

A.N. NABIEV B.T. KARIMOV

**TEXNIK MEXANIKA
MEXANIK UZATMALAR**

TOSHKENT

**O`ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLY VA O`RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

A.N. NABIEV, B.T. KARIMOV

**TEXNIK MEXANIKA
MEXANIK UZATMALAR**

*O`zbekiston Respublikasi Oliy va o`rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan
talabalarga nazariya va amaliyot uchun o`quv qo`llanma sifatida tavsiya etilgan*

TOSHKENT-2020

TEXNIK MEXANIKA. MEXANIK UZATMALAR
A.N. NABIEV, B.T. KARIMOV

Annotatsiya

Mazkur o`quv qo`llanma Toshkent kimyo-texnologiya institutining 5220300- Texnologik mashina va jixozlar (tarmoqlar bo`yicha), 5111000-Kasb ta`limi (Kimyo va oziq-ovqat texnologiyasi (mahsulot turlari bo`yicha)), 5310900-Metrologiya, standartlashtirish va mahsulot sifati menejmenti (kimyo va oziq-ovqat sanoati), 5320400-Kimyoviy texnologiya (mahsulot turlari bo`yicha), 5320500-Biotexnologiya (mahsulot turlari bo`yicha), 5321000-Oziq-ovqat texnologiyasi (mahsulot turlari bo`yicha), 5610100-Xizmatlar sohasi (ovqatlanishni tashkil etish va servis), 5321300-Neft, neft va gazni qayta ishlash texnologiyasi, 5321800-Rezinatexnik mahsulotlar ishlab chiqarish, 5640100-Hayot faoliyati havfsizligi, 5630100-Ekologiya va atrof muhit muxofazasi yo`nalishlari bo`yicha bakalavr akademik darajasida tahsil olayotgan talabalar uchun mo`ljallangan.

O`quv qo`llanma “Texnik mexanika” fanlarining “Mexanik uzatmalar” bo`limini to`liq qamragan bo`lib, unda ma`ruza, amaliy mashg`ulotlari va mustaqil ta`lim doirasidagi hisob-chizma ishlari materiallari uyg`unlashtirilgan holda bayon etilgan. Yuritmalarni hisoblash bo`yicha namunalar keltirilgan. O`quv qo`llanma “Texnik mexanika” fanining namunaviy va ishchi o`quv dasturiga binoan ishlab chiqilgan bo`lib, kimyo sanoati ta`lim yo`nalishlari talabalari, doktorantlari, muxandis-texnik xodimlar va sohadagi yosh pedagoglarga mo`ljallangan.

Taqrizchilar:

A.A. Rizaev – M.T. O`razboev nomidagi mexanika va inshootlar seysmik mustaxkamligi instituti bosh ilmiy xodimi, texnika fanlari doktori, professor;

M.S. Qarshiev – Toshkent kimyo-texnologiya instituti, oziq-ovqat sanoati mashina va jixozlari-mexanika asoslar kafedراسi dotsenti, texnika fanlari nomzodi.

KIRISH

Har qanday mashinaning asosiy vazifasi insonning jismoniy, aqliy mehnatlarini engillashtirish yoki almashtirish, mehnat samaradorligini oshirish, ishlab chiqarishni boshqarish, taraqqiy ettirish kabi jarayonlarni amalga oshirishdan iborat. Shu bois mehnat faoliyati mexanizm va mashinalarga daxldor bo`lajak mutaxassislar va bu borada ilmiy tadqiqot olib boruvchilarga ulardan samarali foydalana olish, shuningdek tannarxi arzon, foydali ish koeffitsenti yuqori, chidamli bo`lgan yangi loyihalarini yaratish kabi talablar qo`yiladi. Tabiiyki, bunday muhim hayotiy vazifalarni faqat yuqori malakali, raqobatbardosh mutaxassislargina talab darajasida bajara oladi.

Ayniqsa, bu borada O`zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 8 oktyabrda PF-5847-son farmoni bilan tasdiqlangan “O`zbekiston Respublikasi oliy ta`lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasi”da “Amaldagi malaka talablari, o`quv reja va dasturlari mazmun jihatidan bitiruvchilarda amaliy ko`nikmalarni shakllantirishga yo`naltirilmagan”ligi alohida ta`kidlanganligi ham muhim ahamiyat kasb etmoqda. Bundan tashqari “O`quv adabiyotlari etishmovchiligi saqlanib qolib, mavjudlarining aksariyat qismi zamon talablariga javob bermaydi, o`quv adabiyotlari sifatini yaxshilash” etarli darajada tashkil etilmaganligi ko`rsatib o`tilgan.

Mazkur muammolarning echimi “Mashina detallari” fani doirasida bakalavr, akademik darajasida ta`lim olayotgan talabalar muhandislik konstruksiyalarining ishlash layoqatini ta`minlovchi omillarni, xususan mustahkamlik, bikrlilik, yeyilishga chidamlilik, korroziyaga bardoshlilik, issiqbardoshlik, titrashdagi ustuvorlik va aniqlikni mukammal bilishlarini talab etadi. Shu jihatdan qaraganda sanoatning etakchi tarmoqlaridan hisoblangan mashinasozlik, metallurgiya, kimyo sanoati mashinasozligi sohlarida mutaxassis kadrlar tayyorlashda talabalarda konstruktorlik ko`nikma va malakalar shakllanishini takomillashtirishga yo`naltirilgan nazariya va amaliyot uyg`unligidagi «Mashina detallari» fani alohida o`rin tutadi.

I-MODUL. MEXANIK UZATMALAR

1.1-§. Umumiy mulohazalar

Dastlab, muhandislik amaliyotida qo'llanilayotgan mashinalar va mexanizmlarni qisqacha ta'riflaymiz.

Odatda, energiyani mexanik energiyaga aylantira oladigan, insonning aqliy va jismoniy mehnatlarini engillashtiradigan va qisman yoki to'liq almashtira oladigan hamda foydali ish bajaradigan sun'iy qurilmalar mashina deb ataladi.

Har qanday mashina turli vazifalarni bajaruvchi sun'iy qurilma – mexanizm, uzal va detallardan tashkil topadi.

Mashina o'zaro bog'liq bo'lgan uch guruh mexanizm: harakatlantiruvchi, ijro etuvchi va ular orasida joylashgan uzatmalardan tashkil topadi.

Mashinalarda muayyan talablarni bajarish maqsadida ketma-ket joylashtirilgan bir necha uzatmalar majmuasi yuritma deb ataladi.

Mashinaning yig'ish operatsiyasiz tayyorlangan qismi **detal** bo'lib, u faqat bir xil materialdan tayyorlanadi.

Detallar sodda (shkiv, shponka va h.k.) yoki murakkab (tirsakli val, reduktor korpusi, stanok staninasi h.k.) bo'ladi. Detallar, qisman yoki to'laligicha uzellarga birlashadi.

Uzal – tugallangan yig'ma birlik bo'lib, ular umumiy funksional vazifali bir qator detallardan yig'ilgan bo'ladi. Murakkab uzellar bir necha sodda uzellardan tuzilgan bo'lishi ham mumkin. Demak, mashina – uzellardan, uzellar esa detallardan tuzilgan bo'ladi. Masalan, avtomobilda uning dvigatelidan g'ildiragigacha bo'lgan oraliqda joylashgan barcha harakat uzatuvchi detallardan tashkil topgan uzatmalar ketma-ketligi mazkur avtomobilning yuritmasi deb ataladi. Yuritmada ishtirok etgan uzatmalar yuritma elementlari sanaladi.

Shunday qilib, yuritmalar tarkibida tishli, chervyakli, tasmali, zanjirli va friksion uzatmalar turli birikmalarda ishtirok etadi. Bu uzatmalarsiz hech qanday mashina xarakatlana olmaydi. Boshqacha aytganda, uzatmalarsiz yuritmalar yoki yuritmalarsiz mashinalar bo'lmaydi. Bundan xulosa shuki, yuritmalarning tarkibiy

qismi bo`lgan uzatmalarni o`rganish, takomillashtirish g`oyat muhim ahamiyatga ega.

Endi uzatmalarning eng ko`p tarqalgan turlarini yaxlit mashinaning detallari sifatida eng avvalo, ularga uzoq muddat ishonchli ishlashi uchun qo`yiladigan talablar, shuningdek ishlab chiqarish uchun zarur materiallar, ishlash layoqati va hisoblash-loyihalash metodlari bilan tanishamiz.

Shu maqsadda uzatmalarni loyihalash uchun zarur bo`lgan nazariy bilim va amaliy ko`nikma-malakalarni shakllantirishga qaratilgan zaruriy o`quv-biluv materiallari ushbu qo`llanmada keltirilgan.

Mexanik uzatmalar rivojining qisqacha tarixi. Texnik adabiyotlar tahlili yuritmalar yaratilish tarixi mexanika rivojlanish tarixining tarkibiy qismi ekanligini tasdiqlaydi.

Yuritma detallaridan foydalanish tarixi qadimgi davrdan boshlangan. Kamonlarda prujinadan, olov hosil qilishda yoysimon ilgarilanma-aylanma harakatdan foydalanish ma'lum bo`lgan.

Hatto Arximed davrigacha ko`pgina sodda mashina detallari - oddiy tishli g`ildirak, vint, metall sapfa, krivoship, polispast kabilar ma'lum bo`lgan.

Sharq allomalari....

Uyg`onish («*renessans*») davrida Leonardo da Vinchi (1452-1519 yillar) yangi mexanizmlar: ayqash o`qli tishli g`ildiraklar, sharnirli zanjirlar, dumalash podshipniklarini yaratgan. O`rta asrlardayoq arqonli va tasmali uzatmalar, yuk vintlari, sharnirli muftalar qo`llanilgan.

Garchi evolventali tishli uzatmalar XVIII asrning oxirida amaliyotda qo`llanila boshlagan bo`lsada, aslida u 1760 yilda Leonard Eyler tomonidan taklif etilgan.

Sharikli podshipniklarni amaliyotga joriy etish bo`yicha birinchi patentlar 1772 va 1778 yillarda Angliyada olingan, lekin ularni ko`plab ishlab chiqarish Germaniya (1883 yil) va AQSH (1889 yil) da yo`lga qo`yilgan.

XX asrning ikkinchi yarmida Rosssiyada doira tishli uzatmalar, AQSHda to`lqinsimon uzatmalarning yaratilishi uzatmalarni yuk ko`taruvchanligini sezilarli darajada oshirga imkon yaratgan.

Hozirgi zamonaviy ishlab chiqarish sharoitida uzatmalar rivojining ahamiyati yanada oshib bormoqda.

1.2-§. Detallarning ishlash layoqati va uni ta'minlash

Detallarni loyihalash jarayonida:

- qo'yilgan vazifani bajarish layoqatiga egaligi;
- talab qilinadigan aniqlikda ishlashi;
- inson hayoti uchun xavfsiz bo'lishi;
- tayyorlash texnologiyasi oson va tejamli bo'lishi;
- detal materialining arzon, sifatli;
- detalning unifikatsiyalashuvi va oson almashuvchanligi;
- detalning zahiralanganligi singari asosiy talablar qo'yiladi.

Detal konstruksiyasini takomillash yo'li bilan uning ishonchli ishlashi va ish unumdorligini oshirish mumkin.

Mashina yoki detalning ishonchliligi deb, ma'lum bir muddatda talab qilingan ko'rsatkichlarni ta'minlagan holda o'zining ishlash layoqatini saqlab qolishiga aytiladi.

Detalning ishlash layoqati ta'minlanishi mustahkamlik, bikrlilik, yeyilishga chidamlilik, zanglashga bardoshlik, issiqbardoshlik, titrashdagi ustivorlik singari asosiy mezonlar orqali baholanadi.

Detalning ishlash layoqati uning ishlash sharoiti va muhitiga bog'liq mezonlar orqali tavsiflanadi. Masalan, birikmalarning ishlash layoqatini mustahkamlik belgilasa, vallarning ishlash layoqatini esa bikrlilik, mustahkamlik va titrashdagi ustivorlik belgilashi aniq. Loyihalanayotgan detallarning ishlash layoqati asosan uning tegishli konstruksiyasini yaratib hamda o'lchamlarini aniqlab bo'lgach, tekshiruv hisoblari yordamida aniqlanadi.

Loyihalanayotgan detal materiali keng tarqalgan va iloji boricha tannarxi arzon, kesib ishlashga va issiqlik ishloviga beriluvchan bo'lishi maqsadga muvofiqdir.

Unifikatsiyalashgan detallar ishlab chiqarish iqtisodiy jihatdan samarali hisoblanadi. Odatda, detal konstruksiyasining soddaligi, texnologik jihatdan qulayligi va materialining arzonligi, umuman olganda uning kamxarjligi va ishonchliligi detalning unifikatsiyasini ta'minlaydi.

Detalni loyihalashda uni almashuvchan qilib tayyorlash katta ahamiyatga ega. Detalning almashuvchanligi mashinani ta'mirlash imkoniyati, bu esa o'z navbatida mashinadan uzoq muddat va samarali foydalanish sharoitini yaratadi.

Yangi loyihalangan detal zahiralangan bo'lishini nazarda tutish katta ahamiyatga ega, chunki u ta'mirlanuvchanligini bildiradi (ichki rezba ish layoqatini yo'qotganda uni kattarog'iga almashtirish, emirilgan joylarni payvand yo'li bilan to'ldirish va h.k.).

Mukammal loyihalangan detal o'zi ishlayotgan uzal yoki mashinada ta'mirsiz, takomillashtirishsiz uzal yoki mashinaning ish faoliyati davomida ishonchli ishlaydi.

1.3-§. Mashina detallarining konstruksiyasiga qo'yiladigan asosiy talablar

Mustahkamlik. Ish sharoitida detalning shakliy o'zgarishlari me'yorida bo'lgani holda sinmay va benuqson ishlay olish xususiyati uning mustahkamligi deyiladi. Mustahkamlik ko'pgina detallarning asosiy ishlovchanlik xususiyati sanaladi. Mustahkamligi etarli bo'lmagan detal uzoq muddat ishlay olmaydi.

Umumiy holda mustahkamlik sharti quyidagi ko'rinishga ega:

$$\sigma \leq [\sigma],$$

bu yerda σ – detalda hosil bo'ladigan normal kuchlanish; $[\sigma]$ - normal kuchlanishning ruxsat etilgan qiymati.

Detailarning mustahkamlikni yo'qotishi ikki turga bo'linadi: statik mustahkamlikni yo'qotish va toliqishdan charchash.

Bikrlik – detallarning yuklanish ta'siri ostida geometrik o'lchamlari va shaklini saqlab qolishi bilan namoyon bo'ladi. Detailarni bikrlikka hisoblanganda ularning egilish (deformatsiyasi) me'yoriy qiymatdan oshib ketmasligi zarur:

$$f \leq [f],$$

bu yerda f – detalning deformatsiyasi – egilishdagi salqiligi, $[f]$ – salqilikning ruxsat etilgan qiymati.

Yeyilishga chidamlilik. Yeyilish detal geometrik o`lchamlarining ishqalanish ta'sirida asta-sekin o`zgarishi bilan bog`liq bo`ladi. Bunda ishqalanib ishlovchi detallar: podshipniklar, tishli uzatmalar, porshenli mashinalardagi silindrlarining orasidagi tirqish ortadi. Tirqishning ortishi bilan mashinalarning sifat ko`rsatkichlarini belgilovchi omillar - quvvati, foydali ish koeffisienti, ishonchliligi, aniqligi va boshqalar pasayadi. Yeyilishni hisoblashda aniq bir usulni tavsiya qilish qiyin. Ba'zan muhandislik amaliyotida solishtirma bosim r va shartli koeffisientlarni ruxsat etilgan $P \leq [P]$, $pv \leq [pv]$, qiymati bilan solishtirish usuli qo`llanadi. Texnika taraqqiyotining zamonaviy bosqichida 85...90% mashinalar yeyilish natijasida va faqat 10...15% boshqa sabablar bo`yicha ishdan chiqayotganligi monitoring qilingan.

Korroziya – metallar yuqori qatlamining zanglash ta'siridan asta-sekin emirilishi. Korroziya ko`pgina konstruksiyalarni muddatidan avval ishdan chiqishiga sabab bo`luvchi, zararli hodisadir. Korroziya tufayli har yili ertilayotgan metallarning taxminan 10 foizi ishdan chiqmoqda.

Detallarni korroziyadan himoya qilish uchun antikorrozion qatlamlar qo`llaniladi yoki detallar maxsus korroziyaga bardoshli materiallardan tayyorlanadi.

Issiqbardoshlik. Mashina detallarning qizishi quyidagi salbiy oqibatlariga olib kelishi muqarrar: materialning mustahkamligi kamayishi, unda «yoyiluvchanlik» hodisasi paydo bo`lishi, moy qatlamini himoyalovchi hususiyatning kamayishi, tutash detallarda tirqishni o`zgarishi oqibatida ularning qisilib qolishi (rus tilida zakl.. deyiladi), mashina aniqligining kamayishi va shu kabilar.

Issiqbardoshlik sharti bo`yicha mashina ishlashi jarayonida hosil bo`ladigan issiqlik miqdori Q me'yoridan oshib ketmasligi shart:

$$Q \leq Q_1,$$

Q – mashinaning ishlash jarayonida hosil bo`ladigan issiqlik miqdori, Kkal hisobida.

Q_I – mashinadan tashqi atmosferaga tarqaluvchi issiqlik miqdori, Kkal hisobida.

Titrashdagi ustivorlik. Mashina-mexanizmlardagi titrashlar qo`shimcha dinamik kuchlanishlarni, hatto rezonans uyg`otuvchi tebranishlarni hosil qiladi. Oqibatda detallar toliqishdan charchaydi. Ba`zi hollarda titrash sifatni pasaytiradi. Masalan, metall kesuvchi stanoklardagi titrash ishlab chiqarilayotgan mahsulot sifatini keskin pasayishiga sabab bo`ladi. Titrashlarning zararli ta`siri mexanizmlarning shovqini oshishida ham namoyon bo`ladi. Mashina va mexanizmlarning harakat tezligi oshishi bilan titrash havfi ham oshadi, shu sababli tebranish (titrash)ni hisoblash katta ahamiyatga egadir.

Aniqlik. Mexanizm va mashinalar chiqish ko`rsatkichlari-parametrlarning me`yoriy hujjatlarda ko`rsatilgan o`lchamlar-parametrlardan chetga chiqmasligi aniqlik deyiladi.

Aniqlik mashina va mexanizmlar ishchanligi va ishonchligiga ta`sir ko`rsatadigan mashinaning muhim sifat ko`rsatkichidir. Uning parametrlari mashina ish jarayonini zarur aniqligi va mexanizmlar me`yorida ishlashi bilan bog`liq bo`ladi.

1.4-§. Mashina detallarini hisoblash va loyihalashning o`ziga xosliklari

Hisoblash - loyihalash jarayonlariga qaratilgan muammolarni mumkin qadar qulay va to`g`ri echim olish maqsadida muhandislik hisoblarida xaqiqiy mashinalar konstruksiyasini soddalashtirilgan, ixcham va real ko`rinishga yaqin holda tasvirlovchi modellar yoki hisobiy chizmalarga keltiriladi. Masalan, mustahkamlikka hisoblashda detallar yaxlit (g`ovaksiz) va bir jinsli deb faraz qilinadi, detalning tayanchlari, yuklanish va shakli ham modellashtiriladi. Shuning uchun bunday hisoblar taqribiy hisoblanadi. Bunday hisoblarni amalga oshirishda hisoblash chizmasi yoki modelni to`g`ri tanlash, barcha ta`sir etuvchi omillar ichidan asosiylarini ajratib olish, ya`ni birinchi darajali omillarni nazarda tutib, ikkinchi darajali omillarni “tushirib qoldirish” katta ahamiyatga ega bo`lib,

loyihalovchi muhadisdan katta tajriba talab etadi. Hozirgi paytlarda taqribiy hisoblarning xatoligini aniqlash va taqqoslash maqsadida unga mos keluvchi o`xshash kichik modellar loyihalanadi hamda ulardan foydalanilmoqda.

Shu tariqa tajribalardan olingan natijalar asosida real mashinalar uchun foydalanish me'yorlari va tavsiyalar ishlab chiqish yo`lga qo`yilgan.

Masalan, ruxsat etilgan (ruxsat etilgan) kuchlanishlar yoki mustahkamlik zahira koeffisientlarini me'yorlash, materiallar, hisobiy yuklanish va h.k. bo`yicha tavsiyalar ishlab chiqishda modellashtirish uslubi keng qo`llanilmoqda. Mustahkamlikka hisoblashda yo`l qo`yilgan xatoliklar mustahkamlik zahirasi koeffisienti hisobiga kamaytiriladi. Shuning uchun mustahkamlik zahirasi koeffisientini to`g`ri belgilash hisoblash bosqichining o`ta ma'suliyatli qismi hisoblanadi. Mustahkamlikning zahirasi koeffisienti qiymati kichik bo`lsa detal tezda ishdan chiqishiga, asossiz katta qiymatlari esa detal massasini oshishiga va ortiqcha material sarflanishiga olib keladi.

Muhandislik hisoblarida ikki hil hisoblash bosqichlari mavjud: loyiha va tekshiruv hisoblari. Loyiha hisobida detal uchun zarur material tanlanib, uning geometrik o`lchamlari aniqlanadi. Shuning uchun loyiha hisobi soddalashtirilgan dastlabki hisob sanaladi. Tekshiruv hisobida loyiha hisobida aniqlangan ma'lum konstruksiyaning aniq o`lchamlari asosida uning mustahkamligi, detalga ta'sir etayotgan haqiqiy kuchlanish bilan ruxsat etilgan kuchlanishni qiymatlarini solishtirish yoki mustahkamlik zahirasi koeffisientini ruxsat etilgan koeffisient bilan solishtirish, yuklanish me'yorini aniqlash yo`li bilan tekshiriladi.

Loyiha hisobini bajarishda topilishi lozim bo`lgan noma'lumlar soni odatda hisoblash tenglamalar sonidan ko`p bo`ladi. Shuning uchun ba'zi noma'lum kattaliklar tajriba va tavsiyalar asosida tanlab olinadi, ikkinchi darajali kattaliklarning ba'zilari esa hisobga olinmaydi. Bunday soddalashtirilgan loyiha hisobi konstruksiya chizmalarini chizishda ishlatiladigan geometrik o`lchamlarini aniqlash uchun zarurdir. Loyihalash jarayonida detallarning loyiha va tekshiruv hisoblari hamda chizmalarini chizish ishlari parallel olib boriladi. Bunda hisoblash uchun zarur bo`lgan bir qator o`lchamlar eskiz chizmasidan aniqlanadi,

loyihalovchi hisob esa mo`ljallangan konstruksiya uchun tekshiruvchi shaklni oladi. Konstruksiya mukammal bo`lishi uchun bir necha variantlarda hisoblash ishlari amalga oshiriladi hamda olingan natijalarni solishtirish yo`li ulardan eng mukammali tanlab olinadi.

Hisobiy yuklanishlar. Yaratilayotgan mashina detallarini hisoblashda hisobiy va nominal yuklanishlar farqlanadi. Masalan, hisobiy burovchi moment T nominal moment T_{nom} qiymatini yuklanish sharoitidagi dinamik koeffisient K ga ko`paytirish yo`li bilan aniqlanadi:

$$T = K \cdot T_{nom} \quad (1.1)$$

Nominal moment mashinaning pasport (loyihalovchi) quvvatiga mos keladi. Odatda, mazkur koeffisient K ish sharoitini, harakatning notekisligi, ishga tushirish va to`xtatishi bilan bog`liq qo`shimcha dinamik yuklanishlarni hisobga oladi. Bundan tashqari bu koeffisientning qiymati dvigatel, yuritma va ishchi mashina turiga ham bog`liqdir. Agar mashinaning ish sharoiti ma`lum bo`lsa, K ning qiymati hisoblash orqali topiladi. Boshqa hollarda esa K ning qiymati tavsiyalardan asosida aniqlanadi. Bunday tavsiyalar turli mashinalarni eksperimental tadqiqoti va tajribasi asosida shakllanib, tenik adabiyotlarda maxsus jadvallarga kiritilgan sonli qiymatlardan iboratdir.

Loyihalashda konstruktiv vorislik va modullik tamoyili. Yangi mashina – mexanizmlarni loyihalash va ishlab chiqarishda albatta konstruktiv vorislik va modullik tamoyillariga qat`iy amal qilish lozim.

Konstruktiv vorislik – bu loyihalashda tegishli profil bo`yicha va o`xshash tarmoqlardagi mashinasozlik tajribasidan foydalanib, loyihalalanayotgan agregatga mashinalar konstruksiyasida ishlatiladigan hamma foydali echimlarni kiritish demakdir.

Modullik (bloklardan foydalanish) *tamoyili deganda* mashina qismlari komponovkasini tez ajraladigan birikmalar asosida yig`iladigan alohida, yaxlit va mukammal tayyor qismlar bloklaridan tuzishga aytiladi.

Barcha yangi mashina – mexanizmlar konstruksiyasi unifikatsiya va standartlashtirish talablariga javob berishlari kerak.

Unifikatsiya (bir xillashtirish) bir funksiyali - vazifali mahsulot turi, tipi va tip o'lichamlarini ratsional qisqartirish degan ma'noni anglatadi. Unifikatsiya natijasida dastlabki model asosida bir necha bir xil vazifali, lekin quvvat, ishlab chiqarish unumdorligi va hakazo parametrlari farq qiladigan mashinalarni hosil qilish mumkin.

Standartlashtirish. Insoniyat taraqqiyotida texnologik-iqtisodiy jihatdan katta ahamiyatga ega. Agar standartlashtirish bo'lmasa yangi mashinani loyihalashda ko'pgina mashina detallarini (boltlar, dumalash podshipniklari va boshqalarni) yakka tartibda va kam miqdorda ishlab chiqarish zarur bo'lar edi.

Standartlashtirish mashina va boshqa mahsulotlar turlarini sezilarli kamaytirish barobarida ular tarkibidagi uzal-detallarni ishlab chiqarish va mashinalarni butlashda xarajatlarni sezilarli darajada kamaytirishga olib keladi.

Mashinalar guruhlariga standartlar ishlab chiqish mashina turlarini ishlab chiqishda ularning asosiy parametrlari, masalan, elektrodvigatellar quvvati, yuk ko'tarish avtomobillari yuk ko'taruvchanligi kabilar bilan kelishtirib moslashni taqazo qildi.

Standartlashtirish ishlab chiqarishning real tarmoqlarida, xususan mashinasozlik, avtomobilsozlik, metallurgiya sohalarida, shuningdek harbiy sanoatda ham muhim ahamiyat kasb etmoqda.

Standartlar xalqaro, davlat va tarmoqli standartlarga bo'linadi. Hozirgi davrda mashinasozlik mahsulotlariga tegishli yuzlab standartlar ishlab chiqilgan. Standartlashtirishning prinsipial qoidasi maqsadga muvofiq son qatorlaridan ($a_w, m_n, \psi_{ba}, D_{sh}, u$ va h. k.) foydalanish hisoblanadi.

Agregatlash. Mashina-mexanizmlarni normallashtirish yagona tizimga bog'langan va markazlashtirilgan usulda tayyorlanadigan butun agregatlar, uzellar va detallardan tuzishga agregatlash deb aytiladi. Agregatlash stanoksozlikda keng qo'llaniladi.

Mashinalar sertifikatlashi – bu mashina sifatini kafolatlaydigan ko'rsatkichlarini me'yoriy hujjatlarga mos kelishini tekshirish va qayd qilishdir. Sertifikatsiya bo'yicha ishlarni O'zbekiston Respublikasi Davlat standarti

qo`mitasi boshqaradi. Bu jarayonga tegishli tarmoq korxonalari va muassasalar jalb etiladi.

Nazorat savollari:

1. Mashinalar qanday guruhlarga ajratiladi?
2. Detallar qanday ishlash layoqatiga ega bo`lishi kerak?
3. Mashina detallariga qanday asosiy talablar qo`yiladi?
4. Mashina detallarini hisoblash qanday o`ziga hosliklarga ega?

II-MODUL. MASHINA DETALLARINING MATERIALLARI. YUKLANISHLAR VA DETALLARGA TA'SIR ETADIGAN KUCHLANISHLAR

2.1-§. Mashina detallarining materiallari

Mashina detallarini loyihalash jarayonida material tanlash, ruxsat etilgan kuchlanishlarni asosli hisoblash detalni loyihalashdagi dastlabki bosqich hisoblanishi, tabiiy. Detallar ishlash jarayonida ularning kesim yuzalarida yuklanishlar ta'siridan kuchlanishlar hosil bo`ladi. Detallarda hosil bo`ladigan kuchlanishni hisoblash asoslari «Materiallar qarshiligi» fanida atroflicha tahliliy o`rganilgan. Muhandislik amaliyotida materialning asosiy mexanik xossalariga ko`ra ruxsat etilgan kuchlanishni va detallarda hosil bo`ladigan kuchlanishni to`g`ri aniqlash - ixcham, ishlash qobiliyati ta'minlangan, arzon detallarni hisoblashning asosini tashkil etadi.

Mashina detallarini hisoblash uchun material tanlash loyihalashning muhim bosqichi hisoblanadi. Birinchidan, materialning to`g`ri tanlanishi detal va umuman mashinaning sifatli bo`lishida katta ahamiyatga ega. Ikkinchidan esa, detallarga material tanlashda odatda ishlash qobiliyati asosiy mezon sifatida olinadi. Bunda albatta detalga ta'sir etayotgan turli kuchlarning ta'siri natijasida hosil bo`ladigan kuchlanishlar, detal materialining turli ishlovlarga moyilligi va arzonligi e'tiborga olinadi.

Detallarga material tanlashda asosan quyidagi omillarni e'tiborga olish muhimdir:

Loyihalashtirish davrida mashina, mexanizm va ularning detallariga asosan quyidagi talablar qo`yiladi:

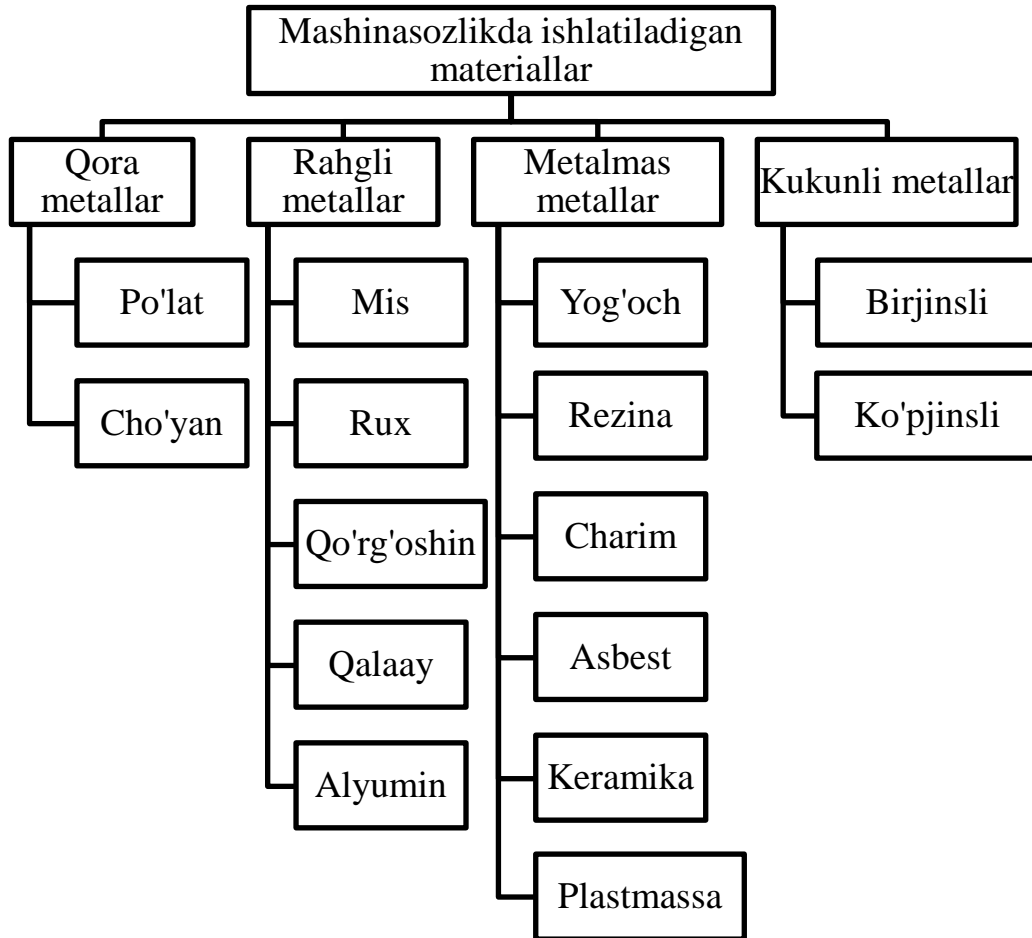
- ✓ mo`ljallangan vaqt davomida ishonchli, ya'ni to`xtab qolmasdan, benuqson ishlashi;
- ✓ to`g`ri, tejamli ishlashi, o`z vazifasiga to`la mos kelishi, foydali ish koeffisienti yuqori bo`lishi;
- ✓ foydalanish davrida inson hayoti uchun xavf-xatar tug`dirmasligi, atrof muhitga zarari tegmasligi;
- ✓ sifatli, tannarxi arzon bo`lishi;
- ✓ ixcham, iloji boricha engil, foydalanish va ta'mirlash jarayonlari qulay bo`lishi;
- ✓ tarkibidagi uzal va detallari standart, o`zaro oson almashinadigan bo`lishi;
- ✓ ortiqcha ta'mirlash ishlarini talab etmasligi;
- ✓ barcha detallari mustahkam, bikr, ustivor, issiqbardosh, titrash va yeyilishga chidamli, korroziyabardosh bo`lishi;
- ✓ barcha detallarini tayyorlash jarayoni texnologik nuqtai nazardan qulay bo`lishi va shu kabilar.

Bundan tashqari detallar uchun material tanlashda asosan quyidagi omillarni ham e'tiborga olish muhimdir:

- material xususiyatining detalning ishlash qobiliyatini tavsiflovchi asosiy mezonlar: mustahkamlik, yeyilishga chidamlilik va boshqalarga mos kelishi;
- detal va umuman mashinaning vazifasi va ishlatilishi bilan bog`liq talablar (korroziyaga bardoshlilik, friksion xususiyatlar, elektroizolyasiya qilish hususiyatlari va h.k.);
- materialning tayyorlanuvchanligini konstruksiya shakli va ishlov berish usuli (shtamplanishi, payvandlanishi, issiqlik ishlovi, quyilish hususiyatlari, kesib ishlanuvchanligi va boshqalar) ga bog`liqligi;
- materialning narxi va kamyobligi.

Mashinasozlikda ishlatiladigan materiallarni to`rt guruhga bo`lish mumkin (2.1-blok-sxema).

2.1-sxema.



Po`latlar. Uglerodli po`latlar ishlatilishiga ko`ra konstruksion va asbobsozlik po`latlariga bo`linadi.

Konstruksion po`latlar tarkibida 0,02 dan 0,8 foizgacha uglerod bo`ladi. Bunday po`latlar mashina va agregat detallari, qurilma konstruksiyalari, temir yo`l transporti vositalari, relps, tuba, sim va boshqa buyumlar ishlab chiqarish uchun asosiy materiallar hisoblanadi.

Uglerodli po`latlar oddiy va sifatli po`latlarga bo`linadi.

Oddiy sifatli po`latlar uch xil (ГОСТ 360-60) guruhga bo`linadi:

- A - guruh po`latlari (*Bu guruhdagi po`latlarning mexanik xossalari kafolatlanadi. Ular Cm harfi, 0, 1, 2 va hokazo raqamlar bilan belgilanib, qizdirib ishlov berilmaydigan buyumlar tayyorlashda ishlatiladi. Raqam qanchalik katta bo`lsa, po`latning mustahkamligi yuqori, plastikligi esa kichik bo`ladi*);

- Б - guruh po`latlari (*Bu guruhdagi po`latlarning kimyoviy tarkibi kafolatlanadi. Ular MСm0, MСm1кп, KСm1кп, MСm3, KСm4кп, MСm4, MСm6, MСm7 kabi markalanadi. Marka boshidagi M- marten, K-konvertor usulida po`lat olingani bildiradi. Marka oxiridagi кп-po`lat qaynovchi, сn-chala qaynovchi va hech qanday belgi bo`lmasa qaynamaydigan po`lat bo`ladi. Bu po`latlardan qizdirish yo`li bilan turli buyumlar tayyorlanadi*);

- В - guruh po`latlari (*Bu guruhdagi po`latlarning mexanik xossalari va kimyoviy tarkibi kafolatlanadi. Ular faqat Marten usulida olinadi va BМСm1, BМСm2 kabi markalanadi. BМСm1 po`latning mexanik xossalari Cm1, kimyoviy tarkibi MСm1 po`latniki kabidir. Bu po`latlardan payvandlash yo`li bilan konstruksiyalar yasaladi*).

Sifatli po`latlar: *bunday po`latlarning kimyoviy tarkibi va mexanik xossalari qafolatlanadi.*

Tarkibidagi marganets miqdoriga ko`ra sifatli po`latlar ikki guruhga bo`linadi.

Birinchi guruh po`latlarida marganets miqdori 0,8 foizdan oshmaydi. Bu guruh po`latlari raqamlar va tegishli sonlar bilan markalanadi. Masalan 05, 05 кп, 08, 08 кп, 10 кп, 30, 40, 85 va shu kabilar.

Ikkinchi guruh po`latlari raqamlar hamda Г harfi bilan 15Г, 20Г, 70Г kabi ko`rinishlarda markalanadi. Sonlar yuzga bo`linsa, po`lat tarkibidagi o`rtacha uglerod miqdorini, Г harfi esa po`lat tarkibida marganets miqdorining oshirilganini bildiradi. Bu po`latlardan o`q, gayka, truba, biriktirish muftasi, tross, prujina, resor, prujina va boshqa buyumlar tayyorlanadi.

Asbobsozlik po`latlari tarkibida uglerod miqdori 0.05 foizdan 1,35 foizgacha uglerod bo`ladi. Ular Y7, Y7A, Y8, Y13A kabi markalanadi; «Y» harfi asbobsozlik po`lati ekanligini anglatadi, raqamlar 10 ga bo`linganda hosil bo`ladigan qiymat uning tarkibidagi o`rtacha uglerod miqdorini bildiradi. Marka oxiridagi A harfi po`lat tarkibidagi oltingugurt va fosfor elementlarining juda ham kam miqdorda ekanligini ko`rsatadi. Bu po`latlar zarb ta`cirida ishlaydigan: zubilo, shtamp, iskana, duradgorlik asboblari, freza, parma, metchik, plashka, egov, o`roq va shu kabi asbob-uskunalar yasashda ishlatiladi.

Legirlangan po`latlar: legirlovchi elementning miqdoriga ko`ra po`latlar uch xil:

- kam (umumiy legirlovchi elementlar miqdori 2,5 % gacha);
 - o`rta (umumiy legirlovchi elementlar miqdori 2,5 -10% gacha);
 - yuqori (umumiy legirlovchi elementlar miqdori 10 % dan ko`p)
- legirlangan po`latlarga bo`linadi.

Legirlovchi elementlar harflar bilan quyidagicha belgilanadi: A-azot, Б- niobiy, В-volpfram, Г-marganets, D-mis, E-selen, К-kobalpt, H-nikelp, М- molibden, П-fosfor, Р-bor, С-kremniy, Т-titan, Ф-vannadiy, Х-xrom, Ц- sirkoniy, Ч-kamyob elementlar, Ю-alyuminiy va shu kabilar.

Po`latlarda ko`pincha legirlovchi elementlar sifatida nisbatan arzon va ko`p uchraydigan Mn, Si va Cr elementlari ishlatiladi. Og`ir sharoitlarda ishlaydigan po`latlar qimmabaho va kamyob bo`lgan nikelp, molibden, volpfram, niobiy kabilar bilan legirlanadi.

Kam legirlangan po`latlar qurilishda, o`rta legirlangan po`latlar esa mashinasozlikda ishlatilmoqda.

Legirlangan po`latlar sanoatning mashinasozlik, samolyotsozlik, avtomobilsozlik, asbobsozlik kabi sohalarida keng qo`llaniladi. Legirlangan po`latlardan og`ir, murakkab sharoitlarda ishlovchi metall konstruksiyalar va ularning elementlari, xususan qishloq xo`jalik mashinalari, traktor va avtomobillar, dastgohlar, asbob-uskunalarning detal va qismlari tayyorlanadi.

Avtomobilsozlik, traktorsozlik, dastgohsozlik hamda asbobsozlikda 18XГТ, 25XГТ po`latlari ko`p ishlatiladi. Xrommarganetsnikelli (20XГHM) po`latlarning mustahkamligi va toblanish chuqurligi yaxshi bo`lib, ular avtomobilsozlikda ishlatiladi.

Sanoatda 20XГP, 20XГHP po`latlari ishqalanish sharoitlarida ishlaydigan detallar tayyorlashda ishlatiladi.

Po`latlarni kam miqdorda ko`p elementlar bilan legirlash yo`li bilan nisbatan arzon, juda yaxshi mexanik xossalarga ega bo`lgan 30XГCA, 35XГCA singari po`lat materiallari olish mumkin. Bu po`latlar yaxshi payvandlanadi, kesib

ishlanadi va plastik deformatsiyalanadi; toblanish chuqurligi 25-40 mm bo`lib, avtomobilsozlik va qishloq xo`jaligi mashinasozligida ko`p ishlatiladi.

Po`latlarni termik ishlash

Sof termik ishlov quyidagilardan iborat:

- yumshatish;
- normallash;
- toblash;
- bo`shatish;

Yumshatishdan maqsad nomuvozanatdagi strukturani muvozanat holatga keltirishdir. Amalda yumshatish deganda buyumni ma'lum haroratga qizdirib, pechp bilan birgalikda sovitishga aytiladi.

Normallashdan maqsad buyumni keyingi termik ishlov berish uchun tayyorlash, o`rta uglerodli po`latlarni esa strukturasi yaxshilashdan iborat. Normallash deb po`latlarni qizdirib, ma'lum vaqt ushlab turilgandan so`ng havoda sovitishga aytiladi.

Toblashdan asosiy maqsad mashinasozlik materiallarining mustahkamligini oshirishdan iborat. Toblashning boshqa sof termik ishlov berishdan asosiy farqi uning katta tezlik bilan sovitilishidir.

Sovitish muhiti sifatida suv, mineral moylar, tuz eritmaları ishlatiladi. Uglerodli po`latlarni toblaganda suv, yuqori legirlangan toblashda mineral moylar ishlatiladi.

Bo`shatishdan maqsad toblash natijasida buyumda hosil bo`lgan ichki kuchlanishlarni kamaytirish, plastik xossalari oshirishdir; bo`shatish toblashdan keyin bajarilishi shart bo`lgan jarayon hisoblanadi.

Bo`shatish uch xil bo`ladi:

- ✓ past temperaturada bo`shatish (*buyum 160-250⁰C haroratga qizdiriladi, maolun vaqt tutib turilgandan keyin havoda sovitiladi*);
- ✓ o`rta xaroratda bo`shatish (*buyum 350-450⁰C haroratga qizdiriladi, maolun vaqt tutib turilgandan keyin havoda sovitiladi*);

✓ yuqori haroratda bo`shatish (*buyum 550-650°C haroratgacha qizdirilib, maolum vaqt tutib turilgandan keyin havoda sovutiladi*).

Po`latlarga kimyoviy-termik ishlov berish. Po`latning yuzasini harorat taosirida turli kimyoviy elementlar bilan boyitishga kimyoviy-termik ishlov berish deyiladi. Bu jarayonda yuzadagi miqdor o`zgarishlari sifat o`zgarishlariga olib keladi. Po`latning yuza qatlamida kimyoviy tarkibning o`zgarishi natijasida uning qattiqligi hamda ishqalanib yyeyilishga, zang taosirida emirilishga, toliqishga chidamliligi oshadi.

Po`lat buyumlar yuzasini uglerodga boyitish. Maolumki, po`latning toblanish xossasi uning tarkibidagi uglerod miqdoriga bog`liq bo`ladi. Po`lat buyum tarkibidagi uglerod miqdori 0,3 % dan kam bo`lsa, u toblanmaydi. Shuning uchun bunday po`latlarning yuza qismi uglerodga to`yintiriladi. Odatda, bunday jarayon sementitlash deyiladi.

Tarkibida 0,08-0,3 % uglerodi bo`lgan uglerodli yoki legirlangan po`latlarga kimyoviy-termik ishlov beriladi. Natijada buyum yuzasidan o`rta qismiga tomon uglerod miqdori kamayib boradi.

Sementlash uch xil: qattiq, suyuq va gaz muhitlarida amalga oshiriladi.

Cho`yanlar. Tarkibida uglerod miqdori 2,14 dan 6,67 foizgacha bo`lgan temirning uglerod va boshqa elementlar bilan qotishmasiga cho`yan deyiladi.

Tarkibidagi uglerodning qanday holatda ekanligiga qarab cho`yanlar oq, kulrang, juda puxta va bolg`alanuvchan cho`yanlarga bo`linadi.

Kulrang cho`yanlarning qolipga quyilish xossasi yuqori bo`lganligi sababli, ular quymakorlik cho`yanlari deb ham yuritiladi.

Perlitli Cч21, Cч24, Cч25, Cч30, Cч35 kulrang cho`yanlar kuchli dastgohlarning staninasi, mexanizmlari, porshenp, silindr, dvigatel bloklari, metallurgiya jihozlarning detallarini ishlab chiqarishda qo`llaniladi.

Ferritli Cч10, Cч15, Cч18 kulrang cho`yanlar fundament plitalari, qurilish ustunlari, qishloq xo`jalik mashinalari, dastgohlar, avtomobilp va traktorlar detallarini ishlab chiqarishda qo`llaniladi.

Markadagi Cч - kulrang cho`yan, birinchi ikkita son cho`zilishdagi mustahkamlik chegarasini bildiradi.

Bolg`alanuvchi cho`yanlar oq cho`yanni maxsus usulda yumshatish orqali olinadi. Bolg`alanuvchi cho`yanda uglerod erkin holatda - bodroqsimon grafit shaklida bo`ladi.

Metall asosiga ko`ra bolg`alanuvchan cho`yan ferritli va perlitli bo`ladi.

Ferritli kulrang cho`yanning plastik xossalari kulrang cho`yanlarnikiga nisbatan yuqori bo`lganligi sababli mashinasozlikda keng ishlatiladi.

Ferritli KЧ 37-12, KЧ 35-10 bolg`alanuvchan cho`yanlar yuqori statik va dinamik kuchlar taosirida ishlaydigan detal (karter, reduktor, skoba va shu kabi)lar ishlab chiqarishda ishlatiladi.

Perlitli KЧ 50-5, KЧ 55-4 bolg`alanuvchan cho`yanlar mufta, rolik, tormoz kolodkasi, kardan vallari ishlab chiqarishda qo`llaniladi.

Markadagi Bч - juda puxta cho`yan, birinchi ikkita son cho`zilishdagi mustahkamlik chegarasini va oxirgi son nisbiy uzayishini bildiradi. Bu cho`yanlardan dastgoh detallari, podshipnik, yuqori bosimda ishlaydigan va ishqalanishda ishlaydigan tirsakli vallar, detallar ishlab chiqarishda ishlatiladi.

Juda puxta cho`yanlar mexanik xossalari bo`yicha po`latlarga yaqin turadi. Ulardan tirsakli vallar, iskana traversalari, metallurgiya sanoati uchun jo`valash uskunalarning vallarini tayyorlashda ishlatiladi.

Maxsus legirlangan cho`yanlar: abraziv muhitda ishlaydigan ishqalanishga chidamli cho`yanlar olish uchun nikelp (3,5-5%) va xrom (0,8%), titan, mis, vannadiy, molibden kabi elementlar bilan qo`shimcha ravishda legirlanadi. Bunday materiallar ishqalanish juftlarida moysiz ishlay oladi. Ulardan tormoz kolodkalari, harakatni ulash vositalari va silindr gilpzasi kabi avtomobilp detallari yasaladi.

Porshenp halqasi, ichki yonuv dvigatellarining bloklari, dizelp va kompressorlarning vositalari kabi ishqoriy hamda zanglaydigan muhitda ishlaydigan mashina vositalari Ч1, ЧHXT, ЧHXMД, ЧH28 kabi kam legirlangan cho`yanlardan tayyorlanadi.

Kislotali va ishqoriy muhitda kremniy bilan legirlangan ЧС13, ЧС15, ЧС17 cho`yanlari yaxshi ishlaydi.

Ishqalanishga chidamli cho`yanlar: ishqalanish juftlarining materiallari sifatida kulrang, juda puxta va bolg`alanuvchan cho`yanlar ishlatiladi. Bu cho`yanlardan podshipnik, vtulka va boshqa ishqalanishda ishlovchi detallar tayyorlanadi.

Cho`yanlarning antifriksion xossasi ularning tarkibidagi perlit, ferrit miqdoriga hamda grafitning miqdoriga va shakliga bog`liq bo`ladi. Ular quyidagicha markalanadi: АЧС-1, АЧС -2, АЧС -3, АЧВ -1, АЧВ -2, АЧК -1, АЧК -2.

Perlitli kulrang cho`yan porshenp halqalari ishlab chiqarishda ishlatiladi.

Rangli metallar qotishmalari. Misni rux, qalay, qo`rg`oshin, temir, marganets va boshqa elementlar bilan hosil qilgan birikmalariga mis qotishmalari deyiladi. Mis qotishmalarining mexanik hamda texnologik xossalarning yuqoriligi, korroziyabardoshligi, yeyilishga chidamliligi ulardan sanoatda keng foydalanishga imkon beradi.

Mis qotishmalari kimyoviy tarkibiga ko`ra latun va bronzalarga ajratiladi.

Latun. Latun mis bilan ruxning qotishmasi bo`lib, u yuqori texnologik va mexanik xossalarga ega. Sanoatda ko`p ishlatiladigan misning tarkibida rux miqdori 40-42% bo`ladi.

Truboprovod detallari, flanetslar, bobishkalar tayyorlashda (ЛІ90, ЛІ80), vtulka, armatura, shakldor quymalar olishda (ЛІС59-1ЛІ), antifriksion detal (podshipnik, vtulka va shu singari)lar tayyorlashda (ЛІМЦС 58-2-2) lar ishlatiladi.

Bosim bilan ishlanadigan latun (ЛІ96, ЛІС59-1, ЛІАЖ60-1-1 va shu kabi)lar yuqori plastik xossaga ega bo`lib, ulardan olingan quymalar bosim bilan ishlanib, list, lenta va trubalar tayyorlashda foydalaniladi.

Quyma latun (ЛІК80-3L, ЛІКС80-3-3, ЛІМУЖ52-4-1 va boshqa) larning oquvchanligi yuqori bo`lib, ular likvatsiyaga kam beriluvchi, antifriksion xossaga egadir. Odatda, bu qotishmalardan podshipnik, vtulka, chervyakli vintlarning xomakilari qoliplarga quyish yo`li bilan tayyorlanadi.

Bronza. Mis bilan qalay qotishmasi bronza deyiladi.

Maolunki, qalay qimmatbaho metall hisoblanadi. Shuning uchun uni tejash hamda qotishma xossalari zarur tomonga o'zgartirish maqsadida bronza tarkibidagi qalay qisman yoki to'la Al, Fe, Nb, Zn va boshqa elementlar bilan almashtiriladi.

Bronzalar texnologik ko'rsatkichlariga ko'ra bosim bilan ishlanadigan va quymalar olinadigan bronzalarga ajratiladi. Bosim bilan ishlanadigan bronza (БрОЦСН3-75-1, БрОЦС5-5-5 va boshqa) lardan list, sterjen, truba va boshqalar tayyorlanadi.

Quyma bronza (БрАЖ9-4Л, БрОФ10-1 va boshqa) lardan vint, vtulka, chervyak va boshqa detallarning xomakilari quyish yo'li bilan olinadi.

Antifriksion qotishmalar. Bunday qotishmalar Sn, Rb, Cu, Al elementlari asosida olinib, sirpanish podshipniklarining val bilan ishqalanish yuzalarini tayyorlashda ishlatiladi. Shu sababli bu materiallar etarli darajada yuqori mexanik xossalarga ega bo'lishi bilan birga val sirtiga moslashuvchan, ishqalanish koeffisienti kichik, issiqlikni yaxshi o'tkazadigan, korroziyabardosh hamda o'zida moyni saqlay olish xossasiga ega bo'lmog'i lozim.

Antifriksion qotishmalarga babbittlar, antifriksion cho'yanlar va boshqa materiallar kiradi. Lekin bularning ichida ko'proq tarqalgani babbittlardir. Shuni kayd etish lozimki, bunday qotishmalarning puxta, nisbatan plastik va qovushoq asosida tayanch vazifasini o'taydigan qattiq qo'shimchalari bo'ladi. Ish jarayonida asos material tez yeyilib, mikroskopik kanalchalar hosil bo'ladi. Ishqalanishni kamaytirish uchun yuzalar moylab turiladi. Yeyilish mahsulotlari moyga o'tadi. Yuqori antifriksion xossalarga ega bo'lgan babbittlarning asosi-qattiq eritma bo'lib, ulardan yuqori tezlik va kuch taocirida ishlaydigan ishqalanish juftlari tayyorlashda ishlatiladi. Ulardan og'ir yuk ko'taradigan mashinalar, yuqori quvvatli bug` turbinalari va nasoslarning ishqalanish juftlari tayyorlanadi.

Rux va uning qotishmalari: zanglaydigan metallarning sirtini qoplashda rux ko'p ishlatiladi; bosim ostida ishlash orqali ruxdan chiviq, truba, polosa, lenta, va simlar ishlab chiqariladi. Prokatlangan ruxdan arxitektura buyumlari, galpvanik

elementlar, avtotransport detallari tayyorlanadi, poligrafiya sanoatida esa klishelar yasaladi.

Plastmassalar. Fan-texnikaning tobora rivojlanishi bois mashinasozlikda ishlatiladigan detallar uchun engil, mustahkam, texnologik nuqtai nazardan qulay, yeyilishga chidamli va boshqa bir qator afzalliklarga ega bo`lgan materiallar, xususan plastmassalar ko`plab ishlab chiqarilmoqda.

Plastmassalar arzon, engil konstruksion material bo`lib, mashinasozlikda qora va rangli metallar o`rnida keng ishlatilmoqda. Plastmassalarning afzalliklaridan yana biri shuki, shtamlash, presslash, bosim ostida quyush kabi yuqori ishlab chiqarish usullari bilan juda murakkab shaklli detallar yasash mumkin.

Mashinasozlikda ikki xil: termoplastik va termoreaktiv plastmassalar ishlatiladi.

Termoplastik plastmassalarga xos xususiyat shundan iboratki, ular suyuqlantirib, sovitilgandan so`ng yana dastlabki xossalari tiklanadi. Shu sababli bunday materiallarning chiqindilarini, ulardan yasalgan eski detallarni qayta suyuqlantirib, yangi detalp tayyorlash imkoniyati mavjud. Poliamid, kapralon, poliurenat, poliformalpedgid, polikarbonat, polietilin ftoroplast kabi materiallar termoplastik plastmassalar hisoblanadi.

Termoreaktiv plastmassalar suyuqlantirilib, sovitilgandan keyin ularning suyuqlantirishdan oldingi xossalari tiklanmaydi. Bularga tekstolit, voloknit, yog`och qatlamli plastik (ДСП) kabilar misol bo`ladi.

-jadvalda baozi plastmassalarning mexanik xossalari keltirilgan.

Kukunli materiallarni kukunli metallyurgiya asosida olinadi, bunda metall kuknlarini presslash va so`ngra pres-formalarda qizdirib yaxlitlash yo`li bilan detallar tayyorlanadi. Kukun bir jinsli yoki metall va metallmas materiallarning, masalan, grafitning aralashmasi bo`lishi mumkin. Bunda turli mexanik va fizik hususiyatli (masalan, mustahkamligi yuqori, yeyilishga bardoshli, antifriksion va boshqalar) materiallar hosil bo`ladi.

Mashinasozlikda temir kukun asosidagi detallar ko'p qo'llaniladi. Kukun metallurgiyasi asosida tayyorlangan materiallarni kesib ishlov berishga hojat qolmaydi, bu esa usulni yalpi ishlab chiqarishda qo'llashda juda samarali bo'ladi.

2.2-§. Tishli g'ildirak tayyorlashda ishlatiladigan materiallar va ularning mexanik xossalari

Muhandislik amaliyotida va maxsus tadqiqotlarda shu narsa ta'kidlanadiki, tishlarning kontakt mustahkamligi bo'yicha ruxsat etilgan kuchlanishlar asosan material qattiqligi orqali aniqlanadi. Ma'lumki, yuqori qattqlik, kichik o'lchamli va massali tishli g'ildiraklarini termik ishlov berilgan po'latlardan tayyorlash orqali olish mumkin. Po'lat hozirgi vaqtda tishli g'ildiraklarni tayyorlash uchun asosiy material hisoblanmoqda.

Qattiqligiga bog'liq ravishda po'lat tishli g'ildiraklar ikki asosiy guruhga bo'linadi: $HB \leq 350$ – tishli g'ildiraklar, termik ishlovi normallashtirilgan yoki yaxshilangan; $HB > 350$ – hajmiy toblash, IOQT (yuqori chastotali tok)da toblash, sementatsiyalash, azotlash va boshqalar. Bu guruhlar texnologiyasi, yuk ko'taruvchanlik va ishlashib ketish xususiyati bo'yicha turlicha bo'ladi.

Tishli g'ildiraklar tayyorlashda ishlatiladigan po'latlarning asosiy mexanik xossalari 2.1- jadvalda keltirilgan.

2.1- jadval

Po'lat markasi	Zagatovka diametri, mm	Mustahkamlik chegarasi σ_v , MPa	Oquvchanlik chegarasi σ_o , MPa	Qattqlik HB (o'rtacha)	Issiqlik ishlovi
45	100 – 500	570	290	190	Normallangan
45	90 gacha	780	440	230	Yaxshilangan
	90 –120	730	390	210	
	120 dan yuq.	690	340	200	
30XTC	140 gacha	1020	840	260	
	140 dan yuq.	930	740	250	
40X	120 gacha	930	690	270	
	120 –160	880	590	260	
	160 dan yuq.	830	540	245	

40XH	150 gacha 150 –180 180 dan yuq.	930 880 835	690 590 540	280 265 250	
40Л 45Л	–	520 540	290 310	160 180	Normallangan
35ГЛ 35ГСЛ	–	590 790	340 590	190 220	Yaxshilangan
Po`lat markasi		Qattqlik HRC		Issiqlik ishlovi	
30XГС, 35XM, 40X, 40XH 12XH3A, 18XHN4MA, 20XM 20ГМ, 25XГТ, 30XГТ, 35X 30X2MЮA, 38X2Ю, 40X 40X, 40XH, 35XM		45 – 55 50 – 63 56 – 63 56 – 63 45 – 63		Toblash Sement., tobl. Nitrotsement. Azotlash ЮЧТda yuzaki toblash	

Shuningdek, 2.2 –jadvalda “Bazaviy sikllar sonida normal kuchlanish bo`yicha toliqish chegarasi σ_{Hlimb} ” hamda 2.3– jadvalda esa “Egilishdagi chidamlilik chegarasi σ_{Flimb}^o va xavfsizlik koeffisienti $[S_F]'$ qiymatlari” keltirilgan.

2.2 -jadval

Tishlarga termohimik ishlov berish usuli	Tish yuzalarining o`rtacha qattqligi	Po`lat	σ_{Hlimb} , MPa
Normallangan yoki yaxshilangan	HB<350	Uglerodli va legirlangan	2HB+70
Hajmiy toblash	HRC 38–50		18 HRC+150
Yuzaki toblash	HRC 40–50		17 HRC+200
Sementatsiyalash va nitrotsementatsiya	HRC >56	Legirlangan	23 HRC
Azotlash	HH 550–750		1050

2.3 -jadval

Po`lat markalari	Issiqlik ishlovi turi	Tishlar qattqligi		σ_{Flimb}^o , MPa	$[S_F]'$
		yuzasida	o`zagida		
40, 45, 40X, 40XH, 40XΦA	Normallangan, yaxshilangan	HB 180-350		1,8HB	1,75
40X, 40XH, 40XΦA	Hajmiy toblash	HRC 45-55		500-550	1,8
40X, 40XH2MA	ЮЧТ da toblash	HRC 48-58	HRC 25-35	700	1,75
20XH, 20XH2M, 12XH2, 12XH3A	Sementatsiyalash	HRC 57-63	-	950	1,55
Alyuminli po`latlar	Azotlash	HB 700-950	HRC 24-40	300+1,2HRC o`zaklarida	1,75

2.3-§. Ruxsat etilgan kuchlanishlarni aniqlash

Ma'lumki, yuklanish ta'siridan detalning xavfli kesimida hosil bo'ladigan kuchlanishning yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan va uning etarli darajada mustahkam bo'lishini hamda talab etilgan vaqtda benuqson ishlashini ta'minlaydigan eng katta qiymat ruxsat etilgan kuchlanish deb ataladi. Kuchlanishning bu qiymatini topish uchun chegaraviy kuchlanish hamda mustahkamlik zahirasi qiymatlari aniqlangan bo'lishi kerak. Chegaraviy kuchlanishning qiymati materiallarning asosiy mexanik xossalariga bog'liq.

Ruxsat etilgan kuchlanishning qiymatini aniqlashda detalga ta'sir etuvchi kuchning va ishlatilgan materialning xiliga qarab, chegaraviy kuchlanish sifatida *mustahkamlik chegarasi* σ_v (mo'rt materiallar uchun), *oquvchanlik chegarasi* σ_{oq} (plastik materiallar uchun) yoki toliqish chegarasi σ_{-1} (nagruzka o'zgaruvchan sikl bilan ta'sir etadigan materiallar uchun) olish mumkin.

$$[\sigma] = \frac{\sigma_{limb}}{[S]} \quad \text{yoki} \quad \tau = \frac{\tau_{limb}}{[S]}. \quad (2.1)$$

$\sigma_{limb}, \tau_{limb}$ – kuchlanishlari bazaviy sikllar sonida normal va urinma kuchlanishlar bo'yicha toliqish chegarasi.

Statik yuklanishlarda plastik materiallar uchun chegaraviy kuchlanish oquvchanlik chegarasi, σ_{oq} (τ_{oq}), mo'rt materiallar uchun mustahkamlik chegarasi σ_v (τ_v) (2.1-shakl) bo'ladi. Shunday qilib, masshtab omili ε va statik yuklanishdagi kuchlanish konsentratsiyasi (to'planishi) samara koeffisient $K_{s\sigma}$ ni hisobga olib, plastik materialar uchun

$$[\sigma] = \frac{\sigma_{oq} \cdot \varepsilon}{[S]} \quad (2.2)$$

mo'rt materiallar uchun

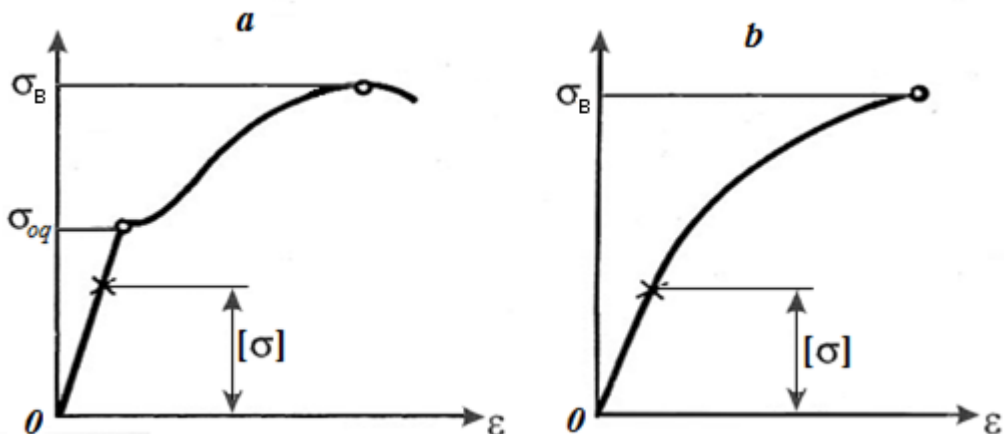
$$[\sigma] = \frac{\sigma_v \cdot \varepsilon}{[S] K_{s\sigma}} \quad (2.3)$$

bu yerda $[S]$ – ruxsat etilgan ehtiyot koeffisienti.

Ehtiyot koeffisienti – chegaraviy kuchlanishning detal ishlash davrida hosil bo'ladigan maksimal kuchlanishni hisobga oladi.

Statik yuklanishlarda ehtiyot koeffisientini quyidagicha aniqlash mumkin:
plastik metriallar uchun

$$S = \frac{\sigma_{oq} \cdot \varepsilon}{\sigma} \geq [S] \quad (2.4)$$



2.1-shakl

a-plastik material (po`lat) uchun; *b*-mo`rt material (cho`yan) uchun.
mo`rt materilalar uchun

$$S = \frac{\sigma_v \cdot \varepsilon}{\sigma K_{s\sigma}} \geq [S] \quad (2.5)$$

Ehtiyot koeffisientining ruxsat etilgan qiymatini mashinalarni loyihalash va ulardan foydalanish tajribasidan yoki detalning zarur ishonchliligini hisoblashdan aniqlanadi. Zarur ma`lumotlar bo`lmasa ehtiyot koeffisientining ruxsat etilgan qiymatini differensial usuldan foydalanib topish ham mumkin:

$$[S] = S_1 S_2 S_3 \quad (2.6)$$

bu yerda, $S_1 = 1, 2 \dots 1,5$ -hisobning aniqligini e`tiborga oluvchi koeffisient;

$S_2 = 1, 3 \dots 2,5$ (cho`yan detallar uchun) va $S_2 = 1, 5 \dots 2$ (rangli metallardan tayyorlangan detal uchun)-materialning bir jinsliligini e`tiborga oluvchi koeffisient.

Shuningdek, S_3 - detalning ma`suliyat darajasini hisobga oluvchi koeffisient bo`lib, uning qiymati quyidagicha olinadi:

- detalning sinishi mashinaning to`xtashiga olib kelmasa- $S_3 = 1$;
- detalning sinishi mashinaning to`xtashishiga olib kelsa- $S_3 = 1, 1 \dots 1, 2$;

- detalning sinishi avariya olib kelsa- $S_3=1,2\dots 1,3$.

1. Materialning ruxsat etilgan kuchlanishini aniqlashning amaliy hisobi

Tishli g`ildiraklarni loyihalash ishi tishli g`ildirak uchun material tanlash va ruxsat etilgan kuchlanishni aniqlashdan boshlanadi.

2.1 jadvaldan material tanlaymiz: shesternya uchun 40XH po`lati, issiqlik ishlovi – yaxshilangan, qattiqligi HB 280; g`ildirak uchun 40XH po`lati, issiqlik ishlovi – yaxshilangan, lekin qattiqligi shesternya va g`ildirak tishlari emirilishi bir hil bo`lishini ta`minlash uchun 30 birlikka past – HB 250 qabul qilinadi.

Ruxsat etilgan kontakt kuchlanish quyidagicha aniqlanadi:

$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{Hlimb} \cdot K_{HL}}{[S_H]}$$

bu yerda σ_{Hlimb} - bazaviy sikllar sonida normal kuchlanish bo`yicha toliqish chegarasi.

2.2 jadvaldan tish yuzasi qattiqligi HB<350 dan kichik, issiqlik ishlovi yaxshilangan yoki normallangan uglerodli po`latlar uchun

$$\sigma_{Hlimb} = 2 \cdot HB + 70;$$

K_{HL} - umrboqiylik koeffisienti; yuklanishning sikllari soni, asosiydan katta ya`ni reduktorning uzoq muddat ishlatilishida $K_{HL} = 1$ deb qabul qilinadi;

$[S_H]$ - xavfsizlik koeffisienti issiqlik ishlovi yaxshilangan normallangan hamda hajmiy toblangan po`latlar uchun $[S_H] = 1,1 \div 1,2$, tishlar yuzasi mustahkamlanganda $[S_H] = 1,2 \div 1,3$ oralig`ida qabul qilinadi.

Ruxsat etilgan kontakt kuchlanish shesternya tishlari uchun:

$$[\sigma_{H_3}] = \frac{(2 \cdot HB + 70) \cdot K_{HL}}{[S_H]} = \frac{(2 \cdot 280 + 70) \cdot 1}{1,2} = 525 \text{ MPa}$$

va g`ildirak tishlari uchun esa:

$$[\sigma_{H_4}] = \frac{(2 \cdot HB + 70) \cdot K_{HL}}{[S_H]} = \frac{(2 \cdot 250 + 70) \cdot 1}{1,2} = 475 \text{ MPa}$$

ko`rinishlarda aniqlanadi.

Qiya tishli uzatma uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanish quyidagicha aniqlanadi:

$$[\sigma_H] = 0,45 \cdot ([\sigma_{H_3}] + [\sigma_{H_4}]) = 0,45 \cdot (525 + 475) = 450 \text{ MPa}$$

Talab qilingan shart

$$[\sigma_H] \leq 1,23 \cdot [\sigma_{H_4}]$$

bajarildi.

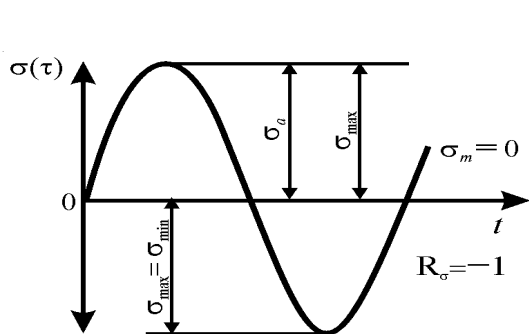
Hisoblab topilgan qiya tishli uzatma uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanish $[\sigma_H] = 450 \text{ MPa}$ qiymati loyiha hisobida loyihalalanayotgan tishli uzatmaning gabarit o'lchamlariga katta ta'sir ko'rsatuvchi omillardan biridir.

Yuqorida qiya tishli uzatmalar uchun materialning ruxsat etilgan kontakt kuchlanishi qiymatini aniqlash usuli ko'rsatildi. Loyiha hisoblarida to'g'ri tishli uzatmalar uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanishini aniqlashda faqatgina g'ildirak materiali uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanishni aniqlash etarli hisoblanadi.

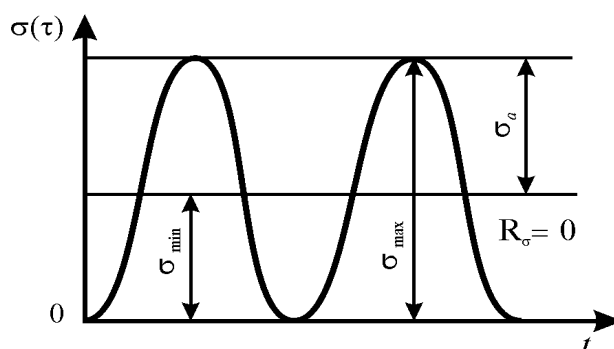
2.4-§. Detallarga ta'sir etuvchi yuklanishlar va kuchlanishlar

Aksariyat mashina detallari ishlash jarayonida muntazam harakatda bo'ladi. Bunday hollarda detallarga qo'yilgan tashqi kuchlar - yuklanishlar va ular ta'sirida hosil bo'ladigan kuchlanishlar o'zgaruvchan bo'ladi. Yuklanish va kuchlanishlar asosan ikki xil: o'zgarmas va o'zgaruvchan siklli.

Mashina detallariga ta'sir etuvchi yuklanish va kuchlanishlar ko'pincha simmetrik (2.2-shakl) yoki pulsatsiyalanuvchi (2.3-shakl) sikl bilan o'zgaradi.



2.2-shakl



2.3-shakl

Kuchlanishlarning maksimal va minimal qiymatlari yig'indisining yarmi siklning o'rtacha kuchlanishi, ayirmasining yarmi esa siklning amplitudasi deyiladi:

$$\sigma_{o'r} = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} \quad \sigma_a = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2} \quad (2.7)$$

Shartli ravishda, $\sigma_{o'r}$ -siklning o`zgarimas qismi, σ_a – esa o`zgaruvchan qismi deb hisoblanadi. T siklning xarakterini aniqlash uchun asimmetrik koeffisient tushunchasi kiritilib, uning qiymati quyidagichadir:

$$r = \frac{\sigma_{min}}{\sigma_{max}} \quad (2.8)$$

Simmetrik sikl bilan o`zgaruvchi kuchlanishlar uchun

$$\sigma_{o'r} = 0; \quad r = -1;$$

Pulsatsiyalanuvchi sikl uchun

$$\sigma_{o'r} = \frac{\sigma_{max}}{2} \quad r = 0$$

Mashinalar ishonchliligi. Mashinaning ishonchliligi uni yaratish va ishlatish jarayonidagi uchta: loyihalash, tayyorlash va undan foydalanish davrlariga bog`liq bo`ladi.

Mashinani loyihalashda bosh masala uning ishonchliligini ta'minlashdir. SHuning uchun har bir konstruktor hisob, chizma, texnik talablar va boshqa hujjatlarda ishonchlilikni taminlaydigan barcha omillarni inobatga olishlari shart.

Ishlab chiqarish jarayonida konstruktor belgilagan ishonchlilikni oshiruvchi barcha talablar bajarilishi va vositalar ta'minlanishi kerak. Konstruktorlik hujjatlaridan chetga chiqish ishonchlilikni pasaytiradi. Ishlab chiqarishdagi nuqsonlarni bartaraf etish uchun hamma mahsulot – detallar sinchkovlik bilan tekshiriladi.

Mashinadan foydalanish jarayonida uning ishonchliligi amalda tekshiriladi. Mashinaning ishdan chiqmasligi, umrboqiyligi kabi ko`rsatkichlari faqat uning ishlash jarayonida namoyon bo`ladi. Bu ko`rsatkichlar mashinani ishlatish usuli va sharoitlari, ta'mirlashning qabul qilingan tizimi, texnik xizmat ko`rsatish usullari va sh.k. larga bog`liq bo`ladi.

Ishonchlilikni belgilovchi barcha omillar tasodifiy xarakterga ega. Shu sababli ishonchlilikni ifodalashda ehtimollik nazariyasi faniga tayanish zarurdir. Mashinaga belgilangan xizmat muddati davomida ishlash xususiyatini saqlab qolish ehtimolligi uning ishonchliligi deyiladi. Masalan, mahsulotning buzilmaslik

ehtimoli 1000 soat davomida 0,98 bo`lsa, demak 300 ta detaldan 2%, ya'ni (1-0,98). 300%=6 foizi 1000 soat ishlash muddatida ishdan chiqishi mumkin. Ishdan chiqmaslik ehtimolligi (yoki ishonchlilik koeffisienti) ishonchli detallar sonini umumiy kuzatilgan detallar soniga nisbatiga aytiladi:

$$P(t) = \frac{294}{300} = 0,98$$

Murakkab mahsulotning ishonchlilik koeffisienti maxsulotni tashkil etuvchi elementlar ishonchlilik koeffisientlarining ko`paytmasiga teng bo`ladi:

$$P(t) = P_1(t) \cdot P_2(t) \dots P_n(t) \quad (2.9)$$

(2.9) ifoda tahlilidan quyidagi xulosalar kelib chiqadi:

1. Murakkab tizimning ishonchliligi har doim eng ishonchsiz elementning ishonchliligidan ham kam bo`ladi. Shu sababli, tizimda birorta ham ishonchsiz elementni qo`llamaslik kerak.

2. Tizimdagi element qancha ko`p bo`lsa, uning ishonchliligi shuncha kam bo`ladi. Agar biror tizimda 100 ta element bo`lib, ularning ishonchliligi bir xil $p(t)=0,99$ bo`lsa, tizimning ishonchliligi

$$P(t) = 99^{100} = 0,37 \text{ bo`ladi.}$$

Bunday tizimni ishonchli deb bo`lmaydi, uning ishlash vaqtidan, buzilib to`xtab turish davri ko`p bo`ladi.

Mashinani loyihalash jarayonida uning ishonchliligini oshirishga qaratilgan quyidagi choralar taklif etiladi:

1. Mahsulotni yuqori ishonchli bo`lishi uchun iloji boricha detallari- ning soni kam bo`lgan oddiy qism (uzel)larni loyihalash kerak.

2. Mashinaning ishonchliligini oshirish uchun detallarning kuchlanish- larini kamaytirish zarur (mustahkamlik zahirasini oshirish). Bunda detallarning gabarit o`lchamlari, massasi va narxini kamaytirish uchun mustahkamligi yuqori materiallar va puxtalash texnologiyalarini qo`llash kerak.

3. Yaxshi moylash tizimini qo`llash ishonchlilikni oshirishning samarali chorasi hisoblanadi.

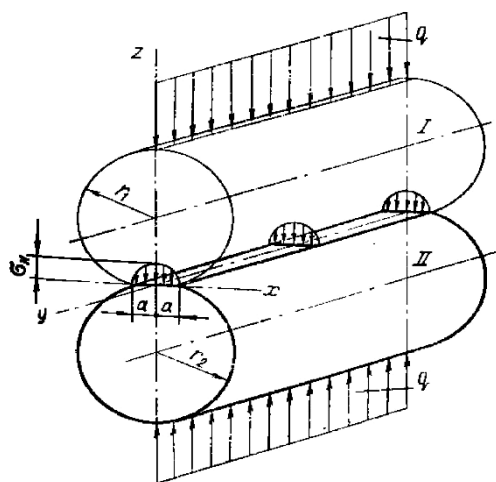
4. Statik aniq tizimlarning ishonchliligi yuqori bo`ladi.

5. Konstruksiyada saqlagich vositalarni qo'llash ko'zda tutilgan bo'lishi kerak.
6. Standart detal va uzellarni qo'llash ishonchlilikni oshiradi.
7. Ba'zi buyumlarda, masalan elektron apparatlarda ishonchlilikni oshirish uchun elementlarni parallel ulash ketma-ket ulashdan afzalroq hisoblanadi.
8. Ko'p mashinalar uchun uning ta'mirlashga yaroqligi katta ahamiyatga ega.

2.5-§. Mashina detallarida hosil bo'ladigan kontakt kuchlanishlar

Ikki detal, masalan ikkita silindr, ikkita shar hamda shar bilan tekislikning tutashuvchi sirtlarining o'lchamlari ular tanasining o'lchamlaridan ancha kichik bo'lsa, bularning tutashish sirtlarida *kontakt kuchlanish* hosil bo'ladi.

Agar kontakt kuchlanishning qiymati ruxsat etilganidan katta bo'lsa detallarning tutash sirtlarida o'yiqlar ariqchalar, darzlar yoki mayda yoriqlar hosil bo'ladi. Bunday emirilish turlari tishli, chervyakli, friksion va zanjirli uzatmalar hamda dumalash podshipniklarida namoyon bo'ladi.



2.4-шакл

ikkita silindr, silindr bilan tekislik va sh.k.).

2.4-shakldagi parallel o'qli ikki silindrning siqilishi tasvirlangan. Yuklanish qo'yilguncha silindrlar chiziq bo'yicha tutashadi. Yuklanish ta'sirida chizikli kontakt tor yuzacha bo'yicha kontaktga o'zgaradi. Bunda maksimal normal kuchlanishlar nuqtalari kontakt yuzachalarning bo'ylama o'qida simmetrik joylashadi va uning qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$\sigma_H = \sqrt{\frac{q}{\rho_{kel}} \frac{E_1 E_2}{\pi [E_1 (1 - \mu_2^2) + E_2 (1 - \mu_1^2)]}} \quad (2.10)$$

Konstruksion metallar uchun *Puasson koeffisientlari* qiymatini oraliqlari $\mu=0,25\dots 0,35$. Hisoblarda $\mu_1=\mu_2=0,3$ deb olsak

$$\sigma_N = 0,418 \sqrt{\frac{q E_{kel}}{\rho_{kel}}} \quad (2.11)$$

bu yerda

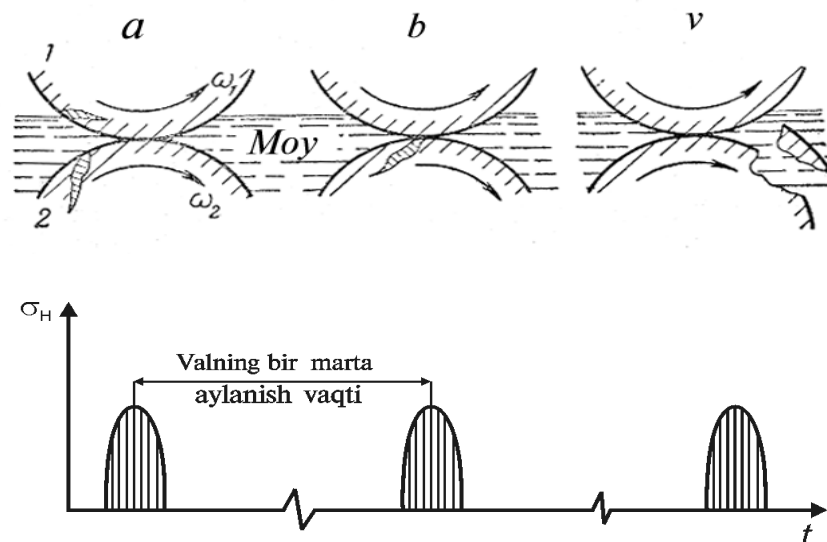
$$E_{kel} = \frac{2E_1 E_2}{(E_1 + E_2)}; \quad \frac{1}{\rho_{kel}} = \frac{1}{r_1} \pm \frac{1}{r_2} \quad (2.12)$$

bu yerda q – solishtirma yuklanish; E_{kel} va ρ_{kel} – keltirilgan elastiklik moduli va egrilik radiusi; E_1, E_2, r_1 va r_2 – elastiklik modullari va silindrlarning radiuslari.

(2.12) ifoda faqat doiraviy silindrlar uchun emas, istalgan egri shakldagi silindrlar uchun ham to'g'ri bo'ladi. Bunda boshqa shakldagi silindrlar uchun r_1, r_2 – kontakt nuqtasidagi egrilik radiuslari. Silindr bilan tekislik radiuslari tutashsa – $r_2 = \infty$.

(2.12) ifodadagi minus ishora ichki kontaktlarga tegishli (bunda silindrlardan birining sirti botiq bo'ladi).

Silindrlar yuklanish ostida aylanganda ularning sirtlaridagi alohida nuqtalar yuklanishi davriy o'zgaradi, bu nuqtalardagi kontakt kuchlanishlar pulsatsiyalanuvchi sikl bo'yicha o'zgaradi (2.5-shakl). Har bir nuqta faqat kontakt zonasidan o'tish davrida yuklanadi va boshqa davrda erkin bo'ladi. O'zgaruvchan kontakt kuchlanishlar detal sirtlarini *toliqishiga* sabab bo'ladi. Detailning sirtida mayda darz va yoriqlar hosil bo'lib, keyinchalik ular metal qismini *uvalanishiga* sabab bo'ladi. Agar detal moyli sharoitda ishlasa, moy mayda yoriqlarga kiradi (2.5-shakl, *a*). Kontakt zonasiga kiringanga yoriq yopiladi va undagi moyda yuqori bosim hosil bo'ladi. Bu bosim yoriq (darz)ning rivojlanishiga sabab bo'ladi, uning uvalanishini keltirib chiqaradi (2.5-shakl, *b*). Agar kontakt kuchlanishni qiymati ruxsat etilgandan kichik bo'lsa uvalanish yuz bermaydi.



2.5-shakl

Silindrlarni dumalashida sirpanishning mavjudligi 1 va 2 Silindrlarda turli toliqish qarshiliklari mavjudligi tajribadan ma'lum. Masalan, 2.5-shaklda, a $\omega_1 r_1 > \omega_2 r_2$. Bu tavofutning sababi quyidagicha izohlanadi: sirpanishda mikroyoriqcha radius bo'ylab emas, ishqalanish kuchi yo'nalishida joylashadi; bunda kontakt zonasida moy birinchi silindr darzidan surib chiqariladi va ikkinchi silindr yorig'iga bosim bilan kiritiladi. Orqadagi slindrning toliqishiga qarshiligi kam bo'ladi. Uvalanishning moy ta'siridan tezlanishi, moysiz sharoitda yoriqlar rivojlanishi sekinlashishini bildirmaydi. Moy qatlami sirtlarda himoya qobiqlarini hosil qiladi - ishqalanish kamayadi. Moy qobig'i bo'lganda kontakt kuchlanish kamayadi va nihoyat, moysiz sharoitida ishlaganda abraziv yyyeyilishning jadalligi oshadi.

Nazorat uchun savollar:

1. Mashina detallari qanday materiallardan tayyorlanadi?
2. Ruxsat etilgan kuchlanish deganda nimani tushinasiz va u qanday aniqlanadi?
3. Detallarga ta'sir etuvchi kuchlar qanday o'zgaradi?
4. Ishonchlilik deganda nimani tushinasiz va u qanday aniqlanadi?
5. Ishonchlilikni qanday oshirish mumkin?
6. Kontakt kuchlanish sodir bo'lishi shartini tushintiring?

III-MODUL. ILASHISH ASOSIDA ISHLOVCHI UZATMALAR

3.1-§. Uzatmalar to`g`risida umumiy ma`lumotlar

Energiya manbai bilan mashinaning ish bajaruvchi qismi oralig`ida joylashib, ularni o`zaro bog`lovchi hamda harakatni talab qilinganidek boshqarishga imkon beruvchi mexanizmlar uzatmalar deb ataladi.

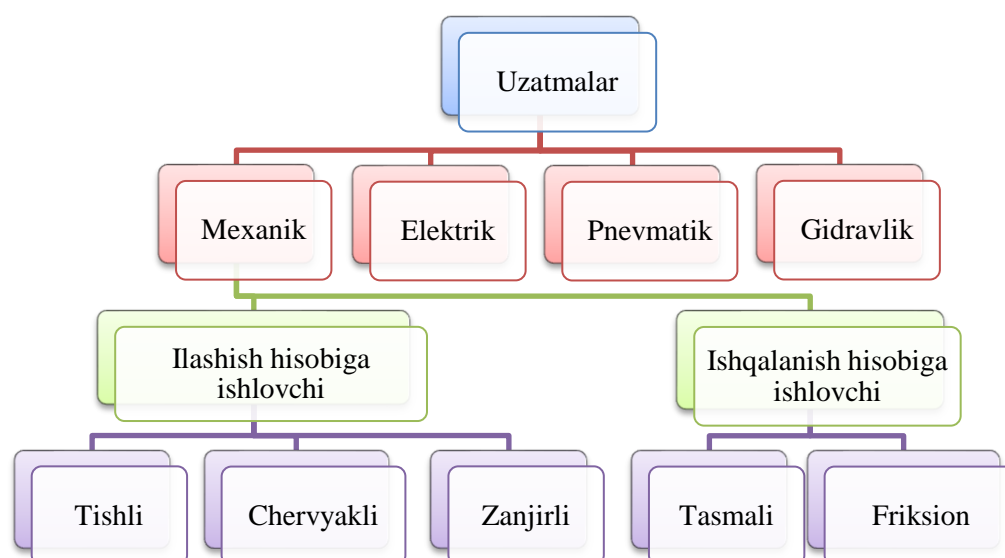
Mashinasozlikda mexanikaviy, elektrik, pnevmatik va gidravlik uzatmalardan foydalaniladi. Ularning eng ko`p ishlatiladigani mexanikaviy uzatmalardir. Bu uzatmalar alohida va boshqa turdagi uzatmalar bilan birgalikda ishlatilishi mumkin.

Mashina detallari kursida, asosan mexanikaviy uzatmalar o`rganiladi. Boshqa turdagi uzatmalar haqidagi ma`lumotlar maxsus kurslarda batafsil yoritiladi.

Mexanikaviy uzatmalar ikki turga bo`linadi (3.1-sxema):

- 1) ilashish hisobiga ishlaydigan uzatmalar (tishli, chervyakli va zanjirli uzatmalar).
- 2) ishqalanish hisobiga ishlaydigan uzatmalar (friksion va tasmali uzatmalar).

3.1-sxema



Demak, mexanikaviy uzatmalarni tashkil etuvchi asosiy detallar o`zaro tegib turadi yoki egiluvchan zveno (tasma, zanjir) orqali bog`langan bo`ladi.

Bundan tashqari, mexanikaviy uzatmalar vallarning o`zaro joylashishiga ko`ra parallel, kesishgan, ayqash vali turlarga, uzatish sonining o`zgarishiga qarab esa uzatish soni o`zgarmas, pog`onali o`zgaruvchan va pog`onasiz o`zgaruvchi xillarga bo`linadi.

Ilashish hisobiga ishlaydigan uzatmalarning asosiy detallari (tishli g`ildirak, chervyak va shu kabilar) esa katta burovchi momentning uzatilishini ta'minlaydigan tishlarga ega bo`ladi. Ishqalanish hisobiga ishlovchi uzatmalarning asosiy detallari (katok, shkiv va shu kabilar) silliq sirtga, ishqalanish natijasida hosil bo`lgan ishqalanish kuchi hisobiga harakat uzatadi. Shuning uchun ular katta burovchi momentlarni uzatish imkoniyatiga ega emas. Uzatmalarda energiya manбайдan energiyani bevosita qabul qilib oluvchi val etaklovchi val deb, bu valdan energiyani qabul qilib, ish bajaruvchi qismga uzatuvchi val esa etaklanuvchi val deb ataladi.

Agar uzatma bir necha pog`onali bo`lsa, har bir pog`onaning energiya manbai tomonidagi birinchi vali ikkinchi valga nisbatan etaklovchi, ikkinchi val esa pog`onadagi etaklanuvchi val bo`ladi.

Uzatmalarni loyihalash uchun ularning kamida birinchi va oxirgi vallarining quvvati hamda aylanish chastotalari berilgan bo`lishi kerak. Birinchi va oxirgi vallardagi quvvat hamda tezliklar uzatmaning asosiy xarakteristikasidir. Bundan tashqari, uzatmalarning foydali ish koeffisienti hamda uzatish soni ularning ishini xarakterlovchi ko`rsatkichlardan hisoblanadi.

Uzatmalarning foydali ish koeffisienti quyidagicha aniqlanadi:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \text{ yoki } \eta = 1 - \frac{R_i}{R_1} \quad (3.1)$$

bu yerda R_i – harakatni etakchi valdan etaklanuvchi valga uzatishda zararli qarshiliklar mavjudligi natijasida isrof bo`lgan quvvat. Mexanik uzatmalarning FIKlari qiymati quyidagi 3.1-jadvalda keltirilgan.

3.1-jadval

Uzatma	FIK
Korpusda yopilgan tishli (reduktor)	
silindrik g`ildirakli	0,97-0,98
konussimrn g`ildirakli	0,96-0,97
Tishli ochiq	0,95-0,96
Korpusda yopilgan chervyakli, chervyak	
kirimlar soni bo`yicha:	
$z_1 = 1$	0,70-0,75
$z_1 = 2$	0,80-0,85
$z_1 = 4$	0,85-0,95
Zanjirli yopiq	0,95-0,97
Zanjirli ochiq	0,90-0,95
Tasmali:	
yassi tasma	0,96-0,98
ponasimon tasma	0,95-0,97
Har bir val tayanchidagi ishqalanishdan yo`qotshlar $\eta_0 = 0,99 - 0,995$ ko`paytuvchi bilan hisobga olinadi.	

Agar etaklovchi valning aylanish chastotasi n_1 , etaklanuvchi valniki n_2 bo`lsa, u holda uzatish soni quyidagicha ifodalanadi:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1}.$$

Energiya oqimining yo`nalishidan qat'iy nazar, istalgan ikki val burchak tezliklarining nisbatlari uzatish nisbati deyiladi:

$$i_{1-2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2} \quad i_{2-1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\omega_2}{\omega_1} \quad (3.2)$$

bu yerda ω_1 va ω_2 - birinchi va ikkinchi valning burchak tezliklari, s^{-1} hisobida.

Uzatish nisbati umumiy tushuncha bo`lib, birdan katta, kichik yoki birga teng bo`lishi mumkin.

Uzatish soni esa asosan, katta qiymatli aylanishlar chastotasi yoki tishlar sonining kichik qiymatli aylanishlar chastotasi yohud tishlar soniga nisbatiga teng bo`lgani uchun u aksariyat birdan katta bo`ladi, ayrim hollarda uzatish soni ham birga teng bo`lishi mumkin. Ko`pchilik mexanikaviy uzatmalarda birinchi valning aylanishlar chastotasi qolgan vallarning aylanishlar chastotasidan katta bo`lgani uchun hisoblashda asosan uzatish soni tushunchasidan foydalaniladi.

Uzatish sonining qiymatlari ГОСТ 2185-66 bo'yicha standartlashtirilgan *u* ning qiymatlari quyidagi qatorda keltirilgan.

1-qator: 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,15 4; 5; 6,3; 8,0; 10,0.

2-qator: 1,12; 1,4; 1,8; 2,24; 2,8; 3,55; 4,5; 5,6; 7,1; 9,0; 11,2.

3.2-§. Tishli uzatmalar

Harakatni bir valdan ikkinchi valga tishli g'ildiraklar vositasida uzatish mexanizmi tishli uzatma deb ataladi.

Hozirgi vaqtda mashinasozlik sanoatida tishli uzatmalar keng ko'lamda ishlatilmoqda va ulardan texnikaning turli sohalarida foydalanilmoqda. Aniq asbobsozlikda diametri 1 mm dan kichik bo'lgan tishli g'ildiraklar ishlatilgan bir vaqtda, og'ir sanoatda diametri bir necha 10 m ga yetadigan tishli g'ildiraklarni ham uchratish mumkin.

Vallari o'qlarining joylashuviga qo'ra tishli uzatmalar quyidagi turlarga bo'linadi:

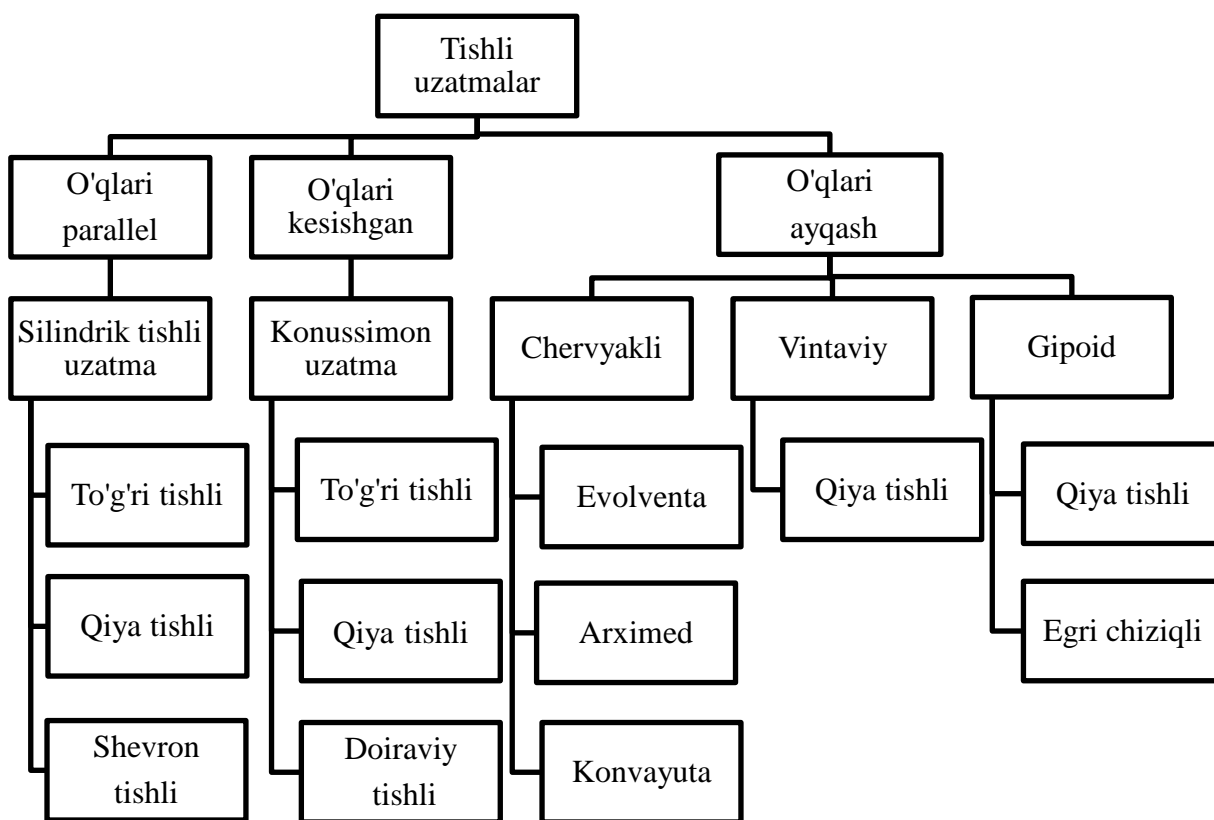
vallarining o'qlari o'zaro parallel bo'lib, sirtqi yoki ichki tomondan ilashgan silindrik g'ildirakli uzatmalar;

vallarining o'qlari o'zaro kesishuvchi konussimon g'ildirakli uzatmalar;

vallarining o'qlari ayqash bo'lgan vintaviy silindrik va gipoid deb ataluvchi konussimon g'ildirakli hamda chervyakli uzatmalar.

Tishli uzatmalarning bu usuliyatlar bo'yicha turlanishi 3.2-sxemada keltirilgan.

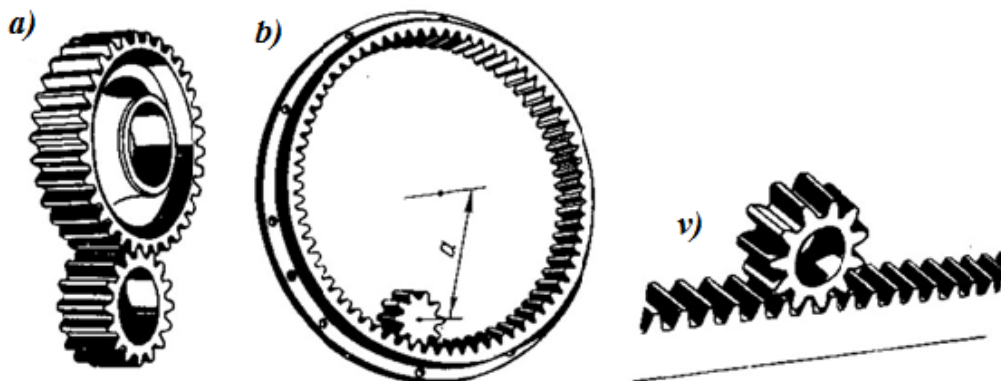
Tishlarning g'ildirak sirtida joylashuviga qarab, tishli uzatmalar to'g'ri tishli (3.1-shakl), qiya tishli g'ildirakli uzatmalarga bo'linadi (3.2-shakl).



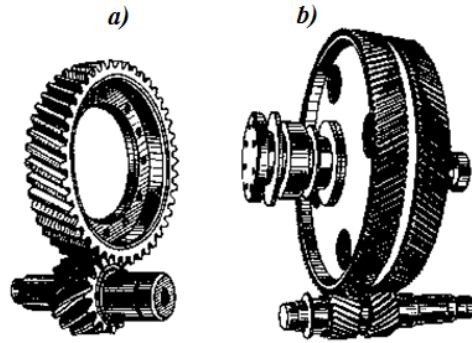
Tish profili bo`yicha evolventali va doiraviy bo`ladi. Evolventa profilni 1760 yilda L. Eyler, doiraviy profilni esa 1954 yilda M.L. Novikov tavsiya etgan.

Tishli uzatmalarning afzalliklari:

- yuqori yuklanish qobiliyatiga ega;
- umrboqiyliigi yuqori (30 000 soat) va ishlashi ishonchli;



3.1-shakl



3.2-shakl

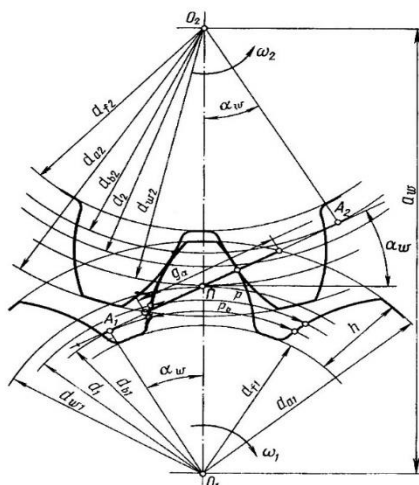
- f.i.k. yuqori (0,97...0,98 gacha);
- uzatish nisbatining doimiyliigi;
- sekundiga 150 m/s gacha tezlik bilan katta quvvat (bir necha ming kVt) uzata oladi va uzatish nisbati bir necha yuzgacha etadi;
- xilma-xil materialdan tayyorlanishi mumkin.

Tishli uzatmalarning kamchiliklari:

- tayyorlanishi nisbatan murakkabligi;
- katta tezlik bilan ishlayotganda shovqin chiqishi;
- zarb bilan ta'sir etuvchi kuchlarning zarari ko`proq sezilishi va shu kabilar.

3.3-§. Silindrsimon to`g`ri tishli uzatmalarnig geometriyasi va kinematikasi

Tishning mavjud profillaridan eng ko`p qo`llaniladigani evolventa profili bo`lgani uchun ushbu profilli tishli g`ildiraklar geometriyasini ko`rib chiqamiz.



3.3-ШАКЛ

Odatda, ilashishda bo`lgan bir juft g`ildirakdan kichigi shesternya, kattasi esa g`ildirak deb ataladi. Bordi-yu ilashishdagi ikkala g`ildirak bir xil bo`lsa, u holda etakchisi shesternya, etaklanuvchisi g`ildirak deyiladi. Tishli g`ildirak termini umumiydir. Shesternya parametrlarini belgilashda 1 indeksi,

g`ildiraklarnikiga esa 2 indeksi qo`yiladi (3.3-rasm).

Ilashish moduli, $m = P_t/\pi$ uning qiymatlari ГOCT 9563-60* (mm) bo`yicha standartlashtirilgan bo`lib uning qiymatlari (0,01-0,02) a_w oralig`ida quyida keltirilgan qatordan olinadi:

1-qator: 1; 1,25; 2; 2,5; 3; 4; 6; 8; 10; 12; 16; 20.

2-qator: 1,375; 1,75; 2,25; 2,75; 3,5; 4,5; 7; 9; 11; 14; 18; 22.

To`g`ri tishli g`ildiraklar uchun:

bo`luvchi diametri – $d_1 = mz$,

tish ustidan o`tuvchi aylanalar

diametri – $d_a = d_1 + 2m$,

tish tubidan o`tuvchi aylanalar diametri – $d_f = d_1 - 2,5m$,

o`qlararo masofa – $a_w = (d_1 + d_2)/2$,

tishning balandligi – $h = 2,25m$,

uzatish soni – $u = z_2/z_1$

Odatda a_w ning qiymatlari ГOCT 2185-66 (mm) bo`yicha standartlashtirilgan, hisoblab topilgan qiymatga yaqin bo`lgan qiymat quyidagi qatordan tanlab olinadi:

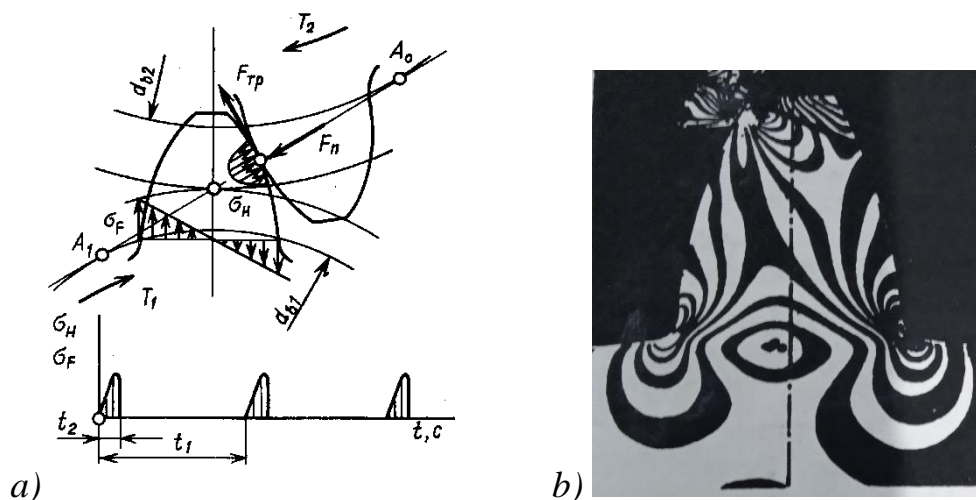
1-qator: 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500.

2-qator: 71, 90, 112, 140, 180, 224, 280, 355, 450, 560, 710, 900, 1120, 1400, 1800, 2240.

3.4-§. Tishli uzatmalarning ishdan chiqish sabablari va turlari

Ilashishda bo`lgan tishlarga asosan ikki xil kuch ta'sir etadi. Ulardan biri F_n normal kuch, ikkinchisi esa tishlar orasidagi ishqalanishdan hosil bo`ladigan ishqalanish kuchi $F_{ish} = F_n f$. Bu kuchlar ta'sirida tishlar murakkab kuchlanish holatida bo`ladi.

Tishlarning ishchanlik qobiliyatini belgilovchi asosiy kuchlanishlar tish sirtida hosil bo`ladigan kontakt (a) kuchlanish σ_H va tishning tubida paydo bo`ladigan eguvchi (b) kuchlanish σ_F dir (3.4-shakl).

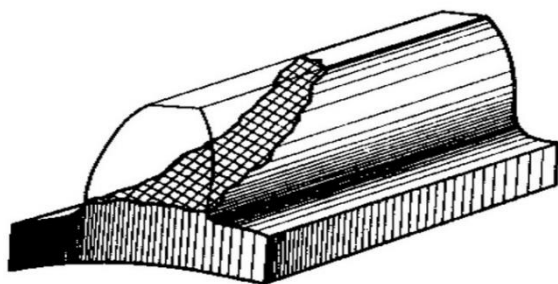


3.4-shakl

Har bir tish uchun σ_H va σ_F o'zgarmas muayyan qiymatga ega bo'lmay, vaqt oralig'ida o'zgarib turadi va pulsatsiyalanuvchi uzlukli sikl bilan ta'sir etadi.

O'zgaruvchan kuchlanishlar tishlarning toliqishdan emirilishiga sababchi bo'ladi: kontakt σ_H kuchlanish tish sirtlarning uvalanishiga, eguvchi σ_F kuchlanish esa tishlarning toliqishdan sinishiga olib keladi. Ilashmadagi kontakt kuchlanish va ishqalanish ta'sirida tishlarning yeyilish, yemrilishi va tishlar sirtining boshqa turlari shikastlanishlari kuzatiladi.

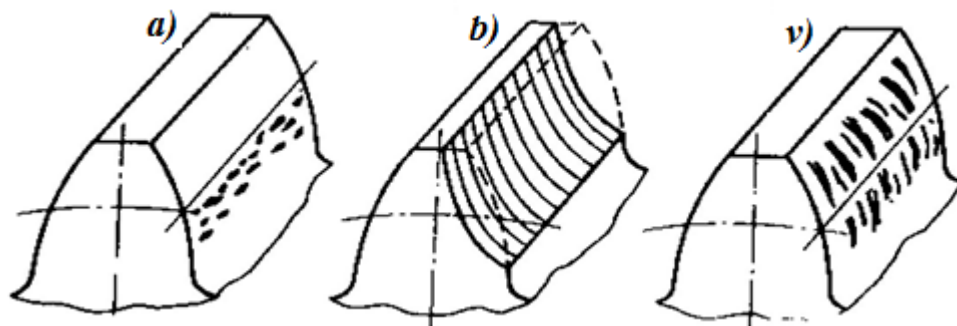
Tishlarning sinishi. Eguvchi kuchlanish ta'sirida tishlarning sinishi kuzatiladi (3.5-shakl). Tishlar sinishining ikki turi mavjud: zarbiy yoki statik yuklanishlar ta'sirida sinish (hisoblashlarda yuritmada o'ta yuklanish holatlari mavjudligini hisobga olish zarur); toliqishdan sinish uzoq muddat ishlash davomidagi o'zgaruvchan kuchlanishlar ta'siri natijasida vujudga keladi (bunda kuchlanishlar konsentratsiyasi - to'planishini bartaraf etish muhim ahamiyatga ega).



3.5-ШАКЛ

Tishlar sinishini oldini olish uchun modulni oshirish, tishlarni kesishda musbat siljitish, termik ishlov, puxtalash, qirralar bo'yicha yuklanish to'planishini kamaytirish singari umumiy choralar ko'riladi.

Tishlar sirtining shikastlanishi. Kontakt kuchlanish va ishqalanish tish sirtlarini turlicha shikastlanishlariga sabab bo`ladi (3.6-shakl).



3.6-shakl

Toliqishdan uvalanish uzatmaning yaxshi moylanishi sharoitida kontakt kuchlanish ta'sirida toliqib uvalanish, tishlar sirtlari shikastlanishining asosiy turi hisoblanadi (3.6-shakl, a). Bunday holat tishlar orasi yupqa moy qatlami bilan ajratilgan, natijada metal-metal tutashuvni bartaraf etilgan uzatmalarda kuzatiladi. Bunday sharoitda ishlovchi tishlarda yeyilishi kam kuzatiladi. Natijada tishlar sirtida toliqish paydo bo`lguncha uzatma uzoq vaqt ishlaydi. Toliqish tishlar oyoqchasining qutb chizig`i yaqinida, ya'ni yuklama bir juft tishlar bilan uzatilish joyida boshlanadi. Ilashishdagi tishlarning sirpanishi va dumalab o`tishi shunday yo`nalganki, natijada moy yoriqlarga bosim ostida siqiladi va metall zarrachalarining uvalanishiga olib keladi. Uvalanishda moy pardasi hosil bo`lish sharoiti buziladi va oqibatda metallar tutashuvi vujudga kelib, tish sirti jadal yeyiladi va tirnaladi.

Uvalanishni oldini olish uchun ko`riladigan umumiy choralar: kontakt kuchlanish bo`yicha toliqishga hisoblashdan o`lchamlarini aniqlash; termik ishlov orqali material qattiqligini oshirish; tishlar kontakti me'yori bo`yicha aniqlik darajasini oshirish.

Abraziv yeyilish uzatma yomon moylanish sharoitida ishlashi natijasida yuzaga keladi (3.6-shakl, b). Bunday uzatmalarga avvalo ochiq uzatmalar, va abraziv zarrachalar bilan ifloslanishdan etarlicha himoyalangan yopiq uzatmalar ham taalluqli. Ushbu uzatmalarni qishloq xo`jaligi va transport mashinalarida, tog`-kon uskunalarda, yuk ko`tarish mashinalarida uchratish mumkin. Uzatma

tishlarining yeyilishidan ilashishdagi tirqish kattalashadi, natijada shovqin hosil bo`ladi, dinamik yuklanishlar oshadi. Xuddi shu vaqtda yeyilgan tishning mustahkamligi uning ko`ndalang kesimi maydoni kichiklashi natijasida kamayadi. Agar tishli g`ildiraklar o`z vaqtida almashtirilmasa uning tishlari sinishi mumkin.

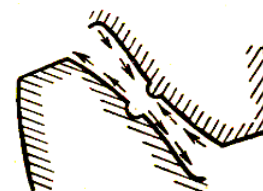
Bunday holatda yeyilishni hisoblash, birinchi navbatda moyning kirlanish tezligi va yeyilish tezligiga ta'sir etuvchi tasodifiy omillarning ko`pligi bilan murakkabdir.

Abraziv yeyilishni oldini olish uchun ko`riladigan umumiy choralar: tishlar sirti qattiqligini oshirish; ifloslanishdan himoyalash; maxsus moylarni qo`llash.

Qadalish asosan og`ir yuklangan va tezyurar uzatmalarda kuzatiladi (3.6-shakl, v). Bunday uzatmalar tishlari tutashish joyida yuqori harorat vujudga keladi va natijada moy pardasi buzilib metallar tutashuv hosil bo`ladi. Bu hol bir necha bor takrorlangandan so`ng harorat shunday darajaga etadiki, mustahkamligi pastroq materialdan yasalgan g`ildirak tishining yuzasi ikkinchi g`ildirak tishiga yopishib chiqadi. Hosil bo`lgan metall g`urrachalar, ish davomida shu tish bilan ilashishda bo`lgan tish sirtini sirpanish yo`nalishida sidirib chiqa boshlaydi. Oqibatda tish sirti notekislanib, uzatma ishida qo`shimcha shovqin va dinamikaviy kuchlar paydo bo`ladi.

Qadalishni oldini olish bo`yicha umumiy choralar: yeyilishni oldini olish chora-tadbirlari qo`llaniladi; yuqori qovushqoqli va kimyoviy faol qo`shimchali yeyilishga qarshi moylar ishlatilishi taklif etiladi.

Plastik siljish yug`ir yuklangan sekinyurar uzatmalarning yumshoq po`latdan yasalgan tishli g`ildiraklarida uchraydi (3.7-shakl). Bunday hollarda tish sirtiga tushadigan kuch me`yoridan katta ishqalanish kuchi hosil qiladi va yumshoq po`latni deformatsiyalab, oquvchanlik darajasiga olib boradi, oqibatda metall ishqalanish



kuchi yo`nalgan tomonga qarab sidiriladi. Natijada, etaklanuvchi g`ildirak tishining ilashish qutbi atrofida

3.7-ШАКЛ

kichkinagina do`mboqcha, etakchi g`ildirak tishining sirtida esa shu do`mboqchaga

mos chuqurcha hosil bo`ladi. Hosil bo`lgan do`mboqcha ilashishning buzilishiga va pirovardida, tishlarning ishdan chiqishiga olib keladi. Tish materialining qattiqligini oshirish bunday emirilishning oldini olish choralardan asosiysidir.

Tishning ishlash yo`li bilan qattiqashtirilgan sirtqi qatlamining ko`chib chiqishi. Bunday hodisa, asosan, sifatsiz termik ishlangan g`ildiraklarda ro`y beradi. Shuning uchun, termik ishlash talab qilingan hollarda bu jarayonning sifatli bajarilishiga alohida e`tibor berish maqsadga muvofiqdir.

3.5-§. Silindrsimon to`g`ri tishli g`ildiraklarni mustahkamlikka hisoblash

1. Silindrsimon to`g`ri tishli g`ildirak tishlariga ta`sir etuvchi kuchlar.

To`g`ri tishli uzatmaga $F_t = \frac{2T_1}{d_1}$ aylana va

$F_r = F_t \operatorname{tg} \alpha$ radial kuchlar ta`sir etadi (3.8-

shakl).

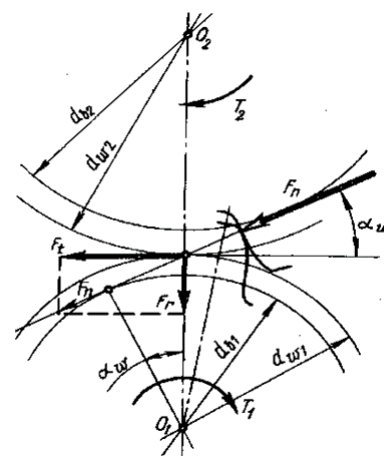
2. Silindrsimon to`g`ri tishli uzatmalarni kontakt kuchlanish bo`yicha mustahkamlikka hisoblash

O`tkazilgan tadqiqotlar natijalariga ko`ra, tishlar ishchi yuzalarning ilashish qutbi oldi zonasida, ya`ni bir juft ilashish kuzatilganda joyda, kam tutashish toliqishi kuzatiladi. Shuning uchun kontakt kuchlanishga ilashish qutbidagi tutashish bo`yicha hisoblash qabul qilingan. Tishlarning tutashishini ρ_1 va ρ_2 radiusli ikki silindrlarning tutashishi deb qaraymiz (3.9-shakl). Bunda kontakt kuchlanish quyidagicha formula bo`yicha aniqlanadi,

$$\sigma_H = 0,418 \sqrt{\frac{q E_{kel}}{\rho_{kel}}} \quad (3.3)$$

bu yerda E_{kel} - keltirilgan elastiklik moduli, ρ_{kel} - keltirilgan egrilik radiusi; q – solishtirma yuklama;

Yuqoridagilarni e`tiborga olgan hold



3.8-шакл

$$q = \frac{F_n K_H}{b_w} = \frac{F_t K_H}{b_w \cos \alpha_w} = \frac{2T_1 K_H}{d_{w1} b_w \cos \alpha_w} \quad (3.4)$$

Tutashish nuqtasida tishlar evolventasining egrilik radiuslari

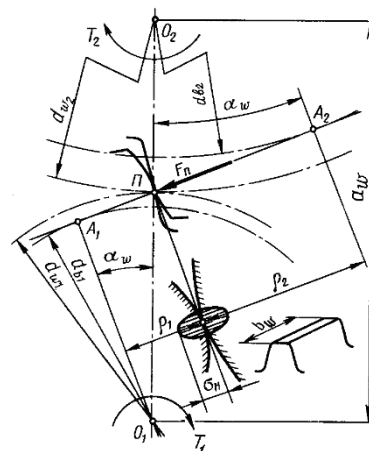
$$\rho_1 = d_{w1} \frac{\sin \alpha_w}{2}; \quad \rho_2 = d_{w2} \frac{\sin \alpha_w}{2}.$$

(2.12) formula bo'yicha

$$\frac{1}{\rho_{kel}} = \frac{1}{\rho_1} \pm \frac{1}{\rho_2}$$

$$= \frac{2}{d_{w1} \sin \alpha_w} \pm \frac{2}{d_{w2} \sin \alpha_w}$$

$$= \frac{2}{d_{w1} \sin \alpha_w} \left(1 \pm \frac{1}{u}\right) = \frac{2}{d_{w1} \sin \alpha_w} \left(\frac{u \pm 1}{u}\right) \quad (3.5)$$



3.9-ШАКЛ

bu yerda $u = d_{w2}/d_{w1} = z_2/z_1$; «+» ishorasi – tashqi ilashma uchun; «-» ishorasi – ichki ilashma uchun.

Yuqorida keltirilganlarni (3.3) ifodaga qo'yamiz va $\cos \alpha_w \sin \alpha_w = (\sin 2\alpha_w)/2$, almashtirishni bajarib quyidagini formulani olamiz:

$$\sigma_H = 1,18 \sqrt{\frac{E_{kel} T_1 K_H}{d_{w1}^2 b_w \sin 2\alpha_w} \left(\frac{u \pm 1}{u}\right)} \leq [\sigma_H] \quad (3.6)$$

Uzatmaning barcha zarur o'lchamlari va boshqa parametrlari ma'lum bo'lganda (3.6) formula amaliy tekshiruv hisoblarini bajarish uchun quyidagi ko'rinishga keltirilgan.

$$\sigma_H = \frac{310}{a_w} \sqrt{\frac{T_3 \cdot K_n (u_t + 1)^3}{b_4 \cdot u_2^2}} \leq [\sigma_H],$$

Loyiha hisobida esa berilgan asosiy xarakteristikalar (burovchi momentlar T_1 yoki T_2 va uzatish soni u) bo'yicha uzatmaning o'lchamlari aniqlanadi.

(3.6) formuladagi kontakt kuchlanish bo'yicha hisobiy yuklanish koeffisienti

$$K_H = K_{H\beta} K_{H\alpha} K_{Hv}$$

formula yordamida aniqlanadi.

Bu yerda $K_{H\beta}$ – gardish eni bo`ylab yuklanishni notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffisient bo`lib, uning qiymatlari 3.2-jadvalda keltirilgan;

$K_{H\alpha}$ – tishlar orasida yuklanishni notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffisient bo`lib, uning qiymatlari 3.3-jadvalda keltirilgan; K_{Hv} – dinamik koeffisient bo`lib, uning qiymatlari 3.4-jadvalda keltirilgan.

3.2-jadval

$\psi_{bd} = \frac{b}{d_1}$	Tish yuzalarining qattiqligi					
	HB ≤ 350			HB > 350		
	I	II	III	I	II	III
0,4	1,15	1,04	1,0	1,33	1,08	1,02
0,6	1,24	1,06	1,02	1,50	1,14	1,04
0,8	1,30	1,08	1,03	–	1,21	1,06
1,0	–	1,11	1,04	–	1,29	1,09
1,2	–	1,15	1,05	–	1,36	1,12
1,4	–	1,18	1,07	–	–	1,16
1,6	–	1,22	1,09	–	–	1,21
1,8	–	1,25	1,11	–	–	–
2,0	–	1,30	1,14	–	–	–

3.3-jadval

Aniqlik darajasi	Aylana tezlik v, m/s				
	1 gacha	5	10	15	20
6	1	1,02	1,03	1,04	1,05
7	1,02	1,05	1,07	1,10	1,12
8	1,06	1,09	1,13	–	–
9	1,1	1,16	–	–	–

3.4-jadval

Uzatma	Tish yuzalarining qattiqligi HB	Aylana tezlik v, m/c			
		5 gacha	10	15	20
		Aniqlik darajasi			
		8		7	
To`g`ri tishli	≤ 350	1,05	–	–	–
	> 350	1,10	–	–	–
Qiya tishli va shevron	≤ 350	1,0	1,01	1,02	1,05
	> 350	1,0	1,05	1,07	1,10

Loyiha hisob uchun (3.6) formula d_1 va a ga nisbatan echiladi. Boshqa parametrlar taxminiy baholanadi yoki tavsiyalar asosida tanlanadi. Bu holatda $d_{w1} \approx d_1$; $\alpha_w \approx \alpha = 20^\circ$ ($\sin 2\alpha_w \approx 0,6428$), $K_{Hv} \approx 1,15$ deb qabul qilamiz. $\psi_{bd} = b_w/d_1$ — shesternya enining diametrga nisbatan koeffisienti.

(3.6) formulani d_1 ga nisbatan echsak,

$$d_1 = 1,35 \sqrt[3]{\frac{E_{kel} T_1 K_{H\beta}}{[\sigma_H]^2 \psi_{bd}} \left(\frac{u \pm 1}{u} \right)} \quad (3.7)$$

a ga nisbatan echishda quyidagilarni kiritamiz: $T_1 = T_2/u$; $d_1 = 2a/(u \pm 1)$ va $\psi_{ba} = b_w/a$ —g`ildirak enining o`qlararo masofaga nisbatan koeffisienti. Almashtirishdan so`ng, $\psi_{bd} = 0,5\psi_{ba}(u \pm 1)$ ni hisobga olsak

$$a = 0,85(u \pm 1) \sqrt[3]{\frac{E_{kel} T_2 K_{H\beta}}{[\sigma_H]^2 u^2 \psi_{bd}}} \quad (3.8)$$

(3.7) va (3.8) formulalari GOCT 21354-87ning ilovasida amaliy hisoblar uchun quyidagicha yoziladi

$$d_1 = K_d \sqrt[3]{\frac{T_1 K_{H\beta}}{[\sigma_H]^2 \psi_{bd}} \left(\frac{u \pm 1}{u} \right)} \quad (3.9)$$

$$a = K_a(u \pm 1) \sqrt[3]{\frac{T_2 K_{H\beta}}{[\sigma_H]^2 u^2 \psi_{ba}}} \quad (3.10)$$

Amaliyotda asosan (3.10) formuladan foydalaniladi.

G`ildirak enining o`qlararo masofaga nisbatan koeffisienti ψ_{ba} ning qiymatlari GOCT 2185-66 bo`yicha standartlashtirilgan bo`lib, uning qiymatlari quyidagicha:

0,10; 0,125; 0,16; 0,25; 0,315; 0,40; 0,50; 0,63; 0,80; 1,00; 1,25.

$K_{H\beta}$ -tishli g`ildiraklarni tayanchlarga nisbatan joylashuvini hisobga oluvchi koeffisientning qiymatlari 3.5- jadvalda keltirilgan.

3.5- jadval

Tishli g`ildiraklarning tayanchlarga nisbatan joylashuvi	Tish yuzalarining qattiqligi- HB	
	≤ 350	> 350
Simmetrik	1,00–1,15	1,05–1,25
Nosimmetrik	1,10–1,25	1,15–1,35
Konsol	1,20–1,35	1,25–1,45

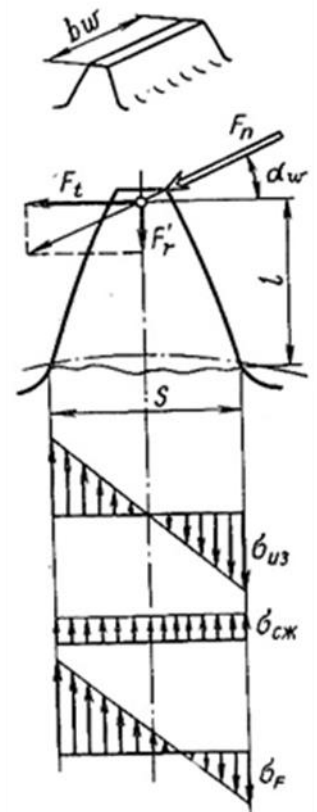
$\psi_{bd} = b/d_1 = 0,4$ – bo`lganda kichik qiymatlar qabul qilinadi: konsol joylashgan g`ildiraklar uchun, ψ_{bd} 0,6 gacha oshganida va nosimmetrik holat uchun, ψ_{bd} 0,8 gacha bo`lsa $K_{N\beta}$ uchun, jadvaldagi katta qiymatlar qabul qilinadi.

3. Silindrsimon to`g`ri tishli uzatmalarni eguvchi kuchlanish bo`yicha mustahkamlikka hisoblash.

Tish murakkab kuchlanish holatida bo`ladi (3.10-shakl). Eng katta eguvchi kuchlanish tish asosida evolventa qismini galtelga o` tish joyida hosil bo`ladi. Bu yerda kuchlanish to`planishi ham kuzatiladi.

Asosiy hisobiy ifodalarni iloji boricha oson keltirib chiqarish va asosiy parametrlarni tish mustahkamligiga ta'sirini hisobga olish maqsadida quyidagi mulohazalarga tayanib, birinchidan soddalashtirilgan hisobni ko`ramiz, ikkinchidan esa tegishli koeffisientlar yordamida tuzatishlar kiritamiz (12.6-shakl).

1. Butun yuklanish bir juft tish bilan uzatiladi va tish cho`qqisiga qo`yiladi. Amaliyotda bu holat 7, 8 va undan past aniqlik darajasida tayyorlangan g`ildiraklar uchun to`g`ri bo`ladi. Ularning tayyorlanish aniqligi ikki juftli ilashmani mavjud bo`lishini kafolatlay olmaydi. Masalan, tish qadamining xatoligi (12.3-shakl) natijasida tishlar ilashmaga cho`qqi qismi bilan ilashish chizig`iga chiqishdan oldin kira boshlaydi. Bunda nazariy ikki juftli ilashish o`rniga bir juftli ilashish bo`ladi.



3.10-шакл

2. Tish konsolli to'sin deb qaraladi. Bunda konsolli to'sin uchun tekis kesimlar gipotezasi yoki materiallar qarshiligi usullarini qo'llash mumkin bo'ladi. Aslida tish chiqiqqa o'xshash bo'lib, uning ko'ndalang kesim o'lchamlarini balandligi o'lchamlari bilan solishtirsa bo'ladi. Bunday elementlarda kuchlanishlarni aniq hisoblashni elastiklik nazariyasi usullari yordamida amalga oshirish mumkin. Aniq hisoblash natijalari soddalashtirilgan usul natijalarini to'g'rilash uchun kuchlanish to'planishining nazariy koeffisientini kiritish yo'li bilan amalga oshiriladi.

F_n kuchni ta'sir chizig'i bo'yicha tish simmetriya o'qiga ko'chiramiz va F_t , F_r tashkil etuvchilarga ajratamiz. Bunda F_t aylana kuchning qo'yilish radiusi boshlang'ich aylana radiusidan bir oz katta bo'ladi. Bu farqini hisobga olmaymiz. Asosiy aylananing vatariga yaqin xavfli kesimdagi eguvchi kuchlanish

$$\sigma_F = F_t l / W - F_r / A,$$

bu yerda $W = b_w S^2 / 6$ – egilishdagi kesim qarshilik momenti; $A = b_w S$ – kesim yuzasi; b_w, s va l 3.10-shaklda ko'rsatilgan.

Formuladagi «-» ishorasi hisobiy kuchlanish sifatida tishning cho'zilgan tomonidagi kuchlanish qabul qilinishini bildiradi.

l va s qiymatlari hisoblashlar uchun noqulay hisoblanadi. Turli modulli tishlarning geometrik o'xshashligini qo'llagan holda ushbu kattaliklar o'lchamsiz koeffisientlar orqali ifodalanadi:

$$l' = l / m \text{ va } s' = s / m,$$

bu yerda m – tishlar moduli.

Hisobiy koeffisientlarni o'rniga qo'yib va belgilashlar kiritgandan so'ng.

$$\sigma_F = \frac{F_t K_F}{b_w m} \left[\frac{6l'}{(s')^2} - \frac{tg\alpha_w}{s'} \right] K_\tau;$$

bu yerda K_F – hisobiy yuklanish koeffisienti; K_τ – kuchlanishlar konsentrasiyasining nazariy koeffisienti.

Tish shakli koeffisienti,

$$Y_F = \left[\frac{6l'}{(s')^2} - \frac{tg\alpha_w}{s'} \right] K_\tau \quad (3.11)$$

Ichki tishli g`ildiraklar uchun taxminan $Y_F = 3,5 \dots 4$ deb qabul qilish mumkin, katta qiymatlari z kichik qiymatga ega bo`lganda olinadi.

Bunda to`g`ri tishli uzatmalarni eguvchi kuchlanish bo`yicha hisoblash formulasi quyidagi ko`rinishda yoziladi:

$$\sigma_F = \frac{Y_F F_t K_F}{b_w m} \leq [\sigma_F] \quad (3.12)$$

(3.12) formuladagi eguvchi kuchlanish bo`yicha hisobiy yuklanish koeffisienti $K_F = K_{F\beta} K_{Fv}$ formula yordamida aniqlanadi, bu yerda $K_{F\beta}$ – tish uzunligi bo`ylab yuklanishni notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffisient bo`lib, uning qiymatlari quyida 3.6- jadvalda keltirilgan; K_{Fv} – dinamik koeffisient bo`lib, uning qiymatlari 3.7-jadvalda keltirilgan.

3.6- jadval

$\psi_{bd} = b/d_{w1}$	Tish ishchi yuzalarining qattiqligi							
	HB ≤ 350				HB > 350			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
0,2	1,00	1,04	1,18	1,10	1,03	1,05	1,35	1,20
0,4	1,03	1,07	1,37	1,21	1,07	1,10	1,70	1,45
0,6	1,05	1,12	1,62	1,40	1,09	1,18	-	1,72
0,8	1,08	1,17	-	1,59	1,13	1,28	-	-
1,0	1,10	1,23	-	-	1,20	1,40	-	-
1,2	1,13	1,30	-	-	1,30	1,53	-	-
1,4	1,10	1,38	-	-	1,40	-	-	-
1,6	1,25	1,45	-	-	-	-	-	-
1,8	1,32	1,53	-	-	-	-	-	-

Izoh. I- ustundagi ma'lumotlar tishli g`ildirak tayanchlarga nisbatan simmetrik joylashgan holat uchun taaluqli; II-nosimmetrik; III-vallari sharikli podshipnikka o`rnatilgan konsol holat uchun; IV-bu ham, vallar rolikli podshipniklarga o`rnatilgan holat uchun.

3.7- jadval

Aniqlik darajasi	Tish ishchi yuzalarining qattiqligi HB	Aylana tezlik v , m/s		
		3	3-8	8-12,5
6	≤ 350	1/1	1,2/1	1,3/1,1
	> 350	1/1	1,15/1	1,25/1
7	≤ 350	1,15/1	1,35/1	1,45/1,2
	> 350	1,15/1	1,25/1	1,35/1,1
8	≤ 350	1,25/1/1	1,45/1,3	—/1,4
	> 350	1,2/1,1	1,35/1,2	—/1,3

Izoh. K_{Fv} qiymatlari suratda to`g`ri va maxrajda qiya tishli uzatmalar uchun keltirilgan.

Eguvchi kuchlanish bo'yicha loyiha hisobi uchun (3.12) formula modul m ga nisbatan echiladi, bunda quyidagi almashtirishlar $b_w = \psi_m m$, $F_t = 2T_1/d_1$, $d_1 = z_1 m$ kiritiladi, hamda $K_{Fv} = 1,5$ qabul qilgach quyidagi formulani olamiz.

$$\sigma_F = \frac{2T_1 K_F Y_F}{z_1 \psi_m m^3}$$

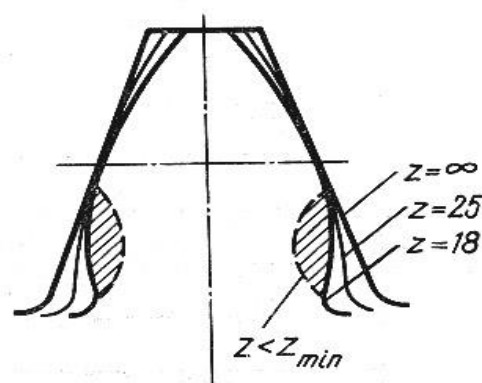
SHundan so'ng taxminan $K_{Fv} = 1,5$ qabul qilib, quyidagini olamiz

$$m = \sqrt[3]{\frac{3T_1 K_{F\beta} Y_F}{z_1 \psi_m [\sigma_F]}} \quad (3.13)$$

(3.13) formuladagi Y_F —koeffisienti o'lchovsiz koeffisient bo'lib, uning son qiymati faqat tish shakliga bog'liq. Tish shakli tish kesuvchi asbobning bir xildagi dastlabki chizig'ida tishlar soni z va asbobning siljish koeffisienti x ga bog'liq. Amaliy hisoblarda uning son qiymati quyida keltirilgan qator asosida olinadi.

z	17	20	25	30	40	50	60	70	80	100
Y_F	4,28	4,09	3,90	3,80	3,70	3,66	3,62	3,62	3,61	3,60

G'ildirak tishi sonini tish shakli va mustahkamligiga ta'siri. 3.11-shaklda doimiy modul va siljitishsiz kesilgan tishlar shaklining o'zgarishi tishlar soniga bog'liqligi ko'rsatilgan. G'ildirak $z \rightarrow \infty$ da reykaga aylanadi va tish to'g'ri chiziqli ko'rinish oladi, z kamayishi bilan tishning asosi va tepasidagi qalinligi kamayadi hamda evolventaviy profilning egriligi oshadi. SHaklning bunday o'zgarishi tish mustahkamligini kamayishiga olib keladi; z ning keyingi kamayishida tish oyog'ida qirqilish hosil bo'lib, (3.11-shaklda shtrix chiziq) tish mustahkamligi sezilarli kamayadi. Reykali turdagi kesuvchi asbob bilan kesganda to'g'ri tishli uzatmalar uchun qirqilish chegarasida tishlar soni $z_{min}=17$ bo'ladi.



3.11-шакл

Ko`rib chiqilgan holatda tishlar sonini mustahkamlikka ta'siri modul doimiy bo`lganda amalda bo`ladi, bunda z oshishi bilan g`ildirak diametri ham oshadi. O`zgaras diametrda z o`zgarishi bilan modul m ham o`zgaradi. Bunday holda z oshishi bilan tish shakli yaxshilandi, o`lchamlar esa kichrayali (m kamayadi). Modulni kamayishi egilishdagi tish mustahkamligini kamaytiradi.

4. Silindrsimon to`g`ri tishli uzatmani hisoblashga oid namuna

Masalaning qo`yilishi: Ikki pog`onali reduktor ikkinchi pog`onasi shesternyasi validagi burovchi moment $T_2 = 206,7$ Nm, aylanish chastotasi $n_2 = 291 \text{ min}^{-1}$, g`ildirak validagi burovchi moment $T_3 = 620$ Nm, uzatish soni $u = 3,15$, bo`lgan uzatma hisoblansin.

Masalaning echilishi:

Material tanlash va ruxsat etilgan kontakt kuchlanishni aniqlash.

2.1-jadvaldan material tanlaymiz: shesternya uchun 45JI po`lati, issiqlik ishlovi – normallangan, qattiqligi HB 180; g`ildirak uchun 40JI po`lati, issiqlik ishlovi – normallangan, qattiqligi 20 birlikka past – HB 160.

Ruxsat etilgan kontakt kuchlanishni aniqlaymiz:

$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{Hlimb} \cdot K_{HL}}{[S_H]}$$

bu yerda σ_{Hlimb} - bazaviy sikllar sonida, normal kuchlanish bo`yicha toliqish chegarasi. 2.2 jadvaldan tish yuzasi qattiqligi HB < 350 dan kichik, issiqlik ishlovi yaxshilangan yoki normallangan uglerodli po`latlar uchun

$$\sigma_{Hlimb} = 2 \cdot HB + 70;$$

K_{HL} - umrboqiylik koeffisienti; yuklanishning sikllar soni asosiydan katta bo`lganida, yani reduktorning uzoq muddat ishlatilishida $K_{HL} = 1$ deb qabul qilinadi; $[S_H]$ - xavfsizlik koeffisienti issiqlik ishlovi yaxshilangan normallangan hamda hajmiy toblangan po`latlar uchun $[S_H] = 1,1 \div 1,2$, tish yuzalari mustaxkamlanganda $[S_H] = 1,2 \div 1,3$ oralig`ida qabul qilinadi.

Endi g`ildirak tishlari uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanishni topamiz:

$$[\sigma_{H_2}] = \frac{(2 \cdot HB_2 + 70) \cdot K_{HL}}{[S_H]} = \frac{(2 \cdot 160 + 70) \cdot 1}{1,1} = 354,5 \text{ MPa}$$

Uzatmaning loyiha hisobi

$K_{H\beta}$ –gardish eni bo`ylab yuklanishning notekis taxsimlanishini hisobga oluvchi koeffisient bo`lib, uning son qiymati 3.5 –jadvaldan qabul qilinadi. G`ildiraklar tayanchlarga nisbatan nosimmetrik joylashganligi sababli $K_{H\beta} = 1,25$ ni qabul qilamiz.

Tish enining o`qlararo masofa koeffisienti ψ_{ba} to`g`ri tishli g`ildiraklar uchun $\psi_{ba} \leq 0,25$; qiya tishli g`ildiraklar uchun $\psi_{ba} = 0,25 \div 0,63$ gacha taklif etilgan, lekin taklif etilgan oraliqlardagi qiymat GOCT 2185-66 dan (49-betga qarang) tanlab olinadi.

Fikr mulohazaraga tayanib, standart qatordan tishli g`ildirak uchun $\psi_{ba} = 0,25$ qabul qilamiz.

O`qlararo masofa quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$a_w = K_a(u + 1)^3 \sqrt{\frac{T_3 K_{H\beta}}{[\sigma_H]^2 \cdot u^2 \cdot \psi_{ba}}}$$

bu yerda, K_a – yordamchi koeffisient bo`lib, uning son qiymati qiya tishli g`ildiraklar uchun $K_a = 43$, to`g`ri tishli g`ildiraklar uchun esa $K_a = 49,5$ taklif etilgan. Biz to`g`ri tishli g`ildirak uchun $K_a = 49,5$ qabul qilamiz:

$$a_w = 49,5(3,15 + 1)^3 \sqrt{\frac{620 \cdot 10^3 \cdot 1,25}{[354,5]^2 \cdot 3,15^2 \cdot 0,25}} = 278 \text{ mm}$$

Hisoblab topilgan o`qlararo masofaning son qiymati GOCT 2185-66 bo`yicha (42-betga qarang) standart qatorda berilgan son qiymatlar bilan solishtirilgach, ulardan eng yaqin kelganini tanlab olamiz.

Tanlangan qiymat iloji boricha 1-qatordan olinishi tavsiya etiladi: $a_w = 280$ mm qabul qilamiz.

Endi ilashmadagi normal modulni hisoblashga o`tamiz.

$$m_n = (0,01 \div 0,02) \cdot a_w = (0,01 \div 0,02) 280 = 2,8 \div 5,6 \text{ mm}$$

Bu hol uchun GOCT 9563-60* dan (42-betga qarang) $m_n = 4$ mm tanlab olinadi.

Uzatma uchun umumiy tishlar sonini quyidagicha hisoblanadi:

$$z_{\Sigma} = \frac{2a_w}{m_n} = \frac{2 \cdot 280}{4} = 140$$

Shu tariqa shesternya tishlari sonini:

$$z_3 = \frac{z_{\Sigma}}{u + 1} = \frac{140}{3,15 + 1} = 33,7 \quad z_3 = 34 \text{ qabul qilamiz.}$$

hamda g`ildirak tishlari sonini aniqlash mumkin.

$$z_4 = z_{\Sigma} - z_3 = 140 - 34 = 106 \quad z_4 = 106 \text{ qabul qilamiz.}$$

Shesternya va g`ildirakning asosiy o`lchamlari:

bo`luvchi aylana diametri

$$d_3 = m_n \cdot z_3 = 4 \cdot 34 = 136 \text{ mm}$$

$$d_4 = m_n \cdot z_4 = 4 \cdot 106 = 424 \text{ mm}$$

Tekshirish:

$$a_w = \frac{d_3 + d_4}{2} = \frac{136 + 424}{2} = 280 \text{ mm}$$

Tish ustidan o`tuvchi aylana diametri

$$d_{a_3} = d_3 + 2m_n = 136 + 2 \cdot 4 = 144 \text{ mm}$$

$$d_{a_4} = d_4 + 2m_n = 424 + 2 \cdot 4 = 432 \text{ mm}$$

Tish tubidan o`tuvchi aylanalar diametrini hisoblaymiz:

$$d_{f_3} = d_3 - 2,5m_n = 136 - 2,5 \cdot 4 = 126 \text{ mm}$$

$$d_{f_4} = d_4 - 2,5m_n = 424 - 2,5 \cdot 4 = 414 \text{ mm}$$

Bu yerda, $\psi_{va} = 0,25$ - to`g`ri tishli g`ildirak uchun

$$G`ildirak eni $b_4 = \psi_{va} \cdot a_w = 280 \cdot 0,25 = 70 \text{ mm}$$$

$$\text{Shesternya eni } b_3 = b_4 + (5 \div 10) = 70 + 6 = 76 \text{ mm}$$

Uzatmaning tekshiruv hisobi

Dastlab g`ildirakning aylana tezligi va uzatmaning aniqlik darajasini aniqlaymiz:

$$v = \frac{\omega_3 \cdot d_3}{2} = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_2}{60 \cdot 10^3} = \frac{3,14 \cdot 136 \cdot 291}{60000} = 2 \text{ m/s.}$$

bu yerda, d_3 -shesternyaning bo`luvchi aylanasi diametri;

n_2 -shu shesternya joylashgan valning aylanish chastotasi.

Aylana tezlik $\nu = 2 \text{ m/s}$, ekanligini nazarda tutib, quyidagi tavsiya asosida uzatmaning aniqlik darajasini topamiz.

ГОСТ 1643-81 da to'g'ri tishli g'ildirak uchun $\nu = 5 \text{ m/s}$ gacha bo'lsa, 8-aniqlik darajasi va $K_{Hv} = 1,05 \div 1,10$ gacha tavsiya etiladi. Shunga ko'ra to'g'ri tishli uzatma va $\nu = 2 \text{ m/s}$, bo'lganida 8 - aniqlik darajasi olinadi.

Shesternya enining diametr koeffisienti

$$\psi_{bd} = \frac{b_3}{d_3} = \frac{76}{136} = 0.56$$

Yuklanish koeffisienti

$$K_H = K_{H\beta} K_{H\alpha} K_{Hv}$$

3.2 jadvaldan $\psi_{bd} = 0,56$, qattqlik $HB < 350$ va nosimmetrik holat uchun $K_{H\beta} = 1.06$ ekanligi aniqlanadi.

3.3 jadvaldan $\nu = 2 \text{ m/s}$ va 8-aniqlik darajasi uchun $K_{H\alpha} = 1,09$ ekanligi aniqlanadi.

3.4 jadvaldan dinamik koeffisient K_{Hv} qiymatini qiya tishli g'ildirak uchun $\nu = 2 \text{ m/s}$ $HB \leq 350$ holat uchun $K_{Hv} = 1,05$ ekanligi aniqlanadi.

Shunday qilib, yuklanish koeffitsenti $K_H = 1,06 \cdot 1,09 \cdot 1,05 = 1,2$

Tish yuzalarini kontakt kuchlanishga tekshiramiz.

$$\sigma_H = \frac{310}{a_{wt}} \sqrt{\frac{T_3 \cdot K_H (u_t + 1)^3}{b_4 \cdot u_2^2}} \leq [\sigma_H],$$

$$\sigma_H = \frac{310}{280} \sqrt{\frac{620 \cdot 1,2 \cdot 10^3 (3,15 + 1)^3}{70 \cdot 3,15^2}} = 306 \text{ MPa}$$

Agar hisobiy kontakt kuchlanish $[\sigma_H]$ dan katta, ya'ni $\sigma_H > [\sigma_H]$ bo'lsa o'qituvchining tavsiyasiga ko'ra hisoblarga o'zgartirish kiritib $\sigma_H < [\sigma_H]$ shart qanoatlantiriladi.

Ilashmaga ta'sir etuvchi kuchlar: aylana kuch

$$F_{tT} = \frac{2T_2}{d_3} = \frac{2 \cdot 206,7 \cdot 10^3}{136} = 3040 \text{ N.}$$

bu yerda, $T_2 = 206,7 \text{ Nm}$ - shesternya valining burovchi momenti, $d_3 = 136 \text{ mm}$ - shesternyaning bo'lovchi aylana diametri.

radial kuch

$$F_r = F_t \operatorname{tg} \alpha = 3040 \cdot 0,3640 = 1106 \text{ N.}$$

Ilashma tishlarini eguvchi kuchlanishga tekshirish uchun eguvchi kuchlanish bo'yicha yuklanish koeffisientini aniqlaymiz

$$K_F = K_{F\beta} K_{Fv}$$

3.6 jadvaldan $\psi_{bd} = 0,56$ qattqlik $\text{HB} \leq 350$ va nosimmetrik holat uchun

$$K_{F\beta} = 1,11 \text{ ekanligi aniqlanadi.}$$

3.7 jadvaldan 8-aniqlik darajasi, $\text{HB} \leq 350$, $v = 0,7 \text{ m/s}$ bo'lganda to'g'ri tish uchun $K_{Fv} = 1,25$ ekani aniqlanadi. Shunday qilib, eguvchi kuchlanish bo'yicha yuklanish koeffisienti

$$K_F = 1,11 \cdot 1,25 = 1,4 \text{ ga teng.}$$

Tish shakli koeffisienti Y_F qiymatini tishlar soniga mos ravishda (53-betga qarang) aniqlaymiz.

$$\text{Shesternya uchun } z_3 = 34 \quad Y_{F_3} = 3,75;$$

$$\text{G'ildirak uchun } z_4 = 106 \quad Y_{F_4} = 3,6.$$

Eguvchi kuchlanishning ruxsat etilgan qiymatini quyidagicha aniqlaymiz:

$$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{\text{Flimb}}^0}{[S_F]}$$

2.3-jadvaldan σ_{Flimb}^0 -bazaviy siklar soni bo'yicha egilishiga chidamlilik chegarasi, po'latining yaxshilangan turi va $\text{HB} \leq 350$ bo'lganida $\sigma_{\text{Flimb}}^0 = 1,8 \text{ HB}$

$[S_F]$ -xavfsizlik koeffisienti bo'lib, u $[S_F] = [S_F]' \cdot [S_F]''$ ga teng. 2.3-

jadvaldan $[S_F]' = 1,75$ bo'lib, u tishli g'ildirak materiali xossalarini

o'zgaruvchanligini hisobga oladi. $[S_F]''$ - tishli g'ildirak zagatovkasini olinish

usulini hisobga oluvchi koeffisient bolg'algan va shtamplangan zagatovka uchun

$[S_F]'' = 1,0$, prokat uchun $[S_F] = 1,15$ quyma zagatovka uchun $[S_F]'' = 1,3$ ga teng.

Bizning misolimiz uchun $[S_F]'' = 1$; $[S_F] = 1,75$

Shunday qilib, shesternya uchun $\sigma_{Flimb}^0 = 1,8 \cdot 180 = 324$ MPa va g`ildirak uchun esa $\sigma_{Flimb} = 1,8 \cdot 160 = 288$ MPa ga teng.

Ruxsat etilgan kuchlanish:

$$\text{shesternya uchun } \sigma_{F_3} = \frac{324}{1,75} = 185 \text{ MPa};$$

$$\text{g`ildirak uchun } \sigma_{F_4} = \frac{288}{1,75} = 164,6 \text{ MPa}.$$

Endi $\frac{[\sigma_F]}{Y_F}$ nisbatni hisoblash mumkin:

$$\text{shesternya uchun } \frac{[\sigma_{F_3}]}{Y_{F_3}} = \frac{185}{3,75} = 49 \text{ MPa};$$

$$\text{g`ildirak uchun } \frac{[\sigma_{F_4}]}{Y_{F_4}} = \frac{164,6}{3,6} = 45,7 \text{ MPa}.$$

Hisoblangan nisbatdan ko`rinib turibdiki, natija g`ildirakda kichik bo`lib chiqdi, shuning uchun g`ildirak tishlarini eguvchi kuchlanishga tekshirish lozim.

Odatda, g`ildirak tishlari quyidagi formula yordamida eguvchi kuchlanishga tekshiriladi:

$$\sigma_F = \frac{F_t \cdot K_F \cdot Y_F}{b_4 \cdot m_n} \leq [\sigma_F]$$

$$\sigma_F = \frac{3040 \cdot 1,4 \cdot 3,6}{70 \cdot 4} = 55 \text{ MPa}.$$

Mustahkamlik sharti $\sigma_F < [\sigma_F]$ bajarildi bordi-yu, agar bu shart bajarilmasa, u holda o`qituvchining tavsiyasiga binoan hisobga o`zgartirishlar kiritish lozim.

3.6-§. Silindrsimon qiya va shevron tishli uzatmalarni

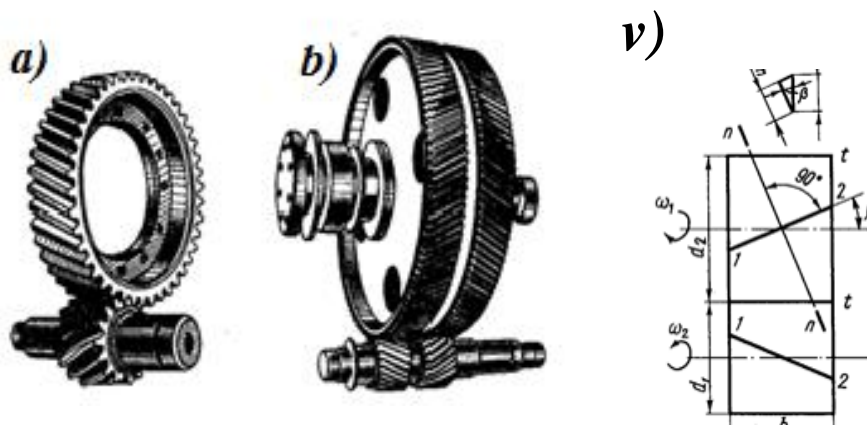
hisoblashning o`ziga xosligi

To`g`ri va qiya tishli silindrik uzatmalarni mustahkamlikka hisoblash ГОСТ 21354-87 da standartlashtirilgan. “Mashina detallari” fanida bu hisobning asoslari ko`rib chiqiladi. Bunda amaliyotda ko`p qo`llaniladigan hisoblarning natijalariga kam ta'sir etadigan ba'zi soddalashtirishlar kiritilgan.

Qiya tishli g`ildiraklar tishlari bo`luvchi silindr bo`yicha emas, balki biror β burchak ostida joylashadi (3.12 a b va v-shakllar). G`ildiraklar o`qi paralel holatda

bo`ladi. Qiya tishlarni qirqish uchun to`g`ri tishlarni qirqishdagi boshlang`ich konturli asbob qo`llaniladi. Shuning uchun qiya tish profili $n-n$ normal kesimda to`g`ri tish profili bilan ustma-ust tushadi. Ushbu kesimda modul standart bo`lishi kerak.

Yonbosh $t-t$ kesimda qiya tish parametrlari β burchakka bog`liq holda o`zgaradi:



3.12-ШАКЛ

$$\text{aylana qadam } P_t = P_n / \cos\beta,$$

$$\text{aylana modul } m_t = m_n / \cos\beta,$$

$$\text{bo`luvchi diametr } d = m_t z = m_n z / \cos\beta,$$

$$\text{tish ustidan o`tuvchi aylanalar diametri } d_a = d_1 + 2m,$$

$$\text{tish tubidan o`tuvchi aylanalar diametri } d_f = d_1 - 2,5m.$$

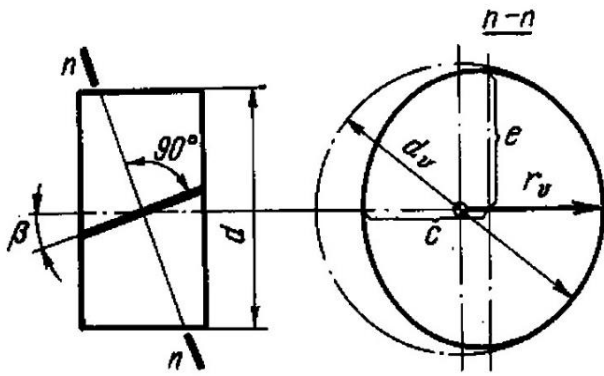
Bunda n va t indekslar orqali normal va yon kesimdagi parametrlar ifodalanadi.

O`z-o`zidan ravshanki, tishning mustahkamligi uning o`lchami va normal kesimidagi shakliga bog`liq. Qiya tishning normal kesimidagi shaklini ekvivalent to`g`ri tishli g`ildirak parametrlari orqali aniqlash qabul qilingan (3.13-shakl).

Tishlarga normal kesimda $s = r$ va $e = r / \cos\beta$ ga teng; bu yyerda $r = d/2$ yarim o`qli ellips hosil bo`ladi. Ilashishda ellipsning kichik o`qida joylashgan tishlar ishtirok etadi, negaki ikkinchi g`ildirak $c = d/2$ masofada bo`ladi. Ellipsning kichik o`qdagi egrilik radiusi $r_v = e^2 / c = r / \cos^2\beta$.

Bunga mos ravishda normal kesimdagi qiya tish shakli, to`g`ri tishli g`ildirakka ekvivalent diametr $d_v = d / \cos^2\beta$ va tishlar soni

$z_v = m_t z / (m_t \cos^3 \beta)$, yoki $z_v = z / \cos^3 \beta$ bilan topiladi.



3.13-ШАКЛ

Ekvivalent kattaliklar d_v va z_v qiymatlarning β – burchak qiymatiga to'g'ri proporsionalligi albatta, qiya tishli uzatmaning mustahkamligi ortishiga olib keladi.

1. Silindrsimon qiya tishli uzatma tishlariga ta'sir etuvchi kuchlar

Silindrik qiya tishli uzatmadagi kuchlar F_n normal kuchi uchta F_t , F_r va F_a tashkil etuvchilarga ajratiladi (3.14-shakl):

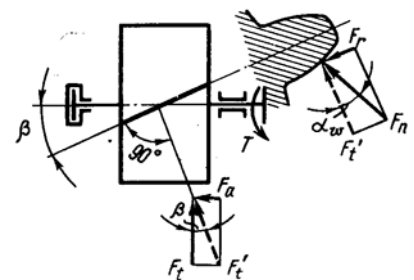
aylana kuch $F_t = 2T_1/d_1$,

radial kuch $F_r = F_t \operatorname{tg} \alpha_w / \cos \beta$,

o'q bo'yicha yo'nalgan kuch $F_a = F_t \cdot \operatorname{tg} \beta$,

o'z navbatida normal kuch

$$F_n = F_t / (\cos \alpha_w \cos \beta)$$



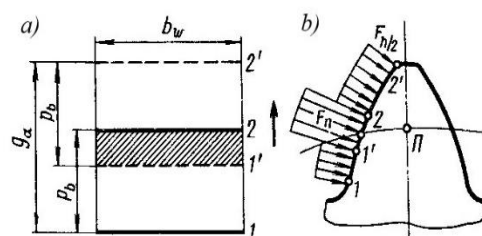
3.14-ШАКЛ

Vallarda qo'shimcha yuklovchi o'q bo'ylab yo'nalgan kuchlarning mavjudligi qiya tishli uzatmalarning kamchiligi hisoblanadi. Bu kamchilikni qarama-qarshi yo'nalishga ega bo'lgan ikkilangan qiya tishli yoki shevron tishli uzatmalar qo'llash orqali bartaraf etish mumkin. Bunda o'q bo'ylab yo'nalgan kuch tishli g'ildiraklarning o'zida muvozanatlashadi. Bu esa o'z navbatida tayanchlarda arzon va keng tarqalgan radial podshipniklarni qo'llash imkoniyatini yaratadi.

Uzatmaning qoplanish koeffisienti. G'ildiraklar aylanganda tishlarning tutashuv chizig'i ilashish hududida siljiydi, uning bir tomoni ilashishning faol chizig'i uzunligi g_a ga, boshqasi esa tishli gardish ishchi eniga b_w teng bo'ladi (3.15-shakl, a).

Agar birinchi tishlar juftining tutashuv chizig'i 1 ilashish hududining boshida joylashgan bo'lsa, $p_b < g_a$ bo'lganda ilashish hududida yana ikkinchi tishlar jufti

2 joylashadi. G'ildirakning aylanishida 1 va 2 ilashish chiziqlari strelka bilan ko'rsatilgan yo'nalishda siljiydi. Ikkinchi juft 2' hudud chegarasiga kelganda, birinchi juft 1' holatni egallaydi. 1'...2 oraliq (uchastka)dagi keyingi harakatlarda faqatgina bir juft tishlar ilashadi. Bir juftli ilashish birinchi juft 1 toki 2 holatga etguncha davom etadi. Bu vaqtda keyingi tishlar jufti ilashishga kiradi va yana ikki juftlik ilashish boshlanadi.



3.15-ШАКЛ

Ilashish hududidan tish shakliga o'tishda (3.15-shakl, b) shuni takidlash kerakki, bir juftlik ilashish zonasi 1'...2 tish o'rtasida yoki ilashish qutbida joylashadi. Bir juftlik ilashish zonasida tish F_n yuklamani to'liq uzatadi, ikki juftlik ilashish zonasida esa faqat yuklamaning yarmini uzatadi. Bir juftli ilashish zonasi o'lchamlari yonbosh qoplanish koeffisientining qiymatiga bog'liq bo'ladi, ya'ni:

$$\varepsilon_\alpha = \frac{g_\alpha}{P_b}$$

Ilashishning uzluksizlik sharti va uzatma harakatining ravonligi bo'yicha $\varepsilon_\alpha > 1$ bo'lishi kerak. Flankirlanmagan, siljitishsiz tayyorlangan uzatmalar uchun

$$\varepsilon_\alpha = [1,88 - 3,2(1/z_1 \pm 1/z_2)] \cos\beta.$$

Bu yyerda “+” ishorasi tashqi, “-” ishorasi ichki ilashmalarga tegishlidir. To'g'ri tishli uzatmalar uchun $\varepsilon_\alpha \geq 1,2$, qiya tishli uzatmalar uchun $\varepsilon_\alpha \geq 1$ taklif etiladi.

2. Silindrsimon qiya tishli uzatmalarni kontakt kuchlanish bo'yicha mustahkamlikka hisoblash

Qiya tishli uzatmalar uchun solishtirma yuklama:

$$q = \frac{F_n K_H K_{H\alpha}}{l_\Sigma} = \frac{F_t K_H K_{H\alpha}}{b_w \varepsilon_\alpha \cos\alpha}$$

bu yyerda $K_{H\alpha}$ — bir vaqtda ilashishda bo'lgan tishlar juftligi orasida yuklamaning notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffisient.

To`g`ri tishli g`ildirakka o`xshashligi bo`yicha (14.3) formuladagi d_{w1} ni ekvivalent g`ildirak diametri d_{v1} orqali ifodalaymiz, ya`ni:

$$\frac{1}{\rho_{kel}} = \frac{2\cos^2\beta}{d_{w1}\sin\alpha_w} \left(\frac{u \pm 1}{u} \right).$$

Qiya va to`g`ri tishli g`ildiraklar uchun $\frac{q}{\rho_{kel}}$ munosabat

$$\left. \begin{aligned} \left(\frac{q}{\rho_{kel}} \right)_{qiya} &= \left(\frac{q}{\rho_{kel}} \right)_{to'g'ri} \frac{K_{H\alpha}\cos^2\beta}{\varepsilon_\alpha} \\ &\text{yoki} \\ (\sigma_H)_{qiya} &= (\sigma_H)_{to'g'ri} \sqrt{\frac{K_{H\alpha}\cos^2\beta}{\varepsilon_\alpha}} \end{aligned} \right\} \quad (3.14)$$

ga tengdir.

Qiya tishli uzatmaning kontakt kuchlanish bo`yicha mustahkamligini oshishi koefisientini $Z_{H\beta} = \sqrt{K_{H\alpha}\cos^2\beta/\varepsilon_\alpha}$ deb belgilab, (3.6) formulaga mos ravishda qiya tishli uzatmalar uchun

$$\sigma_H = 1,18Z_{H\beta} \sqrt{\frac{E_{kel}T_1K_H}{d_{w1}^2b_w\sin 2\alpha_w} \left(\frac{u \pm 1}{u} \right)} \leq [\sigma_H] \quad (3.15)$$

munosabatni olamiz.

Loyiha hisobida β va ε_α , aylana tezlik va aniqlik darajasi qiymatlari hali noma`lum. SHuning uchun $Z_{H\beta}$ ning qiymati dastlab taxminan baholanadi: $\beta = 12^\circ$, $\varepsilon_\alpha = 1,5$ va $K_{H\alpha} = 1,1$ o`rtacha qiymatlarida $Z_{H\beta} \approx 0,85$ ga teng bo`ladi.

Loyiha formulalari (3.7) va (3.8) larning son koefisientlarini $\sqrt[3]{Z_{H\beta}^2}$ ga ko`paytirib, qiya tishli uzatmalar uchun quyidagi ifodalarni yozamiz:

$$d_1 \approx 1,2 \sqrt[3]{\frac{E_{kel}T_1K_{H\beta}}{[\sigma_H]^2\psi_{bd}} \left(\frac{u \pm 1}{u} \right)} \quad (3.16)$$

$$a \approx 0,75(u \pm 1) \sqrt[3]{\frac{E_{kel}T_2K_{H\beta}}{[\sigma_H]^2u^2\psi_{ba}}} \quad (3.17)$$

Amaliy hisoblar uchun (3.15) va (3.17) formulalari quyidagi ko`rinishga keltirilgan: qiya tishli uzatma uchun

$$\sigma_H = \frac{270}{a_{wt}} \sqrt{\frac{T_3 \cdot K_H (u + 1)^3}{b_4 \cdot u_2^2}}.$$

To`g`ri tishli uzatma uchun

$$\sigma_H = \frac{310}{a_{wt}} \sqrt{\frac{T_3 \cdot K_H (u + 1)^3}{b_4 \cdot u_2^2}} \leq [\sigma_H].$$

3. Silindrsimon qiya tishli uzatmalarni eguvchi kuchlanish bo`yicha mustahkamlikka hisoblash

Qiya tishli uzatmalarni mustahkamlikka hisoblash to`g`ri tishli uzatmalar hisobiga o`xshash, lekin qiya tishli uzatmalarning mustahkamligi yuqoriligini inobatga olib, hisoblash jarayoni amalga oshiriladi. Bunda (3.12) va (3.13) formulalarni qiya tishli uzatmalar uchun quyidagi ko`rinishda yozamiz: tekshiruv hisobi uchun

$$\sigma_F = \frac{Y_F Y_{F\beta} F_t K_F}{b_w m_n} \leq [\sigma_F], \quad (3.18)$$

loyiha hisobi uchun (taxminan $K_{Fv} \approx 1$ deb qabul qilinadi)

$$m = \sqrt[3]{\frac{2T_1 K_{F\beta} Y_F Y_{F\beta}}{z_1 \psi_m [\sigma_F]}}, \quad (3.19)$$

bu yerda $Y_{F\beta} = K_{F\alpha} Y_\beta / \varepsilon_\alpha$ - eguvchi kuchlanish bo`yicha qiya tishli uzatmalar mustahkamligini oshiruvchi koeffisient. Qoplash koeffisienti ε_α ko`p juftli ilashmalarda hisobiy yuklamani tishlarga ta`siri kamayishini hisobga oladi. $K_{F\alpha}$ - bir vaqtda ilashuvchi tishlar juftligiga yuklamaning noteks taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffisient. $Y_\beta = \beta^\circ / 140$ - kontakt chizig`ining tish asosiga nishabligi natijasida egilishga bo`lgan mustahkamlikni oshishi va yuklanish notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffisient.

Amaliy hisoblar uchun (3.18) formulasi quyidagi ko`rinishga keltirilgan

$$\sigma_F = \frac{F_t \cdot K_F \cdot Y_F \cdot Y_\beta \cdot K_{F\alpha}}{b_2 \cdot m} \leq [\sigma_F].$$

4. Silindrsimon qiya tishli uzatmalarni hisoblashga oid namuna

Masalaning qo`yilishi: Ikki pog`onali reduktor ikkinchi pog`onasi shesternyasi validagi burovchi moment $T_2 = 253,5$ Nm, aylanish chastotasi $n_2 = 240$ min⁻¹, g`ildirak validagi burovchi moment $T_3 = 955$ Nm, uzatish soni $u_2 = 4$ bo`lgan uzatma hisoblansin.

Masalaning echilishi:

Material tanlash va ruxsat etilgan kontakt kuchlanishni aniqlash talab etiladi.

2.1 jadvaldan material tanlaymiz: shesternya uchun 40XH po`lati, issiqlik ishlovi – yaxshilangan, qattiqligi HB 280; g`ildirak uchun esa 40XH po`lati, issiqlik ishlovi – yaxshilangan, qattiqligi shesternyanikidan 30 birlikka kichik, ya`ni HB 250 ga teng.

Dastlab, ruxsat etilgan kontakt kuchlanish aniqlanadi:

$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{Hlimb} \cdot K_{HL}}{[S_H]},$$

bu yerda σ_{Hlimb} -bazaviy sikllar sonida, normal kuchlanish bo`yicha toliqish chegarasi. 2.2 jadvaldan tish yuzasi qattiqligi HB<350 dan kichik, issiqlik ishlovi yaxshilangan yoki normallangan uglerodli po`latlar uchun

$$\sigma_{Hlimb} = 2 \cdot HB + 70;$$

K_{HL} - umrboqiylik koeffisienti; yuklanishning sikllari soni asosiydan katta, ya`ni reduktorning uzoq muddat ishlatilishida $K_{HL} = 1$ deb qabul qilinadi; $[S_H]$ - xavfsizlik koeffisienti bo`lib, u issiqlik ishlovi yaxshilangan, normallangan hamda hajmiy toblangan po`latlar uchun $[S_H] = 1,1 \div 1,2$; tishlar yuzasi mustahkamlanganda $[S_H] = 1,2 \div 1,3$ oralig`ida qabul qilinadi.

Shesternya tishlari uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanish:

$$[\sigma_{H_3}] = \frac{(2 \cdot HB + 70) \cdot K_{HL}}{[S_H]} = \frac{(2 \cdot 280 + 70) \cdot 1}{1,2} = 525 \text{ MPa.}$$

G`ildirak tishlari uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanish

$$[\sigma_{H_4}] = \frac{(2 \cdot HB + 70) \cdot K_{HL}}{[S_H]} = \frac{(2 \cdot 250 + 70) \cdot 1}{1,2} = 475 \text{ Mpa.}$$

Qiya tishli uzatma uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanish

$$[\sigma_H] = 0,45 \cdot ([\sigma_{H_3}] + [\sigma_{H_4}]) = 0,45 \cdot (525 + 475) = 450 \text{ MPa.}$$

Talab qilingan shart $[\sigma_H] \leq 1,23 \cdot [\sigma_{H_4}]$ bajarildi.

Uzatmaning loyiha hisobi

$K_{H\beta}$ –gardish eni bo`ylab yuklanishning notekis taxsimlanishini hisobga oluvchi koeffisient bo`lib, uning son qiymati 3.5 – jadvaldan qabul qilinadi. G`ildiraklar tayanchlarga nisbatan nosimmetrik joylashgan va uzatmadagi kuchlar ta'sirida etaklanuvchi valda qo`shimcha egilishlar xosil bo`lib, tishlar kontaktini yomonlashtiradi. Shuning uchun $K_{H\beta} = 1,25$ qabul qilamiz.

Tish enining o`qlararo masofa koeffisienti ψ_{ba} to`g`ri tishli g`ildiraklar uchun $\psi_{ba} \leq 0,25$; qiya tishli g`ildiraklar uchun $\psi_{ba} = 0,25 \div 0,63$ gacha taklif etilgan, lekin taklif etilgan oraliqlardagi qiymat GOCT 2185-66 dan (49-betga qarang) qiya tishli g`ildirak uchun $\psi_{ba} = 0,25$ qabul qilamiz.

O`qlararo masofa quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$a_w = K_a(u + 1) \sqrt[3]{\frac{T_3 K_{H\beta}}{[\sigma_H]^2 \cdot u^2 \cdot \psi_{ba}'}}$$

bu yerda, K_a – yordamchi koeffisient bo`lib, uning son qiymati qiya tishli g`ildiraklar uchun $K_a = 43$, to`g`ri tishli g`ildiraklar uchun $K_a = 49,5$ taklif etilgan. Biz qiya tishli g`ildirak uchun $K_a = 43$ qabul qilamiz.

$$a_w = 43(4 + 1) \sqrt[3]{\frac{955 \cdot 10^3 \cdot 1.25}{[450]^2 \cdot 4^2 \cdot 0.25}} = 245 \text{ mm}$$

Hisoblab topilgan o`qlararo masofaning son qiymatini GOCT 2185-66 da (42-betga qarang) berilgan son qiymatlar bilan solishtirib, eng yaqin kelganini tanlab olamiz.

Tanlangan qiymat iloji boricha 1-qatordan olinishi tavsiya etiladi. $a_w = 250$ mm qabul qilamiz.

Ilashmadagi normal modulni hisoblaymiz.

$$m_n = (0,01 \div 0,02) \cdot a_{w_t} = (0,01 \div 0,02) 250 = 2,5 \div 5 \text{ mm}$$

ГОСТ 9563-60* standart qatoridan (42-betga qarang) $m_n = 4$ mm tanlab olamiz.

Shesternya tishlari sonini hisoblaymiz.

$$z_3 = \frac{2a_{w_c} \cdot \cos\beta}{(u+1) \cdot m_n} = \frac{2 \cdot 250 \cdot 0,9848}{(4+1) \cdot 4} = 24,62,$$

$z_3 = 24$ qabul qilamiz.

G`ildirak tishlari sonini hisoblaymiz

$$z_4 = z_3 \cdot u_1 = 24 \cdot 4 = 96 \quad z_4 = 96 \text{ qabul qilamiz.}$$

Qiyalik burchagining aniqlangan qiymati

$$\cos\beta = \frac{(z_1 + z_2) \cdot m_n}{2a_w} = \frac{(24 + 96) \cdot 4}{2 \cdot 250} = 0,96.$$

Bradis jadvalidan $\cos\beta = 0,9600$ bo`lganda $\beta = 16^\circ 16'$ bo`ladi va $\beta = 8^\circ \div 20^\circ$ shart qanoatlantirildi.

Shesternya va g`ildirakning asosiy o`lchamlari:

bo`luvchi aylanalar diametri:

$$d_3 = \frac{m_n}{\cos\beta} \cdot z_1 = \frac{4}{0,96} \cdot 24 = 100 \text{ mm};$$

$$d_4 = \frac{m_n}{\cos\beta} \cdot z_2 = \frac{4}{0,96} \cdot 96 = 400 \text{ mm}.$$

Tekshirish:

$$a_w = \frac{d_3 + d_4}{2} = \frac{100 + 400}{2} = 250 \text{ mm}.$$

Tish ustidan o`tuvchi aylana diametri:

$$d_{a_3} = d_3 + 2m_n = 100 + 2 \cdot 4 = 108 \text{ mm};$$

$$d_{a_4} = d_4 + 2m_n = 400 + 2 \cdot 4 = 408 \text{ mm};$$

tish tubidan o`tuvchi aylanalar diametri:

$$d_{f_3} = d_3 - 2,5m_n = 100 - 2,5 \cdot 4 = 90 \text{ mm};$$

$$d_{f_4} = d_4 - 2.5m_n = 400 - 2,5 \cdot 4 = 390 \text{ mm};$$

$$\text{g`ildirak eni } b_4 = \psi_{ba} \cdot a_w = 250 \cdot 0,25 = 62.5 \text{ mm};$$

$$\text{shesternya eni } b_3 = b_4 + (5 \div 10) = 62.5 + 5,5 = 68 \text{ mm}.$$

Uzatmaning tekshiruv hisobi

Dastlab g`ildirakning aylana tezligi topiladi:

$$v = \frac{\omega_2 \cdot d_3}{2} = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_2}{60 \cdot 10^3} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 240}{60000} = 1,3 \text{ m/s}.$$

bu yerda, d_3 -shesternyaning bo`luvchi aylanasi diametri va n_3 -shu shesternyaning joylashagan valining aylanish chastotasi.

Aylana tezlik $v = 1,3 \text{ m/s}$ ga ko`ra quyidagi tavsiya asosida uzatmaning aniqlik darajasini topamiz. GOCT 1643-81 da to`g`ri tishli g`ildirak uchun $v = 5 \text{ m/s}$ gacha bo`lsa, 8-aniqlik darajasi va $K_{Hv} = 1,05 \div 1,10$ gacha tavsiya etiladi.

Qiya tishli uzatma uchun $v = 10 \text{ m/s}$ gacha 8-aniqlik darajasi $K_{Hv} = 0,05 \div 1,10$, $v = 10 \div 20 \text{ m/s}$ gacha 7- aniqlik darajasi $K_{Hv} = 0,05 \div 1,10$ gacha tavsiya etilgan. Shunga ko`ra qiya tishli uzatma va $v = 1,3 \text{ m/s}$ bo`lganida 8 - aniqlik darajasi olinadi.

Shesternya enining diametr koeffisienti:

$$\psi_{bd} = \frac{b_3}{d_3} = \frac{68}{100} = 0,68.$$

Yuklanish koeffisienti

$$K_H = K_{H\beta} K_{H\alpha} K_{Hv}.$$

3.2 jadvaldan $\psi_{bd} = 0,68$, qattqlik $HB < 350$ va nosimmetrik holat uchun $K_{H\beta} = 1,07$ ekanligi aniqlanadi.

3.3 jadvaldan $v = 1,3 \text{ m/s}$ va 8-aniqlik darajasi uchun, $K_{H\alpha} = 1,09$ ekanligi aniqlanadi.

3.4 jadvaldan qiya tishli g`ildirak uchun $v = 1,3 \text{ m/s}$, $HB \leq 350$ bo`lganda dinamik koeffisient $K_{Hv} = 1$ ekanligi aniqlanadi.

Shunday qilib, yuklanish koeffitsenti $K_H = 1,07 \cdot 1,09 \cdot 1 = 1,2$.

Tish yuzalarini kontakt kuchlanishga tekshiramiz

$$\sigma_H = \frac{270}{a_{wt}} \sqrt{\frac{T_3 \cdot K_H (u_t + 1)^3}{b_4 \cdot u_2^2}} = \frac{270}{250} \sqrt{\frac{955 \cdot 1,2 \cdot 10^3 (4 + 1)^3}{62,5 \cdot 4^2}} = 409 \text{ MPa.}$$

Agar hisobiy kontakt kuchlanish $[\sigma_H]$ dan katta, ya'ni $\sigma_H > [\sigma_H]$ bo'lsa o'qituvchining tavsiyasiga ko'ra hisoblarga o'zgartirish kiritib $\sigma_H < [\sigma_H]$ shart qanoatlantiriladi.

Ilashmada qatnashuvchi kuchlar: aylana kuch

$$F_{tT} = \frac{2T_2}{d_3} = \frac{2 \cdot 253,5 \cdot 10^3}{100} = 5070 \text{ H}$$

bu yerda, $T_2 = 253,5 \text{ Nm}$ - shesternya validagi burovchi moment,
 $d_3 = 100 \text{ mm}$ - shesternyaning bo'lovchi aylana diametri.

Radial kuch

$$F_{rc} = F_t \frac{\text{tg}\alpha}{\cos\beta} = 5070 \frac{0,3640}{0,96} = 1922 \text{ N};$$

o'q bo'ylab yo'nalgan kuch

$$F_{ac} = F_{t_t} \cdot \text{tg}\beta = 5070 \cdot 0,2918 = 1479 \text{ N.}$$

Ilashma tishlarini eguvchi kuchlanishga tekshirish uchun eguvchi kuchlanish bo'yicha yuklanish koeffisientini aniqlaymiz:

$$K_F = K_{F\beta} K_{Hv}$$

3.6 jadvaldan $\psi_{bd} = 0,68$ qattqlik $HB \leq 350$ va nosimmetrik holat uchun $K_{F\beta} = 1,15$ ekanligi aniqlanadi.

3.7 jadvaldan K_{Hv} -son qiymatini 8-aniqlik darajasi $HB \leq 350$ $v = 1,3 \text{ m/s}$, qiya tish uchun aniqlaymiz. $K_{Hv} = 1,1$ ekanligi aniqlanadi. Shunday qilib eguvchi kuchlanish bo'yicha yuklanish koeffisienti

$$K_F = 1,15 \cdot 1,1 = 1,3$$

Tish shakli koeffisienti qiymatini ekvivalent tishlar soniga mos ravishda taklif etilgan standart qatordan (53-betga qarang) tanlaymiz:

shesternya uchun

$$z_{v3} = \frac{z_3}{\cos^3\beta} = \frac{24}{0,8847} \approx 27, \quad Y_{F3} = 3,86;$$

g`ildirak uchun

$$z_{v_3} = \frac{z_4}{\cos^3 \beta} = \frac{96}{0,8847} \approx 108, \quad Y_{F_4} = 3,6;$$

Eguvchi kuchlanishning ruxsat etilgan qiymatini aniqlaymiz

$$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{Flimb}^0}{[S_F]}.$$

2.3-jadvaldan σ_{Flimb}^0 -bazaviy siklar soni bo`yicha egilishiga chidamlilik chegarasi po`latining yaxshilangan turi va $HB \leq 350$ bo`lganida

$$\sigma_{Flimb}^0 = 1,8 \cdot HB.$$

$[S_F]$ -xavfsizlik koeffisienti bo`lib, u $[S_F] = [S_F]' \cdot [S_F]''$ ga teng. 2.3-jadvaldan $[S_F]' = 1,75$ bo`lib, u tishli g`ildirak materiali xossalari o`zgaruvchanligini hisobga oladi. $[S_F]''$ - tishli g`ildirak zagatovkasini olinish usulini hisobga oluvchi koeffisient, bolg`alangan va shtamplangan zagatovka uchun $[S_F]'' = 1,0$, prokat uchun $[S_F]'' = 1,15$ quyma zagatovka uchun $[S_F]'' = 1,3$ ga teng. Bizning misolimiz uchun esa $[S_F]'' = 1$; $[S_F] = 1,75$.

Shunday qilib, shesternya uchun $\sigma_{Flimb}^0 = 1,8 \cdot 280 = 504$ MPa;

g`ildirak uchun, $\sigma_{Flimb} = 1,8 \cdot 250 = 450$ MPa.

Ruxsat etilgan kuchlanish:

$$\text{shesternya uchun } \sigma_{F_1} = \frac{504}{1,75} = 288 \text{ MPa};$$

$$\text{g`ildirak uchun } \sigma_{F_2} = \frac{450}{1,75} = 257 \text{ MPa}.$$

Endi $\frac{[\sigma_F]}{Y_F}$ nisbatni hisoblaymiz:

$$\text{shesternya uchun } \frac{[\sigma_{F_1}]}{Y_{F_1}} = \frac{288}{3,86} = 74,6 \text{ MPa};$$

$$\text{g`ildirak uchun } \frac{[\sigma_{F_2}]}{Y_{F_2}} = \frac{257}{3,6} = 71,4 \text{ MPa}.$$

Hisoblangan nisbatga ko`ra olingan natija shesternyada kichik bo`lib chiqdi, shuning uchun shesternya tishlarini eguvchi kuchlanishga tekshiramiz.

Y_β -koeffisientini hisoblaymiz. Aslida, bu koeffisient to'g'ri tishni hisoblash sxemasini qiya tishni hisoblashga kiritilishi natijasida hosil bo'ladigan xatolikni yo'qotish uchun kiritilgan bo'lib, u quyidagicha aniqlanadi:

$$Y_\beta = 1 - \frac{\beta}{140} = 1 - \frac{16,26}{140} = 0,88 \text{ ga teng.}$$

$K_{F\alpha}$ -koeffisientini hisoblaymiz. Mazkur koeffisient tishlar orasida yuklanishni notekis taqsimlanishini hisobga oladi va quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$K_{F\alpha} = \frac{4 + (E_\alpha - 1)(n - 5)}{4\varepsilon_\alpha}$$

bu yerda, $\varepsilon_\alpha=1,5$ -yon qoplash koeffisienti, aniqlik darajasi $n=8$ bo'lganda $K_{F\alpha} = 0,92$ ga teng bo'ladi.

G'ildirak tishlarini quyidagi formula yordamida eguvchi kuchlanishga tekshiramiz:

$$\sigma_F = \frac{F_t \cdot K_F \cdot Y_F \cdot Y_\beta \cdot K_{F\alpha}}{b_2 \cdot m} \leq [\sigma_F];$$

$$\sigma_F = \frac{5070 \cdot 1,3 \cdot 3,6 \cdot 0,88 \cdot 0,92}{62,5 \cdot 4} = 77 \text{ MPa.}$$

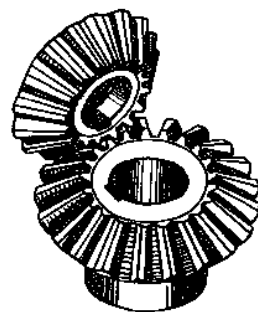
$\sigma_F < [\sigma_F]$ sharti bajarildi, agar shart bajarilmasa o'qituvchining tavsiyasiga binoan hisobga o'zgartirishlar kiritish maqsadga muvofiqdir.

3.7-§. Konussimon tishli uzatmalar

Konussimon tishli g'ildiraklar val o'qlari qandaydir burchak ostida kesishuvchi uzatmalarda qo'llaniladi va odatda, bu burchak 90° ni tashkil etadi, ularning tishlari to'g'ri va doiraviy bo'lishi mumkin (3.16-shakl).

Amalda konussimon uzatmalarni tayyorlash, yig'ish, shuningdek talab etiladigan aniqlik darajasini ta'minlash jarayonlari silindrsimon uzatmalarga nisbatan ancha murakkabdir. Shu bois, konussimon tishlarni kesish uchun maxsus dastgohlar va asboblardan foydalanish zarur.

Konussimon uzatmani tayyorlashda tish o'lchamlariga berilgan dopusklardan tashqari Σ , δ_1 va δ_2 burchaklarga berilgan



3.16-ШАКЛ

dopusklarni ham saqlash hamda yig`ishda konus balandliklarining bir-biriga to`g`ri kelishini ta`minlash kerak.

Konussimon uzatmalarda vallarining o`qlari kesishuvchi bo`lganligi sababli ularni tayanchga joylashtirish ham murakkab jarayon hisoblanadi. Shuning uchun konussimon g`ildiraklardan birini konsol shaklida joylashtirish zarur. Oqibatda tish uzunligi bo`ylab yuklamaning notekis taqsimlanishi oshadi. Qolaversa, konussimon uzatmada o`q bo`ylab yo`nalgan kuchning mavjudligi ham tayanchlar konstruksiyasini ancha murakkablashtiradi. Tajriba natijalariga ko`ra konussimon to`g`ri tishli uzatmaning yuk ko`taruvchanlik layoqati silindrsimonnikining 0,85 qismiga to`g`ri keladi. Yuqorida ko`rsatilgan kamchiliklarga qaramasdan konussimon uzatmalar muhandislik amaliyotida keng ko`lamda qo`llanilmoqda.

1. Konussimon tishli uzatmalarning geometrik parametrlari

Konussimon uzatmada quyidagilarni asosiy parametrlar sifatida ko`rsatish mumkin (16.2-rasm):

- bo`luvchi konuslar burchaklari (δ_1 va δ_2);
- tashqi R_e va o`rtacha konuslik masoofa R_m ;
- tashqi bo`luvchi aylanalar diametri d_e ;
- tishli gardish eni b

O`lchamlarning o`rta va yonbosh kesimdagi bog`liqligi:

$$R_e = R_m + 0,5b, \quad d_e = d_m R_e / R_m, \quad m_{te} = m_{tm} R_e / R_m, \quad (3.20)$$

To`g`ri tishli uzatma uchun yonbosh t va normal n kesimlar ustma-ust tushadi. Bunda $m_{te} = m_{ne}$ qiymatlari standartlashtiriladi.

Uzatish soni silindrsimon uzatmaniki kabi aniqlanadi:

$$u = d_2 / d_1 = z_2 / z_1.$$

Bundan tashqari d_1 va d_2 ni konus masofa R va bo`luvchi konuslar burchagi δ_1 va δ_2 orqali ifodalab quyidagilarni olamiz:

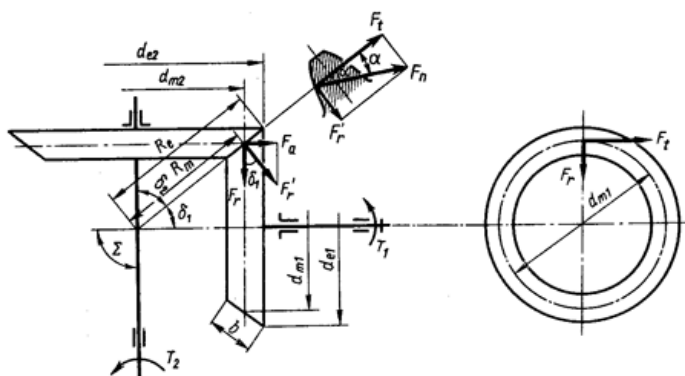
$$\left. \begin{aligned} u &= \sin\delta_2 / \sin\delta_1 \\ \Sigma &= \delta_1 + \delta_2 = 90^\circ \\ u &= \operatorname{tg}\delta_2 = \operatorname{ctg}\delta_1 \end{aligned} \right\} \quad (3.21)$$

(3.21) tenglama konuslik burchaklari δ_1 va δ_2 qiymatlarini aniqlashda ishlatiladi.

2. To'g'ri tishli konussimon uzatmalardagi kuchlar

Konussimon uzatma ilashganda unga aylana F_t , radial F_r va o'q bo'ylab yo'nalgan F_a kuchlar ta'sir etadi (3.17-shakl).

Normal bo'yicha tishlarga ta'sir etayotgan F_n kuchi F_t va F_r' tashkil etuvchilarga ajralgan. O'z navbatida F_r' kuchi F_a va F_r tashkil etuvchilarga ajralgan.



3.17-shakl.

Shakldan aylana kuch $F_t = 2T_1/d_1$, normal kuch $F_n = F_t/\cos\alpha$, $F_r' = F_t \operatorname{tg}\alpha$ ekanligi ma'lum. Shu bois, shesternyadagi radial kuch g'ildirakdagi o'q bo'yicha yo'nalgan kuchga

$$F_{r1} = F_{a2} = F_t \operatorname{tg}\alpha \cos\delta_1,$$

va shesternyadagi o'q bo'yicha yo'nalgan kuch g'ildirakdagi radial kuch

$$F_{a1} = F_{r2} = F_t \cdot \operatorname{tg}\alpha \sin\delta_1 \quad \text{ga teng.}$$

G'ildirak uchun kuchlarning yo'nalishi shesternyaga nisbatan qarama-qarshi yo'nalgan. Bunda F_a —radial kuch, F_r —o'q bo'ylab yo'nalgan kuch.

3. To'g'ri tishli konussimon uzatma tishlarini kontakt va eguvchi kuchlanishlar bo'yicha mustahkamlikka hisoblash

Konussimon ilashma uchun (3.3) formuladagi ρ_{kel} ekvivalent g'ildirak

diametrlari bo'yicha aniqlanadi. $d_{ve1} = d_{e1}/\cos\delta_1$ va $d_{ve2} = d_{e2}/\cos\delta_2$

formulalarga mos ravishda tishning o`rta kesimi uchun

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

Trigonometrik funksiyalarning munosabatini va (3.21) formulani hisobga olib, quyidagilarga ega bo`lamiz,

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

Tegishli matematik almashtirish va soddalashtirishlardan so`ng quyidagi ifoda hosil bo`ladi:

$$\frac{1}{\rho_{kel}} = \frac{2}{d_{m1}\sin\alpha_w} \left(\frac{\sqrt{u^2 + 1}}{u} \right). \quad (3.22)$$

3.22-formulaga asoslanib, keltirilgan egrilik radiusi, konussimon g`ildirak tishining turli kesimlarida, shu kesim diametriga yoki konus uchidan boshlab ushbu kesimlar oralig`idagi masofaga mutanosib (proporsional) ravishda o`zgaradi. Solishtirma yuklama q ham, ushbu oraliqda mutanosib o`zgaradi. Bu holatda tish uzunligi bo`ylab kontakt kuchlanishning o`zgarmas saqlanishi, tishlarning har qanday kesim bo'yicha hisob olib borish imkoniyatini beradi (o`rta kesim bo'yicha hisob olib boramiz).

O`rta kesimdagi solishtirma yuklama quyidagiga teng (3.18-shakl):

$$q_m = \frac{q_{max} + q_{min}}{2} = \frac{F_t K_H}{b_w \cos\alpha_w}. \quad (3.23)$$

(3.22) va (3.23) formulalarni ularga shaklan o`xshash bo`lgan (3.4) va (3.5) formulalar bilan o`zaro taqqoslab, yuklanish q ni aniqlash formulalari bir xil, lekin $1/\rho_{kel}$ formulalaridagi farq curatda $(u + 1)$ o`rniga $\sqrt{u^2 + 1}$ ekanligiga ishonch hosil qilamiz.

Bu farqni (3.6) formulada inobatga olgan holda to'g'ri tishli konussimon uzatmalarni kontakt kuchlanish bo'yicha tekshiruv hisobi formulasini hosil qilamiz:

$$\sigma_H = 1,18 \sqrt{\frac{E_{kel} T_1 K_H}{\vartheta_H d_{m1}^2 b \sin 2\alpha} \left(\frac{\sqrt{u^2 + 1}}{u} \right)} \leq [\sigma_H], \quad (3.24)$$

bu yerda $\vartheta_H = 0,85$ - tajribaviy koeffisient.

Loyiha hisobi uchun esa (3.24) formula o'zgartiriladi. Aniqrog'i konussimon uzatmalar uchun d_{e2} va R_e asosiy gabarit o'lchamlar ekanligi e'tiborga olinadi, yuklama etaklanuvchi valdagi burovchi moment T_2 bilan ifodalanadi. Ushbu parametrlar (3.24) formulaga kiritilgach, tegishli o'zgartirishlardan keyin quyidagiga ega bo'lish mumkin:

$$d_{e2} = 1,7 \sqrt[3]{\frac{E_{kel} T_2 u K_{H\beta}}{\vartheta_H [\sigma_H]^2 (1 - K_{be}) K_{be}}}, \quad (3.25)$$

bu yerda $K_{be} = b/R_e$ — tishli gardishi enini tashqi konuslik masofaga bog'liqlik koeffisienti. $K_{be} \leq 0,3$ deb olish tavsiya qilinadi. $K_{be} = 0,285$ qiymat ko'proq tarqalgan. Bunda,

$$d_{e2} = 2,9 \sqrt[3]{\frac{E_{kel} T_2 u K_{H\beta}}{\vartheta_H [\sigma_H]^2}}, \quad (3.26)$$

Muhandislik amaliyotida loyiha hisoblarida foydalanish qulay bo'lishi uchun (3.24) va (3.26) formulalar quyidagi ko'rinishga keltiriladi:

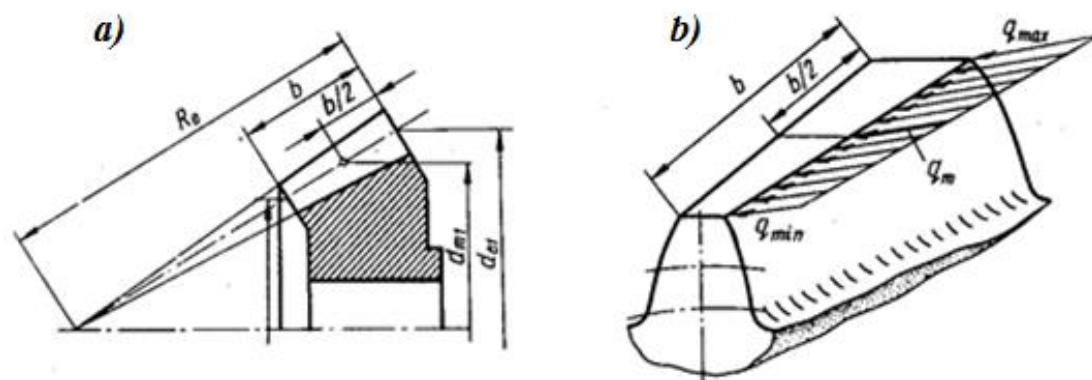
$$\left. \begin{aligned} d_{e2} &= K_d \sqrt[3]{\frac{T_2 K_{H\beta} \cdot u}{[\sigma_H]^2 (1 - 0,5\psi_{bR_e})^2 \cdot \psi_{bR_e}}} \\ \sigma_H &= \frac{335}{R_e - 0,5 \cdot b} \sqrt{\frac{T_3 \cdot K_H \sqrt{(u_k^2 + 1)^3}}{b \cdot i_k^2}} < [\sigma_N]. \end{aligned} \right\} \quad (3.27)$$

Loyiha hisoblarda d_{e2} ning hisobiy qiymati quyida keltirilgan GOST 12289-76 bo'yicha standartlashtiriladi. Standart qator quyida keltirilgan:

50; (56); 63; (71); 80; (90); 100; (112); 125; (140); 160; (180); 200; (225); 250; 280; 315; 355; 400; 450; 500; 560; 630; 710; 800; 900; 1000; 1120; 1250; 1400; 1600.

Konussimon to`g`ri tishli ilashmani eguvchi kuchlanishga tekshiramiz.

Konussimon uzatmalarda tishning ko`ndalang kesimi o`lchamlari, konus balandligidan ushbu kesimgacha bo`lgan masofaga proporsional o`zgaradi. (3.18-shakl, a). Tishning barcha ko`ndalang kesimlari geometrik o`xshash. Tabiiyki, bunda solishtirma yuklama q tish uzunligi bo`yicha notekis taqsimlanib, u turli kesimlarda tishning bikrligi va deformatsiyasiga bog`liq holda o`zgaradi. Yuklama q uchburchak qonuniyati bo`yicha taqsimlanadi. Uchburchakning uchi, bo`luvchi konus uchiga to`g`ri keladi va eguvchi kuchlanish tishning butun uzunligi bo`ylab deyarli bir xil ta`sir ko`rsatadi.



3.18-shakl

Tishlarning egilishini o`rganishda ularni go`yoki konsol sifatida qarash ham mumkin. Shuningdek, tishlarning turli kesimlardagi geometrik o`xshashligi ularning qattiqligi g`ildirakning butun eni bo`ylab bir xil qiymatga ega deyishga asos bo`ladi. Deformatsiyani baholashda g`ildirak 2 ning tishlari absolyut qattiq va g`ildirak 1 ning tishlari esa yumshoq deb qaraladi. Bordi-yu, agar to`satdan g`ildirak 2 tormozlansa, u holda yuklangan g`ildirak 1 yumshoqligi natijasida $\Delta\varphi$ burchakka buralishi tabiiydir. Har xil kesimlarda tishlarning egilishi $r\Delta\varphi$ ga (bu yerda r -tegishli kesim radiusi) teng bo`ladi. Darhaqiqat, deformatsiya yuklanishga yoki tekshirilayotgan holatda bo`luvchi konus balandligi masofasi, ya`ni radius r ga proporsional ravishda o`zgaradi (3.18-shakl, b).

Tahliliy o`rganishlar natijasida tish moduli va yuklama bir xil o`zgarganda eguvchi kuchlanish tish uzunligi bo`ylab o`zgarmasligi isbotlangan.

Amalda hisoblash kesimi sifatida q_m yuklamali tishning o`rta kesimi qabul qilingan. Shu sababli to`g`ri tishli silindrik uzatmani hisoblash formulasiga o`xshash quyidagi formulani yozish mumkin:

$$\sigma_F = \frac{Y_F F_t K_F}{\vartheta_F b m_n} \leq [\sigma_F], \quad (3.28)$$

bu yerda $\vartheta_F \approx 0,85$ – konussimon uzatmani silindrsimon uzatmaga nisbatan mustahkamligi pastligini tavsiflovchi tajriba koeffisienti. m_n – tishning o`rta normal kesimidagi moduli. Y_F – tish shakli koeffisienti bo`lib, uning qiymati ekvivalent tishlar soni z_v qiymatiga mos ravishda tanlanadi. K_F – yuklanish koeffisienti.

4. To`g`ri tishli konussimon uzatmani hisoblashga oid namuna

Masalaning qo`yilishi: Bir pog`onali konussimon reduktor etaklovchi validagi burovchi moment $T_1 = 97,4 Nm$, etaklanuvchi valdagi burovchi moment $T_2 = 253,5 Nm$, etakchi valning aylanish chastotasi $n_1 = 671 min^{-1}$, uzatish soni $u = 2,8$ bo`lgan konussimon uzatma hisoblansin.

Masalaning echilishi:

Masalani echishni dastlab material tanlash va ruxsat etilgan kontakt kuchlanishni aniqlashdan boshlaymiz.

2.1-jadvaldan material tanlaymiz: shesternya uchun 45 po`lati, issiqlik ishlovi – yaxshilangan, qattiqligi HB 230; g`ildirak uchun 45 po`lati, issiqlik ishlovi – yaxshilangan, g`ildirakning qattiqligi shesternyanikidan 30 birlikka past – HB 200.

Ruxsat etilgan kontakt kuchlanish quyidagicha aniqlanadi:

$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{Hlimb} \cdot K_{HL}}{[S_H]}$$

bu yerda σ_{Hlimb} - bazaviy sikllar sonida, normal kuchlanish bo`yicha toliqish chegarasi. 2.2 jadvaldan tish yuzasi qattiqligi HB<350 dan kichik, issiqlik ishlovi yaxshilangan yoki normallangan uglerodli po`latlar uchun

$$\sigma_{Hlimb} = 2 \cdot HB + 70;$$

K_{HL} - umrboqiylik koeffisienti (yuklanishning sikllar soni asosiydan katta boʻlganida, yani reduktorning uzoq muddat ishlatilishida $K_{HL} = 1$ deb qabul qilinadi); $[S_H]$ - xavfsizlik koeffisienti (issiqlik ishlovi yaxshilangan, normallangan hamda hajmiy toblangan poʻlatlar uchun $[S_H] = 1,1 \div 1,2$, tish yuzalari mustahkamlanganda esa $[S_H] = 1,2 \div 1,3$ orali- gʻida qabul qilinadi).

Gʻildirak tishlari uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanish esa

$$[\sigma_{H_2}] = \frac{(2 \cdot HB + 70) \cdot K_{HL}}{[S_H]} = \frac{(2 \cdot 200 + 70) \cdot 1}{1,1} = 427 \text{ MPa}$$

ga tengdir. Konussimon gʻildirakning tashqi boʻluvchi diametri

$$d_{e_2} = K_d^3 \sqrt{\frac{T_2 K_{H\beta} \cdot u}{[\sigma_H]^2 (1 - 0,5\psi_{bRe})^2 \cdot \psi_{bRe}}};$$

formuladan topiladi.

Bu yerda: $T_2 = 253,5 \text{ Nm}$ - gʻildirak valining burovchi momenti, $K_{H\beta} = 1,35$ shesternya konsol oʻrnatilishini hisobga oluvchi koeffitsent 3.5-jadvaldan, $\psi_{bRe} = 0,285$ konus masofaga nisbatan gardish kengligini hisobiy koeffitsenti, u -konussimon pogʻona uzatishlar soni, toʻgʻri tishli konussimon uzatma uchun $K_d = 99$ ga teng. U holda

$$d_{e_2} = 99^3 \sqrt{\frac{253,5 \cdot 10^3 \cdot 1,35 \cdot 2,8}{[427]^2 (1 - 0,5 \cdot 0,285)^2 \cdot 0,285}} = 290 \text{ mm.}$$

ГОСТ 12289-76 boʻyicha $d_{e_2} = 280 \text{ mm}$ qabul qilamiz (76-betga qarang).

Endi tishlar sonini aniqlashtiramiz.

Shesternya tishlar soni $z_1 = 25$ qabul qilamiz.

Gʻildirak tishlar soni $z_2 = z_1 \cdot u = 25 \cdot 2,8 = 70$. Gʻildirak tishlari sonini $z_2=70$ qabul qilamiz. U holda

$$u=70/25 = 2,8$$

Bunda berilganidan ogʻish

$$\frac{2,8 - 2,8}{2,8} \cdot 100\% = 0\% < 3\%,$$

natija ГОСТ 12289—76 da o`rnatilgan 3% dan kichik shart bajarildi.

Tashqi aylana modul

$$m_e = \frac{d_{e2}}{z_2} = \frac{280}{70} = 4 \text{ mm ga teng.}$$

Izoh: topilgan m_e -qiymatini standart qiymat bo`yicha yaxlitlash shart emas.

Shu asosda d_{e2} o`lchamni aniqlashtiramiz

$$d_{e2} = m_e \cdot z_2 = 4 \cdot 70 = 280 \text{ mm.}$$

Bundan chiqdi, standart qiymatdan og`ish qiymati nolga teng bo`ladi

$$\frac{280 - 280}{280} \cdot 100 = 0\% < 2\%$$

xatolik $0\% < 2\%$ shart bajarildi.

Bo`luvchi konuslar burchaklarini hisoblaymiz

$$ctg\delta_1 = u = 2,8 \quad \delta_1 = 19^\circ 33'$$

$$\delta_2 = 90 - \delta_1 = 90 - 19^\circ 33' = 70^\circ 27'.$$

Tashqi konus masofa R_e va tish uzunligi b :

$$R_e = 0,5m_e \cdot \sqrt{z_1^2 + z_2^2} = 0,5 \cdot 4 \cdot \sqrt{25^2 + 70^2} = 148,7 \text{ mm};$$

$$b = \psi_{bR_e} \cdot R_e = 0,285 \cdot 148,7 = 42,4 \text{ mm.}$$

Olingan natijaga tayanib, $b = 45 \text{ mm}$ qabul qilamiz.

Shesternyaning tashqi bo`luvchi diametri

$$d_{e1} = m_e \cdot z_1 = 4 \cdot 25 = 100 \text{ mm.}$$

Shesternyaning o`rtacha bo`luvchi diametri

$$d_1 = 2(R_e - 0,5 \cdot b) \sin\delta_1 = 2(148,7 - 0,5 \cdot 45) \sin 19^\circ 33' = 85,1 \text{ mm.}$$

Shesternya va g`ildirakning tashqi diametrlari

$$d_{ae1} = d_{e1} + 2m_e \cos\delta_1 = 100 + 2 \cdot 4 \cdot 0,94235 = 107,7 \text{ mm};$$

$$d_{ae2} = d_{e2} + 2m_e \cos\delta_2 = 280 + 2 \cdot 4 \cdot 0,33465 = 282,7 \text{ mm.}$$

O`rtacha aylana modul

$$m = \frac{d_1}{z_1} = \frac{85,1}{25} = 3,4 \text{ mm.}$$

O`rta diametr bo`yicha shesternya eni koeffitsenti

$$\psi_{bd} = \frac{b}{d_1} = \frac{45}{85,1} = 0,52.$$

G`ildirakning o`rtacha aylana tezligi

$$v = \frac{\omega_1 \cdot d_1}{2 \cdot 10^3} = \frac{70,2 \cdot 85,1}{2 \cdot 10^3} = 3 \text{ m/c.}$$

Konussimon tishli uzatma uchun odatda 7-aniqlik darajasi belgilanadi.

Ta`kidlash muhimki, kontakt kuchlanishga tekshirish uchun avval yuklanish koeffitsentini bilish kerak. Ushbu munosabat bilan tegishli jadvallardagi qiymatlarni to`g`ri tanlanishiga e`tibor qaratish lozim.

Masalan, 3.2-jadvaldan $\psi_{bd} = 0,52$ va $HB > 350$ bo`lganidan, tish uzunligi bo`yicha yuklanishni taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffitsent $K_{H\beta} = 1,19$ ga, 3.3-jadvaldan tishlar orasida yuklanish to`g`ri taqsimlanganligini hisobga oluvchi koeffitsent $K_{H\alpha} = 1,05$ va 3.4-jadvaldan esa to`g`ri tishli g`ildirak uchun ilashishdagi dinamik kuchni hisobga oluvchi koeffitsent $K_{Hv} = 1,05$ ga tengligi ayon. Natijada:

$$K_H = K_{H\beta} \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{Hv} = 1,19 \cdot 1,05 \cdot 1,05 = 1,32$$

Quyidagi formula asosida kontakt kuchlanishga tekshirish mumkin:

$$\begin{aligned} \sigma_H &= \frac{335}{R_e - 0,5 \cdot b} \sqrt{\frac{T_3 \cdot K_H \sqrt{(u_k^2 + 1)^3}}{b \cdot i_k^2}} = \\ &= \frac{335}{148,7 - 0,5 \cdot 45} \sqrt{\frac{253,5 \cdot 10^3 \cdot 1,32 \sqrt{(2,8^2 + 1)^3}}{45 \cdot 2,8^2}} = 425,4 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\sigma_H < [\sigma_H] = 427 \text{ MPa shart bajarildi.}$$

Navbat bilan ilashmadagi kuchlarni aniqlaymiz. Dastlab, aylana kuchni topamiz:

$$F_t = \frac{2 \cdot T_1}{d_1} = \frac{2 \cdot 97,4 \cdot 10^3}{85,1} = 2289 \text{ H;}$$

bu yerda, $T_1 = 97,4 \text{ Nm}$ –etaklovchi shesternya validagi burovchi moment.

Shuningdek, shesternyadagi radial kuch g`ildirakdagi o`q bo`ylab yo`nalgan kuchga teng bo`ladi, ya`ni

$$F_{r1} = F_{a2} = F_t \cdot tg\alpha \cdot \cos\delta_1 = 2289 \cdot tg20^\circ \cdot \cos19^\circ33' = 786 \text{ H.}$$

Shesternyadagi o`q bo`ylab yo`nalgan kuch esa, g`ildirakdagi radial kuchga tengdir:

$$F_{a1} = F_{r2} = F_t \cdot tg\alpha \cdot \sin\delta_1 = 2289 \cdot tg20^\circ \cdot \sin19^\circ33' = 279 \text{ H;}$$

Endi tishlarni eguvchi kuchlanish bo`yicha chidamlilikka tekshirish mumkin:

$$\sigma_F = \frac{F_t \cdot K_F \cdot Y_F}{\vartheta_F \cdot b \cdot m} \leq [\sigma_F]$$

3.6-jadvaldan $\psi_{bd} = 0,52$, $HB \leq 350$ bo`lganda $K_{F\beta} = 1,5$ va 3.7-jadvaldan esa 7-aniqlik darajasi bo`yicha, $v=3 \text{ m/c}$ va $HB \leq 350$ bo`lganda to`g`ri tish uchun $K_{Fv} = 1,15$ ga teng ekanligi aniqlanadi.

U holda yuklanish koefitsenti $K_F = K_{F\beta} \cdot K_{Fv} = 1,5 \cdot 1,15 = 1,725$.

Tish shakli koefitsenti Y_F ni ekvivalent tishlar soni bo`yicha aniqlaymiz (53-betga qarang). Buning uchun esa avvalo shesternya uchun

$$z_{v1} = \frac{z_1}{\cos\delta_1} = \frac{25}{\cos19^\circ33'} \approx 27$$

va g`ildirak uchun

$$z_{v2} = \frac{z_2}{\cos\delta_2} = \frac{70}{\cos70^\circ27'} \approx 209$$

larni hisoblash zarur.

Natijada $Y_{F1} = 3,85$, $Y_{F2} = 3,6$ larga ega bo`lamiz.

$\vartheta_F = 0,85$ –tajriba koefitsienti bo`lib, u konussimon tishli uzatmaning silindrsimon tishli uzatmaga nisbatan yuk ko`tarish layoqati pastligini hisobga oladi.

Tishlarni eguvchi kuchlanish bo`yicha mustahkamlikka tekshirish uchun ruxsat etilgan kuchlanishning qiymatini bilish zarur:

$$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{Flimb}^o}{[S_F]}$$

Bu yerda, 2.3-jadvaldan termik ishlovi yaxshilangan 45 po`lati uchun qattiqligi $HB \leq 350$ bo`lganda chidamlilik chegarasi $\sigma_{Flimb}^o = 1,8HB$ ga teng.

Odatda, mustahkamlik zahirasi koeffisienti quyidagi ko'paytma tarzida aniqlanadi:

$$[S_F] = [S_F]' \cdot [S_F]''$$

2.3-jadvaldan $[S_F]' = 1,75$ ga hamda pokovka va shtampovka uchun $[S_F]'' = 1,0$ ga tengligi ma'lum. U holda $[S_F] = 1,75 \cdot 1 = 1,75$.

Natijada ruxsat etilgan kuchlanishlar quyidagicha topiladi:

shesternya uchun

$$[\sigma_{F1}] = \frac{1,8HB}{[S_F]} = \frac{1,8 \cdot 230}{1,75} = 236,6 \text{ MPa};$$

g'ildirak uchun esa

$$[\sigma_{F2}] = \frac{1,8HB}{[S_F]} = \frac{1,8 \cdot 200}{1,75} = 205,7 \text{ MPa}.$$

Tekshiruv hisobi uchun quyidagi $\frac{[\sigma_F]}{Y_F}$ nisbatni aniqlash muhimdir:

shesternya uchun

$$\frac{\sigma_{F1}}{Y_{F1}} = \frac{236,6}{3,85} = 61,4 \text{ MPa};$$

g'ildirak uchun

$$\frac{\sigma_{F2}}{Y_{F2}} = \frac{205,7}{3,6} = 57,1 \text{ MPa}.$$

Bundan xulosa shuki, g'ildirak uchun aniqlangan nisbat qiymati shestrenyanikidan kichik bo'lganligi sababli, tekshiruv hisobini g'ildirak tishlari uchun olib borish zarur.

Tekshiruv

$$\sigma_F = \frac{2289 \cdot 1,725 \cdot 3,6}{0,85 \cdot 45 \cdot 3,4} = 109 \text{ MPa}.$$

$\sigma_F < [\sigma_F] = 205,7 \text{ MPa}$ – mustahkamlik sharti bajarildi.

3.8-§. Planetar uzatmalar

Oldingi mavzularda to'g'ri, qiya va doiraviy tishli silindrik va konussimon tishli uzatmalarning imkoniyatlari ancha cheklanganligiga ishonch hosil qilgan

edik.

Xususan, muhandislik amaliyotida juda ko'p uchraydigan katta uzatish nisbati, yuklanish layoqati, keng kinematik imkoniyatlar hamda turlicha kinematik sxemalarga ega bo'lgan yuritmalarni loyihalashda bunday uzatmalar imkoniyatlari etarli bo'lmaydi.

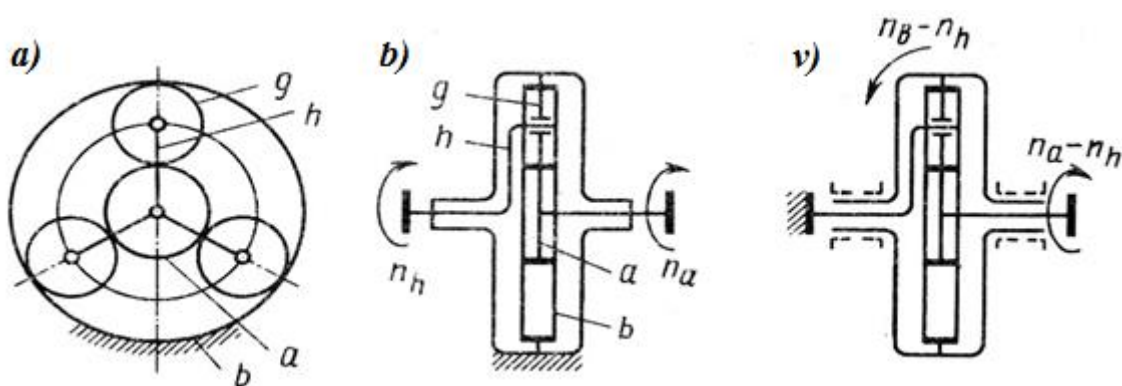
Shu sababli amaliyotda tishli uzatmalar maxsus turlari – planetar, to'lqinsimon, gipoid, vintaviy va Novikov uzatmalaridan foydalanish zaruriyati kelib chiqqan.

Tasnifi va qo'llanishi. Tarkibida qo'zg'aluvchan o'qli g'ildiraklari mavjud uzatmalar *planetar deb ataladi* (3.19 –shakl).

Planetar uzatma tashqi tishli markaziy g'ildirak a , ichki tishli markaziy g'ildirak b , etaklagich h va satellitlardan g tuzilgan. Satellitlar o'z o'qi va o'qi bilan birga markaziy g'ildirak atrofida aylanadi, ya'ni ularning harakati go'yoki "planeta"lar harakatiga o'xshash bo'ladi. Shu sababli ular *planetar uzatmalar deb ataladi*.

Agar planetar uzatmada b g'ildirak qo'zg'almas bo'lsa (3.19-shakl, b), harakat a dan h ga yoki h dan a ga uzatiladi; h etaklagich qo'zg'almas (3.19-shakl, v) bo'lsa, harakat a dan b ga yoki b dan a ga uzatiladi.

Agar hamma zvenolar erkin bo'lsa bir harakatni ikkiga ajratish yoki ikki harakatni bittaga birlashtirish mumkin: masalan b dan a va h ga; a va h dan b ga va sh. k. Bu holda uzatma *differensial uzatma deyiladi*.



3.19-shakl

a -umumiy sxema; b -g'ildirak qo'zg'almas; v -etaklovchi qo'zg'almas

Keng kinematik imkoniyatlari planetar uzatmalarning eng muhim afzalliklaridan biri hisoblanadi va ularni quyidagicha ishlatish mumkin: doimiy uzatish nisbatli reduktor; tezliklar qutisi – unda turli zvenolarni galma-gal to'xtatib, uzatish nisbatini o'zgartirish mumkin; differensial mexanizm.

Planetar uzatmaning ikkinchi afzalligi – ixchamlik va massasining kamligi. Oddiy uzatmalardan planetar uzatmalarga o'tish jarayonida massani 2...4 marta va undan ham ko'proq kamaytirish imkonini beradi. Buni quyidagicha izohlash mumkin: quvvat satellitlar soniga teng bo'lgan bir necha oqim bo'yicha uzatiladi. Bunda har bir ilashmadagi tishlarga tushadigan yuklanish bir necha bor kamayadi: ichki ilashma (a va b) yuqori yuklanish layoqatiga ega. Chunki ichki ilashmalarda keltirilgan egrilik radiusi katta bo'ladi, planetar prinsip ko'p pog'onali uzatma qo'llamasdan katta uzatish nisbati (minggacha va undan katta) olishga imkon yaratadi, satellitlar simmetrik joylashganda uzatmadagi kuchlar o'zaro muvozanatlashadi shu sababli tayanchlarga tushadigan yuklanish kamayadi. Bu esa yo'qotishlarni kamaytiradi va tayanchlar konstruksiyasini soddalashtiradi (satellitlar tayanchidan tashqari).

Planetar uzatmalarning kamchiliklari – tayyorlash va yig'ishga qo'yilgan talablarning yuqoriligidir.

Planetar uzatmalar transport mashinasozligi, stanoksozlik, asbobsozlik va boshqalarda keng qo'llaniladi.

Kinematikasi. Planetar uzatmalar kinematikasini o'rganishda etaklagichni to'xtatish usuli – Villis usuli keng qo'llanadi. Butun planetar uzatmaga fikran etaklagichga aylanishlar takroriyiligiga teng bo'lgan, lekin unga qarama-qarshi yo'nalishda aylanish beriladi. Bunda etaklagich go'yoki bir lahza “tormozlanadi” yoki “to'xtatiladi” deb qaraladi, boshqa zvenalar esa bog'lanishdan ozod bo'ladi. Bunda aylantirilgan mexanizm hosil bo'ladi (3.19-shakl, v), u oddiy uzatmani tashkil qilib, unda harakat a dan b ga parazit g'ildirak g orqali uzatiladi.

Aylantirilgan mexanizm tishli g'ildiraklarining aylanishlar takroriyiligi avvalgi aylanishlar takroriyiligidan etaklagich aylanishlar takroriyiligining ayirmasiga teng bo'ladi. Misol tariqasida 3.19-shaklda ko'rsatilgan uzatma kinematikasini tahlil

qilamiz. Bunda aylanishlar takroriyligini belgilashda zvenoda indeksidan foydalanamiz (n_a, n_h va sh.k.), uzatishlar nisbatini esa harakat yo`nalishida va qo`zg`almas zvenolar indeksi bilan belgilaymiz. Masalan, i_{ah}^b qo`zg`almas b zvenoda a dan h ga uzatish nisbatini bildiradi. Aylantirilgan mexanizm uchun

$$i_{ah}^b = \frac{(n_a - n_h)}{n_b - n_h} = -\frac{z_b}{z_h} \quad (3.29)$$

Planetar uzatmalarda uzatish nisbatini ishorasi katta ahamiyatga egadir: $i > 0$ da etaklovchi va etaklanuvchi zvenolar aylanishi bir xil yo`nalishda, $i < 0$ da esa qarama-qarshi yo`nalishda deb qabul qilinadi, shu sababi $i_{ah}^b < 0$.

Real mexanizmga o`tdigan bo`lsak, amalda ko`p hollarda b g`ildirak to`xtatilgan, a – etaklovchi va h – etaklanuvchi bo`ladi, (3.29) formula asosida $n_b = 0$ da

$$(n_a - n_h)/-n_h = -z_b/z_a; \quad -n_a/n_h + 1 = -z_b/z_a$$

yoki

$$i_{ah}^b = n_a/n_h = 1 + z_b/z_a. \quad (3.30)$$

Satellitning aylanishlar takroriyligini quyidagi tenglikdan aniqlaymiz:

$$(n_a - n_h)/(n_g - n_h) = i_{ag}^h = -z_g/z_a \quad (16.3)$$

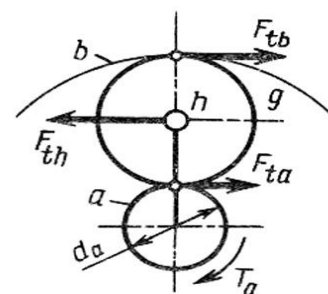
n_a va n_b ma`lum bo`lsa n_g ni $(n_g - n_h)$ etaklagichga nisbatan satellitning aylanishlar takroriyligi sifatida yoki o`zining o`qiga nisbatan aniqlash mumkin.

Uzatmadagi kuchlar. 3.20-shakldan foydalanib, uzatmadagi kuchlar bo`yicha satellitning muvozanat shartini tuzamiz:

$$\left. \begin{aligned} F_{ta} = F_{tb} \text{ va } F_{th} = -2F_{ta} \\ F_{ta} = 2T_a K_c / (d_a C) \end{aligned} \right\} \quad (3.31)$$

Bu yerda C – satellitlar soni; K_c – satellitlar orasida yuklanishni notekis tarqalishini hisobga oluvchi koeffisient.

Aylana kuch ma`lum bo`lganda radial va o`q bo`ylab yo`nalgan yuklanishlar xuddi oddiy uzatmalardagi kabi aniqlanadi.



3.20-ШАКЛ

K_c ning qiymati tayyorlash aniqligiga va satellitlar soniga bogʻliq boʻladi.

Kompensatsiyalovchi qurilmalar boʻlmasa $K_c=1,2\dots 2$. Oʻzi oʻrnashadigan gʻildiraklar va uchta satellitlar boʻlsa

$$K_c=1,1\dots 1,2 \quad (3.32)$$

Muvozanat shartini yozamiz:

$$T_a + T_b + T_h = 0 \quad (3.33)$$

Energiyaning saqlanish qonunini tadbiiq etamiz:

$$T_a \omega_a + T_b \omega_b + T_h \omega_h = 0 \quad (3.34)$$

Bu tenglamalarda momentlar va ularning burchak tezliklariga koʻpaytmalari T va ω ning yoʻnalishi bir tomonga boʻlsa «musbat» ishora (etaklovchi zvenolar) va ular qarama-qarshi boʻlsa (etaklanuvchi zvenolarda) «manfiy» ishora beriladi. (3.34) formulada hozircha ishqalanishdan yoʻqotishlar hisobga olinmagan.

Yuqoridagi ikkita tenglamadan ikkita nomaʼlumni topish mumkin. Masalan, a – etaklovchi, b qotirilgan boʻlsa ($\omega_b=0$), foydali ish koefitsienti η_{ah}^b ni eʼtiborga olib, (3.34) tenglamadan quyidagi topamiz:

$$T_h = -T_a \eta_{ah}^b \omega_a / \omega_h = -T_a \eta_{ah}^b i_{ah}^b \quad (3.35)$$

(3.33) formuladan esa

$$T_b = T_a (\eta_{ah}^b i_{ah}^b - 1) \quad (3.36)$$

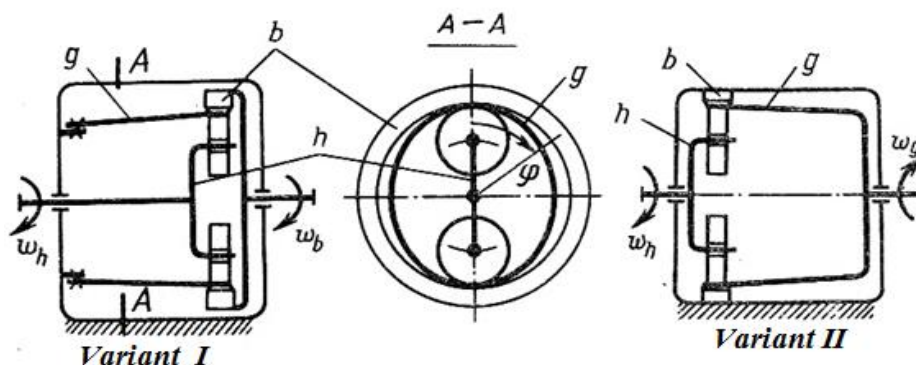
ga tengligi kelib chiqadi.

3.9-§. Toʻlqinsimon uzatmalar

Umumiy maʼlumotlar. *Toʻlqinsimon uzatmaning ish tarzida harakat parametrlarini oʻzgartirish mexanizm elastik zvenosinining toʻlqinsimon deformatsiyasiga asoslangan.* Bunday uzatma 1959 yili AQSH muhandisi Masser tomonidan patentlangan.

Bir qator afzalliklari tufayli toʻlqinsimon uzatmalar keng tarqalgan. Toʻlqinsimon uzatmalardan eng koʻp tarqalgani tishli toʻlqinsimon uzatmalardir.

3.21-shaklda toʻlqinsimon friksion uzatma sxemasi tasvirlangan. Uzatma uch asosiy elementdan tuzilgan: elastik gʻildirak g ; bikr gʻildirak b ; toʻlqin generatori h .



3.21-shakl

Elastik g`ildirakning tashqi diametri d_g deformatsiyalanmagan holda biki g`ildirakning ichki diametri d_b dan kichik bo`ladi:

$$d_b - d_g = 2w_0 \quad (3.37)$$

3.21-shaklda keltirilgan konstruksiyada elastik g`ildirak elastik silindr ko`rinishida bajarilgan. I variantdagi uzatmada etakchi val bilan biki g`ildirak, II variantda esa etakchi val bilan elastik g`ildirak biriktirilgan.

I variantda elastik silindrning deformatsiyalanmagan chap oxiri korpusga birlashgan. Silindrning o`ng oxiriga ikki rolikli etaklagich o`rnatilgan. Roliklar bo`ylab tashqi o`lcham silindrning ichki o`lchamidan $2w_0$ ga katta, shuning uchun silindr deformatsiyalangan. Generator shunday qurilganki, deformatsiyalangan elastik g`ildirak biki g`ildirakka siqilishi natijasida hosil bo`lgan ishqalanish kuchi hisobiga yuklama uzatadi.

Aylana yoyilmasida ikkita to`lqin joylashgan bo`lsa, bunday uzatma ikki to`lqinli deyiladi. To`lqinlar soni katta bo`lgan uzatmalar ham bor. Masalan, 120° burchak ostida joylashgan uchta rolikda uch to`lqinli uzatma hosil bo`ladi.

Generatorning aylanishi biki g`ildirakning ω_b burchak tezligi (I variant) bilan yoki elastik g`ildirakning ω_g (variant II) bilan aylanishi hisobiga bo`ladi.

To`lqinsimon uzatmada quyidagi belgilashlar qabul qilingan: w_0 – *deformatsiyalanish o`lchami*, elastik g`ildirak nuqtasini genetator katta o`qi bo`yicha radial surilishiga teng; *generatorning katta va kichik o`qi* – elastik g`ildirakning yon kesimda deformatsiyalangan shaklining kichik va katta o`qlari.

Oddiy uzatmada uzatish nisbati radiuslar nisbatiga teng, to`lqinsimonda esa –

etaklanuvchi g'ildirak radiusining, radiuslar farqiga yoki deformatsiyalanish o'lchami w_0 ga nisbatiga teng. Ma'lumki, radiuslar ayirmasini kichik, uzatish nisbati katta qilib bajarish mumkin.

Uzatish nisbatining kattaligi to'lqinsimon uzatmaning eng yaxshi sifatlaridan biri. i_{max} ning qiymatlari, masalan friksion to'lqinsimon uzatmalar uchun, diametrlar o'lchamini tayyorlash aniqligi yoki ularning ruxsat etilgan chetga chiqishlari bilan cheklanadi. Amalda $i_{max} = 1000$ bo'ladi. i_{min} ning qiymatini elastik g'ildiraklarning mustahkamligi chegaralaydi, chunki kuchlanish qiymati deformatsiyalanish o'lchamlari w_0 ga proporsional bo'ladi. Po'lat elastik g'ildiraklar uchun i_{min} ning cheklanishi – to'lqinsimon uzatmalarning kamchiliklaridan biri.

To'lqinsimon uzatma strukturasini bo'yicha xuddi planetar kabi uch zvenoli mexanizm. U reduktor yoki multiplikator sharoitidan tashqari differensial sharoitida ham ishlashi mumkin.

Villis usulidan foydalanib uzatish nisbatini topamiz:

$$(\omega_g - \omega_h)/(\omega_b - \omega_h) = d_b/d_g$$

Tegishli almashtirishlardan so'ng: birk g'ildirak qo'zg'almas ($\omega_b = 0$) bo'lsa,

$$\left. \begin{aligned} i_{hg}^b &= \omega_h/\omega_g = -d_g/(d_b - d_g) = -d_g/2w_0 \\ \text{elastik g'ildirak qo'zg'almas } (\omega_b = 0) \text{ bo'lsa} \\ i_{hg}^g &= \omega_h/\omega_b = -d_b/(d_b - d_g) = -d_b/2w_0 \end{aligned} \right\} \quad (3.38)$$

Oddiy uzatmalarda uzatish nisbati radiuslar nisbatiga, to'lqinsimonda esa etakchi g'ildirak radiusining radiuslar farqi yoki deformatsiyalanish o'lchami w_0 ga bo'lgan nisbatiga tengdir.

1. To'lqinsimon uzatmalarning asosiy sifat ko'rsatkichlari

To'lqinsimon uzatmalar quyidagi asosiy sifat ko'rsatkichlariga ega:

1. Katta uzatish nisbati. Bir pog'onada $i = 300$ gacha olish mumkin, maxsus uzatmalarda esa bir necha minggacha bo'lishi ham mumkin.

2. Ilashmada bir vaqtda ko'p tishlar ilashadi. Masalan, $i = 100$ da bir vaqtda ilashmada 60...80 tishlar jufti bo'ladi (oddiy uzatmalarda esa 1...2 juft bo'ladi).

Buning natijasida kichik gabarit o`lchamlar va massada uzatmaning yuklanish layoqati yuqori bo`ladi. Ba'zi konstruksiyalarda to`lqinsimon uzatma massasi planetar uzatma massasining yarmini, hajmi esa planetar uzatmalar hajmining 1/3 qismini tashkil etadi.

3. Ilashmaning ikki joyda ilashishishi va ko`p juftliligi evaziga kinematik xatoligi kamayadi.

4. Bir xil uzatish nisbatlarida to`lqinsimon uzatmalar foydali ish koeffisienti planetar va ko`p pog`onali oddiy uzatmalarnikiga yaqin bo`ladi (masalan, $i=100$ da $\eta = 0,9$ gacha bo`ladi).

5. Konstruksiyaning simmetrikligi bois, val va tayanchlarga tushadigan yuklanish kamayadi.

6. Harakatni germetik fazolarga (germetik devor orqali) uzatish imkoniyati mavjudligi.

7. Ishlash jarayonida inersion ta'sirlar va shovqinlar kamligi.

8. Planetar uzatma singari zaruriy hollarda reduktor, multiplikator va differensial mexanizmlar sifatida ishlatilish mumkinligi.

9. Tayyorlash jarayoni texnologik jihatdan ancha qulayligi.

10. Detallar soni bir necha barovar kam, narxi esa taxminan ikki marta arzon.

Umumiy vazifali standart uzatmalarning xizmat muddati 10 000 soat.

Zamonaviy to`lqinsimon uzatmalarning kamchiliklari

To`lqinsimon uzatmalar asosan quyidagi kamchiliklarga ega:

- uzatish nisbatining quyi chegarasini yuqori qiymatlari $i_{min} \approx 80$;
- elastik g`ildirak va to`lqin generatorini tayyorlashni nisbatan qiyinligi (muxsus jihoz zarur bo`ladi).

Bu kamchiliklar to`lqinsimon uzatmalarni yakka tartibda ishlab chiqarishni va ta'mirlashni qiyinlashtiradi.

To`lqinsimon uzatmalarning uzatish nisbati katta uzatmalarda hamda germetiklik, kinematik aniqlik va inersiyaviylikka maxsus tabablar qo`yilganda qo`llash tavsiya etiladi.

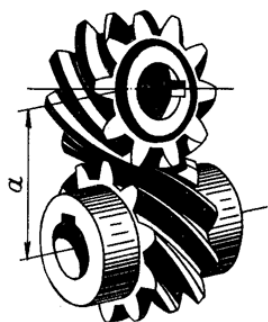
3.10-§. Vintaviy hamda gipoid uzatmalar

Vintaviy va gipoid uzatmalar o`qlari ayqash bo`lgan uzatmalarda ishlatiladi. Bu uzatmalarning vallari o`zaro kesishmaydi hamda vertikal tekislikda bir–biridan ma’lum masofada joylashgan bo`ladi (3.22 va 3.23-shakllar). Shuning uchun bu uzatmalarda harakatni istalgan tomonga uzatish va tayanchlarni ham istalgancha o`rnatib, qiymatini o`zgartirish imkoniyati mavjud. Xatto harakatni bir valdan bir necha valga uzatish ham mumkin.

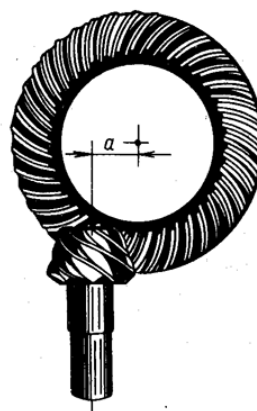
Bu uzatmalar mashinasozlikda nisbatan kam ishlatiladi. Shuning uchun quyida bu uzatmalar haqida qisqacha ma’lumot berib o`tish bilangina cheklanamiz.

Vintaviy uzatmalar qiya tishli g`ildiraklardan tashkil topgan (3.22-shakl). Tishlarning qiyaligi vintli juftniki singari vint chizig`i yo`nalishida bo`ladi, ilashishda tish yuzalarining munosabati nuqtaviy bo`ladi. Shuning uchun tish yuzalarida katta ishqalanish kuchi sodir bo`ladi va natijada tishlar tez yeyilishi kuzatiladi. Shunday ekan, bu uzatmalar bilan katta yuklanishlarni uzatish maqsadga muvofiq emas. Ammo shunga qaramasdan zarurat tug`ilganda bu uzatmalardan foydalaniladi.

Gipoid uzatmalar aylana tishli konussimon g`ildiraklardan tashkil topgan (3.23-shakl). Ammo bu uzatmada konussimon uzatma singari konuslarning uchlari bir bir nuqtada kesishmaydi. Vallar o`qlari ayqash bo`lib, bu burchak ko`pincha 90° ni tashkil etadi.



3.22-shakl



3.23-shakl

Gipoid uzatmalar bilan vintaviy uzatmalarning asosiy farqi shundaki, gipoid uzatmalarni chiziqli ilashish bilan ishlaydigan qilib tayyorlash mumkin. Gipoid

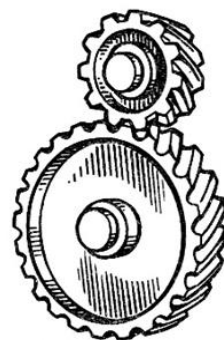
uzatmaning vintaviy uzatmaga qaraganda yuklanish layoqati yuqori. Chunki gipoid uzatmalarning sirpanish tezligi vintaviy uzatmalarnikidan kichik. Gipoid uzatmalar avtomobilsozlikda va engil sanoati mashinalarida ishlatiladi. Amaliyotda bunday uzatmalardan samarali foydalanish uchun maxsus gipoid moyidan foydalanish lozim. Shunda gipoid uzatmalarning yuklanish layoqati konussimon uzatmalarning yuklanish layoqatidan ham yuqori bo`ladi. Bu uzatmalarning asosiy kamchiligi detallarni tayyorlash va yig`ishda qo`yiladigan aniqlikning yuqoriligidan iborat. Gipoid uzatmani mustahkamlikka hisoblashda shartli ravishda, konussimon uzatmalarni mustahkamlikka hisoblash metodikasi qabul qilingan.

3.11-§. Novikov ilashmasi asosidagi uzatmalar

Rus olimi M.L.Novikov 1954 yili doiraviy tishli profilga asoslangan tishli ilashma yaratdi (16.8-shakl). Bu uzatma yuqori yuklanish layoqatiga egaligi bois, keng ko`lamda ishlatilmoqda.

Ilashmaning o`ziga xosligi. To`g`ri tishli evolventaviy uzatmaning uzluksiz ishlashi yon qoplanish koeffisienti $\varepsilon_{\alpha} > 1$ bo`lganda ta`minlanadi. Evolventali qiya tishli uzatma ikkita qoplash koeffisientiga ega: yonbosh ε_{α} va o`q bo`ylab yo`nalgan ε_{β} . Qiya tishli uzatma $\varepsilon_{\beta} > 1$ va $\varepsilon_{\alpha} = 0$ bo`lsa ham ishlay oladi.

Nuqtaviy ilashma evolventaviy ilashmadan tubdan farq qiladi. Ma`lumki, evolventaviy ilashmada hamma ilashish nuqtasi birlashtirilsa, ilashish tekisligi hosil bo`ladi. Agar bu tekislik g`ildirakning yon tomoni tekisligi bilan kesishtirilsa, ilashish chizig`i hosil bo`ladi. Nuqtaviy ilashmada esa ilashish tekisligi bo`lmay, faqat ilashish chizig`i bo`ladi. U ham val o`qiga parallel joylashgan bo`lib, yon tekislik bilan kesishtirilsa nuqta hosil qiladi. Ilashishda bo`lgan ikki tish sirtlari shu nuqtalardan o`tganda bir-biriga tegadi. Demak, bunday uzatmalar faqat qiya tishli bo`lishi mumkin. Aks holda ilashish nuqtaviy bo`lmaydi. Shuning uchun hozirgi vaqtda ishlatilayotgan Novikov uzatmalarida g`ildirak tishlarining yo`nalishi



3.24-ШАКЛ

vintsimon bo`lib, tish sirtining shakli, markazi, ilashish nuqtalariga to`g`ri keladigan aylana yoyidan iboratdir.

Muhandislik amaliyotida Novikov uzatmasining ikki xili ishlatilmoqda: bir ilashish chiziqli va ikki ilashish chiziqli. Bir ilashish chiziqli uzatmalardagi g`ildiraklardan biri (aksariyat hollarda shesternya)ning tishi qabariq, ikkinchisidiki esa ana shu qabariq tish o`rnashadigan botiqlikdan iborat bo`ladi.

Odatda, qabariq tish boshlang`ich aylananing butunlay tashqarisida, botiq tish esa ichkarisida joylashgan bo`ladi. Boshqacha qilib aytganda, shesternyaning tishi faqat tish kallagidan, g`ildirakning tishlari esa uning oyog`idan iborat bo`ladi.

Chervyakli uzatmalar

4.1-§. Umumiy ma'lumotlar

Chervyakli uzatmalar o`qlari ayqash bo`lgan vallarga harakatni uzatish uchun qo`llanadi (4.1-shakl). Odatda, ayqashlik burchagi 90° ga teng bo`ladi. Chervyakli uzatmaning ishlash tarzi vintli juftning ishlash tarzi yoki qiya tekislikdagi yukni harakatiga o`xshashdir.

Chervyakli uzatmaning afzalliklari:

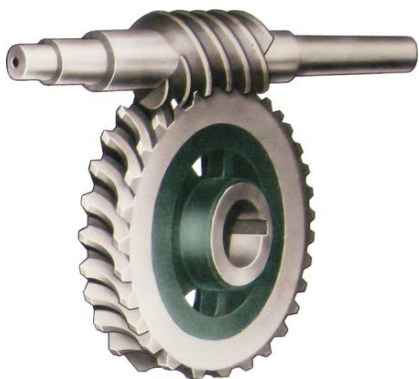
- tuzilishi oddiy, ixcham, bir pog`onada uzatish soni katta;
- ravon va shovqinsiz ishlaydi;
- yuqori kinematik aniqlikka ega;
- “o`zi tormozlanuvchi” qilib tayyorlanishi mumkin.

Kamchiliklari:

- foydali ish koeffisienti kichik;
- g`ildirak tishlari tez eyiladi;
- g`ildirak uchun ancha qimmatbaho, masalan bronza, latun singari materiallar ishlatiladi;
- yig`ish aniqligiga yuqori talablar.

Chervyakli uzatmalarni tayyorlash texnologik jihatidan tishli uzatmalarga nisbatan murakkab va ko`p mehnat talab etganligi oqibatida u qimmat, ya`ni

tannarxi yuqori. Shu sababli chervyakli uzatmalar ko`pincha o`qlari ayqash vallarga harakat uzatish hamda yuritma kinematik zanjirlarida katta uzatish soni va yuqori kinematik aniqlik zarur bo`lgan hollarda ishlatiladi. Chervyakli uzatmalardan ko`tarish-tashish mashinalaridan tashqari stanoksozlik, avtomobilsozlik va boshqa tarmoqlarda ham foydalanilmoqda.



4.1-ШАКЛ

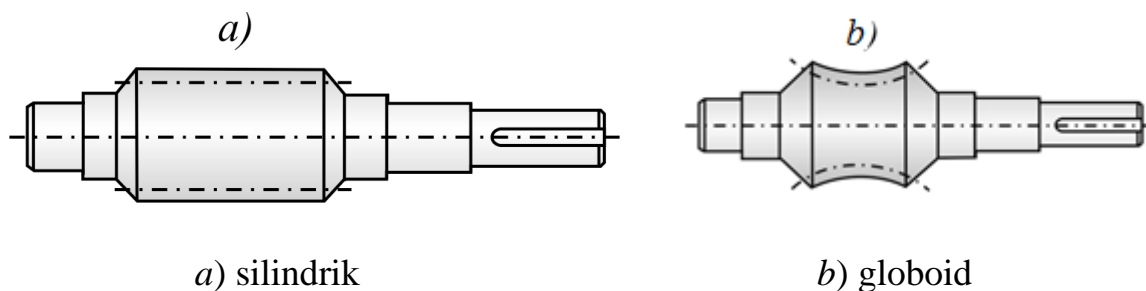
Chervyakli uzatmalarning foydali ish koeffitsienti kichikligi, g`ildirak tishlarining yulini, chervyakka yopishib qolishi ulardan amalda past va o`rta quvvatli davriy qisqa muddatli sharoitlarda foydalanish imkoniyatini chegaralaydi. Odatda chervyakli uzatmalarning quvvati 50...60 kVt dan oshmaydi.

Katta quvvatlarda va uzoq muddat ishlatilganda chervyakli uzatmalardagi quvvat yo`qotilishi ancha sezilarli bo`lib, ularni ishlatish samarasizdir.

4.2-§. Chervyakli uzatmaning geometrik parametrlari

Chervyakli uzatmalarda xuddi tishli uzatmalar kabi boshlang`ich va bo`luvchi silindrlar diametrlari ajratiladi (4.4-shakl): d_{w1} , d_{w2} — chervyak va g`ildirakning boshlang`ich diametrlari; d_1 , d_2 — chervyak va g`ildirakning bo`luvchi diametrlari. Siljitishsiz tayyorlangan uzatmalarda $d_{w1} = d_1$, $d_{w2} = d_2$ boshlang`ich silindrlarning tutashuv nuqtasi ilashma qutbi bo`ladi.

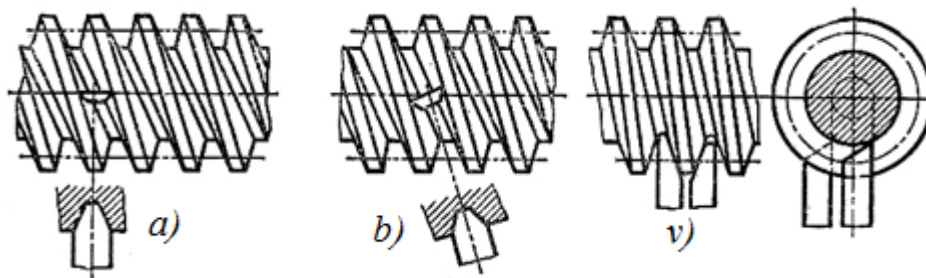
Chervyakning turlari. Rezba kesilgan tanasining tuzilishiga ko`ra: silindrik va globoid ko`rinishda bo`ladi (4.2-shakl).



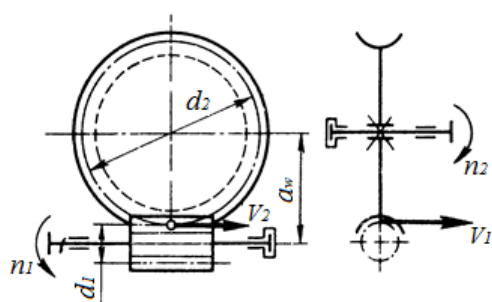
4.2–shakl.

Rezba profili shakliga ko`ra: *a*-arximed, *b*-evolventa va *v*-konvolyuta

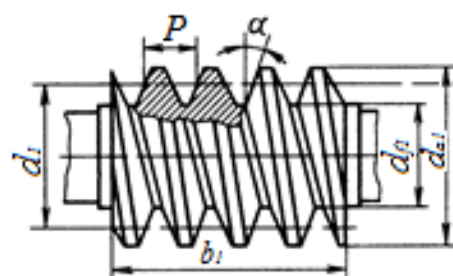
chervyaklari (4.3-shakl).



4.3–shakl



4.4-ШАКЛ



4.5-ШАКЛ

Arximed chervyaklari asosan silliqlanmagan, qattiqligi $HB < 350$ dan kichik bo`lgan, o`ramli chervyaklarda qo`llaniladi. Yuqori qattiqlikdagi silliqlanadigan hollarda evolventaviy chervyaklar ishlatiladi.

$\alpha = 20^\circ$ - chervyak profil burchagi; $m = P/\pi$ - o`q bo`yicha modul; chervyak rezbasining kirimlar soni $z_1 = 1, 2, 4$; $q = d_1/m$ - chervyakning nisbiy diametri (koeffisienti).

Odatda, m, q - larning standart qiymati quyidagi 4.1-jadvaldan olinadi (ГОСТ 2144-76*).

Tavsiya bo`yicha chervyak diametri o`lchamini oshirish maqsadida $q \geq 0,25z_2$ munosabatga tayanib, chervyak valining egilishini kamaytirishga erishiladi.

Vint chizig`ining ko`tarilish burchagi γ ning qiymatlari 4.2-jadvalda keltirilgan:

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

Chervyakning diametrlari (4.5-shakl): $d_1 = qm$ - bo`luvchi diametri;

$d_{a1} = d_1 + 2m$ - tashqi diametri; $d_{f1} = d_1 - 2,4m$ - ichki diametri.

Chervyakning o`ramlar qirqilgan qismi uzunligi b_1 ni aniqlashda g`ildirak

4.1-jadval

m , mm	q	m , mm	q	m , mm	q	m , mm	q
1,6	10,0	3,15	8,0	6,30	8,0	12,50	8,0
	12,5		10,0		10,0		10,0
	16,0		12,5		12,5		12,5
	20,0		16		14,0		16
			20		16,0		20
2,0	8,0	4,00	8,0	8,00	8,0	16,00	8,0
	10,0		10,0		10,0		10,0
	12,5		12,5		12,5		12,5
	16		16		16		16
	20		20		20		20
2,50	8,0	5,00	8,0	10,00	8,0	20,00	8,0
	10,0		10,0		10,0		10,0
	12,5		12,5		12,5		12,5
	16		16		16		16
	20		20		20		20

4.2-jadval

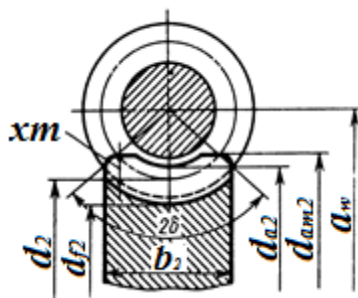
z_1	q koeffisienti					
	8	10	12,5	14	16	20
1	7°07′	5°43′	4°35′	4°05′	3°35′	2°52′
2	14°02′	11°19′	9°05′	8°07′	7°07′	5°43′
3	20°33′	16°42′	13°30′	12°06′	10°37′	8°35′
4	26°34′	21°48′	17°45′	15°57′	14°02′	11°19′

tishlarining aynan bir vaqtda ko`proq ilashishda bo`lishi shartidan foydalaniladi. Uning qiymati chervyakning kirimlari soni z_1 va siljitish koeffisienti x ga bog`liq ravishda hisoblanadi. Masalan, $z_1 = 1, 2, x = 0$ da $b_1 \geq (11 + 0,06z_2)m$ ga teng.

Chervyak g`ildiragining o`lchamlari (4.6-shakl): $d_2 = z_2m$ – bo`luvchi diametri; $d_{a2} = d_2 + 2m$ – tashqi diametri; $d_{f2} = d_2 - 2,4m$ – ichki diametri.

Chervyak g`ildiragining tishlari qirqilib, zaiflashmasligi uchun $z_2 > 28$ olish tavsiya etilgan.

Chervyak g`ildiragining chervyakni qamrov burchagi $2\delta = 100^\circ$ ga mos keluvchi g`ildirak eni b_2 va d_{aM2} o`lchamlari:



4.6-шакл

z_1	1	2	4
d_{aM2}	$\leq d_{a2} + 2m$	$\leq d_{a2} + 1,5m,$	$\leq d_{a2} + m$
b_2	$\leq 0,75d_{a1}$		$\leq 0,67d_{a1}$

O`qlararo masofa $a_w = 0,5(q + z_2)m$ bo`ladi.

Siljitishsiz bajarilgan silindrik chervyakli uzatmaning asosiy parametrlari (ГОСТ 2144-76*)

4.3-jadvalda keltirilgan.

4.3-§. Chervyakli uzatmaning kinematik parametrlari

Uzatish nisbati. Chervyakli uzatmalarda uzatish soni quyidagicha ifodalanadi. G`ildirakning to`liq aylanishi uchun chervyak z_2/z_1 marta aylanishi zarur, ya`ni

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} = u$$

4.3-jadval

a_w, mm 1-qat.	m, mm	q	$z_2/z_1 = u$	a_w, mm 1-qat.	m, mm	q	$z_2/z_1 = u$
40	2	8	32:4 32:2 32:1	40	1,6	10	40:4 40:2 40:1
50	2,5	8	32:4 32:2 32:1	50	2	10	40:4 40:2 40:1
63	3,15	8	32:4 32:2 32:1	63			
80	4	8	32:4 32:2 32:1	80			
100	5	8	32:4 32:2 32:1	100	4	10	40:4 40:2 40:1
125	5	10	40:4 40:2 40:1	125	4	12,5	50:4 50:2 50:1
140*	5	16	40:4 40:2 40:1	140*	5	10	46:4 46:2 46:1
160	8	8	32:4 32:2 32:1	160			
200	10	8	32:4 32:2 32:1	200	8	10	40:4 40:2 40:1
250	12,5	8	32:4 32:2 32:1	250	10	10	40:4 40:2 40:1
	8	12,5	50:4 50:2 50:1				
280*	10	16	40:4 40:2 40:1	280*	10	10	46:4 46:2 46:1
400	20	8	32:4 32:2 32:1	400	16	10	40:4 40:2 40:1
500	20	10	40:4 40:2 40:1	500	16	12,5	50:4 50:2 50:1

4.3-§. Chervyakli uzatmaning kinematik parametrlari

Uzatish nisbati. Chervyakli uzatmalarda uzatish soni quyidagicha ifodalanadi. G`ildirakning to`liq aylanishi uchun chervyak z_2/z_1 marta aylanishi zarur, ya`ni

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} = u$$

Bu yerda chervyak kirimlarining soni tishli uzatmadagi shesternya tishlarining soni funksiyasini o`taydi. Chervyakning kirimlari soni z_1 kichik bo`lgani sababli, chervyakli juftda katta uzatish nisbati hosil qilish mumkin. Bu chervyakli uzatmalarning afzalliklaridan biri hisoblanadi.

Amalda ko`proq qo`llaniladigan kuch uzatadigan chervyakli uzatmalarda uzatish nisbati $i = 10 \dots 60$, hatto 80 ga teng bo`ladi. Asbob va o`lchov mexanizmlarining kinematik zanjirlarida $i = 300$ gacha va undan katta bo`lishi ham mumkin. Uzatmada asosan chervyak etakchi hisoblanadi.

Chervyakning o`ramlari soni uzatish soniga bog`liq, shuning uchun amaliyotda $u = 8 \div 15$ bo`lganda $z_1 = 4$; $u = 15 \div 30$ bo`lganda $z_1 = 2$; $u > 30$ bo`lganda $z_1 = 1$ tavsiya etiladi, ammo bir kirimli chervyaklarni juda zarur bo`lgan hollardagina ishlatish tavsiya etilgan.

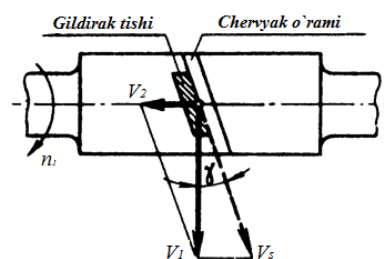
$z_1 = 1, 2$ yoki 4 bo`lganda silindrik chervyakli uzatmalar uchun uzatish soni u ГОСТ 2144-76 bo`yicha quyidagicha olish taklif etilgan:

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;

Birinchi qator ikkinchi qatorga nisbatan afzal hisoblanib, xaqiqiy uzatish soni u qiymatining standart qiymatdan farqi 4 foizdan oshmasligi zarur.

Chervyakli ilashmadagi sirpanish. Harakat uzatish vaqtida chervyak kirimlari g`ildirak tishlari bo`ylab xuddi vintli juftga o`xshab sirpanadi. Sirpanish tezligi v_s chervyak vint chizig`iga urinma bo`ylab yo`naladi. Nisbiy tezlik sifatida v_s chervyak va chervyak g`ildiragi absolyut tezliklarining vektorlari ayirmasiga teng bo`ladi (4.7-shakl):



4.7-ШАКЛ

$$\vec{v}_s = \vec{v}_1 - \vec{v}_2 \quad \text{yoki} \quad \vec{v}_s + \vec{v}_2 = \vec{v}_1 \quad \text{va}$$

$$\left. \begin{aligned} v_s &= \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = v_1 / \cos \gamma \\ v_1 &= \pi d_1 n_1 / 60, v_2 = \pi d_2 n_2 / 60 \\ v_2 / v_1 &= \operatorname{tg} \gamma \end{aligned} \right\} \quad (4.1)$$

Bu yerda γ – chervyak vint chizig`ining ko`tarilish burchagi. Amalda ushbu burchak $\gamma < 30^\circ$ bo`lgani uchun chervyakli uzatmada v_2 , v_1 dan ancha kichik, v_s esa v_1 dan katta bo`ladi.

Chervyak o`rami va g`ildirak tishlari orasidagi sirpanishning katta bo`lishi, albatta foydali ish koefitsientining past, yeyilish tez va yulinishga moyil bo`lishiga asosiy omil bo`ladi. Qaysiki bular chervyakli uzatmaning asosiy kamchiligi hisoblanadi.

4.4-§. Chervyakli uzatmaning foydali ish koefitsienti

Chervyakli va tishli uzatmalarning FIK larini hisoblash farq qiladi. Farq shundaki, chervyakli uzatma ilashmasidagi yo`qotishlarni albatta inobatga olish shartdir.

Birinchi hol: uzatmada chervyak etaklovchi bo`lganda vintli juftga o`xshash foydali ish koefitsienti

$$\eta_{ch} = \operatorname{tg} \gamma / \operatorname{tg} (\gamma + \varphi) \quad (4.2)$$

ifoda bo`yicha aniqlanadi.

Demak, chervyakli uzatmaning FIK oshirish vint chizig`i ko`tarilishi burchagini oshirish (kirimlar sonini ko`paytirish) yoki ishqalanish burchagi φ ni kamaytirish evaziga amalga oshiriladi.

Ikkinchi hol: uzatmada agar chervyak g`ildiragi etaklovchi bo`lsa, u holda kuch yo`nalishining o`zgarishini e`tiborga olish zarur:

$$\eta_{ch} = \operatorname{tg} (\gamma - \varphi) / \operatorname{tg} \gamma \quad (4.3)$$

Ta`kidlash lozimki, $\gamma \leq \varphi$ bo`lganda $\eta_{ch} = 0$ ga teng bo`ladi, ya`ni harakatni teskariga (g`ildirakdan chervyakka) uzatish mumkin emas. Aniqrog`i, o`zi tormozlanadigan chervyakli juft hosil bo`ladi. Chervyakli uzatmalarning o`z-o`zini tormozlash xususiyatidan yuk ko`tarish va boshqa mexanizmlarda foydalaniladi. O`zi tormozlanadigan uzatmalarning foydali ish koefitsientlari ancha kam bo`lib,

har doim 0,5 dan kichik bo`ladi. O`zi tormozlanishni ishonchli bo`lishi uchun $\gamma \leq 0,5\varphi$ olish tavsiya etiladi.

Tajribalarda kuzatilishicha moylash qoniqarli bo`lganda ishqalanish koeffisientining qiymati sirpanish tezligi v_s ga bog`liq bo`ladi: v_s ortishi bilan f kamayadi. Buning sababi v_s ning ortishida asta-sekin chala moyli sharoitidagi ishqalanishdan moyli sharoitdagi ishqalanishga o`tiladi. Ishqalanish koeffisienti ishqalanish tezligidan tashqari ishqalanuvchi yuzalar g`adir-budirligiga hamda moy sifatiga ham bog`liqdir.

4.4-jadvalda v_s va f larning bog`liqligi keltirilgan.

4.4-jadval

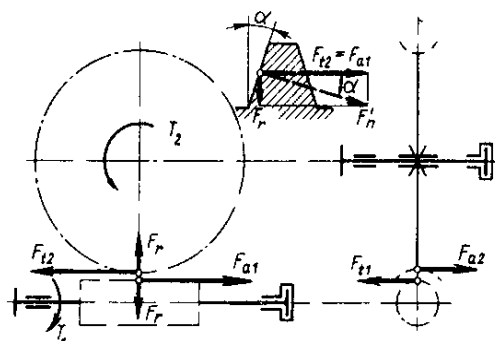
$v_s, m/s$	f	ρ'	$v_s, m/s$	f	ρ'
0,1	0,08-0,09	4°30'-5°10'	2,5	0,03-0,04	1°40'-2°20'
0,25	0,065-0,075	3°40'-4°20'	3,0	0,028-0,035	1°30'-2°00'
0,5	0,055-0,065	3°10'-3°40'	4,0	0,023-0,030	4°07'-7°30'

Dastlabki hisoblarda γ va v_s larning qiymatlari noma'lum bo`lganligi uchun FIK ni o`rtacha qiymatlarda quyidagicha olish tavsiya etiladi:

z_1	1	2	4
η	0,7...0,75	0,75...0,82	0,87...0,92

4.5-§. Chervyakli uzatmada hosil bo`ladigan kuchlar

Chervyakli uzatma ishlaganida uning chervyagi va g`ildiragida 3 ta: aylana, radial va o`q bo`ylab yo`nalgan kuchlar paydo bo`ladi (4.8-shakl). Chervyakdagi



4.8-шакл

aylana kuch miqdor jihatidan g`ildirakdagi o`q bo`ylab yo`nalgan kuchga teng bo`lib, quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$F_{t1} = F_{a2} = 2T_1/d_1 \quad (4.4)$$

G`ildirakdagi aylana kuch esa chervyakdagi o`q bo`ylab yo`nalgan kuchga

teng:

$$F_{t2} = F_{a1} = 2T_2/d_2 \quad (4.5)$$

Uzatmadagi radial va normal kuchlar o`rtasida quyidagi bog`liqlik mavjud:

$$\left. \begin{aligned} F_r &= F_{t2} \operatorname{tg} \alpha \\ F_n &= F_{t2} / (\cos \alpha \cos \gamma) \end{aligned} \right\} \quad (4.6)$$

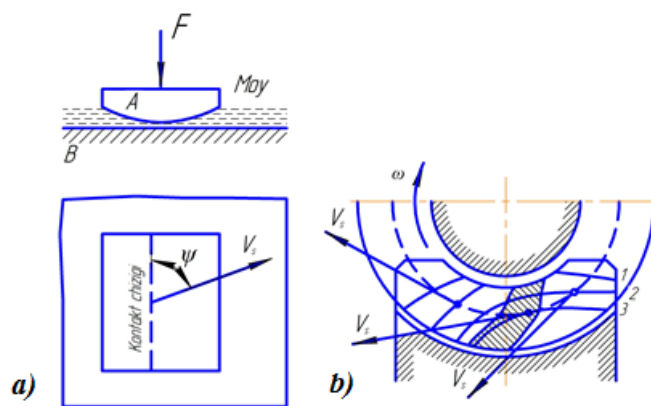
Chervyak va chervyak g`ildiragidagi burovchi momentlar ham o`zaro bog`liqlikda ifodalanadi:

$$T_2 = T_1 i \eta \quad (4.7)$$

4.6-§. Chervyakli uzatmalarni ishchanlik layoqati va hisoblashning asosiy mezonlari

Chervyakli uzatmalarni ham xuddi tishli uzatmalar kabi kontakt va eguvchi kuchlanish bo`yicha tekshiriladi. Tishli uzatmalardan farq qilib chervyakli uzatmalarda uvalanish emas, yeyilish va yulinish ko`proq namoyon bo`ladi. G`ildirak yumshoq materialdan tayyorlangani uchun (qalayli bronza), yulinish bronzani chervyakka asta-sekin «suritilishida» o`z aksini topadi. Bunday holatda uzatma uzoq muddat ishlashi mumkin. Qattiq materiallarda (alyuminiy – temirli bronzalarda, cho`yan va sh.k.) yulinish sirtlarning qirilishiga o`tadi va keyin g`ildirak tishlarining tez emirilishiga olib keladi.

Chervyakli uzatmadagi yuqori yeyilish va yulinish katta sirpanish tezligi va sirpanishni kontakt chizig`iga nisbatan noqulay yo`nalishi bilan bog`liq. Moylash nazariyasidan ma`lumki moyli ishqalanish hosil bo`lishi uchun eng qulay sharoit sirpanish tezligini kontakt chizig`iga perpendikulyar yo`nalishi hisoblanadi (4.9-shakl *a*). Bu holda moy *A* jism ostiga tortiladi. *A* va *B* ishqalanuvchi jismlar orasida uzluksiz moyli qatlam hosil bo`lib, metallarni quruq ishqalanishi moyli ishqalanishga almashadi. Sirpanish tezligi kontakt chizig`i bo`ylab yo`nalganda ($\psi = 0$) kontakt zonasida moyli qatlam hosil bo`lmaydi, bunda quruq va chala quruq ishqalanish yuz beradi. ψ burchagi qancha kichik bo`lsa, moyli ishqalanish hosil bo`lish imkoni shuncha kam bo`ladi.



4.9- shakl

Chervyakli ilashmada kontakt chiziqlarini (1,2,3...) ilashmada ketma-ket joylashishi sxema (4.9-shakl b) da ko`rsatilgan. Bunda sirpanish tezliklarini yo`nalishi aylana tezlik yo`nalishlariga yaqin bo`ladi. Shtrixlangan zonada v_s ning yo`nalishi deyarli kontakt chiziqlariga mos keladi, bunda moylash sharoiti qiyinlashadi. Shuning uchun bu zonada katta yuklanishda yulinish boshlanib, tishning butun ishchi yuzasiga asta-sekin tarqaladi.

Uzatmada yulinishni oldini olish uchun kontakt kuchlanishning qiymati chegaralanadi va maxsus antifriksion materiallar qo`llanadi: chervyak po`latdan, g`ildirak-bronza yoki cho`yandan. Chervyakli uzatmalarda yulinishni kamaytirish tishlarining abraziv yeyilishini bartaraf etaolmaydi. Yeyilish jadalligi asosan kontakt kuchlanishga bog`liq bo`ladi. Shuning uchun chervyakli uzatmalarni kontakt kuchlanish bo`yicha hisoblash asosiy mezon hisoblanadi. Bunda eguvchi kuchlanishni hisoblash yordamchi hisob sanaladi. Faqat tishlari ko`p ($z_2 > 100$) moduli kichik g`ildiraklar uchun hamda, dastaki yuritmalarda (qo`l kuchi bilan harakatlanadigan) eguvchi kuchlanish bo`yicha hisoblash asosiy mezon bo`lishi mumkin.

4.7-§. Chervyakli uzatma tishlarini kontakt kuchlanish bo`yicha mustahkamlikka hisoblash

Tishli uzatmalarni kontakt kuchlanishga tekshirishda asosiy formula sifatida foydalaniladigan ifoda

$$\sigma_H = 0,418 \sqrt{\frac{q_{ch} E_{kel}}{\rho_{kel}}} \quad (4.8)$$

chervyakli uzatmalar uchun ham o`z kuchini saqlaydi. Arximed chervyagi uchun o`q bo`ylab o`tgan tekislikda hosil bo`lgan o`ram kesimi profili to`g`ri bo`lgani uchun uning egrilik radiusi cheksizga teng, $\rho_1 = \infty$. Shuning uchun keltirilgan egrilik radiusi ρ_{kel} ni aniqlashda chervyak o`ramining egrilik radiusi e`tiborga olinmaydi, chervyak g`ildiragini esa odatdagi qiya tishli silindrik g`ildirakga qiyoslash mumkin. SHuning uchun

$$\frac{1}{\rho_{kel}} \approx \frac{2s\cos^2\gamma}{d_2\sin\alpha} \quad \text{bo`ladi.}$$

Qiya tishli uzatmalardagi singari, chervyakli uzatmalarda ham solishtirma kuch quyidagicha ifodalanadi

$$q_{ch} = \frac{F_n K_H}{l_\Sigma} = \frac{F_{t2} K_H}{l_\Sigma \cos\alpha \cos\gamma} = \frac{2T_2 K_H}{d_2 d_1 \delta \varepsilon_\alpha \xi \cos\alpha'}$$

bu yerda $l_\Sigma = d_1 \delta \varepsilon_\alpha \xi / \cos\gamma$ – kontakt chizig`ining umumiy uzunligi; $\varepsilon_\alpha = 1,8...2,2$, chervyak g`ildiragi o`rta kesimidagi yon qoplanish koeffisienti; ξ – ilashishda qamrash yoyi to`la bo`lmasligi, sababli kontakt chiziqlarni kamayishini hisobga oluvchi koeffisient u $\xi = 0,75$. Hamma son qiymatlarini (4.8) formulaga qo`ysak

$$\sigma_H = 1,18 \sqrt{\frac{E_{kel} T_2 K_H \cos^2\gamma}{d_2^2 d_1 \delta \varepsilon_\alpha \xi \sin 2\alpha}} \leq [\sigma_H] \quad (4.9)$$

taxminan $\alpha = 20^\circ$ da $x = 0$ bo`ladi

$$\varepsilon_\alpha = \left(\sqrt{0,03z_2^2 + z_2 + 1 - 0,17z_2 + 2,9} \right) / 2,95 \quad (4.10)$$

Loyiha hisobi uchun (4.9) tenglama d_2 ga nisbatan echiladi. Bunda

$d_1 = qm = qd_2/z_2$ – deb olib, $\alpha = 20^\circ$, $K_H = 1,1$, $\gamma = 10^\circ$, $2\delta = 100^\circ = 1,75$ rad $\varepsilon_\alpha = 1,9$, $\xi = 0,75$ qiymatlar qabul qilinadi.

Bunda

$$d_2 = 1,25 \sqrt[3]{\frac{E_{kel} T_1}{[\sigma_H]^2 (q/z_2)}} \quad (4.11)$$

$$a_w = 0,5d_2 (q/z_2 + 1) \quad (4.12)$$

ekanligini hisobga olib (4.11) formulani a ga nisbatan echsak:

$$a_w = 0,625(q/z_2 + 1)^3 \sqrt{\frac{E_{kel} T_1}{[\sigma_H]^2 (q/z_2)}} \quad (4.13)$$

(4.9) va (4.13) formulalarda

$$E_{kel} = \frac{2E_1 E_2}{(E_1 + E_2)}$$

bu yerda E_1 va E_2 - chervyak va g`ildirak materiallarining elastiklik moduli:

$E_1 = 2,1 \cdot 10^5$ MPA – po`lat; $E_2 = 0,9 \cdot 10^5$ MPa bronza va cho`yan uchun qabul qilinadi.

Amaliyotda loyiha hisoblarida foydalanish qulay bo`lishi uchun (4.9) va (4.13) formulalar (4.14) ko`rinishga keltirilgan

$$\left. \begin{aligned} \sigma_H &= \frac{170}{\frac{z_2}{q}} \sqrt{\frac{T_2 K \left(\frac{z_2}{q} + 1\right)^3}{a_w^3}} \\ a_w &= \left(\frac{z_2}{q} + 1\right)^3 \sqrt{\left(\frac{170}{\frac{z_2}{q} [\sigma_H]}\right)^2 T_2 K} \end{aligned} \right\} \quad (4.14)$$

Loyiha hisobida q/z_2 – qiymati tanlab olinadi. Bunda quyidagilar e`tiborga olinishi zarur. Yuklanishning notekis taqsimlanishi, chervyakning salqiligiga (egilishiga) bog`liq bo`ladi. O`z navbatida salqilik chervyak diametri va tayanchlar orasidagi masofaga bog`liq bo`ladi. Chervyak diametri q ga proporsional, tayanchlar orasidagi masofa esa g`ildirak diametri yoki z_2 ga proporsional bo`ladi. Shu sababli z_2 ning katta qiymatlarida q ning katta qiymatlarini olish tavsiya etiladi.

Ammo q oshishi bilan γ va f.i.k. kamayadi, hamda uzatma gabarit o`lchamlari ortadi. Kuch uzatadigan uzatmalarda $q/z_2 = 0,22 \dots 0,4$ olish tavsiya etiladi.

Quyidagi 4.5-jadvalda chervyakli uzatmalarni loyihalashda ishlatiladigan materiallarning mexanik xossalari $[\sigma_H]'$ va eguvchi kuchlanish $[\sigma_{0F}]'$, $[\sigma_{-1F}]'$,

MPa, 4.6-jadvalda esa chervyak g`ildiragi uchun yeyilishga bardoshlilik sharti bo`yicha ruxsat etilgan kontakt kuchlanish qiymatlari keltirilgan.

4.5-jadval

Bronza yoki cho`yan markasi	Quyish usuli	Chegaralar		Chervyakning quyidagi qattiqligida ruxsat etilgan kuchlanish					
		Mustaxkamlik σ_v	Oquvchanlik σ_o	HRC < 45			HRC \geq 45		
				$[\sigma_{0F}]'$	$[\sigma_{-1F}]'$	$[\sigma_H]'$	$[\sigma_{0F}]'$	$[\sigma_{-1F}]'$	$[\sigma_H]'$
БрО10Ф1	P	200	100	45	30	135	55	40	168
БрО10Ф1	K	255	147	57	41	186	71	51	221
БрО10Н1Ф1	S	285	165	64	45	206	80	56	246
БрО5С5С5	P	150	80	35	25	111	45	32	133
БрО5С5С5	K	200	90	45	32	132	53	38	159
БрА9Ж3Л	P	392	196	81	63	-	98	75	-
БрА9Ж3Л	K	490	236	85	69	-	108	83	-
Cch10	P	118	-	33	20	-	41	25	-
Cch15	P	147	-	37	23	-	47	29	-
Cch18	P	177	-	42	26	-	53	33	-
Cch20	P	206	-	47	29	-	59	36	-

Izoh: K-temir qolipda, P-qum shakilda, S-markazdan qochirma.

4.6-jadval

Material		Sirpanish tezligi v_s , m/c da $[\sigma_H]$, MPa								
chervyak g`ildiragi gardishi	chervyakniki	0	0,25	0,5	1	2	3	4	6	8
		БрА9Ж3Л	Po`lat HRC>45	-	-	182	179	173	167	161
БрА10Л4НЛЛ	bu ham	-	-	196	192	187	181	175	164	152
Cch15 yoki Cch18	Ст20 yoki 20X sementatsiya	184	155	128	113	84,5	-	-	-	-
Cch10 yoki Cch15	Ст45 yoki Ст 6	170	141	113	98	71	-	-	-	-

4.8-§. Chervyakli uzatma tishlarini eguvchi kuchlani bo`yicha mustahkamlikka hisoblash

Eguvchi kuchlanish bo`yicha mustahkamlikka faqat chervyak g`ildiragi tishlari hisoblanadi, chunki chervyak o`ramlari shakli va materiali bo`yicha g`ildirak tishlaridan ancha mustahkam bo`ladi. Eguvchi kuchlanishni aniq

hisoblash, tish kesimining g`ildirak eni bo`ylab o`zgaruvchan shaklda bo`lishi va tishning asosi to`g`ri chiziq emas, aylana yoyi bo`ylab joylashgani bilan murakkablashadi. Taqribiy hisoblarda chervyak g`ildiragi qiya tishli g`ildirak deb hisoblanadi.

Bunda quyidagi o`zgartirishlar va tuzatishlar hisobga olinadi.

1. O`z shakli bo`yicha chervyak g`ildiragining tishlari qiya tishli g`ildirak tishlaridan mustahkam bo`ladi (taxminin 40%). Bu holat tishning yoysimon shakli va shu bilan birga barcha kesimlarda (o`rta kesimdan tashqari) chervyak g`ildiragining tishlarini kesuvchi asbobning musbat siljishi bilan kesilishiga bog`liq. Chervya g`ildiragi tishlari shaklining hususiyatlari tish shakli koeffisienti Y_F (4.7-jadval) bilan hisobga olinadi.

4.7-jadval

z_v	20	24	26	28	30	32	35	37	40	45	50	60	80	100
Y_F	1.98	1.88	1.85	1.8	1.76	1,71	1,64	1,61	1,55	1,48	1,45	1,4	1,34	1,3

2. Chervyakli juft yaxshi ishlashib ketadi. Shu sababi $K_{F\alpha} = 1$ va $Y_\beta = 1$ deb olinadi va shularga asosan

$$Y_{F\beta} = 1/(\varepsilon_\alpha \xi) = 1/(1,9 - 0,75) = 0,7$$

Shularni e`tiborga olsak (3.18) formulani quyidagicha yozish mumkin

$$\sigma_F = 0,7Y_F \frac{F_{t2}K_F}{b_2 m_n} \leq [\sigma_F] \quad (4.15)$$

Bu yerda K_F – yuklanishning hisobiy koeffisienti; $m_n = m \cos\gamma$; Y_F – koeffisient qiymati ekvivalent tishlarining soniga qarab olinadi. Uning qiymatlari yuqoridagi jadvalda keltirilgan.

$$z_v = \frac{z_2}{\cos^3\gamma} \quad (4.16)$$

Amaliyotda qulaylik yaratish uchun (4.15) formulasi (4.17) ko`rinishga keltirilgan

$$\sigma_F = \frac{1,2T_2KY_F}{z_2 b_2 m^2} \quad (4.17)$$

Hisobiy yuklanish. Chervyakli uzatmalar uchun tahminan $K_H = K_F = K_\beta K_v$

deb olinadi, bu yerda K_β -yuklanish notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffisient; K_v -uzatmadagi dinamik yuklanishni hisobga oluvchi koeffisient.

K_β -koeffisienti chervyakning deformatsiyalanishi va yuklanish xarakteri o`zgarishiga bog`liq

$$K_\beta = 1 + \left(\frac{z_2}{\theta}\right)^3 (1 - x),$$

bu yerda θ -chervyakning deformatsiya koeffisienti, uning qiymati quyidagi 4.8-jadvalda keltirilgan.

4.8- jadval

z_1	q qiymatlari					
	8	10	12,5	14	16	20
1	72	108	154	176	225	248
2	57	86	121	140	171	197
3	51	76	106	132	148	170
4	47	70	98	122	137	157

x - yuklanish xarakteri o`zgarishiga bog`liq yordamchi koeffisient. Uning qiymati o`ta aniqlik talab etilmaydigan hisoblarda, o`zgarmas yuklanishda $x=1,0$; yuklanishning oz miqdordagi o`zgarishida $x\approx 0,6$; yuklanishning katta miqdordagi o`zgarishida $x\approx 0,3$ olinadi.

O`zgarmas yuklanishda koeffisient $K_\beta = 1$. K_v -koeffisienti uzatmaning tayyorlanish aniqligi va sirpanish tezligi v_s ga bog`liq bo`lib, uning qiymatlari quyidagi 4.9-jadvalda keltirilgan. Bu jadvalga tayanib uzatmaga aniqlik darajasi tayinlanishi mumkin.

4.9-jadval

Aniqlik darajasi	Sirpanish tezligi v_s , m/c			
	1,5 gacha	1,5-3 gacha	3-7,5 gacha	7,5-12 gacha
6	-	-	1,0	1,1
7	1,0	1,0	1,1	1,2
8	1,15	1,25	1,4	-
9	1,25	-	-	-

4.9-§. Chervyakli uzatmani qizishini tekshirish, sovitish va moylash

Uzatmada ishqalanish natijasida yo`qotilgan energiya issiqlik energiyasiga aylanib, uzatmani qizdiradi. Agar reduktor korpusidan tashqi atmosferaga

chiqarilayotgan issiqlik miqdori etarli bo`lmasa uzatmada o`ta qizish sodir bo`ladi va uzatma ishdan chiqadi. Uzatmadan bir sekundda ajralayotgan issiqlik miqdori, yoki issiqlik quvvatini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$W = P_1(1 - \eta), \quad (4.18)$$

bu yerda P_1 -kirish validagi quvvat, Vt; η -uzatmaning FIK.

Reduktorning korpusidan tashqi atmosferaga issiqlikning uzatilishi natijasida tabiiy sovutish vujudga keladi. Bu paytda tashqariga bir sekundda uzatilgan issiqlik miqdori, yoki issiqlik uzatish quvvati quyidagicha ifodalanadi:

$$W_1 = K(t_1 - t_0)A, \quad (4.19)$$

bu yerda A -sovutish yuzasi maydoni, m^2 ; t_1 -reduktor ichidagi harorat, yoki moy harorati, $^{\circ}C$; t_0 -atrof muhit harorati, $^{\circ}C$; K -issiqlik uzatish koeffisienti, Vt/($m^2 \cdot ^{\circ}C$).

Sovutish yuzasi maydoni A deb reduktor korpusining tashqi yuzasi maydoni, qaysiki ichkari tomonidan moy yoki uning sachrashi natijasida yuviladigan, tashqi tomondan esa havo erkin aylanishi mumkin bo`lgan yuzaga aytiladi. Odatda reduktor korpusining ostki yuzasi sovutish yuzasi sifatida hisobga olinmaydi. Agar reduktor korpusida sovutish qovurg`alari nazarda tutilgan bo`lsa, qovurg`alar umumiy yuzasining 50% sovutish yuzasi sifatida qabul qilinadi.

Reduktor moyining ruxsat etilgan qiymati t_1 moy turiga bog`liq bo`lib, uning harorat ortishi bilan moylash layoqatini saqlash xususiyatidir. Oddiy reduktor moylari uchun $t_1=60...70^{\circ}C$ (ko`pi bilan $85...90^{\circ}C$). Aviatsiya moylari $t_1=100...120^{\circ}C$.

Atrof muhit harorati t_0 qiymati loyiha topshirig`ida ko`rsatiladi (odatda $t_0 \approx 20^{\circ}C$).

Uncha katta bo`lmagan xonalarda shamollatish (ventilyasiya) bo`lmasa $K \approx 8...10$, to`xtovsiz shamollatiladigan xonalarda $K \approx 14...17$ Vt/($m^2 \cdot ^{\circ}C$). Reduktor korpusi kirlanganda K ning qiymati kamayadi.

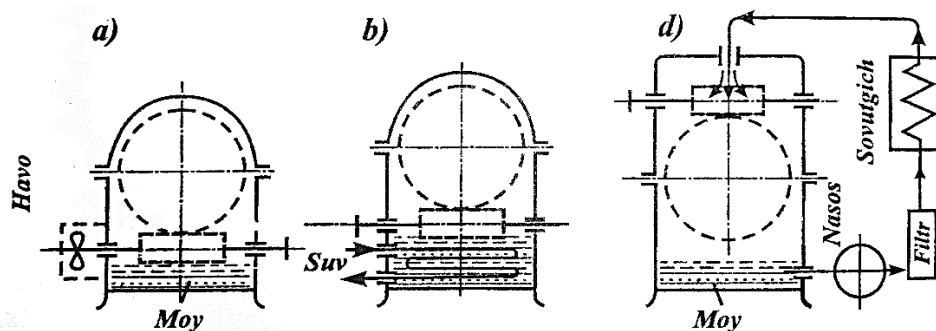
Agar (4.16) va (4.17) tenglamalarda

$$W \leq W_1 \quad (4.20)$$

bo`lsa, demak tabiiy sovutish etarli. Aks holda suniy sovutish qo`llash yoki uzatma quvvatini kamaytirish zarur.

Suniy sovutish quyidagi usullar bilan amalga oshiriladi:

1. Reduktor korpusi ventilyator yordamida sovutiladi (4.10-rasm *a*). Bunda koeffisient K ning qiymati $20...28 \text{ Vt}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ gacha oshadi. Sovutilayotgan yuza odatda qovurg`alar bilan jixozlanadi.



4.10-shakl

2. Korpusda suv ko`ylaklari yoki moy vannasida moyni suv bilan sovutish tizimi nazarda tutiladi (4.10-rasm *b*). Suvning trubadagi tezligi $1\text{m}/\text{c}$ gacha bo`lsa, koeffisient K ning qiymati $90...200 \text{ Vt}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ gacha oshadi.

3. Sovutish uchun, sovutgichli maxsus yopiq konturli (sirkulyasion) moylash tizimi qo`llaniladi (4.10-rasm *v*).

Dastlabki ikki holatda, hamda tabiiy sovutishda, moylash juftlikning bir g`ildiragini yoki chervyakni moy vannasidagi moyga qisman botib turishi hisobiga amalga oshiriladi. Moyni aralastirish va sochishda energiya yo`qotishni kamaytirish hamda moy ko`pirmasligi uchun (moyning qovushoqligi pasayadi) tezyurar pog`ona g`ildiragi uchun g`ildiraklarning moyga botish chuqurligi tishlar balandligidan yoki chervyak o`rami balandligidan, sekinyurar pog`ona uchun g`ildirak radiusining $1/3$ qismidan oshmasligi lozim. Moy vannasidagi moyning miqdori uzatilayotgan 1kVt quvvatga taxminin $0,35...0,7$ l olish tasiya etiladi.

Yopiq konturli moylashda (4.10-rasm *v*) ilashma va podshipniklarga moy nasos bilan etkaziladi. Bunda moy filtyerda tozalanib, sovutgichda sovutiladi. Moyning doimiy tozalanishi yopiq konturli moylashning afzalligidir, bu usul $v \geq 12...15\text{m}/\text{c}$ bo`lganda qo`llaniladi.

Suniy sovutish, bazi chervyakli va barcha globoid uzatmalarda qo'llaniladi. Tishli hamda chervyakli uzatmalar uchun, nisbatan kichik quvvatlarda va yuqori FIKlarida (ko'p kirimli chervyaklar), odatda tabiiy sovutish etarli bo'ladi. Moy turi uzatmaning aylana tezligi va yuklanishiga bog'liq ravishda tanlanadi.

4.10-§. Chervyakli uzatmani hisoblashga oid namuna.

Masalaning qo'yilishi: Chervyak g'ildiragi validagi burovchi moment $T_2 = 400 \text{ Nm}$, aylanish chastotasi $n_1 = 1000 \text{ min}^{-1}$, uzatish soni $i=16$ bo'lgan chervyakli uzatma hisoblansin.

Masalaning echilishi:

Uzatishlar soniga mos ravishda (97-betga qarang) chervyakning kirimlar sonini $z_1=2$ qabul qilamiz.

Chervyak g'ildiragi tishlari sonini hisoblaymiz

$$z_2 = i \cdot z_1 = 16 \cdot 2 = 32$$

ГОСТ 2144-76 (4.3-jadvalga qarang) bo'yicha $z_2=32$ qabul qilamiz.

Uzatmaga material tanlaymiz.

Chervyak uchun CT 45 toblangan qattiqligi HRC 45 dan kam emas, jilvirlash nazarda tutilgan. Chervyak g'ildiragi gardishi uchun esa bronza БрА9Ж3Л (tuproqli shakilga quyilgan) tanlaymiz.

Oldindan uzatma ilashishidagi sirpanish tezligini $v_s \approx 5 \text{ m/s}$ qabul qilamiz va mos ravishda ruxsat etilgan kontakt kuchlanish qiymatini aniqlaymiz $[\sigma_H] = 155 \text{ MPa}$. (4.6-jadval) Reversiv bo'lmagan ish harakati uchun ruxsat etilgan eguvchi kuchlanish $[\sigma_{oF}] = K_{FL}[\sigma_{oF}]'$. Bu formulada uzatma uzoq muddat ishlaganda, ya'ni tishning yuklanish sikllari soni $N_x > 25 \cdot 10^7$ bo'lganda $K_{HL} = 0,543$ ga teng. $[\sigma_{oF}]' = 98 \text{ MPa}$ (4.5-jadval)

Reversiv bo'lmagan ish harakati uchun egilish uchun ruxsat etilgan kuchlanish quyidagicha aniqlanadi: $[\sigma_{oF}] = K_{FL}[\sigma_{oF}]' = 0,543 \cdot 98 = 53,2 \text{ MPa}$.

Chervyak diametrini hisobga oluvchi koeffitsient "q" qiymatini keyinchalik standartlashtirish sharti bilan $q=10$ qabul qilamiz (4.1-jadval).

Oldindan yuklanish koeffisienti qiymatini $K=1,2$ qabul qilamiz.

Kontakt kuchlanish uchun mustahkamlik shartidan foydalanib o`qlararo masofani aniqlaymiz

$$a_w = \left(\frac{z_2}{q} + 1\right)^3 \sqrt[3]{\left(\frac{170}{\frac{z_2}{q} [\sigma_H]}\right)^2} = \left(\frac{32}{10} + 1\right)^3 \sqrt[3]{\left(\frac{170}{\frac{32}{10} [155]}\right)^2} 400 \cdot 10^3 \cdot 1,2 = 161 \text{ mm}.$$

Modul qiymatini hisoblaymiz.

$$m = \frac{2a_w}{z_2 + q} = \frac{2 \cdot 161}{32 + 10} = 7,7 \text{ mm}.$$

ГОСТ 2144-76 (4.1-jadval)dan m va q ning standart qiymatlarini tanlaymiz.

Standart bo`yicha $m = 8$ va $q=8$ qabul qilamiz.

m va q ning standart o`lchamlari asosida o`qlararo masofani tekshiramiz

$$a_w = \frac{m(q + z_2)}{2} = \frac{8(8 + 32)}{2} = 160 \text{ mm}.$$

Chervyakning asosiy o`lchamlarini aniqlaymiz:

chervyakning bo`luvchi diametri $d_1 = q \cdot m = 8 \cdot 8 = 64 \text{ mm}$;

chervyak o`rami tashqi diametri $d_{a1} = d_1 + 2m = 64 + 2 \cdot 8 = 80 \text{ mm}$;

chervyak o`ramining ichki diametri

$$d_{f1} = d_1 + 2,4m = 64 - 2,4 \cdot 8 = 44,8 \text{ mm};$$

chervyakning o`rami kesilgan qismi uzunligi:

$$b_1 \geq (11 + 0,06z_2)m + 25 = (11 + 0,06 \cdot 32)8 + 25 = 115 \text{ mm};$$

$$b_1 = 115 \text{ mm qabul qilamiz}.$$

O`ramlarning bo`luvchi ko`tarilish burchagi γ (4.2-jadvaldan tanlanadi) $z_1=2$;
 $q=8$ mm bo`lganda $\gamma = 14^\circ 02'$ bo`ladi.

Chervyak g`ildiragining asosiy o`lchamlarini aniqlash:

chervyak g`ildiragining bo`luvchi aylanasi diametri

$$d_2 = z_2 m = 32 \cdot 8 = 256 \text{ mm};$$

chervyak g`ildiragining tashqi diametri

$$d_{a2} = d_2 + 2m = 256 + 2 \cdot 8 = 272 \text{ mm};$$

chervyak g`ildiragini ichki diametri

$$d_{f2} = d_2 - 2,4m = 256 - 2,4 \cdot 8 = 236,8 \text{ mm};$$

chervyak g`ildiragining katta diametri

$$d_{aM2} \leq d_{a2} + \frac{6m}{z_1 + 2} = 272 + \frac{6 \cdot 8}{32 + 2} = 273,4 \text{ mm};$$

chervyak g`ildiragi gardishining eni

$$b_2 \leq 0,75d_{a1} = 0,75 \cdot 80 = 60 \text{ mm}.$$

Chervyakning aylana tezligi v_1 ni aniqlaymiz

$$v_1 = \frac{\pi d_1 n_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 64 \cdot 1000}{60 \cdot 10^3} = 3,35 \text{ m/s}.$$

Sirpanish tezligi v_s ni aniqlaymiz

$$v_s = \frac{v_1}{\cos \gamma} = \frac{3,35}{\cos 14^\circ 02'} = 3,45 \text{ m/s};$$

ushbu tezlikda $[\sigma_H]$ ni qiymatini 4.6-jadvaldan tanlanadi

$[\sigma_H] = 164 \text{ MPa}$. Farqi

$$\frac{164 - 155}{164} \cdot 100\% = 5\%;$$

Uzatmani kontakt kuchlanishga tekshirish uchun, reduktorning FIK ni aniqlaymiz.

Sirpanish tezligi $v_s = 3,45 \text{ m/s}$, jilvirlangan chervyak va qalaysiz bronza uchun keltirilgan ishqalanish koeffisienti (4.4-jadvaldan) $f' = 0,025 \cdot 1,5 = 0,0375$ va keltirilgan ishqalanish burchagi $\rho' = 1^\circ 25'$.

Tayanchlardagi yo`qotishlar hamda moy sochish va aralashtirish uchun sarflangan energiyani hisobga olgan holda reduktorning F.I.K.ni aniqlaymiz:

$$\eta = (0,95 \div 0,96) \frac{\text{tg} \gamma}{\text{tg}(\gamma + \rho)} = (0,95 \div 0,96) \frac{\text{tg} 14^\circ 02'}{\text{tg}(14^\circ 02' + 1^\circ 25')} = 0,90.$$

Uzatmaning aniqlik darajasini 4.9-jadvalga binoan $v_s = 3 \div 7,5 \text{ m/s}$ gacha bo`lganda 7-aniqlik darajasi olinadi, hamda dinamik koeffisient $K_v = 1,1$ tanlanadi.

Yuklanishni notekis tarqalishini hisobga oluvchi koeffisientni aniqlash

$$K_\beta = 1 + \left(\frac{z_2}{\theta}\right)^3 (1 - x) = 1 + \left(\frac{32}{86}\right)^3 (1 - 0,6) = 1,02,$$

bu yerda: θ -chervyak deformatsiyasini hisobga oluvchi koeffisient bo`lib, uning qiymatlari 4.8-jadvaldan olinadi, $q=10$ va $z_1 = 2$ bo`lganda $\theta = 86$; qo`shimcha koeffisient $x=0,6$ qabul qilamiz, yuklanish koeffisientining natijaviy qiymati $K = K_\beta K_v = 1,1 \cdot 1,02 = 1,12$.

Kontakt kuchlanish bo`yicha mustahkamlikka tekshiramiz

$$\sigma_H = \frac{170}{\frac{z_2}{q}} \sqrt{\frac{T_2 K \left(\frac{z_2}{q} + 1\right)^3}{a_w^3}} = \frac{170}{\frac{32}{8}} \sqrt{\frac{400 \cdot 10^3 \cdot 1,12 \left(\frac{32}{8} + 1\right)^3}{160^3}} = 157 \text{ MPa.}$$

$$157 \text{ MPa} < [\sigma_H] = 164 \text{ MPa.}$$

Hisobiy kuchlanish ruxsat etilganidan 4,3% ga kichik, natija shartni qanoatlantiradi, bu farq 15% gacha ruxsat etiladi.

Ekvivalent tishlar sonini aniqlash:

$$z_v = \frac{z_2}{\cos^3 \gamma} = \frac{32}{(\cos 14^\circ 02')^3} = 35.$$

Tish shaklini koeffisienti Y_F qiymatinini ekvivalent tishlar soniga mos ravishda 4.7-jadvaldan olamiz, $Y_F = 2,32$.

Egilishdagi kuchlanish

$$\sigma_F = \frac{1,2 T_2 K Y_F}{z_2 b_2 m^2} = \frac{1,2 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 1,12 \cdot 2,32}{32 \cdot 60 \cdot 8^2} = 10,2 \text{ MPa,}$$

yuqorida hisoblangan qiymatga nisbatan ancha kichik ya'ni,

$$\sigma_F = 10,2 < [\sigma_{oF}] = 53,3 \text{ MPa} \text{ shart bajarildi.}$$

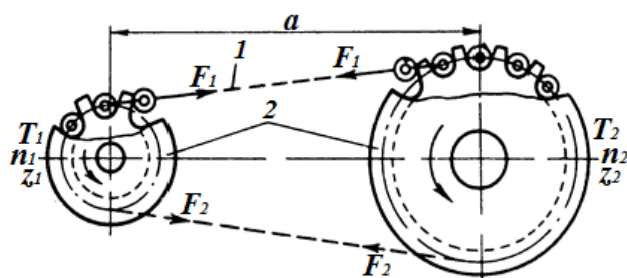
Zanjirli uzatmalar

5.1-§. Umumiy ma'lumotlar

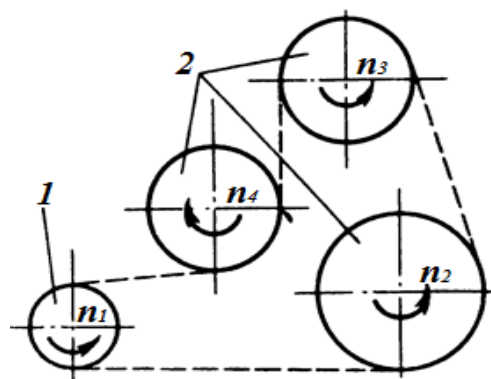
Zanjirli uzatma zanjir 1 va yulduzcha 2 ning ilashishi asosida (5.1-shakl) harakatni uzatadi. Zanjirning po`lat materialdan yasalganligi uning tasmaga nisbatan ustunligini ta'minlaydi, nisbatan teng sharoitlarda zanjir tasma nisbatan katta yuklanish uzatish imkonini beradi (lekin tishli uzatmaga nisbatan kam bo`ladi).

Sirpanishni va shataksirash-ning bo`lmasligi uzatish nisbatini o`zgarmas bo`lishini, hamda qisqa muddatli o`ta yuklanishlarda ishlash imkonini beradi.

Ilashish prinsipi zanjirni dastlabki taranglashga hojat qoldirmaydi, bu esa val va tayanchlarga tushadigan yuklanishni kamaytiradi. Yulduzchani qamrov burchagi,



5.1-ШАКЛ



5.2-ШАКЛ

shkiv va tasma orasidagi qamrov burchagi kabi muhim ahamiyatga ega emas. Shu sababli zanjirli uzatmalar kichik o`qlararo masofada va katta uzatish nisbatlarida, hamda bir etaklovchi 1 valdan bir necha etaklanuvchi val 2 larga quvvat uzatishda qo`llanishi mumkin (5.2-shakl).

Qo`llanish sohalari. Zanjirli uzatmalar katta o`qlararo masofalarda, hamda bir etaklovchi valdan bir necha etaklanuvchiga harakatni uzatishda, tishli uzatmalarni qo`llashni imkoni bo`lmaganda, tasmali uzatmalarni esa ishonchliligi past bo`lgan hollarda ishlatiladi. Zanjirli uzatmalar qishloq ho`jaligi mashinasozligida, transport va kimyo mashinasozligi, stanoksozlik, tog`-kon uskunalari va ko`tarish-tashish qurilmalarida ko`p qo`llanadi.

5.2-§. Zanjirli uzatmaning asosiy tasniflari

Uzatmaning quvvati. Zanjirli uzatmalar ko`pincha 100 kVt gacha quvvat uzatish uchun xizmat qiladi

$$P = F_t v. \quad (5.1)$$

Zanjirning tezligi va yulduzchani aylanishlar takroriyliigi

$$v = \frac{nz t}{60}, \quad (5.2)$$

bu yerda z - yulduzcha tishlarining soni, t - zanjir qadami, n - yulduzchani aylanishlar chastotasi, min^{-1} .

Zanjirning tezligi va yulduzchani aylanishlar chastotasi yeyilish, shovqin va yuritmaning dinamik yuklanishga sabab bo`ladi. Sekin yurar va o`rta tezlikka

ega boʻlgan, tezligi $v = 15 \text{ m/s}$ va aylanishlar chastotasi $n < 500 \text{ min}^{-1}$ uzatmalar koʻp tarqalgan. Lekin aylanishlar takroriyligi 3000 min^{-1} gacha boʻlgan uzatmada ham uchrab turadi. Tezyurar dvigatellarda zanjirli uzatmani odatda reduktordan keyin oʻrnatiladi.

Uzatish nisbati

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1}. \quad (5.3)$$

Uzatish soni i - ning keng tarqalgan qiymatlari 6 gacha. i katta qiymatga ega boʻlganda gabarit oʻlchamlari katta boʻlganligi sababli bir pogʻonali uzatma tayyorlash maqsadga muvofiq emas.

Uzatmaning foydali ish koeffisienti. Zanjirli uzatmaning foydali ish koeffisientiga yulduzcha tishlarida, zanjir sharnirlarida, hamda val tayanchlarida hosil boʻladigan ishqalanishlar taʼsir etadi. Zanjirni moyli vannaga botirib moylash sharoitida, moy aralashtirish uchun sarflangan yoʻqotishlar ham hisobga olinadi. Foydali ish koeffisientining oʻrtacha qiymati $\eta \approx 0,96 \dots 0,98$.

Oʻqlararo masofa va zanjir uzunligi. Minimal oʻqlararo masofa yulduzchalar orasidagi minimal ruxsat etilgan masofa bilan chegaralanadi (30...50 mm):

$$a_{min} = (d_{a1} + d_{a2})/2 + (30 \dots 50) \quad (5.4).$$

d_{a1} - yulduzchaning tashqi diametri.

Amalda zanjir umrboqiyli talablaridan

$$a = (30 \dots 50)t \quad (5.5)$$

olish tavsiya etiladi. Bu yerda i ning kichik qiymatlari uchun $i \approx 1 \dots 2$ va katta qiymatlar uchun $i \approx 6 \dots 7$ tavsiya etiladi.

Zanjirning qadami yoki zanjir zvenolarining soni boʻyicha ifodalangan uzunligi,

$$L_p = \frac{2a}{t} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2 \frac{t}{a}. \quad (5.6)$$

Ushbu formula tasma uzunligi formulasiga oʻxshash va taqribiy hisoblanadi. L_p qiymati butun juft son qilib yaxlitlab olinadi. Agar toq olinsa u holda zanjirni ulash uchun maxsus biriktiruvchi zveno qoʻllash kerak boʻladi. Qabul qilingan L_p

uchun a - ning qiymati aniqlanadi

$$a = \frac{t}{4} \left[L_p - \frac{z_1 + z_2}{2} + \sqrt{\left(L_p - \frac{z_1 + z_2}{2} \right)^2 - 8 \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2} \right]. \quad (5.7)$$

Uzatma etaklanuvchi tarmog`i ozgina osilib turganda yahshi ishlaydi. Shu sababli hisobiy o`qlararo masofani taxminan $(0,002...0,004)a$ ulushga qisqartirish tavsiya etiladi. Zanjir uzunligi sharnirlar yeyilishi hisobiga ko`payib boradi. Shu sababli konstruksiyada zanjir osilishini sozlab turish uchun maxsus qurilmalar qo`llash kerak bo`ladi. Odatda bu val tayanchlaridan birini surish yoki maxsus taranglovchi yulduzcha o`rnatish hisobiga amalga oshiriladi.

Amaliy hisoblarda zanjir qadami uzatilayotgan moment- T , ekvivalent yuklanish - K_e , etakchi yulduzcha tishlari soni z_1 va zanjir sharnirlari uchun ruxsat etilgan bosim $[p]$, hamda zanjir qatori m asosida quyidagi formula bilan hisoblanadi

$$t \geq 2.8 \sqrt[3]{\frac{T_1 \cdot K_e}{z_1[r] \cdot m}}. \quad (5.8)$$

Topilgan qadam qiymat ГOCT 13568-75*asosida standartlashtiriladi, bu standart, bir qatorli rolikli zanjirlar uchun 5.1- jadvalda, ikki qatorli rolikli zanjirlar uchun 5.2- jadvalda keltirilgan:

5.1- jadval

t	B_{BH}	d	d_1	h	b	Q , kN	$q \frac{kg}{m}$	A_{on} , mm^2
9,525	5,72	3,28	6,35	8,5	17	9,1	0,45	28,1
12,7	7,75	4,45	8,51	11,8	21	18,2	0,75	39,6
15,875	9,65	5,08	10,16	14,8	24	22,7	1,0	54,8
19,05	12,7	5,96	11,91	18,2	33	31,8	1,9	105,8
25,4	15,88	7,95	15,88	24,2	39	60,0	2,6	179,7
31,75	19,05	9,55	19,05	30,2	46	88,5	3,8	262
38,1	25,4	11,12	22,23	36,2	58	127,0	5,5	394
44,45	25,4	12,72	25,4	42,4	62	172,4	7,5	473
50,8	31,75	14,29	28,58	48,3	72	226,8	9,7	646

Izoh: 1. Standart burg`ulash qurilmalari zanjirlariga ta`alluqli emas.
2. A_{on} , mm^2 kattalik sharnirning tayanch yuzalari tasvirini bildiradi. Q-buzuvchi yuklama; q-1 metr zanjir og`irligi.
3. O`tuvchi zvenolarda Q , qiymatini 20% ga kamaytirishga ruxsat etiladi.

t	B_{BH}	d	d_1	h	b	A	Q , kN	$q \frac{kg}{m}$	$A_{оп}$, mm^2
12,7	7,75	4,45	8,51	11,8	35	13,92	31,8	1,4	105
15,875	9,65	5,08	10,16	14,8	42	16,59	45,4	1,9	140
19,05	12,7	5,96	11,91	18,2	54	25,50	72,0	3,5	211
25,4	15,88	7,95	15,88	24,2	68	29,29	113,4	5,0	359
31,75	19,05	9,55	19,05	30,2	82	35,76	177,0	7,3	524
38,1	25,4	11,12	22,23	36,2	104	45,44	254,0	11,0	788
44,45	25,4	12,72	25,4	42,4	110	48,87	344,8	14,4	946
50,8	31,75	14,29	28,58	48,3	130	58,55	453,6	19,1	1292

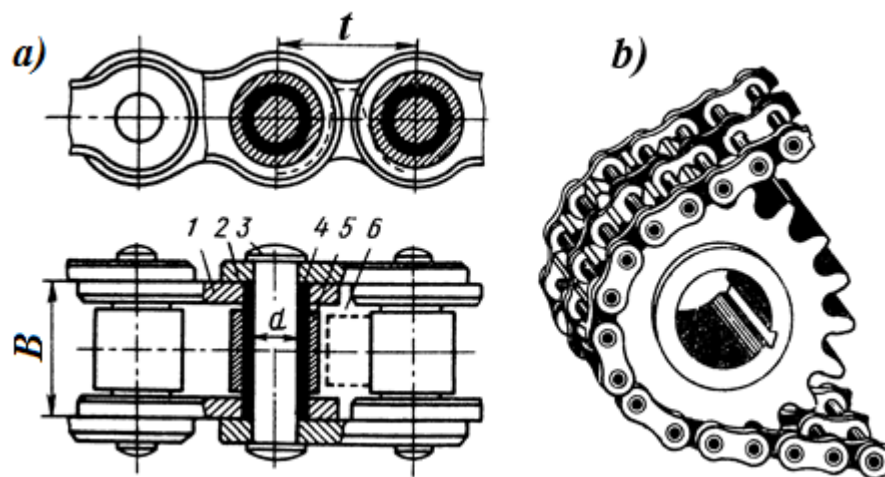
Izoh: Belgilanishlar 7.15 jadvalidagidek; qo`shimcha o`lcham A-zanjirning birinchi va ikkinchi qatori roliklari o`rtasidan o`tuvchi tekisliklar orasidagi masofa.

5.3-§. Zanjirli uzatma asosiy elementlarining tuzilishi

Yurituvchi zanjirlar. Zamonaviy yurituvchi zanjirlarning asosiy turlari, sharnirli rolikli, vtulkali va tishli zanjirlardir. Bu zanjirlar standartlashtirilgan va maxsus zavodlarda ishlab chiqiladi. Zanjirlarning asosiy xarakteristikalari zanjir qadami, eni va uzuvchi kuch hisoblanadi.

Rolikli zanjirda valik 3 tashqi zveno 2 teshigiga tig`izlik bilan birlashtirilgan, vtulka 4 esa ichki zveno 1 teshigiga tig`izlik hisobiga birlashtiriladi (5.3-shakl). Vtulka valikda va rolik 5 vtulkada erkin burilishi mumkin. Zanjirni yulduzcha tishi 6 bilan ilashishi rolik orqali bo`ladi. Vtulkani qo`llanilishi, valikni butun uzunligi bo`ylab yuklanishni tekis taqsimlashga va sharnirlar yeyilishini kamaytirishga imkon yaratadi. Rolikni tish ustida dumalashi, qisman sirpanib ishqalanishini dumalab ishqalanish bilan almashtiradi, bu esa tish yeyilishini kamaytiradi. Bundan tashqari rolik tishning vtulkaga ta`sir etuvchi to`plangan bosimini tenglashtiradi va shu bilan yeyilishni kamaytiradi.

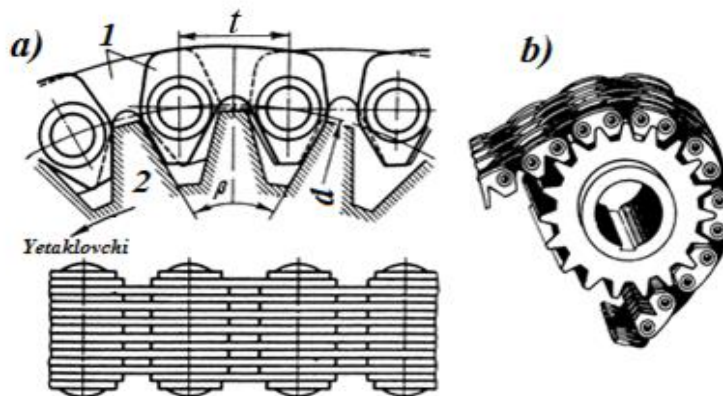
Rolikli zanjir aylana tezligi 20 m/s gacha bo`lgan uzatmalarda ishlatiladi. Bir qatorli tashqari ikki, uch va to`rt qatorli zanjirlar ham mavjud. Ular ham bir qatorli zanjir zvenolari elementlaridan yig`iladi, faqat valik hamma qatorlardan o`tadi. Ko`p qatorli zanjirlar katta tezlik bilan katta yuklanishlarni uzatishda ishlatiladi.



5.3-shakl.

Vtulkali zanjirlar rolikli zanjirlarga o`xshash, lekin ularda rolik bo`lmaydi. Natijada zanjir massasi va tannarxi kamayadi, ammo zanjir va yulduzcha tishlari yeyilishi ortadi.

Tishli zanjirlar ikkita tishsimon chiqiqlardan tuzilgan plastinalar to`plamidan iborat (5.4-shakl). Zanjir plastinalari yulduzcha tishlari bilan o`zlarining yon tekisligi bo`yicha ilashadi. Ponasimonlik burchagi β odatda 60° qabul qilingan.



5.4-ШАКЛ

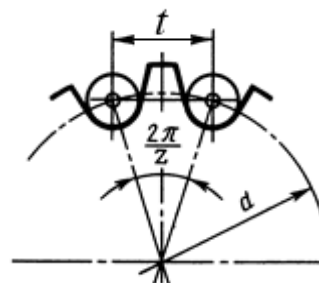
Zanjirlar konstruksiyasi ularni enli qilib tayyorlashga va katta yuklanish uzatishga imkon beradi. Tishli zanjirlar ravon va kam shovqin bilan ishlaydi. Tishli zanjirlar odatda nisbatan katta tezlik 35 m/s gacha bo`lgan tezliklarda ishlatiladi.

Yulduzchalarning tuzilishi. Konstruktiv tuzilishiga ko`ra, ular tishli g`ildiraklarga o`xshash bo`ladi. Yulduzchanning bo`luvchi aylanasi zanjir sharnirlari markazidan o`tadi. Bu aylananing diametri quyidagicha aniqlanadi

(5.5-shakl).

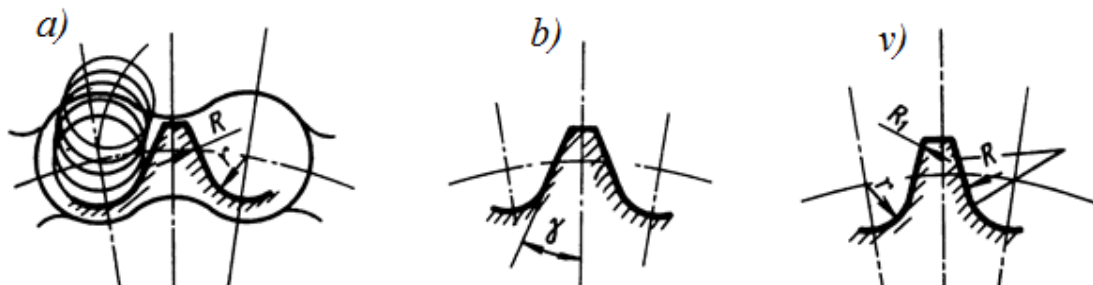
$$d = t / \sin(\pi/z) \quad (5.9)$$

Bu formula tishli zanjirlar yulduzchalariga ham taalluqli. Tishli zanjirlar tuzilishi shundayki, yulduzchanning bo'luvchi aylanasi diametri uning tashqi diametridan katta bo'ladi. Yulduzcha tishlarining o'lchami va profili zanjir turi va o'lchamiga bog'liq. Standart zanjirlar uchun yulduzcha tishlarining hamma o'lchamlari standartlashtirilgan. Tishli zanjirlar yulduzchalari tishlarining ishchi yon tomonlari to'g'ri chiziqli bo'ladi.



5.5-ШАКЛ

Rolikli va vtulkali zanjirlar, yulduzchanning botiq, to'g'ri chiziqli va qavariq yuzali tishlari bilan ilashadi (5.6-shakl). Tishning pastki qismi botiq, tish uchida esa dumaloqlangan qavariq, o'rta qismida esa, ozgina to'g'ri chiziqli o'tish uchastkasi bo'ladi. Hozirgi kunda botiq profil (5.6-shakl, v) asosiy deb qabul qilingan.



5.6-shakl

Rolikli zanjir yulduzchalari tashqi aylanasi diametri ifodasi

$$d_a = t \left(\operatorname{ctg} \frac{180^\circ}{z} + 0,7 \right) - 0,3d_1 \quad (5.10)$$

bu yerda d_1 – zanjir roliklarining diametri.

5.4-§. Zanjirli uzatmadagi kuchlar

Zanjirli uzatmaga kuch ta'sir etishi sxemasi, tasmali uzatmaga kuch ta'sir etish sxemasiga o'xshash bo'ladi. Bu uzatmada ham quyidagilarni ko'rsatish mumkin: F_1 , va F_2 zanjir etaklovchi va etaklanuvchi tarmoqlarining tarangligi; F_t - aylana

kuch; F_0 - dastlabki taranglik kuchi; F_v - markazdan qochma kuchdan taranglik.

$$F_1 - F_2 = F_t, \quad (5.11)$$

$$F_v = qv^2, \quad (5.12)$$

bu yerda q - zanjir uzunlik birligining massasi; v - aylana tezlik.

Zanjirli uzatmada F_0 qiymatni xuddi zanjir erkin tarmog`idagi og`irlik kuchidan taranglik kabi aniqlanadi

$$F_0 = K_f a q g, \quad (5.13)$$

bu yerda a - zanjir erkin tarmog`i uzunligi, taxminan o`qlararo masofaga teng; g - og`irlik kuchining tezlanishi; K_f -yuritma joylashishi va zanjir osilishidagi salqillik f ga bog`liq, osilish koeffisienti; q – bir metr zanjir og`irligi.

Etaklanuvchi tarmoq tarangligi F_2 , F_0 va F_v tarangliklarning kattasiga teng bo`ladi.

Amaliy hisoblarda zanjirli uzatma uchun $F_1 \approx F_t$, $F_2 \approx 0$ deb olish mumkin.

Zanjir salqiligining tavsiya etilgan qiymatlari uchun $f \approx 0,01 \dots 0,02$ da taxminan quyidagilar tavsiya etiladi; zanjirli yuritma gorizonta joylashishida $K_f = 6$; gorizontga nisbatan 40° burchak ostida joylashganda $K_f = 3$; zanjirli yuritma vertikal joylashishida $K_f = 1$. K_f ning qiymati, f ortishi bilan kamayadi.

Zanjirli uzatma ilashish tamoyili bo`yicha harakat uzatgani uchun, tasmali uzatmadagidek F_0 ning qiymati hal qiluvchi ahamiyatga ega emas. Odatda F_0 , F_t nig bir necha foizini tashkil etadi. Amaliyotda ko`p tarqalgan sekinyurar va o`rtacha tezlikda ishlaydigan uzatmalar uchun $v \leq 10 \text{ m/s}$ da F_v taranglik ham kichik qiymatga ega bo`ladi.

Yuqorida aniqlangan F_t , F_v , F_0 - kuchlar va Q asosida quyida keltirilgan formula yordamida zanjirli uzatmaning hisobiy mustahkamlik zahirasi koeffisienti hisoblanadi

$$S = \frac{Q}{F_t \cdot K_d + F_v + F_f}, \quad (5.14)$$

bu yerda K_d –dinamik koeffisient.

Hisoblab topilgan S ning qiymati normativ mustakamlik zahirasi koeffisienti

qiymati bilan solishtirib, $S > [S]$ sharti bajarilishi tekshiriladi. Mustakamlik zahirasi koefitsientining normativi $[S]$ ning qiymatlari quyidagi 5.3-jadvalda keltirilgan.

5.3-jadval

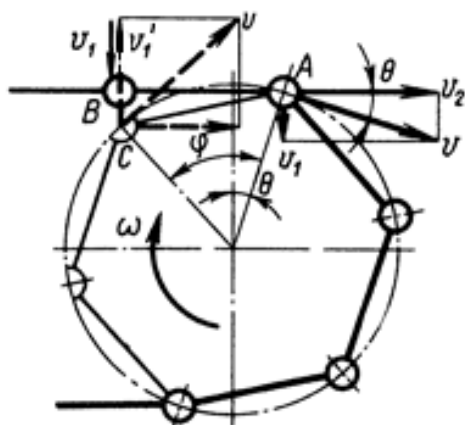
n_1 min^{-1}	Zanjir qadami, mm							
	12,7	15,875	19,05	25,4	31,75	38,1	44,45	50,8
50	7,1	7,2	7,2	7,3	7,4	7,5	7,6	7,6
100	7,3	7,4	7,5	7,6	7,8	8,0	8,1	8,3
300	7,9	8,2	8,4	8,9	9,4	9,8	10,3	10,8
500	8,5	8,9	9,4	10,2	11,0	11,8	12,5	-
750	9,3	10,0	10,7	12,0	13,0	14,0	-	-
1000	10,0	10,8	11,7	13,3	15,0	-	-	-
1250	10,6	11,6	12,7	14,5	-	-	-	-

5.5-§. Zanjirli uzatmaning kinematika va dinamikasi.

5.7-shaklda zanjir sharnirlari va etaklovchi yulduzcha tezliklari ko`rsatilgan.

Ko`rsatilgan lahzada A sharnir ilashmada bo`ladi, B sharnir esa S tish bilan

ilashishga yaqinlashadi. A sharnir tezligi, yulduzchaning sharnir markaziga mos keluvchi nuqtasining aylana tezligiga teng bo`ladi. Bu tezlikni quyidagi v_2 – zanjir tarmog`i bo`ylab yo`nalgan va v_1 – zanjirga perpendikulyar bo`lgan tashkil etuvchilarga ajratish mumkin.



5.7-ШАКЛ

Etaklovchi sharnir holatiga bog`liq ravishda tezlikni tashkil etuvchilar quyidagicha o`zga-

radi:

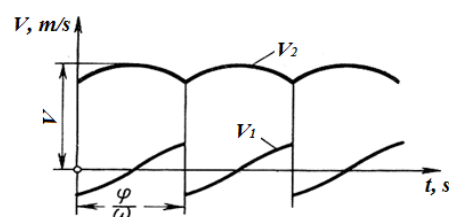
$$v_2 = v \cos \theta, \quad v_1 = v \sin \theta. \quad (5.15)$$

Bu yerda θ burchak qiymatlari $-\varphi/2 \leq \theta \leq +\varphi/2$ oraliqlarda o`zgaradi. $(-\varphi/2)$ burchak A sharnirning ilashmaga kirgan lahzasiga, $(+\varphi/2)$ burchak esa B sharnir ilashmaga kirgan vaqtga to`g`ri keladi, shunda $\varphi = 2\pi/z$.

5.8- shaklda v_1 va v_2 tezliklarining o`zgarish grafigi ko`rsatilgan. Bu tezliklar t vaqtning φ/ω davriga teng bo`lgan davriy funksiyalari hisoblanadi. Grafikda $t = 0$ bo`lganda $\theta = -\varphi/2$, $t = \varphi/(2\omega)$ da $\theta = 0$ va $t = \varphi/\omega$

bo'lganda $\theta = \varphi/2$ bo'ladi.

Etaklanuvchi yulduzchanning harakati v_2 tezlik bilan aniqlanadi. Bu tezlikni davriy o'zgarishi, uzatish nisbatining o'zgaruvchanligi va qo'shimcha dinamik yuklanishlar bilan kuzatiladi. v_1 tezlik bilan zanjir tarmoqlarining



5.8-шакл

ko'ndalang tebranishlari va zanjir sharnirlarining yulduzcha tishlariga urilishi bilan bog'liq bo'ladi. Tebranishlar va zarbalar o'z navbatida qo'shimcha dinamik yuklanishlarni hosil qiladi.

(5.15) formuladan quyidagicha xulosa qilish mumkin. Uzatmaning salbiy kinematik va dinamik hususiyatlari yulduzcha tishlari soni z qancha kam bo'lsa shuncha ko'p seziladi.

Tadqiqotlarning ko'rsatishicha, rezonans tebranishlari bo'lmasa, v_1 va v_2 tezliklarning pulsatsichlanuvchi salbiy ta'siri zanjir elastikligi va osilishi hisobiga ancha kamayadi. Parametrlarning (z , t , a va boshqa.) tavsiya etilgan qiymatlari uchun uzatish nisbatining o'zgaruvchanligi 1...2% ni, dinamik yuklanishlar esa aylana kuch F_t ning bir necha foizini tashkil etadi. Zanjirli uzatmalar ishlash sharoitlarining aksar holati uchun rezonans tebranishlari kuzatilmaydi.

Kritik aylanishlar chastotasini quyidagi formula bo'yicha baholash mumkin

$$n_{1k} = 30 \sqrt{\frac{F_1}{q/(z_1 a)}}, \quad (5.16)$$

bu yerda a – o'qlararo masofa, m ; F_1 – etaklovchi tarmoq tarangligi, N ; $q - 1$ m uzunlikdagi zanjir massasi, kg/m ; n_{1k} – min^{-1} da aniqlanadi.

Sharnirning tishga urilishi va zanjir qadamini cheklanishi. V sharniri S tish bilan ilashishga kirish vaqtida ularning tezliklarini vertikal tashkil etuvchilari v_1 va v_1' bir biriga qarama – qarshi yo'naladi, sharnirni tish bilan tutashuvi zarb bilan kechadi. Zarb ta'sirini kinetik energiya yo'qolishi bilan ifodalash mumkin. $E_k = 0,5mv_z^2$. Bu yerda $m = qt$ -zanjirning zarbda qatnashayotgan massasi (taxminan bitta zveno massasiga teng olinadi); t – zanjir qadami; v_z –zarb tezligi. Almashtirishlar natijasida

zanjirli uzatma uchun

$$E_k = 0,5qn_1^2t^3 \sin^2(360^\circ/z_1 + \gamma) \leq [E_k] \quad (5.17)$$

Ketma – ket zarblar uzatmada shovqin keltirib chiqaradi va zanjir sharnirlari hamda yulduzcha tishlari emirilishining sabablaridan biri hisoblanadi. Ba’zi hollarda zarblar roliklarni ajralib ketishiga olib keladi. Zarblarning havfli ta’sirini kamaytirish uchun uzatmaning tezyurarligiga qarab zanjir qadamini tanlash bo’yicha tavsiyalar ishlab chiqilgan

5.6-§. Zanjirli uzatmalarning ishchanlik layoqati va hisoblash mezon

Standart zanjirlarning barcha detallari bir xil mustahkamlikda loyihalangani. Bunga detal o’lchamlarini, ularning materiallari va termik ishlovini mos ravishda maqbullash yo’li bilan erishiladi. Ko’pincha zanjirli uzatmalar ishdan chiqishning asosiy sababi, zanjir sharnirlarining yeyilishi hisoblanadi. Shuning uchun asosiy hisob sifatida sharnirni yeyilishga chidamliligini hisoblash, asosiy mezon sifatida esa sharnirdagi bosim qabul qilingan

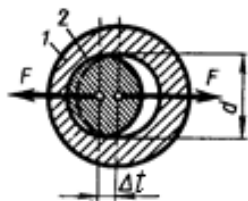
$$p = F_t/(Bd) \leq [p] \quad (5.18)$$

bu yerda p – sharnirdagi bosim; F_t – aylana kuch; d va V – zanjir valigini diametri va vtulka uzunligiga teng bo’lgan zanjir eni.

Zanjir sharnirlarini yeyilishi va uni uzatma asosiy parametrlari bilan bog’liqligi.

Zanjirli uzatma ishlaganda sharnirlarda $\varphi = 2\pi/z$ burchakka burilish amalga oshiriladi.

Zanjirning bir marta to’liq aylanishida har bir sharnirda to’rtta burilish amalga oshiriladi: etaklovchi va etaklanuvchi yulduzchalarda ikkitadan.



Bu burilishlar vtulka va valiklarni yeyilishiga sabab bo’ladi. Ularning markazlari Δt ga uzoqlashadi (5.9-shakl) Zanjirning xizmat muddati o’qlararo masofa a , kichik yulduzchaning

5.9-ШАКЛ tishlar soni z_1 , sharnirdagi yuklanish yoki bosim, moylash sharoiti, sharnir detallari materialining yeyilishga bardoshliligi, ruxsat etilgan

nisbiy yeyilishga bog`liq.

Zanjirni xizmat muddati o`qlararo masofa, a ortishi bilan ko`payadi, chunki bunda zanjir uzunligi L ortadi va vaqt birligida zanjirni aylanishlar soni kamayadi.

z_1 ortishi bilan sharnirdagi burilish burchagi kamayadi, bu yeyilish kamayishiga olib keladi, hamda bunda ruxsat etilgan yeyilish $\Delta t/t$ kamayadi.

Zanjirning umrboqiyiligiga eng ko`p ta`sir etuvchi omil, sharnirdagi bosim qiymati hisoblanadi.

Yulduzcha tishlar sonini tanlash. Rolikli zanjirlar uchun kichik yulduzchanning tishlar soni z_1 ni quyidagi qiymatlar bo`yicha tavsiya etiladi:

1. Tezyurar uzatmalar uchun $v > 25 \text{ m/s}$ bo`lganda $z_1 > 35$ qabul qilish taklif etiladi.

2. Sekinyurar uzatmalar uchun z_1 ning qiymatini jadvaldagidan kichik olish mumkin, lekin $z_{min} = 7$ dan kam emas.

3. Zanjir yeyilishi natijasida ilashish yo`qolishi sharti bo`yicha, katta yulduzcha tishlarining maksimal z_{2max} sonini 100...120 dan kam olish tavsiya etiladi.

Muhandislik amaliyotida yulduzcha tishlar sonini quyidagi munosabat bo`yicha hisoblanadi

$$z_1 = 31 - 2i,$$

$$z_2 = iz_1.$$

Zanjir sharnirlaridagi ruxsat etilgan bosim. Ruxsat etilgan bosim qiymatini maxsus sinovlar va foydalanish natijalari bo`yicha tuzilgan jadvallardan tanlash tavsiya etiladi. Ruxsat etilgan bosim $[p]$ ning jadvaldagi qiymatlari, o`rta sharoitlarida ishlatiladigan, yuklanish doimiy va tekis taqsimlangan, zanjirli uzatma gorizonta joylashgan, taranglash me`yor darajasida ushlab turiladigan, moylash va ifloslanishdan himoya qilish qoniqarli tashkil etilgan, z , a , t , i , hamda zanjir sifati tavsiya etilgan me`yorlarda bo`lgan, umrboqiyligi 3000...5000 soatdan kam bo`lmagan hollardagi, tipovoy uzatmalar uchun tegishli hisoblanadi. Bu qiymatlar 5.4-jadvala keltirilgan.

n_1 min^{-1}	Zanjir qadami, mm							
	12,7	15,875	19,05	25,4	31,75	38,1	44,45	50,8
50	46	43	39	36	34	31	29	27
100	37	34	31	29	27	25	23	22
200	29	27	25	23	22	19	18	17
300	26	24	22	20	19	17	16	15
500	22	20	18	17	16	14	13	12
750	19	17	16	15	14	13	-	-
1000	17	16	14	13	13	-	-	-
1250	16	15	13	12	-	-	-	-

Izoh: 1. Agar $z_1 \neq 17$ bo'lsa, unda jadvaldagi $[p]$ qiymatlari $k_z = 1 + 0,01(z_1 - 17)$ ga ko'paytiriladi.
2. Ikki qatorli zanjirlar uchun $[p]$ qiymatlari 15% ga kamaytiriladi.

Hisoblanayotgan va tipovoy uzatmalar orasidagi, ishlash sharoiti farqi ta'sirini, yuklanish koeffisienti yordamida hisobga olish qabul qilingan. Bunda hisoblanayotgan uzatma uchun

$$[p] = [p]/K_e$$

O'z navbatida

$$K_e = K_d K_a K_g K_{soz} K_{moy} K_{shar}$$

Bu yerda: K_d – dinamik yuklanish koeffisienti; K_a – o'qlararo masofa yoki zanjir uzunligi koeffisienti; K_g – uzatmaning gorizontga nisbatan qiyalik burchagi; K_{soz} – zanjir tarangligini sozlash usuli koeffisienti; K_{moy} – uzatmani moylash va ifloslanishini hisobga oluvchi koeffisienti; K_{shar} – sharoitini hisobga oluvchi koeffisienti yoki uzatmani sutka davomida ishlash muddatini hisobga oluvchi koeffisient. Koeffisientlarning qiymati tavsiyalarda beriladi.

5.7-§. Zanjirli uzatmani hisoblashga oid namuna

Masalaning qo'yilishi: Etakchi yulduzcha validagi burovchi moment

$T_3 = 620$ N.m, aylanish chastotasi $n_z = 92,4 \text{ min}^{-1}$, uzatish soni $u_z = 3,08$ bo'lgan zanjirli uzatma hisoblansin.

Masalaning echmimi:

Bir qatorli rolikli zanjir tanlaymiz.

Tishlar soni: etaklovchi yulduzchada $z_5 = 31 - 2 \cdot u_z = 31 - 2 \cdot 3,08 = 24,84$

etaklanuvchi yulduzchada $z_6 = z_5 \cdot u_z = 25 \cdot 3,08 = 77$

$z_5 = 25$, $z_6 = 77$ qabul qilamiz. z_5 va z_6 butun sonni tashkil etishi kerak. Agar butun sonni tashkil etmasa avval z_5 , so`ngra esa z_6 butun songa keltiriladi.

Xaqiqiy uzatish soni

$$u_3 = \frac{z_6}{z_5} = \frac{77}{25} = 3,08. \text{ Og`ish } \frac{3,08 - 3,08}{3,08} \cdot 100\% = 0\% < 3\%$$

Hisobiy yuklanish koeffisienti

$$K_e = K_d K_a K_g K_{soz} K_{moy} K_{shar}$$

bu yerda K_d - dinamik koeffisient: sokin yuklanishda $K_d=1$, zarbli yuklanishda zarbaning takroriyiligiga bog`liq ravishda $K_d=1,25 \div 2,5$ gacha qabul qilinadi; K_a - o`qlararo masofani hisobga oluvchi koeffisient: $\alpha=(30 \div 50)t$ bo`lganda $K_a=1$, $\alpha=50t$ dan oshganida xar bir 20t da 0,1 ga kamayadi; $\alpha \leq 25t$ bo`lganida $K_a=1,25$ qabul qilinadi; K_g - uzatmaning qiyalik burchagini hisobga oluvchi koeffisient: agar u 60° gacha bo`lsa $K_g = 1$; 60° dan katta bo`lganda $K_g = 1,25$, zanjirning tarangligi avtomatik rostlanadigan bo`lsa, qiyalik burchagidan qat`iy nazar $K_g = 1$ bo`ladi; K_{soz} – taranglanish uslubini hisobga oluvchi koeffisient: avtomatik rostlanishda $K_{soz} = 1$, davriy rostlanishda $K_{soz} = 1,25$; K_{moy} -zanjirning moylanish usulini hisobga oluvchi koeffisient: karterli moylanishda $K_{moy}=0,8$; uzluksiz moylanishda $K_{moy}=1$; davriy moylanishda $K_{moy}=1,3 \div 1,5$; K_{shar} -uzatmaning ishlash davomiyligini hisobga oluvchi koeffisient: bir smena uchun $K_{shar}=1$; ikki smena uchun $K_{shar} = 1,25$; uch smena uchun $K_{shar}=1,5$.

$$\text{Shunday qilib } K_e = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1,3 \cdot 1 = 1,625$$

Zanjir qadami t ni aniqlash uchun zanjir sharnirlaridagi ruxsat etilgan bosim $[p]$ ni taxminiy qiymatini bilishimiz kerak. 5.4-jadvaldan etaklovchi yulduzchanning aylanish chastotasi $n_3 = 92,4 \text{ min}^{-1}$ va qadam t asosida ruxsat etilgan bosimni aniqlaymiz. $n=100 \text{ min}^{-1}$, $t= 25,4 \text{ mm}$ bo`lganida, o`rtacha ruxsat etilgan bosim $[p] = 29 \text{ MPa}$ ekanligi aniqlanadi. Zanjir qatorini $m=1$ olamiz, shunda bir qatorli zanjir qadami

$$t \geq 2.8 \sqrt[3]{\frac{T_3 \cdot K_e}{z_5[r] \cdot m}} = 2.8 \sqrt[3]{\frac{620 \cdot 1,625 \cdot 10^3}{25 \cdot 29 \cdot 1}} = 31,2 \text{ mm}.$$

Hisoblab topilgan qadam $t = 31,2$ mm asosida, 5.1-jadvaldan zanjir tanlaymiz.

$t = 31,75$ mm, buzuvchi yuklama $Q = 88,5$ kN, massa $q = 3,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$, $A_{\text{op}} = 262 \text{ mm}^2$.

Zanjir tezligi

$$v = \frac{z_5 \cdot t \cdot n_3}{60 \cdot 10^3} = \frac{25 \cdot 31,75 \cdot 92,4}{60 \cdot 10^3} = 1,22 \text{ m/s}.$$

Etaklovchi yulduzcha validagi burchakli tezlik

$$\omega_3 = \frac{\pi \cdot n_3}{30} = \frac{3,14 \cdot 92,4}{30} = 9,7 \text{ r/s}.$$

Aylana kuch

$$F_{tz} = \frac{T_3 \cdot \omega_3}{v} = \frac{620 \cdot 9,7}{1,22} = 4929,5 \text{ N}.$$

Sharnirdagi bosimni tekshiramiz

$$P = \frac{F_{tz} \cdot K_e}{A_{\text{op}}} = \frac{4929,5 \cdot 1,625}{262} = 30,6 \text{ MPa}.$$

5.4-jadval, 1-eslatmasiga binoan ruxsat etilgan bosimga tuzatish kiritamiz

$$P = [P] \cdot [1 + 0,01(z_5 - 17)] = 29 \cdot [1 + 0,01(25 - 17)] = 31,3 \text{ MPa}$$

$P < [P]$ sharti bajarildi.

Zanjir zvenolari sonini aniqlaymiz

$$L_t = 2a_t + 0,5z_{\Sigma} + \frac{\Delta^2}{a_t},$$

bu yerda $a_t = \frac{a_s}{t} = 50$; $z_{\Sigma} = z_5 + z_6 = 25 + 77 = 102$;

tuzatma,

$$\Delta = \frac{z_6 - z_5}{2 \cdot 3,14} = \frac{77 - 25}{6,28} = 8,3.$$

Shunda

$$L_t = 2 \cdot 50 + 0,5 \cdot 102 + \frac{8,3^2}{50} = 152,4.$$

Juft songacha yaxlitlaymiz $L_t = 152$.

Zanjirli uzatmaning o`qlararo masofasini aniqlaymiz

$$\alpha_s = 0,25t[L_t - 0,5z_\Sigma + \sqrt{(L_t - 0,5z_\Sigma)^2 - 8\Delta^2}] = 7,94 \left[101 + \sqrt{(101)^2 - 8 \cdot 8,3^2} \right] = 7,94[101 + 98,2] = 1581,6 \text{ mm.}$$

Zanjirning salqinligini ta'minlash uchun hisoblab topilgan o`qlararo masofa 0,4% ga ya'ni $1581,6 \cdot 0,004 = 6,3$ mm ga kamaytiriladi.

$$\alpha_z = 1581,6 - 6,3 = 1575,3 \text{ mm}$$

Etaklovchi yulduzchaning bo`luvchi aylanasi diametri

$$d_{d5} = \frac{t}{\sin \frac{180}{z_5}} = \frac{31,75}{\sin \frac{180}{25}} = 253,3 \text{ mm.}$$

Etaklanuvchi yulduzchaning bo`luvchi aylanasi diametri

$$d_{d6} = \frac{t}{\sin \frac{180}{z_6}} = \frac{31,75}{\sin \frac{180}{77}} = 778,4 \text{ mm.}$$

Yulduzchalarning tashqi aylanasi diametrini aniqlaymiz

$$D_{e5} = t \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{z_5} + 0,7 \right) - 0,3d_1 = t \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{z_5} + 0,7 \right) - 5,7,$$

bu yerda, $d_1 = 19,05$ mm-zanjir roligi diametri (5.1 jadvaldan)

$$D_{e5} = 31,75 \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{25} + 0,7 \right) - 5,7 = 31,75(7,916 + 0,7) - 5,7 = 272,7 \text{ mm}$$

$$D_{e6} = 31,75 \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{77} + 0,7 \right) - 5,7 = 31,75(24,54 + 0,7) - 5,7 = 800,5 \text{ mm}$$

Zanjirga ta'sir etuvchi kuchlar:

aylana kuch $F_{tz} = 4929,5$ N-yuqorida aniqlangan;

markazdan qochma kuch $F_v = q \cdot v^2 = 3,8 \cdot 1,22^2 = 5,7$ N,

bu yerda $q = 3,8 \text{ kg/m}$ (5.1 jadvaldan) $v = 1,22 \text{ m/s}$ -yuqorida aniqlangan.

zanjirning salqiligidan xosil bo`luvchi kuch $F_f = 9,81K_f \cdot q \cdot \alpha_z$

bu yerda K_f - zanjirning joylanishini hisobga oluvchi koeffisient: zanjir gorizontal joylashganda - $K_f=6$; 45° burchak ostida joylashganda - $K_f=1,5$;

vertikal joylashganda - $K_f=1$.

$$F_f = 9,81 \cdot 1,5 \cdot 3,8 \cdot 1,5753 = 88 \text{ N.}$$

Valga tushadigan nagruzka

$$F_v = F_{t_z} + 2F_f = 4929,5 + 2 \cdot 88 = 5106 \text{ N.}$$

Zanjirning mustaxkamlik zaxirasi koeffisientini tekshiramiz

$$S = \frac{Q}{F_{t_z} \cdot K_d + F_v + F_f} = \frac{88,5 \cdot 10^3}{4929,5 \cdot 1 + 5,7 + 88} = 17,6.$$

Olingan natijani jadvaldan olingan meyoriy zaxira koeffisienti bilan solishtiramiz, $n = 92,4 \text{ min}^{-1} \approx 100 \text{ min}^{-1}$, $t = 31,75 \text{ mm}$ bo`lganda, $[S] = 7,8$. Olingan natija $S = 17,6$ me'yoriy zaxira koeffisienti $[S] = 7,8$ dan katta qiymatga ega, shunga ko`ra $S > [S]$ sharti bajarildi.

Etaklovchi yulduzcha o`lchamlari:

$$\text{stupitsa diametri } d_{st} = 1,6d_{v_3} = 1,6 \cdot 55 = 88 \text{ mm}$$

bu yerda $d_{v_3} = 55 \text{ mm}$ – etaklovchi yulduzcha vali qulochining diametri;

$$\text{stupitsa uzunligi } l_{st} = (1,2 \div 1,6)d_{v_3} = (1,2 \div 1,6)55 = 66 \div 88 \text{ mm}$$

$l_{st} = 70 \text{ mm}$ qabul qilamiz.

$$\text{yulduzcha diskining qalinligi } C_{yu} = 0,93 B_{BH} = 0,93 \cdot 19,05 = 17,7 \text{ mm}$$

bu yerda $B_{BH} = 19,05 \text{ mm}$ – zanjir ichki zvenosi plastinkalari orasidagi masofa (5.1 jadvaldan).

Etaklanuvchi yulduzcha o`lchamlari:

$$\text{stupitsa diametri } d_{st} = 1,6d_{v_4} = 1,6 \cdot 72 = 115,2 \text{ mm}$$

bu yerda $d_{v_4} = 72 \text{ mm}$ – etaklanuvchi yulduzcha vali qulochining diametri;

$$\text{stupitsa uzunligi } l_{st} = (1,2 \div 1,6)d_{v_4} = (1,2 \div 1,6)72 = 86,4 \div 115,2 \text{ mm}$$

$l_{st} = 90 \text{ mm}$ qabul qilamiz. $C_{yu} = 17,7 \text{ mm}$

Nazorat savollari:

1. Uzatmalarning qanday turlari mavjud?
2. Tishli uzatmalarning qanday turlarini bilasiz?
3. Tishli uzatma tishlarining ishdan chiqish turlarini keltiring?
4. To`g`ri tishli uzatma ilashishida qanday kuchlar paydo bo`ladi?
5. Qiya va shevron tishli uzatmalarni hisoblashda qanday o`ziga hoslik mavjud?

6. Tishli uzatmalar qanday kuchlanishlarga tekshiriladi?
7. Konussimon uzatmaning vazifasi va tuzilishi qanday?
8. Tishli uzatmalarni hisoblash necha bosqichdan iborat?
9. Planetar uzatmalarning ishlatilishi va tuzilishi qanday?
10. Planetar uzatmalar ilashishida qanday kuchlar paydo bo`ladi?
11. To`lqinsimon uzatmalar haqida nimalar bilasiz?
12. Vintaviy uzatmalar haqida nimalar bilasiz?
13. Gipoid uzatmalar haqida nimalar bilasiz?
14. Chervyakli uzatmaning tuzilishi va ishlatilishi haqida gapiring?
15. Chervyakli uzatmaning afzallik va kamchiligi nimalardan iborat?
16. Chervyakli uzatmaning FIK qanday aniqlanadi?
17. Chervyakli uzatmaning mustahkamligi qanday tekshiriladi?
18. Zanjirli uzatmaning qanday turlari mavjud?
19. Zanjirli uzatmaning vazifasi va tuzilishi qanday?
20. Zanjirli uzatma mustahkamligi qanday tekshiriladi?

IV-MODUL. ISHQALANISH ASOSIDA ISHLOVCHI UZATMALAR

Friksion uzatmalar va variatorlar

6.1-§ Umumiy ma'lumotlar

Ish tarzi bo'yicha mexanik uzatmalar ikkita guruhga bo'linishini avvalgi mavzularda ko'rib chiqqan edik. Ikkinchi guruhga tegishli ishqalanish kuchi hisobiga harakat uzatadigan friksion uzatmalar, o'zining yuklanish layoqati va ishonchliligi bo'yicha, ilashish hisobiga harakat uzatuvchi tishli uzatmalarga nisbatan ancha zaif hisoblanadi. Ammo ular shovqinsiz, ravon va zarblarsiz harakatga keltirilishi zarur bo'lgan jihozlarda, variatorlar esa uzatish nisbatini pog'onasiz o'zgartirish talab etiladigan uzatmalarda qo'llaniladi.

Harakatni uzatish tarzi va turlanishi. Friksion uzatmalarda harakatni uzatish tarzi ikkita aylanuvchi g'ildiraklarni bir-biriga F_n kuch bilan siqilishdan hosil bo'ladigan ishqalanish kuchi hisobiga amalga oshiriladi. G'ildiraklar katoklar deb ataladi. G'ildirak aylanishi uchun

$$F_t \leq F \quad (6.1)$$

sharti bajarilishi zarur. Bunda F_t – aylana kuch; F – g`ildirak (katok)lar orasidagi ishqalanish kuchi. 6.1–shakldagi silindrik friksion uzatma uchun

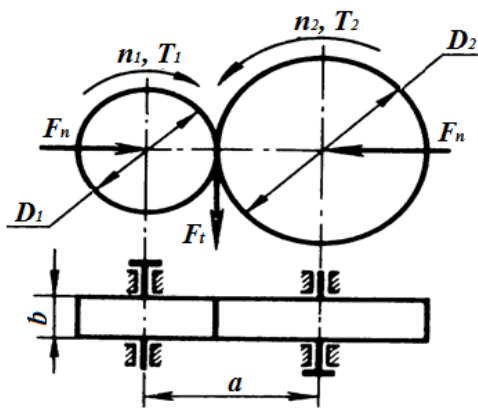
$$F = F_n f, \quad (6.2)$$

bu yerda f – ishqalanish koeffisienti.

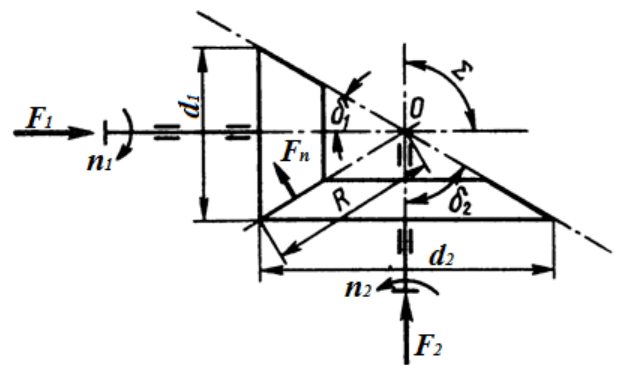
Yuqorida keltirilgan (6.1) shartning bajarilmasligi shataksirashga va katoklarning tez emirilishiga olib keladi.

Barcha friksion uzatmalarni ikki asosiy guruhga bo`lish mumkin: **boshqarilmaydigan** ya'ni, o`zgarmas uzatish nisbatiga ega uzatmalar; **boshqariladigan** ya'ni, uzatish nisbati ravon va pog`onasiz o`zgaradigan uzatmalar. Ikkinchi guruhga kiruvchi uzatmalar **variatorlar** deb ataladi.

Har bir guruhga konstruksiyasi va vazifasi turlicha bo`lgan ko`p sonli uzatmalar kiradi. Masalan, parallel va kesishuvchi o`qli vallarga harakat uzatadigan; g`ildiraklari silindrik, konussimon, sharsimon yoki torsimon ishchi sirtli, katoklarni bir-biriga doimiy yoki avtomatik siqadigan, oraliq (parazit) friksion elementli yoki oraliq zvenosiz va sh.k. uzatmalar mavjud.



6.1-ШАКЛ

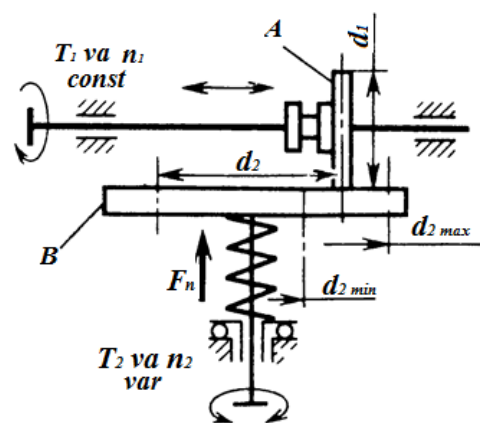


6.2-ШАКЛ

6.1-shaklda eng oddiy boshqarilmaydigan friksion uzatma keltirilgan. U parallel vallarga o`rnatilgan silliq silindrik sirtli ikki katoklardan iborat.

6.2-shaklda o`qlari kesishuvchi vallarda joylashgan konussimon g`ildirakli friksion uzatma ko`rsatilgan.

6.3- shaklda esa, oddiy ro`para variator ko`rsatilgan. Variatorida A rolik valda ko`rsatilgan yo`nalishlarda surilishi mumkin. Bunda uzatish nisbati etaklanuvchi disk B ning ishchi diametri d_2 ga mos ravishda ravon o`zgaradi. Etaklovchi rolik A ni etaklanuvchi diskning chap tomoniga o`tkazish yo`li bilan etaklanuvchi valning aylanish yo`nalishini



6.3-ШАКЛ

o`zgartirish mumkin. Demak variator, harakat yo`nalishini o`zgartirish – revers qilish xususiyatiga ega.

Qo`llanishi. Friksion uzatmalarning afzalliklari: tuzilishi oddiy, harakat ravon va shovqinsiz uzatiladi; ishlash jarayonida uzatish nisbatini ma`lum chegarada o`zgartirish mumkin. Lekin ularning bir qator kamchiliklari ham mavjud. Ish bajaruvchi detallari tez va notekis eyiladi, val va tayanchlarga tushadigan kuch qiymati katta; sirpanish hodisasi mavjud bo`lganligidan uzatish nisbati o`zgarmas qiymatga ega emas. Foydali ish koeffisienti kichik ($\eta=0,80\dots0,92$), g`ildiraklarni bir-biriga ma`lum kuch bilan siqib turish uchun maxsus moslama zarur.

Doimiy uzatish nisbatiga ega friksion uzatmalar amalda kam qo`llanadi. Ularni asosan ravon, shovqinsiz ishlaydigan, aylanishlar davrida zarbsiz ilashish talab etiladigan maxsus priborlarning kinematik zanjirlarida qo`llaniladi. Kuch uzatuvchi uzatmalarda ularni tishli uzatmalar bilan taqqoslanganda o`lchamlari katta, ishonchliligi va foydali ish koeffisienti past bo`ladi.

Friksion uzatmalar stanoksozlik, payvand, quyuv, to`qimachilik, kimyo sanoati mashinalarida qo`llaniladi. Lekin friksion uzatmalarni aniq kinematik uzatmalarda qo`llash tavsiya etilmaydi.

G`ildiraklarni siqish turlari. Amalda katoklarni bir-biriga ikki usul bilan siqish qo`llaniladi: *doimiy kuch* bilan, *o`zgaruvchan kuch* bilan. Doimiy kuch uzatmadagi yuklanishning eng katta qiymati bo`yicha aniqlanadi. O`zgaruvchan kuch esa, yuklanish o`zgarishi bilan avtomatik ravishda o`zgaradi. Doimiy kuch bilan siqish maxsus prujinalar va sh.k. konstruktiv echimlar orqali amalga

oshiriladi. O`zgaruvchan kuch bilan siqishlarda maxsus moslama yordamida F_t/F_n nisbatning o`zgarish qiymati ta'minlanadi.

Katoklarni bir-biriga siqish usuli uzatmaning sifat ko`rsatkichlariga: foydali ish koefitsienti, uzatish nisbatining doimiyligi, kontakt mustahkamligi va katoklarning yeyilishiga katta ta'sir etadi. Bunda eng yaxshi konstruktiv echim, o`zi rostlanadigan siqishda o`z aksini topadi.

Silliqlik silindrik g`ildirakli friksion uzatmalarda (6.1-shakl).

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1(1 - \varepsilon)} \approx \frac{d_2}{d_1} \quad (6.3)$$

$$F_n = \frac{KF_t}{f} \quad (6.4)$$

bu yerda $\varepsilon = 0,01...0,03$ sirpanish koefitsienti; K – ilashish zaxirasi; kuch uzatadigan uzatmalarda $K \approx 1,25...1,5$; priborlarning uzatmalarida $K \approx 3$.

Ishqalanish koefitsientining qiymati g`ildiraklar materiali va ishlash sharoitiga bog`liqlik holda o`zgaradi. Moylanadigan po`lat g`ildiraklar uchun $f \approx 0,04...0,05$; moysiz sharoitda ishlaydigan ikkita po`lat g`ildirak yoki po`lat va cho`yan g`ildiraklar uchun $f \approx 0,15...0,20$; po`lat va tekstolit (yoki fibra) g`ildiraklar moysiz ishlanganda $f \approx 0,2...0,3$ ga teng bo`ladi.

(6.4) formulani tahlil qilsak, friksion uzatmada siquvchi kuch katta ahamiyatga ega ekanligini ko`rsatadi. Masalan $f = 0,1$ va $K = 1,5$ qabul qilsak, natijada $F_n = 1,5F_t$ ekanligi kelib chiqadi. Shunda tishli uzatmalardagidek, ilashishdagi yuklanish taxminan F_t ga teng.

Konussimon variator. O`qlari kesishuvchi vallarga harakat uzatishda konussimon g`ildirakli friksion uzatmadan (6.2-shakl) foydalaniladi. Val o`qlari orasidagi burchak Σ turlicha qiymatga ega bo`lishi mumkin, ko`pincha u $\Sigma = 90^\circ$ ni tashkil etadi. Sirpanishni hisobga olmasa

$$i \approx d_2/d_1$$

$d_2 = 2R \sin \delta_2$, $d_1 = 2R \sin \delta_1$ ekanligini e'tiborga olsak, konussimon uzatma uchun quyidagini olamiz

$$\left. \begin{aligned} i &= \frac{\sin\delta_2}{\sin\delta_1} \\ \sum &= \delta_1 + \delta_2 = 90^\circ \\ i &= \operatorname{tg}\delta_2 = \operatorname{ctg}\delta_1 \end{aligned} \right\} \quad (6.5)$$

Siquvchi kuchning zaruriy qiymati F_1 va F_2 quyidagi tenglamadan aniqlanadi

$$KF_t = fF_n = fF_1/\sin\delta_1, \quad KF_t = fF_2/\sin\delta_2. \quad (6.6)$$

(6.6) formulada (6.5) ni hisobga olsak, uzatish nisbati oshishi bilan F_1 kamayib, F_2 oshadi. Shu sababli pasaytiruvchi konussimon friksion uzatmalarda siquvchi moslamani etakchi valga o'rnatish maqsadga muvofiq.

Ro`para variator. (6.3-shakl). Uzatish nisbatining maksimal va minimal qiymatlari

$$\left. \begin{aligned} i_{max} &= n_1/n_{2min} \approx d_{2max}/d_1, \\ i_{min} &= n_1/n_{2max} \approx d_{2min}/d_1, \end{aligned} \right\} \quad (6.7)$$

Boshqarish diapazoni (oralig`i)

$$D = n_{2max}/n_{2min} = i_{max}/i_{min} = d_{2max}/d_{2min} \quad (6.8)$$

Boshqarish diapazoni variatorlarning asosiy xarakteristikasidan biri hisoblanadi.

Nazariy jihatdan ro`para variator uchun $d_{2min} \rightarrow 0$ da, $D \rightarrow \infty$ olish mumkin. Amalda esa boshqarish diapazonini $D \leq 3$ oralig`idagi qiymat bilan chegaralanadi. Buning sababi d_2 ning kichik qiymatlarida sirpanish va yeyilish ko`payadi, foydali ish koeffisienti esa pasayadi.

Foydali ish koeffisienti va yeyilishga chidamlilik jihatdan ro`para variator boshqa konstruksiyalarga nisbatan zaif sanaladi. Ammo uning tuzilishi soddaligi va harakat yo`nalishini o`zgartirish imkoniyati ro`para variatorlarni asboblarning kam quvvatli uzatmalarida va shunga o`xshash boshqa qurilmalarda etarli darajada keng qo`llanishiga imkoniyat yaratadi. Boshqarish diapazonini oshirish uchun oraliq rolikli ikki diskli ro`para variator qo`llaniladi. Bu variatorlarda $D = 8 \dots 10$ oralig`ida bo`ladi.

Suriladigan konusli variator (6.4-shakl). Bu variatorlarda uzatuvchi element sifatida ponasimon tasma yoki maxsus zanjir qo'llaniladi. Etakchi va etaklanuvchi konus juftliklarini, bir-biriga nisbatan bir vaqtning o'zida, bir xil kattalikka kerish va siqish, maxsus vintli boshqarish mexanizmi yordamida amalga oshiriladi. Bunda tasma o'z uzunligini o'zgartirmay ishchi diametrini o'zgartiradi.

Kinematik munosabatlari

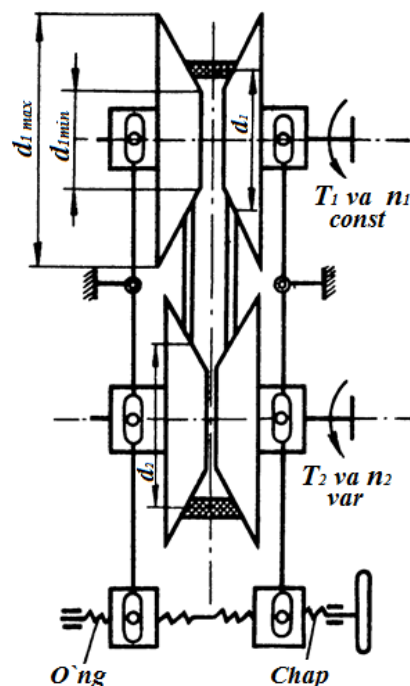
$$\left. \begin{aligned} i_{max} &\approx d_{2max}/d_{1min} \\ i_{min} &\approx d_{2min}/d_{1max} \\ D &= d_{1max}d_{2max}/(d_{1min}d_{2min}) \end{aligned} \right\} \quad (6.9)$$

Variatorning hisobi, tasmali uzatma nazaryasi yoki maxsus jadval yordamida amalga oshiriladi.

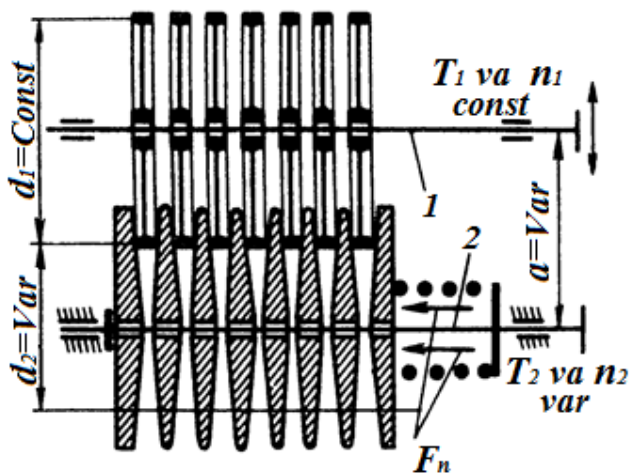
Tasmaning maksimal hisobiy yuklamasi i_{max} ga to'g'ri keluvchi holat bo'yicha hisoblanadi.

Konstruksiya imkoniyati bo'yicha boshqarish diapazoni tasma eniga bog'liq. Boshqarish diapozoni D ni standart (ГОСТ 1284.1-89) tasmalarda 1,5 gacha, maxsus keng tasmalarda esa, 5 gacha olish imkoniyati mavud. Ponasimon tasmali variatorlarning tuzilishi oddiy va etarlicha ishonchli ishlaydi.

Diskli variatorlar (6.5-shakl). Bu variatorlarda moment etakchi va etaklanuvchi disklar to'plami orasidagi ishqalanish hisobiga uzatiladi. Uzatish nisbatini o'zgartirish etakchi valni etaklanuvchi valga nisbatan ko'rsatilgan yo'nalishlarda surish hisobiga amalga oshiriladi. Bunda o'qlararo masofa a va ishchi diametr d_2 o'zgaradi. Uzatish nisbati



6.4-ШАКЛ



6.5-ШАКЛ

$$i \approx d_2/d_1 = var$$

Diskli variator konstruksiyasida friksion elementlar tutashish nuqtalarini ko'paytirish g'oyasi yotadi. Bu esa tutashish nuqtalarida kontakt bosim kamayishiga olib kelib, shu bilan birga yeyilishni kamaytiradi. Bunda F_n siquvchi kuch qiymati ham ancha kamayadi. Disklarning konussimonligini hisobga olmasak:

$$F_n = KF_t/(mcf) = KT_1^2/(mcf d_1) \quad (6.10)$$

bu yerda m -tutash (kontakt) nuqtalari soni, ular etakchi disklar sonining ikkilangan qiymatiga teng ($m = 18...42$ va ko'p bo'ladi); c – etakchi vallar soni.

Siqib turish prujina yoki sharikli siquvchi moslama yordamida amalga oshiriladi. Disklar po'lat materialdan tayyorlanib, qattiqligi 50...60 HRC gacha toblanadi. Variator moyli sharoitda ishlaydi. To'kin moy emirilishni sezilarli kamaytiradi va ishqalanishga ta'sir etuvchi tasdifiy omillar ta'siriga bog'liq bo'lmagan holda, variator ishi barqarorligini taminlaydi.

6.2. Friksion uzatma sifatini belgilovchi omillar

Sirpanish. Sirpanish-yeyilish, foydali ishni koeffitsientining kamayishi va uzatish nisbatini o'zgaruvchan bo'lishiga sababchi bo'ladi. Sirpanish uch turga bo'linadi: *to'la sirpanish, elastik sirpanish, geometrik sirpanish*.

$F_t < F$ shart bajarilmasa o'ta yuklanish hollarida *to'la sirpanish* yuz beradi. Bu holatda etaklanuvchi katok to'xtaydi, etakchi katok esa unda sirpana boshlaydi, natijada mahalliy yeyilish yoki qirilishni keltirib chiqaradi. Katoklarning geometrik shakli va yuzalari sifati buzilishi uzatmani yaroqsiz holga keltiradi. SHuning uchun loyihalash jarayonida, ilashish koeffitsienti K ning qiymati etarli bo'lishini taminlash va friksion uzatmadan o'ta yuklanishdan saqlovchi vosita sifatida foydalanishga yo'l qo'ymaslik zarur. O'zi tortiluvchi siqish qurilmalarining qo'llanilishi sirpanishni yo'qotadi.

Elastik sirpanish kontakt zonasidagi elastik deformatsiyalar bilan bog'liq. Buni silindrik uzatma misolida tushitirish mumkin (6.1-shakl), agar katoklar absolyut qattiq bo'lganida, dastlabki chiziq bo'ylab kontakt yuklama ostida ham o'zgarmas

edi. Bunda aylana tezlik kontakt chizig`i bo`ylab teng bo`lar va sirpanish yuz bermas edi. Elastik jisimlarda dastlabki kontakt chizig`i, yuklama ostida kontakt yuzaga aylanadi. Aylana tezliklar tengligi bu yuzaga tegishli bo`lgan chiziqlardan birining tegishli nuqtalarda saqlanishi kuzatiladi. Qolgan barcha nuqtalarda sirpanish hosil bo`ladi.

Haqiqatdan ham friksion uzatmalardagi elastik deformatsiyaga bog`liq bo`lgan sirpanish murakkab hodisa. Ular maxsus adabiyotlarda ko`rib chiqiladi. Bu deformatsiyadan hosil bo`ladigan sirpanish qiymati 2...3% ni tashkil etadi va u tajriba-sinov yo`li bilan aniqlanadi.

Geometrik sirpanish etakchi va etaklanuvchi katoklar kontakt yuzasidagi tezliklarning teng emasligidan kelib chiqadi (6.6-shakl).

Rolikni ishchi sirtlaridagi aylana tezlik uning butun kengligi bo`ylab o`zgarmas va v_1 ga teng. Disk 2 ning turli nuqtalaridagi tezligi v_2 bu nuqtalardan markazgacha bo`lgan masofaga proporsional ravishda o`zgaradi (disk chekkasida $v_2 = v_{2max}$) bo`ladi.

Shataksirash bo`lmaganda v_1 va v_2 tezliklari kontakt chizig`i bo`ylab teng bo`lishi kerak. Ammo ko`rilayotgan konstruksiyada tezliklar faqat kontakt chizig`idagi bir nuqtada (tebranish polyusida) teng bo`ladi. Bu nuqtada

$$n_1/n_2 = d_2/d_1 \text{ bo`ladi.}$$

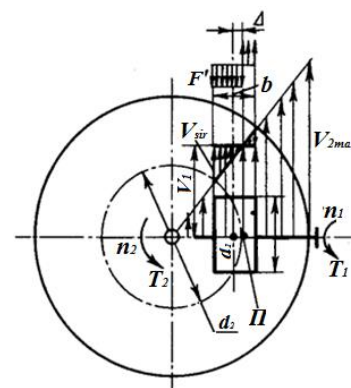
Kontakt chizig`ining boshqa hamma nuqtalarida $v_{sir} = v_1 - v_2$ tezlikli sirpanish kuzatiladi. 6.6–shaklda kontakt chizig`i bo`ylab sirpanish tezliklari epyurasi yo`g`on chiziqlarda tasvirlangan.

Uchburchaklarning o`xshashligidan sirpanish tezligining maksimal qiymati quyidagicha topiladi.

$$v_{cir} = \frac{v_1^2}{d_2} \left(\frac{b}{2} + \Delta \right) = \left[\frac{\pi n_1}{30i} \right] \left(\frac{b}{2} + \Delta \right) \quad (6.11)$$

bu yerda $n_1 \text{ min}^{-1}$ da.

Uzatish nisbatini o`zgaruvchanligi. Uzatmaning uzatish nisbati $i \approx d_2/d_1$ bu yerda d_2 Δ qiymatiga bog`liq bo`ladi (6.6-shakl).



6.6-шакл

Faqat yuklanish bo`lmaganda dumalash qutbi kontakt chizig`ining o`rtasida joylashadi. Yuklanish bilan ishlaganda qutb o`rtadan Δ masofaga siljiydi. Bu siljishni rolikning muvozanat shartidan aniqlash mumkin. Bu yerda g`ildirakni aylantiruvchi moment T_1 ishqalanish kuchining momenti bilan muvozanatlashishi kerak. F' ishqalanish kuchining epyurasi 6.6-shaklda ko`rsatilgan, bunda ishqalanish kuchi yo`nalishi sirpanish tezligining yo`nalishiga teskari yo`nalgan, solishtirma ishqalanish kuchi esa $F' = F_n f / b$ bo`ladi, shunday qilib

$$T_1 = F' \left[\left(\frac{b}{2} + \Delta \right) - \left(\frac{b}{2} - \Delta \right) \right] \frac{d_1}{2} = F_n f d_1 \frac{\Delta}{b} \quad (6.12)$$

yoki $\Delta = T_1 b / (d_1 F_n f)$.

(6.12) formulani tahlil qilib, quyidagilarni ta`kidlash mumkin:

1. Siquvchi kuch F_n ning doimiy qiymatida Δ ning qiymati T_1 yuklanishga proporsional ravishda o`zgaradi $T_1 (T_1 \rightarrow 0 \text{ va } \Delta \rightarrow 0)$. Bunda uzatish nisbati doimiy bo`lmaydi. Uning qiymati yuklanishga bog`liq ravishda ma`lum bir oraliqda o`zgaradi.

2. Agar siquvchi mexanizmdagi siquvchi kuch F_n ning qiymatini T_1 ga proporsional o`zgarishi ta`minlasa, ya`ni $T_1 / F_n = const$ bo`lsa, unda Δ va i o`zgarmas bo`ladi. Bu o`zi sozlanadigan sharikli va vintli siquvchi qurilmalarning afzalligi hisoblanadi.

3. Δ ning qiymati, o`z navbatida i ning yuklanishga qarab o`zgarishi, kontakt chizig`i uzunligi yoki rolik eni b ga proporsional. Sirpanishni va uzatish nisbati beqarorligini kamaytirish uchun, ensiz roliklar qo`llanadi, yoki chiziqli tutashuv o`rniga nuqtali tutashuvga o`tiladi ($b=0$ va $\Delta=0$). Dumalash qutbini holati, tutashuv chizig`i bo`ylab, bosim taqsimlanishi bilan bog`liq. Bosim bir tekis taqsimlanmaganda qutb katta bosim tarafga qarab suriladi. Bosim vallarning deformatsiyasi yoki tayyorlashda yo`l qo`yilgan xatolik tufayli teng taqsimlanmagan bo`lishi mumkin. Shuning uchun variatorlarning tayyorlash aniqligi va bikrligiga yuqori talablar qo`yiladi.

Foydali ish koeffisienti. Variatorlarning foydali ish koeffisienti asosan sirpanish va vallar tayanchidagi yo`qotishlarga bog`liq. Sirpanib ishqalanishdagi yo`qotish sirpanish tezligi v_{sir} ga proporsional. (6.11) formula bo`yicha quyidagini ta`kidlash mumkin, ro`para variatorlarda v_{sir} uzatish nisbati i oshishi bilan kamayadi. Kichik uzatish nisbatida variatorlar past foydali ish koeffisientiga ega. Shu sababli ba`zi variatorlarning boshqarish diapazoni chegaralanadi. Tayanchlardagi ishqalanishdan yo`qotishlarning son qiymati valga tushadigan yuklanish qiymatiga, valning yuklanishi esa asosan siquvchi kuch F_n qiymatiga bog`liq (hamma konstruksiyalarda ham bunday bo`lmaydi). F_n qiymati o`zgarmas bo`lsa tayanchlardagi yo`qotish o`zgarmas bo`ladi, natijada variatorning yuklanishi to`la bo`lmaganda foydali ish koeffisienti pasayadi. Shu sababli ham T_1/F_n nisbat doimiyligini ta`minlaydigan siquvchi mexanizmlarni qo`llagan ma`qul. Foydali ish koeffisientini hisoblash qiyin bo`lganligi uchun uning qiymati ko`pincha tajriba-sinov usulida baholanadi va ma`lumotlarda beriladi. Ma`lumot uchun dastlabki hisoblarda friksion uzatmalarning foydali ish koeffisienti nisbatan kichik ($\eta = 0,80...0,92$) olinadi.

6.3-§. Friksion uzatmalarni mustahkamlikka hisoblash

Hisob me`zonlari. Friksion juftlar ishlashi jarayonida ishchi sirtlarda quyidagi shkastlanishlari yuz beradi:

1. *Toliqishdan uvalanish* – doimiy moylanuvchi, moyli ishqalanish sharoitida ishlovchi uzatmalar ishchi sirtlarda yuzaga keladi. Bunday sharoitda ishchi sirtlar moy qatlami bilan ajratilganligi tufayli, yeyilish juda kam kuzatiladi.

2. *Yeyilish* – moysiz ishlaydigan uzatmalar ishchi sirtlarida, yoki moyli ishqalanish sharoiti hosil bo`lish sharti bajarilmagan hollarda yuz beradi.

3. *Sirtning qirilishi* – uzatmaning katta tezlik va yuklanish uzatishida etarlicha moylash sharoitlari bajarilmasa, shataksirash yoki qizish ta`siridan ro`y beradi.

Hamma ko`rsatilgan ishdan chiqish turlari tutashish sirtlaridagi kontakt kuchlanishning qiymati bilan bog`liq. Shuning uchun friksion juftlikning mustahkamligi va umrboqiyliги kontakt kuchlanish bilan baholanadi. Chiziq

bo'yicha dastlabki urinishda (yasovchi radiuslari teng bo'lgan yumalash elementlari-silindrlar, konuslar, torlar va roliklar) hisobiy kontakt kuchlanishi quyidagi formula bilan aniqlanadi

$$\sigma_H = 0,418\sqrt{F_n E_{kel} / (b \rho_{kel})} \leq [\sigma_H]. \quad (6.13)$$

Nuqtada dastlabki urinishda (barcha boshqa holatlarda)

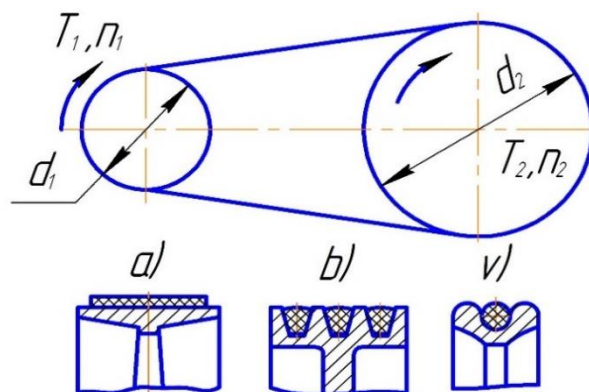
$$\sigma_H = m\sqrt{F_n E_{kel}^2 / \rho_{kel}^2} \leq [\sigma_H]. \quad (6.14)$$

Bu yerda F_n –siquvchi kuch; b –kontakt chizig'i uzunligi; m –yumalovchi jism shakliga bog'liq bo'lgan koeffisient.

Tasmali uzatmalar

7.1-§. Umumiy ma'lumotlar

Harakatni uzatish tarzi va turlari. 7.1–shakldagi tasmali uzatma sxemasi keltirilgan. Uzatma vallarda o'rnatilgan ikki shkiv (etaklovchi va etaklanuvchi) va ularni qamrab turuvchi elastik element tasmadan tashkil topgan. Tasmali uzatma harakatni shkivlar va tasma orasidagi, tasmani taranglash hisobiga paydo bo'ladigan ishqalanish kuchi hisobiga uzatadi.



7.1-шакл

Turlari. Tasmaning ko'ndalang kesim shakliga qarab: yassi tasmali (7.1 - shakl, a), ponasimon tasmali (7.1 – shakl, b) va doiraviy tasmali (7.1 – shakl, v) uzatmalar farqlanadi.

Tasmali uzatma mexanik uzatmalarning eng qadimiy turlaridan bo'lib, bu uzatma hozirgi kunda ham o'z ahamiyatini saqlab qolgan. Boshqa turdagi uzatmalarga qaraganda tasmali uzatma bir qator afzalliklarga ega Shu sababli bu uzatmadan foydalanish maqsadga muvofiq. Tasmali uzatmaga baho berish uchun uni eng keng tarqalgan tishli uzatma bilan taqqoslaymiz.

Bunda tasmali uzatmani quyidagi afzalliklarini ta'kidlash mumkin:

- harakatni nibatan katta masofalarga (15 m gacha va undan ko'p) uzatadi;

- tasmaning elastiklik hususiyati ravon va shovqinsiz hamda katta tezlikda ishlash imkonini beradi;
- tasmaning elastikligi sababli yuklanishning keskin o`zgarishlariga ta'sirchan emas;
- o`ta yuklanish holatlarida tasmaning shkivdagi sirpanishi sababli mexanizmlarni ishdan chiqishdan saqlaydi;
- tuzilishi oddiy, ishlatilishi oson moylash talab etmaydi;
- tannarxi nisbatan arzon.

Tasmali uzatmalarning asosiy kamchiliklari:

- tashqi o`lchamlari katta (ba'zi sharoitlarda shkiv diametrlari tishli g`ildiraklar diametridan taxminan besh marta katta);
- tasmaning yuklanishiga bog`liq sirpanishidan uzatish nisbatining o`zgaruvchanligi;
- tasmaning katta dastlabki tarangligidan val va ularning tayanchlariga tushadigan yuklanishning kattaligi (tishli uzatmaga nisbatan vallarga 2...3 bora ko`p yuklanish tushadi);
- tasmalar chidamliligining pastligi (1000 soatdan 5000 soatgacha).

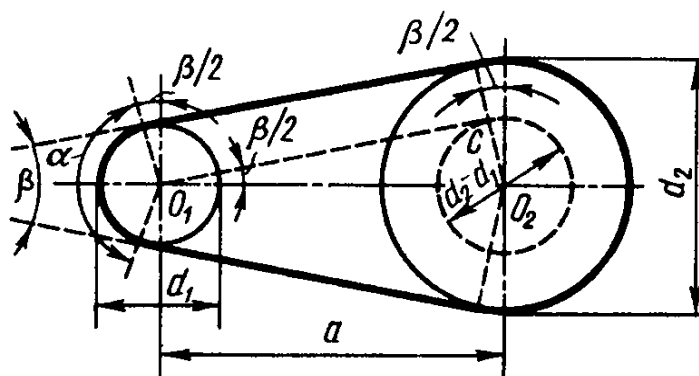
Tasmali uzatmalar asosan vallar bir-biridan ancha uzoqda (katta masofada) joylashgan hollarda ishlatiladi. Zamonaviy tasmali uzatmalarning quvvati odatda 50 kVt dan ortmaydi. Tasmali uzatmalar avtomobilsozlikda, stanoksozlikda va qishloq xo`jalik mashinalarida keng ko`lamda qo`llaniladi. Hozirgi kunda zamonaviy mashinasozlikda ponasimon tasmalar eng ko`p tarqalgan, shu sababli eski konstruksiyali yassi tasmalarning ishlatilishi ancha kamaydi. Yangi konstruksiyali yassi tasmalar (plastmassalardan tayyorlangan qobiqli – plenkali tasmalar) tez yurar uzatmalarda qo`llanilmoqda.

Tasmali uzatmalar ishchanlik layoqatining asosiy mezonlari tasma bilan shkivlar orasidagi ishqalanish kuchi orqali aniqlanadigan tortish layooqati va tasmaning umrboqiyiligi hisoblanadi. Tasma umrboqiyiligi normal sharoitlarda foydalanishda tasmaning toliqishidan emirilishi bilan chegaralanadi. Hozirgi

davrda tasmali uzatmalarni tortish layoqati bo'yicha hisoblash asosiy hisoblanadi. Tasmaning umrboqiyiligini tanlash uchun, uzatmani hisoblashda asosiy parametrlarini amaliy tavsiyalar asosida qabul qilinadi.

7.2-§. Tasmali uzatmaning kinematik va geometrik parametrlari

Tasmali uzatmani geometrik o'lchamlari (7.2-shakl) o'qlararo masofa- a ; tasma tarmoqlari orasidagi burchak- β ; etakchi shkivning tasma bilan qamrov burchagi- α hisoblanadi. Geometrik hisobda odatda d_1, d_2 qiymati va a , qamrov burchagi α , tasma uzunligi l aniqlanadi. Tasma cho'zilib qolishi sababli α va l ning qiymatlari aniq bo'lmaydi ularni taxminiy hisobi



7.2-шакл

$$\alpha = 180^\circ - \beta;$$

$$\sin(\beta/2) = (d_2 - d_1)/(2a)$$

$\beta/2$ ning qiymati amalda 15°

dan oshmasligini hisobga olib, sinusning qiymatini argumentiga teng qilib olamiz va quyidagi kelib chiqadi

$$\beta = (d_2 - d_1)/a \text{ (rad)} \approx 57 (d_2 - d_1)/a$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{bunda } \alpha = 180^\circ - 57 (d_2 - d_1)/a \\ \text{yoki } \alpha = 180^\circ - 57 d_1 (i - 1)/a \end{array} \right\} \quad (7.1)$$

Tasmaning uzunligi to'g'ri chiziqli qismlar va qamrash yoylari yig'indisi ko'rinshida aniqlanadi

$$l \approx 2a + 0,5\pi(d_2 + d_1) + (d_2 - d_1)^2/(4a) \quad (7.2)$$

Tasmaning berilgan uzunligida o'qlararo masofa quyidagicha aniqlanadi

$$a = \frac{2l - \pi(d_2 + d_1) + \sqrt{[2l - \pi(d_2 + d_1)]^2 - 8(d_2 - d_1)^2}}{8} \quad (7.3)$$

7.3-§. Tasma tarmoqlaridagi kuchlar va ular orasidagi munosabat

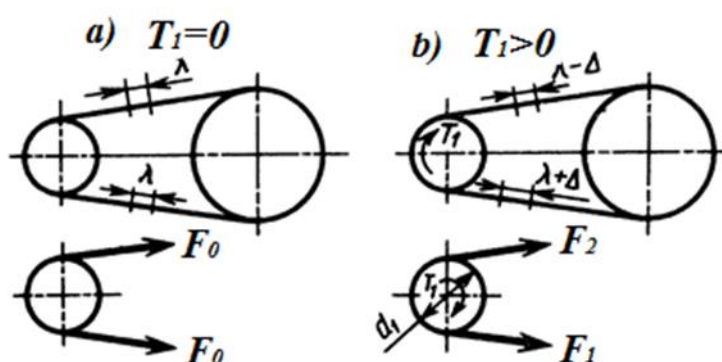
7.3-shaklda tasma tarmoqlarining ikki holatdagi yuklanishi ko'rsatilgan $T_1=0$

(7.3 –shakl, a) va $T_2 > 0$ (7.3-shakl, b). Bunda: F_0 – tasmaning dastlabki tarangligi; F_1 va F_2 yuklanish uzatayotgan uzatmada etaklovchi va etaklanuvchi tarmoq tarangliklari; $F_t = 2T_1/d_1$ -uzatmadagi aylana kuch hisoblanadi.

Shkivning muvozanat shartidan $T_1 = 0,5d_1(F_1 - F_2)$

$$\text{yoki } F_1 - F_2 = F_t \quad (7.4)$$

F_0 , F_1 va F_2 kuchlar orasidagi munosabatni quyidagi mulohazalar asosida aniqlash mumkin.



7.3-ШАКЛ

Tasmaning geometrik uzunligi yuklanishga bog`liq bo`lmaydi va yuklanish-siz holda ham yuklanish uzatganda ham o`zgarmas bo`ladi. Demak etaklovchi tarmoqni cho`zilishi etak-

lanuvchi tarmoqni teng qisqarishi bilan tenglashadi. Bundan

$$F_1 = F_0 + \Delta F \quad F_2 = F_0 - \Delta F$$

yoki

$$F_1 + F_2 = 2F_0 \quad (7.5)$$

(7.4) va (7.5) tenglamalardan

$$F_1 = F_0 + F_t/2 \quad F_2 = F_0 - F_t/2 \quad (7.6)$$

F_0 , F_1 va F_2 uch noma'lumli ikki tenglamali sistema hosil bo`ldi. Bu tenglamalar etaklovchi va etaklanuvchi tarmoqlarni tarangligi F_t kuchga bog`liq ravishda o`zgarishini ko`rsatadi, lekin bu yuklanishni uzata olish layoqatini, yoki tasma bilan shkiv orasidagi ishqalanish kuchi qiymatiga bog`liq bo`lgan uzatmani tortish layoqatini ochib bermaydi. Bunday aloqa *L. Eyler* tomonidan o`rnatilgan.

Eyler ta'limotining asosiy natijalari:

$$F_1 = F_2 e^{f\alpha} \quad (7.7)$$

(7.4) va (7.7) tengliklarni (7.5) ni hisobga olgan holda birgalikda echsak, quyidagicha natijada olamiz:

$$F_1 = F_t \frac{e^{f\alpha}}{e^{f\alpha} - 1}; \quad F_2 = F_t \frac{1}{e^{f\alpha} - 1}; \quad F_0 = \frac{F_t}{2} \left(\frac{e^{f\alpha} + 1}{e^{f\alpha} - 1} \right). \quad (7.8)$$

formulalar (7.8) F_t yuklanish bilan harakat uzatayotgan tasma tarmoqlaridagi taranglik kuchlari va ishqalanish omillari f va α orasidagi bog`lanishlarni o`rnatadi. Uning yordamida berilgan F_t yuklamani uzatish uchun zarur bo`lgan tasmaning minimal dastlabki tarangligi F_0 ni aniqlash imkonini mavjud.

Agar

$$F_0 < \frac{F_t}{2} \left(\frac{e^{f\alpha} + 1}{e^{f\alpha} - 1} \right)$$

bo`lsa, tasmada to`la sirpanish boshlanadi.

(7.8) formulaga tayanib f va α qiymatlari ortishi, uzatmaning ishlashishida ijobiy ta`sir ko`rsatadi deb xulosa yasash mumkin. Bu hulosalar ponasimon tasmali uzatmalarni va taranglovchi rolikli uzatmalar konstruksiyalarini yaratishda asos sifatida qabul qilingan (7,6 va 7.8-shaklga qarang). Birinchi uzatmada, tasmani shkiv ariqchalarida tiqilishi hisobiga, ishqalanishni sun`iy oshirish prinsipidan foydalanilgan. Ikkinchisida esa, taranglovchi rolik o`rnatib, qamrov burchagi α qiymatini oshirishga erishgan.

Tasmada hosil bo`ladigan markazdan qochma kuch

$$F_v = \rho A v^2 \quad (7.9)$$

bu yerda ρ - tasma materialining zichligi; $A = b\delta$ - tasmaning ko`ndalang kesimi yuzasi; v - tasma tezligi.

Taranglik F_v tasmadagi dastlabki taranglik kuchi F_0 ning foydali ta`sirini kamaytiradi. Shu bilan birga u ishqalanish kuchini kamaytirib, uzatmaning yuklanish layoqatini pasytiradi.

Hisoblarni ko`rsatishicha, markazdan qochma kuchning uzatma ishchanlik layoqatiga ta`siri, faqatgina katta tezliklarda $v > 20$ m/s da seziladi.

7.4-§. Tasmadagi kuchlanishlar

Eng katta kuchlanish tasmaning etaklovchi tarmog`ida hosil bo`ladi. Ular σ_1, σ_v va σ_{eg} kuchlanishlarning yig`indisidan iborat bo`ladi:

$$\sigma_1 = F_t/A, \quad \sigma_v = F_v/A = \rho v^2 \quad (7.10)$$

(7.6) formulani hisobga olsak, σ_1 kuchlanishni quyidagi ko`rinishga keltirish mumkin.

$$\sigma_1 = F_0/A + 0,5 F_t/A = \sigma_0 + 0,5\sigma_t \quad (7.11)$$

bu yerda

$$\sigma_t = F_t/A \quad (7.12)$$

σ_t - foydali kuchlanish; σ_0 - dastlabki taranglikdan hosil bo`ladigan kuchlanish. (7.4) formulaga binoan foydali kuchlanishni, etaklovchi va etaklanuvchi tarmoqdagi kuchlanishlar ayirmasi ko`rinishida ifodalash mumkin:

$$\sigma_t = \sigma_1 - \sigma_2$$

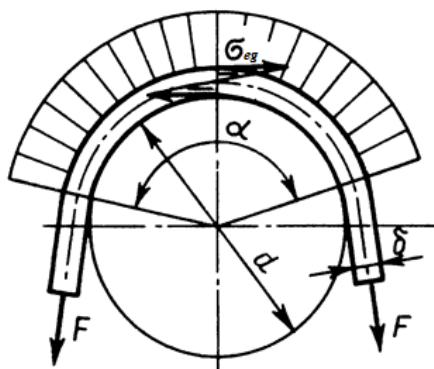
Tasmaning shkivda bukiladigan qismida eguvchi kuchlanish hosil bo`ladi (7.4 - shakl). Guk qonuniga binoan,

$$\sigma_{eg} = \varepsilon E,$$

bu yerda ε - nisbiy cho`zilish, E - tasma elastiklik moduli. Tasmaning nisbiy cho`zilishi $\varepsilon = \delta/d$ bundan $\sigma_{eg} = E \delta/d$, (7.13)

bu yerda δ - tasma qalinligi; d - shkiv diametri.

(7.13) formulaga asoslanib, eguvchi kuchlanish qiymatini aniqlovchi asosiy omil, tasma qalinligini, shkiv diametriga nisbati ekanligini ayta olamiz. Bu nisbat qancha kam bo`lsa, tasmadagi eguvchi kuchlanish shuncha kichik bo`ladi.

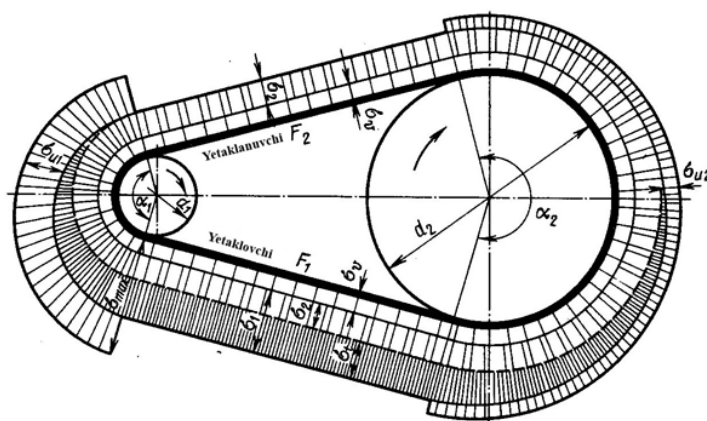


7.4-ШАКЛ

Tasma etaklovchi tarmog`ining etakchi

shkivga kirishidagi umumiy maksimal kuchlanish $\sigma_{max} = \sigma_1 + \sigma_v + \sigma_{eg} = \sigma_0 + 0,5\sigma_t + \sigma_v + \sigma_{eg}$ (7.14)

Tasma uzunligi bo`ylab kuchlanish tarqalishi epyurasi 7.5- shaklda tasvirlangan.

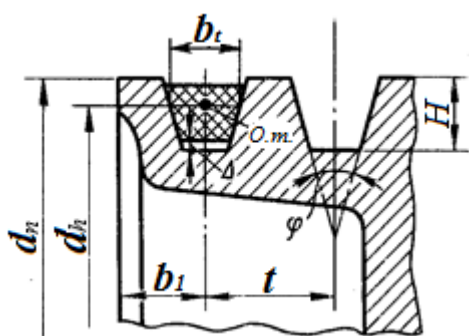


7.5-shakl

7.5-§. Ponasimon tasmani uzatmalar

Ponasimon tasmani uzatmalar o'zining bir qator afzalliklari tufayli boshqa turdagi tasmani uzatmalarga qaraganda mashinasozlikning turli tarmoqlarida keng tarqalgan.

Tasma konstruksiyasining prinsipial asoslari. Bu uzatmada tasmani kondalang (7.6-shakl) kesimi ponasimon shaklga ega, shuning uchun ham tasma



7.6-ШАКЛ

ponasimon tasma deb ataladi. Shkivlarda tasmalar shakliga mos ravishda ariqchalar o'yilgan bo'lib, tasmalar shu ariqchalarda joylashadi. Uzatmada tasma turi va uzatilayotgan quvvatga va mos holda, bir yoki bir nechta qatorli bo'lishi mumkin. Lekin uzatmani ishlatish va yig'ishda qulay bo'lishi uchun tasmalar qatori $z \leq 8$ bo'lishi

tavsiya etiladi. Agar hisoblarda $z > 8$ natija olingan bo'lsa, u holda etakchi shkiv diametri d_1 qiymati tavsiyalar asosida oshiriladi natijada bitta tasma uzatishi mumkin bo'lgan quvvat oshishi evaziga, tasmalar qatori soni kamayadi. Yoki katta kesimga ega bo'lgan tasma olinadi. Ya'ni bir nechta ingichka tasmalar o'rniga bitta yo'g'on tasma ishlatiladi natijada eguvchi kuchlanish kamayishiga erishiladi.

Shkivdagi ariqchalar shunday tayyorlanadiki, unga tasma kiydirilganda shkiv tubida Δ masofa qolishi ta'minlanishi kerak. Bu bilan tasmani yon tomonlari shkiv ariqchasi devoriga ishqalanib ishlashi ta'minlanadi. Shu bilan birga tasma

shkivning tashqi diametridan chiqib qolmasligi lozim, aks holda ariqcha qirralari tasmani tezda ishdan chiqaradi.

Shkivlarning hisobiy diametri d_h tasma ko`ndalang kesimidagi og`irlik markazining aylanasi yoki tasma egilishidagi neytral qatlam hisoblanadi. Tasma va shkivlarning barcha o`lchamlari standartlashtirilgan bo`lib, hisoblab topilgan tasma ko`ndalang kesimiga mos bo`lgan shkiv tanlanadi.

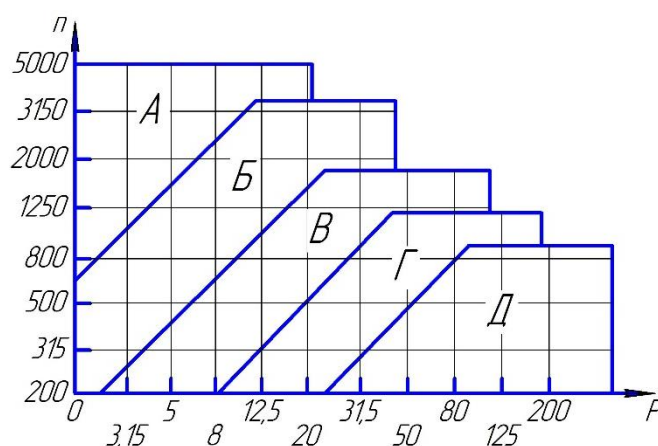
Tasmaning ponasimon shakli uning shkiv bilan ilashishini taxminin uch martaga oshiradi, bu tasmaning asosiy xarakteristikasi bo`lgan tortish layoqatini oshirish imkoniyatini yaratadi.

1. Ponasimon tasmali uzatmalarni hisoblash metodikasi

1. Uzatmani amaliy hisoblashda uzatilayotgan quvvat R_1 , aylanish chastotasi n_1 qiymatlari bo`yicha quyidagi (7.7-shakl) nomogrammadan tasma turi tanlanadi.

2. Etaklovchi shkiv diametri aniqlanadi $d_1 \approx (3 \div 4) \sqrt[3]{T_1}$ va olingan natija GOCT 17383-73 bo`yicha standartlashtiriladi.

3. Etaklanuvchi shkiv diametri aniqlanadi $d_2 = i_T d_1 (1 - \varepsilon)$ va olingan natija GOCT 17383-73 bo`yicha standartlashtiriladi.



7.7-шакл

GOCT 17383-73ning stan-dart qatori: 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; 710; 800; 900; 1000; 1120; 1250; 1400; 1600; 1800; 2000.

4. Uzatishlar sonini aniqlashtiriladi

$$i'_T = \frac{d_2}{d_1(1 - \varepsilon)}$$

5. Dastlabki hisoblashda olingan natija va keyingi qiymat orasidagi farq solishtiriladi

$$\frac{\omega_{2T} - \omega_2}{\omega_{2T}} 100\% < \pm 3\%.$$

6. O`qlararo masofa a_T quyidagi oraliqda bo`lishi kerak

$$a_{max} = 0,55(d_1 + d_2) + T_o$$

$$a_{min} = d_1 + d_2$$

bu yerda $T_o = 8$ mm -“A“ tasma uchun ko`ndalang kesimi balandligi, uning son qiymati, ponasimon tasma o`lchamlari keltirilgan ГOCT 1284.1-80 (7.1-jadval) dan olinadi.

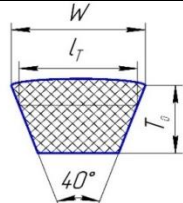
7. O`qlararo masofa a_T ni aniqlangan oraliqda qabul qilinadi.

8. Tasmaning hisobiy uzunligi hisoblanadi.

$$L = 2a_T + 0,5\pi(d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a_T}.$$

9. Standartga binoan tasma uzunlig L qabul qilinadi. (7.1-jadval).

7.1-jadval

								
Tasma kesimi belgisi	d_1 , kam emas	l_t	W	T_o	A	L_t	ΔL	Bir metri og`irligi, kg
O	63	8,5	10	6	47	400-2500	25	0,06
A	90	11,0	13	8	81	560-4000	33	0,10
B	125	14,0	17	10,5	133	800-6300	40	0,18
B	200	19,0	22	13,5	230	1800-10000	59	0,30
Г	315	27	32	19,0	476	3150-14000	76	0,60
Д	500	32	38	23,5	692	4500-18000	95	0,90
E	800	42	50	30,0	1172	6300-18000	120	1,52

Izoh: 1. A-tasmaning ko`ndalang kesimi mm²; ΔL -tasma uzunligining hisobiy L_h va L_i bilan farqi.
 2. Uzunlikning standart qatori L_t : 400; 450; 500; 560; 630; 710; 800; 900; 1000; 1120; 1400; 1600; 1800; 2000; 2240; 2500; 2800; 3150; 3550; 4000; 4500; 5000; 5600; 6300; 7100; 8000; 9000; 10000; 11200; 12500; 14000; 16000; 18000.
 3. Oraliq uzunliklar qatori L_t : 425; 475; 530; 600; 670; 750; 850; 950; 1060; 1180; 1320; 1500; 1700; 1900; 2120; 2360; 2650; 3000; 3350; 3750; 4250; 4750; 5300; 6000; 6700; 7500; 8500; 9500; 10600; 11800; 13200; 15000; 17000.
 Tasmalarning shartli belgisi:
 Hisobiy uzunligi $L_t = 2500$ mm, bo`lgan kordshnurli B kesimli tasma:
 Tasma B-2500 Sh ГOCT 1284.1-80

10. Tasmaning standart uzunligiga mos keluvchi o`qlararo masofa qiymati aniqlashtiriladi $a_T = 0,25 \left[(L - w) + \sqrt{(L - w)^2 - 2u} \right]$,

bu yerda $w = 0,5\pi(d_1 + d_2)$; $u = (d_2 - d_1)^2$.

11. Uzatmani yig`ish vaqtida, tasmalarni shkivlarga kiydirishni engillashtirish maqsadida o`qlararo masofa $0,01L$ ga kamayishi, hamda tasma tarangligini ta`minlash uchun $0,025L$ ga oshishi ta`minlashi zarur.

12. Etaklovchi kichik shkivning qamrov burchagi quyidagi formula bilan aniqlanadi

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57 \frac{d_2 - d_1}{a_T}$$

$\alpha_1 > [\alpha] = 120^\circ$ shart bajarilishi kerak.

Uzatmadagi tasmalar soni quyidagi formula yordamida aniqlanadi

$$z = \frac{PC_r}{C_o C_L C_\alpha C_z}$$

bu yerda: P_0 -bitta tasma uzatish mumkin bo`lgan quvvat, uning son qiymati tasma turi va etakchi shkiv diametri, hamda aylanish chastotasiga mos ravishda 7.2-jadvaldan topiladi.

7.2-jadval

Tasma kesimi (uzunligi L_t, mm)	d_1, mm	i	Aylanish chastotast $n_1 min^{-1}$						
			400	800	950	1200	1450	1600	2000
O (1320)	71	1,2	0,22	0,39	0,45	0,54	0,63	0,69	0,82
		1,5	0,23	0,40	0,46	0,56	0,66	0,71	0,84
		≥ 3	0,23	0,42	0,48	0,58	0,68	0,73	0,87
	80	1,2	0,26	0,47	0,55	0,66	0,77	0,84	1,0
		1,5	0,27	0,49	0,56	0,68	0,80	0,86	1,03
		≥ 3	0,28	0,50	0,58	0,71	0,82	0,89	1,06
	100	1,2	0,36	0,65	0,75	0,92	1,07	1,16	1,39
		1,5	0,37	0,67	0,78	0,95	1,11	1,20	1,43
		≥ 3	0,38	0,70	0,80	0,98	1,14	1,24	1,48
	112	1,2	0,42	0,76	0,88	1,07	1,25	1,35	1,61
		1,5	0,43	0,78	0,91	1,10	1,29	1,40	1,66
		≥ 3	0,44	0,81	0,94	1,14	1,33	1,44	1,72
A	100	1,2	0,50	0,88	1,01	1,22	1,41	1,52	1,65

(1700)		1,5	0,52	0,91	1,05	1,25	1,45	1,57	1,71
		≥ 3	0,53	0,94	1,08	1,30	1,50	1,62	1,76
	125	1,2	0,71	1,28	1,47	1,77	2,06	2,22	2,42
		1,5	0,74	1,32	1,52	1,83	2,13	2,29	2,50
		≥ 3	0,76	1,36	1,57	1,89	2,19	2,36	2,58
	160	1,2	1,00	1,81	2,09	2,52	2,92	3,14	3,61
		1,5	1,03	1,87	2,15	2,60	3,02	3,24	3,53
		≥ 3	1,07	1,93	2,22	2,69	3,11	3,35	3,64
	180	1,2	1,16	2,10	2,43	2,93	3,38	3,63	3,94
		1,5	1,20	2,17	2,51	3,03	3,50	3,75	4,07
		≥ 3	1,24	2,24	2,59	3,12	3,61	3,87	4,19
	Б (2240)	140	1,2	1,12	1,95	2,22	2,64	3,01	3,21
1,5			1,16	2,01	2,30	2,72	3,10	3,32	3,78
≥ 3			1,20	2,08	2,37	2,82	3,21	3,42	3,90
180		1,2	1,70	3,01	3,45	4,11	4,70	5,01	5,67
		1,5	1,76	3,11	3,56	4,25	4,85	5,17	5,86
		≥ 3	1,81	3,21	3,67	4,38	5,01	5,34	6,05
224		1,2	2,32	4,13	4,73	5,63	6,39	6,77	7,55
		1,5	2,40	4,27	4,89	5,81	6,60	7,00	7,80
		≥ 3	2,47	4,40	5,04	6,00	6,81	7,22	8,05
280		1,2	3,09	5,49	6,26	7,42	8,30	8,69	9,20
		1,5	3,19	5,67	6,47	7,66	8,57	8,97	9,50
		≥ 3	3,29	5,85	6,67	7,91	8,84	9,26	9,80

Tasma kesimi, uzunligi L_t, mm)	d_1, mm	i	Aylanish chastotast $n_1 min^{-1}$				
			400	800	950	1200	1450
Б (3750)	224	1,2	3,20	5,47	6,18	7,18	7,94
		1,5	3,31	5,65	6,38	7,45	8,23
		≥ 3	3,41	5,83	5,58	7,69	8,49
	280	1,2	4,63	8,04	9,08	10,49	11,47
		1,5	4,78	8,30	9,37	10,83	11,84
		≥ 3	4,93	8,57	9,67	11,17	12,22
	355	1,2	6,47	11,19	12,55	14,23	15,10
		1,5	6,69	11,56	12,95	14,70	15,59
		≥ 3	6,90	11,92	13,36	15,16	16,09
	450	1,2	8,77	14,76	16,29	17,75	-
		1,5	9,05	15,24	16,82	18,33	-
		≥ 3	9,34	15,72	17,35	18,91	-

Г (6000)	400	1,2	12,25	19,75	21,46	22,68	-
		1,5	12,64	20,40	22,16	23,42	
		≥ 3	13,04	21,04	22,86	24,16	
	560	1,2	20,27	31,62	33,21	-	-
		1,5	20,93	32,65	34,30		
		≥ 3	21,59	33,68	35,38		
	710	1,2	27,23	39,44	38,90	-	-
		1,5	28,12	40,73	40,17		
		≥ 3	29,01	42,02	41,44		
Д (7100)	560	1,2	24,07	31,62	33,21	-	-
		1,5	24,85	32,65	34,30		
		≥ 3	25,64	33,68	35,38		
	710	1,2	34,05	39,44	38,90	-	-
		1,5	35,17	40,73	40,17		
		≥ 3	36,28	42,02	41,44		

13. C_r - ish tartibini hisobga oluvchi koeffitsent uning son qiymati ish rejimi, mashinalar turi va smenalar soniga mos ravishda 7.3-jadvaldan olinadi.

7.3-jadval

Ish rejimi; me'yoridan % qisqa muddatli yuklama	Mashinalar turi	Smenalar soniga C_r		
		1	2	3
Engil; 120	Lentali konveyerlar; markazdan qochirma nasos va kompressorlar; tokarlik va jilvirlash stanoklari	1,0	1,1	1,4
O`rta; 150	Zanjirli konveyerlar; porshenli nasos va kompressorlar; frezalash stanoklari; elevatorlar; diskli arralar	1,1	1,2	1,5
Og`ir; 200	Kurakli konveyerlar; shneklar; randalash va qattiq urib ishlash stanoklari; ozuqa briketlash va yog`ochga ishlov berish mashinalari	1,3	1,5	1,7
Juda og`ir; 300	Ko`targichlar, ekskavatorlar, yanchgichlar, maydalagichlar, taxta tilgichlar.	1,3	1,5	1,7

14. C_L - tasma uzunligi ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsent uning son qiymati tasma uzunligi va turiga mos ravishda 7.4-jadvaldan olinadi.

L_p, mm	Tasma kesimi					
	О	А	Б	В	Г	Д
400	0,79					
500	0,81					
560	0,82	0,79				
710	0,86	0,83				
900	0,92	0,87	0,82			
1000	0,95	0,90	0,85			
1250	0,98	0,93	0,88			
1500	1,03	0,98	0,90			
1800	1,06	1,01	0,95	0,86		
2000	1,08	1,03	0,98	0,88		
2240	1,10	1,06	1,00	0,91		
2500	1,3	1,09	1,03	0,93		
2800	-	1,11	1,05	0,95		
3150	-	1,13	1,07	0,97	0,86	
4000	-	1,17	1,13	1,02	0,91	
4750	-	-	1,17	1,06	0,95	0,91
5300	-	-	1,19	1,08	0,97	0,94
6300	-	-	1,23	1,12	1,01	0,97
7500	-	-	-	1,16	1,05	1,01
9000	-	-	-	1,21	1,09	1,05
10000	-	-	-	1,23	1,11	1,07

15. C_α - shkivni qamrov burchagi ko'effitsenti

α°	180	160	140	120	100	90	70
C_α	1,0	0,95	0,89	0,82	0,83	0,68	0,56

16. C_z - tasmalar sonini hisobga oluvchi ko'effitsent

z	2-3	4-6	6 dan ko'p
C_z	0,95	0,90	0,85

Tasmalar soni z ni qabul qilamiz.

17. Ponasimon tasma tarmoqlarini dastlabki taranglik kuchi F_o aniqlanadi.

$$F_o = \frac{850P_1 \cdot C_p \cdot C_L}{zvC_\alpha} + \theta v^2,$$

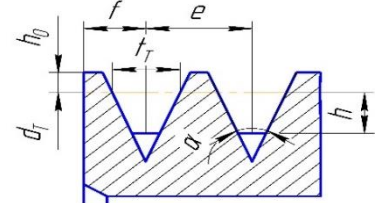
bu yerda $v = 0,5 \cdot \omega_1 \cdot d_1$ tasmani hisobiy tezligi; θ - markazdan qochirma kuch ta'sirini hisobga oluvchi ko'effitsent uning qiymati quyidagicha

Turi	О	А	Б	В	Г	Д
θ	0,06	0,1	0,18	0,3	0,6	0,9

18. Vallarga ta'sir etuvchi kuch $F_v = 2F_o \cdot z \cdot \sin \frac{\alpha_1}{2}$.

19. Shkivlar eni B_{uu} , 7.5-jadvalda keltirilgan ma'lumotlar asosida, jadval izohida keltirilgan formula yordamida hisoblanadi.

7.5-jadval



Tasma		Ariqcha o'lchamlari				Ariqcha shakli burchaklari			
Kesimi	t_r	h	h_0	f	e	34°	36°	38°	40°
						d_r			
O	8,5	7,0	2,5	8,0	12,0	63-71	80-100	112-160	≥ 180
A	11,0	8,7	3,3	10,0	15,0	90-112	125-160	180-400	≥ 450
Б	14,0	10,8	4,2	12,5	19,0	125-160	180-224	250-500	≥ 560
B	19,0	14,3	5,7	17,0	25,5	200-315	200-315	355-630	≥ 710
Г	27,0	19,9	8,1	24,0	37,0	-	314-450	500-900	≥ 1000
Д	32,0	23,4	9,6	29,0	41,5	-	500-560	630-1120	≥ 1250

Izoh: Shkiv gardishining eni $B_{sh} = (z - 1)e + 2f$ bu yerda z – tasma qatorining soni.

$$B_{sh} = (z - 1)e + 2f$$

2. Ponasimon tasmali uzatmalarni hisoblashga oid namuna

Masalaning qo'yilishi: Uzatilayotgan quvvati $P_1 = 8,4 \text{ kVt}$, etakchi shkivning aylanish chastotasi $n_1 = 2931 \text{ min}^{-1}$, burchakli tezliklar $\omega_1 = 306,6 \text{ r/s}$, va $\omega_2 = 141,4 \text{ r/s}$, uzatish nisbati $i_t = 2,17$ bo'lgan ponasimon tasmali uzatma hisoblansin. $\varepsilon = 0.015$ -tasmaning sirpanish koeffisienti.

Masalaning echilishi:

Tasma turini (7.7-shakl) nomagrammadan tanlaymiz, $n_1 = 2931 \text{ min}^{-1}$, $P_1 = 8,4 \text{ kVt}$, uchun "A" kesimli ponasimon tasma qabul qilamiz.

Etaklovchi shkiv diametrini aniqlaymiz

$$d_1 \approx (3 \div 4)^3 \sqrt{T_1} = (3 \div 4)^3 \sqrt{27,4 \cdot 10^3} = 90 \div 120 \text{ mm.}$$

ГОСТ 17383-73 bo'yicha $d_1 = 100 \text{ mm}$ qabul qilamiz (146-betga qarang).

Etaklanuvchi shkiv diametri

$$d_2 = i_t d_1 (1 - \varepsilon) = 2,17 \cdot 100 \cdot (1 - 0,015) = 213,7 \text{ mm.}$$

ГОСТ 17383-73 bo'yicha (146-betga qarang) tanlangan etaklanuvchi shkiv diametri va hisoblab topilgan d_2 qiymatlari orasidagi farq $\pm 3\%$ shartni qanoatlantirmaganligi uchun $d_2 = 212$ mm qabul qilamiz.

Uzatishlar sonini aniqlashtiramiz

$$i'_T = \frac{d_2}{d_1(1 - \varepsilon)} = \frac{212}{100(1 - 0,015)} = 2,15.$$

Bunda etaklanuvchi valning burchakli tezligi

$$\omega_{2T} = \frac{\omega_{dv}}{i'_T} = \frac{306,6}{2,15} = 142,6 \text{ rad/s.}$$

Dastlabki hisoblashda olingan natija va keyingi qiymat orasidagi farqni solishtiramiz

$$\frac{\omega_{2T} - \omega_2}{\omega_{2T}} = \frac{142,6 - 141,4}{142,6} 100\% = 0,8\% < \pm 3\%.$$

Shuning uchun $d_1 = 100$ mm, $d_2 = 212$ mm qat'iy qiymatlarini qabul qilamiz.

O'qlararo masofa a_T quyidagi oraliqda bo'lishi kerak

$$a_{max} = 0,55(d_1 + d_2) + T_o = 0,55(100 + 212) + 8 = 179,6 \text{ mm};$$

$$a_{min} = d_1 + d_2 = 100 + 212 = 312 \text{ mm},$$

bu yerda "A" tasma uchun $T_o = 8$ mm, tasma kesimi balandligi (7.1-jadval).

O'qlararo masofani $a_T = 300$ mm deb qabul qilamiz.

Tasmaning hisobiy uzunligi

$$L = 2a_T + 0,5\pi(d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a_T}$$

$$= 2 \cdot 300 + 0,5 \cdot 3,14 \cdot (100 + 212) + \frac{(212 - 100)^2}{4 \cdot 300} = 1100 \text{ mm.}$$

Standartga binoan (7.1-jadval) tasma uzunligini $L = 1120$ mm qabul qilamiz.

Tasmaning standart uzunligiga mos keluvchi o'qlararo masofa qiymatini aniqlashtiramiz:

$$a_T = 0,25 \left[(L - w) + \sqrt{(L - w)^2 - 2u} \right],$$

bu yerda, $w = 0,5\pi(d_1 + d_2) = 0,5 \cdot 3,14(100 + 212) = 489,8 \text{ mm};$

$$u = (d_2 - d_1)^2 = (212 - 100)^2 = 12544$$

$$a_T = 0,25 \left[(1120 - 489,8) + \sqrt{(1120 - 489,8)^2 - 2 \cdot 12544} \right] = 310 \text{ mm.}$$

Uzatmani yig'ish vaqtida, tasmalarni shkivlarga kiydirishni engillashtirish maqsadida o`qlararo masofa $0,01L=0,01 \cdot 1120=11,2$ mm ga kamayishini, hamda tasma tarangligini ta'minlash maqsadida $0,025L=0,025 \cdot 1120=28$ mm ga oshishini ta'minlash kerak.

Etaklovchi kichik shkivning qamrov burchagi

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57 \frac{d_2 - d_1}{a_T} = 180^\circ - 57 \frac{212 - 100}{310} = 159^\circ$$

$\alpha_1 > [\alpha] = 120^\circ$ shart bajarildi.

Uzatmadagi tasmalar soni

$$z = \frac{PC_r}{P_o C_L C_\alpha C_z} = \frac{8,4 \cdot 1}{1,71 \cdot 0,91 \cdot 0,94 \cdot 0,90} = 6,5$$

bu yerda, $P_o = 1,71$ (7.2-jadval) bitta tasma uzatish mumkin bo`lgan quvvat;

$C_r = 1$ ish tartibini hisobga oluvchi koeffitsent (7.3-jadval);

$C_L = 0,91$ tasma uzunligi ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsent (7.4-jadval);

$C_\alpha = 0,94$ shkivni qamrov burchagi koeffitsenti (151-bet);

$C_z = 0,9$ tasmalar sonini hisobga oluvchi koeffitsent (151-bet);

Tasmalar sonini $z=7$ qabul qilamiz.

Ponasimon tasma tarmoqlarini dastlabki taranglik kuchi F_o -ni aniqlaymiz

$$F_o = \frac{850P_1 \cdot C_r \cdot C_L}{zvC_\alpha} + \theta v^2,$$

bu yerda, $v = 0,5 \cdot \omega_1 \cdot d_1 = 0,5 \cdot 306,6 \cdot 0,1 = 15,3 \text{ m/s}$ tasmani hisobiy tezligi;
 θ -markazdan qochirma kuch ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsent, "A"-kesimli ponasimon tasma uchun $\theta = 0,1$ (152-betga qarang)

$$F_o = \frac{850 \cdot 8,4 \cdot 1 \cdot 0,91}{7 \cdot 15,3 \cdot 0,94} + 0,1 \cdot 15,3^2 = 88H.$$

Vallarga ta'sir etuvchi kuch

$$F_v = 2F_o \cdot z \cdot \sin \frac{\alpha_1}{2} = 2 \cdot 88 \cdot 7 \cdot \sin \frac{159}{2} = 1211H.$$

Shkivlar eni B_{sh} (7.5 -jadval).

$$B_{sh} = (z - 1)e + 2f = (7 - 1)15 + 2 \cdot 10 = 110 \text{ mm.}$$

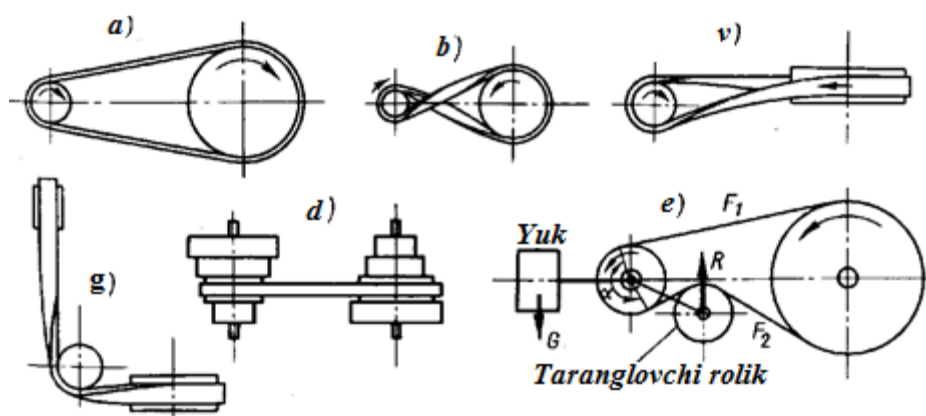
bu yerda $e = 15$, $f = 10$ “A” kesmali ponasimon tasma uchun (7.5-jadval).

7.6-§. Yassi tasmali uzatmalar

Mashinasozlikda ponasimon tasmali uzatmalar paydo bo`lguniga qadar yassi tasmali uzatmalar keng tarqalgan. U tuzilishiga ko`ra sodda va o`zining yuqori elastikligi bilan katta tezliklarda ishlash imkoniyatini beradi, hamda nisbatan uzoq muddat ishlash layoqatiga va yuqori FIK ga ega.

Uzatmaning turlari. Amaliyotda yassi tasmali uzatmalar turli hil sxemalarda qo`llaniladi. Quyida biz keng tarqalgan ochiq uzatmali sxemalar bilan tanishamiz.

Ochiq uzatma (7.8-shakl, a) val o`qlari parallel joylashgan bo`lib, shkiivlar bir tomonga aylansa, *ayqash uzatma* (7.8-shakl, b) shkiivlar qarama-qarshi tomonga aylanishi imkoniyatini beradi va bu ayqash tasmali uzatma deb ataladi; *yarim ayqash uzatma* (7.8-shakl, v) bunda vallar bir-biriga nisbatan qandaydir burchak ostida ayqash joylashadi; *burchakli uzatma* (7.8-shakl, g) val o`qlar qandaydir burchak ostida kesishadi, bunda tasma yo`naltiruvchi rolik yordamida yo`naltirilgan, bunday sxema oddiy ochiq uzatmalarda ishlatiladi. Uzatmaning ishlash layoqati va ishlash muddati nisbatan yuqori. Ayqash va burchakli uzatmalarda tasmalar ortiqcha egilishlar, bukilishlar va tasma tarmoqlarining bir biriga ishqalanib, shilashi hisobiga tez ishdan chiqadi. Bunday uzatmalarning yuklanish layoqat oddiy ochiq uzatmalarga solishtirganda 20-30% past.



7.8-shakl.

Sozlanuvchi uzatma (7.8-shakl, *d*) pog`onasimon shkivga ega, shuning uchun u uzatish nisbati o`zgartirilishi talab etiladigan uzatmalarda ishlatiladi.

Taranglovchi rolikli uzatma (7.8-shakl, *e*) bunday uzatma o`qlararo masofa kichik va katta uzatish nisbatlarida ishlatiladi. Taranglovchi rolikka biriktirilgan yuk ta'sirida tasma tarangligi uzluksiz ta'minlanadi. Bunday uzatmada etakchi shkivning qamrov burchagi α va natijada tasmaning tortish layoqati, o`qlararo masofa va uzatish nisbatiga bog`liq bo`lmaydi. *a* va *i* ning har qanday qiymatida ham $\alpha > 180^\circ$ ga erishish mumkin. Taranglovchi rolikni etaklanuvchi tarmoqqa o`rnatish tavsiya etiladi, chunki etaklanuvchi tarmoq etaklovchi tarmoqqa nisbatan kamroq yuklangan bo`ladi. Natijada taranglovchi yuk og`irligi kamroq bo`lishiga erishiladi. Bu tasmaning rolikda qo`shimcha egilishini kamaytirish va tasmaning ishlash muddatini oshirish imkoniyatini yaratadi. Bunday uzatmaning asosiy kamchiligi tasmaning rolik va etakchi shkiv bo`ylab qarama qashi tomonga egilishi natijasida ishlash muddatining qisqarishidir.

Yassi tasmalarning asosiy turlari. Mashinasozlikda ishlatiladigan yassi tasmalarning quyidagicha turlari mavjud.

Charim tasmalar yaxshi tortish layoqatiga ega va xizmat muddati yuqori, xamda o`zgaruvchan yuklanishlarda yaxshi ishlaydi. Narxlarining yuqoriligi va kamyoblighi charim tasmalarning kam ishlatilishiga olib keladi.

Rezinalangan tasmalar (7.6-jadval, ГОСТ 23831-79) kauchukni rezinaga aylantirish jarayonida, uning ichiga bir necha qavat ipgazlama matolar joylashtirilib amalga oshirilishi natijasida hosil bo`ladi. Rezinaga nisbatan ancha katta elastiklik moduliga ega bo`lgan mato yuklanishning asosiy qismini uzatadi. Rezina tasma materiallarini bir butun bo`lib ishlashini taminlab, matoni shkastlanishdan saqlaydi, hamda ishqalanish koeffisientini oshiradi. Mustahkam, elastik, haroratning beqarorligi va nanga bardoshli bu tasma, charim tasmalar o`rnida juda yaxshi ishlaydi. Bu tasmani, rezinani emiruvchi neft maxsulotlari va ishqordan asrash kerak.

Ip gazlama tasmalar mo`m va ozikeritdan tashkil topgan maxsus tarkibli aralashmaga to`yintirilgan matolarning bir necha qavatini, bir butun qilib birlashtirishdan tashkil topgan. Bunday tasmalar engil va elastik bo`lib, kichik

7.6-jadval

Qistirmalarning texnik tavsiflari	Qistirma materiallari			
	B-800	БКНJI	TA-150 TK-150	TK-200
Qistirma kengligining nominal mustahkamligi N/mm:	55	55	150	200
asos bo`yicha	16	20	65	65
qatlam bo`yicha				
Qistirmaning ruxsat etilgan yuklanishi R ₀ , N/mm	3	3	10	13
Rezinalangan qistirmaning hisobiy qalinligi, mm	1,5	1,2	1,2	1,3
Rezinalangan qistirma yuzasining zichligi, kg/m ²	1,6	1,3	1,3	1,4
Tasma kengligi V dagi qistirmalar soni, mm:				
20-71	3-5	3-5	-	-
80-112	3-6	3-6	-	-
125-560	3-6	3-6	3-4	3-4
Ixoh: 1. Qistirma materiallar: B-800 da ipgazlama; БКНJI -poliefir va paxta ipidan; TK-150, TA-150, TK-200-sintetik. 2. Tasma kengligi tanlanadigan standart qator: 20; 25; 32; 40; 50; 63; 71; 80; 90; 100; 112; 125; 140; 160; 180; 200; 224; 250; 280; 325; 355; 400; 450; 500; 560 (qator qisqartirilgan ГОСТ bo`yicha b ning qiymati 1200 mm gacha). 3. Tasma og`irligi, kg $Q=(mz+\delta 1150)bl$, Bu yerda m -qistirma yuzasi zichligi, kg/m ² ; z -qistirmalar soni; δ -qistirma qalinligi mm; b -tasma kengligi mm; l -tasma uzunligi mm; 1150-rezina qoplamasi zichligi, kg/m ³ .				

diametrli shki vlarda katta tezlikda ishlay oladi. Tasmaning xizmat muddati kichik va tortish layoqati rezinalangan tasmalarga qaraganda past.

Jun tasmalar ko`p qavatli jun asosga ega bo`lgan va maxsus to`yintirilgan ipgazlamadan tashkil topgan matodan iborat. Bu tasmalar anchagina elastiklik xususiyatiga ega bo`lib, kichik diametrli shki vlarda yuklanishning keskin beqarorligi sharoitida ishlay oladi. Jun tasmalar harorat va namlikning o`zgarishiga, kislotalarga boshqa tasmalarga nisbatan ancha bardoshli. Ammo tortish layoqati boshqa tasmalarga nisbatan past.

Plenkali tasmalar-yangi nusxadagi tasma bo`lib poliamid smolasi asosidagi plastmassadan tayyorlanadi va ichiga kapron yoki lavsandan pishiq ip joylashtiriladi. Tasmaning toliqishga qarshiligi va statik mustahkamli yuqori.

Kichik qalinlikka (0,4...1,2 mm) ega bo`lgan tasma 15 kVt gacha bo`lgan yuklanishni uzata oladi, katta tezliklar bilan ($v \leq 60$ m /s) kichik diametrli shkivlarda ishlay oladi. Tasmaning tortish layoqatini oshirish uchun maxsus friksion qoplama qo`llaniladi. Quyida plenkali tasmalar uchun taklif etilayotgan qalinlik va etakchi shkiv diametrlari keltirilgan:

δ, mm	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
d_1, mm	28	36	45	56	63	75	80	90	100

Tasma uchlarni ulash. Tasmaning ishlashiga, ayniqsa katta tezliklar bilan ishlaganida, tasma uchlarining ulanishi katta ta'sir ko`rsatadi. Tasma uchlarining sifatli ulanmasligi, tasmaning tortish layoqatini pasaytiradi va muddatidan oldin ishdan chiqishiga olib keladi. Tasma uchlarini ulashning turli usullari mavjud. Bu usullarning barchasini uchta asosiy guruhga bo`lish mumkin: tikish, elimlash va metall biriktirgich yordamida ulash. Keyingi paytlarda ma'lum uzunlikdagi yassi tasmalar uloqsiz ishlab chiqarilmoqda. Masalan plenkali tasmalar, bu tasmalarning xizmat muddatini va ishlash tezligini oshirish imkoniyatini yaratadi.

1. Yassi tasmali uzatmalarni hisoblashga oid namuna

Masalaning qshyilishi: Uzatayotgan quvvat $P=2,3$ kVt, aylanish chastotasi $n_1=1434$ min⁻¹, uzatish soni $i=2,03$ bo`lgan yassi tasmali uzatma hisoblansin.

Masalaning echilishi:

Etaklovchi shkiv validagi burovchi momentni hisoblaymiz

$$T_1 = 9550 \cdot \frac{P_1}{n_1} = 9550 \cdot \frac{2,3}{1434} = 15,3 Nm.$$

Etaklovchi shkiv diametrini aniqlash

$$d_1 \approx 6\sqrt[3]{T_1} = 6\sqrt[3]{15,3 \cdot 10^3} = 148,9 \text{ mm.}$$

ГОСТ 17383-73 dan (146-betga qarang) $d_1 = 160$ mm qabul qilamiz.

Etaklanuvchi shkiv diametri

$$d_2 = i_T d_1 (1 - \varepsilon) = 2,03 \cdot 160 \cdot (1 - 0,01) = 321,5 \text{ mm.}$$

ГОСТ 17383-73 dan (146-betga qarang) $d_2 = 315$ mm qabul qilamiz.

Uzatishlar nisbatini aniqlashtiramiz

$$i'_T = \frac{d_2}{d_1(1 - \varepsilon)} = \frac{315}{160(1 - 0,01)} = 1,99.$$

Uzatish nisbatining og`ishi quyidagicha hisoblanadi

$$\frac{\Delta i}{i} = \frac{2,03 - 1,99}{1,99} \cdot 100 = 2\% < 3\%$$

olingan natija shartni qanoatlantirdi.

O`qlararo masofa a_T

$$a_{max} = 2(d_1 + d_2) = 2(160 + 315) = 950 \text{ mm.}$$

Etaklovchi kichik shkivning qamrov burchagi

$$\alpha_1 = 180^\circ - 60 \frac{d_2 - d_1}{a_T} = 180^\circ - 60 \frac{315 - 160}{950} = 170^\circ.$$

Tasmaning hisobiy uzunligi

$$L = 2a_T + 0,5\pi(d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a_T}$$

$$= 2 \cdot 950 + 0,5 \cdot 3,14 \cdot (160 + 315) + \frac{(315 - 160)^2}{4 \cdot 950} = 2652 \text{ mm.}$$

Tasmaning tezligi

$$v = \frac{\pi d_1 n_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 160 \cdot 1434}{60 \cdot 1000} = 12 \text{ m/s.}$$

Aylana kuch

$$F_t = \frac{P}{v} = \frac{2,3 \cdot 10^3}{12} = 192 \text{ N.}$$

7.6- jadvaldan БKHJI tasmasini tanlaymiz, tasmaning qistirmalari soni

$z = 3$, $\delta_0 = 1,2 \text{ mm}$, $P_0 = 3 \text{ N/mm}$. $\delta < 0,025d_1$ sharti bajarilishini tekshiramiz.

$$\delta = \delta_0 \cdot z = 1,2 \cdot 3 = 3,6 \text{ mm.}$$

$0,025d_1 = 0,025 \cdot 160 = 4 \text{ mm}$. Shart bajarildi.

Shkivning qamrov burchagi koeffisienti

$$S_\alpha = 1 - 0,003(1 - \alpha_1) = 1 - 0,003(180 - 170) = 0,97.$$

Tasma tezligi ta'sirini hisobga oluvchi koeffisient

$$C_v = 1,04 - 0,0004v^2 = 1,04 - 0,0004 \cdot 12^2 = 0,98.$$

Ishlash rejimi koeffitsienti C_r ning son qiymati yuklanish tavsifi va mashina turiga bog`liq holda 7.7- jadvaldan olinadi.

Lentali konveyerlar uchun $C_r = 1$.

Uzatma markaziy chiziqlarining qiyalik burchagini hisobga oluvchi koeffitsient, C_θ . Qiyalik burchagi 60° gacha bo`lganda $C_\theta=1$.

Qistirmaning 1 mm kengligiga to`g`ri keladigan ruxsat etilgan ishchi yuklama

7.7- jadval

Yuklanish tavsifi	Mashinalar turi	S_R
Ahamiyatsiz beqarorlik, ishga tushirishdagi yuklanish 120%	Lentali konveyerlar; tokarlik va jilvirlash stanoklari	1,0
O`rtacha beqarorlik, ishga tushirishdagi yuklanish 150%	Plastinkali konveyerlar; porshenli nasos va kompressorlar; frezalash, jilvirlash varevolver stanoklari;	0,9
Sezilarli beqarorlik, ishga tushirishdagi yuklanish 200%	Vintli, kurakli konveyerlar; cho`michli elevatorlar; shneklar; randalash va qattiq urib ishlash stanoklari; vintli va eksentrik bosqonlar	0,8
Keskin beqarorlik, ishga tushirishdagi yuklanish 300%	Ko`targichlar, ekskavatorlar, yanchgichlar, maydalagichlar, taxta tilgichlar.	0,7
Izoh: Ikki smenali ishda C_r qiymati 0,1, uch smenali ishda 0,2 ga pasaytiriladi.		

$$[P] = p_0 C_\alpha C_v C_r C_\theta = 3 \cdot 0,97 \cdot 0,98 \cdot 1 \cdot 1 = 2,85 \text{ N/mm.}$$

Tasma eni

$$b \geq \frac{F_t}{z[p]} = \frac{192}{3 \cdot 2,85} = 22,5 \text{ mm}$$

7.6- jadvaldan jadvaldan $b = 25$ mm qabul qilamiz.

Tasmsaning dastlabki tarangligi

$$F_0 = \sigma_0 b \delta = 1,8 \cdot 25 \cdot 3,6 = 162 \text{ N.}$$

Bu yerda σ_0 -tasmaning dastlabki tarangligidan hosil bo`ladigan kuchlaninsh uning optimal qiymati $\sigma_0 = 1,8 \text{ MPa}$.

Tasma tarmoqlarining tarangligi: etakchi tarmoq

$$F_1 = F_0 + 0,5F_t = 162 + 0,5 \cdot 192 = 258 \text{ N;}$$

etaklanuvchi tarmoq

$$F_1 = F_0 - 0,5F_t = 162 - 0,5 \cdot 192 = 66 \text{ N.}$$

F_1 kuchi ta'siridagi kuchlanish

$$\sigma_1 = \frac{F_1}{b\delta} = \frac{258}{25 \cdot 3,6} = 2,9 \text{ MPa.}$$

Egilish kuchlanishi

$$\sigma_e = E_e \frac{\delta}{d_1} = 100 \frac{3,6}{160} = 2,25 \text{ MPa.}$$

Bu yerda charim va rezinamatoli tasmalar uchun $E_e = 100 \div 200 \text{ MPa}$,
ipgazlama tasmalar uchun $E_e = 50 \div 80 \text{ MPa}$.

Markazdan qochirma kuch ta'siridagi kuchlanish

$$\sigma_v = \rho v^2 10^{-6} = 1100 \cdot 12^2 \cdot 10^{-6} = 0,16 \text{ MPa.}$$

Bu yerda tasma zichligi $\rho = 1100 \div 1200 \text{ kg/m}^3$;

ko'paytuvchi $10^{-6} \sigma_v$ ni MPa ga aylantirish uchun xizmat qiladi.

Maksimal kuchlanish

$$\sigma_{max} = \sigma_1 + \sigma_e + \sigma_v = 2,9 + 2,25 + 0,15 = 5,3 \text{ MPa.}$$

Shart $\sigma_{max} \leq 7 \text{ MPa}$ bajarildi.

Tasmani umrboqiylikka tekshirish:

aylanishlar soni

$$\lambda = \frac{v}{L} = \frac{12}{2,652} = 4,52 \text{ s}^{-1};$$

uzatish nisbatini hisobga oluvchi koeffisient

$$C_i = 1,5^3 \sqrt{i} - 0,5 = 1,5^3 \sqrt{2,03} - 0,5 = 1,4;$$

noldan nominal qiymatgacha davriy o'zgaruvchi yuklanishlarda $C_n = 2$,
o'zgarmas yuklanishda $C_n = 1$.

Tasmaning umirboqiyligi

$$H_0 = \frac{\sigma_{-1}^6 10^7 C_i C_n}{\sigma_{max}^6 2 \cdot 3600 \lambda} = \frac{7^6 \cdot 10^7 \cdot 1,4 \cdot 1}{5,3^6 \cdot 2 \cdot 3600 \cdot 4,52} = 2283 \text{ s.}$$

Uzatma vallariga ta'sir etuvchi kuch

$$F_v = 3F_o \cdot \sin \frac{\alpha_1}{2} = 3 \cdot 162 \cdot \sin \frac{170}{2} = 484 \text{ H.}$$

7.7-§. Tishli tasmali uzatmalar

Tishli tasmali uzatmalar yaxlit uzluksiz yassi tasmaning, ichki tarafida ko`ndalang do`nglik – tishli qilib tayyorlash yo`li bilan olinadi. Shkivlarda tasma tishlariga mos ravishda botiqliklar tayyorlanadi, Shuning uchun uzatmadagi ishqalanish hisobiga emas, ilashish hisobiga harakatni uzatadi. Tishli tasmali uzatmalar tasmali uzatmalarga faqat shartli ravishda – tortuvchi elementi – tasmaning nomi va konstruksiyasi bo`yicha kiritiladi. Harakat uzatish tarzi bo`yicha bu uzatma ko`proq zanjirli uzatmaga yaqin keladi. Uzatmadagi ilashish tarzi hisobiga bu uzatmada sirpanish hodisasi kuzatilmaydi, uzatmani katta kuch bilan taranglashga hojat qolmaydi, bu esa foydali ish koeffisientini oshiradi. Tishli tasmali uzatmada qamrov burchagi va o`qlararo masofani uzatma tortish layoqatiga ta`siri kamayadi, bu esa uzatmaning gabarit o`lchamlarini ixchamlashtiradi va uzatish nisbatini oshirishga imkon beradi. Tasma ilashishi va elastikligi (zanjirdagi biki sharnirli bog`lanishi o`rniga) shovqin va dinamik yuklanishni kamaytiradi.

Demak, tishli tasmali uzatmalarning quyidagi afzalliklari bor: gabarit o`lchamlari kichik; uzatish nisbati o`zgarmas va katta; foydali ish koeffisienti yuqori ($\eta = 0,92 \dots 0,98$); dastlabki taranglik kuchi va valga tushadigan yuklanishning kichikligi; katta quvvat uzatishi.

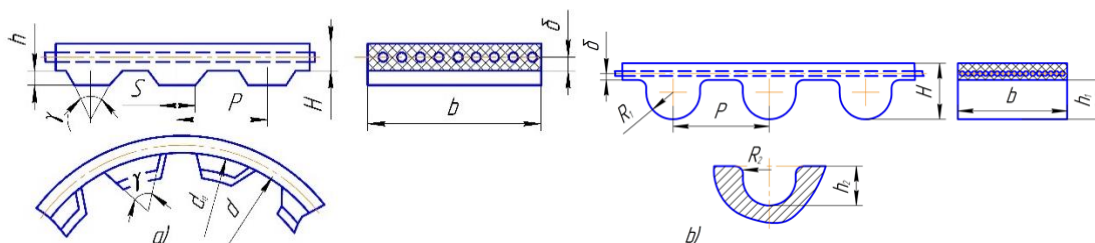
Tishli tasmali uzatmaning kamchiligi – tasmada sirpanish bo`lmagani bois, yuritma o`ta yuklanish holatlaridan himoyalanmaganligidir.

Tishli tasmali uzatmalardan yuqori tezlik (50 m/s gacha), katta uzatish nisbati ($i=12$ gacha), katta quvvat uzatishda ($P=100$, ba`zan 200 kVt gacha) foydalanish mumkin.

Tishli tasmalardan foydalanish taklifi ancha davrdan beri mavud edi, lekin uni amalga oshirish imkoniyati, faqat plastmassalar yaratilganidan keyin paydo bo`ldi.

Tishli tasma ikki ko`rinishida tayyorlanishi mumkin: quyma (800 mm uzunlikkacha) yoki yig`ma. Tasma elastik moyga bardoshli rezina, yoki plastmassadan tayyorlanib, orasiga po`lat simli kanat yoki poliamid shnur joylashtiriladi. Poliamid shnur uncha katta bo`lmagan quvvat uzatish uchun mo`ljallangan tasmalarda ishlatiladi. Umuman olgan tishli tasma, rezina (yoki polimer material) dan yasalgan elastik asos va

asosiy yuklanishni qabul qiluvchi shnur (metall sim yoki «steklovolokno» – oynali ip)dan iboratdir. Tasma tishlari trapetsiya (7.8-shakl, *a*) yoki yarimdoiraviy (7.8-shakl, *b*) profilli bo`ladi. Yarimdoiraviy profilli tishli tasmalarda kuchlanish tekis taqsimlanadi, natijada uzatilayotgan yuklanishni 40% ga oshirish imkoni tug`iladi, tish ilashmaga ravon ilashadi.



7.9-shakl.

Nazorat savollari

1. Friksion uzatmalarning ishlash prinsipini tushintirib bering?
2. Friksion uzatmalarning qanday turlarini bilasiz?
3. Qaysi omillar friksion uzatmaning sifatini belgilaydi?
4. Friksion uzatmalarning uzatish nisbat qanday?
5. Friksion uzatmalar qaysi mezonlar asosida mustahkamlikka hisoblanadi?
6. Tasmali uzatmalarning tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring?
7. Tasmali uzatmalarning kinematik va geometrik parametrlarini izohlang?
8. Tasma tarmoqlaridagi kuchlar orasidagi munosabat qanday?
9. Tasmada qanday kuchlanishlar paydo bo`ladi?
10. Ponasimon tasmali uzatmalar haqida nimalar bilasiz?
11. Yassi tasmali uzatmalarning qanday turlari mavud?
12. Yassi tasmali uzatmalarning ishlatilishi haqida gapirib bering?
13. Tishli tasmali uzatmalar haqida nimalar bilasiz?

V-MODUL. YURITMALARNI HISOBLASH

8.1-§. Umumiy ma'lumotlar

Mashina yuritmalari asosan tishli, chervyakli, tasmali va zanjirli uzatma hamda muftalardan tashkil topadi. Ularning joylashuv tartibi kinematik sxemalarda keltiriladi. Keltirilgan sxema va dastlabki ma'lumotlar, baraban validagi quvvat P_b ,

aylanish chastotasi n_b , va baraban diametri D_b asosida mashina yuritmasining kinematik hisobi bajariladi. Kinematik hisobni bajarish tartibi quyida ketiriladi.

1. Yuritmaning umumiy foydali ish koeffisienti aniqlanadi. Yuritmaning foydali ish koeffisienti yurtimani tashkil etgan uzatmalar foydali ish koeffisientlarining ko'paytmasiga teng, ularning son qiymatlari 3.1-jadvaldan olinadi.

$$\eta_{um} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdots \eta_n.$$

2. Yuritma elektrodvigateli talab qilgan quvvat hisoblanadi, bunda baraban validagi quvvat umumiy foydali ish koeffisientiga bo'linadi

$$P_T = \frac{P_b}{\eta_{um}}, kVt.$$

3. Quyida keltirilgan 8.1-jadvaldan (ГОСТ 19523-81) yuritma uchun talab qilingan quvvat qiymatidan katta quvvatga ega bo'lgan elektrodvigatel tanlanadi.

8.1-jadval

Quvvat, kVt	Sinxron aylanish chastotasi min ⁻¹											
	3000			1500			1000			750		
	Tip-o'lcham	S, %	$\frac{T_p}{T_n}$	Tip-o'lcham	S, %	$\frac{T_p}{T_n}$	Tip-o'lcham	S, %	$\frac{T_p}{T_n}$	Tip-o'lcham	S, %	$\frac{T_p}{T_n}$
0,55	63B2	8,5	2,0	71A4	7,3	2,0	71B6	10	2,0	80B8	9	1,6
0,75	71A2	5,9		71B4	7,5		80A6	8,4		90LA8	8,4	
1,1	71B2	6,3		80A4	5,4		80B6	8,0		90LB8	7,0	
1,5	80A2	4,2		80B4	5,8		90L6	6,4		100L8	7,0	
2,2	80B2	4,3		90L4	5,1		100L6	5,1		112MA8	6,0	
3,0	90L2	4,3		100S4	4,4		112MA6	4,7		112M8	5,8	1,8
4,0	100S2	3,3		100L4	4,7		112MB6	5,1		132S8	4,1	
5,5	100L2	3,4		112M4	3,7		132S2	3,3		132M8	4,1	
7,5	112M2	2,5		132S4	3,0		132M6	3,2		160S8	2,5	1,4
11,0	132M2	2,3		132M4	2,8		160S6	2,7		160M8	2,5	
15	160S2	2,1	1,4	160S4	2,3	1,4	160M6	2,6	1,2	180M8	2,5	1,2
18,5	160M2	2,1		160M4	2,2		180M6	2,7		200M8	2,3	
22	180S2	2,0		180S4	2,0		200M6	2,8		200L8	2,7	
30	180M2	1,9		180M4	1,9		200L6	2,1		225M8	1,8	
37	200M2	1,9		200M4	1,7		225M6	1,8		250S8	1,5	
45	200L2	1,8		200LA	1,6		250S6	1,4		250M8	1,4	
55	225M2	1,8		225M4	1,4		250M6	1,3		280S8	2,2	
75	250S2	1,4	250S4	1,2	280S6	2,0	280M8	2,2	1,0			
90	250M2	1,4	250M4	1,3	280M6	2,0	315S8	2,0				
110	280S2	2,0	280S4	2,3	315S6	2,0	315M8	2,0				

Izoh: 1. Quvvati 11kVt, sinxron aylanish chastotasi 1500 min⁻¹ bo'lgan elektrodvigatelnining shartli belgilanishi. *Elektrodvigatel 4A132M4UZ*

4. Elektrodvigatelning nominal aylanish chastotasi hisoblanadi

$$n_n = n_c \cdot \left(1 - \frac{S}{100}\right), \text{min}^{-1},$$

bu yerda n_c -elektrodvigatelning sinxron aylanish chastotasi; S -sirpanish koeffisienti.

5. Yuritmaning umumiy uzatish sonini topamiz

$$u_{um} = \frac{n_n}{n_b}.$$

6. Yuritmada qatnashayotgan har bir uzatma uchun ГОСТ 2185-66 da (39-betga qarang) berilgan standart qatorlar va takliflardan foydalanib uzatish sonlari

taqsimlanadi. Bunda uzatish sonlari shunday tanlanishi kerakki natijada ishchi organning zaruriy tezligi yoki aylanish chastotasi ta'minlansin

$$u_{um} = u_1 \cdot u_2 \cdot u_3 \cdots u_n.$$

7. Yuritamdagi har bir valning aylanish chastotalari hisoblanadi

$$n_2 = \frac{n_1}{u_1}.$$

Yuritmaning oxirgi validagi aylanish chastotasi qiymati va berilgan qiymat taqqoslanadi, ular teng bo'lishi zarur.

8. Yuritmaning har bir valdagi quvvat hisoblanadi

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_1 \cdot \eta_3, \text{kVt}.$$

9. Aniqlangan aylanish chastotalari va quvvatlrdan mos ravishda foydalanib, yuritmaning har bir validagi burovchi moment hisoblanadi

$$T_n = 9550 \cdot \frac{P_n}{n_n}, \text{Nm}.$$

10. Yuritma oxirgi validagi burovchi moment natijalarining tengiligi tekshiriladi.

$$T_n = T_1 \cdot i_{um} \cdot \eta_{um}, \text{Nm}.$$

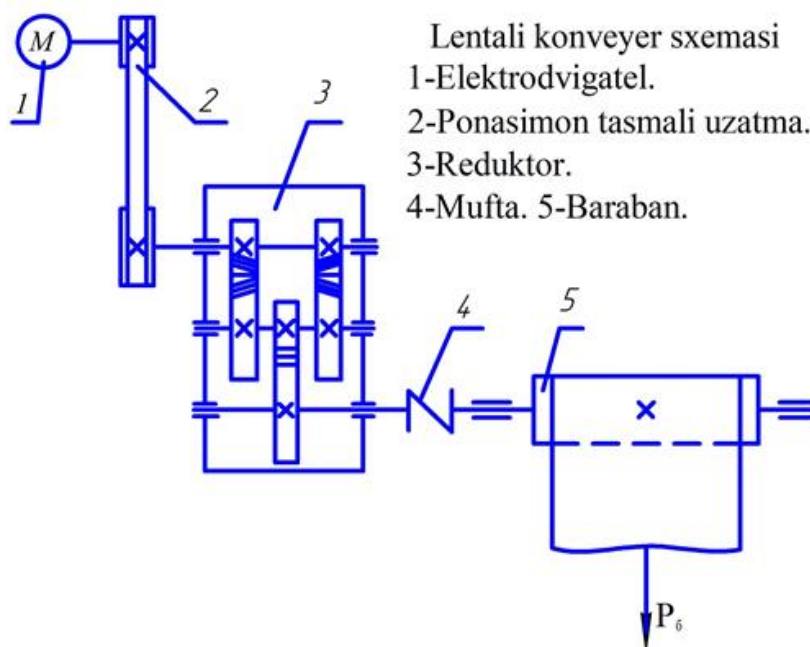
Bu bilan loyihalalayotgan yuritma kinematik hisobining behato bajarilishi taminlanadi. Quyida turli kinematik sxemalarga ega bo'lgan yuritmalarni hisoblash bo'yicha namunalar keltiriladi.

8.2-§. Ikki pog`onali silindrik reduktor va ponasimon tasmali uzatmadan tashkil topgan yuritma hisobi

Masalaning qo`yilishi: Shakilda keltirilgan lentali konveyer yuritmasi loyihalansin, barabani validagi quvvat $P_b = 7$ kVt, aylanishlar chastotasi $n_b = 60$ min^{-1} , baraban diametri $D_b = 260$ mm.

Masalaning echilishi:

Kinematik hisob. Yuritmaning umumiy foydali ish koeffisientini aniqlaymiz. Yuritmaning umumiy FIK yuritmadagi har bir uzatma va podshipniklar FIKlarning ko`paytmasiga teng bo`lib ularning son qiymatlari 3.1-jadvaldan olinadi.



$$\eta_{um} = \eta_1 \times \eta_2^3 \times \eta_3^4 = 0,95 \cdot 0,97 \cdot 0,99^4 = 0,83.$$

Bu yerda: $\eta_1 = 0,95$ – tasmali uzatmaning FIK; $\eta_2 = 0,97$ – tishli uzatmaning FIK; $\eta_3 = 0,99$ – bir juft dumalash podshipniklarining FIK.

Elektrodvigatel talab qilgan quvvatni topamiz

$$P_T = \frac{P_b}{\eta_{um}} = \frac{7}{0,83} = 8,4 \text{ kVt.}$$

Elektrodvigatel tanlaymiz (8.1-jadval), tanlangan asinxron 4A seryali elektrodvigatelning quvvati $P_{el} = 11$ kVt, sinxron aylanish chastotasi

$n_c = 3000 \text{ min}^{-1}$, sirpanishi $S = 2,3\%$, markasi 132M2 elektrodvigatel valining diametri $d_{el} = 38 \text{ mm}$.

Elektrodvigatelning nominal aylanish chastotasini hisoblaymiz

$$n_n = n_c \cdot \left(1 - \frac{S}{100}\right) = 3000 \cdot \left(1 - \frac{2,3}{100}\right) = 2931 \text{ min}^{-1}.$$

Yuritmaning umumiy uzatish nisbatini topamiz

$$i_{um} = \frac{n_n}{n_b} = \frac{2931}{60} = 48,85.$$

Tezyurar va sekinyurar pog'onalar uchun ГОСТ 2185-66 dan (39-betga qarang) uzatish sonlari qiymatini tanlaymiz $u_1 = 5$, $u_2 = 4,5$.

Tasmali uzatma uzatishlar nisbatini hisoblaymiz

$$u_p = u_1 \cdot u_2 = 5 \cdot 4,5 = 22,5;$$

$$u_{tas} = \frac{u_{um}}{u_p} = \frac{48,85}{22,5} = 2,17.$$

$n_n = n_1 = 2931 \text{ min}^{-1}$ ekanligini hisobga olgan holda har bir valdagi aylanishlar chastotasini topamiz:

ikkinchi valning aylanish chastotasi

$$n_2 = \frac{n_1}{u_{tas}} = \frac{2931}{2,17} = 1351 \text{ min}^{-1};$$

uchinchi valning aylanish chastotasi

$$n_3 = \frac{n_2}{u_1} = \frac{1351}{5} = 267 \text{ min}^{-1};$$

to'rtinchi valning aylanish chastotasi

$$n_4 = \frac{n_3}{u_2} = \frac{267}{4,5} = 60 \text{ min}^{-1};$$

$n_4 = n_1 = 60 \text{ min}^{-1}$ natija uzatish sonlari to'g'ri taqsimlangan va hatolik yo'qligidan dalolat beradi.

$P_{el} = P_1 = 8,4 \text{ kVt}$ ekanligini hisobga olgan holda har bir valdagi quvvatni topamiz:

ikkinchi valdagi quvvat

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_1 \cdot \eta_3 = 8,4 \cdot 0,95 \cdot 0,99 = 7,9 \text{ kVt};$$

huddi shu tarzda 3 – valdagi quvvat P_3 ni toramiz

$$P_3 = P_2 \cdot \eta_2^2 \cdot \eta_3 = 7,9 \cdot 0,97^2 \cdot 0,99 = 7,36 \text{ kVt};$$

to`rtinchi valdagi quvvat P_4 , P_3 ni tishli uzatma va ikki juft podshipnik FIKlariga ko`paymasiga teng

$$P_4 = P_3 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3^2 = 7,36 \cdot 0,97 \cdot 0,99^2 = 7 \text{ kVt}.$$

Vallardagi burchak tezliklar qiymatlari:

$$\omega_1 = \frac{\pi n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 2931}{30} = 306,7 \text{ rad/sek};$$

$$\omega_2 = \frac{\pi n_2}{30} = \frac{3,14 \cdot 1351}{30} = 141,4 \text{ rad/sek};$$

$$\omega_3 = \frac{\pi n_3}{30} = \frac{3,14 \cdot 267}{30} = 27,9 \text{ rad/sek}.$$

Yuqorida hisoblab topilgan har bir valdagi aylanish chastotalari va quvvat qiymatlaridan mos ravishda foydalanib har bir valdagi burovchi momentlarni hisoblaymiz:

birinchi val yani elektrodvigatel validagi burovchi moment

$$T_1 = 9550 \cdot \frac{P_1}{n_1} = 9550 \cdot \frac{8,4}{2931} = 27,4 \text{ Nm};$$

ikkkinchi valdagi burovchi moment

$$T_2 = 9550 \cdot \frac{P_2}{n_2} = 9550 \cdot \frac{7,9}{1351} = 55,8 \text{ Nm};$$

uchinchi valdagi burovchi moment

$$T_3 = 9550 \cdot \frac{P_3}{n_3} = 9550 \cdot \frac{7,36}{267} = 263 \text{ Nm};$$

to`rtinchi valdagi burovchi moment

$$T_4 = 9550 \cdot \frac{P_4}{n_4} = 9550 \cdot \frac{7}{60} = 1114 \text{ Nm}.$$

Olib borilgan hisoblarimiz to`g`riligini tekshiramiz

$$T_4 = T_1 \cdot i_{um} \cdot \eta_{um} = 27,4 \cdot 48,85 \cdot 0,83 = 1111 \text{ Nm};$$

olingan natija hisoblarimiz to`g`ri bajarilganidan dalolat beradi.

Reduktor tishli g`ildiraklari hisobi.

Tezyurar pog`ona hisobi.

Material tanlash va ruxsat etilgan kontakt kuchlanishni aniqlash.

Jadvaldan (2.1-jadval) material tanlaymiz: shesternya uchun 45Jl po`lati, issiqlik ishlovi – normallangan, qattiqligi HB 180; g`ildirak uchun 40Jl po`lati, issiqlik ishlovi – normallangan, qattiqligi 20 birlikka past – HB 160.

Ruxsat etilgan kontakt kuchlanishni aniqlash

$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{Hlimb} \cdot K_{HL}}{[S_H]},$$

bu yerda σ_{Hlimb} -bazaviy sikllar sonida, kontakt kuchlanish bo`yicha toliqish chegarasi. 2.2-jadvaldan tish yuzasi qattiqligi HB<350 dan kichik, issiqlik ishlovi yaxshilangan yoki normallangan uglerodli po`latlar uchun

$$\sigma_{Hlimb} = 2 \cdot HB + 70;$$

K_{HL} - umrboqiylik koeffisienti; yuklanishning sikllar soni, asosiydan katta bo`lganda, ya`ni reduktorning uzoq muddat ishlatilishida $K_{HL} = 1$ deb qabul qilinadi; $[S_H]$ - xavfsizlik koeffisienti issiqlik ishlovi yaxshilangan, normallangan, hamda hajmiy toblangan po`latlar uchun $[S_H] = 1,1 \div 1,2$, tish yuzalari mustaxkamlanganda $[S_H] = 1,2 \div 1,3$ oralig`ida qabul qilinadi.

Shesternya uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanish

$$[\sigma_{H_3}] = \frac{(2 \cdot HB + 70) \cdot K_{HL}}{[S_H]} = \frac{(2 \cdot 180 + 70) \cdot 1}{1,1} = 391 \text{ MPa.}$$

G`ildirak tishlari uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanish

$$[\sigma_{H_4}] = \frac{(2 \cdot HB + 70) \cdot K_{HL}}{[S_H]} = \frac{(2 \cdot 160 + 70) \cdot 1}{1,1} = 354,5 \text{ MPa.}$$

Qiya tishli g`ildiraklar uchun hisobiy ruxsat etilgan kontakt kuchlanish

$$[\sigma_H] = 0,45 \cdot ([\sigma_{H_3}] + [\sigma_{H_4}]) = (391 + 354,5) = 335,5 \text{ MPa.}$$

Talab qilingan shart $[\sigma_H] \leq 1,23 \cdot [\sigma_{H_4}]$ shart bajarildi.

Uzatmaning loyiha hisobi

$K_{H\beta}$ –gardish eni bo`ylab yuklanishning notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffisient, uning son qiymati 3.5 – jadvaldan qabul qilinadi. Shaklga

asosan g`ildiraklar tayanchlarga nisbatan simmetrik joylashgan, lekin tasmali uzatmaning tarangligi natijasida valda hosil bo`lgan egilishdan yuklanishning gardish eni bo`ylab notekis taqsimlanishi yuzaga keladi. Shuning uchun $K_{H\beta} = 1,25$ ni qabul qilamiz.

Tish enining o`qlararo masofa koeffisienti ψ_{ba} to`g`ri tishli g`ildiraklar uchun $\psi_{ba} \leq 0,25$; qiya tishli g`ildiraklar uchun $\psi_{ba} = 0,25 \div 0,63$ gacha taklif etilgan, lekin taklif etilgan oraliqlardagi qiymat ГOCT 2185-66 bo`yicha tanlanadi (49-betga qarang).

Standart qatordan qiya tishli g`ildirak uchun $\psi_{ba} = 0,25$ qabul qilamiz.

O`qlararo masofa quyidagi formula yordamida hisoblanadi

$$a_{wT} = K_a(u + 1) \sqrt[3]{\frac{\frac{T_3}{2} \cdot K_{H\beta}}{[\sigma_H]^2 \cdot u_t^2 \cdot \psi_{ba}}}$$

Bu yerda, K_a – yordamchi koeffisient bo`lib, uning son qiymati qiya tishli g`ildiraklar uchun $K_a = 43$, to`g`ri tishli g`ildiraklar uchun $K_a = 49,5$ taklif etilgan. Biz qiya tishli g`ildirak uchun $K_a = 43$ ni qabul qilamiz. u_t –uzatmaning uzatish nisbati kinematik hisobdan tezyurar pog`ona uchun $u_t = 5$. T_3 – hisoblanayotgan pog`ona g`ildiragidagi burovchi moment, kinematik hisobdan $T_3 = 263$ Nm. $[\sigma_H]$ - qiya tishli g`ildirak uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanish $[\sigma_H] = 335,5$ MPa ekanligi yuqorida aniqlangan.

Natijada

$$a_{wT} = 43(5 + 1) \sqrt[3]{\frac{\frac{263}{2} \cdot 1,25 \cdot 10^3}{[335,5]^2 \cdot 5^2 \cdot 0,25}} = 161 \text{ mm}$$

ekanligiga ishonch hosil qilamiz.

Hisoblab topilgan o`qlararo masofaning son qiymati ГOCT 2185-66 bo`yicha (42-betga qarang) standart qatorda berilgan son qiymatilar bilan solishtirib eng yaqin kelganini tanlab olinadi. Aniqrog`i,

$$a_{wT} = 160 \text{ mm qabul qilamiz.}$$

Ilashmaning normal moduli quyidagi tavsiya asosida qabul qilinadi

$$m_n = (0,01 \div 0,02) \cdot a_{w_T} = (0,01 \div 0,02) \cdot 160 = 1,6 \div 3,2 \text{ mm.}$$

Normal modulning son qiymati, hisoblab topilgan oraliqda ГОСТ 2185-66 bo'yicha (42-betga qarang) standart qatordan tanlab olinadi, $m_n = 3\text{mm}$.

Oldindan qiyalik burchagini $\beta = 10^\circ$ qabul qilgach, shesternya tishlari sonini aniqlaymiz

$$z_1 = \frac{2a_{w_c} \cdot \cos\beta}{(u + 1) \cdot m_n} = \frac{2 \cdot 160 \cdot 0,9848}{(5 + 1) \cdot 3} = 17,5$$

$z_1 = 17$ qabul qilamiz.

G'ildirak tishlari sonini hisoblaymiz $z_2 = z_1 \cdot u_1 = 17 \cdot 5 = 85$

$z_2 = 85$ qabul qilamiz.

Tishlarning qiyalik burchagini aniqlashtiramiz, ya'ni,

$$\cos\beta = \frac{(z_1 + z_2) \cdot m_n}{2a_w} = \frac{(17 + 85) \cdot 3}{2 \cdot 160} = 0,9562.$$

Trigonometriya (Bradis jadvali)dan $\cos\beta = 0,9562$ bo'lganida $\beta = 17^\circ$ ekanligi aniqlandi, u holda $\beta = 17^\circ$ olingan natija $\beta = 8^\circ \div 20^\circ$ shartni qanoatlantiradi.

Shesternya va g'ildirakning asosiy o'lchamlari:

bo'luvchi aylanalar diametrlari:

$$d_1 = \frac{m_n}{\cos\beta} \cdot z_1 = \frac{3}{0,9562} \cdot 17 = 53,3 \text{ mm};$$

$$d_2 = \frac{m_n}{\cos\beta} \cdot z_2 = \frac{3}{0,9562} \cdot 85 = 266,7 \text{ mm}.$$

Olingan natijalar asosida o'qlararo masofani tekshiramiz:

$$a_w = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{53,3 + 266,7}{2} = 160 \text{ mm}.$$

Tish ustidan o'tuvchi aylanalar diametrlarini hisoblaymiz:

$$d_{a_1} = d_1 + 2m = 53,3 + 2 \cdot 3 = 59,3 \text{ mm};$$

$$d_{a_2} = d_2 + 2m = 266,7 + 2 \cdot 3 = 272,7 \text{ mm}.$$

Tish tubidan o'tuvchi aylanalar diametrlarini hisoblaymiz:

$$d_{f_1} = d_1 - 2,5m_n = 53,3 - 2,5 \cdot 3 = 45,8 \text{ mm};$$

$$d_{f_2} = d_2 - 2,5m_n = 266,7 - 2,5 \cdot 3 = 259,2 \text{ mm.}$$

$$G\text{ ildirak eni } b_2 = \psi_{va} \cdot a_w = 160 \cdot 0,25 = 40 \text{ mm};$$

$$\text{shesternya eni } b_1 = b_2 + (5 \div 10) = 40 + 6 = 46 \text{ mm.}$$

Uzatmaning tekshiruv hisobi

Avvalo, g`ildirakning aylana tezligini hisoblaymiz va uzatmaning aniqlik darajasini topamiz

$$v = \frac{\omega_1 \cdot d_1}{2} = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_2}{60 \cdot 10^3} = \frac{3,14 \cdot 53,3 \cdot 1351}{60 \cdot 1000} = 3,8 \text{ m/s.}$$

Bu yerda, d_3 -shesternyaning bo`luvchi aylanasi diametri va n_2 -mazkur shesternya joylashgan valning aylanish chastotasi.

Aylana tezlik $v = 3,8 \text{ m/s}$ bo`lganda GOCT 1643-81 bo`yicha (68-betga qarang) uzatmaning aniqlik darajasini topamiz. Shunga ko`ra qiya tishli uzatma va $v = 3,8 \text{ m/s}$ bo`lganida 8-aniqlik darajasi olinadi.

Shesternya enining diametr koeffisienti

$$\psi_{bd} = \frac{b_1}{d_1} = \frac{46}{53,3} = 0,86 \quad \text{ga teng.}$$

Yuklanish koeffisienti quyidagi munosabatdan topiladi

$$K_H = K_{H\beta} K_{H\alpha} K_{Hv}$$

3.2-jadvaldan $\psi_{bd} = 0,86$, qattqlik $HB < 350$ va nosimmetrik holat uchun $K_{H\beta} = 1,09$ ekanligi aniqlanadi.

3.3-jadvaldan $v = 3,8 \text{ m/s}$ va 8-aniqlik darajasi uchun $K_{n\alpha} = 1,09$ ekanligi aniqlanadi.

3.4-jadvaldan dinamik koeffisient K_{Hv} qiymatini qiya tishli g`ildirak uchun $v = 3,8 \text{ m/s}$, $HB \leq 350$ holatda, $K_{Hv} = 1$ ekanligi aniqlanadi.

Shunday qilib, yuklanish koeffitsenti $K_H = 1,09 \cdot 1,09 \cdot 1 = 1,2$ ga teng.

Tish yuzalarini kontakt kuchlanishga tekshirish:

$$\sigma_n = \frac{270}{a_{wT}} \sqrt{\frac{T_3}{2} \cdot K_H (u + 1)^3} = \frac{270}{160} \sqrt{\frac{263}{2} \cdot 10^3 \cdot 1,2 (5 + 1)^3} = 317 \text{ MPa.}$$

Agar hisobiy kontakt kuchlanish $[\sigma_H]$ dan katta, ya'ni $\sigma_H > [\sigma_H]$ bo'lsa, o'qituvchining tavsiyasiga ko'ra hisoblarga o'zgartirish kiritib $\sigma_H < [\sigma_H]$ sharti qanoatlantiriladi.

Ilashmada katnashuvchi kuchlar:

aylana kuch

$$F_{t_T} = \frac{T_2}{d_1} = \frac{55,8 \cdot 10^3}{53,3} = 1047 \text{ N};$$

bu yerda, $T_2 = 55,8 \text{ Nm}$ - shesternya valining burovchi momenti,

$d_1 = 53,3 \text{ mm}$ - shesternyaning bo'luvchi aylanasi diametri.

Radial kuch

$$F_{r_c} = F_t \frac{\text{tg}\alpha}{\cos\beta} = 1047 \frac{0,3640}{0,9562} = 399 \text{ N}.$$

Val o'qi bo'ylab yo'nalgan kuch

$$F_c = F_{t_T} \cdot \text{tg}\beta = 1047 \cdot 0,3057 = 320 \text{ N}.$$

Ilashma tishlarini eguvchi kuchlanishga tekshirish uchun eguvchi kuchlanish bo'yicha yuklanish koeffisientini aniqlaymiz

$$K_F = K_{F\beta} K_{Fv}.$$

3.6-jadvaldan $\psi_{bd} = 0,86$, qattiqlik $\text{HB} \leq 350$ va nosimmertik holat uchun, $K_{F\beta} = 1,19$ ekanligi aniqlanadi.

3.7-jadvaldan K_{Fv} -son qiymatini 8-aniqlik darajasi, $\text{HB} \leq 350$, $v = 3,8 \text{ m/s}$, qiya tish uchun $K_{Fv} = 1,3$ ekanini aniqlanadi. Shunday qilib, eguvchi kuchlanish bo'yicha yuklanish koeffisienti $K_F = 1,19 \cdot 1,3 = 1,5$.

z_v -ekvivalent tishlar sonini hisoblaymiz:

shesternya uchun

$$z_{v_3} = \frac{z_1}{\cos^3\beta} = \frac{17}{0,8742} = 19;$$

g'ildirak uchun

$$z_{v_4} = \frac{z_2}{\cos^3\beta} = \frac{85}{0,8742} = 97.$$

Izoh: hisoblangan ekvivalent tishlar soni asosida yuqorida keltirilgan qatordan (53-betga qarang) Y_F -tish shakli koeffisientini aniqlaymiz:

$$\text{shesternya uchun } z_{v_1} = 19 \quad Y_{F_1} = 4,08$$

$$\text{g`ildirak uchun } z_{v_2} = 97 \quad Y_{F_2} = 3,61$$

Endi eguvchi kuchlanishning ruxsat etilgan qiymatini aniqlaymiz:

$$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{Flimb}^0}{[S_F]}$$

2.3-jadvaldan σ_{Flimb}^0 - bazaviy siklar soni bo`yicha egilishga chidamlilik chegarasi po`latning yaxshilangan turi va $HB \leq 350$ bo`lganida,

$$\sigma_{Flimb}^0 = 1,8 \cdot HB$$

$[S_F]$ -xavfsizlik koeffisienti bo`lib, u $[S_F] = [S_F]' \cdot [S_F]''$ ga teng. 2.3 jadvaldan $[S_F]' = 1,75$ bo`lib u tishli g`ildirak materiali xossalarini o`zgaruvchanligini hisobga oladi. $[S_F]''$ - tishli g`ildirak zagatovkasini olinish usulini hisobga oluvchi koeffisient bolg`alangan va shtamplangan zagatovka uchun $[S_F]'' = 1,0$, prokat uchun $[S_F] = 1,15$ quyma zagatovka uchun $[S_F]'' = 1,3$ ga teng. Bizning misolimiz uchun $[S_F]'' = 1$; natijada $[S_F] = 1,75$.

SHunday qilib, shesternya uchun $\sigma_{Flimb}^0 = 1,8 \cdot 180 = 324$ MPa;

g`ildirak uchun, $\sigma_{Flimb} = 1,8 \cdot 160 = 288$ MPa.

Ruxsat etilgan kuchlanish:

$$\text{shesternya uchun, } \sigma_{F_1} = \frac{324}{1,75} = 185 \text{ MPa};$$

$$\text{g`ildirak uchun, } \sigma_{F_2} = \frac{288}{1,75} = 164,6 \text{ MPa}.$$

$\frac{[\sigma_F]}{Y_F}$ nisbatni hisoblaymiz:

$$\text{shesternya uchun } \frac{[\sigma_{F_1}]}{Y_{F_1}} = \frac{185}{4,08} = 45,3 \text{ MPa};$$

$$\text{g`ildirak uchun } \frac{[\sigma_{F_2}]}{Y_{F_2}} = \frac{164,6}{3,61} = 45,6 \text{ MPa}.$$

Hisoblangan nisbatga ko`ra olingan natija shesternyada kichik bo`lib chiqdi, shuning uchun shesternya tishlarini eguvchi kuchlanishga tekshiramiz.

Y_β -koeffisientini hisoblaymiz, bu koeffisient to`g`ri tishni hisoblash sxemasini qiya tishni hisoblashga kiritilishi natijasida hosil bo`ladigan xatolikni yo`qotish uchun kiritilgan bo`lib, u quyidagicha hisoblanadi:

$$Y_\beta = 1 - \frac{\beta}{140} = 1 - \frac{17}{140} = 0,88.$$

$K_{F\alpha}$ -ni hisoblaymiz. Y tishlar orasida yuklanishni notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffisient bo`lib, u quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$K_{F\alpha} = \frac{4 + (E_\alpha - 1)(n - 5)}{4\varepsilon_\alpha}$$

bu yerda, $\varepsilon_\alpha=1,5$ -yon qoplash koeffisienti, $n=8$ -aniqlik darajasi bo`lganda.

$$K_{F\alpha} = 0,92 \text{ ga teng bo`ladi.}$$

G`ildirak tishlarini quyidagi formula yordamida eguvchi kuchlanishga tekshiramiz:

$$\sigma_F = \frac{F_t \cdot K_F \cdot Y_F \cdot Y_\beta \cdot K_{F\alpha}}{b_2 \cdot m} \leq [\sigma_F];$$

$$\sigma_F = \frac{1047 \cdot 1,5 \cdot 4,08 \cdot 0,88 \cdot 0,92}{46 \cdot 3} = 38 \text{ MPa.}$$

Mustaxkamlik sharti $\sigma_F < [\sigma_F]$ bajarildi.

Cekinyurar pog`ona hisobi.

Material tanlash va ruxsat etilgan kontakt kuchlanishna aniqlash.

Jadvaldan (2.1-jadval) material tanlaymiz: shesternya uchun 40XH po`lati, issiqlik ishlovi – yaxshilangan, qattiqligi HB 280; g`ildirak uchun 40XH po`lati, issiqlik ishlovi – yaxshilangan, qattiqligi 30 birlikka past – HB 250.

Ruxsat etilgan kontakt kuchlanishni aniqlash

$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{Hlimb} \cdot K_{HL}}{[S_H]},$$

bu yerda σ_{Hlimb} - bazaviy sikllar sonida, kontakt kuchlanish bo'yicha toliqish chegarasi 2.2-jadvaldan tish yuzasi qattiqligi $HB < 350$ dan kichik, issiqlik ishlovi yaxshilangan yoki normallangan uglerodli po'latlar uchun

$$\sigma_{Hlimb} = 2 \cdot HB + 70;$$

K_{HL} -umrboqiylik koeffisienti, yuklanishning sikllari soni, asosiydan katta bo'lganda, ya'ni reduktorning uzoq muddat ishlatilishida $K_{HL} = 1$ deb qabul qilinadi; $[S_H]$ - havfsizlik koeffisienti, issiqlik ishlovi yaxshilangan, normallangan hamda hajmiy toblangan po'latlar uchun $[S_H] = 1,1 \div 1,2$, tish yuzalari mustaxkamlanganda $[S_H] = 1,2 \div 1,3$ oralig'ida qabul qilinadi.

G'ildirak tishlari uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanish.

$$[\sigma_{H_2}] = \frac{(2 \cdot HB_2 + 70) \cdot K_{HL}}{[S_H]} = \frac{(2 \cdot 250 + 70) \cdot 1}{1.1} = 518 \text{ MPa.}$$

Uzatmaning loyiha hisobi

$K_{H\beta}$ –gardish eni bo'ylab yuklanishning notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffisient uning son qiymati 3.5 – jadvaldan qabul qilinadi. Shaklda keltirilgan sxemaga asosan g'ildiraklar tayanchlarga nisbatan nosimmetrik joylashgan va uzatmadagi kuchlar ta'sirida etaklanuvchi valda qo'shimcha egilishlar hosil bo'lib, tishlar kontaktini yomonlashtiradi. Shuning uchun $K_{H\beta} = 1,25$ qabul qilamiz.

Tish enining o'qlararo masofa koeffisienti ψ_{ba} to'g'ri tishli g'ildiraklar uchun $\psi_{ba} \leq 0,25$; qiya tishli g'ildiraklar uchun $\psi_{ba} = 0,25 \div 0,63$ gacha taklif etilgan, lekin taklif etilgan oraliqlardagi qiymat ГОСТ 2185-66 dan (49-betga qarang) tanlab olinadi.

Standart qatordan tishli g'ildirak uchun $\psi_{ba} = 0,25$ qabul qilamiz.

O'qlararo masofa quyidagi formula yordamida hisoblanadi

$$a_w = K_a(u + 1) \sqrt[3]{\frac{T_4 K_{H\beta}}{[\sigma_H]^2 \cdot u^2 \cdot \psi_{ba}}}.$$

Bu yerda, K_a – yordamchi koeffitsient bo`lib, uning son qiymati qiya tishli g`ildiraklar uchun $K_a = 43$, to`g`ri tishli g`ildiraklar uchun $K_a = 49,5$ taklif etilgan. Biz to`g`ri tishli g`ildirak uchun $K_a = 49,5$ qabul qilamiz ,

$$a_w = 49,5(4,5 + 1) \sqrt[3]{\frac{1114 \cdot 10^3 \cdot 1,15}{[518]^2 \cdot 4,5^2 \cdot 0,25}} = 272 \text{ mm}$$

Hisoblab topilgan o`qlararo masofaning son qiymati GOST 2185-66 bo`yicha (42-betga qarang) standart qatorda berilgan son qiymatilar bilan solishtirib eng yaqin kelganini tanlab olinadi.

Tanlangan qiymat iloji boricha 1-qatordan olinishi tavsiya etiladi $a_{ws} = 280$ mm qabul qilamiz.

Ilashmadagi normal modulni hisoblaymiz

$$m_n = (0,01 \div 0,02) \cdot a_{wt} = (0,01 \div 0,02) 280 = 2,8 \div 5,6 \text{ mm}$$

GOST 9563-60* bo`yicha standart qatoridan (42-betga qarang), $m_n = 4$ mm tanlab olamiz.

Uzatma uchun umumiy tishlar sonini hisoblaymiz

$$z_\Sigma = \frac{2a_{ws}}{m} = \frac{2 \cdot 280}{4} = 140.$$

Shesternya tishlari sonini hisoblaymiz

$$z_3 = \frac{z_\Sigma}{u + 1} = \frac{140}{4,5 + 1} = 25,45, \quad z_3 = 25 \text{ qabul qilamiz.}$$

G`ildirak tishlari sonini hisoblaymiz

$$z_4 = z_\Sigma - z_3 = 140 - 25 = 115, \quad z_4 = 115 \text{ qabul qilamiz.}$$

Shesternya va g`ildirakning asosiy o`lchamlari:

bo`luvchi aylana diametrlari:

$$d_3 = m_n z_1 = 4 \cdot 25 = 100 \text{ mm};$$

$$d_4 = m_n z_2 = 4 \cdot 115 = 460 \text{ mm.}$$

Tekshirish:

$$a_w = \frac{d_3 + d_4}{2} = \frac{100 + 460}{2} = 280 \text{ mm.}$$

Tish ustidan o`tuvchi aylana diametrlari:

$$d_{a_3} = d_3 + 2m_n = 100 + 2 \cdot 4 = 108 \text{ mm};$$

$$d_{a_4} = d_4 + 2m_n = 460 + 2 \cdot 4 = 468 \text{ mm}.$$

Tish tubidan o`tuvchi aylanalar diametrini hisoblaymiz:

$$d_{f_3} = d_3 - 2,5m_n = 100 - 2,5 \cdot 4 = 90 \text{ mm};$$

$$d_{f_4} = d_4 - 2,5m_n = 460 - 2,5 \cdot 4 = 450 \text{ mm}.$$

G`ildirak eni $b_4 = \psi_{va} \cdot a_w = 280 \cdot 0,25 = 70 \text{ mm}$.

Shesternya eni $b_3 = b_4 + (5 \div 10) = 70 + 6 = 76 \text{ mm}$.

Uzatmaning tekshiruv hisobi.

G`ildirakning aylana tezliga va uzatmaning aniqlik darajasi

$$v = \frac{\omega_3 \cdot d_3}{2} = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_3}{60 \cdot 10^3} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 267}{60000} = 1,4 \text{ m/s}.$$

Bu yerda, d_3 -shesternyaning bo`luvchi aylanasi diametri va n_3 -shu shesternya joylashgan valining aylanish chastotasi.

Aylana tezlik $v = 1,4 \text{ m/s}$ bo`lganda ГОСТ 1643-81 dagi (68-betga qarang) tavsiya asosida uzatmaning aniqlik darajasini topamiz. Shunga ko`ra to`g`ri tishli uzatma va $v = 1,4 \text{ m/s}$ bo`lganida 8 - aniqlik darajasi olinadi.

Shesternya enining diametr koeffisienti

$$\psi_{bd} = \frac{b_3}{d_3} = \frac{76}{100} = 0,76.$$

Yuklanish koeffisienti

$$K_H = K_{H\beta} K_{H\alpha} K_{Hv}.$$

3.2-jadvaldan $\psi_{bd} = 0,76$, qattqlik $HB < 350$ va simmetrik holat uchun $K_{H\beta} = 1,03$ ekanligi aniqlanadi.

3.3-jadvaldan $v = 1,4 \text{ m/s}$ va 8-aniqlik darajasi uchun $K_{H\alpha} = 1,09$ ekanligi aniqlanadi.

3.4-jadvaldan dinamik koeffisient K_{Hv} qiymatini to`g`ri tishli g`ildirak uchun $v = 1,4 \text{ m/s}$, $HB \leq 350$ holatda $K_{Hv} = 1,05$ ekanligi aniqlanadi. Shunday qilib, yuklanish koeffitsenti $K_H = 1,03 \cdot 1,09 \cdot 1,05 = 1,2$.

Tish yuzalarini kontakt kuchlanishga tekshiramiz:

$$\sigma_H = \frac{310}{a_{wt}} \sqrt{\frac{T_4 \cdot K_H (u_t + 1)^3}{b_4 \cdot u_2^2}} = \frac{310}{280} \sqrt{\frac{1114 \cdot 1,2 \cdot 10^3 (4,5 + 1)^3}{70 \cdot 4,5^2}} = 439 \text{ MPa.}$$

Agar hisobiy kontakt kuchlanish $[\sigma_H]$ dan katta, ya'ni $\sigma_H > [\sigma_H]$ bo'lsa o'qituvchining tavsiyasiga ko'ra hisoblarga o'zgartirish kiritib $\sigma_H < [\sigma_H]$ shart qanoatlantiriladi.

Ilashmada qatnashuvchi kuchlar:

aylana kuch

$$F_{tc} = \frac{2T_3}{d_3} = \frac{2 \cdot 263 \cdot 10^3}{100} = 5260 \text{ N};$$

bu yerda, $T_3 = 263 \text{ Nm}$ - shesternya valining burovchi momenti;

$d_3 = 100 \text{ mm}$ - shesternyaning bo'lovchi aylanasi diametri.

Radial kuch

$$F_{rt} = F_r \text{tg} \alpha = 5260 \cdot 0,3640 = 1915 \text{ N.}$$

Ilashma tishlarini eguvchi kuchlanishga tekshirish uchun eguvchi kuchlanish bo'yicha yuklanish koeffisientini aniqlaymiz

$$K_F = K_{F\beta} K_{Fv}.$$

3.6-jadvaldan $\psi_{bd} = 0,76$, qattqlik $HB \leq 350$ va simmertik holat uchun $K_{F\beta} = 1,07$ ekanligi aniqlanadi.

3.7-jadvaldan K_{Fv} -son qiymatini 8-aniqlik darajasi, $HB \leq 350$, $v = 1,4 \text{ m/s}$, to'g'ri tish uchun $K_{Fv} = 1,25$ ekanini aniqlanadi. Shunday qilib eguvchi kuchlanish bo'yicha yuklanish koeffisienti $K_F = 1,07 \cdot 1,25 = 1,3$.

Tish shakli koeffisientini (53-betga qarang) aniqlaymiz:

shesternya uchun $z_1 = 25$, $Y_{F1} = 3,9$;

g'ildirak uchun $z_2 = 115$, $Y_{F2} = 3,6$.

Eguvchi kuchlanishga ruxsat etilgan kuchlanishni aniqlaymiz

$$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{Flimb}^0}{[S_F]}.$$

2.3-jadvaldan σ_{Flimb}^0 -bazaviy siklar soni bo'yicha egilishiga chidamlilik chegarasi, po'latining yaxshilangan turi va $HB \leq 350$ bo'lganida

$$\sigma_{Flimb}^0 = 1,8 \cdot HB.$$

$[\sigma_F]$ -xavfsizlik koeffisienti bo`lib, u $[\sigma_F] = [\sigma_F]' \cdot [\sigma_F]''$ ga teng. 2.3-jadvaldan $[\sigma_F]' = 1,75$ bo`lib u tishli g`ildirak materiali xossalarini o`zgaruvchanligini hisobga oladi. $[\sigma_F]''$ - tishli g`ildirak zagatovkasini olinish usulini hisobga oluvchi koeffisient bolg`alangan va shtamplangan zagatovka uchun $[\sigma_F]'' = 1,0$, prokat uchun $[\sigma_F] = 1,15$ quyma zagatovka uchun $[\sigma_F]'' = 1,3$ ga teng. Bizning misolimiz uchun $[\sigma_F]'' = 1$, natijada $[\sigma_F] = 1,75$.

Shunday qilib, shesternya uchun $\sigma_{Flimb}^0 = 1,8 \cdot 280 = 504$ MPa;

g`ildirak uchun, $\sigma_{Flimb} = 1,8 \cdot 250 = 450$ MPa.

Ruxsat etilgan kuchlanish

$$\text{shesternya uchun, } \sigma_{F_1} = \frac{504}{1,75} = 288 \text{ MPa;}$$

$$\text{g`ildirak uchun, } \sigma_{F_2} = \frac{450}{1,75} = 257 \text{ MPa.}$$

$\frac{[\sigma_F]}{Y_F}$ nisbatni hisoblaymiz:

$$\text{shesternya uchun } \frac{[\sigma_{F_1}]}{Y_{F_1}} = \frac{288}{3,9} = 73,8 \text{ MPa;}$$

$$\text{g`ildirak uchun } \frac{[\sigma_{F_2}]}{Y_{F_2}} = \frac{257}{3,6} = 71,4 \text{ MPa.}$$

Hisoblangan nisbatga ko`ra olingan natija g`ildirakda kichik bo`lib chiqdi, shuning uchun g`ildirak tishlarini quyidagi formula yordamida eguvchi kuchlanishga tekshiramiz:

$$\sigma_F = \frac{F_t \cdot K_F \cdot Y_F}{b_2 \cdot m_n} \leq [\sigma_F];$$

$$\sigma_F = \frac{5440 \cdot 1,3 \cdot 3,6}{70 \cdot 4} = 91 \text{ MPa.}$$

$\sigma_F < [\sigma_F]$ sharti bajarildi, agar shart bajarilmasa o`qituvchining tavsiyasiga binoan hisobga o`zgartirishlar kiritiladi.

Ponasimon tasmali uzatma hisobi

Kinematik hisobdan uzatilayotgan quvvat $P_1 = 8,4 \text{ kVt}$, aylanish chastotasi $n_1 = 2931 \text{ min}^{-1}$, burchak tezligi $\omega_1 = 306,6 \text{ r/s}$ va $\omega_1 = 141,4 \text{ r/s}$, uzatish nisbati $i_t = 2,17$ bo`lganda yuritmaga tasmali uzatma loyihalaymiz.

$\varepsilon = 0,015$ -tasmaning sirpanish koeffitsienti.

Tasma turini (7.7-shakl) nomagrammadan tanlaymiz, $P_1 = 8,4 \text{ kVt}$, $n_1 = 2931 \text{ min}^{-1}$ bo`lganda, "A" kesimli ponasimon tasma ekanli aniqlanadi.

Etaklovchi shkiv diametrini aniqlaymiz

$$d_1 \approx (3 \div 4) \sqrt[3]{T_1} = (3 \div 4) \sqrt[3]{27,4 \cdot 10^3} = 90 \div 120 \text{ mm};$$

ГОСТ 17383 – 73 bo`yicha (146-betga qarang) $d_1 = 100 \text{ mm}$ qabul qilamiz.

Etaklanuvchi shkiv diametri

$$d_2 = i_T d_1 (1 - \varepsilon) = 2,17 \cdot 100 \cdot (1 - 0,015) = 213,7 \text{ mm}.$$

ГОСТ 17383-73 bo`yicha tanlangan etaklanuvchi shkiv diametri $\pm 3\%$ shartni qanoatlantirmaganligi uchun $d_2 = 212 \text{ mm}$ qabul qilamiz.

Uzatishlar sonini aniqlashtiramiz

$$i'_T = \frac{d_2}{d_1(1 - \varepsilon)} = \frac{212}{100(1 - 0,015)} = 2,15.$$

Bunda etaklanuvchi valning burchakli tezligi

$$\omega_{2T} = \frac{\omega_{dv}}{i'_T} = \frac{306,6}{2,15} = 142,6 \text{ rad/s}.$$

Kinematik hisoblashda olingan natija bilan, keyingi natija farqni solishtiramiz,

$$\frac{\omega_{2T} - \omega_2}{\omega_{2T}} = \frac{142,6 - 141,4}{142,6} 100\% = 0,8\% < \pm 3\%.$$

Shuning uchun $d_1 = 100 \text{ mm}$, $d_2 = 212 \text{ mm}$ qat'iy qiymatlarini qabul qilamiz.

O`qlararo masofa a_T quyidagi oraliqda bo`lishi kerak:

$$a_{min} = 0,55(d_1 + d_2) + T_o = 0,55(100 + 212) + 8 = 179,6 \text{ mm};$$

$$a_{max} = d_1 + d_2 = 100 + 212 = 312 \text{ mm},$$

bu yerda, "A" tasma uchun tasma kesimi balandligi, $T_o = 8 \text{ mm}$ (7.1-jadval).

O`qlararo masofani $a_T = 300$ mm deb qabul qilamiz.

Tasmaning hisobiy uzunligi

$$L = 2a_T + 0,5\pi(d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a_T}$$
$$= 2 \cdot 300 + 0,5 \cdot 3,14 \cdot (100 + 212) + \frac{(212 - 100)^2}{4 \cdot 300} = 1100 \text{ mm.}$$

Standartga binoan tasma uzunligini $L = 1120$ mm deb qabul qilamiz (7.1-jadval).

Tasmaning standart uzunligiga mos keluvchi o`qlararo masofa qiymatini aniqlashtiramiz. $a_T = 0,25[(L - w) + \sqrt{(L - w)^2 - 2y}]$,

bu yerda: $w = 0,5\pi(d_1 + d_2) = 0,5 \cdot 3,14(100 + 212) = 489,8$ mm;

$$y = (d_2 - d_1)^2 = (212 - 100)^2 = 12544;$$

$$a_T = 0,25 \left[(1120 - 489,8) + \sqrt{(1120 - 489,8)^2 - 2 \cdot 12544} \right] = 310 \text{ mm.}$$

Uzatmani yig`ish vaqtida, tasmalarni shkivlarga kiydirishni engillashtirish maqsadida o`qlararo masofa $0,01L = 0,01 \cdot 1120 = 11,2$ mm ga kamayishini, hamda tasma tarangligini ta`minlash uchun $0,025L = 0,025 \cdot 1120 = 28$ mm ga oshirish imkoniyatini ta`minlash kerak.

Etaklovchi shkivning qamrov burchagi

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57 \frac{d_2 - d_1}{a_T} = 180^\circ - 57 \frac{212 - 100}{310} = 159^\circ$$

$\alpha_1 > [\alpha] = 120^\circ$ shart bajarildi.

Uzatmadagi tasmalar soni

$$z = \frac{PC_r}{P_o C_L C_\alpha C_z} = \frac{8,4 \cdot 1}{1,71 \cdot 0,91 \cdot 0,94 \cdot 0,90} = 6,5$$

bu yerda: $P_o = 1,71$ (7.2-jadval) bitta tasma uzatish mumkin bo`lgan quvvat;

$C_r = 1$ ish tartibini hisobga oluvchi koeffitsent (7.3-jadval);

$C_L = 0,91$ tasma uzunligi ta`sirini hisobga oluvchi koeffitsent (7.4-jadval);

$C_\alpha = 0,94$ shkivni qamrov burchagi koeffitsenti (151-betga qarang);

$C_z = 0,9$ tasmalar sonini hisobga oluvchi koeffitsent (151-betga qarang);

Tasmalar sonini $z=7$ qabul qilamiz.

Ponasimon tasma tarmoqlarini dastlabki taranglik kuchi F_o -ni aniqlaymiz

$$F_o = \frac{850P_1 \cdot C_r \cdot C_L}{zvC_\alpha} + \theta v^2,$$

bu yerda: $v = 0,5 \cdot \omega_1 \cdot d_1 = 0,5 \cdot 306,6 \cdot 0,1 = 15,3 \text{ m/s}$ tasmani hisobiy tezligi; θ -markazdan qochirma kuch ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsent, "A"-kesimli ponasimon tasma uchun $\theta = 0,1$ (152- betga qarang).

Natijada

$$F_o = \frac{850 \cdot 8,4 \cdot 1 \cdot 0,91}{7 \cdot 15,3 \cdot 0,94} + 0,1 \cdot 15,3^2 = 88H.$$

Vallarga ta'sir etuvchi kuch

$$F_v = 2F_o \cdot z \cdot \sin \frac{\alpha_1}{2} = 2 \cdot 88 \cdot 7 \cdot \sin \frac{159}{2} = 1211H.$$

Shkivlar eni B_{sh} (7.5-jadval).

$$B_{sh} = (z - 1)e + 2f = (7 - 1)15 + 2 \cdot 10 = 110 \text{ mm}.$$

bu yerda: $e = 15$, $f = 10$ "A" kesmali ponasimon tasma uchun (7.5-jadval).

8.3-§. O`qdosh reduktor va zanjirli uzatmadan tashkil topgan yuritma hisobi

Masalaning qo`yilishi: Shaklda keltirilgan lentali konveyer validagi quvvat $P_b = 3 \text{ kVt}$, konveyer barabani valining aylanishlar chastotasi $n_b = 40 \text{ min}^{-1}$, baraban diametri $D_b = 275 \text{ mm}$. Lentali konveyer yuritmasi loyihalansin.

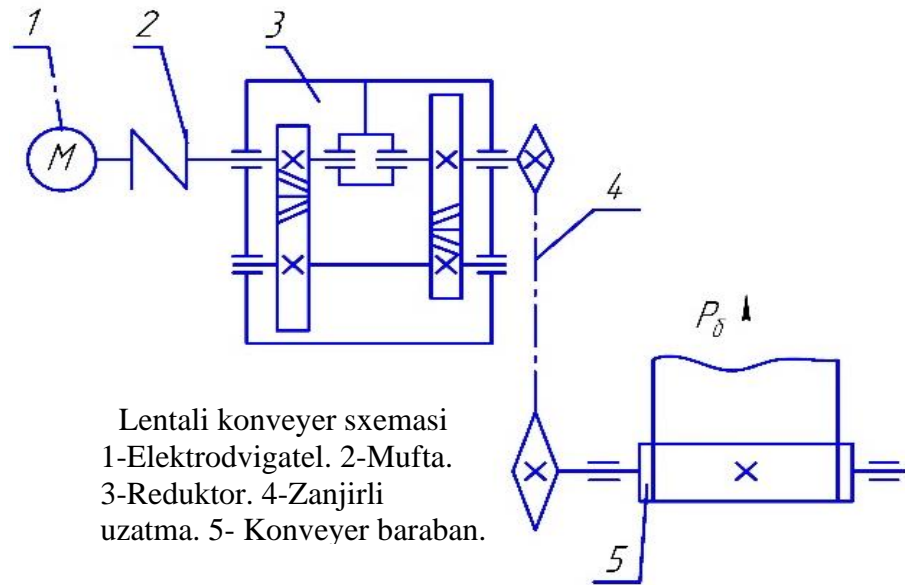
Masalaning echilishi:

Kinematik hisob. Yuritmaning umumiy foydali ish koeffisientini aniqlaymiz. Yuritmaning umumiy FIK yuritmadagi har bir uzatma va podshipniklar FIKlarning ko`paytmasiga teng bo`lib, ularning son qiymatlari 3.1-jadvaldan olinadi

$$\eta_{um} = \eta_1^2 \cdot \eta_2^4 \cdot \eta_3 = 0,97^2 \cdot 0,99^4 \cdot 0,95 = 0,86.$$

Bu yerda: $\eta_1 = 0,97$ – tishli uzatmaning FIK; $\eta_2 = 0,99$ – bir juft dumalash podshipniklarining FIK; $\eta_3 = 0,95$ – zanjirli uzatmaning FIK.

Elektrodvigatel talab qilgan quvvatni topamiz



$$P_T = \frac{P_b}{\eta_{um}} = \frac{3}{0,86} = 3,49 \text{ kVt.}$$

8.1-jadvaldan elektrodvigatel tanlaymiz, tanlangan asinxron 4A seryali elektrodvigatelning quvvati $P_{el} = 4 \text{ kVt}$, sinxron aylanish chastotasi $n_c = 1500 \text{ min}^{-1}$, sirpanishi $S = 4,7 \%$, markasi 100S2 elektrodvigatel valining diametri $d_{el} = 28 \text{ mm}$.

Elektrodvigatelning nominal aylanish chastotasini hisoblaymiz

$$n_n = n_c \cdot \left(1 - \frac{S}{100}\right) = 1500 \cdot \left(1 - \frac{4,7}{100}\right) = 1429,5 \text{ min}^{-1}.$$

Yuritmaning umumiy uzatish nisbatini topamiz

$$u_{um} = \frac{n_n}{n_b} = \frac{1429,5}{40} = 35,7375.$$

Tezyurar va sekinyurar pog'onalar uchun ГОСТ 2185-66 dan (39-betga qarang) uzatish sonlarini tanlaymiz, $u_1 = 3,15$, $u_2 = 3,55$.

Zanjirli uzatma uzatishlar nisbatini hisoblaymiz:

reduktorning umumiy uzatish soni, $u_p = u_1 \cdot u_2 = 3,15 \cdot 3,55 = 11,1825$;

$$u_z = \frac{u_{um}}{u_p} = \frac{35,7375}{11,1825} = 3,2.$$

$n_n = n_1 = 1429,5 \text{ min}^{-1}$ ekanligini hisobga olgan holda har bir valdagi aylanishlar chastotasini topamiz:

ikkinchi valning aylanish chastotasi

$$n_2 = \frac{n_1}{u_z} = \frac{1429,5}{3,15} = 453,8 \text{ min}^{-1};$$

uchinchi valning aylanish chastotasi

$$n_3 = \frac{n_2}{u_1} = \frac{453,8}{3,55} = 127,8 \text{ min}^{-1};$$

to`rtinchi valning aylanish chastotasi

$$n_4 = \frac{n_3}{u_2} = \frac{127,8}{3,2} = 40 \text{ min}^{-1}.$$

$n_4 = n_b = 40 \text{ min}^{-1}$ natija, uzatish nisbatlari to`g`ri taqsimlangan va xatolik yo`qligidan dalolat beradi.

$P_{el} = P_1 = 3,49 \text{ kVt}$ ekanligini hisobga olgan holda har bir valdagi quvvatni topamiz:

ikkinchi valdagi quvvat

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 = 3,49 \cdot 0,97 \cdot 0,99 = 3,35 \text{ kVt};$$

huddi shu tarzda uchinchi valdagi quvvat P_3 ni toramiz

$$P_3 = P_2 \cdot \eta_2^2 \cdot \eta_3 = 3,35 \cdot 0,97 \cdot 0,99 = 3,22 \text{ kVt};$$

to`rtinchi valdagi quvvat P_4 , P_3 ni zanjirli uzatma va ikki juft podshipnik FIKlariga ko`paymasiga teng

$$P_4 = P_3 \cdot \eta_2^2 \cdot \eta_3 = 3,22 \cdot 0,99^2 \cdot 0,97 = 3 \text{ kVt}.$$

Vallardagi burchakli tezliklar qiymatlari:

$$\omega_1 = \frac{\pi n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 1429,5}{30} = 149,6 \text{ rad/sek};$$

$$\omega_2 = \frac{\pi n_2}{30} = \frac{3,14 \cdot 453,8}{30} = 47,5 \text{ rad/sek};$$

$$\omega_3 = \frac{\pi n_3}{30} = \frac{3,14 \cdot 127,8}{30} = 13,4 \text{ rad/sek}.$$

Yuqorida hisoblab topilgan har bir valdagi aylinish chastotalari va quvvat qiymatlaridan mos ravishda foydalanib har bir valdagi burovchi momentlarni hisoblaymiz:

birinchi valdagi burovchi moment

$$T_1 = 9550 \cdot \frac{P_1}{n_1} = 9550 \cdot \frac{3,49}{1429,5} = 23,3 \text{ Nm};$$

ikkkinchi valdagi burovchi moment

$$T_2 = 9550 \cdot \frac{P_2}{n_2} = 9550 \cdot \frac{3,35}{453,8} = 70,5 \text{ Nm};$$

uchinchi valdagi burovchi moment

$$T_3 = 9550 \cdot \frac{P_3}{n_3} = 9550 \cdot \frac{3,22}{127,8} = 241 \text{ Nm};$$

to`rtinchi valdagi burovchi moment

$$T_4 = 9550 \cdot \frac{P_4}{n_4} = 9550 \cdot \frac{3}{40} = 716,3 \text{ Nm}.$$

Olib borilgan hisoblarimiz to`g`riligini tekshiramiz

$$T_4 = T_1 \cdot u_{um} \cdot \eta_{um} = 23,3 \cdot 35,7375 \cdot 0,86 = 716,1 \text{ Nm}.$$

Olingan natija hisoblarimiz to`g`ri bajarilganidan dalolat beradi.

Cekinyurar pog`ona hisobi

Material tanlash va ruxsat etilgan kontakt kuchlanishni aniqlash.

Jadvaldan (2.1-jadval) material tanlaymiz: shesternya uchun 45JI po`lati, issiqlik ishlovi – normallangan, qattiqligi HB 180; g`ildirak uchun 40JI po`lati, issiqlik ishlovi – normallangan, qattiqligi 20 birlikka past – HB 160.

Ruxsat etilgan kontakt kuchlanishni aniqlash formulasi

$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{Hlimb} \cdot K_{HL}}{[S_H]},$$

bu yerda σ_{Hlimb} - bazaviy sikllar sonida, kontakt kuchlanish bo`yicha toliqish chegarasi 2.3-jadvaldan tish yuzasi qattiqligi HB<350 dan kichik, issiqlik ishlovi yaxshilangan yoki normallangan uglerodli po`latlar uchun

$$\sigma_{Hlimb} = 2 \cdot HB + 70;$$

K_{HL} - umrboqiylik koeffisienti; yuklanishning sikllar soni, asosiydan katta reduktorning uzoq muddat ishlatilishida $K_{HL} = 1$ deb qabul qilinadi; $[S_H]$ - xavfsizlik koeffisienti issiqlik ishlovi yaxshilangan normallangan, hamda hajmiy toblangan po`latlar uchun $[S_H] = 1,1 \div 1,2$, tish yuzalari mustaxkamlanganda $[S_H] = 1,2 \div 1,3$ oralig`ida qabul qilinadi.

Shesternya tishlari uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanish

$$[\sigma_{H_3}] = \frac{(2 \cdot HB + 70) \cdot K_{HL}}{[S_H]} = \frac{(2 \cdot 180 + 70) \cdot 1}{1,2} = 358 \text{ MPa.}$$

G`ildirak tishlari uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanish

$$[\sigma_{H_4}] = \frac{(2 \cdot HB + 70) \cdot K_{HL}}{[S_H]} = \frac{(2 \cdot 160 + 70) \cdot 1}{1,2} = 325 \text{ Mpa.}$$

Qiya tishli uzatma uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanish

$$[\sigma_H] = 0,45 \cdot ([\sigma_{H_3}] + [\sigma_{H_4}]) = 0,45 \cdot (358 + 325) = 307,4 \text{ MPa.}$$

Talab qilingan shart $[\sigma_H] \leq 1,23 \cdot [\sigma_{H_4}]$ bajarildi.

Uzatmaning loyiha hisobi

$K_{H\beta}$ –gardish eni bo`ylab yuklanishning notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffisient uning son qiymati 3.5 – jadvaldan qabul qilinadi. Shaklda keltirilgan sxemaga asosan g`ildiraklar tayanchlarga nisbatan nosimmetrik joylashgan va uzatmadagi kuchlar ta'sirida etaklanuvchi valda qo`shimcha egilishlar hosil bo`lib, tishlar kontaktini yomonlashtiradi. Shuning uchun $K_{H\beta} = 1,25$ qabul qilamiz.

Tish enining o`qlararo masofa koeffisienti ψ_{ba} to`g`ri tishli g`ildiraklar uchun $\psi_{ba} \leq 0,25$; qiya tishli g`ildiraklar uchun $\psi_{ba} = 0,25 \div 0,63$ gacha taklif etilgan, lekin taklif etilgan oraliqlardagi qiymat GOST 2185-66 bo`yicha (49-betga qarang) standart qatordan tanlab olinadi.

Standart qatordan qiya tishli g`ildirak uchun $\psi_{ba} = 0,25$ qabul qilamiz.

O`qlararo masofa quyidagi formula yordamida hisoblanadi

$$a_{ws} = K_a(u + 1)^3 \sqrt{\frac{T_3 K_{H\beta}}{[\sigma_H]^2 \cdot u^2 \cdot \psi_{ba}}}$$

Bu yerda, K_a – yordamchi koeffisient bo`lib, uning son qiymati qiya tishli g`ildiraklar uchun $K_a = 43$, to`g`ri tishli g`ildiraklar uchun $K_a = 49,5$ taklif etilgan. Biz qiya tishli g`ildirak uchun $K_a = 43$ qabul qilamiz

$$a_w = 43(3,55 + 1) \sqrt[3]{\frac{241 \cdot 10^3 \cdot 1,25}{[307,4]^2 \cdot 3,55^2 \cdot 0,25}} = 196,4 \text{ mm.}$$

Hisoblab topilgan o`qlararo masofaning son qiymati GOST 2185-66 bo`yicha (42-betga qarang) standart qatorda berilgan son qiymatilar bilan solishtirib, eng yaqin kelganini tanlab olinadi.

Tanlangan qiymat iloji boricha 1-qatordan olinishi tavsiya etiladi. $a_{ws} = 200$ mm qabul qilamiz.

Ilashmadagi normal modulni hisoblaymiz

$$m_n = (0,01 \div 0,02) \cdot a_{wt} = (0,01 \div 0,02) 200 = 2 \div 4 \text{ mm}$$

GOST 9563-60* bo`yicha standart qatoridan (42-betga qarang) $m_n = 4$ mm tanlab olamiz.

Shesternya tishlari sonini hisoblaymiz

$$z_3 = \frac{2a_{wc} \cdot \cos\beta}{(u + 1) \cdot m_n} = \frac{2 \cdot 200 \cdot 0,9848}{(3,55 + 1) \cdot 4} = 21,6$$

$z_3 = 21$ qabul qilamiz.

G`ildirak tishlari sonini hisoblaymiz

$$z_4 = z_3 \cdot u_2 = 21 \cdot 3,55 = 74,55 \quad z_4 = 74 \text{ qabul qilamiz.}$$

Qiyalik burchagining aniqlangan qiymati

$$\cos\beta = \frac{(z_1 + z_2) \cdot m_n}{2a_w} = \frac{(21 + 74) \cdot 4}{2 \cdot 200} = 0,95.$$

Bradis jadvalidan $\cos\beta = 0,9500$ bo`lganda, $\beta = 18^\circ 12'$ ga teng ekanligi aniqlandi va $\beta = 8^\circ \div 20^\circ$ shart qanoatlantirildi.

Shesternya va g`ildirakning asosiy o`lchamlari:

bo`luvchi aylanalar diametrlari:

$$d_3 = \frac{m_n}{\cos\beta} \cdot z_1 = \frac{4}{0,95} \cdot 21 = 88,4 \text{ mm;}$$

$$d_4 = \frac{m_n}{\cos\beta} \cdot z_2 = \frac{4}{0,95} \cdot 74 = 311,6 \text{ mm.}$$

Tekshirish:

$$a_w = \frac{d_3 + d_4}{2} = \frac{88,4 + 311,6}{2} = 200 \text{ mm.}$$

Tish ustidan o`tuvchi aylana diametrlari:

$$d_{a_3} = d_3 + 2m_n = 88,4 + 2 \cdot 4 = 96,4 \text{ mm;}$$

$$d_{a_4} = d_4 + 2m_n = 311,6 + 2 \cdot 4 = 319,6 \text{ mm.}$$

Tish tubidan o`tuvchi aylanalar diametrlari:

$$d_{f_3} = d_3 - 2,5m_n = 88,4 - 2,5 \cdot 4 = 78,4 \text{ mm;}$$

$$d_{f_4} = d_4 - 2,5m_n = 311,6 - 2,5 \cdot 4 = 301,6 \text{ mm.}$$

Bu yerda, $\psi_{va} = 0,25$ - qiya tishli g`ildirak uchun.

$$\text{G`ildirak eni } b_4 = \psi_{va} \cdot a_w = 200 \cdot 0,25 = 50 \text{ mm.}$$

$$\text{Shesternya eni } b_3 = b_4 + (5 \div 10) = 50 + 6 = 56 \text{ mm.}$$

Uzatmaning tekshiruv hisobi.

G`ildirakning aylana tezliga va uzatmaning aniqlik darajasi

$$v = \frac{\omega_3 \cdot d_3}{2} = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_2}{60 \cdot 10^3} = \frac{3,14 \cdot 88,4 \cdot 453,8}{60000} = 2 \text{ m/s.}$$

bu yerda, d_3 -shesternyaning bo`luvchi aylanasi diametri va n_3 -shu shesternya joylashagan valining aylanish chastotasi.

Aylana tezlik $v = 2 \text{ m/s}$ bo`lganda ГОСТ 1643-81da berilgan tavsiya asosida (68-betga qarang) uzatmaning aniqlik darajasini topamiz, Shunga ko`ra qiya tishli uzatma va $v = 2 \text{ m/s}$ bo`lganida 8 - aniqlik darajasi olinadi.

Shesternya enining diametr koeffisienti

$$\psi_{bd} = \frac{b_3}{d_3} = \frac{56}{88,4} = 0,63.$$

Yuklanish koeffisienti

$$K_H = K_{H\beta} K_{H\alpha} K_{Hv}$$

3.2-jadvaldan $\psi_{bd} = 0,63$, qattqlik $HB < 350$ va nosimmetrik holat uchun $K_{H\beta} = 1,07$ ekanligi aniqlanadi.

3.3-jadvaldan $v = 2 \text{ m/s}$ va 8-aniqlik darajasi uchun $K_{H\alpha}$ qiymati, $K_{H\alpha} = 1,09$ ekanligi aniqlanadi.

3.4-jadvaldan dinamik koeffitsient K_{Hv} qiymatini qiya tishli g'ildirak uchun $v = 2 \text{ m/s}$, $HB \leq 350$ bo'lgan holatda, $K_{Hv} = 1$ ekanligi aniqlanadi.

Shunday qilib, yuklanish koeffitsenti $K_H = 1,07 \cdot 1,09 \cdot 1 = 1,2$.

Tish yuzalarini kontakt kuchlanishga tekshiramiz

$$\sigma_H = \frac{270}{a_{ws}} \sqrt{\frac{T_3 \cdot K_H (u + 1)^3}{b_4 \cdot u_2^2}} = \frac{270}{200} \sqrt{\frac{241 \cdot 1,2 \cdot 10^3 (3,55 + 1)^3}{50 \cdot 3,55^2}} = 281 \text{ MPa.}$$

Agar hisobiy kontakt kuchlanish $[\sigma_H]$ dan katta, ya'ni $\sigma_H > [\sigma_H]$ bo'lsa o'qituvchining tavsiyasiga ko'ra hisoblarga o'zgartirish kiritib $\sigma_H < [\sigma_H]$ shart qanoatlantiriladi.

Ilashmada qatnashuvchi kuchlar:

aylana kuch

$$F_{t_c} = \frac{2T_2}{d_3} = \frac{2 \cdot 70,5 \cdot 10^3}{88,4} = 1595 \text{ N}$$

bu yerda: $T_2 = 70,5 \text{ Nm}$ - shesternya valining burovchi momenti;

$d_3 = 88,4 \text{ mm}$ - shesternyaning bo'lovchi aylana diametri.

Radial kuch

$$F_{r_c} = F_{t_c} \frac{\text{tg}\alpha}{\cos\beta} = 1595 \frac{0,3640}{0,95} = 611 \text{ N.}$$

O'q bo'ylab yo'nalgan kuch

$$F_{a_c} = F_{t_c} \cdot \text{tg}\beta = 1595 \cdot \text{tg}18^\circ 12' = 1595 \cdot 0,3288 = 524 \text{ N.}$$

Ilashma tishlarini eguvchi kuchlanishga tekshirish uchun, eguvchi kuchlanish bo'yicha yuklanish koeffitsientini aniqlaymiz:

$$K_F = K_{F\beta} K_{Fv}$$

3.6-jadvaldan $\psi_{bd} = 0,63$, qattqlik $HB \leq 350$ va nosimmertik holat uchun $K_{F\beta} = 1,13$ ekanligi aniqlanadi.

3.7-jadvaldan 8-aniqlik darajasi, $HB \leq 350$, $v = 2 \text{ m/s}$, qiya tish uchun,

$K_{Fv} = 1,1$ ekanligi aniqlanadi. Shunday qilib eguvchi kuchlanish bo'yicha yuklanish koeffisienti $K_F = 1,13 \cdot 1,1 = 1,24$.

Tish shakli koeffisienti Y_F qiymatini 53-betda berilgan standart qatordan aniqlaymiz:

shesternya uchun

$$z_{v_3} = \frac{z_1}{\cos^3 \beta} = \frac{21}{0,8573} = 24, \quad Y_{F_3} = 3,88;$$

g`ildirak uchun

$$z_{v_4} = \frac{z_2}{\cos^3 \beta} = \frac{74}{0,8573} = 86, \quad Y_{F_4} = 3,61.$$

Eguvchi kuchlanishning ruxsat etilgan qiymatini aniqlaymiz

$$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{Flimb}^0}{[S_F]}$$

2.3-jadvaldan σ_{Flimb}^0 -bazaviy sikllar soni bo`yicha egilishiga chidamlilik chegarasi po`latining yaxshilangan turi va $HB \leq 350$ bo`lganida

$$\sigma_{Flimb}^0 = 1,8 \cdot HB.$$

$[S_F]$ -xavfsizlik koeffisienti bo`lib, u $[S_F] = [S_F]' \cdot [S_F]''$ ga teng. 2.3 jadvaldan $[S_F]' = 1,75$ bo`lib, u tishli g`ildirak materiali xossalarini o`zgaruvchanligini hisobga oladi. $[S_F]''$ - tishli g`ildirak zagatovkasini olinish usulini hisobga oluvchi koeffisient, bolg`alangan va shtamplangan zagatovkalar uchun $[S_F]'' = 1,0$, prokat uchun $[S_F]'' = 1,15$ quyma zagatovka uchun $[S_F]'' = 1,3$ ga teng. Bizning misolimiz uchun $[S_F]'' = 1$. Natijada $[S_F] = 1,75$.

Shunday qilib, shesternya uchun $\sigma_{Flimb}^0 = 1,8 \cdot 180 = 324$ MPa;

g`ildirak uchun, $\sigma_{Flimb}^0 = 1,8 \cdot 160 = 288$ MPa.

Ruxsat etilgan kuchlanish:

$$\text{shesternya uchun,} \quad \sigma_{F_1} = \frac{324}{1,75} = 185 \text{ MPa};$$

$$\text{g`ildirak uchun,} \quad \sigma_{F_2} = \frac{288}{1,75} = 164,6 \text{ MPa.}$$

$\frac{[\sigma_F]}{Y_F}$ nisbatni hisoblaymiz:

$$\text{shesternya uchun} \quad \frac{[\sigma_{F_1}]}{Y_{F_1}} = \frac{185}{3,88} = 47,7 \text{ MPa};$$

$$\text{g`ildirak uchun } \frac{[\sigma_{F_2}]}{Y_{F_2}} = \frac{164,6}{3,61} = 45,6 \text{ MPa.}$$

Hisoblangan nisbatga ko`ra olingan natija g`ildirakda kichik bo`lib chiqdi, shuning uchun g`ildirak tishlarini eguvchi kuchlanishga tekshiramiz.

Y_β -koeffisientini hisoblaymiz, bu koeffisient to`g`ri tishni hisoblash sxemasini qiya tishni hisoblashga kiritilishi natijasida hosil bo`ladigan xatolikni yo`qotish uchun kiritilgan bo`lib, u quyidagicha aniqlanadi

$$Y_\beta = 1 - \frac{\beta}{140} = 1 - \frac{18,2}{140} = 0,87.$$

$K_{F\alpha}$ -ni hisoblaymiz. Y tishlar orasida yuklanishni notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffisient bo`lib, u quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$K_{F\alpha} = \frac{4 + (E_\alpha - 1)(n - 5)}{4\varepsilon_\alpha}.$$

Bu yerda, yon qoplash koeffisienti- $\varepsilon_\alpha=1,5$, aniqlik darajasi- $n=8$ bo`lganda

$$K_{F\alpha} = 0,92.$$

G`ildirak tishlarini quyidagi formula yordamida eguvchi kuchlanishga tekshiramiz:

$$\sigma_F = \frac{F_t \cdot K_F \cdot Y_F \cdot Y_\beta \cdot K_{F\alpha}}{b_2 \cdot m} \leq [\sigma_F];$$

$$\sigma_F = \frac{1595 \cdot 1,24 \cdot 3,61 \cdot 0,87 \cdot 0,92}{50 \cdot 4} = 29 \text{ MPa.}$$

$\sigma_F < [\sigma_F]$ sharti bajarildi, agar shart bajarilmasa o`qituvchining tavsiyasiga binoan hisobga o`zgartirishlar kiritiladi.

Tezyurar pog`ona hisobi.

Material tanlash va ruxsat etilgan kontakt kuchlanishna aniqlash.

Jadvaldan (2.1-jadval) material tanlaymiz: shesternya uchun 45JI po`lati, issiqlik ishlovi – normallangan, qattiqligi HB 180; g`ildirak uchun 40JI po`lati, issiqlik ishlovi – normallangan, qattiqligi 20 birlikka past – HB 160.

Ruxsat etilgan kontakt kuchlanish qiymati sekinyurar pog`onadagi kabi $[\sigma_H] = 307,4 \text{ MPa}$.

Uzatmaning loyiha hisobi

$K_{H\beta}$ –gardish eni bo`ylab yuklanishning notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffisient uning son qiymati 3.5 – jadvaldan qabul qilinadi. Shaklda keltirilgan sxemaga asosan g`ildiraklar tayanchlarga nisbatan nosimmetrik joylashgan. Shuning uchun $K_{H\beta} = 1,25$ qabul qilamiz.

O`qdoshlik shartiga ko`ra $a_{w_T} = a_{w_s} = 200$ mm.

Ilashmaning normal modulini quyidagi tavsiya asosida qabul qilamiz

$$m_n = (0,01 \div 0,02) \cdot a_{w_T} = (0,01 \div 0,02) \cdot 200 = 2 \div 4 \text{ mm.}$$

Normal modulning son qiymatini, hisoblab topilgan oraliqda yuqorida keltirilgan ГОСТ 9563-60* (42-bet) bo`yicha tanlab olinadi, ammo uzatma ravon va shovqinsiz ishlashini oshirish uchun sekinyurar pog`onaga nisbatan kichikroq qiymat qabul qilinadi: $m_n = 3$ mm.

Oldindan qiyalik burchagini $\beta = 10^\circ$ qabul qilib shesternya tishlari sonini aniqlaymiz

$$z_1 = \frac{2a_{w_c} \cdot \cos\beta}{(u + 1) \cdot m_n} = \frac{2 \cdot 200 \cdot 0,9848}{(3,15 + 1) \cdot 3} = 31,6,$$

$z_1 = 31$ qabul qilamiz.

G`ildirak tishlari sonini hisoblaymiz $z_2 = z_1 \cdot u_1 = 31 \cdot 3,15 = 97,65,$

$z_2 = 98$ qabul qilamiz.

Tishlarni qiyalik burchagini aniqlashtiramiz

$$\cos\beta = \frac{(z_1 + z_2) \cdot m_n}{2a_w} = \frac{(31 + 98) \cdot 3}{2 \cdot 200} = 0,9675.$$

Bradis jadvalidan $\cos\beta = 0,9675$ bo`lganida, burchak $\beta = 14^\circ 39'$ ekanligi aniqlandi, olingan natija $\beta = 8^\circ \div 20^\circ$ shartni qanoatlantiradi.

Shesternya va g`ildirakning asosiy o`lchamlari:

bo`luvchi aylanalar diametrlari:

$$d_1 = \frac{m_n}{\cos\beta} \cdot z_1 = \frac{3}{0,9675} \cdot 31 = 96 \text{ mm;}$$

$$d_2 = \frac{m_n}{\cos\beta} \cdot z_2 = \frac{3}{0,9675} \cdot 98 = 304 \text{ mm.}$$

Olingan natijalar asosida o`qlararo masofani tekshiramiz

$$a_w = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{96 + 304}{2} = 200 \text{ mm.}$$

Tish ustidan o`tuvchi aylanalar diametrlarini hisoblaymiz:

$$d_{a_1} = d_1 + 2m = 96 + 2 \cdot 3 = 102 \text{ mm;}$$

$$d_{a_2} = d_2 + 2m = 304 + 2 \cdot 3 = 310 \text{ mm.}$$

Tish tubidan o`tuvchi aylanalar diametrini hisoblaymiz:

$$d_{f_1} = d_1 - 2.5m_n = 96 - 2,5 \cdot 3 = 88,5 \text{ mm;}$$

$$d_{f_2} = d_2 - 2.5m_n = 304 - 2,5 \cdot 3 = 296,5 \text{ mm.}$$

G`ildirak eni $b_2 = \psi_{va} \cdot a_w = 200 \cdot 0,25 = 50 \text{ mm.}$

Shesternya eni $b_1 = b_2 + (5 \div 10) = 50 + 6 = 56 \text{ mm.}$

Uzatmaning tekshiruv hisobi

G`ildirakning aylana tezliga va uzatmaning aniqlik darajasi

$$v = \frac{\omega_1 \cdot d_1}{2} = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{60 \cdot 10^3} = \frac{3,14 \cdot 96 \cdot 1429,5}{60 \cdot 1000} = 7,18 \text{ m/s.}$$

Bu yerda, d_3 -shesternyaning bo`luvchi aylanasi diametri va n_1 -shu shesternya joylashagan valining aylanish chastotasi.

Aylana tezlik $v = 7,18 \text{ m/s}$ bo`lganda ГОСТ 1643-81 dagi tavsiyalar asosida uzatmaning aniqlik darajasini topamiz (68-betga qarang). Shunga ko`ra qiya tishli uzatma va $v = 7,18 \text{ m/s}$ bo`lganida 8-aniqlik darajasi olinadi.

Shesternya enining diametr koeffisienti

$$\psi_{bd} = \frac{b_1}{d_1} = \frac{56}{96} = 0,58.$$

Yuklanish koeffisienti

$$K_H = K_{H\beta} K_{H\alpha} K_{Hv}$$

3.2-jadvaldan $\psi_{bd} = 0,58$, qattqlik $HB < 350$ va nosimmetrik holat uchun $K_{H\beta} = 1,09$ ekanligi aniqlanadi.

3.3-jadvaldan $v = 7,18 \text{ m/s}$ va 8-aniqlik darajasi uchun $K_{H\alpha} = 1,09$ ekanligi aniqlanadi.

3.4-jadvaldan qiya tishli g'ildirak uchun $v = 7,18 \text{ m/s}$, $HB \leq 350$ holatda, $K_{Hv} = 1$ ekanligi aniqlanadi.

Shunday qilib, yuklanish koeffitsenti $K_H = 1,09 \cdot 1,09 \cdot 1 = 1,2$.

Tish yuzalarini kontakt kuchlanishga tekshiramiz

$$\sigma_H = \frac{270}{a_{wT}} \sqrt{\frac{T_2 \cdot K_H (u + 1)^3}{b_4 \cdot u_1^2}} = \frac{270}{200} \sqrt{\frac{70,5 \cdot 10^3 \cdot 1,2 (3,15 + 1)^3}{50 \cdot 3,15^2}} = 149,5 \text{ MPa.}$$

Agar hisobiy kontakt kuchlanish $[\sigma_H]$ dan katta, ya'ni $\sigma_H > [\sigma_H]$ bo'lsa o'qituvchining tavsiyasiga ko'ra hisoblarga o'zgartirish kiritib $\sigma_H < [\sigma_H]$ shart qanoatlantiriladi.

Ilashmada katnashuvchi kuchlar:

aylana kuch

$$F_{tT} = \frac{2T_1}{d_1} = \frac{2 \cdot 23,3 \cdot 10^3}{96} = 485 \text{ N};$$

bu yerda: $T_1 = 23,3 \text{ Nm}$ - shesternya valining burovchi momenti;

$d_1 = 96 \text{ mm}$ - shesternyaning bo'lovchi aylana diametri.

Radial kuch

$$F_{rc} = F_t \frac{\text{tg}\alpha}{\cos\beta} = 485 \frac{0,3640}{0,9675} = 183 \text{ N.}$$

Val o'qi bo'ylab yo'nalgan kuch

$$F_{ac} = F_{ts} \cdot \text{tg}\beta = 485 \cdot 0,3057 = 148 \text{ N.}$$

Ilashma tishlarini eguvchi kuchlanishga tekshirish uchun eguvchi kuchlanish bo'yicha yuklanish koeffisientini aniqlaymiz

$$K_F = K_{F\beta} K_{Fv}$$

3.6-jadvaldan $\psi_{bd} = 0,58$, qattqlik $HB \leq 350$ va nosimmertik holat uchun $K_{F\beta} = 1,19$ ekanligi aniqlanadi.

3.7-jadvaldan K_{Fv} -son qiymatini 8-aniqlik darajasi, $HB \leq 350$, $v = 3,8 \text{ m/s}$, qiya tish uchun, $K_{Fv} = 1,3$ ekanini aniqlanadi. Shunday qilib eguvchi kuchlanish bo'yicha yuklanish koeffisienti $K_F = 1,19 \cdot 1,3 = 1,5$.

z_v -ekvivalent tishlar sonini hisoblaymiz:

shesternya uchun,

$$z_{v_3} = \frac{z_1}{\cos^3 \beta} = \frac{17}{0,8742} = 19;$$

g`ildirak uchun,

$$z_{v_4} = \frac{z_2}{\cos^3 \beta} = \frac{85}{0,8742} = 97.$$

Hisoblangan ekvivalent tishlar soni asosida standart qatordan Y_F -tish shakli koefitsientini aniqlaymiz (53-betga qarang):

$$\text{shesternya uchun } z_{v_1} = 19, \quad Y_{F_1} = 4,08;$$

$$\text{g`ildirak uchun } z_{v_2} = 97, \quad Y_{F_2} = 3,61.$$

Eguvchi kuchlanishga ruxsat etilgan kuchlanishni aniqlaymiz

$$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{Flimb}^0}{[S_F]}.$$

2.3-jadvaldan σ_{Flimb}^0 - bazaviy siklar soni bo`yicha egilishiga chidamlilik chegarasi, po`latining yaxshilangan turi va $HB \leq 350$ bo`lganida

$$\sigma_{Flimb}^0 = 1,8 \cdot HB.$$

$[S_F]$ -xavfsizlik koefitsienti bo`lib, u $[S_F] = [S_F]' \cdot [S_F]''$ ga teng. 2.3-jadvaldan $[S_F]' = 1,75$ bo`lib, u tishli g`ildirak materiali xossalari o`zgaruvchanligini hisobga oladi. $[S_F]''$ - tishli g`ildirak zagatovkasini olinish usulini hisobga oluvchi koefitsient, bolg`alangan va shtamplangan zagatovka uchun $[S_F]'' = 1$, prokat uchun $[S_F] = 1,15$ quyma zagatovka uchun $[S_F]'' = 1,3$ ga teng. Bizning misolimiz uchun $[S_F]'' = 1$, natijada $[S_F] = 1,75$.

Shunday qilib, shesternya uchun $\sigma_{Flimb}^0 = 1,8 \cdot 180 = 324$ MPa;

g`ildirak uchun, $\sigma_{Flimb} = 1,8 \cdot 160 = 288$ MPa.

Ruxsat etilgan kuchlanish:

$$\text{shesternya uchun, } \sigma_{F_1} = \frac{324}{1,75} = 185 \text{ MPa};$$

$$\text{g`ildirak uchun, } \sigma_{F_2} = \frac{288}{1,75} = 164,6 \text{ MPa}.$$

$\frac{[\sigma_F]}{Y_F}$ nisbatni hisoblaymiz:

$$\text{shesternya uchun } \frac{[\sigma_{F_1}]}{Y_{F_1}} = \frac{185}{4,08} = 45,3 \text{ MPa};$$

$$\text{g`ildirak uchun } \frac{[\sigma_{F_2}]}{Y_{F_2}} = \frac{164,6}{3,61} = 45,6 \text{ MPa};$$

Hisoblangan nisbatga ko`ra olingan natija shesternyada kichik bo`lib chiqdi, shuning uchun shesternya tishlarini eguvchi kuchlanishga tekshiramiz.

Y_β -koeffisientini hisoblaymiz, bu koeffisient to`g`ri tishni hisoblash sxemasini qiya tishni hisoblashga kiritilishi natijasida hosil bo`ladigan hatolikni yo`qotish uchun kiritilgan bo`lib, u quyidagicha aniqlanadi

$$Y_\beta = 1 - \frac{\beta}{140} = 1 - \frac{14,7}{140} = 0,90.$$

$K_{F\alpha}$ -ni hisoblaymiz. U tishlar orasida yuklanishni notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffisient bo`lib, u quyidagi formula yordamida hisoblanadi

$$K_{F\alpha} = \frac{4 + (E_\alpha - 1)(n - 5)}{4\varepsilon_\alpha}.$$

Bu yerda, yon qoplash koeffisienti- $\varepsilon_\alpha=1,5$, aniqlik darajasi- $n=8$ bo`lganda $K_{F\alpha} = 0,92$.

G`ildirak tishlarini quyidagi formula yordamida eguvchi kuchlanishga tekshiramiz

$$\sigma_F = \frac{F_t \cdot K_F \cdot Y_F \cdot Y_\beta \cdot K_{F\alpha}}{b_2 \cdot m} \leq [\sigma_F];$$
$$\sigma_F = \frac{485 \cdot 1,5 \cdot 4,08 \cdot 0,90 \cdot 0,92}{56 \cdot 3} = 15 \text{ MPa}.$$

Mustaxkamlik sharti $\sigma_F < [\sigma_F]$ bajarildi.

Zanjirli uzatma hisobi

Kinematik hisobdan etakchi yulduzcha validagi burovchi moment $T_3= 241$ Nm, aylanish chastotasi $n_z= 127,8 \text{ min}^{-1}$, zanjirli uzatma uzatish soni $u_z= 3,2$, yuritmaga zanjirli uzatma loyihalaymiz.

Bir qatorli rolikli zanjir tanlaymiz.

Tishlar soni: etaklovchi yulduzchada $z_5 = 31 - 2 \cdot u_z = 31 - 2 \cdot 3,2 = 24,6$

etaklanuvchi yulduzchada $z_6 = z_5 \cdot u_z = 25 \cdot 3,2 = 80$

$z_5 = 25$, $z_6 = 80$ qabul qilamiz. z_5 va z_6 butun sonni tashkil etishi kerak. Agar butun sonni tashkil etmasa, avval z_5 keyin esa z_6 butun songa keltiriladi.

Xaqiqiy uzatish soni

$$u_3 = \frac{z_6}{z_5} = \frac{80}{25} = 3,2. \text{ Og'ish } \frac{3,2 - 3,2}{3,2} \cdot 100\% = 0\% < 3\%.$$

Hisobiy yuklanish koeffisienti

$$K_e = K_d K_a K_g K_{soz} K_{moy} K_{shar}$$

bu yerda K_d - dinamik koeffisient: sokin yuklanishda $K_d=1$, zarbli yuklanishda zarbaning takroriyiligiga bog'liq ravishda $K_d=1,25 \div 2,5$ gacha qabul qilinadi. K_a - o'qlararo masofani hisobga oluvchi koeffisient: $\alpha=(30 \div 50)t$ bo'lganda $K_a=1$; $\alpha=50t$ dan oshganida har bir 20t da $K_a=0,1$ ga kamayadi; $\alpha \leq 25t$ bo'lganida $K_a=1,25$ qabul qilinadi. K_g - uzatmaning qiyalik burchagini hisobga oluvchi koeffisient: 60° gacha $K_g = 1$; 60° dan katta bo'lganda $K_g = 1,25$; zanjirning tarangligi avtomatik rostlanganda qiyalik burchagidan qat'iy nazar $K_g = 1$ qabul qilinadi. K_{soz} – taranglanish uslubini hisobga oluvchi koeffisient: avtomatik rostlanishda $K_{soz} = 1$; davriy rostlanishda $K_{soz} = 1,25$ olinadi. K_{moy} -zanjirning moylanish usulini hisobga oluvchi koeffisient: karterli moylanishda $K_{moy}=0,8$; uzluksiz moylanishda $K_{moy}=1$; davriy moylanishda $K_{moy}=1,3 \div 1,5$. K_{shar} -uzatmaning ishlash davomiyligini hisobga oluvchi koeffisient: bir smena uchun $K_{shar}=1$; ikki smena uchun $K_{shar}=1,25$; uch smena uchun $K_{shar}=1,5$ qabul qilinadi.

$$K_e = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1,3 \cdot 1 = 1,625$$

Zanjir qadami t ni aniqlash uchun zanjir sharnirlaridagi ruxsat etilgan bosim $[p]$ ni taxminiy qiymatini bilishimiz kerak. Jadvaldan (5.4-jadvaldan) etaklovchi yulduzchanning aylanish chastotasi $n_3 = 127,8 \text{ min}^{-1}$ va qadam t asosida ruxsat etilgan bosimni aniqlaymiz. $n=200 \text{ min}^{-1}$, $t= 25,4 \text{ mm}$ bo'lganida, ruxsat etilgan bosim $[p] = 23 \text{ MPa}$ tanlanadi. Bir qatorli zanjir $m=1$ olamiz.

$$t \geq 2.8 \sqrt[3]{\frac{T_3 \cdot K_e}{z_5[r] \cdot m}} = 2.8 \sqrt[3]{\frac{241 \cdot 1.625 \cdot 10^3}{25 \cdot 23 \cdot 1}} = 24,6 \text{ mm.}$$

Hisoblab topilgan qadam $t = 24,6$ mm asosida 5.1-jadvaldan zanjir tanlaymiz, $t = 25,4$ mm, buzuvchi yuklama $Q = 60$ Kn, massa $q = 2,6 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$, $A_{\text{on}} = 179,7 \text{ mm}^2$.

Zanjirning tezligi

$$v = \frac{z_5 \cdot t \cdot n_3}{60 \cdot 10^3} = \frac{25 \cdot 25,4 \cdot 127,8}{60 \cdot 10^3} = 1,35 \text{ m/s.}$$

Etaklovchi yulduzchaga validagi burchakli tezlik

$$\omega_3 = \frac{\pi \cdot n_3}{30} = \frac{3,14 \cdot 127,8}{30} = 13,4 \text{ r/s.}$$

Aylana kuch

$$F_{tz} = \frac{T_3 \cdot \omega_3}{v} = \frac{241 \cdot 13,4}{1,35} = 2392 \text{ N.}$$

Sharnirdagi bosimni teashiramiz

$$P = \frac{F_{tz} \cdot K_e}{A_{\text{op}}} = \frac{2392 \cdot 1,625}{179,7} = 21,6 \text{ MPa.}$$

5.4-jadvalning 1-eslatmasiga binoan ruxsat etilgan bosimga tuzatish kiritamiz:

$$P = [P] \cdot [1 + 0,01(z_5 - 17)] = 23 \cdot [1 + 0,01(25 - 17)] = 24,8 \text{ MPa}$$

$P < [P]$ sharti bajarildi.

Zanjir zvenolari sonini aniqlaymiz

$$L_t = 2a_t + 0.5z_{\Sigma} + \frac{\Delta^2}{a_t};$$

bu yerda, $a_t = \frac{a_s}{t} = 50$; $z_{\Sigma} = z_5 + z_6 = 25 + 80 = 105$.

Tuzatma

$$\Delta = \frac{z_6 - z_5}{2 \cdot 3,14} = \frac{80 - 25}{6,28} = 8,76,$$

$$L_t = 2 \cdot 50 + 0,5 \cdot 105 + \frac{8,76^2}{50} = 154.$$

Juft songacha yaxlitlaymiz $L_t = 154$.

Zanjirli uzatmaning o`qlararo masofasini aniqlaymiz

$$\alpha_s = 0.25t[L_t - 0.5z_\Sigma + \sqrt{(L_t - 0.5z_\Sigma)^2 - 8\Delta^2}] = 6,35 \left[101,5 + \sqrt{(101,5)^2 - 8 \cdot 8,76^2} \right] = 6.35[101,5 + 98,4] = 1269,6 \text{ mm.}$$

Zanjirning salqinligini ta'minlash uchun hisoblab topilgan o'qlararo masofa 0,4% ga ya'ni $1269,6 \cdot 0,004 = 5$ mm ga kamaytiriladi

$$\alpha_z = 1269,6 - 5 = 1264,6 \text{ mm.}$$

Etaklovchi yulduzchaning bo'luvchi aylanasi diametri

$$d_{d5} = \frac{t}{\sin \frac{180}{z_5}} = \frac{25,4}{\sin \frac{180}{25}} = 202,6 \text{ mm.}$$

Etaklanuvchi yulduzchaning bo'luvchi aylanasi diametri

$$d_{d6} = \frac{t}{\sin \frac{180}{z_6}} = \frac{25,4}{\sin \frac{180}{80}} = 647 \text{ mm.}$$

Yulduzchalarning tashqi aylanasi diametrini aniqlaymiz

$$D_{e5} = t \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{z_5} + 0,7 \right) - 0.3d_1 = t \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{z_5} + 0,7 \right) - 4,8.$$

Bu yerda, $d_1 = 15,88$ mm-zanjir roligi diametri (5.1-jadvaldan)

$$D_{e5} = 25,4 \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{25} + 0,7 \right) - 4,8 = 25,4(7,916 + 0,7) - 4,8 = 214 \text{ mm}$$

$$D_{e6} = 25,4 \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{80} + 0,7 \right) - 4,8 = 25,4(24,45 + 0,7) - 4,8 = 659,4 \text{ mm}$$

Zanjirga ta'sir etuvchi kuchlar:

aylana kuch $F_{tz} = 2392$ N-yuqorida aniqlangan;

markazlan qochma kuch $F_v = q \cdot v^2 = 2,6 \cdot 1,35^2 = 4,7$ m/s;

bu yerda $q = 2,6$ kg/m (5,1-jadvaldan) $v = 1,35$ m/s-yuqorida aniqlangan.

Zanjirning salqiligidan xosil bo'luvchi kuch $F_f = 9.81K_f \cdot q \cdot \alpha_z$.

Bu yerda K_f - zanjirning joylanishini hisobga oluvchi koeffisient:

zanjir gorizonta joylashganda - $K_f=6$; 45° burchak ostida joylashganda - $K_f = 1,5$;

vertikal joylashganda - $K_f = 1$.

$$F_f = 9,81 \cdot 1,5 \cdot 2,6 \cdot 1,2646 = 48,4 \text{ N.}$$

Valga tushadigan nagruzka

$$F_v = F_{t_z} + 2F_f = 2392 + 2 \cdot 48,4 = 2488,7 \text{ N.}$$

Zanjirning mustaxkamlik zaxirasi koeffisientini tekshiramiz

$$S = \frac{Q}{F_{t_z} \cdot K_d + F_v + F_f} = \frac{60 \cdot 10^3}{2392 \cdot 1 + 4,7 + 48,4} = 24,5.$$

Olingan natijani jadvaldan (5.3-jadval) olingan meyoriy zaxira koeffisienti bilan solishtiramiz, $n = 127,8 \text{ min}^{-1} \approx 200 \text{ min}^{-1}$, $t = 25,4 \text{ mm}$ bo'lganda $[S] = 8,25$.

Olingan natija $S = 24,5$ me'yoriy zaxira koeffisienti $[S] = 8,25$ dan katta qiymatga ega, shunga ko'ra $S > [S]$ sharti bajarildi.

Etaklovchi yulduzcha o'lchamlari:

stupitsa diametri $d_{st} = 1,6d_{v_3} = 1,6 \cdot 50 = 80$; mm, bu yerda $d_{v_3} = 50 \text{ mm}$ – etaklovchi yulduzcha vali qulochining diametri;

stupitsa uzunligi $l_{st} = (1,2 \div 1,6)d_{v_3} = (1,2 \div 1,6)50 = 60 \div 80 \text{ mm}$; $l_{st} = 70 \text{ mm}$ qabul qilamiz;

yulduzcha diskining qalinligi $C_{yu} = 0,93 B_{BH} = 0,93 \cdot 15,88 = 14,8 \text{ mm}$;

$B_{BH} = 15,88 \text{ mm}$ –zanjir ichki zvenosi plastinkalari orasidagi masofa.

(5.1 jadvaldan)

Etaklanuvchi yulduzcha o'lchamlari:

stupitsa diametri $d_{st} = 1,6d_{v_4} = 1,6 \cdot 60 = 96 \text{ mm}$; bu yerda $d_{v_4} = 60 \text{ mm}$ – etaklanuvchi yulduzcha vali qulochining diametri;

stupitsa uzunligi $l_{st} = (1,2 \div 1,6)d_{v_4} = (1,2 \div 1,6)60 = 72 \div 96 \text{ mm}$; $l_{st} = 90 \text{ mm}$ qabul qilamiz; disk qalinligi $C_{yu} = 14,8 \text{ mm}$

8.4-§. Ikki pog'onali konussimon-silindrik reduktor va yassi tasmali uzatmadan tashkil topgan yuritma hisobi

Masalaning qo'yilishi: Shakilda keltirilgan lentali konveyer barabani validagi quvvat $P_b = 2 \text{ kVt}$, aylanishlar chastotasi $n_b = 80 \text{ min}^{-1}$ baraban diametri $D_b = 275 \text{ mm}$. Lentali konveyer yuritmasi loyihalansin.

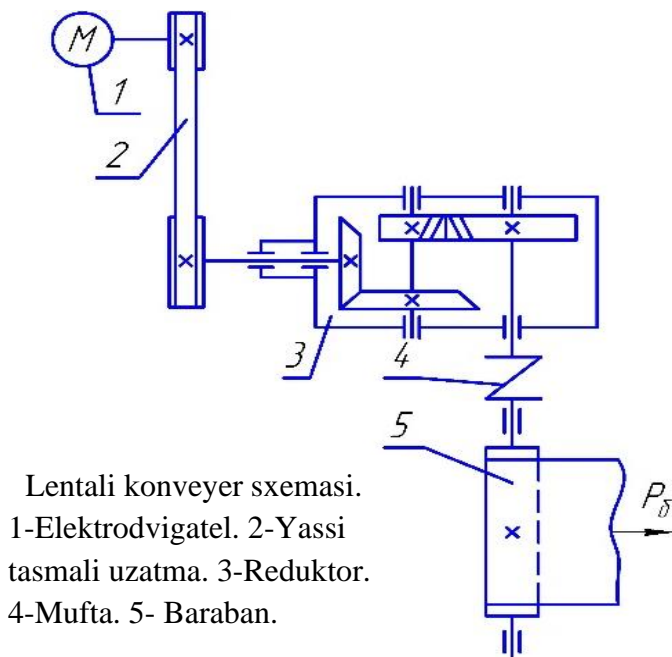
Masalaning echilishi:

Kinematik hisob. Yuritmaning umumiy foydali ish koeffisientini aniqlaymiz. Yuritmaning umumiy FIK yuritmadagi har bir uzatma va podshipniklar

FIKlarning ko'paytmasiga teng bo'lib, uning son qiymatlari 3.1-jadvaldan olinadi.

$$\eta_{um} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4^4 = 0,96 \cdot 0,97 \cdot 0,97 \cdot 0,99^4 = 0,87.$$

Bu yerda: $\eta_1 = 0,96$ – tasmali uzatmaning FIK; $\eta_2 = 0,97$ – konussimon tishli uzatmaning FIK; $\eta_3 = 0,97$ – silindrik tishli uzatmaning FIK; $\eta_4 = 0,99$ – bir juft



dumalash podshipniklarining FIK.

Elektrodvigatel talab qilgan quvvatni topamiz

$$P_T = \frac{P_b}{\eta_{um}} = \frac{2}{0,87} = 2,3 \text{ kVt.}$$

Yurtimaga 8.1-jadvaldan elektrodvigatel tanlaymiz, tanlangan asinxron 4A seryali elektrodvigatelning quvvati $P_{el} = 3 \text{ kVt}$, sinxron aylanish chastotasi esa $n_c = 1500 \text{ min}^{-1}$, sirpanishi $S = 4,4\%$, markasi 100S4 elektrodvigatel valining diametri $d_{dv} = 28 \text{ mm}$.

Elektrodvigatelning nominal aylanish chastotasini hisoblaymiz

$$n_n = n_c \cdot \left(1 - \frac{S}{100}\right) = 1500 \cdot \left(1 - \frac{4,4}{100}\right) = 1434 \text{ min}^{-1}.$$

Yuritmaning umumiy uzatish nisbatini topamiz

$$u_{um} = \frac{n_n}{n_b} = \frac{1434}{80} = 17,925.$$

Uzatish sonlarini ГОСТ 2185-66 dan (39-bet) tezyurar pog`ona uchun

$u_k = 2,8$ va sekinyurar pog`onalar uchun $u_s = 3,15$ tanlaymiz.

Tasmali uzatma uzatishlar nisbatini hisoblaymiz:

reduktorning uzatish soni $u_p = u_k \cdot u_s = 2,8 \cdot 3,15 = 8,82$;

$$u_{tas} = \frac{u_{um}}{i_p} = \frac{17.925}{8.82} = 2,03.$$

$n_n = n_1 = 1434 \text{ min}^{-1}$ ekanligini hisobga olgan holda har bir valdagi aylanishlar chastotasini topamiz:

ikkinchi valning aylanish chastotasi

$$n_2 = \frac{n_1}{u_{tas}} = \frac{1434}{2,03} = 706,4 \text{ min}^{-1};$$

uchinchi valning aylanish chastotasi

$$n_3 = \frac{n_2}{u_k} = \frac{706,4}{2,8} = 252,3 \text{ min}^{-1};$$

to`rtinchi valning aylanish chastotasi

$$n_4 = \frac{n_3}{u_s} = \frac{252,3}{3,15} = 80 \text{ min}^{-1}.$$

$n_4 = n_b = 80 \text{ min}^{-1}$ natija uzatish nisbatlari to`g`ri taqsimlangan va hatolik yo`qligidan dalolat beradi.

$P_{el} = P_1 = 2,33 \text{ kVt}$ ekanligini hisobga olgan holda har bir valdagi quvvatni topamiz:

ikkinchi valdagi quvvat

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_1 \cdot \eta_4 = 2,3 \cdot 0,96 \cdot 0,99 = 2,19 \text{ kVt};$$

xuddi shu tarzda 3 – valdagi quvvat R_3 ni toramiz

$$P_3 = P_2 \cdot \eta_2 \cdot \eta_4 = 2,19 \cdot 0,97 \cdot 0,99 = 2,1 \text{ kVt};$$

to`rtinchi valdagi quvvat P_4 , P_3 ni tishli uzatma va ikki juft podshipnik FIKlariga ko`paytmasiga teng

$$P_4 = P_3 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4^2 = 2,1 \cdot 0,97 \cdot 0,99^2 = 2 \text{ kVt}.$$

Vallardagi burchak tezliklari qiymatlari:

$$\omega_1 = \frac{\pi n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 1434}{30} = 150 \frac{\text{rad}}{\text{sek}};$$

$$\omega_2 = \frac{\pi n_2}{30} = \frac{3,14 \cdot 706,4}{30} = 74 \frac{\text{rad}}{\text{sek}};$$

$$\omega_3 = \frac{\pi n_3}{30} = \frac{3,14 \cdot 252,3}{30} = 26,4 \frac{\text{rad}}{\text{sek}}.$$

Yuqorida hisoblab topilgan har bir valdagi aylinish chastotalari va quvvat qiymatlaridan mos ravishda foydalanib, har bir valdagi burovchi momentlarni hisoblaymiz:

birinchi val yani elektrodvigatel validagi burovchi moment

$$T_1 = 9550 \cdot \frac{P_1}{n_1} = 9550 \cdot \frac{2,3}{1434} = 15,3 \text{ Nm};$$

ikkkinchi valdagi burovchi moment

$$T_2 = 9550 \cdot \frac{P_2}{n_2} = 9550 \cdot \frac{2,19}{706,4} = 30 \text{ Nm};$$

uchinchi valdagi burovchi moment

$$T_3 = 9550 \cdot \frac{P_3}{n_3} = 9550 \cdot \frac{2,1}{252,3} = 80 \text{ Nm};$$

to`rtinchi valdagi burovchi moment

$$T_4 = 9550 \cdot \frac{P_4}{n_4} = 9550 \cdot \frac{2}{80} = 239 \text{ Nm}.$$

Olib borilgan hisoblarimiz to`g`riligini tekshiramiz

$$T_4 = T_1 \cdot i_{um} \cdot \eta_{um} = 15,3 \cdot 17,925 \cdot 0,87 = 239 \text{ Nm}.$$

Olingan natija hisoblarimiz to`g`ri bajarilganidan dalolat beradi.

Reduktor tishli g`ildiraklari hisobi

Tezyurar konussimon pog`ona hisobi

Material tanlash va ruxsat etilgan kontakt kuchlanishna aniqlash.

Jadvaldan (2.1-jadval) material tanlaymiz: shesternya uchun 45Jl po`lati, issiqlik ishlovi – normallangan, qattiqligi HB 180; g`ildirak uchun 40Jl po`lati, issiqlik ishlovi – normallangan, qattiqligi 20 birlikka past – HB 160.

Ruxsat etilgan kontakt kuchlanishni aniqlash

$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{Hlimb} \cdot K_{HL}}{[S_H]}.$$

Bu yerda σ_{Hlimb} -bazaviy sikllar sonida, kontakt kuchlanish bo`yicha toliqish chegarasi. 2.2-jadvaldan tish yuzasi qattiqligi HB <350 dan kichik, issiqlik ishlovi yaxshilangan yoki normallangan uglerodli po`latlar uchun

$$\sigma_{Hlimb} = 2 \cdot HB + 70;$$

K_{HL} - umirboqiylik koeffisienti; yuklanish sikllarining soni, asosiydan katta bo`lganida, yani reduktor uzoq muddat ishlatilishida $K_{HL} = 1$ deb qabul qilinadi; $[S_H]$ - xavfsizlik koeffisienti issiqlik ishlovi yaxshilangan normallangan hamda hajmiy toblangan po`latlar uchun $[S_H] = 1,1 \div 1,2$, tish yuzalari mustaxkamlanganda $[S_H] = 1,2 \div 1,3$ oralig`ida qabul qilinadi.

G`ildirak tishlari uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanish

$$[\sigma_{H_2}] = \frac{(2 \cdot HB + 70) \cdot K_{HL}}{[S_H]} = \frac{(2 \cdot 160 + 70) \cdot 1}{1,2} = 325 \text{ MPa.}$$

Konussimon g`ildirakning tashqi bo`luvchi diametri

$$d_{e_2} = K_d^3 \sqrt{\frac{T_3 K_{H\beta} \cdot u}{[\sigma_H]^2 (1 - 0,5\psi_{bRe})^2 \cdot \psi_{bRe}}};$$

bu yerda: $K_{H\beta} = 1,35$ -shesternya konsol o`rnatilishi hisobga oluvchi koeffitsent (3.5-jadvalga qarang).

$\psi_{bRe} = 0,285$ - gardish kengligini tashqi konus masofa bo`yicha koeffitsenti (ГОСТ 12289-76); $K_d = 99$ -to`g`ri tishli konussimon uzatma uchun; u_k –konussimon pog`ona uzatishlar soni.

$$d_{e_2} = 99^3 \sqrt{\frac{80 \cdot 10^3 \cdot 1,35 \cdot 2,8}{325^2 (1 - 0,5 \cdot 0,285)^2 \cdot 0,285}} = 237 \text{ mm.}$$

ГОСТ 12289-76 bo`yicha $d_{e_2} = 250 \text{ mm}$ qabul qilamiz (76-betga qarang).

Bu yerda, $T_3 = 80 \text{ Nm}$ g`ildirak valining burovchi momenti.

Tishlar sonini aniqlashtiramiz.

Shesternya tishlar soni $z_1 = 25$ qabul qilamiz. Shunda g`ildirak tishlar soni $z_2 = z_1 \cdot u_k = 25 \cdot 2,8 = 70$. G`ildirak tishlari sonini $z_2=70$ qabul qilamiz.

Uzatish sonini tekshiramiz

$$u_k = \frac{z_2}{z_1} = \frac{70}{25} = 2,8.$$

Bunda berilganidan og`ish

$$\frac{2,8 - 2,8}{2,8} \cdot 100 = 0\% < 3\%$$

natija GOCT 12289—76 da o`rnatilgan 3% dan kichik shart bajarildi.

Tashqi aylana modul

$$m_e = \frac{d_{e_2}}{z_2} = \frac{250}{70} = 3,57 \text{ mm}$$

m_e - topilgan qiymatni standart bo`yicha yaxlitlash shart emas.

d_{e_2} -o`lchamini aniqlashtiramiz

$$d_{e_2} = m_e \cdot z_2 = 3,57 \cdot 70 = 250 \text{ mm.}$$

Standart qiymatdan og`ish qiymatini aniqlaymiz

$$\frac{250 - 250}{250} \cdot 100 = 0\% < 2\%,$$

hatolik $0\% < 2\%$ shart bajarildi.

Konuslarning bo`luvchi burchaklari

$$\operatorname{ctg} \delta_1 = u = 2,8; \quad \delta_1 = 19^\circ 33';$$

$$\delta_2 = 90 - \delta_1 = 90 - 19^\circ 33' = 70^\circ 27'.$$

Tashqi konus masofa R_e va tish uzunligi “ b ”:

$$R_e = 0,5m_e \cdot \sqrt{z_1^2 + z_2^2} = 0,5 \cdot 3,57 \sqrt{25^2 + 70^2} = 132,7 \text{ mm};$$

$$b = \psi_{bR_e} \cdot R_e = 0,285 \cdot 132,7 = 37,8 \text{ mm},$$

$b = 38 \text{ mm}$ qabul qilamiz.

Shesternyaning tashqi bo`luvchi diametri

$$d_{e_1} = m_e \cdot z_1 = 3,57 \cdot 25 = 89,25 \text{ mm.}$$

Shesternyaning o`rtacha bo`luvchi diametri

$$d_1 = 2(R_e - 0,5 \cdot b) \sin \delta_1 = 2(132,7 - 0,5 \cdot 38) \sin 19^\circ 33' = 76 \text{ mm.}$$

Shesternya va g`ildirakning tashqi diametrlari:

$$d_{ae1} = d_{e1} + 2m_e \cos \delta_1 = 89,25 + 2 \cdot 3,57 \cdot 0,94235 = 96 \text{ mm};$$

$$d_{ae2} = d_{e2} + 2m_e \cos \delta_2 = 250 + 2 \cdot 3,57 \cdot 0,33465 = 252,4 \text{ mm}.$$

Tishning o`rtacha aylana moduli

$$m = \frac{d_1}{z_1} = \frac{76}{25} = 3,04 \text{ mm}.$$

O`rta diametr bo`yicha shesternya eni uzunligi koeffitsenti

$$\psi_{bd} = \frac{b}{d_1} = \frac{38}{76} = 0,5.$$

G`ildirakning o`rtacha aylana tezligi

$$v = \frac{\omega_2 \cdot d_1}{2 \cdot 10^3} = \frac{74 \cdot 76}{2 \cdot 10^3} = 2,8 \text{ m/s}.$$

Konussimon tishli uzatma uchun odatda 7-aniqlik darajasi belgilanadi.

Kontakt kuchlanishni tekshirish uchun yuklanish koeffitsentini aniqlaymiz:

3.2-jadvaldan $\psi_{bd} = 0,52$, $HB \leq 350$, konsol holat uchun tish uzunligi $K_{H\beta} = 1,19$ ekanligi aniqlanadi.

3.3-jadvaldan $v = 2,8 \text{ m/s}$ bo`lganda, 7-aniqlik darajasi uchun $K_{H\alpha} = 1,05$ ekanligi aniqlanadi.

3.4-jadvaldan $v = 2,8 \text{ m/s}$ va to`g`ri tishli g`ildirak uchun ilashishdagi dinamik kuchni hisobga oluvchi koeffitsent, $K_{Hv} = 1,05$ ga teng.

Shunday qilib, $K_H = K_{H\beta} \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{Hv} = 1,19 \cdot 1,05 \cdot 1,05 = 1,3$

Kontakt kuchlanishga tekshirish

$$\begin{aligned} \sigma_H &= \frac{335}{R_e - 0,5 \cdot b} \sqrt{\frac{T_3 \cdot K_H \sqrt{(u_k^2 + 1)^3}}{b \cdot u_k^2}} \\ &= \frac{335}{132,7 - 0,5 \cdot 38} \sqrt{\frac{80 \cdot 10^3 \cdot 1,3 \sqrt{(2,8^2 + 1)^3}}{38 \cdot 2,8^2}} = 289 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$\sigma_H < [\sigma_H] = 325 \text{ MPa}$ shart bajarildi.

Ilashmadagi kuchlarni aniqlaymiz: aylana kuch

$$F_t = \frac{2 \cdot T_2}{d_1} = \frac{2 \cdot 30 \cdot 10^3}{76} = 790 \text{ H};$$

bu yerda: $T_2 = 30 \text{ Nm}$ etaklovchi shesternya validagi burovchi moment.

SHesternyadagi radial kuch, g`ildirakdagi o`q bylab yo`nalgan kuchga teng,

$$F_{r1} = F_{a2} = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \delta_1 = 790 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ \cdot \cos 19^\circ 33' = 790 \cdot 0,364 \cdot 0,9429 \\ = 271 \text{ H};$$

shesternyadagi o`q bo`ylab yo`nalgan kuch g`ildirakdagi radial kuchga teng,

$$F_{a1} = F_{r2} = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \delta_1 = 790 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ \cdot \sin 19^\circ 33' = 790 \cdot 0,364 \cdot 0,33465 \\ = 96 \text{ H}.$$

Tishlarni eguvchi kuchlanishga chidamliligini tekshirish:

$$\sigma_F = \frac{F_t \cdot K_F \cdot Y_F}{\vartheta_F \cdot b \cdot m} \leq [\sigma_F].$$

Yuklanish koeffitsenti $K_F = K_{F\beta} \cdot K_{Fv} = 1,5 \cdot 1,15 = 1,725$;

3.6-jadvaldan $\psi_{bd} = 0,52$, $\text{HB} \leq 350$ bo`lganda, $K_{F\beta} = 1,5$.

3.7-jadvaldan 7 aniqlik darajasi, $v = 2,8 \text{ m/s}$ va $\text{HB} \leq 350$ bo`lganda, to`g`ri tish uchun $K_{Fv} = 1,15$.

Tish shakli koeffitsenti Y_F ni ekvalent tishlar soni bo`yicha aniqlaymiz (53-betga qarang):

shesternya uchun

$$z_{v1} = \frac{z_1}{\cos \delta_1} = \frac{25}{\cos 19^\circ 33'} \approx 27;$$

g`ildirak uchun

$$z_{v2} = \frac{z_2}{\cos \delta_2} = \frac{70}{\cos 70^\circ 27'} \approx 209.$$

Bulardan,

$$Y_{F1} = 3,85, \quad Y_{F2} = 3,6.$$

$\vartheta_F = 0,85$ -tajribada aniqlangan koeffisienti bo`lib u konussimon tishli uzatmaning silindrsimon tishli uzatmaga nisbatan yuk ko`tarish layoqati pastligini hisobga oldi.

Tishlarni eguvchi kuchlanish bo`yicha mustaxkamlikka tekshirishda ruxsat etilgan kuchlanish

$$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{Flimb}^o}{[S_F]}.$$

2.3-jadvaldan termik ishlovi normallangan va yaxshilangan po`latlar uchun qattiqligi $HB \leq 350$ bo`lganda chidamlilik chegarasi $\sigma_{Flimb}^o = 1,8HB$ ga teng.

Mustaxkamlik zaxirasi koeffisienti $[S_F] = [S_F]' \cdot [S_F]''$ 2.3 jadvaldan $[S_F]' = 1,75$ pokovka va shtampovka zagatovkalari uchun $[S_F]'' = 1,0$, shunday qilib, $[S_F] = 1,75 \cdot 1 = 1,75$.

Ruxsat etilgan kuchlanishlar:

shesternya uchun

$$[\sigma_{F1}] = \frac{1,8HB}{[S_F]} = \frac{1,8 \cdot 180}{1,75} = 185 \text{ MPa};$$

g`ildirak uchun

$$[\sigma_{F2}] = \frac{1,8HB}{[S_F]} = \frac{1,8 \cdot 160}{1,75} = 165 \text{ MPa}.$$

$\frac{[\sigma_F]}{Y_F}$ nisbatni aniqlaymiz:

shesternya uchun

$$\frac{\sigma_{F1}}{Y_{F1}} = \frac{185}{3,85} = 48 \text{ MPa};$$

g`ildirak uchun

$$\frac{\sigma_{F2}}{Y_{F2}} = \frac{165}{3,6} = 46 \text{ MPa}.$$

Tekshiruv hisobi g`ildirak tishlari uchun olib boriladi chunki aniqlangan nisbat qiymati g`ildirak uchun kichik qiymatga ega.

Tekshiruv

$$\sigma_F = \frac{790 \cdot 1,725 \cdot 3,6}{0,85 \cdot 38 \cdot 3,04} = 50 \text{ MPa}.$$

$\sigma_F < [\sigma_F] = 165 \text{ MPa}$ – mustaxkamlik sharti bajarildi.

Cekinyurar pog`ona hisobi.

Material tanlash va ruxsat etilgan kontakt kuchlanishni aniqlash.

Jadvaldan (2.1-jadval) material tanlaymiz: shesternya uchun 45Л po`lati, issiqlik ishlovi – normallangan, qattiqligi HB 180; g`ildirak uchun 40Л po`lati, issiqlik ishlovi – normallangan, qattiqligi 20 birlikka past – HB 160.

Ruxsat etilgan kontakt kuchlanishni aniqlash

$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{Hlimb} \cdot K_{HL}}{[S_H]},$$

bu yerda σ_{Hlimb} -bazaviy sikllar sonida, kontakt kuchlanish bo`yicha toliqish chegarasi. 2.2 jadvaldan tish yuzasi qattiqligi HB<350 dan kichik, issiqlik ishlovi yaxshilangan yoki normallangan uglerodli po`latlar uchun

$$\sigma_{Hlimb} = 2 \cdot HB + 70;$$

K_{HL} - umirboqiylik koeffisienti; yuklanishning sikllar soni, asosiydan katta reduktorning uzoq muddat ishlatilishida $K_{HL} = 1$ deb qabul qilinadi; $[S_H]$ -xavfsizlik koeffisienti issiqlik ishlovi yaxshilangan normallangan hamda hajmiy toblangan po`latlar uchun $[S_H] = 1,1 \div 1,2$, tish yuzasi mustahkamlanganda $[S_H] = 1,2 \div 1,3$ oralig`ida qabul qilinadi.

Shesternya tishlari uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanish

$$[\sigma_{H_3}] = \frac{(2 \cdot HB + 70) \cdot K_{HL}}{[S_H]} = \frac{(2 \cdot 180 + 70) \cdot 1}{1,2} = 358 \text{ MPa.}$$

G`ildirak tishlari uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanish

$$[\sigma_{H_4}] = \frac{(2 \cdot HB + 70) \cdot K_{HL}}{[S_H]} = \frac{(2 \cdot 160 + 70) \cdot 1}{1,2} = 325 \text{ MPa.}$$

Qiya tishli uzatma uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanish

$$[\sigma_H] = 0,45 \cdot ([\sigma_{H_3}] + [\sigma_{H_4}]) = 0,45 \cdot (358 + 325) = 307,4 \text{ MPa.}$$

Talab qilingan shart $[\sigma_H] \leq 1,23 \cdot [\sigma_{H_4}]$ bajarildi.

Uzatmaning loyiha hisobi

$K_{H\beta}$ –gardish eni bo`ylab yuklanishning notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffisient uning son qiymati 3.5 – jadvaldan qabul qilinadi. Shaklda keltirilgan sxemaga asosan g`ildiraklar tayanchlarga nisbatan nosimmetrik joylashgan va uzatmadagi kuchlar ta'sirida etaklanuvchi valda qo`shimcha

egilishlar hosil bo`lib, tishlar kontaktini yomonlashtiradi. Shuning uchun $K_{H\beta} = 1,25$ qabul qilamiz.

Tish enining o`qlararo masofa koeffisienti ψ_{ba} to`g`ri tishli g`ildiraklar uchun $\psi_{ba} \leq 0,25$; qiya tishli g`ildiraklar uchun $\psi_{ba} = 0,25 \div 0,63$ gacha taklif etilgan, lekin taklif etilgan oraliqlardagi qiymat GOCT 2185-66 (49-betga qarang) bo`yicha tanlab olinadi.

Standart qatordan tishli g`ildirak uchun $\psi_{ba} = 0,25$ qabul qilamiz.

O`qlararo masofa quyidagi formula yordamida hisoblanadi

$$a_w = K_a(u + 1) \sqrt[3]{\frac{T_4 K_{H\beta}}{[\sigma_H]^2 \cdot u^2 \cdot \psi_{ba}'}}$$

bu yerda, K_a – yordamchi koeffisient bo`lib, uning son qiymati qiya tishli g`ildiraklar uchun $K_a = 43$, to`g`ri tishli g`ildiraklar uchun $K_a = 49,5$ taklif etilgan. Biz qiya tishli g`ildirak uchun $K_a = 43$ qabul qilamiz

$$a_w = 43(3,15 + 1) \sqrt[3]{\frac{239 \cdot 10^3 \cdot 1,25}{[307,4]^2 \cdot 3,15^2 \cdot 0,25}} = 193,5 \text{ mm}$$

Hisoblab topilgan o`qlararo masofaning son qiymati GOCT 2185-66 bo`yicha (42-betga qarang) standart qatorda berilgan son qiymatilar bilan solishtirib eng yaqin kelganini tanlab olinadi.

Tanlangan qiymat iloji boricha 1-qatordan olinishi tavsiya etiladi. $a_{wt} = 200$ mm qabul qilamiz.

Ilashmadagi normal modulni hisoblaymiz

$$m_n = (0,01 \div 0,02) \cdot a_{wt} = (0,01 \div 0,02) 200 = 2 \div 4 \text{ mm};$$

GOCT 9563-60* standart qatoridan $m_n = 4$ mm tanlab olamiz (42-bet).

Shesternya tishlari sonini hisoblaymiz

$$z_3 = \frac{2a_{wc} \cdot \cos\beta}{(u + 1) \cdot m_n} = \frac{2 \cdot 200 \cdot 0,9848}{(3,15 + 1) \cdot 4} = 23,7;$$

$z_3 = 23$ qabul qilamiz.

G`ildirak tishlari sonini hisoblaymiz

$$z_4 = z_3 \cdot u_1 = 23 \cdot 3,15 = 72,45 \quad z_4 = 72 \text{ qabul qilamiz.}$$

Qiyalik burchagining aniqlangan qiymati

$$\cos \beta = \frac{(z_1 + z_2) \cdot m_n}{2a_w} = \frac{(23 + 72) \cdot 4}{2 \cdot 200} = 0,95.$$

Bradis jadvalidan $\cos \beta = 0,9500$ bo'lganda $\beta = 18^\circ 12'$ bo'ladi va $\beta = 8^\circ \div 20^\circ$ shart qanoatlantirildi.

Shesternya va g'ildirakning asosiy o'lchamlari:

bo'luvchi aylanalar diametrlari:

$$d_3 = \frac{m_n}{\cos \beta} \cdot z_1 = \frac{4}{0,95} \cdot 23 = 96,8 \text{ mm};$$

$$d_4 = \frac{m_n}{\cos \beta} \cdot z_2 = \frac{4}{0,95} \cdot 72 = 303,2 \text{ mm}.$$

Tekshirish:

$$a_w = \frac{d_3 + d_4}{2} = \frac{96,8 + 303,2}{2} = 200 \text{ mm}.$$

Tish ustidan o'tuvchi aylana diametrlari:

$$d_{a_3} = d_3 + 2m_n = 96,8 + 2 \cdot 4 = 104,8 \text{ mm};$$

$$d_{a_4} = d_4 + 2m_n = 303,2 + 2 \cdot 4 = 311,2 \text{ mm}.$$

Tish tubidan o'tuvchi aylanalar diametrini hisoblaymiz:

$$d_{f_3} = d_3 - 2,5m_n = 96,8 - 2,5 \cdot 4 = 86,8 \text{ mm};$$

$$d_{f_4} = d_4 - 2,5m_n = 303,2 - 2,5 \cdot 4 = 293,2 \text{ mm}.$$

G'ildirak eni $b_4 = \psi_{va} \cdot a_w = 200 \cdot 0,25 = 50 \text{ mm}$.

Shesternya eni $b_3 = b_4 + (5 \div 10) = 50 + 6 = 56 \text{ mm}$.

Uzatmaning tekshiruv hisobi

G'ildirakning aylana tezliga va uzatmaning aniqlik darajasi

$$v = \frac{\omega_3 \cdot d_3}{2} = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_3}{60 \cdot 10^3} = \frac{3,14 \cdot 96,8 \cdot 252,3}{60000} = 1,3 \text{ m/s}.$$

Bu yerda, d_3 -shesternyaning bo'luvchi aylanasi diametri va n_3 -shu shesternyaning joylashagan valining aylanish chastotasi.

Aylana tezlik $v = 1,3 \text{ m/s}$ bo'lganda ГОСТ 1643-81dagi tavsiyalarga asosan 8 - aniqlik darajasi olinadi (68-betga qarang).

Shesternya enining diametr koeffisienti

$$\psi_{bd} = \frac{b_3}{d_3} = \frac{56}{96,8} = 0,6.$$

Yuklanish koeffisienti

$$K_H = K_{H\beta} K_{H\alpha} K_{Hv}.$$

3.2-jadvaldan $\psi_{bd} = 0,6$, qattqlik $HB < 350$ va nosimmetrik holat uchun $K_{H\beta} = 1,07$ ekanligi aniqlandi.

3.3-jadvaldan $v = 1,3$ m/s va 8-aniqlik darajasi uchun $K_{H\alpha} = 1,09$ ekanligi aniqlandi.

3.4-jadvaldan dinamik koeffisient K_{Hv} qiymatini qiya tishli g`ildirak uchun $v = 1,3$ m/s, $HB < 350$ holatda $K_{Hv} = 1$ ekanligi aniqlandi.

Shunday qilib, yuklanish koeffitsenti $K_H = 1,07 \cdot 1,09 \cdot 1 = 1,2$

Tish yuzalarini kontakt kuchlanishga tekshiramiz

$$\sigma_H = \frac{270}{a_{wt}} \sqrt{\frac{T_4 \cdot K_H (u + 1)^3}{b_4 \cdot u_2^2}} = \frac{270}{200} \sqrt{\frac{239 \cdot 1,2 \cdot 10^3 (3,15 + 1)^3}{50 \cdot 3,15^2}} = 274,4 \text{ MPa}.$$

Agar hisobiy kontakt kuchlanish $[\sigma_H]$ dan katta, ya'ni $\sigma_H > [\sigma_H]$ bo`lsa o`qituvchining tavsiyasiga ko`ra hisoblarga o`zgartirish kiritib $\sigma_H < [\sigma_H]$ shart qanoatlantiriladi.

Ilashmada qatnashuvchi kuchlar: aylana kuch

$$F_{tc} = \frac{2T_3}{d_3} = \frac{2 \cdot 80 \cdot 10^3}{96,8} = 1653 \text{ N}$$

bu yerda, $T_3 = 80$ Nm - shesternya valining burovchi momenti;

$d_3 = 96,8$ mm - shesternyaning bo`lovchi aylana diametri.

Radial kuch

$$F_{rc} = F_{ts} \frac{\text{tg}\alpha}{\cos\beta} = 1653 \frac{0,3640}{0,95} = 633 \text{ N};$$

o`q bo`ylab yo`nalgan kuch

$$F_{ac} = F_{tc} \cdot \text{tg}\beta = 1653 \cdot \text{tg}18^\circ 12' = 1653 \cdot 0,3288 = 544 \text{ N}.$$

Ilashma tishlarini eguvchi kuchlanishga tekshirish uchun eguvchi kuchlanish bo'yicha yuklanish koeffisientini aniqlaymiz

$$K_F = K_{F\beta} K_{Fv}$$

3.6-jadvaldan $\psi_{bd} = 0,6$, qattqlik $HB \leq 350$ va nosimmertik holat uchun $K_{F\beta} = 1,15$ ekanligi aniqlandi.

3.7-jadvaldan K_{Fv} -son qiymatini 8-aniqlik darajasi, $HB \leq 350$, $v = 1,3$ m/s, qiya tishli uzatma uchun $K_{Fv} = 1,1$ ekanini aniqlandi.

Shunday qilib eguvchi kuchlanish bo'yicha yuklanish koeffisienti

$$K_F = 1,15 \cdot 1,1 = 1,3$$

Tish shakli koeffisientini Y_F qiymatini (53-betga qarang) aniqlaymiz, buning uchun ekvivalent tishlar sonini hisoblaymiz:

shesternya uchun

$$z_{v_3} = \frac{z_1}{\cos^3 \beta} = \frac{23}{0,8573} = 27, \quad Y_{F_3} = 3,86;$$

g'ildirak uchun

$$z_{v_4} = \frac{z_2}{\cos^3 \beta} = \frac{72}{0,8573} = 84, \quad Y_{F_4} = 3,61.$$

Eguvchi kuchlanishga ruxsat etilgan kuchlanishni aniqlaymiz

$$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{Flimb}^0}{[S_F]}.$$

2.3-jadvaldan σ_{Flimb}^0 -bazaviy siklar soni bo'yicha egilishiga chidamlilik chegarasi po'latining yaxshilangan, normallangan turi va $HB \leq 350$ bo'lganida

$$\sigma_{Flimb}^0 = 1,8 \cdot HB.$$

$[S_F]$ -xavfsizlik koeffisienti bo'lib, u $[S_F] = [S_F]' \cdot [S_F]''$ ga teng. 2.3-jadvaldan $[S_F]' = 1,75$ bo'lib, u tishli g'ildirak materiali xossalari o'zgaruvchanligini hisobga oladi. $[S_F]''$ - tishli g'ildirak zagatovkasining olinish usulini hisobga oluvchi koeffisient, bolg'alangan va shtamplangan zagatovka uchun $[S_F]'' = 1$, prokat uchun $[S_F] = 1,15$ quyma zagatovka uchun $[S_F]'' = 1,3$ ga teng. Bizning misolimiz uchun $[S_F]'' = 1$; natijada $[S_F] = 1,75$.

Shunday qilib: shesternya uchun $\sigma_{Flimb}^0 = 1,8 \cdot 180 = 324$ MPa;

$$\text{g'ildirak uchun, } \sigma_{Flimb} = 1,8 \cdot 160 = 288 \text{ MPa.}$$

Ruxsat etilgan kuchlanish:

$$\text{shesternya uchun, } \sigma_{F_1} = \frac{324}{1,75} = 185 \text{ MPa;}$$

$$\text{g'ildirak uchun, } \sigma_{F_2} = \frac{288}{1,75} = 164,6 \text{ MPa.}$$

$\frac{[\sigma_F]}{Y_F}$ nisbatni hisoblaymiz:

$$\text{shesternya uchun } \frac{[\sigma_{F_1}]}{Y_{F_1}} = \frac{185}{3,86} = 48 \text{ MPa;}$$

$$\text{g'ildirak uchun } \frac{[\sigma_{F_2}]}{Y_{F_2}} = \frac{164,6}{3,61} = 45,6 \text{ MPa.}$$

Hisoblangan nisbatga ko'ra olingan natija g'ildirakda kichik bo'lib chiqdi, shuning uchun g'ildirak tishlarini eguvchi kuchlanishga tekshiramiz.

Y_β -koeffisientini hisoblaymiz, bu koeffisient to'g'ri tishni hisoblash sxemasini qiya tishni hisoblashga kiritilishi natijasida hosil bo'ladigan xatolikni yo'qotish uchun kiritilgan bo'lib, u quyidagicha aniqlanadi

$$Y_\beta = 1 - \frac{\beta}{140} = 1 - \frac{18,2}{140} = 0,87.$$

$K_{F\alpha}$ -ni hisoblaymiz. Y tishlar orasida yuklanishni notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffisient bo'lib, u quyidagi formula yordamida hisoblanadi

$$K_{F\alpha} = \frac{4 + (E_\alpha - 1)(n - 5)}{4\varepsilon_\alpha};$$

bu yerda, yon qoplash koeffisienti- $\varepsilon_\alpha=1,5$, aniqlik darajasi- $n=8$ bo'lganda

$$K_{F\alpha} = 0,92 \text{ ga teng.}$$

G'ildirak tishlarini quyidagi formula yordamida eguvchi kuchlanishga tekshiramiz:

$$\sigma_F = \frac{F_t \cdot K_F \cdot Y_F \cdot Y_\beta \cdot K_{F\alpha}}{b_2 \cdot m} \leq [\sigma_F];$$

$$\sigma_F = \frac{1653 \cdot 1,3 \cdot 3,61 \cdot 0,87 \cdot 0,92}{50 \cdot 4} = 31 \text{ MPa.}$$

$\sigma_F < [\sigma_F]$ sharti bajarildi, agar shart bajarilmasa, o`qituvchining tavsiyasiga binoan hisobga o`zgartirishlar kiritiladi.

Yassi tasmali uzatma hisobi

Kinematik hisobdan, uzatilayotgan quvvat $P = 2,3$ kVt, aylanish chastotasi, $n_1 = 1434$ min⁻¹, uzatish soni $i=2,03$ bo`lganda yuritma uchun, yassi tasmali uzatmaning loyiha hisobini bajaramiz.

Etaklovchi shkiv diametrini aniqlash

$$d_1 \approx 6\sqrt[3]{T_1} = 6\sqrt[3]{15,3 \cdot 10^3} = 148,9 \text{ mm},$$

ГОСТ 17383-73 dan $d_1 = 160$ mm qabul qilamiz (146-betga qarang).

Etaklanuvchi shkiv diametri

$$d_2 = i_T d_1 (1 - \varepsilon) = 2,03 \cdot 160 \cdot (1 - 0,01) = 321,5 \text{ mm},$$

ГОСТ 17383-73 dan $d_2 = 315$ mm qabul qilamiz (146-betga qarang).

Uzatishlar nisbatini aniqlashtiramiz

$$i'_T = \frac{d_2}{d_1(1 - \varepsilon)} = \frac{315}{160(1 - 0,01)} = 1,99.$$

Bu yerda $\varepsilon = 0,01$ tarangligi rostlanuvchi tasma uchun.

Uzatish nisbatining og`ishini hisoblash

$$\frac{\Delta i}{i} = \frac{2,03 - 1,99}{1,99} \cdot 100 = 2\% < 3\%.$$

Olingan natija shartni qanoatlantirdi.

O`qlararo masofa a_T

$$a_{max} = 2(d_1 + d_2) = 2(160 + 315) = 950 \text{ mm}.$$

Etaklovchi shkivning qamrov burchagi

$$\alpha_1 = 180^\circ - 60 \frac{d_2 - d_1}{a_T} = 180^\circ - 60 \frac{315 - 160}{950} = 170^\circ.$$

Tasmaning hisobiy uzunligi

$$L = 2a_T + 0,5\pi(d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a_T}$$

$$= 2 \cdot 950 + 0,5 \cdot 3,14 \cdot (160 + 315) + \frac{(315 - 160)^2}{4 \cdot 950} = 2652 \text{ mm}.$$

Tasmaning tezligi

$$v = \frac{\pi d_1 n_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 160 \cdot 1434}{60 \cdot 1000} = 12 \text{ m/s.}$$

Aylana kuch,

$$F_t = \frac{P}{v} = \frac{2,3 \cdot 10^3}{12} = 192 \text{ N.}$$

7.1 jadvaldan БКНЛ тасмасини танлаймиз, тасманing қистирмалари sonи $z = 3$, $\delta_0 = 1,2 \text{ mm}$, $P_0 = 3 \text{ N/mm}$. $\delta < 0,025d_1$ sharti bajarilishini tekshiramiz.

$$\delta = \delta_0 \cdot z = 1,2 \cdot 3 = 3,6 \text{ mm.}$$

$$0,025d_1 = 0,025 \cdot 160 = 4 \text{ mm. SHart bajarildi.}$$

Shkivning qamrov burchagi koeffisienti

$$C_\alpha = 1 - 0,003(1 - \alpha_1) = 1 - 0,003(180 - 170) = 0,97.$$

Tasma tezligi ta'sirini hisobga oluvchi koeffisient

$$C_v = 1,04 - 0,0004v^2 = 1,04 - 0,0004 \cdot 12^2 = 0,98.$$

Ishlash rejimi koeffisienti C_r 7.3 jadvaldan lentali konveyerlar uchun $C_r = 1$.

Uzatma markaziy chiziqlarining qiyalik burchagini hisobga oluvchi koeffisient- C_θ . 60° gacha bo'lgan burchaklar uchun $C_\theta = 1$.

Qistirmaning 1 mm kengligiga to'g'ri keladigan ruxsat tilgan ishchi yuklama

$$[P] = p_0 C_\alpha C_v C_r C_\theta = 3 \cdot 0,97 \cdot 0,98 \cdot 1 \cdot 1 = 2,85 \text{ N/mm.}$$

Tasma eni

$$b \geq \frac{F_t}{z[p]} = \frac{192}{3 \cdot 2,85} = 22,5 \text{ mm.}$$

7.1 jadvaldan jadvaldan $b = 25 \text{ mm}$ qabul qilamiz.

Tasmaning dastlabki tarangligi

$$F_0 = \sigma_0 b \delta = 1,8 \cdot 25 \cdot 3,6 = 162 \text{ N.}$$

Bu yerda σ_0 -tasmaning dastlabki tarangligidan hosil bo'ladigan kuchlanish, uning optimal qiymati $\sigma_0 = 1,8 \text{ MPa}$.

Tasma tarmoqlarining tarangligi: etakchi tarmoq

$$F_1 = F_0 + 0,5F_t = 162 + 0,5 \cdot 192 = 258 \text{ N.}$$

Etaklanuvchi tarmoq

$$F_1 = F_0 - 0,5F_t = 162 - 0,5 \cdot 192 = 66 \text{ N.}$$

F_1 kuchi ta'siridagi kuchlanish

$$\sigma_1 = \frac{F_1}{b\delta} = \frac{258}{25 \cdot 3,6} = 2,9 \text{ MPa.}$$

Egilishdagi kuchlanishi

$$\sigma_e = E_e \frac{\delta}{d_1} = 100 \frac{3,6}{160} = 2,25 \text{ MPa.}$$

Bu yerda charim va rezinalangan tasmalar uchun $E_e = 100 \div 200 \text{ MPa}$,
ipgazlama tasmalar uchun $E_e = 50 \div 80 \text{ MPa}$.

Markazdan qochirma kuch ta'siridagi kuchlanish

$$\sigma_v = \rho v^2 10^{-6} = 1100 \cdot 12^2 \cdot 10^{-6} = 0,16 \text{ MPa.}$$

Bu yerda tasma zichligi $\rho = 1100 \div 1200 \text{ kg/m}^3$; ko'paytuvchi 10^{-6} σ_v ni MPa ga aylantirish uchun xizmat qiladi.

Maksimal kuchlanish

$$\sigma_{max} = \sigma_1 + \sigma_e + \sigma_v = 2,9 + 2,25 + 0,16 = 5,3 \text{ MPa.}$$

Shart $\sigma_{max} \leq 7 \text{ MPa}$ bajarildi.

Tasmani umrboqiylikka tekshirish:

aylanishlar soni

$$\lambda = \frac{v}{L} = \frac{12}{2,652} = 4,52 \text{ s}^{-1};$$

$$C_i = 1,5\sqrt[3]{i} - 0,5 = 1,5\sqrt[3]{2,03} - 0,5 = 1,4;$$

o'zgarmas yuklanishda $C_n = 1$

Tasmaning umrboqiyligi

$$H_0 = \frac{\sigma_{-1}^6 10^7 C_i C_e}{\sigma_{max}^6 2 \cdot 3600 \lambda} = \frac{7^6 \cdot 10^7 \cdot 1,4 \cdot 1}{5,3^6 \cdot 2 \cdot 3600 \cdot 4,52} = 2283 \text{ s.}$$

Uzatma vallariga ta'sir etuvchi kuch.

$$F_v = 3F_o \cdot \sin \frac{\alpha_1}{2} = 3 \cdot 162 \cdot \sin \frac{170}{2} = 484 \text{ H.}$$

8.5-§. Chervyakli reduktor va zanirli uzatmadan tashkil topgan yuritma hisobi

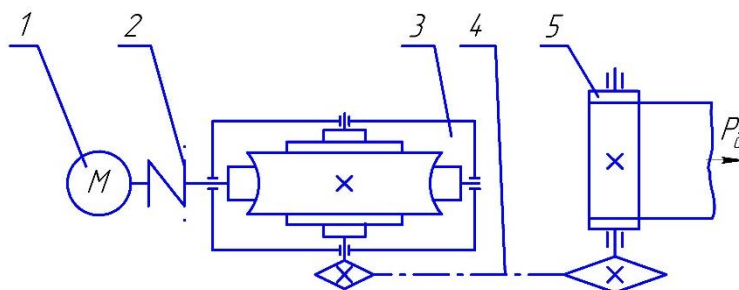
Masalaning qo`yilishi: Shakilda keltirilgan lentali konveyer barabani validagi quvvat $P_b=4$ kVt, aylanishlar chastotasi $n_b= 20 \text{ min}^{-1}$, baraban diametri $D_b=260$ mm. Lentali konveyer yuritmasi loyihalansin.

Masalaning echilishi:

Kinematik hisob. Yuritmaning umumiy foydali ish koeffisientini aniqlaymiz. Yuritmaning umumiy FIK yuritmadagi har bir uzatma va podshipniklar FIKlarning ko`paytmasiga teng bo`lib, ularning qiymat-lari 3.1-jadvaldan olinadi.

$$\eta_{um} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3^3 = 0,82 \cdot 0,95 \cdot 0,99^4 = 0,75.$$

Lentali konveyer sxemasi.
1-Elektrodvigatel. 2-Mufta.
3-Chervyakli reduktor.
4-Zanjirli uzatma. 5- Baraban.



Buyerda: $\eta_1 = 0,82$ – chervyakli uzatmaning FIK; $\eta_2 = 0,95$ – zanjirli uzatmaning FIK; $\eta_3 = 0,99$ – bir juft dumalash podshipniklarining FIK.

Elektrodvigatel talab qilgan quvvatni topamiz

$$P_T = \frac{P_b}{\eta_{um}} = \frac{4}{0,75} = 5,33 \text{ kVt}.$$

Elektrodvigatel tanlaymiz (8.1-jadval), tanlangan asinxron 4A seryali elektrodvigatelning quvvati $P_{el} = 5,5$ kVt, sinxron aylanish chastotasi $n_c = 1000 \text{ min}^{-1}$, sirpanishi $S = 3,3\%$, markasi 132S2 elektrodvigatel valining diametri $d_{el} = 38$ mm.

Elektrodvigatelning nominal aylanish chastotasini hisoblaymiz

$$n_n = n_c \cdot \left(1 - \frac{S}{100}\right) = 1000 \cdot \left(1 - \frac{3,3}{100}\right) = 967 \text{ min}^{-1}.$$

Yuritmaning umumiy uzatish nisbatini topamiz

$$u_{um} = \frac{n_n}{n_b} = \frac{967}{20} = 48,35.$$

Chervyakli reduktor uchun ГОСТ 2144-76 dan (97-betga qarang) uzatish nisbatlarini tanlaymiz $u_r = 16$.

Zanjirli uzatma uzatishlar nisbatini hisoblaymiz

$$u_z = \frac{u_{um}}{u_r} = \frac{48,35}{16} = 3,02.$$

$n_n = n_1 = 967 \text{ min}^{-1}$ ekanligini hisobga olgan holda har bir valdagi aylanishlar chastotasini topamiz:

ikkinchi valning aylanish chastotasi

$$n_2 = \frac{n_1}{u_r} = \frac{967}{16} = 60,4 \text{ min}^{-1};$$

uchinchi valning aylanish chastotasi

$$n_3 = \frac{n_2}{u_z} = \frac{60,4}{3,02} = 20 \text{ min}^{-1}.$$

$n_3 = n_1 = 20 \text{ min}^{-1}$ natija uzatish nisbatlari to'g'ri taqsimlangan va xatolik yo'qligidan dalolat beradi.

$P_{el} = P_1 = 5,33 \text{ kVt}$ ekanligini hisobga olgan holda har bir valdagi quvvatni topamiz: ikkinchi valdagi quvvat

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_1 \cdot \eta_3 = 5,33 \cdot 0,82 \cdot 0,99 = 4,33 \text{ kVt}.$$

Xuddi shu tarzda 3 – valdagi quvvat P_3 ni toramiz

$$P_3 = P_2 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3^2 = 5 \cdot 0,95 \cdot 0,99^2 = 4 \text{ kVt}.$$

Vallardagi burchak tezliklari qiymatlari:

$$\omega_1 = \frac{\pi n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 967}{30} = 101,2 \text{ rad/sek};$$

$$\omega_2 = \frac{\pi n_2}{30} = \frac{3,14 \cdot 60,4}{30} = 6,32 \text{ rad/sek};$$

$$\omega_3 = \frac{\pi n_3}{30} = \frac{3,14 \cdot 20}{30} = 2,09 \text{ rad/sek}.$$

Yuqorida hisoblab topilgan har bir valdagi aylanish chastotalari va quvvat qiymatlaridan mos ravishda foydalanib, har bir valdagi burovchi momentlarni hisoblaymiz.

Birinchi val ya'ni, elektrodvigatel validagi burovchi moment

$$T_1 = 9550 \cdot \frac{P_1}{n_1} = 9550 \cdot \frac{5,33}{967} = 52,6 \text{ Nm.}$$

Ikkkinchi valdagi burovchi moment

$$T_2 = 9550 \cdot \frac{P_2}{n_2} = 9550 \cdot \frac{4,33}{60,4} = 684,6 \text{ Nm.}$$

Uchinchi valdagi burovchi moment

$$T_3 = 9550 \cdot \frac{P_3}{n_3} = 9550 \cdot \frac{4}{20} = 1910 \text{ Nm.}$$

Olib borilgan hisoblarimiz to`g`riligini tekshiramiz

$$T_3 = T_1 \cdot u_{um} \cdot \eta_{um} = 52,6 \cdot 48,3 \cdot 0,75 = 1906 \text{ Nm.}$$

Olingan natija hisoblarimiz to`g`ri bajarilganidan dalolat beradi.

Chervyakli uzatma hisobi

Chervyak o`ramlari sonini uzatish soniga mos ravishda tanlaymiz, taklifga asosan (97-betga qarang) $u = 16$ bo`lganida $z_1 = 2$ olinadi.

Chervyak g`ildiragi tishlari soni $z_2 = z_1 \cdot u = 2 \cdot 16 = 32$ olingan natija standart qiymatga to`g`ri keladi.

Chervyak uchun Ст 45 po`lati olamiz, issiqlik ishlovi toblash, qattiqligi HRC 45 dan kam bo`lmaydi, jilvirlash nazarda tutilgan. Chervyak g`ildiragi gardishi uchun esa bronza БрА9Ж3Л (qum shakilga quyilgan) tanlaymiz.

Oldindan uzatma ilashishidagi sirpanish tezligini $v_s \approx 5$ m/s qabul qilamiz va mos ravishda ruxsat etilgan kontakt kuchlanish qiymatini aniqlaymiz $[\sigma_H] = 155 \text{ MPa}$ (4.6-jadval). Reversiv bo`lmagan ish harakati uchun ruxsat etilgan eguvchi kuchlanish $[\sigma_{oF}] = K_{FL}[\sigma_{oF}]'$. Bu formulada uzatma uzoq muddat ishlaganda, ya'ni tishning yuklanish sikllari soni $N_z > 25 \cdot 10^7$ bo`lganda $K_{HL} = 0,543$ ga teng. $[\sigma_{oF}]' = 98 \text{ MPa}$ (4.5-jadval)

Reversiv bo`lmagan ish harakatida egilish uchun ruxsat etilgan kuchlanish quyidagicha aniqlanadi: $[\sigma_{oF}] = K_{FL}[\sigma_{oF}]' = 0,543 \cdot 98 = 53,2 \text{ MPa}$.

Chervyak diametrini hisobga oluvchi koeffisient "q" qiymatini keyinchalik standartlashtirish sharti bilan oldindan $q=8$ qabul qilamiz (4.1-jadval).

Oldindan yuklanish koeffisienti qiymatini $K=1,2$ qabul qilamiz.

Kontakt kuchlanish uchun mustahkamlik shartidan foydalanib o`qlararo masofani aniqlaymiz

$$a_w = \left(\frac{z_2}{q} + 1\right)^3 \sqrt{\left(\frac{170}{\frac{z_2}{q} [\sigma_H]}\right)^2 T_2 K} = \left(\frac{32}{8} + 1\right)^3 \sqrt{\left(\frac{170}{\frac{32}{8} [155]}\right)^2 684,6 \cdot 10^3 \cdot 1,2}$$

$$= 197,6 \text{ mm.}$$

Modul qiymatini hisoblaymiz

$$m = \frac{2a_w}{z_2 + q} = \frac{2 \cdot 197,6}{32 + 8} = 9,88 \text{ mm.}$$

ГОСТ 2144-76 (4.1-jadval)dan m va q ning standart qiymatlarini olamiz. Standart bo`yicha $m = 10$ va $q=8$ qabul qilamiz.

m va q ning standart o`lchamlari asosida o`qlararo masofani tekshiramiz:

$$a_w = \frac{m(q + z_2)}{2} = \frac{10(8 + 32)}{2} = 200 \text{ mm.}$$

Chervyakning asosiy o`lchamlarini aniqlaymiz:

chervyakning bo`luvchi diametri $d_1 = q \cdot m = 8 \cdot 10 = 80 \text{ mm}$;

chervyak o`rami tashqi diametri $d_{a1} = d_1 + 2m = 80 + 2 \cdot 10 = 100 \text{ mm}$;

chervyak o`ramining ichki diametri

$$d_{f1} = d_1 + 2,4m = 80 - 2,4 \cdot 10 = 56 \text{ mm};$$

chervyakning o`rami kesilgan qismi uzunligi

$$b_1 \geq (11 + 0,06z_2)m + 25 = (11 + 0,06 \cdot 32)10 + 25 = 154,2 \text{ mm};$$

$b_1 = 154 \text{ mm}$ qabul qilamiz.

O`ramlarning bo`luvchi ko`tarilish burchagi γ (4.2-jadvaldan tanlanadi) $z_1=2$, $q=8$ mm bo`lganda $\gamma = 14^\circ 02'$ bo`ladi.

Chervyak g`ildiragining asosiy o`lchamlarini aniqlash:

chervyak g`ildiragining bo`luvchi aylanasi diametri

$$d_2 = z_2 m = 32 \cdot 10 = 320 \text{ mm};$$

chervyak g`ildiragining tashqi diametri

$$d_{a2} = d_2 + 2m = 320 + 2 \cdot 10 = 340 \text{ mm};$$

chervyak g`ildiragini ichki diametri

$$d_{f2} = d_2 - 2,4m = 320 - 2,4 \cdot 10 = 296 \text{ mm};$$

chervyak g`ildiragining katta diametri

$$d_{aM2} \leq d_{a2} + \frac{6m}{z_1 + 2} = 340 + \frac{6 \cdot 10}{2 + 2} = 355 \text{ mm};$$

chervyak g`ildiragi gardishining eni

$$b_2 \leq 0,75d_{a1} = 0,75 \cdot 100 = 75 \text{ mm}.$$

Chervyakning aylana tezligi v_1 ni aniqlaymiz

$$v_1 = \frac{\pi d_1 n_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 967}{60 \cdot 10^3} = 4 \text{ m/s}.$$

Sirpanish tezligi v_s ni aniqlaymiz

$$v_s = \frac{v_1}{\cos \gamma} = \frac{4}{\cos 14^\circ 02'} = 4,12 \text{ m/s};$$

Ushbu tezlikda $[\sigma_H]$ ni qiymatini 4.6-jadvaldan tanlanadi

$[\sigma_H] = 160 \text{ MPa}$. Farqi

$$\frac{160 - 155}{160} \cdot 100\% = 3\%.$$

Uzatmani kontakt kuchlanishga tekshirish uchun, reduktorning FIK ni aniqlaymiz.

Sirpanish tezligi $v_s = 4,12 \text{ m/s}$, jilvirlangan chervyak va qalaysiz bronza uchun keltirilgan ishqalanish koeffisienti (4.4-jadvaldan)

$$f' = 0,025 \cdot 1,5 = 0,0375 \text{ va keltirilgan ishqalanish burchagi } \rho' = 1^\circ 25'.$$

Tayanchlardagi yo`qotishlar hamda moy sochish va aralashtirish uchun sarflangan energiyani hisobga olgan holda, reduktorning foydali ish koeffitsientini aniqlaymiz

$$\eta = (0,95 \div 0,96) \frac{\operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg}(\gamma + \rho)} = (0,95 \div 0,96) \frac{\operatorname{tg} 14^\circ 02'}{\operatorname{tg}(14^\circ 02' + 1^\circ 25')} = 0,9.$$

Uzatmaning aniqlik darajasini 4.9-jadvalga binoan $v_s = 3 \div 7,5 \text{ m/s}$ gacha bo`lganda, 7-aniqlik darajasiga, dinamik koeffisient $K_v = 1,1$ ga to`g`ri keladi.

Yuklanishni notekis tarqalishini hisobga oluvchi koeffisientni aniqlash:

$$K_\beta = 1 + \left(\frac{z_2}{\theta}\right)^3 (1 - x) = 1 + \left(\frac{32}{57}\right)^3 (1 - 0,6) = 1,07$$

bu yerda: θ -chervyak deformatsiyasini hisobga oluvchi koeffisient bo`lib, uning son qiymati 4.8-jadvaldan olinadi, $q=8$ va $z_1 = 2$ bo`lganda $\theta = 57$; qo`shimcha koeffisient $x=0,6$ qabul qilamiz.

Yuklanish koeffisienti $K = K_\beta K_v = 1,07 \cdot 1,1 = 1,18$.

Kontakt kuchlanish bo`yicha mustahkamlikka tekshiramiz

$$\sigma_H = \frac{170}{\frac{z_2}{q}} \sqrt{\frac{T_2 K \left(\frac{z_2}{q} + 1\right)^3}{a_w^3}} = \frac{170}{\frac{32}{8}} \sqrt{\frac{684,6 \cdot 10^3 \cdot 1,18 \left(\frac{32}{8} + 1\right)^3}{200^3}} = 157 \text{ MPa};$$

$$151 \text{ MPa} < [\sigma_H] = 160 \text{ MPa}.$$

Hisobiy kuchlanish ruxsat etilganidan 5,6% ga kichik natija shartni qanoatlantiradi, bu farq 15% gacha ruxsat etiladi.

Ekvivalent tishlar sonini aniqlash

$$z_v = \frac{z_2}{\cos^3 \gamma} = \frac{32}{(\cos 14^\circ 02')^3} = 35.$$

4.7-jadvaldan tish shaklini koeffisienti Y_F qiymatini olamiz.

$$Y_F = 2,32.$$

Egilishdagi kuchlanish

$$\sigma_F = \frac{1,2 T_2 K Y_F}{z_2 b_2 m^2} = \frac{1,2 \cdot 684,6 \cdot 10^3 \cdot 1,18 \cdot 2,32}{32 \cdot 75 \cdot 10^2} = 9,4 \text{ MPa},$$

yuqorida hisoblangan qiymatga nisbatan ancha kichik ya'ni,

$$\sigma_F = 9,4 < [\sigma_{oF}] = 53,2 \text{ MPa} \text{ shart bajarildi.}$$

Zanjirli uzatma hisobi

Kinematik hisobdan etakchi yulduzcha validagi burovchi moment $T_2 = 684,6$ Nm, aylanish chastotasi $n_2 = 60,4 \text{ min}^{-1}$, uzatish soni $u_z = 3,02$, yuritma uchun T_2 qiymatining kattaligini hisobga olgan holda, ikki qatorli zanjirli uzatma hisoblansin.

Ikki qatorli rolikli zanjir tanlaymiz.

Tishlar soni: etaklovchi yulduzchada $z_3 = 31 - 2 \cdot u_z = 31 - 2 \cdot 3,02 = 24,76$

etaklanuvchi yulduzchada $z_4 = z_3 \cdot u_z = 25 \cdot 3,02 = 75,5$

$z_3 = 25$, $z_4 = 76$ qabul qilamiz. z_3 va z_4 butun sonni tashkil etishi kerak. Agar butun sonni tashkil etmasa, avval z_3 keyin esa z_4 butun songa keltiriladi.

Xaqiqiy uzatish soni

$$u_3 = \frac{z_4}{z_3} = \frac{76}{25} = 3,04 \quad \text{Og'ish} \frac{3,04 - 3,02}{3,04} \cdot 100\% = 0,6\% < 3\%.$$

Hisobiy yuklanish koeffitsienti

$$K_e = K_d K_a K_g K_{soz} K_{moy} K_{shar}$$

bu yerda K_d - dinamik koeffitsient: sokin yuklanishda $K_d=1$, zarbli yuklanishda zarbaning takroriylikiga bog'liq ravishda $K_d=1,25 \div 2,5$ gacha qabul qilinadi. K_a - o'qlararo masofani hisobga oluvchi koeffitsient: $\alpha=(30 \div 50)t$ bo'lganda $K_a=1$; $\alpha=50t$ dan oshganida xar bir 20t da $K_a=0,1$ ga kamayadi; $\alpha \leq 25t$ bo'lganda $K_a=1,25$ qabul qilinadi. K_g - uzatmaning qiyalik burchagini hisobga oluvchi koeffitsient: 60° gacha $K_g = 1$; 60° dan katta bo'lganda $K_g = 1,25$; zanjirning tarangligi avtomatik rostlanganda qiyalik burchagidan qat'iy nazar $K_g = 1$ bo'ladi. K_{soz} – taranglanish uslubini hisobga oluvchi koeffitsient: avtomatik sozlanishda $K_{soz} = 1$; davriy sozlanishda $K_{soz} = 1,25$; K_{moy} -zanjirning moylanish uslubini hisobga oluvchi koeffitsient: karterli moylanishda $K_{moy}=0,8$; uzluksiz moylanishda $K_{moy}=1$; davriy moylanishda $K_{moy}=1,3 \div 1,5$. K_{shar} -uzatmaning ishlash davomiyligini hisobga

oluvchi koeffitsient: bir smena uchun $K_{shar}=1$; ikki smena uchun $K_{shar} 1,25$; uch smena uchun $K_{shar}=1,5$. Shunday qilib

$$K_e = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1,5 \cdot 1 = 1,875.$$

Zanjir qadami t ni aniqlash uchun, zanjir sharnirlaridagi ruxsat etilgan bosim $[p]$ ni taxminiy qiymatini bilishimiz kerak. Jadvaldan (5.4-jadval) etaklovchi yulduzchanning aylanish chastotasi $n_2 = 60,4 \text{ min}^{-1}$ va qadam t asosida ruxsat etilgan bosimni aniqlaymiz.

$n=100 \text{ min}^{-1}$, $t= 25,4 \text{ mm}$ bo'lganda, o'rtacha ruxsat etilgan kuchlanish $[p] = 29 \text{ MPa}$ olinadi. Ikki qatorli zanjir $m=2$

$$t \geq 2,8 \sqrt[3]{\frac{T_2 \cdot K_e}{z_3[r] \cdot m}} = 2,8 \sqrt[3]{\frac{684,6 \cdot 1,875 \cdot 10^3}{25 \cdot 29 \cdot 2}} = 27 \text{ mm.}$$

Hisoblab topilgan qadam $t=27$ mm asosida jadvaldan (5.2-jadval) zanjir tanlaymiz. $t=31,75$ mm, buzuvchi yuklama $Q=177$ kN massa, $q=7,3 \text{ kg/m}$, $A_{\text{on}}=524 \text{ mm}^2$.

Zanjirning tezligi

$$v = \frac{z_5 \cdot t \cdot n_2}{60 \cdot 10^3} = \frac{25 \cdot 31,75 \cdot 60,4}{60 \cdot 10^3} = 0,8 \text{ m/s.}$$

Etaklovchi yulduzchaga validagi burchakli tezlik

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot n_2}{30} = \frac{3,14 \cdot 60,4}{30} = 6,32 \text{ r/s.}$$

Aylana kuch

$$F_{tz} = \frac{T_2 \cdot \omega_2}{v} = \frac{684,6 \cdot 6,32}{0,8} = 5408 \text{ N.}$$

Sharnirdagi bosimni tekashiramiz

$$P = \frac{F_{tz} \cdot K_e}{A_{\text{on}}} = \frac{5408 \cdot 1,875}{524} = 19,4 \text{ MPa.}$$

5.4-jadvalning 1-eslatmasiga binoan ruxsat etilgan bosimga tuzatish kiritamiz
 $P = [P] \cdot [1 + 0,01(z_5 - 17)] = 29 \cdot [1 + 0,01(25 - 17)] = 31,32 \text{ MPa}$

$P < [P]$ sharti bajarildi.

Zanjir zvenolari sonini aniqlaymiz.

$$L_t = 2a_t + 0,5z_{\Sigma} + \frac{\Delta^2}{a_t};$$

bu yerda, $a_t = \frac{a_s}{t} = 50$; $z_{\Sigma} = z_5 + z_6 = 25 + 76 = 101$.

Tuzatma

$$\Delta = \frac{z_6 - z_5}{2 \cdot 3,14} = \frac{76 - 25}{6,28} = 8,12$$

$$L_t = 2 \cdot 50 + 0,5 \cdot 101 + \frac{8,12^2}{50} = 151,8$$

Juft songacha yaxlitlaymiz $L_t = 152$

Zanjirli uzatmaning o`qlararo masofasini aniqlaymiz

$$a_s = 0,25t[L_t - 0,5z_\Sigma + \sqrt{(L_t - 0,5z_\Sigma)^2 - 8\Delta^2}] = 7,94 [101,5 + \sqrt{(101,5)^2 - 8 \cdot 8,12^2}] = 7,94[101,5 + 98,86] = 1591 \text{ mm.}$$

Zanjirning salqinligini ta'minlash uchun hisoblab topilgan o`qlararo masofa 0.4% ga ya'ni $1591 \cdot 0,004 = 6,4 \text{ mm}$ ga kamaytiriladi.

$$a_z = 1591 - 6,4 = 1584,6 \text{ mm}$$

Etaklovchi yulduzchaning bo`luvchi aylanasi diametri

$$d_{d5} = \frac{t}{\sin \frac{180}{z_5}} = \frac{31,75}{\sin \frac{180}{25}} = 253,3 \text{ mm.}$$

Etaklanuvchi yulduzchaning bo`luvchi aylanasi diametri

$$d_{d6} = \frac{t}{\sin \frac{180}{z_6}} = \frac{31,75}{\sin \frac{180}{76}} = 768,3 \text{ mm.}$$

Yulduzchalarning tashqi aylanasi diametrini aniqlaymiz

$$D_{e5} = t \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{z_5} + 0,7 \right) - 0,3d_1 = t \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{z_5} + 0,7 \right) - 5,7.$$

Bu yerda, $d_1 = 19,05 \text{ mm}$ -zanjir roligi diametri (5.2-jadvaldan)

$$D_{e5} = 31,75 \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{25} + 0,7 \right) - 5,7 = 31,75(7,916 + 0,7) - 5,7 = 273,6 \text{ mm}$$

$$D_{e6} = 31,75 \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{76} + 0,7 \right) - 5,7 = 31,75(24,20 + 0,7) - 5,7 = 790,6 \text{ mm}$$

Zanjirga ta'sir etuvchi kuchlar:

aylana kuch $F_{tz} = 5408 \text{ N}$ -yuqorida aniqlangan;

markazdan qochma kuch $F_v = q \cdot v^2 = 7,3 \cdot 0,8^2 = 4,7 \text{ m/s}$;

bu yerda $q = 7,3 \text{ kg/m}$ (5.2-jadvaldan) $v = 0,8 \text{ m/s}$ -yuqorida aniqlangan.

Zanjirning salqiligidan hosil bo`luvchi kuch $F_f = 9,81K_f \cdot q \cdot a_z$;

bu yerda K_f - zanjirning joylanishini hisobga oluvchi koeffisient:

zanjir gorizonta joylashganda - $K_f=6$; 45° burchak ostida joylashganda - $K_f = 1.5$;

vertikal joylashganda - $K_f = 1$.

$$F_f = 9,81 \cdot 1,5 \cdot 7,3 \cdot 1,5846 = 170,2 \text{ N.}$$

Valga tushadigan yuklama

$$F_v = F_{tz} + 2F_f = 5408 + 2 \cdot 170,2 = 5748,4 \text{ N.}$$

Zanjirning mustaxkamlik zaxirasi koeffisientini tekshiramiz

$$S = \frac{Q}{F_{tz} \cdot K_d + F_v + F_f} = \frac{177 \cdot 10^3}{5408 \cdot 1 + 4,7 + 170,2} = 31,7$$

Olingan natijani jadvaldan (5.3-jadval) olingan meyoriy zaxira koeffisienti bilan solishtiramiz. $n = 60,4 \text{ min}^{-1} \approx 100 \text{ min}^{-1}$, $t = 31,75 \text{ mm}$ bo'lganda $[S] = 7,8$. Olingan natija $S = 31,7$ me'yoriy zaxira koeffisienti $[S] = 7,8$ dan katta qiymatga ega, shunga ko'ra $S > [S]$ sharti bajarildi.

Etaklovchi yulduzcha o'lchamlari:

$$\text{stupitsa diametri } d_{st} = 1,6d_{v_2} = 1,6 \cdot 50 = 80 \text{ mm};$$

bu yerda $d_{v_2} = 50 \text{ mm}$ – etaklovchi yulduzcha vali qulochining dismetri;

$$\text{stupitsa uzunligi } l_{st} = (1,2 \div 1,6)d_{v_3} = (1,2 \div 1,6)50 = 60 \div 80 \text{ mm};$$

$l_{st} = 70 \text{ mm}$ qabul qilamiz;

$$\text{yulduzcha diskining qalinligi. } C_{yu} = 0,93 \quad B_{BH} = 0,93 \cdot 19,05 = 17,7 \text{ mm};$$

$B_{BH} = 19,05 \text{ mm}$ -zanjir ichki zvenosi plastinkalari orasidagi masofa (5.2 jadvaldan).

Etaklanuvchi yulduzcha o'lchamlari:

$$\text{stupitsa diametri } d_{st} = 1,6d_{v_3} = 1,6 \cdot 60 = 96 \text{ mm};$$

bu yerda $d_{v_3} = 60 \text{ mm}$ – etaklanuvchi yulduzcha vali qulochining dismetri;

$$\text{stupitsa uzunligi } l_{st} = (1,2 \div 1,6)d_{v_4} = (1,2 \div 1,6)60 = 72 \div 96 \text{ mm}$$

$l_{st} = 80 \text{ mm}$ qabul qilamiz; $C_{yu} = 17,7 \text{ mm}$.

Adabiyotlar

1. Детали машин. Учебник для вузов/ Под ред. О.А. Ряховского – 3е изд., перераб. и доп.-М.: Изд-во МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2007.-520 с
2. Иванов М.Н. Детали машин: Учеб. для студентов втузов/Под ред В.А.Финогенова. –6-е изд., перераб. –М.: Высш. шк., 2000. –383 с.: ил.
3. M. Kurganbekov, A. Moydinov. Mashina detallari. O`quv qo`llanma. I va II qismlar. –T.: “Fan va texnologiya”, 2015. - 384 б.
4. Решетов Д.Н. Детали машин – М.: Машиностроение, 1988.-642 с.
5. Сулаймонов И. Машина деталлари – Т.: Ўқитувчи, 1981.-303 б.
6. Shoobidov Sh.A. Mashina detallari: darslik –T.: “O`zbekiston milliy ensiklopediyasi” Davlat ilmiy nashriyoti, 2014. - 444 б.
7. Шообидов Ш.А. Машина деталлари. Ўқув қўлланма.–Тошкент: 2004.-120б.
- 8.Шообидов Ш. А., Мусаев С.Ў. Юритмалар. Тасмали ва занжирли узатмаларни лойиҳалаш. –Тошкент: 2000. -82 б.

	MUNDARIJA	
	Kirish.....	4
	I-MODUL. MEXANIK UZATMALAR	
1.1-§	Umumiy ma'lumotlar.....	5
1.2-§	Detallarning ishlash layoqati va uni ta'minlash.....	7
1.3-§	Mashina detallarining konstruksiyasiga qo'yiladigan asoiy talablar.....	8
1.4-§	Mashina detallarini hisoblash va loyihalashning o'ziga xosligi....	10
	II-MODUL. MASHINA DETALLARINING MATERIALLARI. DETALLARGA TA'SIR ETADIGAN YUKLANISH VA ULARDA HOSIL BO'LADIGAN KUCHLANISH	
2.1-§	Mashina detallarining materiallari.....	14
2.2-§	Tishli g'ildiraklar tayyorlashda ishlatiladigan materiallar va ularning mexanik xossalari.....	25
2.3-§	Ruxsat etilgan kuchlanishini aniqlash.....	27
1	Materiallarning ruxsat etilgan kuchlanishini aniqlashning amaliy hisobi.....	29
2.4-§	Detallarga ta'sir etuvchi yuklanish va kuchlanishlar.....	30
2.5-§	Mashina detallarida hosil bo'ladigan kontakt kuchlanishlar	33
	III-MODUL. ILASHISH ASOSIDA ISHLOVCHI UZATMALAR	
3.1-§	Uzatmalar to'g'risida umumiy ma'lumot.....	36
3.2-§	Tishli uzatmalar.....	39
3.3-§	Silindrsimon to'g'ri tishli uzatmalarning geometriyasi va kinematikasi.....	41
3.4-§	Tishli uzatmalarning ishdan chiqish sabablari va turlari.....	42
3.5-§	Silindrsimon to'g'ri tishli g'ildiraklarni mustahkamlikka hisoblash.....	46

1	Silindrsimon to`g`ri tishli g`ildirak tishlariga ta'sir etuvchi kuchlar.....	46
2	Silindrsimon to`g`ri tishli uzatmalarni kontakt kuchlanish bo`yicha mustahkamlikka hisoblash.....	46
3	Silindrsimon to`g`ri tishli uzatmalarni eguvchi kuchlanish bo`yicha mustahkamlikka hisoblash.....	50
4	Silindrsimon to`g`ri tishli uzatmalarni hisoblashga oid namuna..	54
3.6-§	Silindrsimon qiya va shevron tishli uzatmalarni hisoblashning o`ziga hosligi.....	59
1	Silindrsimon qiya tishli uzatma tishlariga ta'sir etuvchi kuchlar.....	61
2	Silindrsimon qiya tishli uzatmalarni kontakt kuchlanish bo`yicha mustahkamlikka hisoblash.....	62
3	Silindrsimon qiya tishli uzatmalarni eguvchi kuchlanish bo`yicha mustahkamlikka hisoblash.....	64
4	Silindrsimon qiya tishli uzatmalarni hisoblashga oid namuna.....	65
3.7-§	Konussimon tishli uzatmalar.....	71
1	Konussimon tishli uzatmalarning geometrik parametrlari.	72
2	To`g`ri tishli konussimon uzatmalardagi kuchlar.....	73
3	To`g`ri tishli konussimon uzatma tishlarini kontakt va eguvchi kuchlanish bo`yicha mustahkamlikka hisoblash.....	73
4	To`g`ri tishli konussimon uzatmalarni hisoblashga oid namuna..	77
3.8-§	Planetar uzatmalar.....	82
3.9-§	To`lqinsimon uzatmalar.....	86
1	To`lqinsimon uzatmalarnig asosiy sifat ko`rsatkichlari.....	88
3.10-§	Vintaviy hamda gipoid uzatmalar.....	90
3.11-§	Novikov ilashmasi asosidagi uzatmalar.....	91
CHERVYAKLI UZATMALAR		

4.1-§	Umumiy ma'lumotlar.....	92
4.2-§	Chervyakli uzatmaning geometrik parametrlari.....	93
4.3-§	Chervyakli uzatmaning kinematik parametrlari.....	96
4.4-§	Chervyakli uzatmaning FIK.....	98
4.5-§	Chervyakli uzatmada hosil bo`ladigan kuchlar.....	99
4.6-§	Chervyakli uzatmaning ishchanlik layoqati va hisoblashning asosiy mezonlari.....	100
4.7-§	Chervyakli uzatma tishlarinini kontakt kuchlanish bo`yicha mustahkamlikka hisoblash.....	101
4.8-§	Chervyakli uzatma tishlarinini eguvchi kuchlanish bo`yicha mustahkamlikka hisoblash.....	104
4.9-§	Chervyakli uzatma qizishini tekshirish, sovitish va moylash..	106
4.10-§	Chervyakli uzatmalarni hisoblashga oid namuna.....	109
ZANJIRLI UZATMALAR		
5.1-§	Umumiy ma'lumotlar.....	112
5.2-§	Zanjirli uzatmaning asosiy tasniflari.....	113
5.3-§	Zanjirli uzatma asosiy elementlarining tuzilishi.....	116
5.4-§	Zanjirli uzatmadagi kuchlar.....	118
5.5-§	Zanjirli uzatmaning kinematika va dinamikasi.....	120
5.6-§	Zanjirli uzatmaning ishchanlik layoqati va hisoblash mezonlari	122
5.7-§	Zanjirli uzatmalarni hisoblashga oid namuna.....	124
IV-MODUL. ISHQALANISH ASOSIDA ISHLOVCHI UZATMALAR		
FRIKSION UZATMALAR VA VARIATORLAR		
6.1-§	Umumiy ma'lumotlar.....	129
6.2-§	Friksion uzatma sifatini belgilovchi omillar.....	135
6.3-§	Friksion uzatmalarni mustahkamlikka hisoblash.....	138
TASMALI UZATMALAR		
7.1-§	Umumiy ma'lumotlar.....	139

7.2-§	Tasmali uzatmaning kinematik va geometrik parametrlari.....	141
73-§	Tasma tarmoqlaridagi kuchlar va ular orasidagi munosabat.....	141
74-§	Tasmadagi kuchlanishlar.....	143
7.5-§	Ponasimon tasmali uzatmalar.....	145
1	Ponasimon tasmali uzatmalarni hisoblash metodikasi.....	146
2	Ponasimon tasmali uzatmalarni hisoblashga oid namuna.....	152
7.6-§	Yassi tasmali uzatmalar.....	155
1	Yassi tasmali uzatmalarni hisoblashga oid namuna.....	158
7.7-§	Tishli tasmali uzatmalar.....	162
V-MODUL. YURITMALARNI HISOBLASH		
8.1-§	Umumiy ma'lumotlar.....	163
8.2-§	Ikki pog`onali silindrik reduktor va ponasimon tasmali uzatmadan tashkil topgan yuritma hisobi.....	166
8.3-§	O`qdosh reduktor va zanjirli uzatmadan tashkil topgan yuritma hisobi.....	183
8.4-§	Ikki pog`onali konussimon-silindrik reduktor va yassi tasmali uzatmadan tashkil topgan yuritma hisobi.....	201
8.5-§	Chervyakli reduktor va zanjirli uzatmadan tashkil topgan yuritma hisobi.....	219
	Adabiyotlar.....	229