenti. Aniqlangan qiymat standart bo'yicha yaxlitlanadi.

3. Uzatish sonining hisobiy qiymati

$$u_x = \frac{d_2}{d_1(1-\varepsilon)}; \Delta u = \frac{|u_x - u|}{u} \cdot 100\% \leq 3\%$$

4. O'qlararo masofaning taxminiy qiymati

$$a \geq 1.5(d_1 + d_2)$$

5. Tasma uzunligining hisobiy qiymati L , mm:

$$\ell = 2a + 1.57(d_2 + d_1) + \frac{(d_2 + d_1)^2}{4a} \quad [6.17]$$

Aniqlangan qiymat standart bo'yicha qatordan yaxlitlanib olinadi: 500, 550, 600, 650, 700, 750, 800, 850, 900, 1000, 1050, 1150, 1200, 1250, 1300, 1400, 1450, 1500, 1600, 1700, 1800, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000.

6. Tanlangan ℓ bo'yicha o'qlararo masofaning hisobiy qiymati

$$a = \frac{1}{8} \left\{ 2\ell - \pi(d_2 + d_1) + \sqrt{[2\ell - \pi(d_2 + d_1)]^2 - 8(d_2 - d_1)^2} \right\} \quad [6.18]$$

Uzatmada tasmani shkivlarga yengil o'rnatish uchun o'qlararo masofa 0.01ℓ ga kamaytirish hamda tasmalarda kerakli taranglikni ta'minlash uchun o'qlararo masofani 0.025ℓ ga uzaytirish imkoni bo'lishi kerak.

7. Yetaklovchi shkiv qamrov burchagi α_1

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57^\circ (d_2 - d_1) / a \geq [150^\circ] \quad [6.19]$$

8. Tasmaning tezligi ϑ , m/s:

$$\vartheta = \pi d_1 n_1 / 60$$

9. Tasmaning uzatmani 1 sek aylanib chiqishi soni

$$\lambda = e / \vartheta \leq [\lambda] \quad [6.20]$$

bunda: $[\lambda] = 15c^{-1}$ tasmaning 1s aylanib chiqish sonini ruxsat etilgan qiymati.

10. Uzatilayotgan aylanma kuch F_t , H

$$F_t = \frac{P}{\vartheta} \quad [6.21]$$

11. Foydali kuchlanishni ruxsat etilgan qiymati

$$[q] = q_0 \cdot C_a \cdot C_\vartheta \cdot C_\sigma / C_\rho, \text{ MPa}, \quad [6.22]$$

q_0 - ni 1 mm bo'lgan tasmalar uchun foydali kuchlanish, qiymati material turiga bog'liq bo'lib quyidagicha olinadi.

Foydali kuchlanish	Tasma qatlamlarning materiali			
	BKNL-65	TA-150	TK-200-2	TA-300
q_0 , N/mm	3	10	13	20

C_a - Yetaklovchi shkiv qamrov burchagini tasmaning tortish darajasiga ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsiyent

Qamrov burchagi α_1		180	170	160	150	140	130	120	110	100	90
C_a	Yassi tasmali uzatmalarda	1.0	0.97	0.94	0.91	0.88	0.85	0.82	-	-	-
	Ponasimon va yarimponasimon tasmali uzatmalarda	1.0	0.98	0.95	0.92	0.89	0.86	0.83	0.78	0.74	0.68

C_ϑ -uzatmani tezligini hisobga oluvchi koeffitsiyent. Rezinalangan tasmalar uchun $C_\vartheta = 1.04 - 0.0004\vartheta^2$, sintetik tasmalar uchun $C_\vartheta = 1.01 - 0.0001\vartheta^2$, ponasimon va yarimponasimon tasmalar uchun $C_\vartheta = 1.05 - 0.0005\vartheta^2$.

C_σ - uzatmani gorizontga nisbatan joylanishini hisobga oluvchi koeffitsiyent, bunda

$$\begin{array}{ccc} \alpha & 0-60, & 60-80, & 80-90 \\ C_\sigma & 1.0 & 0.9 & 0.8 \end{array}$$

Ponasimon va yarimponasimon tasmali uzatmalar uchun $C_\sigma = 1.0$.

C_p – uzatmaning ishlash rejimini va dinamik yuklanishini hisobga oluvchi koeffitsiyent.

Yuklanish xarakteri yengil o'rta og'ir
 C_p – 1.0 1.1 1.2

12. Tasmaning eni v aniqlanadi, bunda tasmaning qalinligi b tanlangan bo'lishi kerak.

$$\sigma = \frac{F_t}{i \cdot [q]} \quad [6.23]$$

Aniqlangan qiymat standart bo'yicha yaxlitlanadi.

v , mm 32 40 50 63 71 80 90 100

V , mm 40 50 63 71 80 90 100 112

bunda: V – shkiv eni.

13. Tasmaning ko'ndalang kesimi A , mm²:

$$A = \delta \cdot e$$

14. Uzatma tarmoqlaridagi boshlang'ich taranglik kuch F_0 , H:

$$F_0 = b \cdot i [\sigma_0] \quad [6.24]$$

bunda: σ_0 – boshlang'ich kuchlanish

15. Val tayanchlariga ta'sir qiluvchi kuch F_t , H:

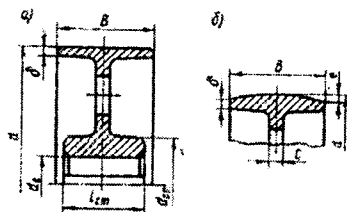
$$F_t = 2F_0 \sin(\alpha_t / 2) \quad [6.25]$$

6.7-§ Yassi tasmali uzatma shkivlari

Uzatmalarda tasmalarning tezligi $\vartheta \leq 30 \text{ m/c}$ gacha bo'lganda shkivlar asosan quyma shaklda SCH15 markali kulrang cho'yandan tayyorlanadi. Po'lat materialdan yoki alyuminiy qorishmalaridan uzatmalarning tezligi 60 m/s gacha bo'lgan tavsiya etiladi. Shkivlar, plastmassa (tekstolit, velosnit) materiallardan ham tayyorlanishi mumkin, bunday shkivlar nisbatan engil, tasma bilan shkiv o'rtasida ishqalanish yuqori bo'ladi.

Yassi, ponasimon, yarimponasimon tasmali uzatmalar uchun shkivlarning hisobiy diametrlari quyidagi qatordan olinadi, mm: 40, 45, 50, 56, 63, 71, 80, 90, 100, 112, 125, 140, 160, 180, 200, 224, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630, 740, 800, 900, 1000.

Yassi tasmali uzatma shkivlarning gardishi yetaklanuvchi shkiv uchun tasma sirpanib shkivdan chiqib ketmasligi uchun qavariq, yetaklovchi shkivniki bir tekis bo'ladi (6.11-rasm).



6.11-rasm.

Uzatmaning tezligi $v = 25$ m/s bo'lsa, ikkala shkivning gardishi ham qavariq shaklida tayyorlashni tavsiya etiladi. Shkiv gardishining qavariqligi uning diametriga bog'liq bo'lib, quyidagicha olish tavsiya etiladi:

d, mm	40–112	125; 140	160; 180	200; 224	250; 290	315; 355
e, mm	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0

Yassi tasmali uzatmalar uchun shkivning eni, tasmaning eniga bog'liq, ya'ni:

$$B = 1.1b + 10 \text{ mm}$$

Masala: Yassi tasmali, yopiq silindrsimon uzatmalardan tashkil topgan lentali konveyerda uzatish soni $u=2,3$, $n_1 = 955 \text{ min}^{-1}$, $n_2 = 435 \text{ min}^{-1}$, $T_1 = 36.4 \text{ Hm}$, $T_2 = 82 \text{ Hm}$. (1.1-masala). bo'lgan tasmali uzatma hisoblansin.

Uzatmaning ishlash rejimi o'rtacha, gorizontalga nisbatan $\alpha = 20^\circ$ qiyalikda joylashgan.

Masalaning echimi:

1. Uzatma uchun BKNL-65 markali material tanlaymiz, (6.1-jadvaldan).

2. Yetaklovchi shkiv diametri

$$a) d_1 = (52 - 64) \sqrt[3]{T_1} = (52 - 64) \sqrt[3]{36.4} = 172 - 212 \text{ mm}.$$

Standart bo'yicha yaxlitlab $d_1 = 180 \text{ mm}$ qabul qilamiz.

b) Tasmaning tezligi

$$v = \frac{\pi d_1 n_1}{60} = \frac{3.14 \cdot 0.18 \cdot 955}{60} = 9.0 \text{ m/s}.$$

Uzatmani tezligi $v = 9.0$ m/s bo'lganda tasmadagi qatlamlar soni $i=5$, $d_1=180$ mm

3. Yetaklanuvchi shkiv diametri

$$d_2 = u \cdot d_1 (1 - \xi) = 180 \cdot 2.3 (1 - 0.015) = 408 \text{ mm}$$

bunda: $\xi = 0.015$ - elastik sirpanish koeffitsiyenti.

Aniqlangan qiymatini yaxlitlab $d_2 = 400 \text{ mm}$ qabul qilamiz.

4. Uzatish sonining hisobiy qiymati

$$u_x = \frac{d_2}{d_1(1-\xi)} = \frac{400}{180(1-0.015)} = 2.23$$

$$\Delta u = \frac{|u_x - u|}{u} \cdot 100\% = \frac{|2.23 - 2.3|}{2.3} \cdot 100\% = 3\% \geq [u] = 3\%$$

shart bajarildi.

5. O'qlararo masofaning taxminiy qiymati

$$a \geq 1.5(d_2 + d_1) = 1.5(400 + 180) = 870 \text{ mm}$$

a) tasmaning hisobiy uzunligi

$$L_x = 2a + 0.5\pi(d_2 + d_1) + \frac{0.25(d_2 + d_1)^2}{a} = 2 \cdot 870 + 0.5 \cdot 3.14(400 + 180) + \frac{0.25(400 - 180)^2}{400} = 2680 \text{ mm}$$

Aniqlangan qiymatni yaxlitlab $L_x = 2800 \text{ mm}$ qabul qilamiz.

6. Tasmaning uzatmani 1s. aylanib chiqish soni $\lambda = \frac{\vartheta}{L_x} = \frac{9}{2.8} = 3.2 < 10^{-1}$

shart bajariladi.

7. Uklararo masofaning hisobiy qiymati

$$a = \frac{1}{8} \left\{ 2L_x - \pi(d_2 + d_1) + \sqrt{[2L_x - \pi(d_2 + d_1)]^2 - 8(d_2 - d_1)^2} \right\} =$$

$$= \frac{1}{8} \left\{ 2 \cdot 2800 - 3.14(400 + 180) + \sqrt{[2 \cdot 2800 - 3.14(400 + 180)]^2 - 8(400 - 180)^2} \right\} = 940 \text{ mm}$$

8. Yetaklovchi shkivni qamrov burchagi α_1 .

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57^\circ \frac{d_2 - d_1}{a} = 180^\circ - 57^\circ \frac{400 - 180}{940} = 166^\circ > [\alpha_1] = 150^\circ \text{ shart bajariladi.}$$

9. Aylanma kuch

$$F_t = \frac{2T_1}{d_1} = \frac{2 \cdot 136.4 \cdot 10^3}{180} = 404 \text{ H}$$

10. Tasmaning eni $\sigma = \frac{F_t}{(i[q])} \text{ mm}$;

bunda: $[q] = [q_o] \cdot C_\theta \cdot C_\alpha \cdot C_v / C_p \text{ МПП}; [q_o] = 3 \text{ H} / \text{mm}$

$$C_\alpha = 0.94; \quad C_v = 1.04 - 0.0004V^2 = 1.04 - 0.0004 \cdot 9^2 = 1.0076;$$

$$C_\theta = 1.0; C_p = 1.0; i = 5 \text{ qiymatlar soni}; F_t = 404 \text{ H.}$$

$$[q] = 3.0 \cdot 1.0 \cdot 0.94 \cdot 1.0076 / 1.0 = 2.84 \text{ H} / \text{mm}.$$

Aniqlangan va tanlangan qiymatlarni formulaga qo'yib tasmaning hisobiy qiymatini aniqlaymiz.

$$\sigma = \frac{404}{5 \cdot 2.84} = 28 \text{ mm},$$

standart bo'yicha yaxlitlab $\sigma = 32 \text{ mm}$ qabul qilamiz

11. Uzatma tarmoqlardagi boshlang'ich taranglik kuch F_o, N

$$F_o = b \cdot i [q_o] = 32 \cdot 5 \cdot 3 = 160 \text{ H.}$$

12. Val tayanchlariga ta'sir qiluvchi kuch

$$F_o = 2F_o \sin\left(\frac{d_1}{2}\right) = 2F_o \sin 88^\circ = 2 \cdot 160 \cdot 0.9994 = 320H.$$

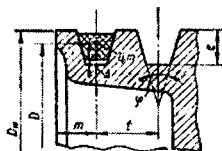
SAVOL VA TOPSHIRIQLAR

1. Yassi tasma turlarini so'zlab bering.
2. Rezinalangan tasmaning tuzilishini chizing.
3. Rezinalangan kordli tasmaning tuzilishini chizing.
4. Qanday hollarda yassi tasmali uzatmalar ishlatiladi.
5. Qamrov burchagi $[\alpha_1]$ qancha bo'lishi kerak.
6. Yetaklovchi shkiv diametri qanday aniqlanadi.
7. Yassi tasmaning eni qanday aniqlanadi.
8. Val tayanchlarga ta'sir qiluvchi kuch qanday aniqlanadi.

6.8-§ Ponasimon va yarimponasimon tasmali uzatmalar

Mashinasozlikda asosan ponasimon va yarimponasimon tasmlar ishlatiladi.

Ponasimon tasmlar ko'ndalang kesimi trapetsiya ko'rinishida bo'lib shu shaklli shkiv ariqchalariga o'rnatilgan bo'ladi. Shkiv ariqchalarining chuqurligi tasma ko'ndalang kesimining balandligidan kattaroq bo'lishi kerak, chunki tasma shkiv ariqchalariga joylashganda uning pastki sirti bilan ariqchanning asosi o'rtasida ochiq joy Δ bo'lishi lozim (6.12-rasm). Tasmaning yon yoqlari shkiv ariqchasining yon yoqlariga butun yuzasi bilan yopishgan bo'ladi. Bunda tasmaning sirtki tomoni shkivning tashqi diametridan chiqib turmasligi kerak, agar bu shart bajarilmasa, shkiv ariqchalarining qirralari tasmani tezda ishga yaroqsiz holga keltiradi.



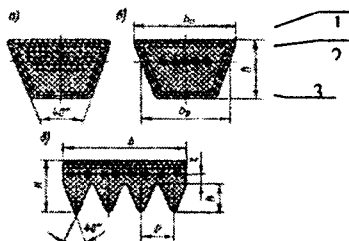
6.12-rasm.

Tasmaning bu turlari yassi tasmlarga nisbatan, tasmlarning ko'ndalang kesimini ponasimon shaklda bo'lganligi uchun katta quvvat uzata oladi, yetaklovchi shkivda qamrov burchagi nisbatan kichik bo'lishi mumkin, bu tasmaning avzalliklari.

Kamchiliklari: tasmaning balandligi katta bo'lganligi uchun egilishdagi kuchlanish qiymati katta, shkiqlarning tannarxi nisbatan katta, uzatmada ishlatiladigan tasmalarning ishlash jarayonida deformatsiyalanishi uzunligi bir xil bo'lmaganligi uchun ishlashi notekis.

Ponasimon tasma kord (1), elastiklik xususiyatini oshiradigan rezina (2) hamda tasmaning yoyilishdan saqlaydigan, mustahkamligini oshiradigan qobig' (3) dan iborat (6.13-rasm).

Ponasimon tasmalar kordgazlama (6.13a-rasm) va kordli (6.13b-rasm) qilib tayyorlanadi. Kordgazlamali tasmada gazlama sifatida viskoza, kapron, lavsan materiallar ishlatiladi. Kord sifatida o'z o'qi atrofida buralgan anid materiallar ishlatiladi.



6.13-rasm.

Standart asosida tayyorlanadigan tasmalar normal va ensiz turlarga bo'linadi. Normal kesimli tasmalarda $\frac{e_0}{h} = 1.6$, ensiz tasmalarda $\frac{e_0}{h} = 1.2$, e_0 - tasmaning eni, h - tasmaning balandligi.

Normal kesimli ponasimon tasmalar ko'ndalang kesimini hajmi bo'yicha Z, A, B, C, D, E turlariga bo'linadi, 6.1-jadval. Bunda Z kesimli tasmaning ko'ndalang kesimni hajmi kichik, E kesimli tasmaning ko'ndalang kesimni hajmi eng katta. Uzatmalarning tezligi 30m/s gacha bo'lganda bu tasmalarni ishlatish tavsiya etiladi.

6.1-jadval

Tasmaning turlari	Shartli belgisi	Tasma o'lchamlari (6.13-rasm).			Ko'ndalang kesimli hajmi A, mm^2	Hisobiy uzunligi L, mm
		e_r	e_0	h		
Normal kesimli	Z	8.5	10	6	45	400-3150
	A	11	13	8	80	560-4500
	B	14	17	11	132	630-6300
	C	19	22	14	320	1800-10000

Ensiz tasma	SPZ	8.5	10	8	56	630-3550
	SPA	11	13	10	94	800-4500
	SPB	14	17	13	157	1250-8000
	SPC	19	22	18	266	2000-9000

Ilova: 1. σ_c - tasmaning neytral qatlami.

2. Tasmaning hisobiy uzunligi $L_{x,MM}$: 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000, 1120, 1250, 1400, 1600, 1900, 2000, 2240, 2500, 2800, 3150, 3550, 4000....

Ensiz tasmali uzatmalar ko'ndalang kesimning hajmi bo'yicha SPZ, SPA, SPB, SPC turlariga bo'linadi. Tasmalarda σ_h/h nisbat kichik bo'lganligi uchun mustahkamligi yuqori, normal tasmalarga nisbatan tortish darajasi 1,5-2,0 marta katta. Shuning uchun uzatmada tasmalarning sonini kam olish, uzatmaning tezligi 50 m/s gacha bo'lganda ham ishlatish tavsiya etiladi.

Yarimponasimon tasmalar (6.13v-rasm) ko'ndalang kesimning hajmi bo'yicha K, L, M turlariga bo'linadi, 6.2-jadval. O'lchamlari nisbatan kichik bo'lganligi, yaxshi elastiksion bunda uzatmaning tezligi 65 m/s gacha bo'lishi mumkin.

6.2-jadval

Kesimlari	Kesim o'lchamlari, mm				Hisobiy uzunlik L , mm	Tavsiya etilgan ariqchalar soni, Z
	R	N	h	t		
K	2.4	4.0	2.35	1.0	400....2000	2....36
L	4.8	9.5	4.85	2.4	1250....4000	4....20
M	9.5	16.7	10.35	3.5	2000....4000	4....20

Uzatiladigan quvvat bir xil bo'lgan ponasimon va yarimponasimon uzatmalarni bir biriga taqqoslasak, yarimponasimon uzatmalarda shkivlar nisbatan ensiz bo'ladi.

6.9-§ Ponasimon va yarimponasimon tasmali uzatmalarining hisobi

Normal va ensiz ponasimon va yarimponasimon tasmalarni turlari kam bo'lganligi uchun sirpanish egri chizig'i asosida bitta tasma yordamida uzata olish mumkin bo'lgan quvvat aniqlangan, 6,3;6,4; 6,5-jadval. Bunda, $\alpha_1 = 180^\circ$, $u=1$ hamda bazoviy uzunlik L_0 olingan.

Normal kesimli tasma

6.3-jadval

Tasmaning turlari	Yetaklovchi shkivning diametri d_1, mm	Tasmaning tezligi $v, \text{mm bo'lganda}$ $[P]_b, \text{kVt}$					
		5	10	15	20	25	30
Z $L_0 = 800 \text{mm}$	63	0.49	0.82	1.03	-	1.11	-
	71	0.56	0.95	1.22	1.40	1.37	-
	80	0.62	1.07	1.41	1.65	1.60	-
A $L_0 = 1700 \text{mm}$	90	0.84	1.39	1.75	-	1.88	-
	100	0.95	1.60	2.07	2.29	2.31	-
	112	1.05	1.82	2.39	2.82	2.74	2.5
B $L_0 = 2240 \text{mm}$	125	1.39	2.26	2.80	-	-	-
	140	1.61	2.70	3.45	-	3.83	-
	160	1.83	3.15	4.13	4.88	4.73	4.47
C $L_0 = 3750 \text{mm}$	200	2.77	4.59	5.80	-	6.33	-
	224	3.15	5.35	6.95	7.95	7.86	7.06
	280	3.48	6.02	7.94	9.60	9.18	9.05

Ensiz ponasimon kesimli tasma

6.4-jadval

Tasmaning turlari	Yetaklovchi shkivning diametri d_1, mm	Tasmaning tezligi $v, \text{mm bo'lganda}$ $[P]_b, \text{kVt}$				
		5	10	20	30	40
SPZ $L_0 = 1600 \text{mm}$	63	0.95	1.5	1.85	--	-
	71	1.18	1.95	2.73	-	-
	80	1.38	2.34	3.50	-	-
SPA $L_0 = 2500 \text{mm}$	90	1.56	2.57	-	-	-
	100	1.89	3.15	-	-	-
	112	2.17	3.72	5.61	-	-

SPB $L_0 = 3550_{\text{mm}}$	125	2.95	5.00	-	-	-
	140	3.45	5.98	9.10	-	-
	160	3.80	6.70	10.60	11.50	-
SPC $L_0 = 5600_{\text{mm}}$	200	6.05	10.60	16.60	17.10	-
	224	6.60	11.50	18.70	20.70	-
	280	7.08	12.80	20.90	23.90	22.70

Yarimponasimon kesimli tasmalar

6.5-jadval

Tasmaning turlari	Yetaklovchi shkivning diametri d_1, mm	Tasmaning tezligi v, mm bo'lganda $[P]_b, \text{kVt}$				
		5	10	15	20	25
K $L_0 = 710_{\text{mm}}$	50	0,17	0,29	0,40	0,47	0,53
	63	0,19	0,33	0,46	0,56	0,62
	80	0,21	0,37	0,52	0,64	0,70
L $L_0 = 1600_{\text{mm}}$	100	0,50	0,84	1,12	1,28	1,33
	112	0,55	0,95	1,27	1,47	1,53
	125	0,59	1,04	1,39	1,63	1,70
M $L_0 = 2240_{\text{mm}}$	180	1,45	2,40	3,02	3,18	3,26
	200	1,63	2,76	3,58	3,97	4,04
	224	1,80	3,13	4,12	4,66	4,95

Uzatmaning ishlash jarayonida, bitta normal, ensiz yoki yarimponasimon tasma yordamida uzatish mumkin bo'lgan quvvatning hisobiy qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$[P]_x = [P]_b \cdot C_a \cdot C_L \cdot C_v / C_p, \text{ kVt}, \quad [6.26]$$

bunda: C_a - yetaklovchi shkiv qamrov burchagini tasmaning tortish darajasiga ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsiyent, qiymati 6.6-jadvaldan olinadi.

6.6-jadval

α, rad	180	170	160	150	140	130	120	110
Ponasimon tasmalar uchun	1.00	0.98	0.95	0.92	0.89	0.86	0.82	0.78
Yarimponasimon tasmalar uchun	1.00	0.97	0.94	0.91	0.98	0.84	0.80	0.76

C_L - tasmaning uzunligini, ishlash muddatiga ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsiyent, bunda L_x/L_0 nisbat 6.7-jadvaldan olinadi (tasmani bir soniyada uzatmani necha marta aylanib chiqishi taqqoslanadi).

6.7-jadval

$C_L - L_x/L_0$	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
Ponasimon normal kesimli tasmalar uchun	0,89	0,95	1	1,04	1,07	1,10
Ensiz ponasimon hamda yarimponasimon kesimli tasmalar uchun	0,91	0,96	1	1,03	1,06	1,08

C_u - uzatish soni koeffitsiyenti, egilishdagi kuchlanishni yetaklanuvchi shkvda kamayishining hisobiga olinadi, 6.8-jadval.

6.8-jadval

u	1	1.2	1.4	1.8	2.5
C_u	1.0	1.07	1.1	1.12	1.14

C_p - yuklanish rejimini hisobga oluvchi koeffitsiyent

yengil rejim

1.0+1.4

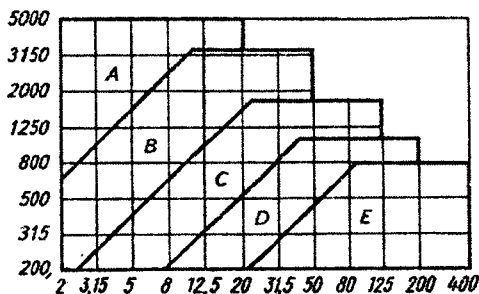
o'rta rejim

1.1+1.5

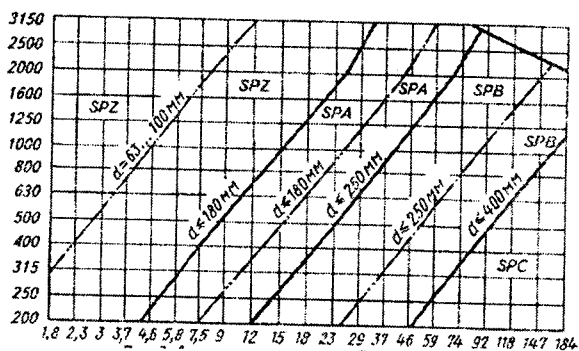
og'ir rejim

1.2+1.6

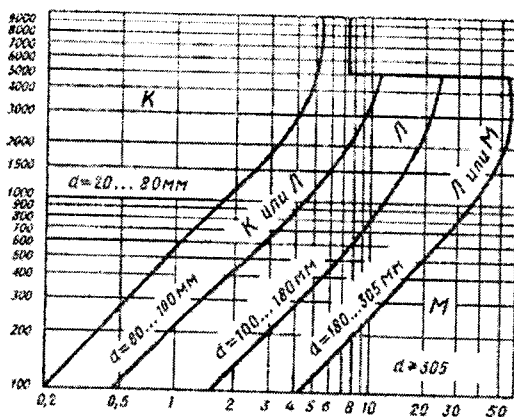
Tasmalarni tanlash. Tasma turlari uzatiladigan quvvat R, kVt aylanishlar soni n, min^{-1} ga nisbatan 6.14, 6.15, 6.16-rasmlardan olinadi.



6.14-rasm.



6.15-rasm.



6.16-rasm.

Ponasimon tasmlar soni yarim ponasimon tasmlar uchun tasmadagi ariqchalar soni quyidagicha aniqlanadi:

$$Z = \frac{P_1}{([P] \cdot C_r)} \leq [Z],$$

[6.27]

bunda: P_1 -yetaklovchi shkiv valdagi quvvat, kVt; C_r -tasmlar o'rtasida yuklanishni notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffitsiyent (6.9-jadval).

6.9-jadval

Tasmlar soni z	1	2-3	4-6	>6
C_r	1	0.95	0.90	0.95

Ponasimon tasmalar uchun $z \leq 10$, yarimponasimon tasmalar uchun K kesimli bo'lganda $[Z] \leq 36$, L, M kesimli bo'lganda, $[Z] \leq 50$. Yetaklovchi shkiv diametrlarni eng kichik qiymatni tasmani turlari, aylanish soni hamda uzatilayotgan quvvatga nisbatan 6.10, 6.11-jadvallardan tanlash mumkin.

6.10-jadval

Tasmaning kesimlari		Yetaklovchi shkiv d_1, mm	Yetaklovchi valdagi aylanuvchi moment $T_1, \text{N/m}$
Normal kesim	A	90	11–70
	V	125	40–120
	S	200	110–550
	D	315	450–2000
Ensiz kesim	SPZ	63	<150
	SPA	90	90–400
	SPB	140	300–2000
	SPC	224	>1500

6.11-jadval

n_1, min^{-1}	Uzatiladigan quvvat P_1^1 bo'lganda, d_1 ning qiymatlari, mm								
	0.6	1	1.7	2.8	4.5	7	10	14	20
3000	40	45	56	63	71	80	100	112	-
1500	50	56	63	80	90	112	125	140	160
1000	56	63	80	90	100	125	140	160	180
<750	71	90	100	112	140	160	180	200	224

Ilova: $P_1^1 = P_x \cdot C_p$.

Boshlang'ich taranglik kuch, N:

$$F_0 = 750 \frac{P_1 \cdot C_p}{\vartheta \cdot C_a} + zq\vartheta^2, \quad [6.28]$$

bunda: P_1 - yetaklovchi valdagi quvvat, kVt; C_p, C_a - koeffitsiyentlari yuqorida berilgan; z - tasmalar soni yoki yarimponasimon tasmada ariqchalar soni; q - 1m ponasimon va yarimponasimon tasmalarning massasi, kg/m, 6.12-jadval.

6.12-jadval

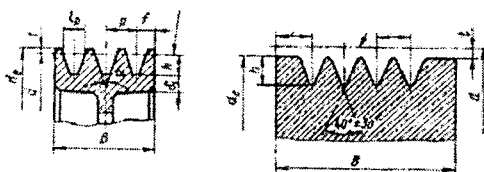
Tasmaning kesim turlari	Z	A	B	C	SPZ	SPA	SPB	SPC
$q, \text{kg/m}$	0.06	0.10	0.18	0.30	0.07	0.12	0.2	0.37

Yarimponasimon tasma turlari	K	L	M
$q, \text{kg/m}$	0.009	0.045	0.16

Ponasimon va yarimponasimon tasmani uzatmalar uchun shkiv o'lchamlari 6.13-jadvalda berilgan (6.17-rasm). Shkivni hisobiy diametri sifatida tasmaning neytral qatlamini shkivni d (6.17-rasm) to'g'ri kelgan o'lchami olinadi.

a)

Tasmaning neytral qatlami



6.17-rasm.

6.13-jadval

Tasmaning turi	t	l_x	p	f	h	α , gradus			
	mm (6.17-rasm)					34	36	38	40
						d_1 , mm hisobiy diametr			
Z	2.5	8.5	12	8	7	50–71	80–100	112–160	>180
A	3.3	11	15	10	8.7	75–112	125–160	180–400	>450
B	4.2	14	19	12.5	10.8	125–160	180–224	250–500	>560
C	5.7	19	25.5	17	14.3	-	200–315	355–630	>710
SPZ	2.5	8.5	12	8	10	63–80	-	>80	-
SPA	3.0	11	15	10	13	90–112	-	>112	-
SPB	4.0	14	19	12.5	17	140–180	-	>180	-
SPC	5.0	19	25.5	17	19	224–315	-	>315	-
K	1.0	-	2.4	3.5	2.35				
L	2.4	-	4.8	5.5	4.85				
M	3.5	-	9.5	10	10.35				

Ponasimon va yarimponasimon tasmali uzatmalarni hisoblash tartibi

1. Tasmalarning turi va uzatilayotgan quvvat hamda yetaklovchi shkivning aylanish soniga nisbati 6.14, 6.15, 6.16- rasmlardan olinadi.

2. Uzatilayotgan momentga nisbatan yetaklovchi shkivning diametri d_1 normal ponasimon tasmalar uchun 6.6-jadvaldan tanlanadi.

a) Yarimponasimon tasmali uzatmalarda yetaklovchi shkiv d_1 ning eng kichik qiymati uzatilayotgan quvvat hamda aylanish soniga nisbatan 6.10-jadvaldan tanlanadi.

3. Yetaklovchi shkivning diametri d_2 , mm

$$d_2 = d_1 \cdot u(1 - \varepsilon),$$

bunda: ε - sirpanish koeffitsiyenti qiymati yuqorida berilgan. Aniqlangan qiymat standart bo'yicha yaxlitlanib olinadi.

4. Uzatish sonining hisobiy qiymati

$$u_x = \frac{d_2}{d_1(1 - \varepsilon)} \quad u_x = \frac{|u_r - u|}{u} \cdot 100\% \leq 3\%$$

5. O'qlararo masofaning taxminiy qiymati

$$a \geq 0.55(d_1 + d_2) + h,$$

bunda: h - tasmaning balandligi

6. Tasmaning hisobiy uzunligi ℓ , mm:

$$\ell_x = 2a + 1.57(d_2 + d_1) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a}.$$

Aniqlangan qiymat standart bo'yicha yaxlitlanib olinadi.

Tasmaning standart uzunliklari:

ℓ_x , mm: 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000, 1120, 1250, 1400, 1600, 1800, 2000, 2240, 2500, 2800, 3150, 3550, 4000....

7. O'qlararo masofaning hisobiy qiymati

$$a = 0.125 \left\{ 2\ell - 3.14(d_2 + d_1) \sqrt{[2\ell - \pi(d_2 - d_1)]^2 - 8(d_2 - d_1)^2} \right\}$$

Uzatmada tasmani shkivlarga yengil o'rnatish uchun o'qlararo masofa 0.01ℓ ga kamaytirish hamda tasmalarda kerakli taranglikni ta'minlash uchun o'qlararo masofani 0.025ℓ ga uzaytirish imkoni bo'lishi kerak.

8. Yetaklovchi shkivning qamrov burchagi α_1

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57^\circ (d_2 - d_1) / a \geq [120^\circ]$$

9. Tasmaning tezligi ϑ , m/s:

$$\vartheta = \pi d_1 n_1 / 60 \leq [\vartheta],$$

bunda: $[\vartheta]=25$ m/s ruxsat etilgan tezlik ponasimon tasmalarda; $[\vartheta]=40$ m/s ensiz va yarimponasimon tasmali uzatmalarda.

10. Tasmaning uzatmani 1 sek.da aylanib chiqishi soni

$$\lambda = e / \vartheta \leq [\lambda] = 30 \text{с}^{-1}$$

11. Bitta ponasimon tasma yordamida uzatish mumkin bo'lgan quvvat:

$$[P] = [P]_0 \cdot C_\alpha \cdot C_\vartheta \cdot C_\varphi / C_\rho \text{ MPa,}$$

bunda: C_α, C_ρ - koeffitsiyent qiymatlari 6.6-jadvalda berilgan. C_φ - yetaklanuvchi shkivda egilishdagi kuchlanishni kamayishini hisobga oluvchi koeffitsiyent, 6.8-jadvalda berilgan.

C_φ - tasmaning ishlash muddatiga tasma uzunligini ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsiyent, 6.7-jadvalda berilgan.

12. Ponasimon tasmalar soni yoki yarimponasimon tasmalarda ariqchalar soni

$$z = P_1 / [P] \cdot C_z \leq [z]$$

bunda: C_z - yuklanishni tasmalar o'rtasida notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffitsiyent, 6.9-jadvalda berilgan

$[z] \leq 10$ ponasimon tasmalar uchun; yarimponasimon tasmalar uchun $[z] \leq 3\vartheta$ (k-kesimli tasma), $[z] \leq 50$ (l, m kesimli tasma).

13. Boshlang'ich taranglik kuch F_0 , H:

$$F_0 = \frac{750 P_1 C_\rho}{\vartheta C_\alpha} + z q \vartheta^2,$$

bunda: P_1 - yetaklovchi valdagi quvvat, kVt; S_ρ , S_α - koeffitsiyent qiymatlari yuqorida berilgan; z - tasma yoki tasmadagi ariqchalar soni; q - 1m tasmaning massasi, kg/m, 6.12-jadvalda berilgan

14. Val tayanchlariga ta'sir qiluvchi kuch F_v , H:

$$F_v = 2 F_0 \cdot z \sin\left(\frac{\alpha_1}{2}\right)$$

Masala. Tasmali uzatma hamda yopiq cherviyakli uzatmalardan tashkil topgan vintli konver $U = 1.87$, $n_1 = 1430 \text{ min}^{-1}$, $n_2 = 765 \text{ min}^{-1}$, $T_1 = 24.5 \text{ HM}$, $P_1 = 3.67 \text{ kBT}$, $T_2 = 44 \text{ HM}$ bo'lgan tasmali uzatma hisob-lansin. Uzatmaning ishlash rejimi yengil, gorizontga nisbatan $\alpha = 30^\circ$ qiyalik burchak bilan joylashgan. Tasma sifatida ponasimon, yarimponasimon hamda ensiz ponasimon tasmalar olinsin.

Masalaning yechimi:

1. Tasmaning turini tanlaymiz.

Uzatilayotgan quvvat P_1 hamda n_1 aylanish soni bo'yicha tasmalarni turini tanlaymiz.

a) Normal kesimli tasmalar

$P_1 = 3.67 \text{ кВт}$, $n_1 = 1430 \text{ мин}^{-1}$, bo'lganda tasmaning A turini tanlaymiz, 6.14-rasm.

b) Yarimponasimon tasmalar

$P_1 = 3.67 \text{ кВт}$, $n_1 = 1430 \text{ мин}^{-1}$, bo'lganda tasmaning K turini tanlaymiz, 6.15-rasm.

v) Ensiz ponasimon tasmalar.

$P_1 = 3.67 \text{ кВт}$, $n_1 = 1430 \text{ мин}^{-1}$, bo'lganda tasmaning SPZ turini tanlaymiz, 6.16-rasm.

2. Yetaklovchi shkiv diametri d_1 ni tanlaymiz.

a) Normal kesimli (A) tasmalar uchun jadvaldan T_1 qiymatiga nisbatan d_1 ni tanlaymiz, bunda $T_1 = 11 - 70 \text{ Нмм}$ bo'lganda $d_1 = 90 \text{ мм}$.

b) Yarimponasimon (K) tasma uchun jadvaldvn hamda uzatilayotgan quvvatga P_1 hamda n_1 ga nisbatan tanlanadi

$$P^1 = C_p P \text{ кВт},$$

bunda: $C_p = 1.1$ ish rejimini hisobga oluvchi koeffitsiyent qiymati jadvaldan olinadi.

$$P^1 = 1.1 \cdot 3.67 = 4.037 \text{ кВт}$$

$P^1 = 4.037 \text{ кВт}$, $n_1 = 1430 \text{ мин}^{-1}$, bo'lganda $d_1 = 90 \text{ мм}$.

v) Ensiz ponasimon tasmalar uchun jadvaldan tasmaning (SPZ) turiga hamda uzatilayotgan T_1 momentga nisbatan tanlanadi. Tasmaning turi SPZ, $T_1 < 150 \text{ Нмм}$ bo'lganda $d_1 = 63 \text{ мм}$.

3. Tasmalarni tezligi

a) Normal kesimli ponasimon tasmalar uchun

$$V_1 = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{60} = \frac{3.14 \cdot 0.09 \cdot 1430}{60} = 67 \text{ м/с}$$

b) Yarimponasimon kesimli tasmalar uchun

$$V_1 = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n}{60} = \frac{3.14 \cdot 0.09 \cdot 1430}{60} = 67 \text{ м/с}$$

v) Ensiz ponasimon tasmalar uchun

$$V_1 = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{60} = \frac{3.14 \cdot 0.063 \cdot 1430}{60} = 4.71 \text{ м/с}$$

4. Yetaklanuvchi shkiv diametri

a) Normal kesimli tasmalar uchun

$$d_2 = d_1 \cdot u(1 - \xi) = 90 \cdot 1.87(1 - 0.015) = 165 \text{ мм}$$

$\xi = 0.015$ elastik sirpanish koeffitsiyenti.

Aniqlangan qiymati $d_2 = 170\text{mm}$ qabul qilamiz.

b) Yarimponasimon tasmali uzatma uchun $d_1 = 90\text{mm}$ bo'lganligi uchun $d_2 = 170\text{mm}$.

v) Ensiz tasmali uzatma uchun

$$d_2 = d_1 \cdot u(1 - \xi) = 63 \cdot 1.87(1 - 0.015) = 116 \text{ mm}$$

Aniqlangan qiymat, $d_2 = 120\text{mm}$ qabul qilamiz

5. Uzatish sonining hisobiy qiymati

a) Normal ponasimon tasmalar uchun

$$u_x = \frac{d_2}{d_1} = \frac{170}{90} = 1.88$$

$$\Delta u = \frac{|u_x - u|}{u} \cdot 100\% = \frac{|1.88 - 1.87|}{1.87} \cdot 100 = 1\% < [3\%]$$

b) Yarimponasimon tasmalar uchun

$$u_x = \frac{d_2}{d_1} = \frac{170}{90} = 1.88 \quad \Delta u = 1\% < [3\%] \text{ shart bajarildi.}$$

v) Ensiz ponasimon tasmalar uchun

$$u_x = \frac{d_2}{d_1} = \frac{120}{63} = 1.9 \quad \Delta u = \frac{|u_x - u|}{u} \cdot 100\% = \frac{|1.9 - 1.87|}{1.87} \cdot 100 = 3.0\%$$

6. O'qlararo masofaning taxminiy qiymati

a) Normal ponasimon tasmalar uzatmalar uchun

$$a = 0.55(d_1 + d_2) + h \text{ mm}$$

bunda: $h = 8.7$ tasmaning balandligi

$$a = 0.55(90 + 170) + 8.7 = 268.7\text{mm} \approx 270\text{mm}.$$

b) Yarimponasimon tasmalar uzatmalar uchun

$$a = 0.55(d_1 + d_2) + h = 0.55(90 + 170) + 2.35 = 262.35\text{mm} \approx 265\text{mm}$$

$$h = 2.35\text{mm}$$

v) Ensiz ponasimon tasmalar uzatmalar uchun

$$a = 0.55(d_1 + d_2) + h = 0.55(63 + 120) + 10 = 110.65\text{mm} \approx 112\text{mm}$$

$$h = 10\text{mm}$$

7. Tasmaning uzunligi

a) Normal ponasimon tasmalar uzatmalar uchun

$$L = 2a + 0.5\pi(d_2 + d_1) + \frac{0.25(d_2 - d_1)^2}{a} =$$
$$= 2 \cdot 270 + 0.5 \cdot 3.14(170 + 90) + \frac{0.25 \cdot (170 - 90)^2}{270} = 954\text{mm}$$

b) Yarimponasimon tasmalar uzatmalar uchun

$$L = 2 \cdot 265 + 0.5 \cdot 3.14(170 + 90) + \frac{0.25 \cdot (170 - 90)^2}{265} = 944\text{mm}$$

v) Ensiz ponasimon tasmalar uzatmalar uchun

$$L = 2 \cdot 112 + 0.5 \cdot 3.14(120 + 63) + \frac{0.25(120 - 63)^2}{112} = 518 \text{ mm}$$

8. Yetaklovchi shkivni qamrov burchagi α_1

a) Normal ponasimon tasmalar uzatmalar uchun

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57^\circ \frac{d_2}{a} \frac{d_1}{d_2} = 180^\circ - 57^\circ \frac{170}{270} \frac{90}{170} = 163^\circ > [\alpha_1]$$

b) Yarimponasimon tasmalar uzatmalar uchun

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57^\circ \frac{170-90}{265} = 162^\circ > [\alpha_1] \text{ shart bajariladi}$$

v) Ensiz ponasimon tasmalar uzatmalar uchun

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57^\circ \frac{120-63}{112 \cdot 265} = 150^\circ > [\alpha_1] \text{ shart bajariladi}$$

9. O'qlararo masofaning hisobiy qiymati

a) Normal ponasimon tasmalar uzatmalar uchun

$$a = \frac{1}{8} [2L - \pi(d_2 + d_1) + \sqrt{[2L - \pi(d_2 + d_1)]^2 - 8(d_2 - d_1)^2}] =$$

$$= \frac{1}{8} [2 \cdot 954 - 3.14(170 + 90) + \sqrt{[2 \cdot 954 - 3.14(170 + 90)]^2 - 8(170 - 90)^2}] =$$

b) Yarimponasimon tasmalar uzatmalar uchun

$$a = \frac{1}{8} [2 \cdot 944 - 3.14(170 + 90) + \sqrt{[2 \cdot 944 - 3.14(170 + 90)]^2 - 8(170 - 90)^2}] = 264$$

v) Ensiz ponasimon tasmalar uzatmalar uchun

$$a = \frac{1}{8} [2 \cdot 518 - 3.14(120 + 63) + \sqrt{[2 \cdot 518 - 3.14(120 + 63)]^2 - 8(120 - 63)^2}] = 110$$

11. Bitta tasma yordamida uzatish mumkin bo'lgan quvvat.

a) Normal ponasimon tasmalar uzatmalar uchun

$$[P] = [P_0] \cdot C_\alpha \cdot C_L \cdot C_v / C_p \text{ kVt}$$

bunda $C_\alpha = 0.95$; $C_L = L_x / L_0 = 954 / 1700 = 0.56$ bo'lganda $C_L = 0.89$;

$$C_v = 1.12; C_p = 1.1 \quad P_0 = 1.39 \text{ kBT}$$

$$\text{natijada, } [P] = 1.39 \cdot 0.95 \cdot 0.89 \cdot 1.12 / 1.1 = 1.2 \text{ kBT}$$

b) Yarimponasimon tasmalar uzatmalar uchun

$$[P] = [P_0] \cdot C_\alpha \cdot C_L \cdot C_v / C_p \text{ kVt}$$

bunda: $C_\alpha = 0.94$; $C_L = L / L_0 = 944 / 710 = 1.3$ bo'lganda $C_L = 1.04$;

$$C_v = 1.12; C_p = 1.1 \quad (23.2\text{-jadval}) \quad P_0 = 0.29 \text{ kBT}$$

$$\text{natijada, } [P] = 0.29 \cdot 0.94 \cdot 1.04 \cdot 1.12 / 1.1 = 0.29 \text{ kBT}$$

v) Ensiz ponasimon tasmalar uzatmalar uchun

$$[P] = [P_0] \cdot C_\alpha \cdot C_L \cdot C_p / C_p \text{ kVt}$$

bunda: $C_\alpha = 0.91$; $C_L = L/L_0 = 518/1600 = 0.32$ bo'lganda $C_L = 0.91$;

$$C_p = 1.12; C_p = 1.1 \text{ (23.2-jadval)} \quad P_0 = 0.95 \text{ kBT}$$

$$\text{natijada, } [P] = 0.95 \cdot 0.91 \cdot 0.91 \cdot 1.12 / 1.1 = 0.8 \text{ kBT}$$

12. Tasmalar yoki tasmadagi ariqchalar soni

a) Normal kesimli ponasimon tasmali uzatmalar tasmalar soni

$$Z = \frac{P_1}{[P_0] \cdot C_z}$$

bunda: P_1 uzatilayotgan quvvat; $[P_0]$ —bitta tasma yordamida uzatiladigan quvvat; C_z —tasmalar soni, tasmalar o'rtasida yuklanishning notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffitsiyent

$$Z = \frac{P_1}{[P_0] \cdot C_z} = \frac{3.87}{1.2 \cdot 0.95} = 3.39 \text{ yaxlitlab } Z = 4 \text{ qabul qilamiz}$$

b) Yarimponasimon tasmalarda ariqchalar soni

$$Z = \frac{P_1}{[P_0] \cdot C_z} = \frac{3.87}{0.29 \cdot 0.85} = 15.69 \text{ yaxlitlab } Z = 16 \text{ qabul qilamiz}$$

v) Ensiz tasmalar soni

$$Z = \frac{P_1}{[P_0] \cdot C_z} = \frac{3.87}{0.8 \cdot 0.85} = 5.69 \text{ yaxlitlab } Z = 6 \text{ qabul qilamiz}$$

13. Shkivlarning eni

a) Normal kesimli ponasimon tasmalar uchun

$$B = (Z-1)t + 2f = (4-1)3.3 + 2 \cdot 10 = 30$$

$$Z=4, \quad f=10, \quad t=3.3;$$

b) Yarimponasimon tasmalar uchun

$$B = (Z-1)t + 2f = (16-1)1.0 + 2 \cdot 3.5 = 17.0$$

$$Z=16, \quad f=3.5, \quad t=1.0;$$

v) Ensiz ponasimon tasmalar uchun

$$B = (Z-1)t + 2f = (6-1) \cdot 2.5 + 2 \cdot 8 = 28.5$$

$$Z=6, \quad f=8.0, \quad t=2.5;$$

14. Tasmali uzatmalarda boshlang'ich taranglik kuch

a) Normal kesimli ponasimon tasmalar uchun

$$F_0 = 750 \frac{P_1 C_p}{V C_\alpha} + Z \cdot q v^2 \text{ H,}$$

bunda: P_1 —uzatilayotgan quvvat, kVt; C_p , C_α —qiymatlari yuqorida

berilgan; V —tasmaning tezligi, m/c; Z —tasmalar soni; q —1m tasmaning massasi, kg/m;

Uzatma uchun $P_1 = 3.87$ kVt; $C_p = 1.1$; $V = 6.7$ m/c; $C_\alpha = 0.95$;

$$Z = 4;$$

$$q=0.1\text{Kr/m.}$$

Natijada,

$$F_0 = 750 \frac{3.87 \cdot 1.1}{6.7 \cdot 0.95} + 4 \cdot 0.1 \cdot (6.7)^2 = 520\text{H.}$$

b) Yarimponasimon tasmalar uchun

$$F_0 = 750 \frac{3.87 \cdot 1.1}{6.7 \cdot 0.91} + 16 \cdot 0.009 \cdot (6.7)^2 = 530\text{H}$$

v) Ensiz ponasimon tasmalar uchun

$$F_0 = 750 \frac{3.87 \cdot 1.1}{4.71 \cdot 0.91} + 6 \cdot 0.07 \cdot (4.71)^2 = 754\text{H}$$

15. Valga ta'sir qiluvchi kuchlar

a) Normal kesimli ponasimon tasmali uzatmada

$$F_b = 2F_0 \sin\left(\frac{\alpha_1}{2}\right) = 2 \cdot 520 \sin 81^\circ 30' = 2 \cdot 520 \cdot 0.9890 = 1028\text{H}$$

b) Yarimponasimon kesimli tasmali uzatmalar

$$F_b = 2F_0 \sin\left(\frac{\alpha_1}{2}\right) = 2 \cdot 530 \sin 81^\circ = 2 \cdot 530 \cdot 0.9877 = 1047\text{H}$$

v) Ensiz kesimli ponasimon tasmali uzatmalar

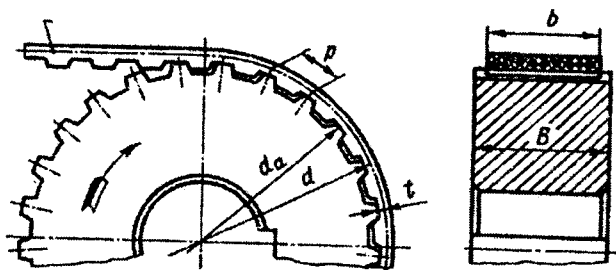
$$F_b = 2F_0 \sin\left(\frac{\alpha_1}{2}\right) = 2 \cdot 754 \sin 75^\circ = 2 \cdot 754 \cdot 0.9659 = 1457\text{H}$$

SAVOL VA TOPSHIRIQLAR

1. Ponasimon, yarimponasimon, ensiz tasmalarning tuzilishi.
2. Normal ponasimon tasma turlarini bir-biridan farqi.
3. Yarim ponasimon tasma turlari va bir-biridan farqi.
4. Ensiz ponasimon tasma turlari va bir-biridan farqi.
5. Tasma turlari qanday tanlanadi?
6. Yetaklovchi shkv diametri qanday aniqlanadi?
7. Bitta tasma yordamida uzatish mumkin bo'lgan quvvat qanday aniqlanadi?
8. Tasmalar soni qancha bo'lishi mumkin?
9. Val tayanchiga ta'sir qiladigan kuch qiymati qanday aniqlanadi?

6.10-§ Tishli tasmali uzatmalar

Tishli tasmali uzatmalarni ustki qismi tekis bo'lib, ichki tomonida ko'ndalang kesim bo'yicha joylashgan tishlari tishli g'ildiraklar bilan ilashadi (6.18-rasm).



6.18-rasm.

Tishli tasmali uzatmalarda shkiv bo'yicha sirpanish hodisasi, boshlang'ich taranglik kuchning qiymati nisbatan katta bo'lmaydi. Tasmalarning tortish darajasiga qamrov burchagining ta'sirini kamaytiradi. Bu esa o'qlararo masofani ya'ni gabarit o'lchamlarni kamaytiradi, uzatmani uzatish soni nisbatan katta bo'lmaydi.

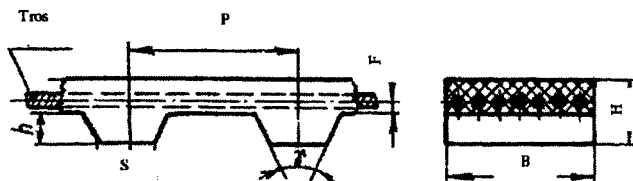
Uzatmaning afzalliklari: uzatish sonini doimiyliigi; o'qlararo masofaning nisbatan kichikligi; tayanchlarga tushadigan kuchlarning nisbatan kichikligi; uzatish sonining kattaligi, $u \leq 12$; tasmaning elastikligi tufayli dinamik kuchlarning kamligi.

Kamchiliklari: Tannarxi nisbatan qimmatligi; tasmaning ishlash muddatiga o'qlarni o'zaro joylanishi, (noparalelligi) salbiy ta'siri.

Ishlatilishi. Tishli tasmali uzatmalarda tasmalarni tortish darajasi katta bo'lgani uchun yuklanish katta uzatmalarda shuningdek harakat aniq bo'lgan uzatmalarda (uzatish soni doimiy bo'lishi shart) ishlatiladi. Uzatiladigan quvvat 200 KVt gacha, tezligi 60 m/s gacha, F.I.K $\eta = 0,94 - 0,98$.

Tishli tasmali uzatmalarda ikki xil yo'l bilan tayyorlanadi, yig'ma va bosma.

Yig'ma tishli tasmalarda tortuvchi element bu metallokard bo'lib u rezina hamda tishlari matolar bilan qoplangan bo'lib, bir butun qilib vulkanizatsiya qilingan. Bosma tishli tasmalarda tortuvchi element metallokard bo'lib, rezina poleuretan bilan qoplangan. Metallokard bu diametrni 0.36, 0.75 mm po'lat materiallardan tayyorlangan tros. Tishlari trapetsial shaklda ega bo'lib, tishlarning shakli $\gamma = 50^\circ, 40^\circ$ bo'ladi (6.19-rasm).



6.19-rasm.

Tasmaning, uzatmaning o'lchamlari ilashish moduliga bog'liq bo'lib, qiymatlari 6.14, 6.15-jadvallarda berilgan.

Tishlining tasma o'lchamlari

6.14-jadval

Modul, m, mm	t	S	h	H	t
2	6,28	1,8	1,5	3,0	0,6
3	9,42	3,2	2,0	4,0	0,6
4	12,57	4,4	2,5	5,0	0,8
5	15,71	5,0	3,5	6,5	0,8
7	21,99	8,0	6,0	11,0	0,8

Tishli tasma, g'ildirak tishlarning soni va tasmaning eni

6.15-jadval

Modul, m, mm	2	3	4	5	7
G'ildirak tishlar soni	10	10	14	14	17
Z_{min}					
Z_{max}	115	120	120	120	120
Tasmadagi tishlar soni	40	40	48	48	56
Z_{min}					
Z_{max}	160	160	250	200	140
Tasmaning eni v, mm	5-20	12,5-50	20-100	25-100	40-125

Ilova: 1. Tasmaning L_x , qadam hisobida yoki tasmadagi tishlar sonini quyidagi qatordan olinadi: 45, 48, 50, 53, 56, 60, 63, 67, 71, 75,

80, 85, 90, 100, 105, 112, 115, 125, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220, 235.

2. Tasmaning hisobiy uzunligi $L_x = Z_x \cdot t$

3. Tasmaning eni quyidagi qatordan olinadi: 5, 8, 10, 12.5, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200 mm.

6.11-§ Tishli tasmali uzatmalarning hisobi

Tishli tasmalarni ishga layoqatligi uning tortish darajasi bilan belgilanadi, tortish darajasi esa eni 1 mm bo'lgan tasmaning uzata olishi mumkin bo'lgan solishtirma kuch bilan belgilanadi, shartli belgisi $[\sigma_0]$. $[\sigma_0]$ ning qiymati modulga bog'liq bo'lib, quyidagicha olinadi:

m, mm	2	3	4	5	7
$[\sigma_0]$, N/mm	5	9	25	30	32

Uzatmada uzatilayotgan quvvat R_1 ga va aylanish soni n_1 ga nisbatan 6.16-jadvaldan ilashish moduli m va yetaklovchi shkvning tishlar soni z_1 qabul qilinadi.

6.16-jadval

n_1 , min ⁻¹	Uzatish soni R_1 kVt bo'lganda ilashish moduli $\bar{m}$ (suratida) va tishlar soni z_1 (mahrajda) ni qiymatlari.											
	0,6	1,1	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5	11	15	22	30
3000	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{4}{20}$	$\frac{4}{20}$	$\frac{4}{20}$	$\frac{4}{20}$	$\frac{5}{20}$	$\frac{5}{20}$	$\frac{5}{20}$	$\frac{7}{26}$
1500	$\frac{3}{14}$	$\frac{3}{14}$	$\frac{3}{14}$	$\frac{4}{18}$	$\frac{4}{18}$	$\frac{4}{18}$	$\frac{4}{18}$	$\frac{5}{18}$	$\frac{5}{18}$	$\frac{5}{18}$	$\frac{7}{26}$	$\frac{7}{26}$
1000	$\frac{3}{12}$	$\frac{3}{12}$	$\frac{4}{16}$	$\frac{4}{16}$	$\frac{4}{16}$	$\frac{4}{16}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{7}{24}$	$\frac{7}{24}$	$\frac{7}{24}$
750	$\frac{3}{12}$	$\frac{4}{16}$	$\frac{4}{16}$	$\frac{4}{16}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{7}{22}$	$\frac{7}{22}$	$\frac{7}{22}$	$\frac{7}{22}$

Uzatmaning hisoblash $[K]$ ni ruxsat etilgan bosim $[K]$ qiymati bo'yicha olib boriladi, bunda:

$$[K] = \frac{[K_0]}{C_p} - q \vartheta^2 \quad [6.29]$$

Bunda: $S_1 = 1,3 \div 1,8$ – ish rejimni va dinamik yuklanishini hisobga oluvchi koeffitsiyent, qiymati 6.17-jadvaldan olinadi.

Mashina turlari	Ish rejimi		
	1	2	3
Yengil konveyrlar	1,3–1,5	1,4–1,6	1,5–1,7
Bosmaxona mashinalari, metallarni qayta ishlash stanoklari	1,4–1,6	1,5–1,7	1,6–1,8
To'qimachilik mashinalari, yuk ko'tarish mashinalari	1,5–1,7	1,6–1,8	1,7–1,9

Tasmani tortish darajasini ta'minlash uchun kerakli tasmaning eni

$$\sigma' \geq \frac{F_t}{[\sigma]}$$

Bunda: $F_t = 10^3 P / \theta$ - aylanma kuch, N; $R = kVt$, θ - m/s.

Hisoblangan σ' qiymat aniqlashtiriladi :

$$\sigma = \sigma' / C_\sigma \quad [6.30]$$

C_σ - tasmaning yon tomonida tros o'ramlarining to'liqmasligini hisobga oluvchi koeffitsiyent:

v , mm	< 8	8...16	16...25	25	25...40	40...65	65...100	>100
C_σ	0.7	0.35	0.95	1	1.05	1.10	1.15	1.2

Tasmaning eni standart qatordan olinadi, 6,15-jadval.

Shkivni bo'luvchi aylana o'lchami:

$$u_1 = mZ_1; \quad d_2 = mZ_2 \quad [6.31]$$

bunda: Z_1, Z_2 - shkivning tishlar soni

Uzatmada tasmalarining ishlash muddatini ta'minlash uchun yetaklovchi shkivda tishlar sonining eng kichik qiymati 6,10- jadvaldan tavsiya asosida olinadi.

O'qlararo masofa

$$a \geq 0.5(d_1 + d_2) + (2...3)\overline{m}$$

Tasmaning uzunligi

$$L_x = \frac{2a}{t} + \frac{Z_2 + Z_1}{2} + \left(\frac{Z_2 - Z_1}{2\pi} \right)^2 \frac{t}{a}, \quad [6.32]$$

bunda: t - tish qadami, 6,9-jadvalda berilgan.

Aniqlangan L_x qiymat standart bo'yicha yaxlitlanadi, 6,10- jadval.

O'qlararo masofaning hisobi qiymati

$$a = \frac{t}{4} \left[L_x - \frac{Z_2 + Z_1}{2} + \sqrt{\left(L_x - \frac{Z_2 + Z_1}{2} \right)^2 - 8 \left(\frac{Z_2 - Z_1}{2 f_1} \right)^2} \right] \quad [6.33]$$

Yetaklovchi shkiv bilan ilashishda bo'lgan tasmaning tishlar soni

$$Z_0 = \frac{Z_1 \alpha_1}{360} \geq [z_0] \quad [6.34]$$

bunda: α_1 - yetaklovchi shkivning qamrov burchagi, 6,4-formula bo'yicha aniqlanadi.

Uzatmada tasma tishlarini kesishga, troslarni uzilishga mustahkamligini, chidamliligini ta'minlash uchun $[Z_0] \geq 6$ shart bajarilishi kerak. Agarda $Z_0 < [Z_0]$ bo'lsa o'qlararo masofada a yoki z_1 tishlar soni oshiriladi.

Boshlang'ich taranglik kuch F_0 qiymati ilashishdagi bo'shliqlarni yo'qotish, hamda tasmani shkivga to'g'ri ilashishini ta'minlaydi. Uning qiymati tasma bilan shkiv o'zaro yaxshi ilashishi uchun markaz qochma kuch qiymatidan katta bo'lishi shart, bu qiymat quyidagicha aniqlanadi:

$$F_0 = F_y e + q e \vartheta^2 \quad [6.35]$$

bunda: v -mm ; q -kg/(mm mm);

ϑ -m/s; F_y -taranglovchi kuch, N/mm;

m, mm		3	4	5	7
$F_y, N/mm$	1,0	1,5	4,0	5,0	6,0

Valga ta'sir qiluvchi kuchning qiymati

$$F_e = 1,1 F_t \quad [6.36]$$

Tishli tasmalarning ishlash muddati 2000 s.

6.12-§ Tishli tasmalarning shkivlari

Tasma shkivining tishlari bo'luvchi aylana diametrlarni pastigacha kesilgan bo'ladi, (bo'luvchi aylana tasmani neytral kesimi bilan bir tekislikda bo'ladi). 6.18-rasm.

Shkiv tashqi aylanasining o'lchami:

a) yetaklovchi shkiv

$$d_{a1} = d_2 - 2t + \frac{0,2 \Delta F_t Z_1}{e} ; \quad [6.37]$$

b) yetaklovchi shkiv

$$d_{a2} = d_2 - 2t + \frac{0,2\lambda F_2 Z_2}{\sigma} \quad [6,38]$$

bunda: t -tasma tish asosidan tros o'qigacha bo'lgan masofa 6,9-jadval mm; λ -eni 1 mm qadami t , bo'lgan tasma metallokardni beriluvchanligi, mm^2/n :

m, mm	2	3	4	5	7
λ , mm^2/n	0,0009	0,0014	0,0006	0,0008	0,0011

Tasma eni v bo'lganda shkiv eni V quyidagicha aniqlanadi.

$$V = v + m$$

Shkivda tish o'rtasida olingan qadam

$$P_{m1} = \frac{\pi(d_{a1} - h_m)}{Z_1}, \quad P_{m2} = \frac{\pi(d_{a2} - h_m)}{Z_2} \quad [6,39]$$

m, mm	2	3	4	5	7
h_{sh} , mm	2,2	3,0	4,0	5,0	8,5
S_{sh} , mm	1,8	3,2	4,0	4,8	7,5

Bunda: S_{sh} - tishlararo bo'shliqda eng kichik masofa.

Masala: Lentali konveyr yuritmasi hisoblansin. Elektrodvigateldagi quvvat $P=5.3$ kVt, $n_1=360$ min^{-1} . Uzatish $u=4$. Ish ikki smenali, yuklanish bir tekisda.

Masalaning yechimi:

1. Uzatiladigan quvvatiga nisbatan jadvallardan ilashish moduli $m=5$ qadami $P_1=15.71$ mm qabul qilamiz.

2. Uzatma shkivlarning tishlar sonini jadvaldan tavsiyaga asosan yetaklovchi shkiv tishlar soni $z_1=16$ qabul qilamiz.

Yetaklanuvchi shkiv tishlar soni $z_2=z_1 u=16 \cdot 4=72$.

3. Shkivlarni bo'luvchi aylana o'lchamlari

$$d_1 = m z_1 = 5 \cdot 16 = 80 \text{ mm}$$

$$d_2 = m z_2 = 5 \cdot 72 = 360 \text{ mm}$$

4. Tasmaning uzunligi

a) o'qlararo masofaning taxminiy qiymati

$$a \geq 0,5(d_2 + d_1) + 2\bar{m} = 0,5(360 + 80) + 2 \cdot 5 = 450 \text{ mm}$$

b) qadam hisobida tasmaning uzunligi

$$L_x = \frac{2a}{P} + \frac{z_2 + z_1}{2} + \left(\frac{z_2 - z_1}{2f_1}\right)^2 \frac{P}{a} = \frac{2 \cdot 450}{15.71} + \frac{72+16}{2} + \left(\frac{72-16}{2 \cdot 3.14}\right)^2 \frac{15.71}{450} = 104$$

Standart qator bo'yicha $L_x = 105$ qabul qilamiz 6,10-jadval.

5. O'qlararo masofaning hisobiy qiymati

$$a = \frac{p}{4} \left[L_x - \frac{z_2 + z_1}{2} + \sqrt{\left(L_x - \frac{z_2 + z_1}{2}\right)^2 - 8\left(\frac{z_2 - z_1}{2f_1}\right)^2} \right] = \frac{15.71}{4}$$

$$\left[105 - \frac{72+16}{2} + \sqrt{\left(105 - \frac{72+16}{2}\right)^2 - 8\left(\frac{72-16}{2 \cdot 3.14}\right)^2} \right] = 457 \text{ mm}$$

6. Yetaklovchi shkivning qamrov burchagi

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57 \frac{(d_2 - d_1)}{2} = 180^\circ - 57 \frac{360 - 80}{457} = 145^\circ$$

7. Yetaklovchi shkiv tishlar bilan ilashishda bo'lgan tasmasi tishlar soni

$$z_0 = \frac{z_1 \cdot \alpha_1}{360^\circ} = \frac{16 \cdot 145}{360} = 6,44 > [z_0] = 6 \text{ shart bajarildi.}$$

8. Uzatish sonining hisobiy qiymati

$$u_x = \frac{z_2}{z_1} = \frac{72}{16} = 4$$

9. Val tayanchlariga ta'sir qiluvchi kuch

$$F_s = 1,1 \cdot F_t = 1,1 \cdot 13,75 = 1449 \text{ H}$$

10. Shkivning o'lchamlari

a) yetaklovchi va yetaklanuvchi shkivlarning tashqi diametrlari
 $\lambda = 0,008 \text{ mm}^2/\text{N}$, $t = 0,8$ bo'lganda

$$d_{e1} = d_1 - 2t + \frac{0,2\lambda F_t z_1}{\sigma} = 80 - 2 \cdot 0,8 + \frac{0,2 \cdot 0,0008 \cdot 1317,5 \cdot 16}{63} = 78,34 \text{ mm}$$

$$d_{e2} = d_2 - 2t + \frac{0,2\lambda F_t z_2}{\sigma} = 360 - 2 \cdot 0,8 + \frac{0,2 \cdot 0,0008 \cdot 1317,5 \cdot 72}{63} = 358,16 \text{ mm}$$

b) shkivning eni $V = v + m = 63 + 5 = 68 \text{ mm}$.

v) shkivning tish o'rtasidan olingan qadam. $H_{sh} = 5,0$ bo'lganda:

$$P_{u1} = \frac{\pi(d_{a1} - h_w)}{z_1} = \frac{3.14(78.34 - 5)}{16} = 4.58 \text{ mm}$$

$$P_{u2} = \frac{\pi(d_{a2} - h_w)}{z_2} = \frac{3.14(358.16 - 5)}{72} = 4.90 \text{ mm}$$

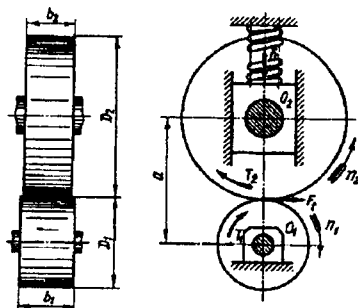
SAVOL VA TOPSHIRIQLAR

1. Tishli tasmalarning tuzilishi, afzalligi va kamchiligi.
2. Tasmani tortish darajasini taminlash uchun kerakli tasmaning eni.
3. Yetaklovchi shkiv bilan ilashishda bo'lgan tasmaning tishlar soni qanday aniqlanadi?
4. Tishli shkiylarni geometrik o'lchamlari.
5. Valga ta'sir qiluvchi kuchning qiymati qanday aniqlanadi?

VII bob. FRIKSION UZATMALAR

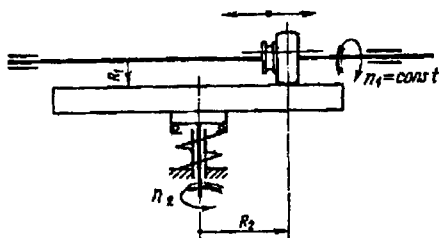
7.1-§. Umumiy ma'lumotlar

Uzatmada harakat bir valdan ikkinchi valga ishchi yuzalarini siqish kuchi yordamida kontakt yuzada hosil bo'lgan ishqalanish hisobiga amalga oshirilsa, bunday uzatmalar friksion uzatmalar deb ataladi, 7.1-rasm. Yetaklanuvchi val tayanchi muayan mahkamlanmagan, shuning uchun markazga tomon harakatlanishi mumkin, 7.1-rasm.



7.1-rasm.

Friksion uzatmalarni ikki guruhga bo'lish mumkin, bu uzatish soni doimiy bo'lgan friksion uzatmalar 7.1- rasm hamda uzatish soni o'zgaruvchan bo'lgan uzatmalar ya'ni variatorlar 7.2-rasm. Uzatmalar o'qlari o'zaro parallel (7.1-rasm), burchak ostida (7.2-rasm) o'zaro ayqash joylashishi mumkin.



7.2-rasm.

Afzalliklari. 1. Ishchi yuzaning oddiyligi. 2. Ishlash bir tekis va shovqinsiz. 3. Uzatish sonini uzatmani ishlash jarayonida o'zgartirish mumkinligi. 4. O'ta yuklanish bo'lganda katoklarni o'zaro sirpanishi.

Kamchiligi. 1. Ishchi yuzani siqish uchun maxsus siquvchi moslama ishlatish. 2. Val tayanchlariga va podshipniklarga katta kuchlarni tasir qilishi, shuning uchun val diametrlari nisbatan katta olinadi. 3. Katoklarni o'zaro sirpanishi hisobiga uzatish sonini doimiy emasligi. 4. Katoklar o'zaro sirpanganligi uchun katok yuzlarining tezda yyeyilishi.

Ishlatilishi. Uzatmalarda harakat shovqinsiz, bir tekisda (magnitafon, va boshqalar) ishlash talab qiladigan, uzatiladigan quvvat nisbatan kichik bo'lgan, uzatish soni doimiy bo'lgan friksion uzatmalar ishlatiladi.

Variatorlar metall kesuvchi stanoklarda, to'qimachilik, qog'oz sanoatida ko'tarish-tashish mashinalarida ishlatiladi.

Friksion uzatmalar uzata oladigan quvvat $R=20kVt$ gacha bo'lib katoklarning tezligi $V=25m/c$ gacha bo'lishi mumkin.

7.2-§. Uzatmaning kinematikasi

Friksion uzatmalarni ishlash jarayonida katoklarning o'zaro sirpanishi natijasida v_2 tezlik, v_1 tezlikka nisbatan kam bo'ladi. Katoklarni o'zaro sirpanishi sirpanish koeffitsiyenti ε yordamida hisobga olinadi.

$\varepsilon = \frac{v_1 - v_2}{v_1}$. Bu koeffitsiyent qiymati $\varepsilon=0.01 \dots 0.05$ eksperiment yo'li

bilan aniqlanadi. Demak, yetaklanuvchi katok tezligi

$$v_2 = v_1(1 - \varepsilon)$$

Ma'lumki, $v_1 = \frac{\omega_1 d_1}{2}$; $v_2 = \frac{\omega_2 d_2}{2}$, bundan uzatmaning uzatish soni yetaklovchi va yetaklanuvchi katoklarni burchak tezligi va diametrlarining nisbatiga teng

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{d_2}{d_1(1 - \varepsilon)}$$

Variatorlarni asosiy xarakteristikalaridan biri, bu uzatish sonining pog'onasiz boshqarishdir. Uzatmalarda variatorlar ishlatilganda, aylanish sonlarining birtekisda mashina to'xtatmasdan o'zgartirish mumkin bu esa mashinalarni unumdorligini oshirishga va kerakli tezlikni ta'minlashga imkon beradi.

Har qanday variatorni kinematik xarakteristikasi, bu uning boshqarish darajasi bilan belgilanadi.

$$D = \frac{n_{1\max}}{n_{2\min}} = \frac{u_{\max}}{u_{\min}} = \frac{R_{\max}}{R_{\min}},$$

bunda: $p_{1\max}, p_{2\min}$ yetaklovchi va yetaklanuvchi vallarning max va min aylanish soni; $i_{\max}, i_{\min}$ -uzatish sonining max va min qiymatlari.

Nazariy jihatdan olganda $R_{\min}=0$, $D=-\infty$ bo'lishi mumkin, lekin R kichrayishi bilan sirpanish tezligi, katoklarning yyeyilishi keskin oshadi, f.i.k kamayadi, shuning uchun boshqarish darajasi $D_{\max}=9$ gacha bo'lishi mumkin.

Uzatmadagi kuchlar. Friksion uzatmalarda harakat bir valdan ikkinchi valga ishqalanish kuchi R_f yordamida amalga oshiriladi, 7.1-rasm. Bu kuch esa siqish prujinasi yordamida muayan mahkamlanmagan tayanchga F_t kuch ta'sir natijasida hosil bo'ladi. Uzatmada harakatni bir valdan ikkinchi valga o'tkazish uchun quyidagi shart bajarilishi kerak:

$$R_f \geq F_t$$

bunda: $F_t=2T_2/d_2$ -aylanma kuch $R_f=fF_2$ -ishqalanish koeffitsiyenti.

Demak, $fR_f \geq F_t$ bo'lishi kerak, bundan katokni siqish uchun kerakli kuchning qiymati.

$$F_t = \frac{KF_t}{f} = \frac{2T_2 \cdot K}{(f \cdot d_2)}.$$

bunda: $K=1.25-1.5$ -xofsizlik koeffitsiyent; f -katoklar o'rtasidagi sirpanib ishqalanish koeffitsiyenti. Katoklar po'lat yoki cho'yan materiallardan tayyorlanib yog'lanmasa $f=0.15-0.20$; yog'lansa $f=0.04-0.05$.

Uzatmada quvvat ishqalanishni yengish uchun sarf qilinadi, bunda f.i.k qiymatini $\eta=0.9-0.95$ olinadi.

7.3-§. Katok materiallari

Katok materiallari. Friksion uzatmalarda katok materiallarini ishqalanish koeffitsiyenti f (siquvchi kuch nisbatan kam bo'lishi uchun) elastiklik moduli E (elastiklik sirpanishni kamaytirish uchun) yuqori, shuningdek yyeyilishga chidamli bo'lishi kerak. Friksion uzatmalarda ishlatiladigan katok materiallarni quyidagicha tanlash tavsiya etiladi.

1. Toblangan po'lat materiallar o'zaro juft hosil qiladi. Bunda katoklar 18xGT, Shx15, 65G markali po'lat materiallaridan tayyorlanadi. Bunday materiallardan tayyorlangan katoklar yeyilishga

chidamli, uzatmalarning F.I.K yuqori bo'ladi. Uzatmalarning gabarit o'lchamlari nisbatan kichik, lekin tayyorlash jarayonida yuqori darajada aniqlikni talab qiladi.

2. Uzatmada katoklarni biri tekstolit, fibra, ikkinchisi po'lat materiallaridan tayyorlanadi (7.2-rasm). Asosan kam quvvatli ochiq, yuqori aniqlikni talab qilmaydigan uzatmalarda ishlatiladi. Katok materiallari nisbatan tez yeyiladi.

3. Uzatmalarda katoklarning biri metallokeramika, ikkinchisi toblangan po'lat materiallaridan tayyorlanadi. Bunday materiallar quvvat uzatadigan ochiq uzatmalarda ishlatiladi.

Ishqalanish koeffitsiyenti f qiymatlari:

Katoklar po'lat materialidan tayyorlangan bo'lib u quyilgan vannalarda ishlatilsa — 0.04—0.05;

Katoklar po'lat materiallardan tayyorlangan bo'lib bittasi po'lat ikkinchisi cho'yan materiallaridan tayyorlangan bo'lsa ishqalanish yuzasi yog'lanmaganda — 0.15—0.18; Katoklarni biri tekstolit, fibra, ikkinchisi po'lat materialidan tayyorlangan bo'lib ishqalanish yuzasi yog'lanmaganda — 0.30—0.35. Katoklarning biri metallokeramika ikkinchisi po'lat materiallaridan tayyorlangan bo'lib ishqalanish yuzasi yog'langan — 0.30—0.35.

Uzatmani katok ishchi yuzalarining yeyilishi va ishga layoqatligi. Yopiq friksion uzatmalarda katoklar yog'li vannalarda ishlaganda tashqi muhitdan abraziv zarrachalar tushmaydi bunda asosan ishchi yuzalarda uvalanish hodisasi ro'y beradi. Siquvchi kuchdan kontakt yuzada katta kuchlanish hosil qiladi. Bu kuchlanish katoklar aylanish jarayonida o'zgaruvchan sikl bilan tasir qiladi. O'zgaruvchan kuchlanishlar ta'sirida kontakt yuzada mayda darzlarni hosil qiladi. Bu darzlarga moy bosim bilan kirganda bu ishchi yuzani uvalanishiga olib keladi.

Kam moylangan yoki umuman moylanmagan uzatmalarda ishchi yuzalarining yeyilish darajasi ishqalanish koeffitsiyenti f va kontakt kuchlanish σ_N ning qiymatlariga to'g'ri proporsional bo'ladi.

Metallmas materiallardan tayyorlangan katoklarning ishchi yuzalari yeyilish bilan birga qatlamlarning ko'chish hollari ro'y beradi.

Xullas, uzatma katoklarining ishga layoqatligi bu ularning mustahkamligi hamda yeyilishiga chidamliligi bilan belgilanadi.

7.4-§ Silindrsimon friksion uzatmalar

Silindrsimon friksion uzatmalarda (7.1-rasm) yetaklanuvchi katokning tezligi v_2 , yetaklovchi katokning tezligidan katokning o'zaro sirpanish hisobiga nisbatan kam bo'ladi bu esa sirpanish koeffitsiyenti yordamida hisobga olinadi.

$$\xi = \frac{(v_1 - v_2)}{v_1},$$

bunda: $\xi=0.005-0.5$. Sirpanish koeffitsiyenti po'lat materiallaridan tayyorlangan katoklar uchun $\xi=0.002$; tekstolit uchun $\xi=0.01$; rezina materiallar uchun $\xi=0.03$.

Uzatish soni. 7.1-rasmda uzatish soni doimiy bo'lgan silindrsimon katokli uzatma berilgan. Bunda, yetaklanuvchi katok tayanchi mahkamlanmagan. Bu tayanch siquvchi F_z kuch ta'sirida O_1 O_2 o'qi bo'yicha harakatda bo'ladi.

Silindrsimon katoklar uzatmalarda uzatish soni

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_{1(1-\xi)}} = \frac{D_2}{D_1}$$

bunda: ξ - sirpanish koeffitsiyenti. Quvvat uzatadigan uzatmalar uchun $i \geq 7$

Uzatmaning geomerik o'lchamlari.

O'qlararo masofa

$$a = \frac{D_1 + D_2}{2} = \frac{D_1(u+1)}{2}$$

Yetaklovchi katokning diametri

$$D_1 = \frac{2a}{(u+1)}.$$

Yetaklanuvchi katokning diametri

$$D_2 = D_1 \cdot u$$

Uzatmadagi kuchlar

Aylanma kuch

$$F_r = \frac{2 \cdot 103 T_1}{D_1}$$

$$\text{bunda : } T_1 - \text{Hm; } D - \text{mm}$$

Siquvchi kuch

$$F_c = \frac{KF_r}{f}$$

bunda: K - xavfsizlik koeffitsiyenti. Quvvat uzatadigan uzatma uchun $K=1.25-2$; *priborlar* uchun $K=3$ gacha.

Masala. Silindrsimon katokli friksion uzatmalarda aylanuvchi moment $T_1 = 135 \text{ Hm}$. Katoklar po'lat materiallardan tayyorlangan. Yetaklovchi

katokning diametri $D_1 = 270\text{mm}$. Uzatma yog'li vallarda ishlaydi. Uzatmada aylanuvchi momentini uzatish uchun kerakli siquvchi kuch qiymati aniqlansin.

Masalaning yechimi. 1. Uzatmadagi aylanma kuch

$$F_t = \frac{2 \cdot 10^2 T_1}{D_1} = \frac{2 \cdot 10^2 \cdot 135}{270} = 1000\text{N}.$$

2. Siquvchi kuch. Uzatma yog'li vannada ishlaganligi uchun $f = 0.05$; xavfsizlik koeffitsiyenti $K = 1.4$ qabul qilamiz

$$F_c = \frac{KF_t}{f} = \frac{1.4 \cdot 1000}{0.05} = 28000\text{H}$$

Masalada siquvchi kuch aylanma kuchdan 28 marta katta. Bu friksion uzatmaning asosiy kamchiligi.

7.5-§ Variatorlar

Variatorlarda yetaklovchi katokning aylanish soni doimiy bo'lganda yetaklanuvchi katokdan kerakli aylanish sonlarini olish mumkin, 7.2-rasm.

Variatorlarda harakatni katoklarning o'zaro siquvchi kuch ta'sirida tasma, zanjir yordamida uzatish mumkin.

Uzatmada tezliklarni pog'onasiz sozlash mumkin, bu esa F.I.K ni oshiradi, shuningdek bu jarayonni avtomatlashtirishi mumkin.

Variatorlarning asosiy xarakteristikalaridan biri bu uzatish D sonini boshqarishdir. Boshqarish darajasining shartli belgisi bu yetaklanuvchi katokning eng katta aylanish sonini, eng kichik aylanish soniga nisbati sifatida olinadi.

$$D = \frac{n_{2\max}}{n_{2\min}} = \frac{u_{\max}}{u_{\min}} = \frac{R_{\max}}{R_{\min}}$$

Bir pog'onali variatorlar uchun $D = 3-8$.

Variatorlarni uzatiladigan aylanuvchi moment, boshqarish darajasi hamda yetaklovchi katoklarning aylanish soniga nisbati jadvaldan tanlanadi.

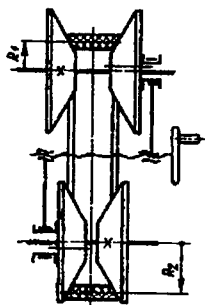
Variatorlarning turlari. Variatorlar tuzilishi jihatdan har xil *lobovoy*, o'zgaruvchan konusli, torli va boshqa ko'rinishlarda bo'lishi mumkin.

Lobovoy variatorlar. 7.2-rasm. Vintli presslarda priborlarda ko'p ishlatiladi. Yetaklanuvchi valni aylanish sonining o'zgarishi, yetaklovchi katokning o'q bo'yicha harakati hisobiga erishiladi, bunda R_2 radius qiymati o'zgaradi. Uzatma katok ishchi yuzalarini intenvino yeiladi

F.I.K kichik. $R_1 = \text{const}$ bo'lganda lobovoy variatorlar uchun boshqarish darajasi

$$D = \frac{R_{2\max}}{R_{1\min}}$$

Tasmali variatorlar. 10.3-rasm. Bunday uzatmalarda yetaklanuvchi valning aylanish sonini bir tekisda o'zgartirish uchun yetaklanuvchi valga o'rnatilgan konusli disklar bir-biridan bir tekisda o'q bo'yicha uzoqlashganda yetaklanuvchi valga joylashgan konusli disklar bir-biriga yaqinlashadi, natijada, R_1 , R_2 ning hisobiy qiymati o'zgaradi.



7.3-rasm.

Uzatmada uzatish sonining *max*, va *min* qiymatlari quyidagicha.

$$u_{\max} = \frac{n_1}{n_{2\min}} = \frac{R_{2\max}}{R_{1\min}}; \quad u_{\min} = \frac{n_1}{n_{2\max}} = \frac{R_{2\min}}{R_{1\max}};$$

Bunday konstruksiyali uzatmalar standartlashgan. Boshqarish darajasi $D \leq 5$. Enli tasmalar ishlatilganda, uzatiladigan quvvat $P=50\text{kVt}$ gacha bo'lib, F.I.K $\eta = 0.8 - 0.9$

Torli variatorlar. Ikkita ishchi yuzalari torli bo'lgan katoklardan hamda bir juft roliklardan iborat, 7.4-rasm. Uzatmada richagli mexanizm yordamida katokni o'z o'qi atrofida burash hisobiga kontakt yuzalarni ya'ni R_1 , R_2 ning hisobiy qiymatlarini o'zgartirish mumkin.

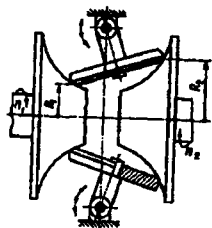
Uzatmaning uzatish soni

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{R_2}{R_1}.$$

Uzatmada F.I.K $\eta=0.95$ gacha, boshqarish darajasi $D = 6.3$ gacha. Kamchiligi bu konstruksion tuzilishi murakkabligi, tayyorlashda yuqori aniqlikni talab qilishi.

Masala. Yog'li vannalarda ishlaydigan torli variatorlarda siquvchi kuch qiymati aniqlansin. 7.4-rasm. Boshqarish darajasi $D = 4$;

katoklarning eng kichik diametri $R_{1min} = 45\text{mm}$, roliklar soni $Z=2$. Yetaklovchi val uzatadigan quvvat $P_1 = 0.8\text{kBt}$, aylanish soni $n_1 = 927\text{min}^{-1}$. Katoklar qattiqligi 61HRC, gacha yetkazilgan po'lat materiallaridan tayyorlangan.



7.4-rasm.

Masalaning yechimi.

1. Uzatish sonining *max*, *min* qiymatlari

$$u_{\max} = \sqrt{D} = \sqrt{4} = 2; \quad u_{\min} = \frac{1}{\sqrt{D}} = \frac{1}{\sqrt{4}} = 0.5$$

2. Yetaklanuvchi katokning *max*, *min* aylanish soni

$$n_{2\max} = n_1 \cdot u_{\max} = 927 \cdot 2 = 1854 \text{ min}^{-1}$$

$$n_{2\min} = n_1 \cdot u_{\min} = 927 \cdot 0.5 = 463 \text{ min}^{-1}$$

3. Yetaklovchi katoklarning aylanuvchi momenti

$$T_1 = 9550 \frac{P_1}{n_1} = 9550 \frac{0.8}{927} = 8.24 \text{ Hm}$$

4. Yetaklovchi katokdagi aylanma kuch

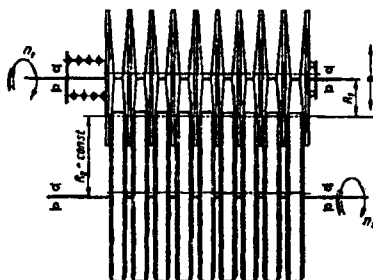
$$F_t = \frac{10^3 T_1}{(Z \cdot R_{1min})} = \frac{10^3 \cdot 8.24}{2 \cdot 45} = 92 \text{ H}$$

5. Siquvchi kuchning qiymati.

$$F_c = \frac{KF_c}{f} = \frac{1.5 \cdot 92}{0.05} = 2760 \text{ H}$$

$K = 1.5$ xavfsizlik koeffitsiyenti, $f = 0.05$ ishqalanish koeffitsiyenti.

Ko'p diskli variatorlar. 7.5-rasm. Yupqa bir-biriga prujina yordamida siqilgan yetaklovchi va yetaklanuvchi konussimon disklardan iborat bo'ladi (10.5-rasm). Yetaklanuvchi vallarning aylanish sonini o'zgartirish, yetaklanuvchi vallarga joylashgan disklarni radius bo'yicha siljitish hisobiga erishadi bunda hisobiy R_1 , R_2 ning qiymatlari o'zgaradi.



10.5-rasm.

Bunday variatorlarda

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

Boshqarish darajasi $D < 4.5$ F.I.K $\eta = 0.8 \dots 0.9$

Variatorlarning mustahkamlikka hisobi. Katoklar po'lat materiallardan tayyorlangan variatorlar uchun uzatmalarni ishga layoqatligi kontakt yuzaning mustahkamligi bilan belgilanadi. Ilashish yuzasidagi kontakt kuchlanishlar qiymati Gerts formulasi yordamida aniqlanadi.

$$\sigma_H = 0.418 \sqrt{\frac{q E_K}{\rho_K}} \leq [\sigma_H]_H \quad 7.7$$

bunda: $q = F_2/b$ ilashish yuzasidagi bosim; $E_K = \frac{2 \cdot E_1 E_2}{E_1 + E_2}$ katok materiallarining elastiklik modullarini keltirilgan qiymati; $\rho_K = R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$ silindrsimon katoklarning egrilik radiusi; (E_1, E_2, R_1, R_2) yetaklovchi va yetaklanuvchi katoklarning elastiklik moduli va radiuslari; $[\sigma_H]_H$ –kontakt kuchlanishning ruxsat etilgan qiymati.

Toblangan po'lat materiallardan tayyorlangan qattiqligi $>60\text{HRC}$ bo'lib, yaxshi yog'langan uzatmalar uchun $[\sigma_H] = 800 - 1200 \text{ Mpa}$ ($E = 2.1 \cdot 10^5 \text{ MPa}$); cho'yan materiallari uchun $[\sigma_H] = 80 - 100 \text{ MPa}$ ($E = 6 \cdot 10^3$).

SAVOL VA TOPSHIRIQLAR

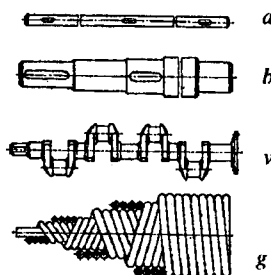
1. Friksion uzatmalarda harakat bir valdan ikkinchi valga qanday uzatiladi?
2. Friksion uzatmalarning afzallik va kamchiliklari.
3. Katoklar qanday materiallardan tayyorlanadi?
4. Katoklar o'rtasidagi siquvchi kuch qanday aniqlanadi?
5. Variatorlarda uzatish sonini qanday o'zgartirish mumkin.
6. Variatorlarning turlari eskiz sxemasini chizing.
7. Friksion uzatmalarda harakatni uzatish uchun qanday shart bajarilishi kerak.

VIII bob. VAL VA O'QLAR

8.1-§. Umumiy ma'lumot

Vallar va o'qlar-tishli g'ildirak, shkiv va shunga o'xshash aylanuvchi detallarni o'rnatish uchun ishlatiladigan uzatmaning asosiy detallari hisoblanadi. Tuzilishi jihatdan o'qlar bilan val deyarli farq qilmaydi. Lekin bajaradigan ishiga ko'ra, ular bir-biridan farq qiladi. O'qlarning vazifasi detallarning aylanishiga sharoit yaratib berishdir. Bunda o'qning o'zi detal bilan birga aylanishi ham, aylanmasligi ham mumkin.

Vallarning vazifasi detallarning aylanishini ta'minlash bilan birga, aylanuvchi momentni uzatishdan iborat.



8.1-rasm.

Val va o'qlarning tuzilishi uning qanday ish bajarishiga bog'liq bo'lib, har xil ko'rinishda bo'lishi mumkin, masalan, tekis (8.1.a-rasm), pogonali (8.1.b-rasm) tirsakli (8.1.v-rasm), egiluvchan (8.1.g-rasm).

O'q faqat eguvchi kuchlanish ta'sirida, val esa eguvchi kuchlanish bilan bir vaqtda aylanuvchi momentdan hosil bo'ladigan kuchlanish ta'sirida ishlaydi.

Materiallar. Val va o'qlarni tayyorlash uchun materiallarni tanlashda uning qanday ish bajarishi, ishlash sharoiti, qayta ishlash texnologiyasi, tayyorlash hajmi va boshqa omillar hisobga olinadi.

Termik qayta ishlanmaydigan vallar St5, St6 markali, termik qayta ishlanadigan vallar 45, 40x, sirpanish podshipnik tayanchlarida ishlatiladigan vallar uglerod bilan to'yintirilgan 20, 20x, 12xn3t, 18xgt

markali po'lat materiallardan tayyorlash tavsiya etiladi. Val va o'qlarni gabarit o'lchamlarini kamaytirish uchun legirlangan po'lat materiallardan tayyorlanadi.

Diametrlari katta bo'lgan vallarning og'irligi kamaytirish maqsadida ularning ichi kovak qilib tayyorlanadi, bunda material miqdori 20–40% kamayadi.

Tirsakli hamda og'irligi katta bo'lgan vallar yuqori darajali mustahkam cho'yan materiallardan ham tayyorlanishi mumkin.

Vallar tokarlik stanoklarida qayta ishlanib, sapfalar jivirlanadi. Yuqori darajada yuklangan vallar butun uzunligi bo'ylab jilvirlanadi. Bunda dumalash podshipniklari uchun sapfa yuzasining notekisligi $R_a=0,16-0,32$ mkm, sirpanish podshipniklari uchun esa $R_f=0,1-0,16$ mkm bo'lishi kerak.

Valning yon tomonlarida, detallarni o'tkazishni yengillashtirish hamda ishchining ish jarayonida xavfsizligini ta'minlash uchun faska qilinadi.

Val va o'qlarni tayyorlash uchun ishlatiladigan ayrim po'lat materiallarning mexanik xarakteristikalarini 8.1-jadvalda berilgan.

8.1-jadval

Po'lat materiallarni markasi	Tayyorlash mumkin bo'lgan eng katta diametr, mm.	Qattiqligi eng kamida $\geq NV$	σ_m , MPa	σ_{ok} , MPa	τ_{ok} , MPa	σ_{-1} , MPa	τ_{-1} , MPa
St-5	Har qanday diametr	190	520	280	150	220	130
45	Har qanday diametr	200	560	260	150	250	150
-	120gacha	240	800	550	300	350	210
-	80gacha	270	900	650	390	380	230
40x	Har qanday diametr	200	730	500	280	320	200
-	200gacha	240	800	650	390	360	210
-	120gacha	270	900	750	450	410	240
40xn	Har qanday diametr	240	820	650	390	360	210
-	200gacha	270	920	750	450	420	250
20	60	145	400	240	120	170	100
20x	120	197	650	400	240	300	160

8.2-§ Vallarning ishga layoqatligi va hisobi

Umumiy mashinasozlik sanoatida ishlatiladigan val va o'qlarning ishga layoqatligi uning mustahkamligi va bikirligi bilan belgilanadi.

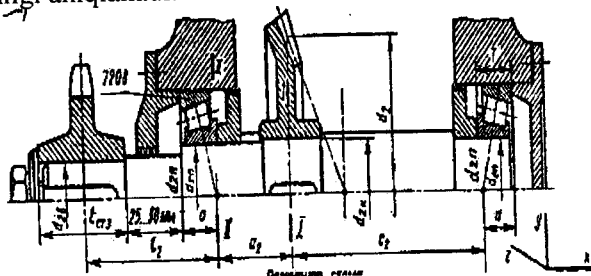
Vallarning hisoblashni boshlanishda valning o'qi bo'ylab joylashtiriladigan tishli g'ildirak, mufta, podshipnik va boshqa detallarning eni bo'yicha o'lchamlari noma'lum, faqat valga ta'sir qiluvchi aylanuvchi moment yordamida val uchining diametri aniqlanadi:

$$d = \sqrt{\frac{T}{0.2[\tau]}} \text{ mm}, \quad [8.1]$$

bunda: T-aylanuvchi moment, Nm; $[\tau]=15\text{--}25\text{MPa}$ -buralishdagi ruxsat etilgan kuchlanish.

Taxminiy diametrga asosanib, valning tuzilishini chamalab chizib olinadi. Bunda valning istalgan kesimidagi kuchlanishni iloji boricha bir xil bo'lishiga erishish lozim. Buning uchun valning aylanuvchi detal o'rnatilgan qismini yo'g'onroq qilib, tayanchlarga yaqinlashgan sari ingichkalashtirib borish tavsiya etiladi. Valning elektrodvigatel birlashadigan diametrini tanlashda uni elektrodvigatel valiga mos, ya'ni $d=(0,8\text{--}1,2) d_{DV}$ ga keltirishni nazarda tutish lozim.

Vallarning diametrlari o'q bo'yicha aniqlangach uning o'q bo'yicha uzunligi aniqlanadi.



8.2-rasm.

Buning uchun valga detallar o'z o'lchamlari bilan o'tqaziladi 8.2-rasm. Bunda yulduzcha, tishli g'ildiraklarning eni uzatmalarning hisobidan olinadi, podshipnikni eni jadvaldan valning diametriga nisbatan tanlanadi. Valga hamma detallar o'tkazilgach, eguvchi va burovchi moment qiymatlarini aniqlash uchun hisobiy sxema tuziladi. Bunda val ikki tayanchlarga o'tkazilgan balka sifatida ko'riladi.

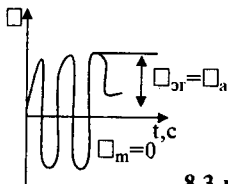
Umuman olganda val burovchi moment hamda uzatmalarni ishlash jarayonida hosil bo'lgan kuchlar ta'sirida bo'ladi. Shuningdek, valning konsol qismida muftadan qo'shimcha ravishda radial kuchlar ta'sirida bo'ladi. Tez harakatlanuvchi valda $F_m = 125\sqrt{T}$, sekin harakatlanuvchi valda $F_m = 250\sqrt{T}$. Uzatmani yig'ish jarayonida qo'yilgan noaniqliklar natijasida muftalardan hosil bo'lgan qo'shimcha radial kuchlar vtulka-barmoqli mufta uchun $F_m = (0,4-0,7) F_{tm}$, bunda, $F_{tm} = T/D_{ur}$ -muftadagi aylanma kuch. D_{ur} -mufta barmoqlar o'qidan o'tkazilgan aylana diametri. Tishli mufta uchun $F_m = (0,15-0,2) F_{tm}$, bunda $F_{tm} = 2T/d = 2T/(mz)$; zm-tishli gardishni tishlar soni va moduli.

Valga ta'sir qiluvchi kuchlarni qiymati, tayanchlar o'rtasidagi masofalar aniqlangach gorizonta va vertikal tekisliklar bo'yicha tayanchdagi reaksiya qiymatlari $R_A = \sqrt{(R_A'')^2 + (R_A'')^2}$, $R_V = \sqrt{(R_A'')^2 + (R_A'')^2}$, gorizonta va vertikal tekislikdagi eguvchi moment, ularning umumiy si aniqlanadi va ya'ni eng xavfli kesimdagi max eguvchi moment qiymati $M_{max} = \sqrt{M_H^2 + M_V^2}$, hamda eguvchi momentning ekvivalent qiymati $M_{se} = \sqrt{M_{se}^2 + T^2}$ aniqlanadi. Ekvivalent qiymat bo'yicha valning eng xavfli kesimning diametri aniqlanadi.

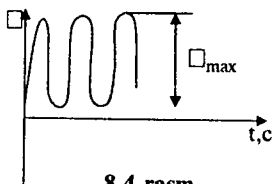
$$d = \sqrt{\frac{M_{se}}{0,1[\sigma_s]}} \quad [8.2]$$

bunda: $[\sigma_s] = 50-60 \text{ MPa}$ = egilishdagi kuchlanishning ruxsat etilgan qiymati.

Xavfsizlik koeffitsiyenti. Vallarda hosil bo'lgan kuchlanishlar o'zgaruvchan bo'lib, bunda yeguvchi kuchlanish simmetrik (8.3-rasm), burovchi momentdan hosil bo'lgan urinma kuchlanish pulsatsiya (8.4-rasm) sikl bilan o'zgaradi.

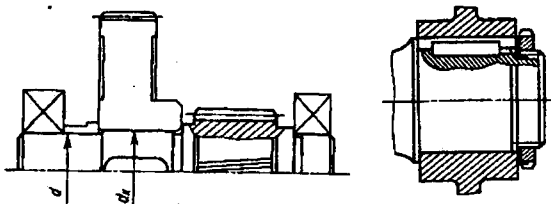


8.3-rasm.



8.4-rasm.

Valni hisoblash jarayonida sxemada, eng xavfli kesimlari ya'ni kuchlanishlar to'planadigan kesimlar (bir pog'onadan ikkinchi pog'onaga o'tadigan joylar, shponka o'rnatilgan joylar, maxsus teshiklar) hisoblanishi kerak, masalan, 8.5-rasm.



8.5-rasm.

Bu hisoblash jarayonida val bir vaqtning o'zida eguvchi va burovchi moment ta'sirida bo'lganda eng xavfli kesimning xavfsizlik koeffitsiyenti quyidagicha aniqlanadi.

$$S = \frac{S_{\sigma} \cdot S_{\tau}}{\sqrt{S_{\sigma}^2 + S_{\tau}^2}} \geq [S] = 1.5 \dots 2.5 \quad [8.3]$$

Bu yerda: S_{σ} -normal kuchlanishlar bo'yicha xavfsizlik koeffitsiyenti, qiymati:

$$S_{\sigma} = \frac{(\sigma_{-1})_a}{\sigma_a}$$

S_{τ} -urinma kuchlanishlar bo'yicha xavfsizlik koeffitsiyenti, qiymati:

$$S_{\tau} = \frac{(\tau_{-1})_d}{\tau_a}$$

bunda: σ_a , τ_a - xavfli kesimdan kuchlanishlarni amplituda sikli

$$\sigma_a = \sigma_m = \frac{M}{W} \quad \tau_a = \tau_m / 2 = \frac{T}{2W_k}$$

$M = \sqrt{M_x^2 + M_y^2}$ - eguvchi momentning umumiy qiymati; T - aylanuvchi moment; W , W_k - tekshirilayotgan kesimda o'q bo'yicha olingan qarshilik va polyar qarshilik momentlari. Bu qarshilik moment qiymatlari vallar uchun,

$$W = \frac{\pi d^3}{32} \quad W_k = \frac{\pi d^3}{16}$$

G'ovak vallar uchun

$$W = c \frac{\pi d^3}{32} \quad W_k = c \frac{\pi d^3}{16}$$

bunda: $c = 1 - \left(\frac{d}{D}\right)^4$ - koeffitsiyent

d/D	0,4	0,42	0,45	0,48	0,5	0,53	0,56	0,6	0,63	0,67	0,71
c	0,97 4	0,96 9	0,95 9	0,94 7	0,93 8	0,92 1	0,90 1	0,87	0,84 2	0,8	0,74 7

$(\sigma_{-1})_d, (\tau_{-1})_d$ -val materiallarining tekshirilayotgan kesimidagi chidamlilik chegarasi qiymatlari:

$$(\sigma_{-1})_d = \frac{\sigma_{-1}}{(K_{\sigma})_d} \quad (\tau_{-1})_d = \frac{\tau_{-1}}{(K_{\tau})_d}$$

τ_{-1}, σ_{-1} -tanlangan material uchun oquvchanlik chegarasi 8.1-jadvaldan tanlanadi.

$(K_{\sigma})_d, (K_{\tau})_d$ -tekshirilayotgan kesimda normal va urinma kuchlanishlarni to'planishni hisobga oluvchi koeffitsiyent qiymatlar:

$$(K_{\sigma})_d = \left(\frac{K_{\sigma}}{K_d} + K_F - 1 \right) \frac{1}{K_v}$$

$$(K_{\tau})_d = \left(\frac{K_{\tau}}{K_d} + K_F - 1 \right) \frac{1}{K_v}$$

K_{σ}, K_{τ} - kuchlanishlarni to'planishini hisobga oluvchi koeffitsiyent.

8.2-jadval

t/r	r/d	σ_m , mPa bo'lganda K_{σ} ning qiymatlari				σ_m , mPa bo'lganda K_{τ} ning qiymatlari			
		500	700	900	1200	500	700	900	1200
2	0,01	1,55	1,6	1,65	1,7	1,44	1,4	1,45	1,45
	0,02	1,8	1,9	2,0	2,15	1,55	1,6	1,65	1,7
	0,03	1,8	1,95	2,05	2,25	1,55	1,6	1,65	1,7
	0,05	1,75	1,9	2,0	2,2	1,55	1,6	1,65	1,75
3	0,01	1,9	2,0	2,1	2,2	1,55	1,6	1,65	1,75
	0,02	1,95	2,1	2,2	2,4	1,6	1,7	1,75	1,85
	0,03	1,95	2,1	2,25	2,45	1,65	1,7	1,75	1,9
5	0,01	2,1	2,25	2,35	2,50	2,2	2,3	2,4	2,6
	0,02	2,15	2,3	2,45	2,65	2,1	2,15	2,25	2,4

Val diametrining ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsiyent, K_d 8.2-jadval davomi.

8.2-jadval davomi

Val materiali va holati	Val diametri d, mm				
	30	40	50	70	100
Uglerodli po'lat materiallar, egilishdagi kuchlanish hosil bo'lganda	0,88	0,85	0,81	0,76	0,71
Legirlangan po'lat materiallar, egilishdagi kuchlanish bo'lganda	0,77	0,73	0,7	0,67	0,62
Har xil markali po'lat materiallar uchun buralishdagi kuchlanish ishlatilganda					

Valga tig'izlik bilan o'tkazilganda.

8.2-jadval davomi

Val diametri d, mm	$K_F/K_d, \sigma_m$ MPa bo'lganda			$K_F/K_d, \sigma_m$ MPa bo'lganda		
	500	700	900	500	700	900
30	2,5	3	3,5	1,9	2,2	2,5
50	3,3	3,95	4,6	2,45	2,8	3
100	3,3	3,95	4,6	2,4	2,8	3,2

K_F – val yuzasini notekisligini o'rtacha qiymatini hisobga oluvchi koeffitsiyent.

8.2-jadval davomi

Notekislikni o'rtacha qiymati R_a , mkm	K_F koeffitsiyent qiymatlari, σ_m mPa bo'lganda			
	500	700	900	1200
0,4–0,1	1	1	1	1
3,2–0,8	1,05	1,10	1,15	1,25
2,5–6,3	1,2	1,25	1,35	1,5

Val yuzasining termik qayta ishlanişini hisobga oluvchi koeffitsiyenti, K_g .

8.2-jadval davomi

Valning qattiqligini oshirish yo'llari	Valni markazida σ_m , mPa	Pog'onasiz tekis val	Kuchlanish to'planishi bo'lgan hollarda	
			$K_b < 1,5$	$K_b 1,8-2$
Qizdirib toplash	600–800	1,5–1,7	1,6–1,7	2,4–2,8
Yuqori chastotali tok yordamida toplash (Yu.Ch.T)	800–1000	1,3–1,5		
Azot bilan to'yintirish	900–1000	1,1–1,25	1,5–1,7	1,7–2,1
Uglerod bilan to'yintirish	700–800 1000–1200	1,4–1,25 1,2–1,3	2	

Ilova: Val yuzasining qattiqligi oshirilmasa, $K_F=1,0$

8.3-§. Vallarni bikrlikka hisoblash

Vallarni ish jarayonida egilish ularning hamda ular bilan bog'liq bo'lgan detallarning ishiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli vallarning egilishdan hosil bo'ladigan salqilikning hamda tayanchga

nisbatan qiyalik burchagining qiymati ma'lum chegaradan ortib ketmasligi lozim. Masalan, dumalash podshipniklari o'rnatilgan vallar aylanganda dumalash elementlari halqalarda siqilmasligi, rolikli podshipnik o'rnatilgan valda yuklanish rolik uzunligi bo'yicha bir tekis taqsimlanishi lozim.

Salqilikning ruxsat etilgan qiymati, silindrsimon tishli g'ildiraklar, chervyakli g'ildiraklar o'tkazilgan vallar uchun $[f]=0,01m$, konussimon tishli g'ildiraklar o'tkazilgan vallar uchun $[f]=0,005m$, bunda m ilashish moduli, umumiy mashinasozlik sanoatida $[f]=(0,0002-0,0003)\ell$, bunda, ℓ -tayanchlar o'rtasidagi masofa.

Vallar uchun qiyalik burchagining ruxsat etilgan qiymati $[\theta]$ radian hisobda, sirpanish podshipniklari tayanchlari uchun 0,001; tishli g'ildiraklar o'tqazilgan qismda 0,001; dumalash podshipniklari uchun 0,01; silindrsimon rolikli podshipniklar uchun 0,0025.

Kesimi doimiy bo'lgan vallar uchun o'z o'qi atrofida buralish burchagi quyidagicha aniqlanadi

$$\varphi = \frac{T\ell}{(GJ_p)} \quad [8.4]$$

bunda: T -aylanuvchi moment $N.m$, ℓ o'z o'qi atrofida buraladigan val uzunligi, mm ; G val materialni elastiklik moduli; J_p -valning polyar inertsia momenti.

8.4-§. O'qlarning hisobi

O'qlar faqat eguvchi moment bo'yicha hisoblanadi. O'q diametrning taxminiy qiymati.

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{eg}}{0,1[\sigma]_b}} \text{ mm} \quad [8.4]$$

bunda: d -o'q diametri, mm ; M_{eg} eguvchi moment, $N.mm$; $[\sigma]_b$ -eguvchi kuchlanishni ruxsat etilgan qiymati-100-160MPa.

O'qlarning xavfsizlik koeffitsiyentini aniqlash vallarni hisoblashga o'xshash bo'lib, bunda $T=0$ olinadi.

SAVOL VA TOPSHIRIQLAR

1. Val bilan o'qning o'zaro farqi.
2. Vallar qanday materiallardan tayyorlanadi?
3. Vallarni taxminiy hisobiy va loyihalash.
4. Vallarning xavfsizlik koeffitsiyentini aniqlash.
5. Vallarni birklikka hisoblash.

IX bob. PODSHIPNIKLAR

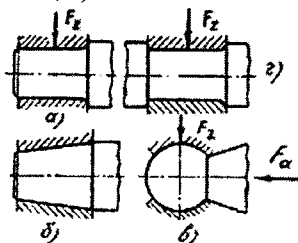
Podshipniklar val hamda o'qlarning tayanchlariga o'rnatilib, tayanch vazifasini o'taydi, ya'ni tayanchga tushadigan kuchni bevosita qabul qiladi.

Mashinalarning ishlashi va ishga chidamliligi podshipnikning sifatiga ko'p jihatidan bog'liq. Shuning uchun podshipniklarni tanlash va ish jarayonida ularni kuzatib turish masalalariga alohida e'tibor berish lozim.

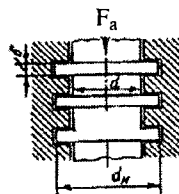
Aylanayotgan val yoki o'q shiplari podshipniklarda ishqalanadi, shu ishqalanishning turiga qarab podshipniklar sirpanish podshipniklari bilan dumalash podshipniklariga bo'linadi. Shuningdek, har xil yo'nalishda ta'sir qiladigan kuchlar uchun har xil podshipniklar ishlatiladi. Masalan, val o'qiga tik ta'sir qiluvchi kuchlarni qabul qilish uchun radial podshipniklar; val o'qi bo'ylab yo'nalgan kuchlarni qabul qilish uchun tirak podshipniklar; val o'qiga tik hamda val o'qi bo'ylab ta'sir qiluvchi kuchlar uchun radial-tirak podshipniklar ishlatiladi.

9.1-§. Sirpanish podshipniklari

Sirpanish podshipniklarida sirpanib ishqalanish hodisasi sodir bo'ladi. Val va o'qlarining tayanchga mo'ljallangan qismi *sapfa* deyiladi. TSapfaning shakli silindrsimon, konussimon (*9.1-rasm, a, b*), zoldirsimon (*9.1-rasm, v*) bo'lishi mumkin.



9.1-rasm.



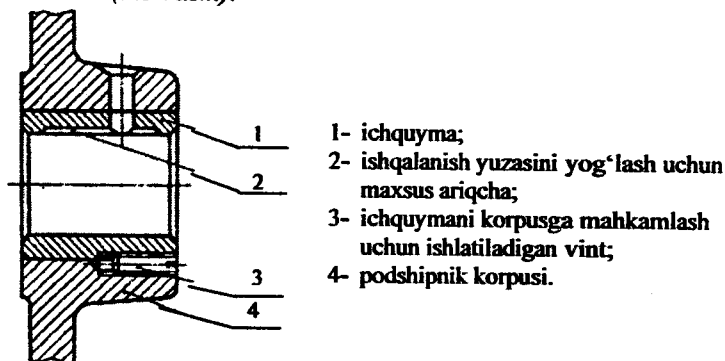
9.2-rasm.

Tayanchlar val yoki o'qning uchida joylashgan bo'lsa *ship* (*9.1a-rasm*), o'rtasida joylashgan bo'lsa *bo'yin* (*9.1b-rasm*) deb ataladi. Agar val yoki o'qning sapfasi ularning uzunligiga tik tekislikda

joylashgan bo'lsa, bunday sapfa *tovon* deyiladi (9.2-rasm). Yuqorida qayd etilgan sirpanish podshipniklaridan konussimon hamda zoldirsimon sirpanish podshipniklari nisbatan kam ishlatiladi.

Sirpanish podshipniklari tuzilishi jihatidan ajralmaydigan va ajraladigan podshipniklarga bo'linadi.

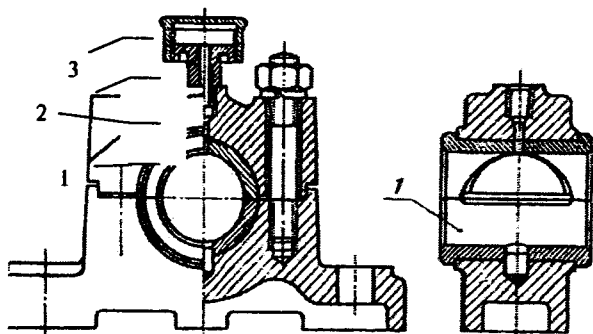
Ajralmaydigan ichquymasiz podshipniklarning tuzilishi oddiy bo'lib, vaqt-vaqti bilan ishlaydigan sekin harakatlanuvchi mashinalarda ishlatiladi (9.3-rasm).



9.3-rasm.

Ajraladigan podshipniklar (9.4-rasm) korpus (1), ikki bo'lak ichquyma (2), qopqoq (3) hamda mahkamlash uchun ishlatiladigan bo'lt (4) dan iborat bo'ladi.

Sirpanish podshipnikning afzalliklari: katta tezlikda ishlatish mumkin; tebranma va zarb yuklanishlarda ham ishlatiladi; radial o'lchamlari nisbatan kichik; podshipnikni ikki pallali qilib tayyorlash mumkin; tuzilishi oddiy va tannarxi arzon.



9.4-rasm.

Kamchiliklari: rangli metallarning ishlatilishi; suyuqlikdagi ishqalanish rejimini hosil qilishni qiyinligi; o'q bo'yiga o'lchami nisbatan uzunligi; moylash yaxshi bo'lmaganda ishqalanishga ko'p quvvat sarflanishi; moylash uchun moyning ko'p ishlatilishi.

Sirpanish podshipniklarning ishlatilishi, dumalash podshipniklarga nisbatan kam bo'lib, quyidagi hollarda ishlatiladi: tayanchlar ajraladigan podshipniklar ishlatish kerak bo'lgan hollarda, bunday vallarga dumalash podshipniklari tayyorlanmaydi; katta tebranma bilan aylanuvchi val tayanchlarida, bunda moy qatlami bu tebranishni so'ndiradi; tayanchlarga yuqori aniqlik bilan tayyorlanadigan podshipniklar o'rnatilishi talab etilganda; suv va agressiv muhitlarda ishlaydigan val tayanchlarida, bunday hollarda dumalash podshipniklari ishlamaydi.

9.2-§ Ichquyma materiallari va o'lchamlari

Sirpanish podshipniklarida val sapfasi emas, balki ichquyma nisbatan tez yeyilishi kerak, chunki vallarni almashtirish ichquymalarga nisbatan qimmat turadi. Val sapfalari yeyilishini kamaytirish uchun termik qayta ishlanadi.

Ichquyma materiallari ishqalanish koeffitsiyenti kam, yeyilishga chidamli, issiqlik o'tkazuvchan, zanglamaydigan xususiyatlarga ega bo'lib metall, metallokeramika va metalmas materiallardan tayyorlanadi.

Metall ichquymalar. Material sifatida bronza, babbrit, alyuminiy qorishmalari hamda antifriksion cho'yanlar ishlatiladi.

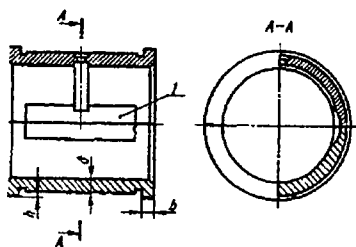
Katta yuklanish va o'rtacha tezlik bilan harakatlanadigan mexanizmlarda antifriksion xususiyatlarga ega bo'lgan Br010F1, Br04TS4 S17 va boshqa markali bronzalardan tayyorlangan ichquymalar ishlatiladi. Alyuminiy (BrA9JZL), qo'rg'oshin (BrS30) qorishmalaridan tayyorlangan ichquymalar, sapfasi toblangan vallarda ishlatiladi. Sekin harakatlanadigan mexanizmlarda antifriksion xususiyatlarga ega bo'lgan AChS-1 markali cho'yan materiallar ishlatiladi.

Metallokeramikadan tayyorlangan ichquymalar mis yoki metall kukunlariga grafit, qalay va qo'rg'oshin qo'shib presslash yordamida hosil qilinadi. Bu ichquymalar poristos bo'lganligi uchun moy bilan singdiriladi, natijada ishlash jarayonida moylanmaydi. Bunday ichquymalar sekin harakatlanuvchi mexanizmlarda, moylash qiyin bo'lgan uzellarda ishlatiladi. Metallmas ichquymalarda artifriksion xususiyatlarga ega bo'lgan ASP markali plastmassalardan yoki rezina va

shunga o'xshash materiallardan tayyorlanadi. Bu ichquymalar suv yordamida yog'langanda ham yaxshi ishlaydi.

Ichquymalar o'q bo'yicha siljimasligi uchun chiqiqli qilib tayyorlandi. Devorining qalinligi δ sapfaning diametri d val materialga bog'liq bo'lib, cho'yan va bronzadan tayyorlangan ichquyma devorlarining qalinligi $\delta = 0.03d + 1 - 4 \text{ mm}$. Chiqiqning o'lchami $b = 1.2\delta$, $h = 0.6\delta$ (9.5-rasm).

Katta seriya bilan tayyorlanadigan ichquymalarda ishqalanish yuzasiga lenta qoplanadi. Bunda lentaning qalinligi 1.5–2.5 mm gacha bo'lib, qoplash uchun ishlatiladigan antifriksion materiallarning qalinligi 0.2–0.3mm gacha bo'lishi mumkin.



9.5-rasm.

Podshipniklarni ishlash sifatiga podshipnik uzunligini diametriga nisbati, ya'ni l/d nisbat katta ta'sir ko'rsatadi. Bu qiymat kichik bo'lsa uzeldan moy oqib ketish xavfi tug'iladi, bu qiymat katta bo'lganda ishqalanish yuzasida bosim notekis taqsimlanadi natijada bosim katta bo'lgan joylarda yeyilish tezlashadi. Shuning uchun bu qiymatni ishlash jarayoniga qarab tanlash tavsiya etiladi. Masalan, avtomobil dvigatellarida 0.5–0.6; dizel podshipniklarida 0.5–0.9; prokat stanoklarida 0.6–0.9; umumiy mashinasozlikda esa 1.5 gacha qabul qilish mumkin.

9.3-§ Podshipniklarning ishlash sharoiti va yemirilishi

Val aylana boshlanishi bilan uning sirti podshipnikdagi ichquyma ustida sirpanib ishqalana boshlaydi. Ichquyma sirtining yeyilishi ma'lum chegaradan ortib ketsa, mexanizmning ishlashi yomonlashadi.

Podshipnikning chidamliligi, asosan, yeyilish sur'ati bilan belgilanadi. Yeyilishning sur'ati ko'p jihatdan ishqalanish jarayoni sodir

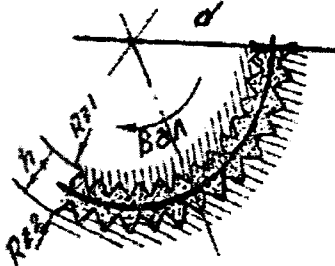
bo'layotgan sirtlar orasidagi muhitga bog'liq. Ana shu muhitga qarab, ishqalanish uch turga bo'linadi:

1. Quruq ishqalanish — moylanmagan sirtlar orasidagi ishqalanish.

2. Suyuqlikdagi ishqalanish—bunda ishqalanayotgan sirtlar o'zaro qovushqoq moy qatlami bilan butunlay ajralgan holda bo'ladi. Moy qatlamining qalinligi sapfa hamda ichquyma sirtlarida ishlov berishda hosil bo'lgan notekisliklar yig'indisidan albatta katta bo'lishi, ya'ni $h \geq R_{z_1} + R_{z_2}$ bo'lishi kerak (9.6-rasm).

Suyuqlikdagi ishqalanishning harakatga ko'rsatadigan qarshiligi juda kichik (ishqalanish koeffitsiyenti 0,005) bo'ladi. Shuning uchun sirpanish podshipniklaridan foydalanilganda suyuqlikda ishqalanish bo'ladigan sharoit yaratishga harakat qilish kerak.

3. Nam quruq va nim suyuqlikda ishqalanish. Bunda ish sirtlari yetarli darajada moylansa ham, ammo ikki sirtni batamom ajratib turadigan moy qatlami bo'lmaydi. Ishqalanish quruq ishqalanishga yaqin bo'lsa, nim quruq ishqalanish, suyuqlikda ishqalanishga yaqin bo'lsa, nim suyuqlikda ishqalanish deyiladi.



Nim suyuqlikda ishqalanish sodir bo'lganda ishqalanish koeffitsiyenti 0,008–0,1 oralig'ida, nim quruq ishqalanish ro'y berganda esa 0,1–0,2 oralig'ida bo'ladi. Ishqalanishning yuqoridagi turlaridan sirpanish podshipniklari uchun eng ma'quli suyuqlikda ishqalanishdir (9.6-rasm).

9.4-§ Sirpanish podshipniklarining shartli hisobi

Sirpanish podshipniklarning ishga layoqatligi ichquymalarni yeyilishga chidamliligi bilan belgilanadi. Nim quruq va nim suyuqlik sharoitda ishlaydigan sirpanish podshipniklari shartli hisoblanadi. Bunda sapfa bilan ichquyma o'rtasidagi o'rtacha bosimning qiymati chegaralanadi, natijada moylashga sharoit yaratiladi.

Sapfa-ichquymada nim quruq va nim suyuqlikdagi ishqalanish bo'lganda ishga layoqatligi ikki xil yo'l bilan hisoblanadi:

a) Solishtirma bosim bo'yicha, bunda $q = \frac{F_r}{ld} < [q]$ shart bajarilishi kerak, bu esa podshipnikni yeyilishga chidamliligini ta'minlaydi;

b) Solishtirma bosim bilan sirpanish tezligini ko'paytmasi bo'yicha, ya'ni $qv < [qv]$ shart bajarilishi kerak bunda issiqlik rejimi ta'minlanadi.

Formulada q -hisobiy bosim; F_r - tayanchdagi reaksiya qiymati; l - ship(bo'yin)ning uzunligi; v - sirpanish tezligi, m/s; $[q]$, $[qv]$ - solishtirma bosim va solishtirma bosim, sirpanish tezligi ko'paytmasini ruxsat etilgan qiymatlari.

$[q]$ va $[qv]$ qiymatlari

Ichquyma materiallari	$[q]$ Н/мм ²	$[qv]$ МН/м ² ·с
Br04 ts 4 s17	6 ... 10	6 ... 10
B 88	15 ... 20	50 ... 75
A2S-1	2 ... 4	2 ... 5

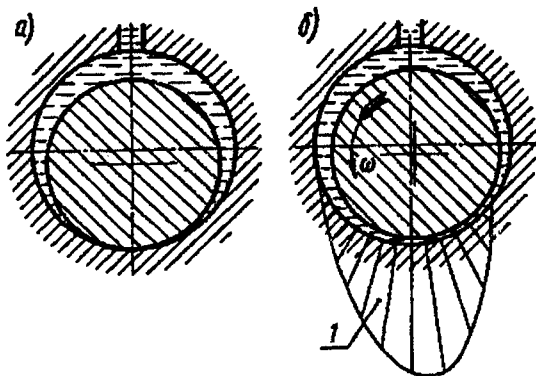
Sapfani loyihalash uchun $\phi = l/d$ ning qiymati tanlab olinadi. Uning kichik qiymatlarni katta yuklanish va tezlikda, katta qiymati aniqlik darajasi yuqori va bikrligi katta bo'lgan vallarda olish tavsiya etiladi.

$l = \phi d$ ni yuqoridagi formulaga qo'ysak, $q = \frac{F_r}{\phi d^2} \leq [q]$ natijada $d = \sqrt{\frac{F_r}{\phi [q]}}$ мм

9.5-§ Sirpanish podshipniklarini suyuqlikdagi ishqalanishda ishlashi

Mexanizm uzellarni suyuqlikdagi ishqalanish rejimida ishlanishini nazariy asoslar gidrodinamika nazariyasiga asoslangan bo'lib, bu nazariya 1883 yil N.Petrov tomonidan yaratilgan. Bu nazariyada podshipniklardagi bosim, tezlik va suyuqlik muxitida siljishga ko'rsatiladigan qarshiliklarni bir-biriga bog'liq holda ko'rilgan.

Bu nazariyada gidrodinamik bosim o'zaro harakatlanayotgan ikki jism o'rtasidagi bo'shliq ponasimon (9.7-rasm) moy qatlamda tashqi kuchga teng qarama-qarshi bosim hosil bo'lishi bog'liqligiga asoslanib berilgan. Moyning qovushqoqligi yuqori bo'lib, sapfanning aylanish tezligi katta bo'lsa, h ning qiymati katta bo'ladi. Yuklanish oshishi bilan h , qiymati kamayadi.



9.7-rasm.

Ishlash rejimi doimiy bo'lganda moy qatlamining qalinligi h sapfa va ichquyma yuzalarining notekisligidan (9.5-rasm) katta bo'lishi kerak, ya'ni

$$h \leq kR_{z1} + R_{z2}$$

bunda: sapfa va ichquyma yuzasidagi notekisliklar; $k \geq 2$ – xavfsizlik koeffitsiyenti.

Suyuqlikdagi ishqalanish rejimni hosil qilish uchun quyidagi shartlar bajarilishi zarur, ya'ni:

1. Ma'lum qovushqoqlikdagi moy yetarli darajada va uzluksiz yetkazib berilishi.

2. O'zaro ishqalanayotgan sirtlar o'rtasidagi bo'shliq ponasimon bo'lishi, buning uchun vallarning aylanish soni yetarli darajada bo'lib, hosil bo'lgan ponasimon yuzadagi moy qatlamida tashqi yuklanishga teng keladigan gidrodinamik bosim, suyuqlikdagi ishqalanish rejimini hosil qilish.

3. Moy ikki ishqalanuvchi yuzani bir biridan to'liq ajratishi lozim. Suyuqlikdagi ishqalanish rejimida ishlaydigan mexanizmlar uchun gidrodinamik hisob asosiy hisoblanadi, bunda moy qatlami, o'rtacha qizish darajasi va sarflanadigan moy hajmi aniqlanadi.

Moylarning qizish darajasi $60 - 75^\circ\text{C}$ bo'lishi kerak.

SAVOL VA TOPSHIRIQLAR

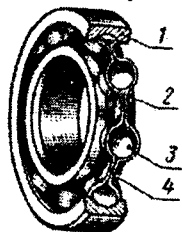
1. Sirpanish podshipniklarida tayanchlarning turlari.
2. Sirpanish podshipniklarning afzallik va kamchiligi.

3. Ichquyma materiallari qanday xususiyatlarga ega bo'lishi kerak?
4. Ichquymalar qanday materiallardan tayyorlanadi?
5. Sirpanish podshipniklaridan qanday ishqalanishlar sodir bo'ladi?
6. Suyuqlikda ishqalanish rejimini bajarish tartibi.
7. Nim quruq va nim suyuqlik sharoitida ishlaydigan podshipniklarning shartli hisobi.

X bob. DUMALASH PODSHIPNIKLARI

Dumalash podshipniklarini hamma elementlari standartlashgan bo'lib, dumalash elementlari uchun yo'lakchalari bo'lgan tashqi va ichki halqalar (1;2), dumalash elementi (3) (zoldir, rolik), dumalash elementlarini bir-biridan ajratib turadigan separator (4) (10.1-rasm)dan tashkil topgan.

Dumalash podshipniklari ishlash jarayonida asosan bitta halqasi ko'pincha tashqi halqa aylanmaydi. Dumalash elementlari esa shu maxsus yo'lakchalarda harakat qiladi.



10.1-rasm.

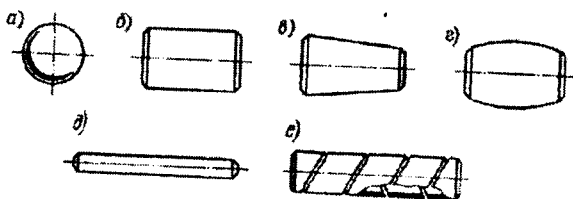
Afzalliklari. Sarflanadigan moy miqdorining kamligi; uzunlik bo'yicha o'lchamini sirpanish podshipniklarinikiga nisbatan birmuncha qisqaligi; rangli metall ishlatishni talab etmasligi; elementlarning yuqori darajada o'zaro almashuvchanligi; ishqalanish kuchi va unda hosil bo'ladigan issiqlik miqdorining kamligi; vallarning aylana boshlashi uchun zarur bo'lgan qo'zg'atish momentining sirpanish podshipniklarga nisbatan (5–10) marta kichikligi. Katta seriya bilan tayyorlanganligi uchun tannarxi nisbatan arzonligi.

Kamchiligi. Diametri bo'yicha o'lchamlarini nisbatan kattaligi; ishlash muddatining qisqaligi (chunki kontakt kuchlanishning qiymati katta); kam seriyali, yuqori aniqlikda tayyorlanadigan podshipniklar tannarxining yuqoriligi; katta tezlik bilan harakatlanganda shovqin bilan ishlashi.

10.1-§. Podshipnik dumalash elementlarining turlari va shartli belgilari

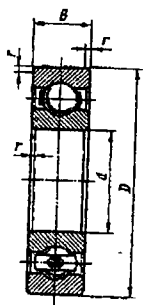
Dumalash podshipniklarida dumalash elementlari (10.2-rasm)-zoldirli (a), rolikli bo'lishi mumkin. Rolikli dumalash elementlari esa

silindrsimon (b), konussimon (v), bochkasimon (g), ignasimon (d), maxsus o'ramli (e), roliklarga bo'linadi.



10.2-rasm.

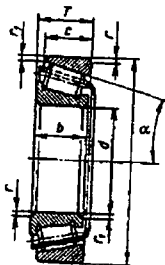
Dumalash elementlari bir qator, ikki qator va ko'p qator qilib joylanishi mumkin. Shuningdek har xil yo'nalishda ta'sir qiladigan kuchlar uchun har xil podshipniklar ishlatiladi. Masalan, val o'qiga tik ta'sir etuvchi kuchlarni qabul qilish uchun radial podshipniklar, 10.3-rasm; val o'qiga tik ta'sir qiluvchi kuchlar uchun tirak podshipniklar, 10.6-rasm; val o'qiga tik hamda val o'qi bo'ylab yo'nalgan kuchlarni qabul qilish uchun radial-tirak podshipniklar (10.4, 10.5-rasmlar) ishlatiladi.



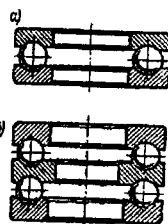
10.3-rasm.



10.4-rasm.



10.5-rasm.



10.6-rasm.

Podshipniklarni bir-biridan ajratish uchun shartli belgilar qabul qilingan, bu belgilar halqalarning yon tomoniga yozilgan bo'ladi.

Shartli belgining o'ng tomonidan ikki raqam podshipnik ichki diametri d ni bildiradi. Bu ichki diametrlar 3mm dan 10mm gacha bo'lganda o'zaro 1mm dan farq qiladi, 20mm gacha 2-3mm dan farq qiladi (10, 12, 15, 17, 20), $d=20-495$ mm gacha 5mm dan farq qiladi. Masalan, 706 podshipnik bo'lsa, $06 \times 5 = 30$ mm ga teng bo'ladi.

Shartli belgining o'ng tomondan uchinchi raqam tashqi diametrilar bo'yicha seriyasini bildiradi, bunda juda yengil (1), yengil (2), o'rta (3), og'ir (4) seriyalarga bo'linadi. Bu seriyalarini ichki diametri bir xil, tashqi diametrlari bir-biridan katta bo'ladi.

Shartli belgining o'ng tomonidan to'rtinchi raqam podshipnik turlarini bildiradi, masalan:

- 0 – Bir qatorli zoldirli (0 – yozilmaydi)
- 1 – Ikki qatorli zoldirli sferik podshipniklar
- 2 – Kalta silindrik rolikli radial podshipniklar
- 3 – Ikki qatorli rolikli sferik podshipniklar
- 4 – Bir qatorli ignasimon rolikli podshipniklar
- 5 – Bir qatorli maxsus o'ramli roliklar
- 6 – Bir qatorli zoldirli radial-tirak podshipniklar
- 7 – Konussimon rolikli podshipniklar
- 8 – Zoldirli tirak, zoldirli tirak-radial podshipniklar
- 9 – Rolikli tirak, rolikli tirak – radial podshipniklar.

Shartli belgining o'ng tomonidan beshinchi yoki oltinchi raqamlar, podshipnik tuzilishda o'zgartirishlar kiritilganligini bildiradi. Masalan 7208 bunda 5-nchi son yozilmagan, demak bu ichki diametri $d=40\text{mm}$ bo'lgan radial-tirak podshipnik (*10.5-rasm*). Agarda 5-nchi son yozilgan bo'lsa, 67208, bunday holda podshipnik tashqi halqasi chiqiqli bo'ladi (*10.7-rasm*), ya'ni podshipnik tuzilishiga o'zgartirish kiritilgan. Shartli belgining o'ng tomonidan ettinchi raqam podshipniklarning eni bo'yicha seriyasini bildiradi, masalan 0, 1, 2, 3, 4 va hokazo, bunda 4 eng enli hisoblanadi, 0 yozilmaydi.

Shuningdek, bu asosiy sonlardan tashqari ayni sonlarning o'ng va chap tomonlarida qo'shimcha sonlar yoki harflar bo'lishi mumkin. Bu son va harflar podshipniklarni tayyorlash jarayonida maxsus shartlar qo'yilganligini bildiradi.

Podshipniklarda shartli belgining chap tomonida asosiy sonlardan alohida tire qo'yilib aniqlik darajasi yoziladi. Podshipniklar 0, 6, 5, 4, 2 aniqlik daraja bilan tayyorlanadi, bunda 0 normal aniqlik daraja 2-eng yuqori aniqlik daraja. Yuqorida ko'rilgan 7208 podshipnikning aniqlik darajasi 0 shuning uchun yozilmagan.

Podshipniklarda shartli belgining o'ng tomonida asosiy sonlardan alohida yozilgan harflar quyidagilarni bildiradi: yu – zanglamaydigan po'lat materiallardan; x – halqalari yoki dumalash elementlari uglerod



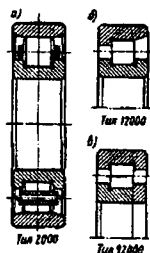
**10.7-
rasm.**

bilan to'yintirilgan po'lat materiallardan tayyorlangan; R – issiqqa chidamli materiallardan; s – separator po'lat materiallardan; B – separator bronza materialdan; D – separator alyuminiy qorishmalaridan; E – separator plastmassadan; K – podshipnik konstruksiyasiga o'zgartirishlar kiritilgan; Sh – shovqin chiqmasligi uchun maxsus talablar qo'yilgan; u – aniqlik darajasiga qo'shimcha talablar qo'yilgan; t – toblash jarayoniga hamda qattiqligida maxsus talablar qo'yilgan.

Podshipniklarning shartli belgilari: 211 – bir qatorli zoldirli radial podshipnik, diametri yengil seriya – 2, enini seriyasi – 0, ichki diametri $d = 55\text{mm}$, aniqlik darajasi 0, (10.3-rasm).

6 – 36209 – zoldirli radial – tirak podshipniklar, diametri yengil seriya – 2, enini seriyasi 0, ichki diametri $d = 45\text{mm}$, ilashish burchagi $\alpha = 12^\circ$, aniqlik darajasi – 6, 10.4 – rasm.

4 – 12210 – kalta silindirsimon rolikli podshipniklar, yengil seriya – 2, enini seriyasi 0, ichki diametri $d = 50\text{mm}$, tashqi halqasida bir tomonida chiqiq bo'lib, aniqlik darajasi – 4, 10.8-rasm.



4 – 3003124R – juda yengil seriyali. Ikki qatorli rolikli podshipnik, diametri seriyasi – 1, enini seriyasi-3, ichki diametri $d = 120\text{mm}$, aniqlik darajasi – 4, podshipnik detallari issiqqa chidamli po'lat materiallardan tayyorlangan, 10.10-rasm.

10.8-rasm.

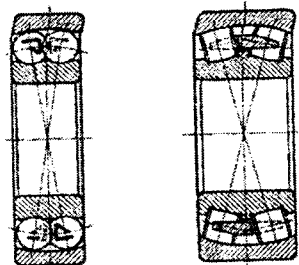
10.2-§ Podshipniklar xarakteristikasi

Zoldirli podshipniklar. Bir qator zoldirli radial podshilniklar (10.3-rasm) radial kuchlarni qabul qilish uchun mo'ljallangan bo'lib, chegaralangan ravishda bo'ylama kuchlarni ham qabul qilishi mumkin. Bunda tashqi halqa 8 gacha buralishi mumkin. Zoldirning diametri $d_3 = 10,275 - 0,3175 / (D - d)$. d, D - podshipnikning ichki va tashqi diametrlari. Zoldirlar soni

$$z \approx (D + d) / (D - d)$$

Ikki qatorli zoldirli sferik podshipniklar (10.9-rasm) katta radial kuchlarni qabul qilishi mumkin, bunda halqaning buralishi $1,5 + 4^\circ$ gacha bo'lishi mumkin.

Rolikli ikki qatorli sferik podshipniklar (10.10-rasm,v) juda katta radial kuchlarni qabul qilishga mo'ljallangan bo'lib, halqasi $0,3^0-2,5^0$ gacha buralishi mumkin.



10.9-rasm. 10.10-rasm.

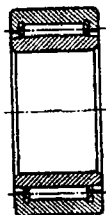
Zoldirli radial-tirak podshipniklar (10.4-rasm) radial va bir tomonlama ta'sir qiluvchi bo'ylama kuchlarni qabul qilishi mumkin. Bu xil podshipniklarga zoldirli radial podshipniklarga nisbatan 45% zoldir ko'p o'rnatiladi, natijada 30-40% yuklanishni oshirish mumkin. Podshipniklarda zoldirlar $\alpha = 12^0$ (36000), $\alpha = 26^0$ (46000), $\alpha = 36^0$ (66000) bo'yicha kontaktida bo'lishi mumkin.

Zoldirli tirak podshipniklar (10.6-rasm) bir tomonlama ta'sir qiluvchi bo'ylama kuchlarni qabul qilishi mumkin. Bunda valning tezligi 5-10 m/s gacha bo'lishi kerak. Zoldirning diametri $d_3 = 0,375 (D - d)$, zoldirlar soni $z = 3,66 (D + d) / (D - d)$.

Rolikli podshipniklar. Kalta rolikli radial podshipniklar (10.8-rasm) zoldirli radial podshipniklarga nisbatan bir necha marta katta radial kuchlarni qabul qilishi mumkin.

Rolikli radial-tirak podshipniklar (10.5-rasm) radial hamda bir tomonlama ta'sir qiluvchi bo'ylama kuchlarni qabul qilishi mumkin. Bunda valning tezligi 15 m/s gacha bo'lishi mumkin. Roliklarning kontakt burchagi $\alpha = 10-16^0$. Buylama kuchlarning qiymati nisbatan katta bo'lganda $\alpha = 20-30^0$ bo'lgan podshipniklar ishlatiladi, bunda halqalar $1,5^0-2^0$ buralishi mumkin.

Ignasimon rolikli podshipniklar (10.11-rasm) radial o'lchamlari kam bo'lgan uzellarda ishlatiladi, bunda tezlik 5 m/s gacha bo'lishi mumkin. Bu xil podshipniklar katta radial kuchlar ta'sirida ishlashi mumkin, lekin bo'ylama kuchlar ta'siri bo'lmasligi kerak. Ignasimon roliklarning diametri 1,6-6 mm, uzunligi esa $l = (4...10) d$ mm bo'lishi mumkin.



10.11-rasm.

Ishlatiladigan podshipniklarning tannarxi uning o'lchamlari, aniqlik klassi, konstruksiyasining tuzilishi separator va uning qancha chiqarilishiga bog'liq. Masalan, bir qatorli zoldirli radial podshipniklarning narxini bir birlik qilib olsak, zoldirli tirak podshipniklar 10-15% arzon, zoldirli radialtirak podshipniklar 2-2,5 marta qimmat; konussimon rolikli podshipniklar 30-70% qimmat turadi. Agar podshipniklar dinamik yuk ko'taruvchanligi bo'yicha baholansa, eng arzoni konussimon rolikli podshipniklar hisoblanadi.

Podshipnik elementlarining materiallari. Dumalash elementlari va halqalari maxsus, podshipniklar uchun mo'ljallangan yuqori uglerodli xromli ShX15, Sh2OSG shuningdek legirlangan 18XGT, 20X2N4A markali po'lat materiallardan tayyorlanadi. Halqalarni qattiqligi 61–66 NRC_e, dumalash elementlarining qattiqligi 63–67 NRC_e.

Podshipnik separatorlar yumshoq uglerodli po'lat materiallardan tayyorlanadi. Katta tezlik bilan harakatlanuvchi podshipniklarda antifriksion materiallar, ya'ni bronza, metallokeramika, poliamidan tayyorlangan separatorlar ishlatiladi. Zarb bilan ta'sir qiluvchi uzellarda o'rnatilgan podshipnikning dumalash elementlari plastmassadan tayyorlanadi.

10.3-§ Podshipnik elementlarining yemirilishi va ishga layoqatliligi

Podshipnik elementlarining uvalanishi. Podshipnik halqalarida o'zgaruvchan kuchlanishlar ta'sirida dumalash elementlarining dumalab harakatlanishi natijasida sikllar soni me'yoridan oshganda ishchi yuzalarda darzlar hosil bo'ladi. Bu darzlarga moylarning katta bosim ostida kirishi natijasida ishchi yuzalari uvalanadi. Abraziv zarrachalardan yaxshi saqlangan, yaxshi moylangan podshipnik elementlarida asosan uvalanish hodisasi ro'y beradi. Uvalanish me'yoridan oshgan podshipniklarda tebranish hodisasi ro'y beradi. Shovqin chiqishi mumkin. Bu uvalanish sferik podshipniklarda tashqi halqadan, boshqa podshipniklarda ichki halqadan boshlanadi.

Podshipnik elementlarining uvalanmasligini ta'minlash uchun aylanishlar soni $n > 10 \text{ min}^{-1}$ bo'lgan podshipniklar dinamik yuk ko'taruvchanlikka tekshiriladi.

O'z o'qi atrofida kam harakatlanuvchi katta yuklanishli podshipniklarda statik kuchlarning ta'sirida halqalarda qoldiq deformatsiyalar bo'lishi mumkin. Aylanma harakat bo'lmasa bu deformatsiya ko'payadi va ish jarayonida halqalar ishdan chiqadi. Podshipniklarda qoldiq deformatsiya bo'lmasligi uchun aylanish soni $n < 10 \text{ min}^{-1}$ bo'lgan podshipniklar statik yuk ko'taruvchanlikka tekshiriladi.

Qishloq xo'jalik, to'qimachilik sanoati, tog' – kon mashinalari va boshqa ko'pgina sanoat mashinalariga o'rnatilgan podshipnik elementlarida abraziv yeilish hodisasi ro'y beradi. Bu esa podshipniklarning abraziv zarralarda zichlagichlar yordamida yaxshi himoyalanganlik natijasidir. Bunday hollar ro'y bermasligi uchun, ya'ni abraziv yeyilish-

lar bo'lmashligi uchun moylari yaxshi tozalanib, sifatli zichlagichlar ishlatish zarur.

Podshipniklarni o'z uyasiga o'rnatish jarayonida podshipnik tashqi va ichki halqalari o'zaro bir – biriga nisbatan siljigan holda o'rnatilishi mumkin. Bunday hollarda eng katta dinamik kuchlar to'g'ri kelgan halqa va dumalash elementlarida darzlar hosil bo'lishi, sinishi, parchalanishi mumkin, masalan rolikli podshipniklarda halqa chetlari sinadi. Yuklanish bir tekisda taqsimlanganda bunday hodisalar ro'y bermaydi.

Dumalash podshipniklarida halqa, dumalash elementlari bilan birga separatorlar ham ishdan chiqadi. Asosan tez harakatlanuvchi podshipniklarda markazdan qochma kuch ta'sirida o'lchamlari bi xil bo'ylamagan dumalash elementlarining separatorlarga ta'siri natijasida bu elementlar sinishi yoki tezda ishdan chiqishi mumkin.

Podshipniklarni ishga layoqatligi bu podshipnik elementlarida uvalanish hamda qoldiq deformatsiya qiymatlari bilan belgilanadi.

Uvalanish hodisasi bo'lmashligi uchun aylanish soni $n > 10 \text{ min}^{-1}$ bo'lgan podshipniklar dinamik yuk ko'taruvchanlik bo'yicha tekshiriladi.

Qoldiq deformatsiyaning me'yorida bo'lishini ta'minlash uchun aylanish soni $n < 10 \text{ min}^{-1}$ bo'lgan podshipniklar statik yuk ko'taruvchanlik bo'yicha tekshiriladi.

10.4-§. Podshipniklarni ishlash muddatini aniqlash

Mashinalarni loyihalash jarayonida dumalash podshipniklari loyihalanmasdan aniqlangan hisobiy dinamik radial yuk ko'taruvchanlik S_x qiymatining hisobida bazaviy qiymatlar S_r bilan yoki aniqlangan hisobiy ishlash muddatini $L_{10}h$, soat hisobida (aylanish sonini L_{10} , mln ayl) bazaviy qiymatlar bilan solishtiriladi, ya'ni $C_x < C_z$ yoki $L_{10}h > L_h$ soat hisobida shart bajarilishi kerak.

Dinamik radial yuk ko'taruvchanlikning bazaviy qiymati bu 10^6 sikl aylanishga (ichki halqasi) to'g'ri kelgan radial yuklanish hisoblanadi, shartli belgisi S_r .

Dinamik radial yuk ko'taruvchanlik S_r ning qiymatlari hamma turdagi podshipniklar uchun jadvallarda berilgan.

Podshipniklar ishlash muddati aylanish soni (mln.ayl) yoki ishlash soati bilan belgilanadi.

Ishlash muddatini bazoviy qiymati aylanish soni yordamida quyidagicha aniqlanadi

$$L_{10} = \left[\frac{C_z}{R_E} \right]^m$$

bunda: m – daraja ko'rsatkichi, zoldirli podshipniklar uchun $m = 3,0$; rolikli podshipniklar uchun $m = 3,33$; L_{10} – podshipnikning ishlash muddati, mln.ayl. Bunda podshipniklarni ishonchli ishlash muddati 90%, shuning uchun indeks 10 olingan, $10 = 100 - 90$.

Podshipniklarni ishlash muddatining bazoviy qiymati L_{10} , bu podshipniklar ishlash jarayonida metallar to'g'ri tanlangan, ishlash jarayonida normal holatda bo'lgan hollar uchun olinadi.

Agarda podshipnik materiallarining xarakteristikasi ishlash sharoiti o'zgargan bo'lsa, podshipniklarning ishlash muddatining hisobiy qiymati soat hisobida quyidagicha aniqlanadi:

$$L_{5ah} = a_1 a_{23} \left(\frac{C_r}{R_s} \right)^m \frac{10^6}{60n} c$$

bunda: indeks S o'rniga ishlash muddat sonli qiymati $S=100-P$ olinadi, R ishonchli ishlashi. Ishonchli ishlashi 90% bo'lganda – L_{10ah} , 95% bo'lganda L_{5ah} , 97% bo'lganda L_{3ah} .

Formulada S_r - bazoviy radial dinamik yuk ko'taruvchanlik, qiymati jadvallardan podshipnik turiga nisbatan tanlanadi; R_E - ekvivalent dinamik radial yuklanish, N ; n - halqaning aylanish soni, min^{-1} ;

a_1 -ishonchlilik koeffitsiyenti. Podshipniklarni ishonchli ishlashi 90% bo'lganda $a_1=1,0$; 95% bo'lganda $a_1=0,62$; 97% bo'lganda $a_1=0,44$.

a_{23} - podshipniklarning ishlash muddatiga halqa va dumalash element materiallarini, ishlash sharoitini hisobga oluvchi koeffitsiyent, qiymatlari:

Zoldirli podshipniklar uchun (sferik podshipniklar) 0,7–0,8

Konussimon rolik bo'lganda 0,6–0,7

Rolikli silindrsimon, zoldirli sferik podshipniklar bo'lganda 0,5–0,6

Ikki qatorli rolikli radial va sferik podshipniklar bo'lganda 0,3–0,4

Podshipniklar ishga yaroqli bo'lishi uchun

$$L_{5ah} \geq [L_{5ah}]$$

shart bajarilishi kerak.

Podshipniklar uchun radial dinamik yuk ko'taruvchanlikning hisobiy qiymati quyidagicha aniqlanadi.

$$C_x = R_s \sqrt[4]{573 \frac{L_h}{10^6} H},$$

bunda: $S_x > C_r$ shart bajarilishi kerak.

Standart asosida podshipniklarning bazoviy ishlash muddati silindrsimon, konussimon yopiq uzatmalar uchun $[L_{Soh}] = 20000c$; chervyakli uzatmalar uchun $[L_{Soh}] = 5000c$.

Umuman olganda podshipniklarning ishlash muddati yopiq uzatmalarning ishlash muddatlariga teng bo'lishi kerak, ya'ni tishli uzatmalar uchun $[L_{Soh}] = 40000c$, chervyakli uzatmalar uchun $[L_{Soh}] = 20000c$.

Ekvivalent dinamik radial yuk ko'taruvchanlik qiymatlarini aniqlash. Ekvivalent dinamik radial yuk ko'taruvchanlik R_E qiymati podshipniklarga ta'sir qiluvchi kuchlarning xarakteri, yo'nalishi, ishlash sharoitlarini hisobga oladi.

Bir qatorli zoldirli radial, bir va ikki qatorli radial – tirak hamda rolikli podshipniklar uchun ekvivalent dinamik radial yuk ko'taruvchanlik qiymatlari quyidagicha aniqlanadi.

Radial va radial-tirak podshipniklar uchun

$$R_E = (xvF_r + yF_a) \cdot K_1 \cdot K_2,$$

Tirak podshipniklar uchun

$$R_E = F_a \cdot K_1 \cdot K_2,$$

bunda: F - tayanchdagi reaksiya kuchining umumiy qiymati, N ; F_a - bo'ylama kuch; V - podshipnik halqalari aylanishni hisobga oluvchi koeffitsiyent; Ichki halqa aylanganda $V=1$; tashqi halqa aylanganda $V=1,2$;

K_1 - dinamik koeffitsiyent, yuklanishni o'zgarishni podshipniklarni ishlash muddatiga ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsiyent qiymati jadvaldan olinadi.

10.1-jadval

Yuklanish xarakteri	K_1	Ishlatilishi
Yuklanish bir tekisda	1,0	Qo'l yordamida harakatga keltiriladigan kranlar
Yuklanish 125% gacha o'zgaruvchan bo'lib,	1,0...1,2	Metall kesuvchi stanoklar, yuk ko'tarish kranlarning mexanizmlari
Qisqa muddatda yuklanish 150% gacha o'zgarishi mumkin.	1,3...1,5	Tishli uzatmalar. Hamma turdagi yopiq uzatmalar

K_2 - podshipniklarning qizishini ishlash muddatigagi ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsiyent:

t, C	≤ 100	125	150	175	200	250
K_2	1.00	1.05	1.10	1.15	1.25	1.4

10.2-jadval

X,U- radial va bo'ylama kuchlarni hisobga oluvchi koeffitsiyent, qiymati podshipnik turlariga hamda radial va bo'ylama kuchlarning nisbat qiymatlariga bog'liq bo'lib jadvallarda berilgan. 10.3-jadvalda zoldirli radial va radial-tirak podshipniklar uchun berilgan.

Podshipniklar turi	α, rad	R_a/C_0	e	$R_a/(vR_a) > e$	
				x	y
	0	0,014	0,19	0,56	2,30
		0,028	0,22		1,99
		0,056	0,26		1,71
		0,084	0,28		1,55
		0,110	0,30		1,45
		0,170	0,34		1,31
		0,280	0,38		1,15
		0,420	0,42		1,04
		0,560	0,44		1,00
		0,014	0,30	0,45	1,82
	12°	0,029	0,34		1,62
		0,056	0,37		1,46
		0,084	0,41		1,34
		0,110	0,45		1,22
		0,170	0,48		1,13
		0,280	0,52		1,04
		0,420	0,54		1,01
		0,560	0,54		1,00
	26	-	0,68		0,87
	36	-	0,95		0,66

10.3-jadval

Bo'ylama kuch qiymatlarini podshipniklarning ishlash muddatiga ta'siri katta bo'lib, bu X,Y koeffitsientlarni tanlashda $e=F_r/(vF_a)$ koeffitsiyent yordamida aniqlanadi.

Podshipniklarni ishlash jarayonida bo'ylama kuch F_a tasirida halqalar o'zaro bir-biriga nisbatan siljiydi, natijada halqalar o'rtasidagi

radial bo'shliq kamayadi. Bu radial bo'shliq ma'lum chegaragacha bo'lganda, ya'ni $F_a/(vF_r) \leq e$ shart bajarilganda yuklanish dumalash elementlarida bir tekis taqsimlanadi, bo'ylama kuch qiymati podshipniklarni ishlash muddatiga ta'sir qilmaydi, bunda $X=1.0$, $U=0$, ya'ni R_e qiymatni aniqlashda F_a bo'ylama kuch hisobga olinmaydi. Bo'ylama F_a kuch qiymati oshishi bilan, ya'ni $R_a/(vF_r) > e$ bo'lganda, podshipniklarni ishlash sharoiti yomonlashadi, reaksiya kuchlarining umumiy qiymati oshadi, natijada podshipniklarning ishlash muddati kamayadi. Bu koeffitsiyent yordamida hisobga olinadi, e qiymati esa X, U koeffitsiyent qiymatlarini tanlashda ta'sir ko'rsatadi.

Bo'ylama kuchlarning umumiy qiymati tayanchlarga o'rnatilgan podshipnik turlariga bog'liq bo'lib quyidagicha aniqlanadi.

Val tayanchlariga zoldirli radial podshipniklar o'rnatilganda, podshipniklarga ta'sir qiluvchi bo'ylama F_A qiymati tashqi bo'ylama F_a kuchga teng bo'ladi, ya'ni $F_a = F_A$.

Val tayanchlariga radial-tirak podshipniklar o'rnatilganda tayanchlarga ta'sir qiluvchi F_a bo'ylama kuchlarning qiymatini R_r radial kuchlardan hosil bo'lgan qo'shimcha bo'ylama F_s kuchlarni hisobga olgan holda aniqlanadi. Bu qo'shimcha bo'ylama F_s kuchlarning qiymati tayanchlarga o'rnatilgan podshipnik turiga bog'liq bo'lib quyidagicha aniqlanadi.

A. Val tayanchlariga zoldirli radial-tirak podshipniklar o'rnatilganda

$$F_s = eR_r,$$

bunda: e -koeffitsiyent qiymati 10.3 jadvaldan olinadi.

B. Val tayanchlariga konussimon rolikli podshipniklar o'rnatilganda

$$R_s = 0,83eR_r$$

Podshipniklarni ishlashi normal bo'lishi uchun F_a bo'ylama kuchning umumiy qiymati qo'shimcha bo'ylama kuchlar qiymatidan katta bo'lishi kerak, ya'ni $F_a \geq F_{smin}$ shart bajarilishi kerak.

Qo'shimcha bo'ylama kuchlarning qiymatini aniqlash podshipniklarni tayanchlarga o'tkazish sxemasiga bog'liq bo'lib, quyidagicha aniqlanadi:

Podshipniklarning yuklanishi	Bo'ylama kuchlar
$Rs_1 \geq Rs_2; Fa \geq 0$	$Ra_1 = Rs_1$
$Rs_1 < Rs_2$ $Fa \geq Rs_2 - Rs_1$	$Ra_2 = Ra_1 + Fa$
$Rs_1 < Rs_2$ $Fa < Rs_2 - Rs_1$	$Ra_2 = Rs_2$ $Ra_1 = Ra_2 - Fa$

Podshipniklar uchun R_e , C_x , L_{10h} qiymatlarini aniqlash.

Bu qiymatlarni aniqlash uchun tayanchida reaksiya kuchlarining umumiy qiymatlari R_{r1} , R_{r2} H; tashqi bo'ylama kuchning umumiy qiymati F_a, N ; valning aylanish soni n, min^{-1} ; podshipnikning o'tkazilgan val tayanchi diametri d, mm ; podshipniklarning ishlash muddati L_{10h} , soat hisobida ma'lum bo'lishi kerak.

Yuqoridagi R_e , C_x , L_{10h} qiymatlarni aniqlash podshipnik turiga bog'liq bo'lib quyidagicha aniqlanadi:

1. Bir qatorli zoldirli radial podshipniklar o'rnatilganda, *10.3-rasm*. Bunday hollarda tayanchlarga o'rnatilgan podshipniklarga bo'ylama F_a kuch bir xil ta'sir etadi. Shuning uchun qay bir tayanchda reaksiya qiymatlari katta bo'lsa shu tayanch podshipniklari uchun R_e , C_x , L_{10h} qiymatlari quyidagi tartibda aniqlanadi.

a) F_a/vR_r – nisbat aniqlanadi;

b) $\frac{F_a}{C_e}$ - nisbatga nisbatan jadvaldan e , u koeffitsiyentlari tanlanadi;

v) $\frac{F_a}{vR_r}$ - nisbat qiymati e koeffitsiyent qiymati bilan solishtiriladi;

$\frac{F_a}{vR_r} \leq e$ bo'lsa $R_e = x v F_r \cdot K_1 K_2$ formula yordamida aniqlanadi

$\frac{F_a}{vR_r}$ nisbat qiymati $> e$ bo'lganda

$R_e = (x v F_z + U F_a) K_1 K_2$ formula yordamida aniqlanadi;

g) Podshipniklar uchun S_r L_{10h} qiymatlari yuqorida berilgan formulalar yordamida aniqlanadi.

2. Tayanchlarga bir qatorli zoldirli radial-tirak o'rnatilganda, *10.4-rasm*. Bunday hollarda tayanchlarga o'rnatilgan podshipniklar radial kuchlardan tashqari bo'ylama F_{s1} , F_{s2} kuchlar ta'sirida bo'ladi. Shuning R_e qiymati har bir tayanchdagi podshipniklar uchun aniqlanib,

qay bir tayanchdagi podshipnik uchun R_e qiymati katta bo'lsa shu podshipnik uchun $S_r L_{10h}$ qiymatlari quyidagi tartibda aniqlanadi.

a) $\frac{F_a}{C_0}$ nisbatan qiymati bo'yicha bo'ylama kuchlar ta'sirini hisobga

oluvchi e koeffitsiyent 10.3-jadvaldan tanlanadi;

b) Radial kuchlardan hosil bo'lgan qo'shimcha bo'ylama kuchlarning qiymatlari aniqlanadi:

$$F_{s1}=eR_{r1}, \quad F_{s2}=eR_{r2};$$

v) Bo'ylama F_{a1}, F_{a2} kuchlarning umumiy qiymatlari aniqlanadi;

g) $\frac{F_{a1}}{vR_{r1}}, \frac{F_{a2}}{vR_{r2}}$ nisbat qiymatlari aniqlanadi;

d) Shu yuqorida aniqlangan nisbat qiymatlarni a.p.da aniqlangan e koeffitsiyent qiymatlari bilan solishtiriladi, bunda:

$$\frac{F_{a1}}{vR_{r1}} \leq e \text{ bo'lganda } R_{e1} = xvF_z K_1 \cdot K_2,$$

$$\frac{F_{a1}}{vR_{r2}} > e \text{ bo'lganda } R_{e1} = (xvF_z + UF_a) K_1 \cdot K_2.$$

e) R_{e1}, R_{e2} qiymatlari qay biri katta bo'lsa, shu podshipnik uchun $S_r L_{10h}$ qiymatlari aniqlanadi.

3. Tayanchlarga bir qatorli rolikli radial – tirak podshipniklar o'rnatilganda:

a) Jadvaldan tanlagan podshipnik uchun S_r, x, e, u qiymatlari tanlanadi;

b) Radial kuchlardan hosil bo'lgan qo'shimcha bo'ylama kuchlarning qiymatlari aniqlanadi:

$$F_{s1}=0,83eR_{r1}, \quad F_{s2}=0,83eR_{r2},$$

v) Bo'ylama F_{a1}, F_{a2} kuchlarning umumiy qiymatlari aniqlanadi;

g) $\frac{F_{a1}}{vR_{r1}}, \frac{F_{a2}}{vR_{r2}}$ nisbat qiymatlar aniqlanadi;

d) Shu yuqorida aniqlangan nisbat qiymatlarni e koeffitsiyent qiymatlari bilan solishtiriladi, bunda:

$$\frac{F_{a1}}{vR_{r1}} \leq e \text{ bo'lganda } R_{e1} = xvF_z \cdot K_1 \cdot K_2,$$

$$\frac{F_{a2}}{vR_{r1}} > e \text{ bo'lganda } R_{e1} = (xvF_z + UF_a) K_1 \cdot K_2,$$

e) R_{e1}, R_{e2} qiymatlarning qay biri katta bo'lsa, shu podshipnik uchun S_r, L_{10h} qiymatlari aniqlanadi.

10.5-§ Podshipniklarni statik yuk ko'taruvchanlik bo'yicha tanlash

Kam harakatlanadigan $n < 10 \text{ min}^{-1}$ bo'lgan podshipniklar statik yuk ko'taruvchanlik bo'yicha jadvaldan tanlanadi.

Podshipniklar uchun bazoviy statik yuk ko'taruvchanlik bu shunday statik yuklanishni, bunda podshipnik eng katta yuklangan qismida elementlardan qoldiq deformatsiya $0.0001 d_{sh}$ dan oshmasligi kerak. Shu chegargacha qoldiq deformatsiya podshipnik ishiga halaqit bermaydi. Statik yuk ko'taruvchanlik S_0 qiymati har bir tur podshipniklar uchun jadvallarda berilgan.

Keskin o'zgaruvchan yuklanish sharoitida ishlaydigan podshipniklar dinamik yuk ko'taruvchanlik bo'yicha tanlanganda statik yuk ko'taruvchanlik bo'yicha tekshiriladi, bunda:

$$S_0 > R_{0E},$$

shart bajarilishi kerak. R_{0E} – statik ekvivalent radial yuklanish, N.

Ekvivalent statik radial yuklanish ta'sirida podshipnik elementlaridagi qoldiq deformatsiya, bu podshipniklarda haqiqiy yuklanishda hosil bo'lgan qoldiq deformatsiyaga teng bo'ladi.

Radial, radial – tirak podshipniklar uchun

$$R_{0E} = (x_0 F_z + u_0 F_0) \geq R_r,$$

bunda: F_r , F_a – radial va bo'ylama kuchlar. N; x_0 , u_0 – radial va bo'ylama statik kuchlar koeffitsiyenti, jadvaldan olinadi. Masalan zoldirli bir va ikki qatorli podshipniklar uchun $x_0 = 0.6$, $u_0 = 0.5$.

Podshipnik uzellarini loyihalashning o'ziga xos xususiyatlari.

Podshipniklarning ishlash muddati nafaqat ularni to'g'ri tanlashda, balki bu podshipnik uzellarini tuzilishiga ham ko'p jihatdan bog'liq bo'ladi.

Podshipniklarni tanlash. Podshipniklarning turini tanlashga unga ta'sir qilayotgan kuchning qiymati, yo'nalishi, aylanish soni, ishlash rejimi, ishlash muddati, tannarxi va shunga o'xshash omillar ta'sir ko'rsatadi.

Podshipniklarni tanlash tuzilishi oddiy, eng arzon bir qatorli, zoldirli radial podshipniklardan boshlanadi. Podshipniklarni boshqa turlarini tanlashda, bu tanlashga asoslangan bo'lishi shart.

Zoldirli podshipniklarning aylanish bo'yicha aniqlik darajasi yuqori, lekin yuk ko'taruvchanligi va bikrligi rolikli podshipniklarga nisbatan past.

Yuklanish kam bo'lib aylanish soni katta bo'lganda yengil seryali bir qatorli zoldirli radial podshipniklar tavsiya etiladi. Og'ir seryali

podshipniklar katta yuklanishlarga chidamli, lekin aylanish, sonini ruxsat etilgan qiymati kam.

Tayanchlar bir vaqtning o'zida katta radial va bo'ylama kuchlar ta'sirida bo'lganda, tayanchga radial va bo'ylama kuchlarni alohida-alohida qabul qilish uchun mo'ljallangan podshipniklar o'rnatiladi.

Val tayanchlari har xil korpuslarda joylashgan bo'lsa, katta radial kuchlarni qabul qilishga mo'ljallangan sferik podshipniklar o'rnatish tavsiya etiladi. Bu podshipniklarda halqalar o'q atrofida buralishi mumkin hamda podshipnik uzellarini yig'ishda qo'yilgan xatoliklarni to'g'irlash mumkin.

Tayanchga ta'sir qilayotgan kuchlar zarb bilan bo'lganda, ikki qatorli rolikli podshipniklarni ishlatish tavsiya etiladi.

Podshipniklar vallarga o'tkazilganda, val bilan aylanadigan ichki halqasi o'tkazilgan joyidan siljib ketmasligi uchun valga tig'izlik bilan o'tkaziladi, bunda val sistemasi qo'llaniladi, bunda o'lchamlarning chekli chegarasi k6, m6, n6. Anqlik klassi 0 bo'lgan dumalash podshipnikning valga tig'izlik bilan o'tkazilsa shartli belgisi, masalan: ø50 k6.

Podshipniklarni o'z o'qi atrofida aylanmaydigan tashqi halqasi korpusga zazor bilan o'rnatiladi, bunda podshipniklarning sozlash jarayonida tashqi halqa o'q bo'yicha siljish imkoni bo'lishi kerak, bunda teshik sistemasi qo'llaniladi, bunda o'lchamlarning chekli chegarasi H7, G7. Anqlik klassi 0 bo'lgan dumalash podshipnikni aylanmaydigan tashqi halqasi korpusga teshik sistemasi bilan o'tqaziladi, shartli belgisi, masalan: ø50 H7.

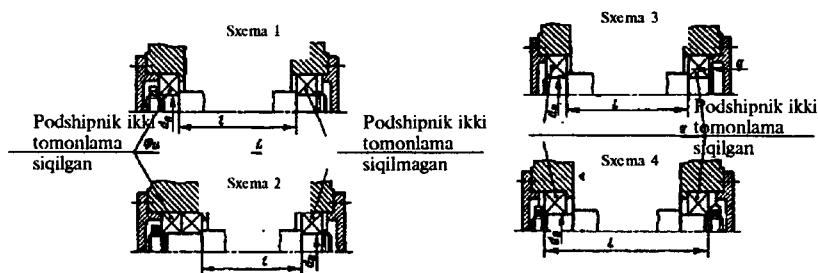
Podshipniklarda val tayanchlariga ikki xil usul bilan o'rnatiladi.

Radial kuchlarni qabul qilishga mo'ljallangan zoldirli va rolikli radial podshipniklar o'rnatilgan tayanchlar, 10.3, 10.8 - *rasmlar*. Bu podshipniklar vallarni o'q bo'yicha har ikki tomonlama siljishga imkon bo'ladi.

Radial va bo'ylama kuchlar qabul qilishga mo'ljallangan zoldirli va konussimon rolikli podshipniklar o'rnatilgan tayanchlar, 10.3, 10.9-*rasmlar*. Bu tayanchga o'rnatilgan podshipniklar vallarni o'q bo'yicha har ikki tomonlama yoki bir tomonlama siljishni chegaralaydi.

10.12-*rasmda* podshipniklarni tayanchlarga o'rnatish sxemasi berilgan. 1 va 2 sxemalarda A tayanchlarga o'rnatilgan podshipniklar vallarni o'q bo'yicha siljishlarini chegaralaydi. Tayanchlarga bitta (1-sxema) 10.10 rasm yoki ikkita (2-sxema) podshipnik o'rnatish mumkin. Bu podshipnik halqalari har ikki tomonlama valda va korpusda

mahkamlanadi, natijada vallar o'q bo'yicha siljimaydi. V tayanchga o'rnatilgan podshipniklarda faqat ichki halqasi har ikki tomonlama mahkamlangan, tashqi halqasi esa o'q bo'yicha korpusga siljishi mumkin.



10.12-rasm.

Tayanchlar o'rtasidagi masofa har qanday bo'lganda ham shu 1 va 2 sxemalarni ishlatish mumkin. Podshipniklarni shu 1 va 2 sxemalar bo'yicha o'tkazishda quyidagilarga rioya qilish kerak:

1. Har ikki tayanchlarga o'rnatilgan podshipniklar imkon darajasi bir xil yuklangan bo'lishi shart. Agarda podshipnik bo'ylama kuch ta'sirida bo'lsa, radial kuchlar bilan nisbatan katta yuklangan tayanchga o'rnatilgan podshipnik vallarni o'q bo'yicha siljishga imkon beradigan qilib o'rnatiladi. Natijada bo'ylama kuch, nisbatan kam yuklangan tayanchga o'rnatilgan podshipnik qabul qiladi.

2. Bo'ylama kuch ta'siri bo'lmasa, nisbatan kam yuklangan tayanchga o'rnatilgan podshipnik vallarni o'q bo'yicha siljishga imkon beradigan qilib o'rnatiladi, bunda halqalarni o'q bo'yicha siljishida, korpus yeyilishi kamayadi.

3. Vallarni bir uchi boshqa vallar bilan mufta yordamida birlashtirilsa, shu val uchiga yaqin tayanchga o'rnatiladigan podshipnik, vallarni o'q bo'yicha siljishiga imkon beradigan qilib o'rnatiladi.

Podshipniklarni tayanchlarga 3 va 4-sxemalarga o'xshatib o'rnatish mumkin. 3-sxemada podshipnik tashqi halqalarning ingichka tomonlari bir-biriga qaratilgan. Ishlash jarayonida podshipnik elementlarini qizishidan, podshipnik deformatsiyalanib elementlari kengayib dumalash elementlari siqilmasligi uchun o'q bo'yicha a bo'shliq qoldiriladi. Tajribadan ma'lumki tayanchlar o'rtasidagi masofa $l \leq 300_{mm}$ bo'lganda $a = 0,2 - 0,5_{mm}$. Kerakli bo'shliq maxsus qistirmalar (qalinligi 0,05-0,1) yordamida hosil qilinadi.

Radial podshipniklar uchun $l \leq 10d$ olish tavsiya etiladi. d -val diametri.

3-sxema bo'yicha tayanchlarga radial-tirak podshipniklar o'tqazish mumkin. Bu podshipniklar uchun $l \leq (6 \dots 8)d$, bunda kichik qiymatlar rolikli, katta qiymatlar zoldirli radial-tirak podshipniklar uchun tavsiya etiladi.

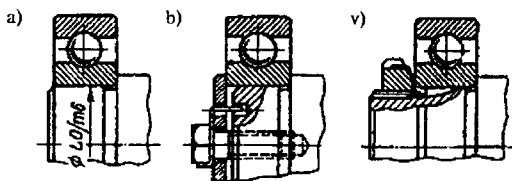
4-sxemada podshipnik tashqi halqalarining enli tomonlari bir-biriga qarab o'rnatilgan.

Podshipniklar shu 4-sxema bo'yicha o'rnatilganda masofa $l \leq (8-10)d_v$ olish mumkin. Bunda kichik qiymat rolikli, katta qiymat zoldirli radial-tirak podshipnik uchun tavsiya etiladi. Zoldirli radial podshipniklar uchun $l \leq 12d_H$.

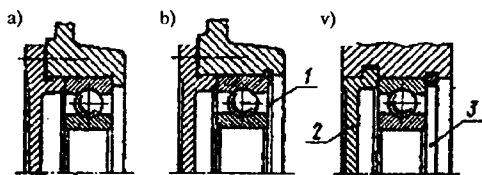
Val va korpuslarga o'tkazilgan podshipniklar tashqi kuchlar ta'sirida o'z o'qi atrofida aylanib ketmasligi hamda o'q bo'yicha siljimasligi uchun tashqi va ichki halqalari mahkamlanishi kerak (tayanchlarga o'rnatilgan podshipniklar ish jarayonida o'q bo'yicha siljish kerak bo'lgan hollar bundan mustasno).

Ichki halqalar quyidagicha mahkamlanadi, masalan o'q bo'yicha kuchlarni ta'siri yengil bo'lganda vallarni chiqig'i yordamida, 10.14a-rasm; o'rta bo'lganda shayba yordamida, 10.14b-rasm; katta bo'lganda gaykalar yordamida, 10.14v-rasm mahkamlash mumkin.

Podshipnik tashqi halqalarini o'q bo'yicha siljimasligi uchun podshipnik qopqoqlarni chiqig'i yordamida, 10.15a-rasm yoki prujinali halqa yordamida, 10.15b-rasm mahkamlash mumkin.



10.14-rasm.



10.15-rasm.

10.6-§ Podshipnik uzellarini moylash. Zichlagichlar

Moylangan podshipniklarda ishqalanish yaxshi, shovqin kam bo'ladi, nisbatan kam qiziydi, podshipniklarni yeyilishdan saqlaydi.

Podshipniklarni moylash uchun suyuq, plastik va quyuq moylar ishlatiladi.

Suyuq moylar Podshipnik vallarning aylanish tezligi 8 m/s dan yuqori bo'lganda ishlatiladi. Bunda podshipniklarni vannada, tomchilash, po'rkalish yo'llari bilan moylash mumkin. Yopiq uzatmalarda podshipniklarni maxsus sachratgich yordamida ham moylash mumkin.

Plastik moylar (solidol, kontalin va boshqalar) podshipniklarning aylanma tezligi 10 m/s gacha bo'lganda ishlatiladi. Bunda moy podshipnik uzelineg qopqog'i bilan podshipnik o'rtasida maxsus moy uchun qoldirilgan bo'shliq qismining $1/2$ hajmi moy bilan to'ldiriladi.

Quyuq moylar Podshipnik uzellari 300° gacha qiziganda ishlatiladi (kolloidalniy grafit va boshqalar)

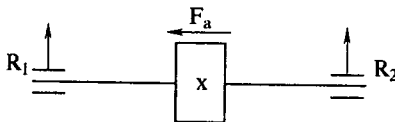
Moylar podshipnik uzellaridan chiqib ketmasligi uchun maxsus zichlagichlar ishlatiladi.

Maxsus ariqchali zichlagich. Podshipnik uzellarning tezligi 5 m/s gacha bo'lganda maxsus ariqchali zichlagichlar ishlatiladi, bunda ariqchalarga moy surtiladi, shunda podshipnik moyidan oqib chiqib ketmaydi.

Masala. Qiya tishli silindrsimon uzatma val tayanchlari uchun podshipnik tanlansin. Valning burchak tezligi $w_2=10\text{ c}^{-1}$. Podshipniklarning ishlash muddati $L_h=10000\text{ c}$. Podshipnik o'tkaziladigan val tayanchlari diametri $d=25\text{ mm}$. Tayanchlarga ta'sir qiluvchi kuchlar $R_1=1500\text{ N}$, $R_2=2800\text{ N}$, $F_a=770\text{ N}$. 10.16-rasm.

Masalaning yechimi.

1. Val tayanchlari uchun yengil seriyalar 205 markalari zoldirli radial podshipnik tanlaymiz, bunda $S=14000\text{ H}$, $S_0=6950\text{ N}$.



10.16-rasm.

$$2. \frac{F_a}{C_0} = \frac{770}{6950} = 0.11 \text{ bo'lganda } u=1.45, e=0.3, x=0.56.$$

3. Koeffitsiyent x , u qiymatlarni aniqlashtirib, tayanchlar uchun ekvivalent yuklanishni aniqlaymiz.

$$\frac{F_a}{vR_1} = \frac{770}{1.0 \cdot 1500} = 0.51 > e \quad \text{bo'lganda}$$

$$R_{s1} = (xvR_1 + yF_a)K_1 \cdot K_2 = (0.56 \cdot 1.0 \cdot 1500 + 1.45 \cdot 770)1.9 \cdot 1.0 = 2543H$$

$$\frac{F_a}{vR_2} = \frac{770}{1 \cdot 2800} = 0.27 < e \quad \text{bo'lganda } x=1, u=0.$$

$$R_{s2} = xvR_2K_1 \cdot K_2 = 1.0 \cdot 1.0 \cdot 2800 \cdot 1.3 \cdot 1.0 = 3640H$$

4. Yuklanish 2 chi tayanchda nisbatan katta bo'lganligi uchun shu tayanch podshipnik uchun dinamik yuk ko'taruvchanlik qiymatini aniqlaymiz

$$C_x = R_{s2} \sqrt[3]{\frac{573 \cdot \omega_2 \cdot L_h}{10^6}} = 3640 \quad \sqrt[3]{\frac{573 \cdot 10 \cdot 10000}{10^6}} = 14033H > C \quad \text{shart bajariladi.}$$

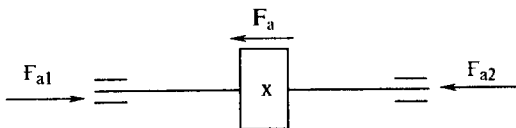
5. Ishlash muddati soat hisobida.

$$L_{10h} = \frac{10^6}{573\omega_2} \left(\frac{C}{R_{s2}} \right)^3 = \frac{10^6}{573 \cdot 10} \left(\frac{14000}{3640} \right)^3 = 10100c > L_h$$

Masala. Qiya tishli silindrsimon uzatma val tayanchlari uchun podshipnik tanlansin. Valning burchak tezligi $w=31.4c^{-1}$. Podshipnikning ishlash muddati $L_h=10000c$. Podshipnik o'tkaziladigan val tayanchlarining diametri $d=40mm$. Tayanchlarga ta'sir qiluvchi kuchlar $R_1=3000H$, $R_2=4000H$, $F_a=1330H$ (10.17-rasm).

Masalaning echimi:

1. Val tayanchlari uchun $\alpha < 12^\circ$ bo'lganda 36208 yengil seriyali zoldirli radial – tirak podshipniklar tanlaymiz, bunda $S=30.6 \text{ kN}$, $S_0=23/7kN$,



10.17-rasm.

2. $\frac{F_a}{C_0}$ - nisbat bo'yicha x, u, e koeffitsiyent qiymatlarini jadvaldan tanlaymiz.

$$\frac{F_{a1}}{C_0} = \frac{1330}{23700} = 0.056 \text{ bo'lganda } x=0.56, u=1.71, e=0.26.$$

3. Radial kuchlardan hosil bo'lgan qo'shimcha bo'ylama kuchlarning qiymatini aniqlaymiz.

$$F_{s1} = eR_1 = 0.26 \cdot 3000 = 780H$$

$$F_{s2} = eR_2 = 0.26 \cdot 4000 = 1040H$$

Tayanchlarga ta'sir qiluvchi kuchlar o'zaro muvozanatda bo'lishi shart, ya'ni

$$F_{a1} - F_a - F_{a2} = 0. \quad F_{a1} = F_{a2} + F_a = 1040 + 1330 = 2370H$$

Natijada tayanchlarga ta'sir qiluvchi bo'ylama kuchlarning umumiy qiymatlari $F_{a1} = F_{s1} = 2370H$, $F_{a2} = F_{s2} = 1040H$.

4. x , u koeffitsiyent qiymatlarini aniqlashtiramiz.

A tayanch uchun $\frac{F_{a1}}{vR_1} = \frac{2370}{1.0 \cdot 3000} = 0.79 > e = 0.26$ bo'lgani uchun yuqorida

qabul qilingan qiymatlarni qoldiramiz, ya'ni $u=1.71$, $x=0.56$.

V tayanch uchun $\frac{F_{a2}}{vR_2} = \frac{1040}{1.0 \cdot 4000} = 0.26 = e$ bo'lgani uchun $x=1.0$, $u=0$ qabul qilamiz.

5. Tayanchlar uchun ekvivalent yuklanish qiymatini aniqlaymiz.

A tayanch uchun

$$R_{y1} = (xvR_1 + yF_a)K_1 \cdot K_2 = (0.56 \cdot 1.0 \cdot 3000 + 1.71 \cdot 1330)1.3 \cdot 1.0 = 5140H$$

V tayanch uchun $R_{y2} = xvR_2 \cdot K_1 \cdot K_2 = 1.0 \cdot 1.0 \cdot 4000 \cdot 1.3 \cdot 1.0 = 5200H$

6. Nisbatan yuklanish katta bo'lgan V tayanch uchun dinamik yuk ko'taruvchanlik qiymatini aniqlaymiz.

$$C_x = R_{y2} \sqrt[3]{\frac{573 \cdot \omega_2 \cdot L_h}{10^6}} = 5200 \sqrt[3]{\frac{573 \cdot 34.0 \cdot 10000}{10^6}} = 30500H$$

$S_x < C$ shart bajarildi.

Ishlash muddati soat hisobida

$$L_{10h} = \frac{10^6}{573\omega} \left(\frac{C}{R_{y2}} \right)^3 = \frac{10^6}{573 \cdot 34.0} \left(\frac{30600}{5200} \right)^3 = 10433c$$

$L_{10h} > L_h$ shart bajarildi.

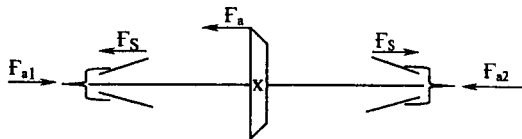
Masala: Konussimon uzatma yetaklovchi val tayanchlar uchun podshipnik tanlansin, 10.18-rasm. Valning burchak tezligi $w=15c'$. Podshipnik o'tkaziladigan val tayanchlarining diametri $d=25mm$. Ishlash muddati $L_{10h}=10000c$. Tayanchlarga ta'sir qiluvchi kuchlar $R_1=4000H$, $R_2=3000H$, $F_a=1500H$.

Masalaning yechimi:

1. Tayanchlar uchun yengil seriyali 7205 konussimon rolikli podshipnik tanlaymiz.

2. Podshipnik uchun jadvaldagi $S=23900H$, $C_0=17900H$, $e=0.36$, $Y=1.67$ qiymatlarni tanlaymiz.

3. Radial kuchlardan hosil bo'lgan qo'shimcha bo'ylama kuchlar qiymatini aniqlaymiz.



10.18-rasm.

$$F_{s1} = 0.83eR_1 = 0.83 \cdot 0.36 \cdot 4000 = 1195H$$

$$F_{s2} = 0.83eR_2 = 0.83 \cdot 0.36 \cdot 3000 = 896H$$

Tayanchlarga ta'sir qiluvchi kuchlar o'zaro muvozanatda bo'lishi shart, ya'ni, $F_{a1} - F_a - F_{a2} = 0$. $F_{a1} = F_a + F_{a2} = 1500 + 896 = 2396H$

Natijada tayanchlarga ta'sir qiluvchi bo'ylama kuchlarning umumiy qiymati.

$$F_{a1} = F_{s1} = 2396H, \quad F_{a2} = F_{s2} = 896H.$$

4. X, U – koeffitsiyent qiymatlarni aniqlaymiz.

A tayanch uchun $\frac{F_{s1}}{R_1} = \frac{2396}{4000} = 0.599 > e$ bo'lganligi uchun $x=0.4$,

$u=1.67$ qabul qilamiz

V tayanch uchun $\frac{F_{s2}}{R_2} = \frac{896}{3000} = 0.29 < e$ bo'lganligi uchun $x=1.0$, $u=0$

qabul qilamiz.

5. Ekvivalent dinamik yuklanish qiymatlarini aniqlaymiz.

A tayanch uchun

$$R_{1(xvF_1 + yF_a)} K_1 \cdot K_2 = (0.4 \cdot 1.0 \cdot 4000 + 1.67 \cdot 1500) \cdot 1.3 \cdot 1.0 = 5336H$$

V tayanch uchun $R_{2(xvR_2 \cdot K_1 \cdot K_2} = 1.0 \cdot 1.0 \cdot 3000 \cdot 1.3 \cdot 1.0 = 3900H$

6. Yuklanish nisbatan katta bo'lgan A tayanch uchun dinamik yuk ko'taruvchanlik qiymatini aniqlaymiz.

$$C_x = R_{s1} \sqrt[3]{\frac{573 \omega \cdot L_{10h}}{10^6}} = 5336 \sqrt[3]{\frac{573 \cdot 15 \cdot 10000}{10^6}} = 20276H$$

$S_x < C$ shart bajarildi.

7. Ishlash muddati soat hisobida

$$L_{10h} = a_{23} \left(\frac{C}{R_{s1}} \right)^p = \frac{10^6}{60 \cdot n} = 0.7 \left(\frac{23900}{5336} \right)^{3.33} \frac{10^6}{60 \cdot 143} = 12023c$$

$L_{10h} > L_n$ shart bajarildi.

SAVOL VA TOPSHIRIQLAR

1. Dumalash podshipniklari qanday elementlardan tashkil topgan ?
2. Dumalash podshipniklari sirpanish podshipniklariga nisbatan qanday afzalliklarga ega?

3. Dumalash podshipniklarning qanday turlarini bilasiz? Eskiz sxemasini chizing.

4. Ta'sir qilayotgan kuchlarni qabul qilish bo'yicha podshipniklar qanday turlarga bo'linadi? Eskiz sxemasini chizing.

5. Podshipnik elementlari qanday materiallardan tayyorlanadi?

6. Podshipniklar uchun bazoviy dinamik yuk ko'taruvchanlik deganda nimani tushunasiz?

7. Podshipniklar uchun ekvivalent dinamik radial kuchlanish deganda nimani tushunasiz?

8. Qanday hollarda podshipniklar dinamik yuk ko'taruvchanlik bo'yicha hisoblanadi?

9. Qanday hollarda podshipniklar statik yuk ko'taruvchanlik bo'yicha hisoblanadi?

10. Qo'shimcha bo'ylamchi kuchlar qanday hisoblanadi?

XI bob. MUFTALAR

Umumiy ma'lumotlar

Muftalar val, truba va shunga o'xshash detallarning uchlarini o'zaro ulash uchun ishlatiladi va mexanik, elektrik, gidravlik turlarga bo'linadi. Mashina detallari kursida faqat vallarga mo'ljallangan mexanik muftalargina o'rganiladi. Bunday muftalarning asosiy vazifasi vallarni o'zaro biriktirish bilan birga, ularning biridan ikkinchisiga aylanuvchi moment uzatishdan iboratdir. Muftalar vazifasi hamda tuzilishiga ko'ra bir necha guruhga bo'linadi.

1. Doimiy biriktiriladigan muftalar; bunday muftalardan foydalanilganda mashinaning ishini to'xtatmay turib, vallarni bir-biridan ajratib bo'lmaydi.

2. Boshqariladigan ulovchi muftalar; bunday muftalar vositasida mashina ishini to'xtatmagan holda, zarur bo'lgan hollarda vallarni ulash yoki ajratish mumkin.

3. O'z-o'zini boshqaruvchi (avtomatik) muftalar; bunday muftalar, mashinaning normal ishlashi uchun talab qilingan sharoit ta'minlanmagan hollarda avtomatik ravishda vallarni bir-biridan ajratadi va talab qilingan normal sharoit yaratilishi bilan vallar mufta vositasida avtomatik ravishda yana ulanadi.

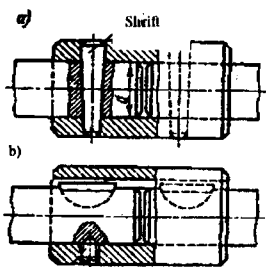
Muftalarning asosiy xarakteristikasi bu uzatiladigan aylanuvchi moment. Muftalar o'zatilayotgan hisobiy momentga hamda mufta o'tkazilgan val diametriga nisbatan tanlanadi.

$$T_x = k \cdot T, \quad [11.1]$$

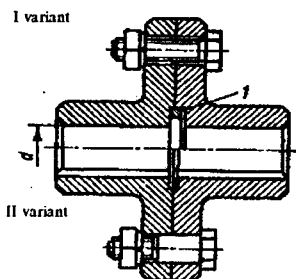
bunda: K - ish rejimini hisobga oluvchi koeffitsiyent. Ish rejimi bir tekis bo'lganda $K=1,15-1,4$; ish rejimi o'zgaruvchan bo'lganda $K=1,5-2,0$; ish rejimi zarb bilan bo'lganda $K=2,5-3,0$.

11.1-§. Doimiy biriktiriladigan muftalar

Muftalarning bu turlari o'qdosh bo'lgan vallarni o'zaro bir-biriga biror yo'nalishda siljishga yo'l qo'ymaydigan, qo'zg'almas qilib mahkamlash uchun ishlatiladi. Bu muftalarning eng ko'p tarqalgani vtulkali va flanetsli muftalardir (11.1, 11.2-rasm).



11.1-rasm.



11.2-rasm.

Vtulkali mufta. 11.1-rasm, bu val tuzilishi oddiy, gabarit o'lchamari nisbatan kichik, tannarhi arzon, lekin yig'ish jarayoni noqulay chunki o'zaro biriktiriladigan uzellarni o'q bo'yicha siljitish kerak bo'ladi. Vtulkalar 45 markali po'lat materiallardan tayyorlanadi. Vtulka o'lchamlari standartlashgan.

Flanetsli muftalar 11.2-rasm. Bunda mufta ikkita yarim flanetsli muftalarni bo'ltlar bilan mahkamlashda hosil bo'ladi. Bo'ltlarning yarmi bo'shliqsiz o'rnatilgan. Flanetsli muftalar 40,35L markali po'lat materialidan tayyorlanadi, o'lchamlari: $D=(3.0-3.5)d$, umumiy uzunligi $L=(2.5-4)d$. d - vallarning diametri, mm.

Flanetsli muftalarni yig'ish engil, tuzilishi oddiy, vallarning diametri 11–50mm gacha, uzata oladigan aylanuvchi moment $T=16-20000\text{Nm}$. Muftalar standart asosida tanlanadi.

Masala. Lentali konver yuritmasiga o'rnatilgan flanetsli mufta $T=2500\text{Nm}$ aylanuvchi moment bilan ishlamoqda. Flanetslar o'rnatilgan val diametrlari $d=80\text{mm}$. Yarim flanetslar $Z=6$ ta M16 bo'ltlar bilan bir-biriga mahkamlangan. Bo'ltlarning uchasi bo'shliqsiz, uchasi bo'shliq bilan o'rnatilgan. Bo'lt 30 markali po'lat materialidan tayyorlangan, mustahkamlik klass 5.6, sterjenni diametri $d=17\text{mm}$, $\sigma_{sk}=300\text{MPa}$. Aylanuvchi moment shu bo'shliqsiz o'rnatilgan bo'ltlar yordamida uzatiladi. Bu bo'ltlar kesim kesishdagi kuchlanishga tekshirilsin. Bo'lt o'qigacha bo'lgan aylana o'lchami $D_1=220\text{mm}$.

Masalaning yechimi.

1. Bo'ltlar uchun kesimdagi kuchlanishning ruxsat etilgan qiymati.

$$[\sigma]_k = 0.25\sigma_{sk} = 0.25 \cdot 300 = 75\text{MPa}.$$

2. Birikma bo'lt yordamida uzata olish mumkin bo'lgan aylanma kuch ($Z=3$).

$$F_i = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot kT}{Z \cdot D_1} = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot 1.75 \cdot 2500}{3 \cdot 220} = 13258H$$

bunda: $K=1,75$ ishlash rejimini hisobga oluvchi koeffitsient.

3. Kesimdagi kuchlanishni ruxsat etilgan qiymati

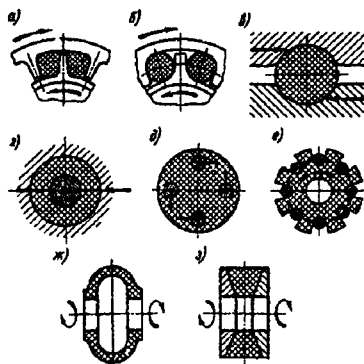
$$\tau_k = \frac{4F_i}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 13258}{3.14 \cdot 17^2} = 58.4 MPa.$$

$\tau_k = 58.4 < [\tau]_k = 75$ shart bajariladi.

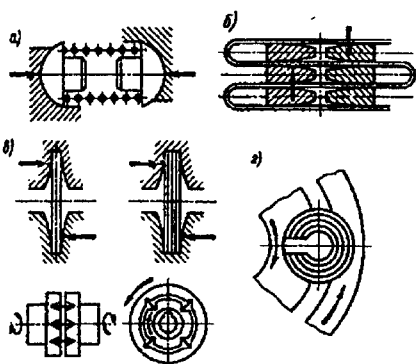
11.2-§. Elastik elementli muftalar

Muftalarning bu turida aylanuvchi moment yetaklovchi yarim muftalar yetaklanuvchi yarim muftaga elastik rezina (11.3-rasm) yoki elastik metallar (11.4-rasm) yordamida o'tkaziladi.

Muftalarning bunday turi ishlatilganda, o'zaro ilashaytgan vallar, o'zaro o'qdoshligi radial va burchak siljishlari chegara doirasida qa'tiy bo'lmashligi mumkin, bo'lib turadigan qisqa muddatli o'ta yuklanishni undan hosil bo'lgan dinamik kuchlarning mexanizm ishiga salbiy ta'siri sezilarli darajada kamaytirish mumkin. Shuningdek, elastik elementli muftalardan foydalanilganda vallarda rezonas hodisasi deyarli sodir bo'lmaydi.

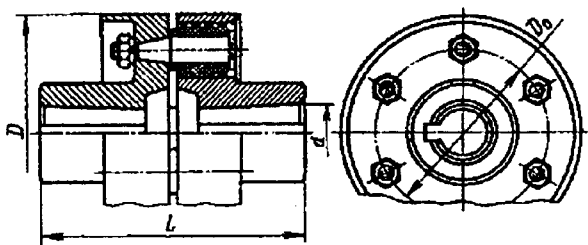


11.3-rasm.



11.4-rasm.

Vtulka-barmoqli muftalar. Mufta ikkita diskli yarim muftalardan iborat bo'lib barmoqlarga kiygizilgan rezinali vtulkalar shu yarim muftalardagi maxsus teshiklarga o'rnatilib mahkamlanadi (11.5-rasm).



11.5-rasm.

Yarim muftalarda SCh20 markali kulrang cho'yandan 35,35L markali po'lat materialidan tayyorlanadi. Barmoqlar 45 markali po'lat materialidan tayyorlanadi.

Muftada vallar radius bo'yicha $\Delta = 0.2 - 0.4$; o'q bo'yicha $\lambda = 1 - 5 \text{ mm}$; hamda $\gamma \leq 1^\circ 30'$ gacha og'ishi mumkin.

Vtulkali-barmoqli muftalar asosan mashinalarni elektrodvigatel vali bilan ulash uchun ishlatiladi. Muftaning o'lchamlari standartlashgan bo'lib, val diametrlari $d = 6 - 150 \text{ mm}$, aylanuvchi moment $6,3 - 16000 \text{ Nm}$ gacha bo'lishi mumkin. Valga ta'sir qiluvchi radial kuchlar $F_M = (0.3 - 0.6) \cdot 10^3 T_x / D_0$.

Muftada vallarni o'zaro radial siljishi $0.5 - 3 \text{ mm}$, o'q bo'yicha siljish $4 - 20 \text{ mm}$, burchak buralishi $\gamma = 1^\circ 15'$ gacha bo'lishi mumkin. Bunday muftalar mashinasozlik sanoatida ishlatiladi, $d = 25 - 350 \text{ mm}$, aylanuvchi momentlar $18 - 107000 \text{ Nm}$ gacha bo'lishi mumkin.

FOYDALANGAN ADABIYOTLAR

1. Детали машин: Атлас. (Под. Ред Д.Н.Решетова). –М., 1979.
2. Допуски и посадки: Справочник. (Под. Ред. В.Д.Мягкова). –М., 1978.
3. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин. – М., 1978.
4. Иванов М.Н., Иванов В.Н. Детали машин: Курсовое проектирование. – М., 1975.
5. Иванов М.Н. Детали машин. –М., 1991.
6. Орлов П.И. Основы конструирования. –М., 1977. т. I, II, III.
7. Иванов М.Н. Волновые зубчатые передачи. –М., 1981.
8. Поляков В.С., Барбаш И.Д., Ряховский О.А. Справочник по муфтам М.Л., 1979 г.
9. Расчет деталей машин на ЭВМ. (Под ред. Д.Н.Решетова., С.А.Шувалова) –М., 1985.
10. Решетов Д.Н. Детали машин. –М., 1981.
11. Sulaymonov I. Mashina detallari. –Т., 1981.
12. R.N.Tojiboyev, M.M.Shukurov., I.Sulaymonov. Mashina detallari kursidan masalalar to'plami. –Т., 1992.
13. Пронин Б.А. Клиноременные и фрикционные передачи и вариаторы. –М., 1960.
14. Расчет и выбор подшипников качения: Справочник. (Н.А.Спицин ва бoшқалар). –М.. 1974.
15. A.Jo'rayev, D.X.Miraxmedov, N.N.Muxitov. Tasmali uzatma. Mualliflik guvohnomasi №1767258.
16. Планетарные передачи. Справочник. (Под редакцией В.Н.Кудрявцева и Ю.Н.Кидояшева) М – Л., 1977.
17. Павленко А.В., Федякин Р.З., Чесноков В.А. Зубчатые передачи с зацеплениями Новикова. Киев, 1978.
18. A.Jo'rayev, B.M.Isoxo'jayev. Tishli uzatma.
19. R.N.Tojiboyev., M.M.Shukurov. Mashina detallarini loyihalash. –Т., «Fan», 1998.
20. Жўраев А. va boshqalar. Зубчато – цепочная передача. А.С. №1703899. Бюл. №1. 1992 г.
21. R.N. Tojiboyev, A.Jo'rayev. Mashina detallari. –Т., «O'qituvchi». 1999 у.
22. R.N. Tojiboyev, A.Jo'rayev. Mashina detallari. –Т., «O'qituvchi». 2002 у.
23. Ерохин М.Н. Детали машин и основы конструирования. Изд. Колос., 2005.<http://www.kodges.ru/25007-detali-mashin-i-osnovy-konstruirovaniya.html>.
24. Житков В.К. , Куклин Н.Г. , Куклина Г.С. Детали машин. Изда. Высшая школа., 2008. <http://www.combook.ru/product/10012941>
25. Дунаев П.Ф., Лёликов О.П. Детали машин. М., 2004. <http://www.kodges.ru/21312-detali-mashin.html>
26. Л.В. Курмаз, А

MUNDARIJA

1. Soʻz boshi	3
2. Kirish	4
<i>I bob. MASHINA DETALLARINI LOYIHALASH ASOSLARI</i>	
1.1-§. Umumiy maʼlumotlar.....	6
1.2-§. Mashina va detallarga qoʻyiladigan talablar	7
1.3-§. Detallarning ishlash layoqati va uni taminlash	7
1.4-§. Kuchlanishlar sikli	9
<i>II bob. BIRIKMALAR</i>	
2.1-§. Rezbali birikmalar	11
2.2-§. Vintli juftdagi kuchlar oʻrtasidagi bogʻlanish	17
2.3-§. Rezbali birikmalarni ishlashining oʻziga hos xususiyatlari.....	18
2.4-§. Vintli juftlarni oʻz-oʻzidan toʻxtashi va F.I.K.	19
2.5-§. Materiallar va ruxsat etilgan kuchlanishlar.....	20
2.6-§. Rezbani mustahkamlikka hisoblash	21
2.7-§. Boʻlt sterjenini musaxkamlikka hisoblash	23
2.8-§. Shponkali va shlitsli birikmalar	28
2.9-§. Shlitsli birikmalar	31
2.10-§. Shlitsli birikmalarni hisobi	34
2.11-§. Payvand birikmalar.....	36
2.12-§. Payvand choklarning mustahkamlikka hisoblash.....	38
2.13-§. Payvand choklarning mustahkamligi va ruxsat etilgan kuchlanish.....	42
2.14-§. Parchin mixli birikmalar	43
<i>III bob. MEXANIK UZATMALAR</i>	
3.1-§. Uzatmalar haqida umumiy malumotlar	46
3.2-§. Tishli uzatmalar.....	47
3.3-§. Tishli gʻildiraklarni tayyorlash usullari	49
3.4-§. Tishli gʻildiraklarning geometrik oʻlchamlari	50
3.5-§. Gʻildirak tishlari sonini uning shakli va mustahkamligiga tasiri.....	52
3.6-§. Tishli gʻildiraklarning aniqlik darajasi	54
3.7-§. Tishli gʻildiraklarni moylash va F.I.K	56
3.8-§. Tishli gʻildiraklarni tayyorlash uchun ishlatiladigan materiallar va termik qayta ishlash	57
3.9-§. Tishli gʻildiraklarni yemirilish turlari	59
3.10-§. Yuklanish koeffitsiyentlari	62
3.11-§. Ruxsat etilgan kuchlanishlar	67

3.12-§. To'g'ri tishli silindrsimon g'ildiraklar	69
3.13-§. To'g'ri tishli g'ildiraklarni egilishdagi kuchlanish bo'yicha hisoblash.....	70
3.14-§. To'g'ri tishli silindrsimon g'ildiraklarni kontakt kuchlanish bo'yicha hisoblash.....	72
3.15-§. Qiya tishli silindrsimon uzatmalar	76
3.16-§. Konussimon g'ildirakli tishli uzatmalar.....	79
3.17-§. Konussimon uzatmalarni egilishdagi kuchlanish bo'yicha hisoblash	83
3.18-§. Konussimon uzatmalarni kontakt kuchlanish bo'yicha hisoblash.....	84

IV bob. CHERVYAKLI UZATMALAR

4.1-§. Umumiy ma'lumotlar.....	91
4.2-§. Chervyak va chervyakli g'ildirakning geometrik o'lchamlar.....	92
4.3-§. Chervyakli uzatmalarni kontakt kuchlanish bo'yicha tekshirish.....	98
4.4-§. Chervyakli uzatmalarni eguvchi kuchlanish bo'yicha tekshirish.....	101
4.5-§. Uzatmani qizishini tekshirish, sovitish va moylash.....	103

V bob. ZANJIRLI UZATMALAR

5.1-§. Umumiy ma'lumotlar.....	108
5.2-§. Zanjirli uzatmalar kinematikasi.....	112
5.3-§. Rolikli (vtulka-rolikli) zanjirli uzatmalarning hisobi.....	113
5.4-§. Tishli zanjirli uzatmalarni hisoblash tartibi	114
5.5-§. Uzatma zanjirlarini taranglash va moylash.....	118

VI bob. TASMALI UZATMALAR

6.1-§. Tasmali uzatmalarni asosiy geometrik o'lchamlar.....	120
6.2-§. Tasma tarmoqlaridagi kuchlar va ular o'rtasidagi bog'lanishlar.....	121
6.3-§. Tasmadagi kuchlanishlar.....	124
6.4-§. Tasmalarning tortish darajasi va ishlash muddati.....	126
6.5-§. Yassi tasmali uzatmalar.....	127
6.6-§. Yassi tasmali uzatmalarning hisobi.....	129
6.7-§. Yassi tasmali uzatma shkiqlari.....	132
6.8-§. Ponasimon va yarimponasimon tasmali uzatmalar	135
6.9-§. Ponasimon va yarimponasimon tasmali uzatmalarning hisobi.....	138
6.10-§. Tishli tasmali uzatmalar.....	150
6.11-§. Tishli tasmali uzatmalarning hisobi.....	153

6.12-§. Tishli tasmalarning shkiylari	155
<i>VII bob. FRIKSION UZATMALAR</i>	
7.1-§. Umumiy ma'lumotlar	159
7.2-§. Uzatmaning kinematikasi.....	160
7.3-§. Katok materiallari	161
7.4-§. Silindrsimon friksion uzatmalar.....	163
7.5-§. Variatorlar	164
<i>VIII bob. VAL VA O'QLAR</i>	
8.1-§. Umumiy ma'lumot	168
8.2-§. Vallarning ishga layoqatligi va hisobi	170
8.3-§. Vallarni bikrlikka hisoblash	174
8.4-§. O'qlarning hisobi	175
<i>IX bob. PODSHIPNIKLAR</i>	
9.1-§. Sirpanish podshipniklari	176
9.2-§. Ichquyma materiallari va o'lchamlari	178
9.3-§. Podshipniklarning ishlash sharoiti va yemirilishi	179
9.4-§. Sirpanish podshipniklarning shartli hisobi.	180
9.5-§. Sirpanish podshipniklarini suyuqlikdagi ishqalanishda ishlashi.....	181
<i>X bob. DUMALASH PODSHIPNIKLARI</i>	
10.1-§. Podshipnik dumalash elementlarining turlari va shartli belgilari.....	184
10.2-§. Podshipniklar xarakteristikasi.....	187
10.3-§. Podshipnik elementlarning yemirilishi va ishga layoqatliligi.....	189
10.4-§. Podshipniklarni ishlash muddatini aniqlash	190
10.5-§. Podshipnik statik yuk ko'taruvchanlik bo'yicha tanlash.....	197
10.6-§. Podshipnik uzellarini moylash. Zichlagichlar	201
<i>XI bob. MUFTALAR</i>	
11.1-§. Doimiy birlaktririladigan muftalar.....	206
11.2-§. Elastik elementli muftalar.....	208
Foydalanilgan adabiyotlar.....	210

QAYDLAR UCHUN

[illegible]

R.N.TOJIBOYEV, A.J.JO'RAYEV, R.X.MAKSUDOV

MASHINA DETTALLARI

Toshkent – «Fan va texnologiya» – 2010

Muharrir:	A.Eshov
Texnik muharrir:	A.Moydinov
Musahhih:	M.Hayitova
Kompyuterda sahifalovchi:	N.Hasanova

Bosishga ruxsat etildi 22.09.2010. Bichimi 60x84 $\frac{1}{16}$.
«Timez Uz» garniturası. Ofset bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog'i 14,0. Nashriyot bosma tabog'i 13,5.
Tiraji 500. Buyurtma № 133.

«Fan va texnologiyalar Markazining bosmaxonasi»da chop etildi.
100003, Toshkent sh., Olmazor ko'chasi, 171-uy.