

344
N/13

A.N. NABIYEV
B.T. KARIMOV

TEXNIK MEKANIKA

MEXANIK UZATMALAR

TOSHKENT

57.7
N/13

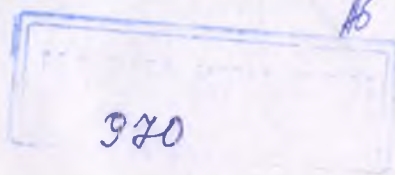
**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIV VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

A.N. NABIYEV, 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 – 2021



UO•K: 621.81
KBK 34.44.ya722

A.N. Nabiyeu, B.T. Karimov. Texnik mexanika. mexanik uzatmalar –T.: «Innovatsion rivojlanish nashriyot-matbaa uyi», 2021, 238 bet.

ISBN 978–9943–7138–0–2

Mazkur o'quv qo'llanma Toshkent kimyo-texnologiya institutining 5220300- Texnologik mashina va jihozlar (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 xavfsizligi, 5630100-Ekologiya va atrof-muhit muhofazasi yo'nalishlari bo'yicha bakalavr akademik darajasida tahsil olayotgan talabalar uchun mo'ljallangan.

O'quv qo'llanma "Texnik mexanika" fanining "Mexanik uzatmalar" bo'limini to'liq qamragan bo'lib, unda ma'ruza, amaliy mashg'ulotlar 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, muhandis-texnik xodimlar hamda sohadagi yosh pedagoglarga mo'ljallangan.

UO•K: 621.81
KBK 34.44.ya722

Taqrizchilar:

A.A. Rizayev – M.T. O'razboyev nomidagi mexanika va inshootlar seysmik mustahkamligi instituti bosh ilmiy xodimi, texnika fanlari doktori, professor;

M.S. Qarshiyev – Toshkent kimyo-texnologiya instituti, oziq-ovqat sanoati mashina va jihozlari-mexanika asoslar kafedrası dotsenti, texnika fanlari nomzodi.

ISBN 978–9943–7138–0–2

© «Innovatsion rivojlanish nashriyot-matbaa uyi», 2021

KIRISH

Har qanday mashinaning asosiy vazifasi insonning jismoniy, aqliy mehnatlarini yengillashtirish 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 mavjud texnika vositalaridan samarali foydalana olish, shuningdek, tannarxi arzon, foydali ish koeffitsiyenti yuqori, chidamli bo'lgan yangi loyihalarni 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-oktabrda PF-5847-sonli 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"ligining alohida ta'kidlangani ham muhim ahamiyat kasb etmoqda. Bundan tashqari, "O'quv adabiyotlari yetishmovchiligi saqlanib qolib, mavjudlarining aksariyat qismi zamon talablariga javob bermaydi, o'quv adabiyotlari sifatini yaxshilash" yetarli darajada tashkil etilmaganligi ko'rsatib o'tilgan.

Mazkur muammolarning yechimi "Mashina detallari" fani doirasida bakalavr, akademik darajasida ta'lim olayotgan talabalar muhandislik konstruksiyalarining ishlash layoqatini ta'minlovchi omillarni, xususan, mustahkamlik, bikirlik, yeyilishga chidamlilik, korroziyaga bardoshlilik, issiqbardoshlik, titrashdagi ustuvorlik va aniqlikni mukammal bilishlarini talab etadi. Shu jihatdan qaraganda, sanoatning yetakchi tarmoqlaridan hisoblangan mashinasozlik, metallurgiya, kimyo sanoati mashinasozligi sohalari uchun mutaxassis kadrlar tayyorlashda talabalarda konstruktorlik ko'nikma va malakalari 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 yengillashtiradigan, 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, uzel 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.

Uzel – 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 harakatlana 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 yaratilishi tarixi mexanika rivojlanish tarixining tarkibiy qismi ekanligini tasdiqlaydi.

Mashina detallaridan foydalanish tarixi qadimgi davrdan boshlangan. Kamonlarda prujinadan, olov hosil qilishda yoysimon ilgariylanmaylanma 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.

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 XIX asrning oxirida amaliyotda qo'llanila boshlagan bo'lsa-da, 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 Rossiyada doira tishli uzatmalar, AQSHda to'lqinsimon uzatmalarning yaratilishi ularni yuk ko'taruvchanligini sezilarli darajada oshirishga 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 zaxiralanganligi 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'rsatgichlarni ta'minlagan holda o'zining ishlash layoqatini saqlab qolishiga aytiladi.

Detalning ishlash layoqati ta'minlanishi mustahkamlik, bikirlik, yeyilishga chidamlilik, zanglashga bardoshlilik, issiqbardoshlik, titrashdagi ustuvorlik 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 bikirlik, mustahkamlik va titrashdagi ustuvorlik belgilashi aniq. Loyihalananayotgan detallarning ishlash layoqati asosan uning tegishli konstruksiyasini yaratib hamda o'Ichamlarini aniqlab bo'lgach, tekshiruv hisoblari yordamida aniqlanadi.

Loyihalananayotgan 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 detal unifikatsiyasini ta'minlaydi.

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

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

Mukammal loyihalangan detal o'zi ishlayotgan uzal yoki mashinada ta'mirsiz, takomillashtirishsiz muayyan texnik vosita 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 yetarli 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 o'z mustahkamligini yo'qotishi ikki turga bo'linadi: statik mustahkamlikni yo'qotish va toliqishdan charchash.

Bikirlik – detallarning yuklanish ta'siri ostida geometrik o'lchamlari va shaklini saqlab qolishi bilan namoyon bo'ladi. Detailarni bikirlikka hisoblanganda ularning egilishi (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, mashinalardagi porshen va silindrlar orasidagi tirqish ortadi. Tirqishning ortishi bilan mashinalarning sifat ko'rsatkichlarini belgilovchi omillar – quvvati, foydali ish koeffitsiyenti, ishonchliligi, aniqligi va boshqalar pasayadi. Yeyilishni hisoblashda aniq bir usulni tavsiya qilish qiyin. Ba'zan muhandislik amaliyotida solishtirma bosim p va shartli koeffitsiyentlarni ruxsat etilgan $p \leq [p]$, $p v \leq [p v]$, 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 yemirilishi. Korroziya ko'pgina konstruksiyalarning muddatidan avval ishdan chiqishiga sabab bo'luvchi, zararli hodisadir. Korroziya tufayli har yili eritilayotgan metallarning taxminan 10 foizi ishdan chiqmoqda.

Detallarni korroziyadan himoya qilish uchun antikorroziyaviy qatlamlar qo'llaniladi yoxud detallar maxsus korroziyaga bardoshli materiallardan tayyorlanadi.

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

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

$$Q \leq Q_1,$$

bu yerda, Q – mashinaning ishlash jarayonida hosil bo'ladigan issiqlik miqdori;

Q_1 – mashinadan tashqi atmosferaga tarqaluvchi issiqlik miqdori, kkal hisobida.

Titrashdagi ustuvorlik. 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 sifatining keskin pasayishiga sabab bo'ladi. Titrashlarning zararli ta'siri mexanizmlar shovqinining oshishida ham namoyon bo'ladi. Mashina va mexanizmlarning harakat tezligi oshishi bilan titrash xavfi 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 jarayonining zarur aniqligi hamda mexanizmlarning me'yorda ishlashiga bog'liq bo'ladi.

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, tejimli ishlashi, o'z vazifasiga to'la mos kelishi, foydali ish koeffitsiyentining yuqori bo'lishi;
- ✓ foydalanish davrida inson hayoti uchun xavf-xatar tug'dirmasligi, atrof-muhitga zarari tegmasligi;
- ✓ sifatli, tannarxi arzon bo'lishi;
- ✓ ixcham, iloji boricha yengil, foydalanish va ta'mirlash jarayonlarining qulay bo'lishi;
- ✓ tarkibidagi uzal va detallari standart, o'zaro oson almashinadigan bo'lishi;
- ✓ ortiqcha ta'mirlash ishlarini talab etmasligi;
- ✓ barcha detallari mustahkam, bikir, ustuvor, issiqbardosh, titrash va yeyilishga chidamli, korroziyabardosh bo'lishi;
- ✓ barcha detallarning tayyorlash jarayoni texnologik nuqtayi nazardan qulay bo'lishi va shu kabilar.

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

Hisoblash – loyihalash jarayonlariga qaratilgan muammolarni mumkin qadar qulay va to'g'ri yechimga olish maqsadida muhandislik hisoblarida haqiqiy 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, yuklanishi 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 birlamchi omillarni nazarda tutib, ikkinchi darajali omillarni "tushirib qoldirish" katta ahamiyatga ega bo'lib, loyihalovchi muhandisdan katta tajriba talab etadi. Hozirgi paytlarda taqribiy hisoblar xatoligini aniqlash va taqqoslash maqsadida unga mos keluvchi o'xshash kichik modellar loyihalangan holda, ulardan samarali foydalanilmoqda.

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

Masalan, detal uchun ruxsat etilgan kuchlanish yoki mustahkamlik zaxirasi koeffitsiyentlarini 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 zaxirasi koeffitsiyenti hisobiga kamaytiriladi. Shuning uchun mustahkamlik zaxirasi koeffitsiyentini to'g'ri belgilash hisoblash bosqichining o'ta mas'uliyatli qismi hisoblanadi. Mustahkamlik zaxirasi koeffitsiyenti qiymati kichik bo'lsa, detal tezda ishdan chiqishiga, asossiz katta qiymatlari esa detal massasini oshishiga va ortiqcha material sarflanishiga olib keladi.

Muhandislik hisoblarida ikki xil 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 jarayonida aniqlangan ma'lum konstruksiyaning aniq o'lchamlari asosida uning mustahkamligi, detalga ta'sir etayotgan haqiqiy kuchlanish bilan ruxsat etilgan kuchlanish qiymatlarini solishtirish yoki mustahkamlik zaxirasi koeffitsiyentini ruxsat etilgan koeffitsiyent bilan solishtirish, yuklanish me'yorini aniqlash yo'li bilan tekshiriladi.

Loyiha hisobini bajarishda topilishi lozim bo'lgan noma'lumlar soni odatda hisoblash tenglamalari 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 bilan 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 sharoiti dinamiklik koeffitsiyenti K ga ko'paytirish yo'li bilan aniqlanadi:

$$T = KT_{nom} \quad (1.1)$$

Nominal moment mashinaning pasport (loyihalash) quvvatiga mos keladi. Odatda, mazkur koeffitsiyent K ish sharoitini, harakatning notekisligi, ishga tushirish va to'xtatishi bilan bog'liq qo'shimcha dinamik yuklanishlarni hisobga oladi. Bundan tashqari, bu koeffitsiyentning qiymati dvigatel, yuritma va ishchi mashina turiga ham bog'liqdir. Agar mashinaning ish sharoiti ma'lum bo'lsa, K ning qiymatini hisoblash orqali topiladi. Boshqa hollarda esa K ning qiymati tavsiyalar asosida aniqlanadi. Bunday tavsiyalar turli mashinalarning eksperimental tadqiqoti va tajribasi asosida shakllanib, texnik 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, loyihalayotgan agregatga mashinalar konstruksiyasida ishlatiladigan hamma foydali yechimlarni 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 xillashirish) bir funksiyali – vazifali mahsulot turi, tipi va tip o'lchamlarini ratsional qisqartirish degan ma'noni anglatadi. Unifikatsiya natijasida dastlabki model asosida bir necha bir xil vazifali, lekin quvvat, ishlab chiqarish unumdorligi va hokazo parametrlari farq qiladigan mashinalarni hosil qilish mumkin.

Standartlashtirish. Mazkur jarayon 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 taqozo qildi.

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

Standartlar xalqaro, davlat va tarmoq standartlariga 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 etilishdir. Sertifikatsiya bo'yicha ishlarni O'zbekiston Respublikasi Davlat standarti qo'mitasi boshqaradi. Bu jarayonga tegishli tarmoq korxonalarini va muassasalar jalb etiladi.

Nazorat savollari:

1. Mashinalar qanday guruhlariga 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 xosliklarga 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. Detallarga materialning to'g'ri tanlanishi butun mashinaning sifatini belgilovchi omildir. 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, puxta ishlash layoqati ta'minlangan, arzon detallarni loyihalashning 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 layoqati 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:

- material xususiyati, detalning ishlash layoqatini tavsiflovchi asosiy mezonlar: mustahkamlik, yeyilishga chidamlilik va boshqalarga mos kelishi;

- detallar va butun mashinaning o'lchamlari hamda og'irligiga qo'yilgan talablar;

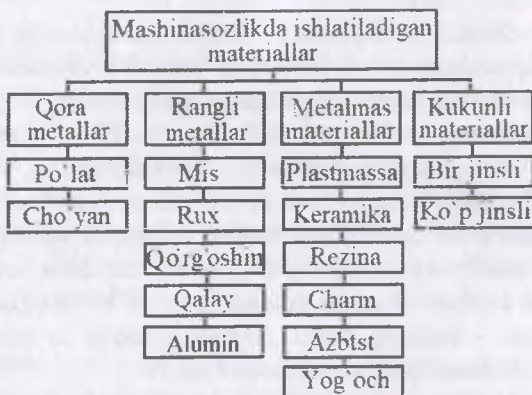
- detal va umuman, mashinaning vazifasi va ishlatilishi bilan bog'liq talablar (korroziyaga bardoshlilik, friksion xususiyatlar, elektroizolatsiya qilish xususiyatlari va h.k.);

- material texnologik xususiyatlarining detal konstruksiyasi shakli va nazarda tutilayotgan ishlov berish usuli (shtamplanishi, payvandlanishi, issiqlik ishlovi, quyilish xususiyatlari, kesib

ishlanuvchanligi va boshqalar)ga mos kelishi; materialning narxi va kamyoblighi.

Mashinasozlikda ishlatiladigan materiallarni to'rt guruhga bo'lish mumkin (2.1- 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, rels, truba, sim va boshqa buyumlar ishlab chiqarish uchun asosiy materiallar hisoblanadi.

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

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

- A guruh po'latlari. Bu guruhdagi po'latlarning mexanik xossalari kafolatlanadi. Ular СТ 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;

- B guruh po'latlarining kimyoviy tarkibi kafolatlanadi. Bu po'latlarning kimyoviy tarkibi hal qiluvchi ahamiyatga ega bo'lib, ulardan qizdirish yo'li bilan turli buyumlar tayyorlash mumkin. Chunki qizdirib ishlash rejimlari va po'lat buyumning mexanik xossalari uning tarkibiga bog'liq bo'ladi. Bu guruh po'latlari МСТ0, МСТ1кп, КСТ1кп, МСТ3, КСТ4кп, МСТ4, МСТ6, МСТ7 kabi markalanadi. Marka

boshidagi M harfi po'lat marten, K harfi konvertor usulida olinganini bildiradi. Marka oxiridagi кп-po'lat qaynovchi, сп-chala qaynovchi va hech qanday belgi bo'lmasa, qaynamaydigan po'lat bo'ladi.

- D guruh po'latlarning mexanik xossalari va kimyoviy tarkibi kafolatlanadi. Ular faqat Marten usulida olinadi va БМСТ1, БМСТ2 kabi markalanadi. БМСТ1 po'latning mexanik xossalari СТ1, kimyoviy tarkibi МСТ1 po'latniki kabidir. Bu po'latlardan payvandlash yo'li bilan konstruksiyalar yasaladi.

Sifatli po'latlar: bunday po'latlarning kimyoviy tarkibi va mexanik xossalari kafolatlanadi.

Tarkibidagi marganes miqdoriga ko'ra sifatli po'latlar ikki guruhga bo'linadi.

Birinchi guruh po'latlarida marganes 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 marganes miqdorining oshirilganini bildiradi. Bu po'latlardan o'q, gayka, truba, biriktirish muftasi, tross, prujina, reszor va boshqa buyumlar tayyorlanadi.

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) ligerlangan po'latlarga bo'linadi.

Legirlovchi elementlar harflar bilan quyidagicha belgilanadi: A-azot, Б-niobiy, В-volfram, Г-marganes, D-mis, E-selen, K-kobalt, H-nikel, М-molibden, П-fosfor, Р-bor, С-kremniy, Т-titan, Ф-vannadiy, X-xrom, Ц-sirkoniy, Ч-kamyob elementlar, Ю-aluminiy 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 qimmatbaho va kamyob bo'lgan nikel, molibden, volfram, 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-uskunalarining detal va qismlari tayyorlanadi.

Avtomobilsozlik, traktorsozlik, dastgohsozlik hamda asbobsozlikda 18XГТ, 25XГТ po'latlari ko'p ishlatiladi. Xrommarganesnikelli (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;
- normallashtirish;
- toblash;
- bo'shatish.

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

Normallashtirishdan maqsad buyumni keyingi termik ishlov berish uchun tayyorlash, o'rta uglerodli po'latlarni esa strukturasi yaxshilashdan iborat. Normallashtirish 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 eritmalari ishlatiladi. Uglerodli po'latlarni toblaganda suv, yuqori legirlangan po'latlarni toblashda mineral moylar ishlatiladi.

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

Bo'shatish uch xil bo'ladi:

✓ past haroratda bo'shatish (buyum 160-250°C haroratga qizdiriladi, ma'lum vaqt tutib turilgandan keyin havoda sovitiladi);

✓ o'rta haroratda bo'shatish (buyum 350-450°C haroratga qizdiriladi, ma'lum vaqt tutib turilgandan keyin havoda sovitiladi);

✓ yuqori haroratda bo'shatish (buyum 550-650°C haroratgacha qizdirilib, ma'lum vaqt tutib turilgandan keyin havoda sovitiladi).

Po'latlarga kimyoviy-termik ishlov berish. Po'latning yuzasini harorat ta'sirida 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 yeyilishga, zang ta'sirida yemirilishga, toliqishga chidamliligi oshadi.

Po'lat buyumlar yuzasini uglerodga boyitish. Ma'lumki, 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. Sementitlash uch xil: qattiq, suyuq va gaz muhitlarida amalga oshiriladi.

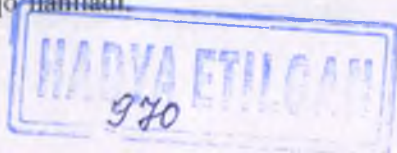
Cho'yanlar. Tarkibida uglerod miqdori 2,14% dan 6,67% gacha bo'lgan temirning uglerod va boshqa elementlar bilan qotishmasiga cho'yan deyiladi.

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 quyimakorlik cho'yanlari deb ham yuritiladi.

Perlitli C4 21, C4 24, C4 25, C4 30, C4 35 kulrang cho'yanlar kuchli dastgohlarning staninasi, mexanizmlari, porshen, silindr, dvigatel bloklari, metallurgiya jihozlarining detallarini ishlab chiqarishda qo'llaniladi.

Ferritli C4 10, C4 15, C4 18 kulrang cho'yanlar fundament plitalari, qurilish ustunlari, qishloq xo'jalik mashinalari, dastgohlar, avtomobil va traktorlar detallarini ishlab chiqarishda qo'llaniladi.



Markadagi CЧ - kulrang choʻyan, birinchi ikkita son choʻzilishdagi mustahkamlik chegarasini bildiradi.

Bolgʻalanuvchi choʻyanlar oq choʻyanni maxsus usulda yumshatish orqali olinadi. Bolgʻalanuvchi choʻyanda uglerod erkin holatda - bodroqsimon grafit shaklida boʻladi.

Metall asosiga koʻra bolgʻalanuvchan choʻyan ferritli va perlitli boʻladi.

Ferritli kulrang choʻyanning plastik xossalari kulrang choʻyanlarnikiga nisbatan yuqori boʻlganligi sababli mashinasozlikda keng ishlatiladi.

Ferritli KЧ 37-12, KЧ 35-10 bolgʻalanuvchan choʻyanlar yuqori statik va dinamik kuchlar taʼsirida ishlaydigan detal (karter, reduktor, skoba va shu kabi) lar ishlab chiqarishda ishlatiladi.

Perlitli KЧ 50-5, KЧ 55-4 bolgʻalanuvchan choʻyanlar mufta, rolik, tormoz kolodkasi, kardan vallari ishlab chiqarishda qoʻllaniladi.

Markadagi KЧ - bolgʻalanuvchan choʻyan, birinchi ikkita son choʻzilishdagi mustahkamlik chegarasini va oxirgi son nisbiy uzayishini bildiradi.

Rangli metallar qotishmalari. Misni rux, qalay, qoʻrgʻoshin, temir, marganes 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 koʻra, latun va bronzalarga ajratiladi.

Latun. Latun mis bilan ruxning qotishmasi boʻlib, u yuqori texnologik va mexanik xossalarga ega. Sanoatda koʻp ishlatiladigan misning tarkibida rux miqdori 40-42% boʻladi.

Bronza. Mis bilan qalay qotishmasi bronza deyiladi.

Maʼlumki, qalay qimmatbaho metall hisoblanadi. Shuning uchun uni tejash hamda qotishma xossalari zarur tomonga oʻzgartirish maqsadida bronza tarkibidagi qalay qisman yoki toʻla Al, Fe, Nb, Zn va boshqa elementlar bilan almashtiriladi.

Bronzalar texnologik koʻrsatkichlariga koʻra bosim bilan ishlanadigan va quymalar olinadigan bronzalarga ajratiladi. Bosim bilan ishlanadigan bronza (БрОЦЧ3-75-1, 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 yetarli darajada yuqori mexanik xossalarga ega bo'lishi bilan birga val sirtiga moslashuvchan, ishqalanish koeffitsiyenti kichik, issiqlikni yaxshi o'tkazadigan, korroziyabardosh hamda o'zida moyni saqlay olish xossasiga ega bo'lmog'i lozim.

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

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

Plastmassalar arzon, yengil konstruksion material bo'lib, mashinasozlikda qora va rangli metallar o'rnida keng ishlatilmoqda. Plastmassalarning afzalliklaridan yana biri shuki, shtamplash, presslash, bosim ostida quyish 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, sovutilgandan so'ng yana dastlabki xossalari tiklanadi. Shu sababli, bunday materiallarning chiqindilarini, ulardan yasalgan eski

detallarni qayta suyuqlantirib, yangi detal tayyorlash imkoniyati mavjud. Poliamid, kapralon, poliurenat, poliformaldegid, polikarbonat, polietilen 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.

Kukunli materiallarni kukunli metallurgiya asosida olinadi, bunda metall kukunlarini presslash va so'ngra pressformalarda 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 xususiyatli (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, shuning uchun u yalpi ishlab chiqarishda qo'llansa, 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 normalashtirilgan yoki yaxshilangan; $HB > 350$ – hajmiy toblash, YCHT (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	Zagotovka diametri, mm	Mustahkamlik chegarasi σ_v, MPa	Oquvchanlik chegarasi σ_a, MPa	Qattiqlik 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	
30XГC	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	930	690	280	
	150 – 180	880	590	265	
	180 dan yuq.	835	540	250	
40Л	–	520	290	160	Normallangan
45Л	–	540	310	180	
35ГЛ	–	590	340	190	Yaxshilangan
35ГCЛ	–	790	590	220	
Po'lat markasi			Qattiqlik HRC		Issiqlik ishlovi
30XГC, 35XM, 40X, 40XH			45 – 55		Toblash
12XH3A, 18XHН4MA, 20XM			50 – 63		Sement., tobl.
20ГM, 25XГT, 30XГT, 35X			56 – 63		Nitrotsement.
30X2MЮA, 38X2Ю, 40X			56 – 63		Azotlash
40X, 40XH, 35XM			45 – 63		ЮЧTda yuzaki toblash

Shuningdek, 2.2-jadvalda “Bazaviy sikllar sonida normal kuchlanish bo‘yicha toliqish chegarasi σ_{Hlimb} ” hamda 2.3-jadvalda “Egilishdagi chidamlilik chegarasi σ_{Flimb}^0 va xavfsizlik koeffitsiyenti $[S_F]$ qiymatlari” keltirilgan.

2.2 -jadval

Tishlarga termokimyoviy ishlov berish usuli	Tish yuzalarining oʻrtacha qattiqligi	Poʻlat	σ_{limb}^0 , 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

Poʻlat markalari	Issiqlik ishlovi turi	Tishlar qattiqligi		σ_{limb}^0 , MPa	[S _F]'
		yuzasida	oʻzagida		
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 poʻlatlar	Azotlash	HV 700-950	HRC 24-40	300+1,2HRC oʻzaklarida	1,75

2.3-§. Ruxsat etilgan kuchlanishlarni aniqlash

Maʼlumki, yuklanish taʼsiridan detalning xavfli kesimida hosil boʻladigan kuchlanishning yoʻl qoʻyilishi mumkin boʻlgan va uning yetarli darajada mustahkam boʻlishini hamda talab etilgan vaqtda benuqson ishlashini taʼminlaydigan eng katta qiymat ruxsat etilgan kuchlanish deb ataladi. Kuchlanishning bu qiymatini topish uchun chegaraviy kuchlanish hamda mustahkamlik zaxirasi qiymatlari aniqlangan boʻlishi kerak. Chegaraviy kuchlanishning qiymati materiallarning asosiy mexanik xossalariga bogʻliq.

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} (yuklama 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 koeffitsiyent $K_{s\sigma}$ ni hisobga olib, plastik materiallar uchun

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

mo'rt materiallar uchun

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

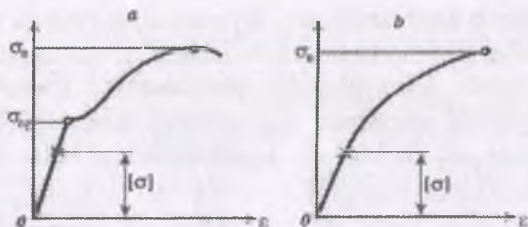
bu yerda, $[S]$ – ruxsat etilgan ehtiyot koeffitsiyenti.

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

Statik yuklanishlarda ehtiyot koeffitsiyentini quyidagicha aniqlash mumkin:

plastik metriallar uchun

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



2.1-shakl.

a–plastik material (po‘lat) uchun; *b*–mo‘rt material (cho‘yan) uchun.

Mo‘rt materiallar uchun

$$S = \frac{\sigma_v \epsilon}{\sigma K_{S\sigma}} \geq [S]. \quad (2.5)$$

Ehtiyot koeffitsiyentining ruxsat etilgan qiymatini mashinalarni loyihalash va ulardan foydalanish tajribasidan yoki detalning zarur ishonchligini hisoblashdan aniqlanadi. Zarur ma‘lumotlar bo‘lmasa, ehtiyot koeffitsiyentining 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 koeffitsiyent; $S_2=1,3\dots 2,5$ (cho‘yan detallar uchun) va $S_2=1,5\dots 2$ (rangli metallardan tayyorlangan detal uchun–materialning bir jinsliligini e‘tiborga oluvchi koeffitsiyent. Shuningdek, S_3 - detalning mas‘uliyat darajasini hisobga oluvchi koeffitsiyent bo‘lib, uning qiymati quyidagicha olinadi:

- detalning sinishi mashinaning to‘xtashiga olib kelmasa- $S_3=1$;
- detalning sinishi mashinaning to‘xtashiga olib kelsa- $S_3=1,1\dots 1,2$;
- detalning sinishi avariya olib kelsa- $S_3=1,2\dots 1,3$.

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 yemirilishi bir xil bo'lishini ta'minlash uchun 30 birlikka past – HB 250 qabul qilinadi.

Ruxsat etilgan kontakt kuchlanish quyidagicha aniqlanadi:

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

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

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

K_{HL} – umrboqiylik koeffitsiyenti; yuklanishning sikllari soni, asosiydan katta, ya'ni reduktorning uzoq muddat ishlatilishida $K_{HL} = 1$ deb qabul qilinadi; $[S_H]$ – xavfsizlik koeffitsiyenti issiqlik ishlovi yaxshilangan normallangan hamda hajmiy toblangan po'latlar uchun $[S_H] = 1,1 + 1,2$, tishlar yuzasi mustahkamlanganda $[S_H] = 1,2 + 1,3$ oralig'ida qabul qilinadi.

Ruxsat etilgan kontakt kuchlanish shesternya tishlari uchun:

$$[\sigma_{H_1}] = \frac{(2HB + 70)K_{HL}}{[S_H]} = \frac{(2 \cdot 280 + 70) \cdot 1}{1,2} = 525 \text{ MPa}$$

va g'ildirak tishlari uchun esa:

$$[\sigma_{H_2}] = \frac{(2HB + 70)K_{HL}}{[S_H]} = \frac{(2 \cdot 250 + 70) \cdot 1}{1,2} = 475 \text{ MPa}$$

ko'rinishlarda aniqlanadi.

Qiya tishli uzatma uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanish quyidagicha aniqlanadi:

$$[\sigma_H] = 0,45([\sigma_{H_1}] + [\sigma_{H_2}]) = 0,45 \cdot (525 + 475) = 450 \text{ MPa}$$

Talab qilingan shart

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

bajarildi.

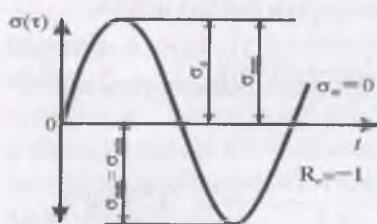
Hisoblab topilgan qiya tishli uzatma uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanish $[\sigma_H] = 450 \text{ MPa}$ qiymati loyiha hisobida loyihalananotgan tishli uzatmaning gabarit o'lchamlariga katta ta'sir ko'rsatuvchi omillardan biridir.

Yuqorida qiya tishli silindrik uzatmalar uchun materialning ruxsat etilgan kontakt kuchlanishi qiymatini aniqlash usuli ko'rsatildi. Loyiha hisoblarida to'g'ri tishli silindrik va to'g'ri tishli konussimon uzatmalar uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanishini aniqlashda faqatgina g'ildirak materiali uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanishni aniqlash yetarli hisoblanib, ushbu natijadan loyiha hisobida foydalanish tavsiya etiladi.

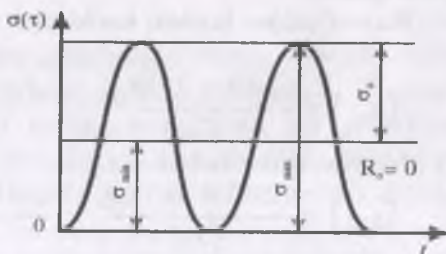
2.4-§. Detallarga ta'sir etuvchi yuklanishlar va kuchlanishlar

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 siklda ta'sir etadi.

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 sikl 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'zgarmas qismi, σ_a – esa o'zgaruvchan qismi hisoblanadi. T siklning xarakterini aniqlash uchun asimmetriklik koeffitsiyenti tushunchasi kiritiladi va uning qiymati quyidagicha aniqlanadi:

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

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 ishonchligi. Mashinaning ishonchligi uni yaratish va ishlatish jarayonidagi uchta: loyihalash, tayyorlash va undan foydalanish davrlariga bog'liq bo'ladi.

Mashinani loyihalashda bosh masala uning ishonchligini ta'minlashdir. Shuning uchun har bir konstruktor hisob, chizma, texnik talablar va boshqa hujjatlarda ishonchlilikni ta'minlaydigan 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 nuqsонlarni bartaraf etish uchun hamma mahsulot – detallar sinchkovlik bilan tekshiriladi.

Mashinadan foydalanish jarayonida uning ishonchligi amalda tekshiriladi. Mashinaning ishdan chiqmasligi, umrboqiyliги 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'liqdir.

Ishonchlilikni belgilovchi barcha omillar tasodifiy xarakterga ega. Shu sababli, ishonchlilikni ifodalashda ehtimollik nazariyasi faniga tayanish zarur. Mashinaga belgilangan xizmat muddati davomida ishlash xususiyatini saqlab qolish ehtimolliги uning ishonchligi deyiladi. Masalan, mahsulotning buzilmaslik ehtimoli 1000 soat davomida 0,98 bo'lsa, demak, 300 ta detaldan 2%, ya'ni $(1-0,98) \cdot 300 = 6$ tasi 1000 soat ishlash muddatida ishdan chiqishi mumkin. Ishdan chiqmaslik ehtimolliги (yoki ishonchlilik koeffitsiyenti) ishonchli detallar sonining umumiy kuzatilgan detallar soniga nisbatiga aytiladi:

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

Murakkab mahsulotning ishonchlilik koeffitsiyenti mahsulotni tashkil etuvchi elementlar ishonchlilik koeffitsiyentlarining ko'paytmasiga teng bo'ladi:

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

(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

$$P(t) = 0,99^{100} = 0,37 \text{ bo'ladi.}$$

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. Mahsulot yuqori ishonchlilikka ega bo'lishi uchun, iloji boricha detallari soni kam bo'lgan oddiy qism (uzel)larni loyihalash kerak.

2. Mashinaning ishonchliligini oshirish uchun detallar kuchlanishlarini kamaytirish zarur (mustahkamlik zaxirasini 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 chorasini hisoblanadi.

4. Statik aniq tizimlarning ishonchliligi yuqori bo'ladi.

5. Konstruksiya saqlagich vositalarni qo'llash zarur.

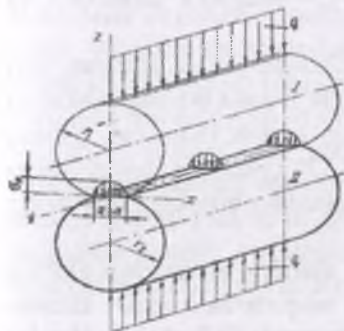
6. Standart detal va uzellarni qo'llash ishonchlilikni oshiradi.

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 yaroqliligi 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.



2.4- shakl.

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

Kontakt kuchlanish nazariyasining asoschisi H. Gers bo'lib (1881-yil), uning sharafiga bu kuchlanish H (Hers) indeksi bilan belgilanadi.

Kontakt kuchlanishni hisoblashda ikkita xarakterli holat ajratiladi: nuqtadagi dastlabki kontakt (ikkita shar, shar hamda tekislik va sh.k.) chizig'idagi dastlabki kontakt (parallel o'qli ikki silindr, silindr bilan tekislik va sh.k.).

2.4-shakldagi parallel o'qli ikki silindrning o'zaro 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 koeffitsiyentlari* qiymatining oraliqlari $\mu=0,25 \dots 0,35$. Hisoblarda $\mu_1=\mu_2=0,3$ deb olsak,

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

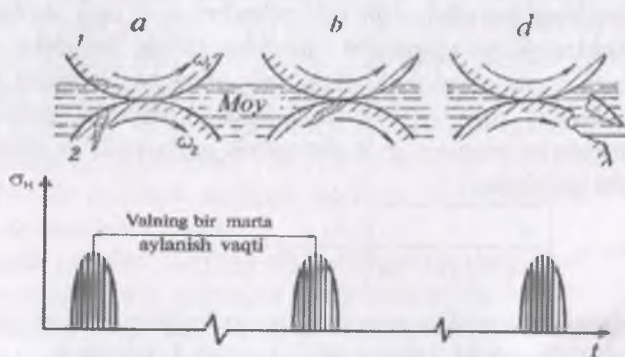
bu yerda,

$$E_{ket} = \frac{2E_1E_2}{(E_1 + E_2)}; \quad \frac{1}{\rho_{kel}} = \frac{1}{r_1} \pm \frac{1}{r_2} \quad (2.12)$$

bu yerda, q – solishtirma yuklanish; E_{ket} 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 nuqtalarda yuklanish davriy o‘zgaradi, bu nuqtalarda kontakt kuchlanishlar pulsatsiyalanuvchi sikl bo‘yicha o‘zgaradi (2.3-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. Detal sirtida mayda darzlar hosil bo‘lib, keyinchalik ular mayda metall zarralarining *uvalanishiga* sabab bo‘ladi. Agar detal moyli sharoitda ishlasa, moy mayda yoriqlarga kiradi (2.5-shakl, a). Kontakt zonasiga kirganga yoriq yopiladi va



2.5-shakl.

undagi moyda yuqori bosim hosil bo‘ladi (2.5-shakl, b). Bu bosim yoriq (darz)ning kattalashuviga sabab bo‘lib, oqibatda uning uvalanishini

keltirib chiqaradi (2.5-shakl, d). Agar kontakt kuchlanish qiymati ruxsat etilgandan kichik bo'lsa, uvalanish yuz bermaydi.

Silindrlar dumalashida sirpanish mavjud bo'lsa, masalan, $\omega_1 r_1 > \omega_2 r_2$ (2.5-shakl, a) 1 va 2-silindrlarda turli toliqish qarshiliklari mavjudligi tajribadan ma'lum. 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. Shuning uchun orqadagi silindrda toliqishiga qarshiligi kam bo'ladi. Uvalanishning moy ta'sirida tezlanishi, moysiz sharoitda yoriqlar rivojlanishi sekinlashuvini bildirmaydi. Moy qatlami sirtlarda himoya qobiqlarini hosil qiladi - ishqalanish kamayadi. Moy qobig'i bo'lganda kontakt kuchlanish kamayadi va nihoyat, moysiz sharoitida ishlaganda abraziv yeyilish jadalligi oshadi.

Nazorat uchun savollar:

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

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.

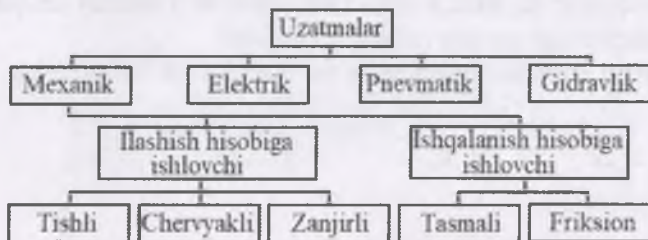
Mashinasozlikda mexanik, elektrik, pnevmatik va gidravlik uzatmalardan foydalaniladi. Ularning eng ko'p tarqalgani mexanik uzatmalardir. Bu uzatmalar alohida va boshqa turdagi uzatmalar bilan birgalikda ham ishlatilishi mumkin.

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

Mexanik 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, mexanik uzatmalarni tashkil etuvchi asosiy detallar o'zaro tegib turadi yoki egiluvchan zveno (tasma, zanjir) orqali bog'langan bo'ladi.

Bundan tashqari, mexanik uzatmalar vallarning o'zaro joylashishiga ko'ra parallel, kesishgan, ayqash valli turlarga, uzatish sonining o'zgarishiga qarab esa uzatish soni o'zgarimas, 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) katta burovchi moment uzatilishini ta'minlaydigan tishlarga ega bo'ladi. Ishqalanish hisobiga ishlovchi uzatmalarning asosiy detallari (katok, shkviv 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 energetik manbadan energiyani bevosita qabul qilib oluvchi val yetaklovchi val deb, bu valdan energiyani qabul qilib, ish bajaruvchi qismga uzatuvchi val esa yetaklanuvchi val deyiladi.

Agar uzatma bir necha pog'onali bo'lsa, har bir pog'onaning energiya manbai tomonidagi birinchi val ikkinchi valga nisbatan yetaklovchi, ikkinchi val esa pog'onadagi yetaklanuvchi val bo'ladi.

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

Uzatmalarning foydali ish koeffitsiyenti quyidagicha aniqlanadi:

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

bu yerda, P_i – harakatni yetakchi valdan yetaklanuvchi valga uzatishda zararli qarshiliklar mavjudligi natijasida isrof bo'lgan quvvat. Mexanik uzatmalarning FIKlari qiymati quyidagi 3.1-jadvalda keltirilgan.

Agar yetaklovchi valning aylanish chastotasi n_1 , yetaklanuvchi valniki n_2 bo'lsa, u holda uzatish nisbati quyidagicha ifodalanadi:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2} \quad (3.2)$$

bu yerda, n_1 va n_2 – birinchi va ikkinchi valning aylanish chastotasi, min^{-1} hisobida, ω_1 va ω_2 – birinchi va ikkinchi valning burchak tezliklari, s^{-1} hisobida.

Uzatma	FIK
Korpusda yopilgan tishli (reduktor)	
silindrik g'ildirakli	0,97-0,98
konussimon 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
<i>Izoh.</i> Har bir val tayanchidagi ishqalanishdan yo'qotishlar $\eta_0 = 0,99 - 0,995$ ko'paytuvchi bilan hisobga olinadi.	

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 yoxud tishlar soni nisbatiga teng bo'lgani uchun u aksariyat birdan katta bo'ladi, ayrim hollarda, uzatish soni ham birga teng bo'lishi mumkin. Ko'pchilik mexanik uzatmalarda birinchi valning aylanishlar chastotasi qolgan vallarning aylanishlar chastotasidan katta bo'lgani uchun hisoblashda asosan uzatish soni tushunchasidan foydalaniladi.

Hosil bo'lgan xarakteristikalar ko'pincha asosiylari o'rniga ishlatiladi. Masalan uzatmalarni P_1, n_1, i, η . Agar $i > 1, n_1 > n_2$ bo'lsa uzatma reduktor, $i < 1, n_1 < n_2$ bo'lsa uzatma multiplikator deyiladi.

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'qlar 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, vintli silindrik va gipoid deb ataluvchi konussimon g'ildirakli hamda chervyakli uzatmalar.

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

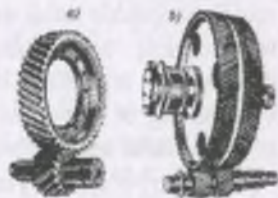
3.2-sxema.



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).



3.1- shakl.



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;
- umrboqiyiligi yuqori (30 000 soat) va ishlashi ishonchli;
- f.i.k. yuqori (0,97...0,98 gacha);
- uzatish nisbatining doimiyiligi;
- sekundiga 150 m/s gacha tezlik bilan katta quvvat (bir necha ming kVt) uzata oladi va uzatish nisbati bir necha yuzgacha yetadi;
- xilma-xil materialdan tayyorlanishi mumkin.

Tishli uzatmalarning kamchiliklari:

- tayyorlanishining 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 uzatmalarning 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. 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 yetakchisi shesternya, yetaklanuvchisi g'ildirak deb ataladi. "Tishli g'ildirak" termini umumiydir. Shesternya parametrlarini belgilashda 1 indeksi, g'ildirak indeksida esa 2 qo'yiladi (3.3-rasm)

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

$$a_w = (d_1 + d_2)/2,$$

g'ildirak eni – $b_2 = \psi_{ba} a_w$,

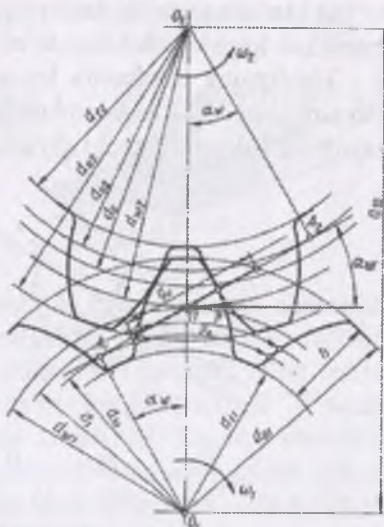
shesternya eni – $b_1 = b_2 + (5 + 10)$

Odatda, a_w ning qiymatlari ГOCT 2185-66 (mm) bo'yicha standartlash tirilgan, 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.

Tanlab olishda iloji boricha birinchi qatordan foydalanish tavsiya etiladi.

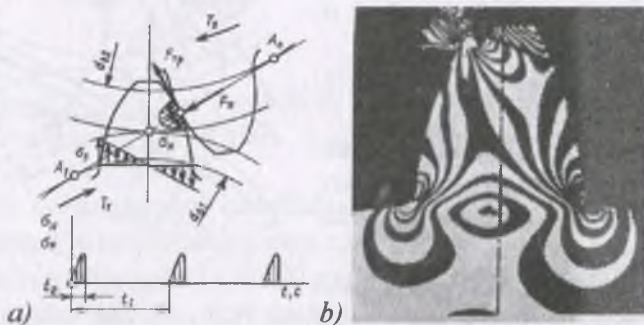


3.3- shakl.

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 layoqatini 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).



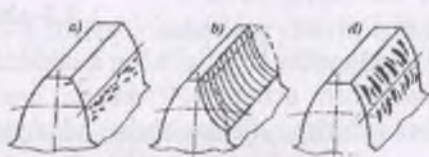
3.4-shakl.

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 yemirilishiga 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, yemirilishi va tishlar sirtining boshqa turlari shikastlanishlari kuzatiladi.

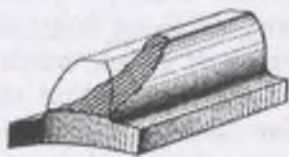
Tishlarning sinishi. Eguvchi kuchlanish ta'sirida tishlarning sinishi kuzatiladi (3.5-shakl). Tishlar sinishining ikki turi mavjud: zarbiy yoki statik yuklanishlar ta'sirida sinish (hisoblashlarda yuritmada o'ta yuklanish holatlari mavjudligini hisobga olish zarur); toliqishdan sinish uzoq muddat ishlash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

Tishlar sinishining 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.



3.5-shakl.

Toliqishdan uvalanish uzatmaning yaxshi moylanishi sharoitida kontakt kuchlanish ta'sirida toliqib uvalanishi, tishlar sirtlari shikastlanishining asosiy turi hisoblanadi (3.6-shakl, a). Bunday holat tishlar orasi yupqa moy qatlami bilan ajratilgan, natijada metall – metall 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 oyog'ining 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 tishlar yoriqlariga 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.

Uvalanishning oldini olish uchun ko'riladigan umumiy choralar: kontakt kuchlanish bo'yicha toliqishga hisoblashdan o'lichamlarni 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 yetarlicha himoyalangan yopiq uzatmalar ham taalluqli. Ushbu uzatmalarni qishloq xo'jaligi va transport mashinalarida, tog'-kon uskunalarida, yuk ko'tarish mashinalarida uchratish mumkin. Uzatma tishlarining yeyilishidan ilashishdagi tirqish kattalashadi, natijada shovqin hosil

bo'ladi, dinamik yuklanishlar ortadi. Xuddi shu vaqtda yeyilgan tishning mustahkamligi, uning ko'ndalang kesim maydoni kamayishi natijasida pasayadi. Agar tishli g'ildiraklar o'z vaqtida almashtirilmasa, uning tishlari sinishi mumkin.



3.7- shakl.

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

Abraziv yeyilishning 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, d). Bunday uzatmalar tishlari tutashish joyida yuqori harorat vujudga keladi va natijada moy pardasi buzilib, metallar tutashuvi hosil bo'ladi. Bu hol bir necha bor takrorlangandan so'ng harorat shunday darajaga yetadiki, 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 dinamik kuchlar paydo bo'ladi.

Qadalishning oldini olish bo'yicha umumiy choralar: yeyilishning oldini olish chora-tadbirlari qo'llaniladi; qovushqoqligi yuqori va yeyilishga qarshi kimyoviy faol qo'shimchali moylar ishlatilishi taklif etiladi.

Plastik siljish og'ir yuklanishli sekinyurar uzatmalarning yumshoq po'latdan yasalgan tishli g'ildiraklarida uchraydi (3.7-shakl). Bunday hollarda tish sirtiga tushadigan kuch, me'yorida katta ishqalanish kuchi hosil qiladi hamda yumshoq po'latni deformatsiyalab, oquvchanlik darajasiga olib boradi, oqibatda metall ishqalanish kuchi yo'nalgan tomonga qarab sidiriladi. Natijada, yetaklanuvchi g'ildirak tishining ilashish qutbi atrofida kichkinagina do'mboqcha, yetakchi 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 yemirilishning oldini olish choralari asosiysidir.

Tishning issiqlik ishlovi yo'li bilan qattiqashtirilgan sirtqi qatlarning ko'chib chiqishi. Bunday hodisa, asosan, sifatli issiqlik ishlovi berilgan tishli g'ildiraklarda ro'y beradi. Shuning uchun, issiqlik ishlovi talab qilingan hollarda bu jarayonning sifatli bajarilishiga alohida e'tibor berish maqsadga muvofiqdir.

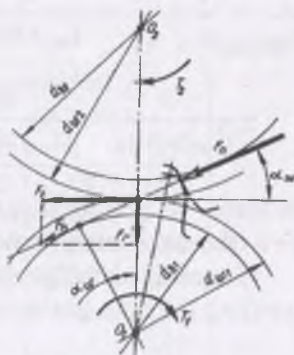
3.5-§. Silindrsimon to'g'ri tishli g'ildiraklarni mustahkamlikka hisoblash

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, kontakt toliqishning eng kam qiymati kuzatiladi. Shuning uchun kontakt kuchlanishga ilashish qutbidagi kontakti bo'yicha hisoblash qabul qilingan. Tishlarning tutashishini ρ_1 va ρ_2 radiusli ikki silindrlarning tutashishi deb qaraymiz (3.9-shakl). Bunda kontakt kuchlanish quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi,



3.8- shakl.

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

bu yerda, E_{kel} — keltirilgan elastiklik moduli, ρ_{kel} — keltirilgan egrilik radiusi;

q – solishtirma yuklama;

Yuqoridagilarni e'tiborga olgan holda:

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

Kontakt nuqtasida tishlar evolventasining egrilik radiuslari (3.9-shakil.)

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

(2.12) formula bo'yicha

$$\frac{1}{\rho_{kel}} = \frac{1}{\rho_1} \pm \frac{1}{\rho_2} = \frac{2}{d_{w1} \sin \alpha_w}$$

$$\pm \frac{2}{d_{w2} \sin \alpha_w} = \frac{2}{d_{w1} \sin \alpha_w} \left(1 \pm \frac{1}{u}\right) = \frac{2}{d_{w1} \sin \alpha_w} \left(\frac{u \pm 1}{u}\right) \quad (3.5)$$

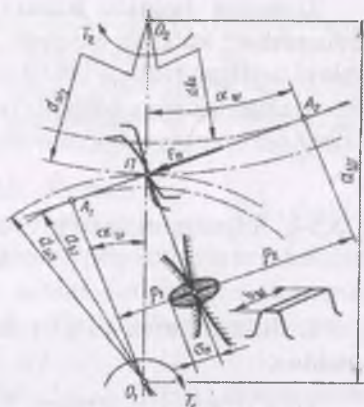
bu yerda, $u = d_{w2}/d_{w1} = z_2/z_1$; «+» ishorasi – tashqi ilashma uchun; «-» ishorasi – ichki ilashma uchun.

Yuqorida keltirilganlarni (3.3) ifodaga qo'yamiz va $\cos \alpha_w \sin \alpha_w = (\sin 2\alpha_w)/2$, almashtirishni bajarib, quyidagi 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.

$$\sigma_H = \frac{310}{a_w} \sqrt{\frac{T_2 K_H (u + 1)^3}{b_2 u^2}} \leq [\sigma_H],$$



3.9-shakl.

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 koeffitsiyenti

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

formula yordamida aniqlanadi. Bu yerda $K_{H\beta}$ –gardish eni bo'ylab yuklanishni notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffitsiyent bo'lib, uning qiymatlari 3.2-jadvalda keltirilgan; $K_{H\alpha}$ – tishlar orasida yuklanishni notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffitsiyent bo'lib, uning qiymatlari 3.3-jadvalda keltirilgan; K_{Hv} –dinamik koeffitsiyent 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	–	–	–

Uzatma	Tish yuzalari-ning 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 va shevron tishli	≤ 350	1,0	1,0	1,0	1,0	
	> 350	1,0	1	2	5	
				1,0	1,0	1,1
				5	7	0

Loyiha hisob uchun (3.6) formula d_1 va a ga nisbatan yechiladi. 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 koeffitsiyenti.

(3.6) formulani d_1 ga nisbatan yechsak,

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

a ga nisbatan yechishda 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 koeffitsiyentini chiqaramiz. 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 ГОСТ 21354-87ning ilovasida amaliy hisoblar uchun quyidagicha yoziladi:

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

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

Amaliyotda asosan (3.10) formuladan foydalaniladi.

G'ildirak enining o'qlararo masofaga nisbatan koeffitsiyenti ψ_{ba} ning qiymatlari ГОСТ 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 koeffitsiyent, uning 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

$\psi_{ba} = b/d_1 = 0,4$ – bo'lganda kichik qiymatlar qabul qilinadi: konsol joylashgan g'ildiraklar uchun, ψ_{ba} 0,6 gacha oshganida va nosimmetrik holat uchun, ψ_{ba} 0,8 gacha bo'lsa $K_{H\beta}$ uchun, jadvaldagi katta qiymatlar qabul qilinadi. Doimiy yuklanishda $K_{H\beta} = 1$.

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 koeffitsiyentlar yordamida tuzatishlar kiritamiz (3.10-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



3.10- shakl.

to'g'ri bo'ladi. Ularning tayyorlanish aniqligi ikki juftli ilashmaning mavjud bo'lishini kafolatlay olmaydi. Masalan, tish qadamining xatoligi natijasida tishlar ilashish chizig'iga kirishdan oldin cho'qqi qismi bilan ilashisha boshlaydi. Bunda nazariy ikki juftli ilashish o'rniga bir juftli ilashish bo'ladi.

2. Tish konsol to'sin deb qaraladi. Bunda konsol 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 koeffitsiyentini 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 farqni 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 koeffitsiyentlar orqali ifodalanadi:

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

bu yerda, m – tishlar moduli.

Hisobiy koeffitsiyentlarni o'rniga qo'yib va belgilashlar kiritgandan so'ng:

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

bu yerda, K_F –hisobiy yuklanish koeffitsiyenti; K_T –nazariy kuchlanishlar konsentratsiyasi koeffitsiyenti.

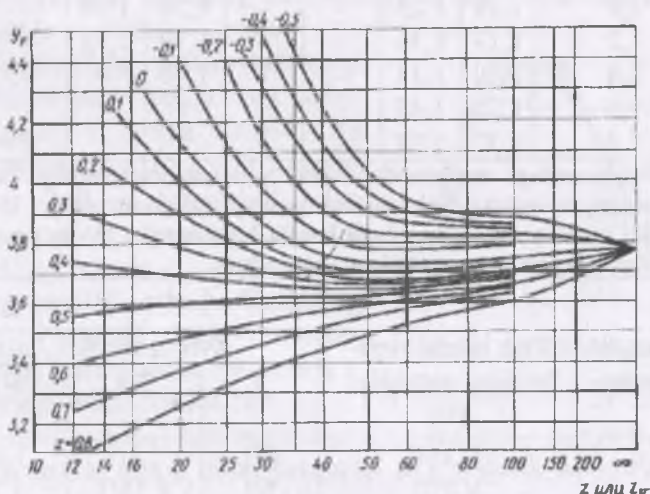
Tish shakli koeffitsiyenti:

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

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. Uning son qiymati faqat tish shakliga bog'liq. Amaliy hisoblarda $x = 0$ bo'lganda, to'g'ri, qiya va konussimon to'g'ri tishli uzatmalar uchun 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

Tish shakli koeffitsiyenti Y_F ning siljish koeffitsiyenti x hisobga olingan qiymatlari ГОСТ 21354-75 da grafik ko'rinishida keltirilgan (3.11-shakl).



3.11-shakl.

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 koeffitsiyenti $K_F = K_{F\beta}K_{Fv}$ formula yordamida aniqlanadi, bu yerda $K_{F\beta}$ – tish uzunligi bo'ylab yuklanishning notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffitsiyent bo'lib, uning qiymatlari quyidagi 3.6-jadvalda keltirilgan; K_{Fv} – dinamik koeffitsiyent bo'lib, uning qiymatlari 3.7-jadvalda keltirilgan.

3.6- jadval

$\psi_{bd} = \frac{b}{d_{w1}}$	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 taalluqli; 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.

$[\sigma_F]$ ruxsat etilgan eguvchi kuchlanish u $[\sigma_F] = \sigma_{\text{Flimb}}^0 / [S_F]$ ga teng, σ_{Flimb}^0 -bazaviy sikllar soni bo'yicha egilishiga chidamlilik chegarasi, 2.3-jadvaldan olinadi. $[S_F]$ -xavfsizlik koeffitsiyenti.

Eguvchi kuchlanish bo'yicha loyiha hisobi uchun (3.12) formula modul m ga nisbatan yechiladi, 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.

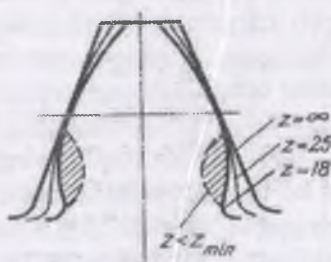
$$\sigma_F = \frac{2T_1 K_F Y_F}{z_1 \psi_m m^3}$$

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

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

G'ildirak tishi sonining tish shakli va mustahkamligiga ta'siri

3.12-shaklda doimiy modul va siljitishsiz kesilgan tishlar shaklining o'zgarishi tishlar soniga bog'liqligi ko'rsatilgan. G'ildirak $z \rightarrow \infty$ da reykaqa aylanadi va tish to'g'ri chizikli ko'rinish oladi, z kamayishi bilan tishning asosi va tepasidagi qalinligi kamayadi hamda evolventaviy profilning egriligi oshadi. Shaklning bunday o'zgarishi tish mustahkamligining kamayishiga olib keladi; z



3.12- shakl.

ning keyingi kamayishida tish oyog'ida qirqilish hosil bo'lib, (3.12-shaklda shtrix chiziq) tish mustahkamligi sezilarli kamayadi. Reykali turdagi kesuvchi asbob bilan kesganda to'g'ri tishli uzatmalar uchun qirqilish chegarasida tishlar soni $z_{\text{min}}=17$ hisoblanadi.

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

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

Masalaning qo'yilishi: Silindrsimon to'g'ri tishli uzatmaning shesternyasi validagi burovchi moment $T_1 = 206,7$ Nm, aylanish chastotasi $n_1 = 291 \text{ min}^{-1}$, g'ildirak validagi burovchi moment $T_2 = 620$ Nm, uzatish soni $u = 3,15$, bo'lgan uzatma hisoblansin. G'ildiraklar tayanchlarga nisbatan nosimmetrik joylashgan.

Masalaning yechilishi:

Material tanlash va ruxsat etilgan kontakt kuchlanishni aniqlash.

2.1-jadvaldan 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 aniqlaymiz:

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

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

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

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

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

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

Uzatmaning loyiha hisobi

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

Tish enining o'qlararo masofa koeffitsiyenti 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 dan (45-betga qarang) tanlab olinadi.

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

O'qlararo masofa quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

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

bu yerda, K_a – yordamchi koeffitsiyent 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:

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

Hisoblab topilgan o'qlararo masofaning son qiymati GOST 2185-66 bo'yicha (37-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.

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

Bu hol uchun GOST 9563-60*dan (37-betga qarang) $m_n = 4$ mm tanlab olinadi.

Uzatma uchun umumiy tishlar soni quyidagicha hisoblanadi:

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

Shu tariqa shesternya tishlari soni:

$$z_1 = \frac{z_{\Sigma}}{u + 1} = \frac{140}{3,15 + 1} = 33,7 \quad z_1 = 34 \text{ qabul qilamiz.}$$

hamda g'ildirak tishlari sonini aniqlash mumkin.

$$z_2 = z_{\Sigma} - z_1 = 140 - 34 = 106 \quad z_2 = 106 \text{ qabul qilamiz.}$$

Shesternya va g'ildirakning asosiy o'lchamlari:

bo'luvchi aylana diametri

$$d_1 = m_n z_1 = 4 \cdot 34 = 136 \text{ mm;}$$

$$d_2 = m_n z_2 = 4 \cdot 106 = 424 \text{ mm.}$$

Tekshirish:

$$a_w = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{136 + 424}{2} = 280 \text{ mm.}$$

Tish ustidan o'tuvchi aylana diametri

$$d_{a_1} = d_1 + 2m_n = 136 + 2 \cdot 4 = 144 \text{ mm;}$$

$$d_{a_2} = d_2 + 2m_n = 424 + 2 \cdot 4 = 432 \text{ mm.}$$

Tish tubidan o'tuvchi aylanalarni diametrini hisoblaymiz:

$$d_{f_1} = d_1 - 2,5m_n = 136 - 2,5 \cdot 4 = 126 \text{ mm;}$$

$$d_{f_2} = d_2 - 2,5m_n = 424 - 2,5 \cdot 4 = 414 \text{ mm.}$$

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

G'ildirak eni $b_2 = \psi_{va} a_w = 280 \cdot 0,25 = 70 \text{ mm.}$

Shesternya eni $b_1 = b_2 + (5 \div 10) = 70 + 6 = 76 \text{ mm.}$

Uzatmaning tekshiruv hisobi

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

$$v = \frac{\omega_1 d_1}{2} = \frac{\pi d_1 n_1}{60 \cdot 10^3} = \frac{3,14 \cdot 136 \cdot 291}{60000} = 2 \text{ m/s.}$$

bu yerda, d_1 —shesternyaning bo'luvchi aylanasini diametri; n_1 —shu shesternya joylashgan valning aylanish chastotasi.

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

ГОСТ 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. Shunga ko'ra to'g'ri tishli uzatma va $v = 2 \text{ m/s}$ bo'lganida 8 - aniqlik darajasi olinadi.

Shesternya enining diametr koeffitsiyenti:

$$\psi_{bd} = \frac{b_1}{d_1} = \frac{76}{136} = 0,56$$

Yuklanish koeffitsiyenti

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

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

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

3.4-jadvaldan dinamik koeffitsiyent K_{Hv} qiymatini to'g'ri tishli g'ildirak uchun $v = 2 \text{ m/s}$ HB \leq 350 holat uchun $K_{Hv} = 1,05$ ekanligi aniqlanadi.

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

Tish yuzalarini kontakt kuchlanishga tekshiramiz:

$$\sigma_H = \frac{310}{a_w} \sqrt{\frac{T_2 K_H (u + 1)^3}{b_4 u^2}} \leq [\sigma_H],$$

$$\sigma_H = \frac{310}{280} \sqrt{\frac{620 \cdot 1,2 \cdot 10^3 (3,15 + 1)^3}{70 \cdot 3,15^2}} = 306 \text{ MPa} < [\sigma_H] = 354,5 \text{ MPa}$$

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.

Ilashmaga ta'sir etuvchi kuchlar: aylana kuch

$$F_t = \frac{2T_1}{d_1} = \frac{2 \cdot 206,7 \cdot 10^3}{136} = 3040 \text{ N.}$$

bu yerda, $T_1 = 206,7 \text{ Nm}$ - shesternya valining buruvchi momenti, $d_1 = 136 \text{ mm}$ - 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 bog'yicha yuklanish koeffitsiyentini aniqlaymiz

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

3.6-jadvaldan $\psi_{bd} = 0,56$ qattqlik HB \leq 350 va nosimmetrik holat uchun $K_{F\beta} = 1,11$ ekanligi aniqlanadi.

3.7-jadvaldan 8-aniqlik darajasi, HB \leq 350, $v = 2 \text{ m/s}$ bo'lganda to'g'ri tish uchun $K_{Fv} = 1,25$ ekani aniqlanadi. Shunday qilib, eguvchi kuchlanish bo'yicha yuklanish koeffitsiyenti

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

Tish shakli koeffitsiyenti Y_F qiymatini tishlar soniga mos ravishda (47-betga qarang) aniqlaymiz.

Shesternya uchun $z_1 = 34$ $Y_{F1} = 3,76;$

G'ildirak uchun $z_2 = 106$ $Y_{F2} = 3,6.$

Eguvchi kuchlanishning ruxsat etilgan qiymatini quyidagicha 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 $\sigma_{Flimb}^0 = 1,8HB$

$[S_F]$ -xavfsizlik koeffitsiyenti bo'lib, u $[S_F] = [S_F]'[S_F]''$ ga teng. 2.3-jadvaldan $[S_F]' = 1,75$ bo'lib, u tishli g'ildirak materiali xossalari o'zgaruvchan ekanligini hisobga oladi. $[S_F]''$ - tishli g'ildirak zagotovkasini olinish usulini hisobga oluvchi koeffitsiyent bolg'alangan va shtamplangan zagotovkalar uchun $[S_F]'' = 1,0$, prokat uchun $[S_F] = 1,15$ quyma zagotovka uchun $[S_F]'' = 1,3$ ga teng. Bizning misolimiz uchun $[S_F]'' = 1$; $[S_F] = 1,75$

Shunday qilib, shesternya uchun

$$\sigma_{Flimb}^0 = 1,8 \cdot 180 = 324 \text{ MPa va g'ildirak uchun esa}$$

$$\sigma_{Flimb}^0 = 1,8 \cdot 160 = 288 \text{ MPa ga teng.}$$

Ruxsat etilgan kuchlanish:

$$\text{shesternya uchun } \sigma_{F_1} = \frac{324}{1,75} = 185 \text{ MPa;}$$

$$\text{g'ildirak uchun } \sigma_{F_2} = \frac{288}{1,75} = 164,6 \text{ MPa.}$$

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

$$\text{shesternya uchun } \frac{[\sigma_{F_1}]}{Y_{F_1}} = \frac{185}{3,75} = 49 \text{ MPa;}$$

$$\text{g'ildirak uchun } \frac{[\sigma_{F_2}]}{Y_{F_2}} = \frac{164,6}{3,6} = 45,7 \text{ MPa.}$$

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:

$$\sigma_F = \frac{F_t K_F Y_F}{b_2 m_n} \leq [\sigma_F]$$

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

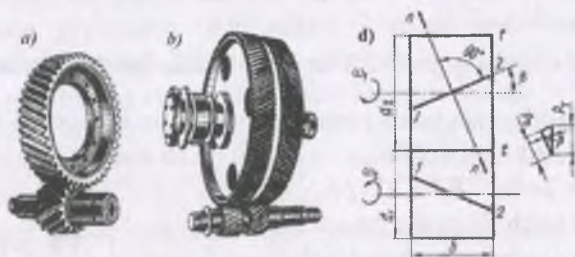
Mustahkamlik sharti $\sigma_F < [\sigma_F]$ bajarildi bordi-yu, agar bu shart bajarilmasa, u holda o'qituvchining tavsiyasiga binoan hisobga o'zgartirishlar kiritish lozim.

3.6-§. Silindrsimon qiya va shevron tishli uzatmalarni hisoblashning o'ziga xosligi

To'g'ri va qiya tishli silindrik uzatmalarni mustahkamlikka hisoblash GOST 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 (3.13 a, b va d-shakllar). G'ildiraklar o'qi parallel 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:



3.13-shakl.

aylana qadam $P_t = P_n / \cos \beta,$

aylana modul $m_t = m_n / \cos \beta,$

bo'luvchi diametr $d = m_t z = m_n z / \cos \beta,$

tish ustidan o'tuvchi aylanalar diametri $d_a = d_1 + 2m,$

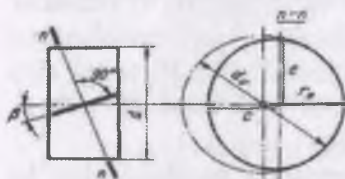
tish tubidan o'tuvchi aylanalar diametri $d_f = d_1 - 2,5m$.

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 (3.14-shakl).

Tishlarga normal kesim $s = r$ va $e = r/\cos\beta$ ga teng yarim o'qli ellips hosil qiladi, bu yerda $r = d/2$. Iltimosda 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.



3.14- shakl.

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 (3.15-shakl):

aylana kuch $F_t = 2T_1/d_1$,

radial kuch $F_r = F_t \tan\alpha_w / \cos\beta$,

o'q bo'yicha yo'nalgan kuch $F_a = F_t \tan\beta$,

o'z navbatida normal kuch

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

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

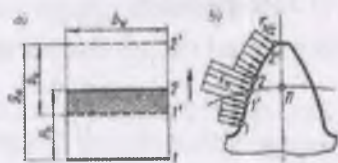


3.15- shakl.

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 yon qoplanish koeffitsiyenti. G'ildiraklar aylanganda tishlarning kontakt 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 (3.16-shakl, a).

Agar birinchi tishlar juftining kontakt 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 yetguncha davom etadi. Bu vaqtda keyingi tishlar jufti ilashishga kiradi va yana ikki juftlik ilashish boshlanadi.



3.16- shakl.

Ilashish hududidan tish shakliga o'tishda (3.16-shakl, b) shuni ta'kidlash 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 ilashishda zonasida esa faqat yuklamaning yarmini uzatadi. Bir juftli ilashish zonasi o'lchamlari yonbosh qoplanish koeffitsiyentining qiymatiga bog'liq bo'ladi, ya'ni:

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

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 yerda "+" 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 yerda, $K_{H\alpha}$ — bir vaqtda ilashishda bo'lgan tishlar juftligi orasida yuklamaning notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffitsiyent.

To'g'ri tishli g'ildirakka o'xshashligi bo'yicha (3.5) formuladagi d_{w1} ni ekvivalent g'ildirak diametri d_{w1} orqali ifodalaymiz, ya'ni:

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

(3.3) formuladagi $\frac{q}{\rho_{kel}}$ munosabatni taqqoslab to'g'ri [(3.4) va (3.5) formulalar] va qiya tishli g'ildiraklar uchun quyidagini olamiz,

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

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

$$\sigma_H = 1,18 Z_{H\beta} \sqrt{\frac{E_{kel} T_1 K_H}{d_{w1}^2 b_w \sin 2\alpha_w} \left(\frac{u \pm 1}{u} \right)} \leq [\sigma_H] \quad (3.15)$$

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 koeffitsiyentlarini $\sqrt[3]{Z_{H\beta}^2}$ ga ko'paytirib, qiya tishli uzatmalar uchun quyidagi ifodalarni yozamiz:

$$d_1 \approx 1,2 \sqrt[3]{\frac{E_{kel} T_1 K_{H\beta}}{[\sigma_H]^2 \psi_{bd}} \left(\frac{u \pm 1}{u} \right)} \quad (3.16)$$

$$a \approx 0,75(u \pm 1) \sqrt[3]{\frac{E_{kel} T_2 K_{H\beta}}{[\sigma_H]^2 u^2 \psi_{ba}}} \quad (3.17)$$

Amaliy hisoblar uchun (3.15) formulasi quyidagi ko‘rinishga keltirilgan: qiya tishli uzatma uchun

$$\sigma_H = \frac{270}{a_w} \sqrt{\frac{T_2 K_H (u + 1)^3}{b_2 u^2}}$$

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 uzatmalarning tekshiruv hisobi uchun quyidagi ko‘rinishda yozamiz:

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

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

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

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

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

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

4. Silindrsimon qiya tishli uzatmalarni hisoblashga oid namuna

Masalaning qo'yilishi: Silindrsimon qiya tishli uzatmaning shesternyasi validagi burovchi moment $T_1 = 253,5$ Nm, aylanish chastotasi $n_1 = 240 \text{ min}^{-1}$, g'ildirak validagi burovchi moment $T_2 = 964$ Nm, uzatish soni $u = 4$ bo'lgan uzatma hisoblansin. G'ildiraklar tayanchlarga nisbatan nosimmetrik joylashgan.

Masalaning yechilishi:

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:

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

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

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

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

Shesternya tishlari uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanish:

$$[\sigma_{H_1}] = \frac{(2HB + 70)K_{HL}}{[S_H]} = \frac{(2 \cdot 280 + 70) \cdot 1}{1,2} = 525 \text{ MPa.}$$

G'ildirak tishlari uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanish:

$$[\sigma_{H_2}] = \frac{(2HB + 70)K_{HL}}{[S_H]} = \frac{(2 \cdot 250 + 70) \cdot 1}{1,2} = 475 \text{ MPa.}$$

Qiya tishli uzatma uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanish:

$$[\sigma_H] = 0,45([\sigma_{H_1}] + [\sigma_{H_2}]) = 0,45 \cdot (525 + 475) = 450 \text{ MPa.}$$

Talab qilingan shart $[\sigma_H] \leq 1,23[\sigma_{H_2}]$ bajarildi.

Uzatmaning loyiha hisobi

$K_{H\beta}$ –gardish eni bo‘ylab yuklanishning notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffitsiyent bo‘lib, uning son qiymati 3.5 - jadvaldan qabul qilinadi. G‘ildiraklar tayanchlarga nisbatan nosimmetrik joylashgan va uzatmadagi kuchlar ta’sirida yetaklanuvchi valda qo‘shimcha egilishlar hosil bo‘lib, tishlar kontaktini yomonlashtiradi. Shuning uchun $K_{H\beta} = 1,25$ qabul qilamiz.

Tish enining o‘qlararo masofa koeffitsiyenti 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 (45-betga qarang) qiya tishli g‘ildirak uchun $\psi_{ba} = 0,25$ qabul qilamiz.

O‘qlararo masofa quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

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

bu yerda, K_a – yordamchi koeffitsiyent 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.

$$a_w = 43(4 + 1) \sqrt[3]{\frac{964 \cdot 10^3 \cdot 1,25}{[450]^2 \cdot 4^2 \cdot 0,25}} = 245 \text{ mm}$$

Hisoblab topilgan o‘qlararo masofaning son qiymatini GOCT 2185-66 da (37-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.

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

GOCT 9563-60* standart qatoridan (37-betga qarang) $m_n = 4$ mm tanlab olamiz.

Shesternya tishlari sonini hisoblaymiz.

$$z_1 = \frac{2a_w \cos \beta}{(u+1)m_n} = \frac{2 \cdot 250 \cdot 0.9848}{(4+1) \cdot 4} = 24,62,$$

$z_1 = 24$ qabul qilamiz.

G'ildirak tishlari sonini hisoblaymiz

$$z_2 = z_1 u_1 = 24 \cdot 4 = 96 \quad z_2 = 96 \text{ qabul qilamiz.}$$

Qiyalik burchagining aniqlangan qiymati

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

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:

$$d_1 = \frac{m_n}{\cos \beta} z_1 = \frac{4}{0,96} \cdot 24 = 100 \text{ mm};$$

$$d_2 = \frac{m_n}{\cos \beta} z_2 = \frac{4}{0,96} \cdot 96 = 400 \text{ mm}.$$

Tekshirish:

$$a_w = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{100 + 400}{2} = 250 \text{ mm}.$$

Tish ustidan o'tuvchi aylana diametri:

$$d_{a_1} = d_1 + 2m_n = 100 + 2 \cdot 4 = 108 \text{ mm};$$

$$d_{a_2} = d_2 + 2m_n = 400 + 2 \cdot 4 = 408 \text{ mm};$$

tish tubidan o'tuvchi aylanalar diametri:

$$d_{f_1} = d_1 - 2,5m_n = 100 - 2,5 \cdot 4 = 90 \text{ mm};$$

$$d_{f_2} = d_2 - 2,5m_n = 400 - 2,5 \cdot 4 = 390 \text{ mm};$$

$$\text{g'ildirak eni } b_2 = \psi_{ba} a_w = 250 \cdot 0,25 = 62,5 \text{ mm};$$

$$\text{shesternya eni } b_1 = b_2 + (5 \div 10) = 62,5 + 5,5 = 68 \text{ mm}.$$

Uzatmaning tekshiruv hisobi

Dastlab g'ildirakning aylana tezligi topiladi:

$$v = \frac{\omega_1 d_1}{2} = \frac{\pi d_1 n_1}{60 \cdot 10^3} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 240}{60000} = 1,3 \text{ m/s}.$$

bu yerda, d_1 -shesternyaning bo'luvchi aylanasi diametri va n_1 -shu shesternya joylashgan valining aylanish chastotasi.

Aylana tezlik $v = 1,3 \text{ m/s}$ ga ko'ra quyidagi tavsiya asosida uzatmaning aniqlik darajasini topamiz. ГОСТ 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 darajasida $K_{Hv} = 0,05 \div 1,10$ 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 koeffitsiyenti:

$$\psi_{bd} = \frac{b_1}{d_1} = \frac{68}{100} = 0,68.$$

Yuklanish koeffitsiyenti

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

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 koeffitsiyent $K_{Hv} = 1$ ekanligi aniqlanadi.

Shunday qilib, yuklanish koeffitsiyenti:

$$K_H = 1,07 \cdot 1,09 \cdot 1 = 1,2.$$

Tish yuzalarini kontakt kuchlanishga tekshiramiz :

$$\sigma_H = \frac{270}{a_w} \sqrt{\frac{T_2 K_H (u+1)^3}{b_2 u^2}} = \frac{270}{250} \sqrt{\frac{964 \cdot 1,2 \cdot 10^3 (4+1)^3}{62,5 \cdot 4^2}} = 411 \text{ MPa.}$$

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

$$F_t = \frac{2T_1}{d_1} = \frac{2 \cdot 253,5 \cdot 10^3}{100} = 5070 \text{ H}$$

bu yerda, $T_1 = 253,5 \text{ Nm}$ – shesternya validagi burovchi moment, $d_1 = 100 \text{ mm}$ – shesternyaning bo'lovchi aylana diametri.

Radial kuch

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

o'q bo'ylab yo'nalgan kuch

$$F_a = F_t \text{tg}\beta = 5070 \cdot 0,2918 = 1479 \text{ N.}$$

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

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

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

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

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

Tish shakli ko'effitsiyenti qiymatini ekvivalent tishlar soniga mos ravishda taklif etilgan standart qatordan (47-betga qarang) tanlaymiz: shesternya uchun

$$z_{v_1} = \frac{z_1}{\cos^3 \beta} = \frac{24}{0,8847} \approx 27, \quad Y_{F_1} = 3,86;$$

g'ildirak uchun

$$z_{v_2} = \frac{z_2}{\cos^3 \beta} = \frac{96}{0,8847} \approx 108, \quad Y_{F_2} = 3,6.$$

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

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

$[S_F]$ -xavfsizlik ko'effitsiyenti bo'lib, u $[S_F] = [S_F]' [S_F]''$ ga teng. 2.3-jadvaldan $[S_F]' = 1,75$ bo'lib, u tishli g'ildirak materiali xossalari o'zgaruvchan bo'lishini hisobga oladi. $[S_F]''$ - tishli g'ildirak zagotovkasini olinish usulini hisobga oluvchi ko'effitsiyent, bolg'alangan va shtamplangan zagotovka uchun $[S_F]'' = 1,0$, prokat uchun $[S_F]'' = 1,15$ quyma zagotovka uchun $[S_F]'' = 1,3$ ga teng. Bizning misolimiz uchun esa $[S_F]'' = 1$;

$$[S_F] = 1,75 \cdot 1 = 1,75.$$

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:

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

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

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

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

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 eguvchi kuchlanishga tekshiramiz.

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

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

$K_{F\alpha}$ -koeffitsiyentini hisoblaymiz. Mazkur koeffitsiyent 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 koeffitsiyenti, aniqlik darajasi $n = 8$ bo'lganda $K_{F\alpha} = 0,92$ ga teng bo'ladi.

G'ildirak tishlarini quyidagi formula yordamida eguvchi kuchlanishga tekshiramiz:

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

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

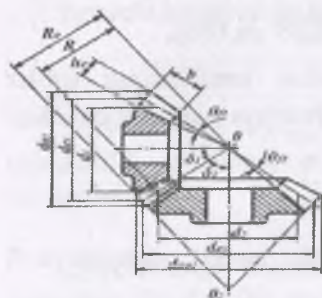
$\sigma_F < [\sigma_F]$ sharti bajarildi, agar shart bajarilmasa, o'qituvchining tavsiyasiga binoan hisobga o'zgartirishlar kiritish maqsadga muvofiqdir.

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, qiya va doiraviy bo'lishi mumkin (3.17-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 dopusklarni ham saqlash hamda yig'ishda konus balandliklarining bir-biriga to'g'ri kelishini ta'minlash talab etiladi.

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. Buning oqibatida tish uzunligi bo'ylab yuklamaning notekis taqsimlanishi oshadi. Qolaversa, bu uzatmada o'q bo'ylab yo'nalgan kuchning mavjudligi ham tayanchlar konstruksiyasini ancha murakkab bo'lishiga olib keladi. 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



3.17-shakl.

konussimon uzatmalar muhandislik amaliyotida keng ko'lamda qo'llanilmoqda.

1. Konussimon tishli uzatmalarning geometrik parametrlari

Konussimon uzatmaning asosiy parametrlari 3.17-shaklda keltirilgan. G'ildirakning tashqi bo'luvchi aylanasi deometri

$$d_{e2} = K_d \sqrt[3]{\frac{T_2 K_{H\beta} u}{[\sigma_H]^2 (1 - 0,5\psi_{DR_e})^2 \psi_{DR_e}}}. \quad (3.20)$$

To'g'ri tishli konussimon g'ildirakning ГOCT 19375-73 va ГOCT 19624-74 bo'yicha ($\delta_1 + \delta_2 = 90^\circ$ va $\alpha = 20^\circ$) bo'lgandagi o'lchamlari

Kattaliklar	Belgisi	Formula
Tashqi bo'luvchi dtometri	d_{e2}	(3.20)
Tashqi aylana modul	m_e	$m_e = d_{e2}/z_2$
Bo'luvchi konuslik burchaklari	δ_1 va δ_2	(3.21)
Tashqi konuslik masofasi	R_e	$R_e = 0,5m_e\sqrt{z_1^2 + z_2^2}$
Tishli uzunligi	b	$b = \psi_{bR_e}R_e$
O'rta konuslik masofasi	R	$R = R_e - 0,5b$
Shesternyaning tashqi bo'luvchi diametri	d_{e1}	$d_{e1} = m_e z_1$
Shesternyaning o'rtacha bo'luvchi diametri	d_1	$d_1 = 2(R_e - 0,5 \cdot b)\sin\delta_1$
Shesternyaning tashqi diametrlari	d_{ae1}	$d_{ae1} = d_{e1} + 2m_e \cos\delta_1$
G'ildirakning tashqi diametrlari	d_{ae1}	$d_{ae1} = d_{e2} + 2m_e \cos\delta_2$
O'rtacha aylana modul	m	$m = d_1/z_1$
O'rta diametr bo'yicha shesternya eni koeffitsiyenti	ψ_{bd}	$\psi_{bd} = b/d_1$
Tishning tashqi balandligi	h_e	$h_e = 2,2m_e$
Tish kallagi burchagi	θ_a	$\theta_{a1} = \theta_{f2}; \theta_{a2} = \theta_{f1}$
Tish tubi burchagi	θ_f	$\theta_f = \text{arcctg } h_{f_e}/R_e$

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:

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

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:

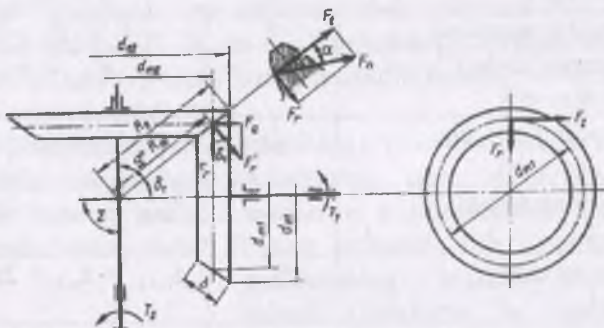
$$u = d_2/d_1 = z_2/z_1.$$

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 (3.18-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.

Shakldan: aylana kuch $F_t = 2T_1/d_1$, normal kuch $F_n = F_t/\cos\alpha$,



3.18-shakl.

$F_r' = F_t \operatorname{tg} \alpha$ 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 kuchga teng,

$$F_{a1} = F_{r2} = F_t \operatorname{tg} \alpha \sin \delta_1.$$

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,

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

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 asosanib, 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'zgarish 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 (3.19-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 suratda ($u + 1$) 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 koeffitsiyent.

Loyiha hisobi uchun esa (3.24) formula o'zgartiriladi. Aniqrog'i, konussimon uzatmalar uchun g'ildirakning tashqi bo'luvchi aylanasi diametri d_{e2} va tashqi konuslik masofasi R_e asosiy gabarit o'lchamlar ekanligi e'tiborga olgan holda, yuklama yetaklovchi valdagi burovchi moment T_1 o'rniga yetaklanuvchi valdagi burovchi moment T_2 bilan ifodalanadi. Ushbu parametrlar (3.24) formulaga kiritilgach, tegishli o'zgartirishlardan keyin quyidagi ifodaga ega bo'lish mumkin:

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

Muhandislik amaliyotida loyiha hisoblarida foydalanish qulay bo'lishi uchun (3.24) va (3.25) formulalar quyidagi ko'rinishga keltiriladi:

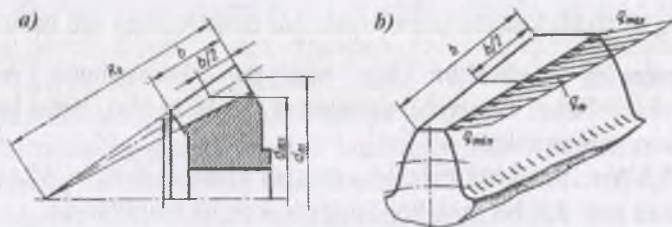
$$d_{e2} = K_d \sqrt[3]{\frac{T_2 K_{H\beta} u}{[\sigma_H]^2 (1 - 0,5\psi_{bR_e})^2 \psi_{bR_e}}} \quad (3.26)$$

$$\sigma_H = \frac{335}{R_e - 0,5b} \sqrt{\frac{T_2 K_H \sqrt{(u^2 + 1)^3}}{bu^2}} < [\sigma_H] \quad (3.27)$$

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.

Endi 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. (3.19-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 bikirligi 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.



3.19-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 (3.19-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 koeffitsiyenti. m_n — tishning o'rta normal kesimidagi moduli. Y_F — tish shakli koeffitsiyenti bo'lib, uning qiymati ekvivalent tishlar soni z_v qiymatiga mos ravishda tanlanadi. K_F — yuklanish koeffitsiyenti.

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

Masalaning qo'yilishi: Bir pog'onali konussimon reduktor yetaklovchi validagi burovchi moment $T_1 = 97,4 \text{ Nm}$, yetaklanuvchi valdagi burovchi moment

$T_2 = 256,5 \text{ Nm}$, yetakchi valning aylanish chastotasi $n_1 = 671 \text{ min}^{-1}$, uzatish soni $u = 2,8$ bo'lgan konussimon uzatma hisoblansin.

Masalaning yechilishi:

Masalani yechishni 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:

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

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

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

K_{HL} – umrboqiylik koeffitsiyenti (yuklanishning sikllar soni asosiydan katta bo'lganida, ya'ni reduktorning uzoq muddat ishlatilishida $K_{HL} = 1$ deb qabul qilinadi); $[S_H]$ - xavfsizlik koeffitsiyenti (issiqlik ishlovi yaxshilangan, normallangan hamda hajmiy toblangan po'latlar uchun $[S_H] = 1,1 \div 1,2$, tish yuzalari mustahkamlanganda esa $[S_H] = 1,2 \div 1,3$ oralig'ida qabul qilinadi).

G'ildirak tishlari uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanish esa

$$[\sigma_{H_2}] = \frac{(2HB_2 + 70)K_{HL}}{[S_H]} = \frac{(2 \cdot 200 + 70) \cdot 1}{1,1} = 427 \text{ MPa}$$

ga tengdir. Konussimon g'ildirakning tashqi bo'luvchi diametri

$$d_{e2} = K_d \sqrt{\frac{T_2 K_{H\beta} u}{[\sigma_H]^2 (1 - 0,5\psi_{br_e})^2 \psi_{br_e}}};$$

formuladan topiladi:

Bu yerda, $T_2 = 256,5 \text{ Nm}$ – g'ildirak valining burovchi momenti, $K_{H\beta} = 1,35$ shesternya konsol o'rnatilishini hisobga oluvchi koeffitsiyent 3.5-jadvaldan, $\psi_{bR_e} = 0,285$ konus masofaga nisbatan gardish kengligini hisobiy koeffitsiyenti, u -konussimon pog'ona uzatishlar soni to'g'ritishli konussimon uzatma uchun $K_d = 99$ ga teng. U holda

$$d_{e_2} = 99 \sqrt[3]{\frac{256,5 \cdot 10^3 \cdot 1,35 \cdot 2,8}{[427]^2 (1 - 0,5 \cdot 0,285)^2 \cdot 0,285}} = 291 \text{ mm.}$$

ГОСТ 12289-76 bo'yicha $d_{e_2} = 280 \text{ mm}$ qabul qilamiz (70-betga qarang).

Endi tishlar sonini aniqlashtiramiz.

Shesternya tishlar soni $z_1 = 25$ qabul qilamiz.

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

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

Bunda berilganidan og'ish

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

ГОСТ 12289-76 da o'rnatilgan 3% dan kichik shart bajarildi.

Tashqi aylana modul

$$m_e = \frac{d_{e_2}}{z_2} = \frac{280}{70} = 4 \text{ mm ga teng.}$$

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

Shu asosda d_{e_2} o'lchamni aniqlashtiramiz

$$d_{e_2} = m_e z_2 = 4 \cdot 70 = 280 \text{ mm.}$$

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

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

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

Tashqi konus masofa R_e va tish uzunligi b :

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

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

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

Shesternyaning tashqi bo'luvchi diametri

$$d_{e_1} = m_e z_1 = 4 \cdot 25 = 100 \text{ mm.}$$

Shesternyaning o'rtacha bo'luvchi diametri

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

Shesternya va g'ildirakning tashqi diametrlari

$$d_{ae1} = d_{e_1} + 2m_e \cos \delta_1 = 100 + 2 \cdot 4 \cdot 0,94235 = 107,7 \text{ mm;}$$

$$d_{ae2} = d_{e_2} + 2m_e \cos \delta_2 = 280 + 2 \cdot 4 \cdot 0,33465 = 282,7 \text{ mm.}$$

O'rtacha aylana modul

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

O'rtacha diametr bo'yicha shesternya eni koeffitsiyenti

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

G'ildirakning o'rtacha aylana tezligi

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

Konussimon tishli uzatma uchun odatda 7-aniqlik darajasi belgilanadi.

Ta'kidlash muhimki, kontakt kuchlanishga tekshirish uchun avval yuklanish koeffitsiyentini 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 yuklanishning taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffitsiyent $K_{H\beta} = 1,19$ ga, 3.3-jadvaldan tishlar orasida yuklanish to'g'ri taqsimlanganligini hisobga oluvchi koeffitsiyent $K_{H\alpha} = 1,05$ va 3.4-jadvaldan esa to'g'ri tishli g'ildirak uchun ilashishdagi dinamik kuchni hisobga oluvchi koeffitsiyent $K_{Hv} = 1,05$ ga tengligi ayon. Natijada:

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

Quyidagi formula asosida kontakt kuchlanishga tekshirish mumkin:

$$\sigma_H = \frac{335}{R_e - 0,5b} \sqrt{\frac{T_2 K_H \sqrt{(u^2 + 1)^3}}{bu^2}} < [\sigma_H]$$

$$\sigma_H = \frac{335}{148,7 - 0,5 \cdot 45} \sqrt{\frac{256,5 \cdot 10^3 \cdot 1,32 \sqrt{(2,8^2 + 1)^3}}{45 \cdot 2,8^2}} = 422 \text{ MPa}$$

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

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

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

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

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

$$F_{r1} = F_{a2} = F_t \operatorname{tg} \alpha \cos \delta_1 = 2289 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ \cdot \cos 19^\circ 33' = 786 \text{ H.}$$

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

$$F_{a1} = F_{r2} = F_t \operatorname{tg} \alpha \sin \delta_1 = 2289 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ \cdot \sin 19^\circ 33' = 279 \text{ H;}$$

Endi tishlarni eguvchi kuchlanish bo'yicha chidamlilikka tekshirish mumkin:

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

3.6-jadvaldan $\psi_{bd} = 0,52$, $HB \leq 350$ bo'lganda konsol holat uchun $K_{F\beta} = 1,5$ 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 koeffitsiyenti

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

Tish shakli koeffitsiyenti Y_F ni ekvivalent tishlar soni bo'yicha aniqlaymiz (49-betga qarang). Buning uchun esa, avvalo, shesternya uchun

$$z_{v1} = \frac{z_1}{\cos \delta_1} = \frac{25}{\cos 19^\circ 33'} \approx 27$$

va g'ildirak uchun

$$z_{v2} = \frac{z_2}{\cos \delta_2} = \frac{70}{\cos 70^\circ 27'} \approx 209$$

larni hisoblash zarur.

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

$\vartheta_F = 0,85$ –tajriba koeffitsiyenti 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:

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

Bu yerda, 2.3-jadvaldan termik ishlovi yaxshilangan 45 po'lati uchun qattiqligi $HB \leq 350$ bo'lganda chidamlilik chegarasi $\sigma_{Flimb}^0 = 1,8HB$ ga teng. Odatda, mustahkamlik zaxirasi koeffitsiyenti quyidagi ko'paytma tarzida aniqlanadi:

$$[S_F] = [S_F]'[S_F]''$$

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 shevron 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 uzatmalarning imkoniyatlari yetarli bo'lmaydi.

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

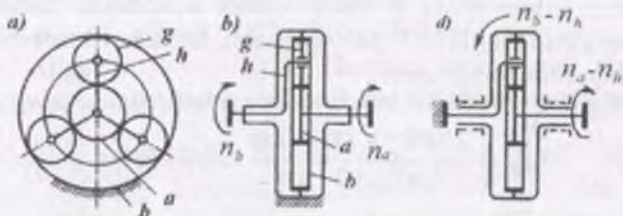
Tasnifi va qo'llanishi. Tarkibida qo'zg'aluvchan o'qli g'ildiraklari mavjud uzatmalar *planetar deb ataladi* (3.20-shakl).

Planetar uzatma tashqi tishli markaziy g'ildirak a , ichki tishli markaziy g'ildirak b , yetaklagich h va satellitlardan 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 (3.20-shakl, b), harakat a dan h ga yoki h dan a ga uzatiladi; h yetakligich qo'zg'almas (3.20-shakl, d) 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*.

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.



3.20-shakl.

a-umumiy sxema; *b*-*g*-ildirak qo'zg'almas; *d*-yetaklovchi qo'zg'almas.

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 (*g* 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 yetaklagichni to'xtatish usuli – Villis usuli keng qo'llanadi. Butun planetar uzatmaga fikran yetaklagichga aylanishlar takroriyiligiga teng bo'lgan, lekin unga qarama-qarshi yo'nalishda aylanish beriladi. Bunda yetaklagich go'yoki bir lahza "tormozlanadi" yoki "to'xtatiladi" deb qaraladi, boshqa zvenalar esa bog'lanishdan ozod bo'ladi. Bunda aylantirilgan mexanizm hosil bo'ladi (3.20-shakl, *d*), u oddiy uzatmani tashkil qilib, unda harakat *a* dan *b* ga parazit *g*-ildirak *g* orqali uzatiladi.

Aylantirilgan mexanizm tishli *g*-ildiraklarining aylanishlar takroriyligi avvalgi aylanishlar takroriyligidan yetaklagich aylanishlar

takroriyliги ayirmasiga teng bo'ladi. Misol tariqasida 3.20-shaklda ko'rsatilgan uzatma kinematikasini tahlil qilamiz. Bunda aylanishlar takroriyligini belgilashda zvenoda indeksidan foydalanamiz (n_a, n_h ana 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

$$i_{ab}^h = \frac{(n_a - n_h)}{n_b - n_h} = -\frac{z_b}{z_a} \quad (3.29)$$

Planetar uzatmalarda uzatish nisbati ishorasi katta ahamiyatga egadir: $i > 0$ da yetaklovchi va yetaklanuvchi zvenolar aylanishi bir xil yo'nalishda, $i < 0$ da esa qarama-qarshi yo'nalishda deb qabul qilinadi, shu sababi $i_{ab}^h < 0$.

Real mexanizmga o'tadigan bo'lsak, amalda ko'p hollarda, b g'ildirak to'xtatilgan, a – yetaklovchi va h – yetaklanuvchi 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 chastotasini quyidagi tenglikdan aniqlaymiz:

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

n_a va n_h ma'lum bo'lsa, n_g ni $(n_g - n_h)$ yetaklagichga nisbatan satellitning aylanishlar takroriyliги sifatida yoki o'zining o'qiga nisbatan aniqlash mumkin.

Uzatmadagi kuchlar. 3.21-shakldan foydalanib, uzatmadagi kuchlar bo'yicha satellitning muvozanat shartini tuzamiz:



3.21- shakl.

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

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

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

K_c ning qiymati tayyorlash aniqligiga va satellitlar soniga bog'liq bo'ladi.

Kompensatsiyalovchi qurilmalar bo'lmasa, $K_c=1,2\dots2$. O'zi o'rnamadigan g'ildiraklar va uchta satellitlar bo'lsa

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

Muvozanat shartini yozamiz:

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

Energiyaning saqlanish qonunini tatbiq etamiz:

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

Bu tenglamalarda momentlar va ularning burchak tezliklariga ko'paytmalariga T va ω ning yo'nalishi bir tomonga bo'lsa «musbat» ishora (yetaklovchi zvenolar) va ular qarama-qarshi bo'lsa (yetaklanuvchi zvenolarda) «manfiy» ishora beriladi. (3.34) formulada hozircha ishqalanishdan yo'qotishlar hisobga olinmagan.

Yuqoridagi ikkita tenglamadan ikkita noma'lumni topish mumkin. Masalan, a – yetaklovchi, b qotirilgan bo'lsa ($\omega_b=0$), foydali ish koeffitsiyenti η_{ah}^b ni e'tiborga olib, (3.34) tenglamadan quyidagicha 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

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

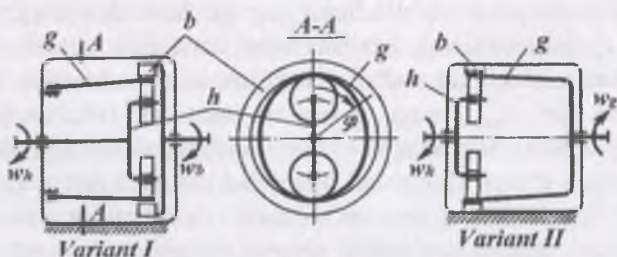
ga tengligi kelib chiqadi.

3.9-§. To'liqsimon uzatmalar

Umumiy ma'lumotlar. To'liqsimon uzatmaning ish tarzida harakat parametrlarini o'zgartirish mexanizm elastik zvenosinining to'liqsimon deformatsiyasiga asoslangan. Bunday uzatma 1959-yili AQSH muhandisi Masser tomonidan patentlangan.

Bir qator afzalliklari tufayli to'liqsimon uzatmalar keng tarqalgan. To'liqsimon uzatmalardan eng ko'p tarqalgani tishli to'liqsimon uzatmalardir.

3.22-shaklda to'liqsimon friksion uzatma sxemasi tasvirlangan. Uzatma uch asosiy elementdan tuzilgan: elastik g'ildirak g ; bikir g'ildirak b ; to'liqin generatori h .



3.22-shakl.

Elastik g'ildirakning tashqi diametri d_g deformatsiyalanmagan holda bikir g'ildirakning ichki diametri d_b dan kichik bo'ladi:

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

3.22-shaklda keltirilgan konstruksiyada elastik g'ildirak elastik silindr ko'rinishida bajarilgan. I variantdagi uzatmada yetaklanuvchi val bilan bikir g'ildirak, II variantda esa elastik g'ildirak birlashtirilgan.

I variantda elastik silindrning deformatsiyalanmagan chap oxiri korpusga birlashtirilgan. Silindrning o'ng oxiriga generator – ikki rolikli yetaklagich 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 bikir g'ildirakka siqilishi natijasida hosil bo'lgan ishqalanish kuchi hisobiga yuklama uzatadi.

Aylana yoyilmasida ikkita to'liqin joylashgan bo'lsa, bunday uzatma ikki to'liqinli deyiladi. To'liqinlar soni katta bo'lgan uzatmalar ham bor.

Masalan, 120° burchak ostida joylashgan uchta rolikda uch to'liqinli uzatma hosil bo'ladi.

Generatorning aylanishi bikir g'ildirakning ω_b burchak tezligi (I variant) bilan yoki elastik g'ildirakning ω_g (variant II) bilan aylanishini hosil qiladi.

To'liqinsimon 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'liqinsimonda esa – yetaklanuvchi 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'liqinsimon uzatmaning eng yaxshi sifatlaridan biri. i_{max} ning qiymatlari, masalan, friksion to'liqinsimon 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'ildiraklar mustahkamligi chegaralaydi, chunki kuchlanish qiymati deformatsiyalanish o'lchamlari w_0 ga proporsional bo'ladi. Po'lat elastik g'ildiraklar uchun $i_{min} \approx 80$. i_{min} ning cheklanishi to'liqinsimon uzatmalarning kamchiliklaridan biridir.

To'liqinsimon uzatma strukturasi bo'yicha xuddi planetar kabi uch zvenoli mexanizmdir. 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: bikir g'ildirak qo'zg'almas ($\omega_b = 0$) bo'lsa,

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

Oddiy uzatmalarda uzatish nisbati radiuslar nisbatiga, to'liqinsimonda esa yetaklanuvchi g'ildirak radiusining radiuslar farqi yoki deformatsiyalanish o'lchami w_0 ga bo'lgan nisbatiga teng.

1. To'liqsimon uzatmalarning asosiy sifat ko'rsatkichlari

To'liqsimon 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 juft 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'liqsimon uzatma massasi planetar uzatma massasining yarmini, hajmi esa planetar uzatmalar hajmining $1/3$ qismini tashkil etadi.

3. Ilashmaning ikki zonali va ko'p juftligi evaziga kinematik xatoliklarning kamayishi.

4. Bir xil uzatish nisbatlarida to'liqsimon uzatmalar foydali ish koeffitsiyenti planetar va ko'p pog'onali oddiy uzatmalarnikiga yaqin bo'ladi (masalan, $i = 100$ bo'lganda $\eta = 0,9$ 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'liqsimon uzatmalarning kamchiliklari

To'liqsimon uzatmalar asosan quyidagi kamchiliklarga ega:

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

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

To'liqsimon uzatmalar uzatish nisbati katta uzatmalarda hamda germetiklik, kinematik aniqlik va inersiyaviylikka maxsus talablar 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 (3.23 va 3.24-shakllar). Shuning uchun bu uzatmalarda harakatni istalgan tomonga uzatish va tayanchlarni ham istalgancha o'rnatib, qiymatini o'zgartirish imkoniyati mavjud. Hatto 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 (3.23-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 (3.24-shakl). Ammo bu uzatmada konussimon uzatma singari konuslarning uchlari bir nuqtada kesishmaydi. Vallar o'qlari ayqash bo'lib, bu burchak ko'pincha 90° ni tashkil etadi.



3.23-shakl.



3.24-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 yengil 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 (3.25-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 koeffitsiyenti $\varepsilon_{\alpha} > 1$ bo'lganda

ta'minlanadi. Evolventali qiya tishli uzatma ikkita qoplash koeffitsiyentiga 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 vintsimon bo'lib, tish sirtining shakli, markazi, ilashish nuqtalariga to'g'ri keladigan aylana yoyidan iboratdir.

Muhandislik amaliyotida Novikov uzatmasining ikki xili



3.25- shakl.

ishlatilmoqda: bir ilashish chiziqli va ikki ilashish chiziqli. Bir ilashish chiziqli uzatmalardagi g'ildiraklardan biri (aksariyat hollarda shesternya) ning tishi qabariq, ikkinchisniki 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.

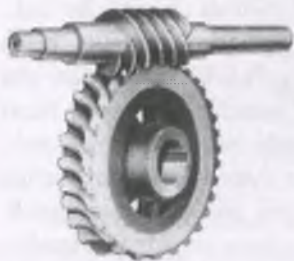
Chervyakli uzatmaning afzalliklari:

- tuzilishi oddiy, ixcham, bir pog'onada katta uzatish soniga ega;
- ravon va shovqinsiz ishlaydi;
- yuqori kinematik aniqlikka ega;
- "o'zi tormozlanuvchi" qilib tayyorlanishi mumkin.

Kamchiliklari:

- foydali ish koeffitsiyenti kichik;
- g'ildirak tishlari tez yeyiladi;
- g'ildirak uchun ancha qimmatbaho, rangli 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,



4.1- shakl.

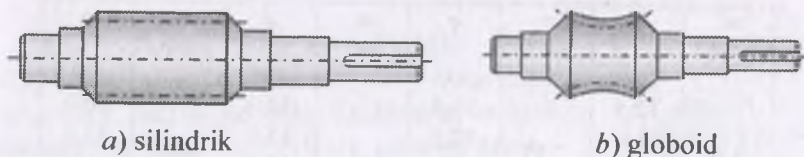
avtomobilsozlik va boshqa tarmoqlarda ham foydalanilmoqda.

Chervyakli uzatmalarning foydali ish koeffitsiyenti kichikligi, g'ildirak tishlarining yulnib, 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 maqsadga muvofiq emas.

4.2-§. Chervyakli uzatmaning geometrik parametrlari

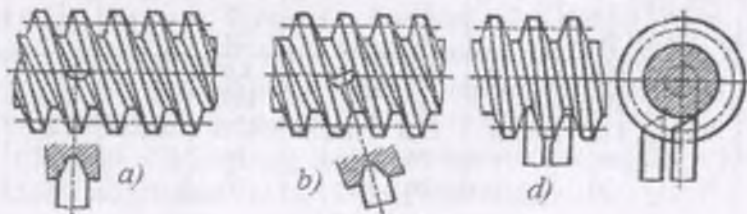
Chervyakli uzatmalarda xuddi tishli uzatmalar kabi boshlang'ich va bo'luvchi silindrlar diametrlari ajratiladi (4.4-shakl): d_{w1} , d_{w2} — chervyak va g'ildirakning boshlang'ich diametrlari; d_1 , d_2 — chervyak va g'ildirakning bo'luvchi diametrlari. Siljitishsiz tayyorlangan uzatmalarda $d_{w1}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

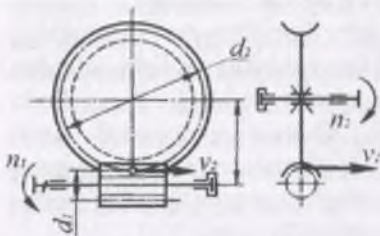


4.2-shakl.

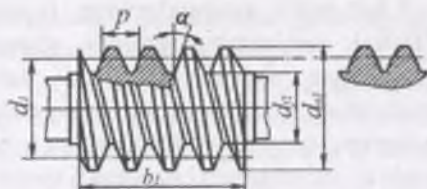
Rezba profili shakliga ko'ra: *a*-arximed, *b*-evolventa va *d*-konvol-yuta chervyaklari mavjud (4.3-shakl).



4.3-shakl.



4.4- shakl.



4.5- shakl.

Arximed chervyaklari asosan silliqanmagan, qattiqligi $HB < 350$ dan kichik bo'lgan, o'ramli chervyaklarda qo'llaniladi. Yuqori qattqlikdagi silliqanadigan hollarda evolventaviy chervyaklar ishlatiladi.

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

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

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

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:

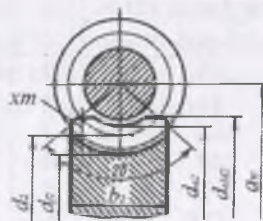
4.2-jadval

z_1	q koefitsiyenti					
	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'

$$\operatorname{tg} \gamma = \pi m z_1 / (\pi d_1) = m z_1 / d_1 = z_1 / q$$

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 tishlarining aynan bir vaqtda ko'proq ilashishda bo'lishi shartidan foydalaniladi. Uning qiymati chervyakning kirimlari soni z_1 va siljitish koefitsiyenti x ga bog'liq ravishda hisoblanadi. Masalan, $z_1 = 1, 2$, $x = 0$ da $b_1 \geq (11 + 0,06z_2)m$ ga teng.



4.6-shakl.

Chervyak g'ildiragining o'lchamlari (4.6-shakl): $d_2 = z_2 m$ – 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:

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. Siljitishlarsiz tayyorlangan 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

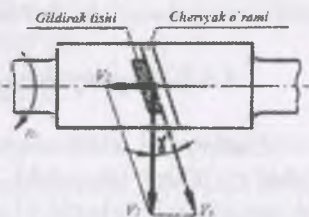
$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} = u$$

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.

4.3-jadval

a_w, mm l-gat.	$m,$ mm	q	$z_2/z_1 = u$	a_w, mm l-gat.	$m,$ 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

Amalda ko'proq qo'llaniladigan kuch uzatadigan chervyakli uzatmalarda uzatish nisbati $i = 10 \dots 60$, hatto 80 ga teng bo'ladi. Turli asboblari va o'lchov mexanizmlarining kinematik zanjirlarida $i = 300$ gacha va undan katta bo'lishi ham mumkin. Uzatmada asosan chervyak yetakchi hisoblanadi.



4.7- shakl.

Chervyak 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, haqiqiy 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):

$$\vec{v}_s = \vec{v}_1 - \vec{v}_2 \text{ yoki } \vec{v}_s + \vec{v}_2 = \vec{v}_1 \text{ va}$$

$$\left. \begin{aligned} v_s &= \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = v_1 / \cos \gamma \\ v_1 &= \pi d_1 n_1 / 60, v_2 = \pi d_2 n_2 / 60 \\ v_2 / v_1 &= \operatorname{tg} \gamma \end{aligned} \right\} \quad (4.1)$$

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 koeffitsiyentining 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 koeffitsiyenti

Chervyakli uzatmalarning FIK larini hisoblash tishli uzatmalarniki kabidir. Farq shundaki, faqat chervyakli uzatma ilashmasidagi yo'qotishlarni inobatga olish formulasi farqlanadi.

Birinci hol: uzatmada chervyak yetaklovchi bo'lganda vintli juftga o'xshash foydali ish koeffitsiyenti

$$\eta_i = tg\gamma / tg(\gamma + \varphi) \quad (4.2)$$

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 yetaklovchi bo'lsa, u holda kuch yo'nalishining o'zgarishini e'tiborga olish zarur:

$$\eta_i = tg(\gamma - \varphi) / tg\gamma \quad (4.3)$$

Ta'kidlash lozimki, $\gamma \leq \varphi$ bo'lganda $\eta_i = 0$ 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 koeffitsiyentlari 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 koeffitsiyentining 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 sharoitdagi ishqalanishdan moyli sharoitdagi ishqalanishga o'tiladi. Ishqalanish koeffitsiyenti ishqalanish tezligidan tashqari ishqalanuvchi yuzalar g'adir-budurligiga 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	$4^\circ 30' - 5^\circ 10'$	2,5	0,03-0,04	$1^\circ 40' - 2^\circ 20'$
0,25	0,065-0,075	$3^\circ 40' - 4^\circ 20'$	3,0	0,028-0,035	$1^\circ 30' - 2^\circ 00'$
0,5	0,055-0,065	$3^\circ 10' - 3^\circ 40'$	4,0	0,023-0,030	$4^\circ 07' - 7^\circ 30'$

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 aylana kuch miqdori 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:

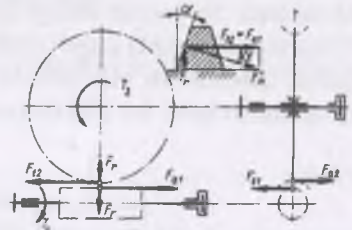
$$F_{t2} = F_{a1} = 2T_2/d_2 \quad (4.5)$$

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:

$$T_2 = T_1 i \eta \quad (4.7)$$

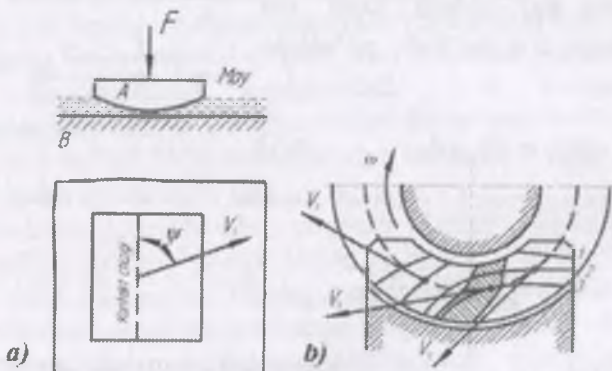


4.8- shakl.

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 «surtilishida» o'z aksini topadi. Bunday holatda uzatma uzoq muddat ishlashi mumkin. Qattiq materiallarda (aluminium – temirli bronzalarda, cho'yan va sh.k.) yulinish sirtlarning qirilishiga o'tadi va keyin g'ildirak tishlarining tez yemirilishiga 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 perpendikular 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 sxemada (4.9-shakl *b*) ko'rsatilgan. Bunda sirpanish

tezliklarining yoʻnalishi aylana tezlik yoʻnalishlariga yaqin boʻladi. Shtrixlangan zonada v_s ning yoʻnalishi 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 yulinishning oldini olish uchun kontakt kuchlanishning qiymati chegaralanadi va maxsus antifriksion materiallar qoʻllanadi: chervyak poʻlatdan, gʻildirak-bronza yoki choʻyandan. Chervyakli uzatmalarda yulinishni kamaytirish tishlarining abraziv yeyilishini bartaraf etaolmaydi. Yeyilish jadalligi, asosan, kontakt kuchlanishga bogʻliq boʻladi. Shuning uchun chervyakli uzatmalarni kontakt kuchlanish boʻyicha hisoblash asosiy mezon hisoblanadi. Bunda eguvchi kuchlanishni hisoblash yordamchi hisob sanaladi. Faqat tishlari koʻp ($z_2 > 100$) moduli kichik gʻildiraklar uchun hamda dastaki yuritmalarda (qoʻl kuchi bilan harakatlanadigan) eguvchi kuchlanish boʻyicha hisoblash asosiy mezon boʻlishi mumkin.

4.7-§. Chervyakli uzatma tishlarini kontakt kuchlanish boʻyicha 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 oʻz kuchini saqlaydi. Arximed chervyagi uchun oʻq boʻylab oʻtgan tekislikda hosil boʻlgan oʻram kesimi profili toʻgʻri boʻlgani uchun uning egrilik radiusi cheksizga teng, $\rho_1 = \infty$. Shuning uchun keltirilgan egrilik radiusi ρ_{kel} ni aniqlashda chervyak oʻramining egrilik radiusi eʼtiborga olinmaydi, chervyak gʻildiragini esa odatdagi qiya tishli silindrik gʻildirakka qiyoslash mumkin. Shuning uchun:

$$\frac{1}{\rho_{kel}} \approx \frac{2s \cos^2 \gamma}{d_2 \sin \alpha} \quad \text{boʻladi.}$$

Qiya tishli uzatmalardagi singari, chervyakli uzatmalarda ham solishtirma kuch quyidagicha ifodalanadi:

$$q_{ch} = \frac{F_n K_H}{l_\Sigma} = \frac{F_{t2} K_H}{l_\Sigma \cos \alpha \cos \gamma} = \frac{2 T_2 K_H}{d_2 d_1 \delta \varepsilon_\alpha \xi \cos \alpha'}$$

bu yerda, $l_\Sigma = d_1 \delta \varepsilon_\alpha \xi / \cos \gamma$ – kontakt chizig‘ining umumiy uzunligi; $\varepsilon_\alpha = 1,8 \dots 2,2$, chervyak g‘ildiragi o‘rta kesimidagi yon qoplanish koeffitsiyenti; ξ – ilashishda qamrash yoyi to‘la bo‘lmasligi, sababli kontakt chiziqlarni kamayishini hisobga oluvchi koeffitsiyent 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‘lganda

$$\varepsilon_\alpha = \left(\sqrt{0,03 z_2^2 + z_2 + 1 - 0,17 z_2 + 2,9} \right) / 2,95. \quad (4.10)$$

Loyiha hisobi uchun (4.9) tenglama d_2 ga nisbatan yechiladi. 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

$$d_2 = 1,25^3 \sqrt{\frac{E_{kel} T_2}{[\sigma_H]^2 (q/z_2)}} \quad (4.11)$$

$$a_w = 0,5 d_2 (q/z_2 + 1) \quad (4.12)$$

ekanligini hisobga olib (4.11) formulani a ga nisbatan yechsak:

$$a_w = 0,625 (q/z_2 + 1)^3 \sqrt{\frac{E_{kel} T_2}{[\sigma_H]^2 (q/z_2)}} \quad (4.13)$$

(4.9) va (4.13) formulalarda

$$E_{kel} = \frac{2E_1E_2}{(E_1 + E_2)}$$

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;

– chervyak diametri q ga proporsional, tayanchlar orasidagi masofa esa g'ildirak diametri yoki z_2 ga proporsional. 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 esa chervyak g'ildiragi uchun yeyilishga bardoshlilik sharti bo‘yicha ruxsat etilgan kontakt kuchlanish qiymatlari keltirilgan.

4.5-jadval

Material		Sirpanish tezligi v_s , m/c da $[\sigma_H]$, MPa								
chervyak g'ildiragi gardishi	Cher- vyakniki	0	0,25	0,5	1	2	3	4	6	8
		БрА9Ж3Л	Po'lat HRC>45	-	-	182	179	173	167	161
БрА10Л4Н ЛЛ	bu ham	-	-	196	192	187	181	175	164	152
Cch15 yoki Cch18	Ст20 yoki 20X Semen- tatsiya	184	155	128	113	84,5	-	-	-	-
Cch10 yoki Cch15	Ст45 yoki Ст 6	170	141	113	98	71	-	-	-	-

Quyidagi 4.6-jadvalda chervyakli uzatmalarni loyihalashda ishlatiladigan materiallarning mexanik xossalari $[\sigma_H]'$ va eguvchi kuchlanish $[\sigma_{0F}]'$, $[\sigma_{-1F}]'$, MPa qiymatlari keltirilgan.

4.6-jadval

Bronza yoki cho'yan markasi	Quyish usuli	Chegaralar		Chervyakning quyidagi qattiqligida ruxsat etilgan kuchlanish					
		Mustahkamlik 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
БрО10Н1	S	285	165	64	45	206	80	56	246
Ф1	P	150	80	35	25	111	45	32	133
БрО5С5С5	K	200	90	45	32	132	53	38	159
БрО5С5С5	P	392	196	81	63	-	98	75	-
БрА9Ж3Л	K	490	236	85	69	-	108	83	-
БрА9Ж3Л	P	118	-	33	20	-	41	25	-
Cch10	P	147	-	37	23	-	47	29	-
Cch15	P	177	-	42	26	-	53	33	-
Cch18	P	206	-	47	29	-	59	36	-
Cch20									

Izoh: K-temir qolipda, P-qum shaklda, S-markazdan qochirma.

4.8-§. Chervyakli uzatma tishlarini eguvchi kuchlanish 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. Chervyak g'ildiragi tishlari shaklining xususiyatlari tish shakli koeffitsiyenti 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 $Y_{F\beta} = 1$ 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

$$\sigma_F = 0,7Y_F \frac{F_{t2}K_F}{b_2m_n} \leq [\sigma_F] \quad (4.15)$$

bu yerda, K_F – yuklanishning hisobiy koeffitsiyenti; $m_n = m \cos\gamma$; Y_F – koeffitsiyent 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

$$\sigma_F = \frac{1,2T_2KY_F}{z_2b_2m^2} \quad (4.17)$$

Hisobiy yuklanish. Chervyakli uzatmalar uchun taxminan $K_H = K_F = K_\beta K_v$ deb olinadi, bu yerda, K_β —yuklanish notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffitsiyent; K_v —uzatmadagi dinamik yuklanishni hisobga oluvchi koeffitsiyent.

K_β -koeffitsiyenti 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 koeffitsiyenti, uning qiymati chervyak o'ramlari soni z_2 va diametr koeffitsiyenti q ga bog'liq holda 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 koeffitsiyent. Uning qiymati o'ta aniqlik talab etilmaydigan hisoblarda, o'zgarish yuklanishda $x=1,0$; yuklanishning oz miqdordagi o'zgarishida $x \approx 0,6$; yuklanishning katta miqdordagi o'zgarishida $x \approx 0,3$ olinadi.

O'zgarish yuklanishda koeffitsiyent $K_\beta = 1$. K_v -koeffitsiyenti uzatmaning tayyorlanish aniqligi va sirpanish tezligi v_s ga bog'liq bo'lib, uning qiymatlari quyidagi 4.9-jadvalda keltirilgan. Bu jadvalga tayanib uzatmaning tezligi asosida uning aniqlik darajasi tayinlanishi mumkin.

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 uzatmaning qizishini tekshirish, sovutish va moylash

Uzatmada ishqalanish natijasida yo'qotilgan energiya issiqlik energiyasiga aylanib, uzatmani qizdiradi. Agar reduktor korpusidan tashqi atmosferaga chiqarilayotgan issiqlik miqdori yetarli 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.

Reduktor korpusidan tashqi atmosferaga issiqlik 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, °C; t_0 —atrof-muhit harorati, °C; K —issiqlik uzatish koeffitsiyenti, Vt/($m^2 \cdot ^\circ C$).

Sovutish yuzasi maydoni A deb reduktor korpusining tashqi yuzasi maydoni, muayyan ichkari tomondan 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 $t_1=60-70^{\circ}\text{C}$ (ko'pi bilan $85-90^{\circ}\text{C}$). Aviatsiya moylari $t_1=100-120^{\circ}\text{C}$.

Atrof-muhit harorati t_0 qiymati loyiha topshirig'ida ko'rsatiladi (odatda $t_0 \approx 20^{\circ}\text{C}$).

Uncha katta bo'lmagan xonalarda shamollatish (ventilatsiya) bo'lmasa, $K \approx 8-10$, to'xtovsiz shamollatiladigan xonalarda $K \approx 14-17 \text{ Vt}/(\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$. Reduktor korpusi kirlanganda K ning qiymati kamayadi.

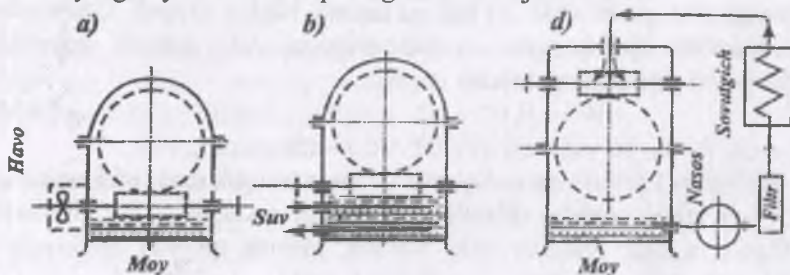
Agar (4.18) va (4.19) tenglamalarda

$$W \leq W_1 \quad (4.20)$$

bo'lsa, demak, tabiiy sovutish yetarli. Aks holda, sun'iy sovutish qo'llash yoki uzatma quvvatini kamaytirish zarur.

Sun'iy sovutish quyidagi usullar bilan amalga oshiriladi:

1. Reduktor korpusi ventilator yordamida sovutiladi (4.10-shakl a). Bunda koeffitsiyent K ning qiymati $20-28 \text{ Vt}/(\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$ gacha oshadi. Sovutilayotgan yuza odatda qovurg'alar bilan jihozlanadi.



4.10-shakl.

2. Korpusda suv ko'ylaklari yoki moy vannasida moyni suv bilan sovutish tizimi nazarda tutiladi (4.10-shakl b). Suvning trubadagi tezligi 1m/s gacha bo'lsa, koeffitsiyent K ning qiymati $90-200 \text{ Vt}/(\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$ gacha oshadi.

3. Sovutish uchun, sovutkichli maxsus yopiq konturli (sirkulatsion) moylash tizimi qo'llaniladi (4.10-shakl d).

Dastlabki ikki holatda hamda tabiiy sovutishda, moylash juftlikning bir g'ildiragi yoki chervyakning moy vannasidagi moyga qisman botib turishi hisobiga amalga oshiriladi. Moyni aralashtirish va sochishda energiya yo'qotishlarini kamaytirish hamda moy ko'pirmasligi uchun (moyni qovushqoqligi pasayadi) tezyurar pog'ona 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 taxminan 0,35–0,7 l olish tasiya etiladi.

Yopiq konturli moylashda (4.10-shakl d) ilashma va podshipniklarga moy nasos bilan yetkaziladi. Bunda moy filtrda tozalanib, sovutkichda sovutiladi. Moyning doimiy tozalanishi yopiq konturli moylashning afzalligidir, bu usul $v \geq 12-15$ m/s bo'lganda qo'llaniladi.

Sun'iy sovutish, ba'zi 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 yetarli 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 $T_2 = 400$ Nm, aylanish chastotasi $n_1 = 1000$ min⁻¹, uzatish soni $u = 16$ bo'lgan chervyakli uzatma hisoblansin.

Masalaning yechilishi:

Uzatishlar soniga mos ravishda (91-betga qarang) chervyakning kirimlar sonini $z_1 = 2$ qabul qilamiz.

Chervyak g'ildiragining tishlari sonini hisoblaymiz

$$z_2 = uz_1 = 16 \cdot 2 = 32.$$

ГОСТ 2144-76 (4.3-jadvalga qarang) bo'yicha $z_2 = 32$ qabul qilamiz.

Uzatmaga material tanlaymiz

Chervyak uchun СТ 45 toblangan qattiqligi HRC 45 dan kam emas, jilvirlash nazarda tutilgan. Chervyak g'ildiragi gardishi uchun esa bronza БрА9Ж3Л (tuproqli qolipga quyilgan) tanlaymiz.

Oldindan uzatma ilashishidagi sirpanish tezligini $v_s \approx 5$ m/s qabul qilamiz va mos ravishda ruxsat etilgan kontakt kuchlanish qiymatini aniqlaymiz $[\sigma_H] = 155$ MPa. (4.5-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 $N_\Sigma > 25 \cdot 10^7$ bo'lganda $K_{HL} = 0,543$ ga teng. $[\sigma_{OF}]' = 98$ MPa (4.6-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 koeffitsiyent “q” qiymatini keyinchalik standartlashtirish sharti bilan $q=10$ qabul qilamiz (4.1-jadval).

Oldindan yuklanish koeffitsiyenti qiymatini $K=1,2$ qabul qilamiz. Kontakt kuchlanish uchun mustahkamlik shartidan foydalanib, o‘qlararo masofani aniqlaymiz:

$$a_w = \left(\frac{z_2}{q} + 1\right)^3 \sqrt{\left(\frac{170}{\frac{z_2}{q} [\sigma_H]}\right)^2 T_2 K},$$

$$a_w = \left(\frac{32}{10} + 1\right)^3 \sqrt{\left(\frac{170}{\frac{32}{10} [155]}\right)^2 400 \cdot 10^3 \cdot 1,2} = 161 \text{ mm.}$$

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 $d_1 = qm = 8 \cdot 8 = 64 \text{ mm}$;

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 4.5-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 koeffitsiyenti (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 koeffitsiyent $K_v = 1,1$ tanlanadi.

Yuklanishning notekis tarqalishini hisobga oluvchi koeffitsiyentni 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 koeffitsiyent bo'lib, uning qiymatlari 4.8-jadvaldan olinadi, $q=10$ va $z_1 = 2$ bo'lganda $\theta = 86$; qo'shimcha koeffitsiyent $x=0,6$ qabul qilamiz, yuklanish koeffitsiyentining 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 koeffitsiyenti Y_F qiymatini 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 $\sigma_F = 10,2 < [\sigma_{oF}] = 53,3 \text{ MPa}$ shart bajarildi.

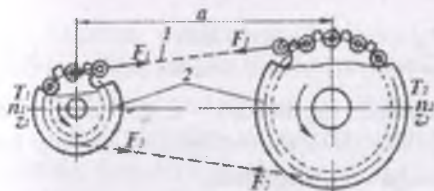
Zanjirli uzatmalar

5.1-§. Umumiy ma'lumotlar

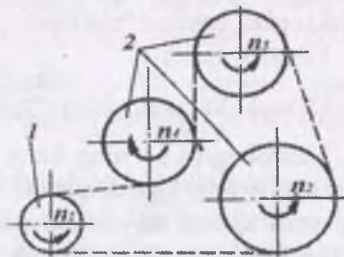
Zanjirli uzatma zanjir 1 va yulduzchalar 2 ning ilashishi asosida (5.1-shakl) harakat uzatadi. Zanjirning po'lat materialdan yasalganligi uning tasmaga nisbatan ustunligini ta'minlaydi, nisbatan teng sharoitlarda zanjir tasma nisbatan katta yuklanishni uzatish imkonini beradi (lekin tishli uzatmaga nisbatan kam bo'ladi).

Sirpanishlar va shataksirashning bo'lmasligi uzatish nisbatini o'zgarmas bo'lishini hamda qisqa muddatli o'ta yuklanish sharoitlarida ham ishlash imkonini beradi. Ilashish prinsipi zanjirni dastlabki

taranglashga hojat qoldirmaydi, bu esa val va tayanchlarga tushadigan yuklanishni kamaytiradi. Yulduzchanning qamrov burchagi, shkviv va tasma orasidagi qamrov burchagi kabi muhim ahamiyatga ega



5.1- shakl.



5.2- shakl.

emas. Shu sababli zanjirli, uzatmalar kichik o'qlararo masofada va katta uzatish nisbatlarida hamda bir yetaklovchi 1 valdan bir necha yetaklanuvchi val 2 larga quvvat uzatishda qo'llanishi mumkin (5.2-shakl).

Qo'llanish sohalari. Zanjirli uzatmalar katta o'qlararo masofalarda hamda bir yetaklovchi valdan bir necha yetaklanuvchiga harakatni uzatishda, tishli uzatmalarni qo'llash imkoni bo'lmaganda, tasmali uzatmalarning esa kafolati past bo'lgan hollarda ishlatiladi. Zanjirli uzatmalar qishloq xo'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 yulduzchanning aylanishlar chastotasi

$$v = \frac{nzt}{60}, \quad (5.2)$$

bu yerda, z – yulduzcha tishlarining soni, t – zanjir qadami, n – yulduzchanning aylanishlar chastotasi, min^{-1} .

Zanjirning tezligi va yulduzchanning aylanishlar chastotasi yeyilish, shovqin va yuritmaning dinamik yuklanishga sabab bo'ladi. Sekin yurar va o'rta tezlikka ega bo'lgan, tezligi $v = 15 \text{ m/s}$ va

aylanishlar chastotasi $n < 500 \text{ min}^{-1}$ uzatmalar ko'p tarqalgan. Lekin aylanishlar takroriyligi 3000 min^{-1} gacha bo'lgan uzatmada ham uchrab turadi. Tezyurar dvigatellarda zanjirli uzatma odatda reduktordan keyin o'rnatiladi.

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 bo'lganda gabarit o'lchamlari katta bo'lganligi sababli bir pog'onali uzatma tayyorlash maqsadga muvofiq emas.

Uzatmaning foydali ish koeffitsiyenti. Zanjirli uzatmaning foydali ish koeffitsiyentiga yulduzcha tishlarida, zanjir sharnirlarida hamda val tayanchlarida hosil bo'ladigan ishqalanishlar ta'sir etadi. Zanjirni moyli vannaga botirib moylash sharoitida, moy aralashtirish uchun sarflangan yo'qotishlar ham hisobga olinadi. Foydali ish koeffitsiyentining o'rtacha qiymati $\eta \approx 0,96 \dots 0,98$.

O'qlararo masofa va zanjir uzunligi. Minimal o'qlararo 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} – yulduzchanning tashqi diametri.

Amalda zanjir umrboqiyli talablaridan kelib chiqqan holda

$$a = (30 \dots 50)t \quad (5.5)$$

olish tavsiya etiladi. Formuladagi kichik qiymatlar uchun kichik $i \approx 1-2$ va qiymatlar uchun katta $i \approx 6-7$ olish tavsiya etiladi.

Zanjirning qadami yoki zanjir zvenolarining soni bo'yicha 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 o'xshash va taqribiy hisoblanadi. L_p qiymati butun juft son qilib yaxlitlab olinadi. Agar toq son olinsa, u holda zanjirni ulash uchun maxsus biriktiruvchi zveno qo'llash kerak bo'ladi. Qabul qilingan L_p uchun a - ning qiymati quyidagicha 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 yetaklanuvchi tarmog'i ozgina osilib turganda yaxshi 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 , yetakchi yulduzcha tishlari soni z_1 va zanjir sharnirlari uchun ruxsat etilgan bosim $[p]$, hamda zanjir qatori m asosida quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$t \geq 2,8 \sqrt[3]{\frac{T_1 K_e}{z_1 [p] m}}. \quad (5.8)$$

Topilgan qadam qiymat ГОСТ 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 taalluqli emas. 2. A_{on} , mm^2 kattalik sharning tayanch yuzalari tasvirini bildiradi. Q -buzuvchi yuklama; q -1 metr zanjir og'irligi. 3. O'tuvchi zvenolarda Q , qiymatini 20% ga kamaytirishga ruxsat etiladi.

5.2- jadval

t	B_{BH}	d	d_1	h	b	A	Q , kN	q $\frac{kg}{m}$	A_{on} , 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 rolidlari o'tasidan o'tuvchi tekisliklar orasidagi masofa. O'tuvchi zvenolarda Q, qiymatini 20% ga kamaytirishga ruxsat etiladi.

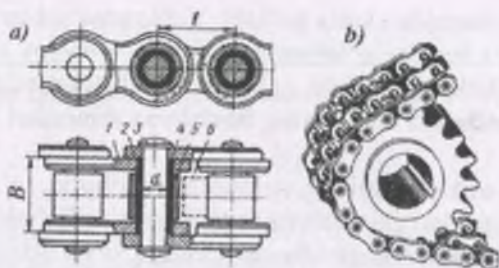
5.3-§. Zanjirli uzatma asosiy elementlarining tuzilishi

Yurituvchi zanjirlar. Zamonaviy yurituvchi zanjirlarning asosiy turlari, sharnirli rolikli, vtulkali va tishli zanjirlardir. Bu zanjirlar standartlashtirilgan va maxsus zavodlarda ishlab chiqiladi. Zanjirlarning asosiy xarakteristikalarini 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. Zanjirning yulduzcha tishi 6 bilan ilashishi rolik orqali bo'ladi. Vtulkaning qo'llanilishi, valikning butun uzunligi bo'ylab yuklanishni tekis taqsimlashga va sharnirlar yeyilishini kamaytirishga imkon yaratadi. Rolikning 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.

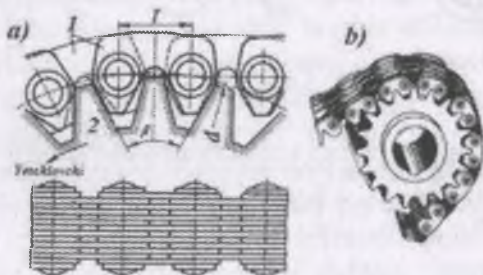
Rolikli zanjir aylana tezligi 20 m/s gacha bo'lgan uzatmalarda ishlatiladi. Bir qatorlidan tashqari ikki, uch va to'rt qatorli zanjirlar ham mavjud. Ular ham bir qatorli zanjir zvenolari elementlaridan yig'iladi, faqat valik hamma qatorlardan o'tadi. Ko'p qatorli zanjirlar katta tezlik bilan katta yuklanishlarni uzatishda ishlatiladi.

Vtulkali zanjirlar rolikli zanjirlarga o'xshash, lekin ularda rolik bo'lmaydi. Natijada zanjir massasi va tannarxi kamayadi, ammo zanjir va yulduzcha tishlari yeyilishi ortadi.



5.3-shakl.

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.



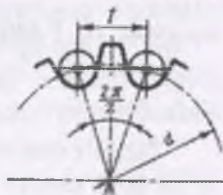
5.4- shakl.

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).

$$d = t / \sin(\pi/z) \quad (5.9)$$

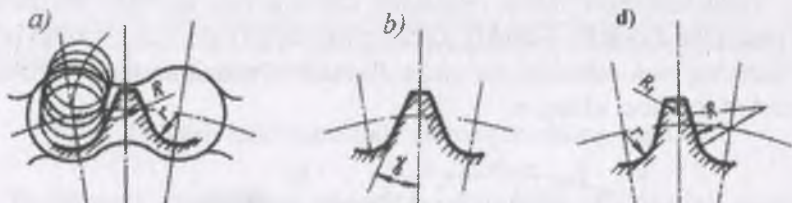
Bu formula tishli zanjirlar yulduzchalariga ham taalluqli. Tishli zanjirlar tuzilishi shundayki, yulduzchanning bo'luvchi aylanasi diametri



5.5- shakl.

uning tashqi diametridan katta bo'radi. 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.

Rolikli va vtulkali zanjirlar, yulduzchani 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, *d*) asosiy deb qabul qilingan.



5.6-shakl.

Rolikli zanjir yulduzchalari tashqi aylanasining 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 yetaklovchi va yetaklanuvchi 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 koeffitsiyenti; q – bir metr zanjir og'irligi.

Yetaklanuvchi 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 gorizonttal joylashuvida $K_f = 6$; gorizontga nisbatan 40° burchak ostida joylashganda $K_f = 3$; 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 ning bir necha foizini tashkil etadi. Amaliyotda ko'p tarqalgan sekin yuruvchi va o'rtacha tezlikda ishlaydigan uzatmalar uchun $v \leq 10$ 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 zaxirasi koeffitsiyenti hisoblanadi:

$$S = \frac{Q}{F_t K_d + F_v + F_f}, \quad (5.14)$$

bu yerda, K_d – dinamik koeffitsiyent.

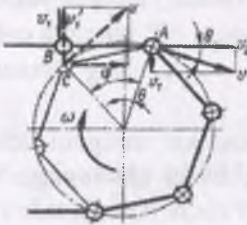
Hisoblab topilgan S ning qiymati normativ mustahkamlik zaxirasi koeffitsiyenti qiymati bilan solishtirib, $S > [S]$ sharti bajarilishi tekshiriladi. Mustahkamlik zaxirasi koeffitsiyentining normativi, $[S]$ ning qiymatlari quyidagi 5.3-jadvalda keltirilgan.

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 yetaklovchi yulduzcha tezliklari ko'rsatilgan.



5.7- shakl.

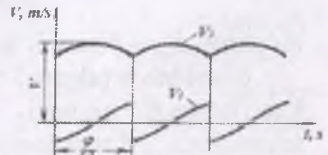
Ko'rsatilgan lahzada A sharnir ilashmada bo'ladi, B sharnir esa S tish bilan ilashishga yaqinlashadi. A sharnir tezligi, yulduzchanning sharnir markaziga mos keluvchi nuqtasining aylana tezligiga teng bo'ladi. Bu tezlikni quyidagi v_2 – zanjir tarmog'ini bo'ylab yo'nalgan va v_1 – zanjirga perpendikular bo'lgan tashkil etuvchilarga ajratish mumkin. Yetaklovchi sharnir

holatiga bog'liq ravishda tezlikni tashkil etuvchilar quyidagicha o'zgaradi:

$$v_2 = v \cos \theta, \quad v_1 = v \sin \theta. \quad (5.15)$$

Bu yerda, θ burchak qiymatlari $-\varphi/2 \leq \theta \leq +\varphi/2$ oraliqlarda o'zgaradi. ($-\varphi/2$) burchak A ilashmaga kirgan sharnir momentiga, ($+\varphi/2$) burchak esa B sharnir ilashmaga kirgan vaqtga to'g'ri keladi, shunda $\varphi = 2\pi/z$ bo'ladi.

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.



5.8- shakl.

Yetaklanuvchi yulduzchanning harakati v_2 tezlik bilan aniqlanadi. Bu

tezlikning davriy o'zgarishi, uzatish nisbatining o'zgaruvchanligi va qo'shimcha dinamik yuklanishlar bilan kuzatiladi. v_1 tezlik zanjir tarmoqlarining ko'ndalang tebranishlari va zanjir sharnirlari 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 xususiyatlari 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 pulsatsiyalanuvchi 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 – yetaklovchi tarmoq tarangligi, N ; q – 1 m uzunlikdagi zanjir massasi, kg/m ; $n_{1k} - mtn^{-1}$ da aniqlanadi.

Sharnirning tishga urilishi va zanjir qadaming cheklanishi. B sharniri C tish bilan ilashishga kirish vaqtida ularning tezliklarini vertikal tashkil etuvchilari v_1 va v_1' bir-biriga qarama-qarshi yo'naladi, sharnirning tish bilan tutashuvi zarb bilan kechadi. Zarb ta'sirini kinetik energiya yo'qolishi bilan ifodalash mumkin. $E_k = 0,5mv_2^2$. Bu yerda $m = qt$ -zanjirning zarbda qatnashayotgan massasi (taxminan bitta zveno massasiga teng olinadi); t – zanjir qadami; v_2 – zarb tezligi. Almashtirishlar natijasida zanjirli uzatma uchun

$$E_k = 0,5qn_1^2 t^3 \sin^2(360^\circ/z_1 + \gamma) \leq [E_k] \quad (5.17)$$

Ketma-ket zarblar uzatmada shovqin keltirib chiqaradi va zanjir sharnirlari hamda yulduzcha tishlari yemirilishining sabablaridan biri hisoblanadi. Ba'zi hollarda zarblar roliklarning ajralib ketishiga olib keladi. Zarblarning xavfli ta'sirini kamaytirish uchun uzatmaning tezyurarliligiga qarab zanjir qadamini tanlash bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqilgan.

5.6-§. Zanjirli uzatmalarning ishchanlik layoqati va hisoblash mezon

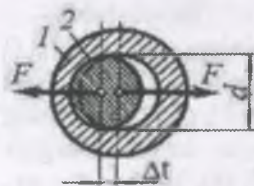
Standart zanjirlarning barcha detallari bir xil mustahkamlikda loyihalanadi. Bunga detal o'Ichamlarini, ularning materiallari va termik ishlovini mos ravishda maqbullash yo'li bilan erishiladi. Ko'pincha zanjirli uzatmalarni ishdan chiqishining asosiy sababi, zanjir sharnirlarining yeyilishi hisoblanadi. Shuning uchun asosiy hisob sifatida sharnirning 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 B – zanjir valigining diametri va vtulka uzunligiga teng bo'lgan zanjir eni.

Zanjir sharnirlarining yeyilishi va uning 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: yetaklovchi va yetaklanuvchi yulduzchalarda ikkitadan. Bu burilishlar vtulka va valiklarning yeyilishiga sabab bo'ladi. Ularning markazlari Δt ga uzoqlashadi (5.9-shakl) Zanjirning xizmat muddati o'qlararo masofa a , kichik yulduzchaning tishlar soni z_1 , sharnirdagi yuklanish yoki bosim, moylash sharoiti, sharnir detallari materialining yeyilishga bardoshliligi, ruxsat etilgan nisbiy yeyilishga bog'liq.



5.9- shakl.

Zanjirning xizmat muddati o'qlararo masofa, a ortishi bilan ko'payadi, chunki bunda zanjir uzunligi L ortadi va vaqt birligida zanjirning 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 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 yulduzchalar tishlari 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 gorizontol 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, tipik uzatmalar uchun tegishli hisoblanadi. Bu qiymatlar 5.4-jadvalda keltirilgan.

5.4-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	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 $k_z = 1 + 0,01(z_1 - 17)$ ra kushaytiriladi.

2. Ikki qatorli zanjirlar uchun $[p]$ qiymatlari 15% ga kamaytiriladi.

Hisoblanayotgan va tipik uzatmalar orasidagi, ishlash sharoiti farqi ta'sirini, yuklanish koeffitsiyenti yordamida hisobga olish qabul qilingan. Bunda hisoblanayotgan uzatma uchun

$$[p] = [p_0]/K_e$$

O'z navbatida

$$K_e = K_d K_a K_g K_{soz} K_{moy} K_{shar}$$

Bu yerda, K_d – dinamik yuklanish koeffitsiyenti; K_a – o'qlararo masofa yoki zanjir uzunligi koeffitsiyenti; K_g – uzatmaning gorizontga nisbatan qiyalik burchagi; K_{soz} – zanjir tarangligini sozlash usuli koeffitsiyenti; K_{moy} – uzatmani moylash va ifloslanishini hisobga oluvchi koeffitsiyenti; K_{shar} – sharoitini hisobga oluvchi koeffitsiyenti yoki uzatmani sutka davomida ishlash muddatini hisobga oluvchi koeffitsiyent. Koeffitsiyentlarning qiymati tavsiyalarda beriladi.

5.7-§. Zanjirli uzatmani hisoblashga oid namuna

Masalaning qo'yilishi: Yetakchi yulduzcha validagi burovchi moment $T_3 = 620$ N.m, aylanish chastotasi $n_3 = 92,4$ min⁻¹, uzatish soni $u_z = 3,08$ bo'lgan zanjirli uzatma hisoblansin.

Masalaning yechimi:

Bir qatorli rolikli zanjir tanlaymiz.

Tishlar soni: yetaklovchi yulduzchada

$$z_5 = 31 - 2u_z = 31 - 2 \cdot 3,08 = 24,84$$

yetaklanuvchi yulduzchada $z_6 = z_5 u_z = 25 \cdot 3,08 = 77$

$z_5 = 25$, $z_6 = 77$ 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.

Haqiqiy uzatish soni:

$$u_z = \frac{z_6}{z_5} = \frac{77}{25} = 3,08. \text{ Og'ish } \frac{3,08 - 3,08}{3,08} \cdot 100\% = 0\% < 3\%$$

Hisobiy yuklanish koeffitsiyenti:

$$K_e = K_d K_a K_g K_{soz} K_{moy} K_{shar}$$

bu yerda, K_d – dinamik koeffitsiyent: 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 koeffitsiyent: $\alpha = (30 \div 50)$ t bo'lganda $K_a = 1$, $\alpha = 50$ t dan oshganida har bir

20t da 0,1 ga kamayadi; $\alpha \leq 25^\circ$ bo'lganida $K_\alpha = 1,25$ qabul qilinadi; K_g - uzatmaning qiyalik burchagini hisobga oluvchi koeffitsiyent: 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'i nazar $K_g = 1$ bo'ladi; K_{soz} - taranglanish uslubini hisobga oluvchi koeffitsiyent: avtomatik rostlanishda $K_{soz} = 1$, davriy rostlanishda $K_{soz} = 1,25$; K_{moy} - zanjirning moylanish usulini hisobga oluvchi koeffitsiyent: 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 koeffitsiyent: bir smena uchun $K_{shar} = 1$; ikki smena uchun $K_{shar} = 1,25$; uch smena uchun $K_{shar} = 1,5$.

Shunday qilib, $K_e = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1,3 \cdot 1 = 1,625$

Zanjir qadami t ni aniqlash uchun zanjir sharnirlaridagi ruxsat etilgan bosim $[p]$ ning taxminiy qiymatini bilishimiz kerak. 5.4-jadvaldan yetaklovchi yulduzchaning 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

$$t \geq 2,8 \sqrt[3]{\frac{T_3 K_e}{z_5 [p] m}} = 2,8 \sqrt[3]{\frac{620 \cdot 1,625 \cdot 10^3}{25 \cdot 29 \cdot 1}} = 31,2 \text{ mm}.$$

Hisoblab topilgan qadam $t = 31,2 \text{ mm}$ asosida, 5.1-jadvaldan zanjir tanlaymiz, $t = 31,75 \text{ mm}$, buzuvchi yuklama $Q = 88,5 \text{ kN}$, massa $q = 3,8 \text{ kg/m}$, $A_{on} = 262 \text{ mm}^2$.

Zanjir tezligi

$$v = \frac{z_5 t n_3}{60 \cdot 10^3} = \frac{25 \cdot 31,75 \cdot 92,4}{60 \cdot 10^3} = 1,22 \text{ m/s}.$$

Yetaklovchi yulduzcha validagi burchakli tezlik

$$\omega_3 = \frac{\pi n_3}{30} = \frac{3,14 \cdot 92,4}{30} = 9,7 \text{ r/s}.$$

Aylana kuch

$$F_{tz} = \frac{T_3 \omega_3}{v} = \frac{620 \cdot 9,7}{1,22} = 4929,5 \text{ N}.$$

Sharnirdagi bosimni tekshiramiz

$$P = \frac{F_{tz} K_e}{A_{op}} = \frac{4929,5 \cdot 1,625}{262} = 30,6 \text{ MPa.}$$

5.4-jadval, 1-eslatmasiga binoan ruxsat etilgan bosimga tuzatish kiritamiz:

$$P = [P][1 + 0,01(z_5 - 17)] = 29 \cdot [1 + 0,01(25 - 17)] = 31,3 \text{ MPa}$$

$P < [P]$ sharti bajarildi.

Zanjir zvenolari sonini aniqlaymiz:

$$L_t = 2a_t + 0,5z_z + \frac{\Delta^2}{a_t}.$$

bu yerda, $a_t = \frac{a_z}{t} = 50$; $z_z = z_5 + z_6 = 25 + 77 = 102$;
tuzatma:

$$\Delta = \frac{z_6 - z_5}{2\pi} = \frac{77 - 25}{2 \cdot 3,14} = 8,3.$$

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:

$$a_z = 0,25t \left[L_t - 0,5z_z + \sqrt{(L_t - 0,5z_z)^2 - 8\Delta^2} \right],$$

$$a_z = 7,94 \left[101 + \sqrt{(101)^2 - 8 \cdot 8,3^2} \right] = 7,94[101 + 98,2] = 1581,6 \text{ mm.}$$

Zanjirning salqinligini ta'minlash uchun hisoblab topilgan o'qlararo masofa 0,4% ga, ya'ni $1581,6 \cdot 0,004 = 6,3 \text{ mm}$ ga kamaytiriladi:

$$a_z = 1581,6 - 6,3 = 1575,3 \text{ mm}$$

Yetaklovchi yulduzchanning bo'luvchi aylanasi diametri:

$$d_{d_5} = \frac{t}{\sin \frac{180}{z_5}} = \frac{31,75}{\sin \frac{180}{25}} = 253,3 \text{ mm.}$$

Yetaklanuvchi yulduzchanning bo'luvchi aylanasi diametri:

$$d_{d_6} = \frac{t}{\sin \frac{180}{z_6}} = \frac{31,75}{\sin \frac{180}{77}} = 778,4 \text{ mm.}$$

Yulduzchalarning tashqi aylanasi diametrini aniqlaymiz:

$$D_e = t \left(\text{ctg} \frac{180}{z} + 0,7 \right) - 0,3d_1 = t \left(\text{ctg} \frac{180}{z} + 0,7 \right) - 5,7,$$

bu yerda: $d_1 = 19,05 \text{ mm}$ - zanjir roligi diametri (5.1-jadvaldan)

$$D_{e_5} = 31,75 \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{25} + 0,7 \right) - 5,7 = 31,75(7,916 + 0,7) - 5,7 = 272,7 \text{ mm}$$

$$D_{e_6} = 31,75 \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{77} + 0,7 \right) - 5,7 = 31,75(24,54 + 0,7) - 5,7 = 800,5 \text{ mm}$$

Zanjirga ta'sir etuvchi kuchlar:

aylana kuch $F_{tz} = 4929,5 \text{ N}$ -yuqorida aniqlangan;

markazdan qochma kuch

$$F_v = qv^2 = 3,8 \cdot 1,22^2 = 5,7 \text{ N},$$

bu yerda, $q = 3,8 \text{ kg/m}$ (5.1 jadvaldan) $v = 1,22 \text{ m/s}$ -yuqorida aniqlangan. Zanjirning salqiligidan hosil bo'luvchi kuch

$$F_f = 9,81K_fqa_z$$

bu yerda, K_f - zanjirning joylanishini hisobga oluvchi koeffitsiyent: zanjir gorizontaal 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 yuklama

$$F_v = F_{tz} + 2F_f = 4929,5 + 2 \cdot 88 = 5106 \text{ N}.$$

Zanjirning mustahkamlik zaxirasi koeffitsiyentini tekshiramiz:

$$S = \frac{Q}{F_{t_z}K_d + F_v + F_f} = \frac{88,5 \cdot 10^3}{4929,5 \cdot 1 + 5,7 + 88} = 17,6.$$

Olingan natijani jadvaldan olingan me'yoriy zaxira koeffitsiyenti 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 koeffitsiyenti $[S] = 7,8$ dan katta qiymatga ega, shunga ko'ra $S > [S]$ sharti bajarildi.

Yetaklovchi yulduzcha o'lchamlari:

$$\text{stupitsa diametri } d_{st} = 1,6d_{v_3} = 1,6 \cdot 55 = 88 \text{ mm}$$

bu yerda, $d_{v_3} = 55 \text{ mm}$ - yetaklovchi yulduzcha vali qulochining diametri;

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.

yulduzcha diskining qalinligi

$$C_y = 0,93B_{BH} = 0,93 \cdot 19,05 = 17,7 \text{ mm}$$

bu yerda, $B_{BH} = 19,05$ mm-zanjir ichki zvenosi plastinkalari orasidagi masofa (5.1-jadvaldan).

Yetaklanuvchi yulduzcha o'lchamlari:

stupitsa diametri $d_{st} = 1,6d_{v_4} = 1,6 \cdot 72 = 115,2$ mm

bu yerda $d_{v_4} = 72$ mm – yetaklanuvchi yulduzcha vali qulochining diametri;

stupitsa uzunligi

$l_{st} = (1,2 \div 1,6)d_{v_4} = (1,2 \div 1,6)72 = 86,4 \div 115,2$ mm

$l_{st} = 90$ mm qabul qilamiz. $C_y = 17,7$ 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 xoslik 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

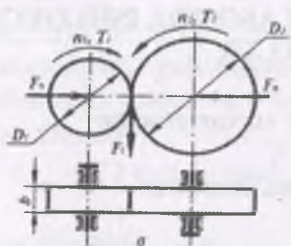
$$F = F_n f \quad (6.2)$$

bu yerda, f – ishqalanish koeffitsiyenti.

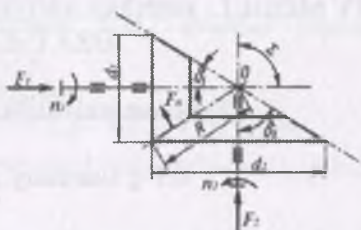
Yuqorida keltirilgan (6.1) shartning bajarilmasligi shataksirashga va katoklarning tez yemirilishiga olib keladi.

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- shakl.

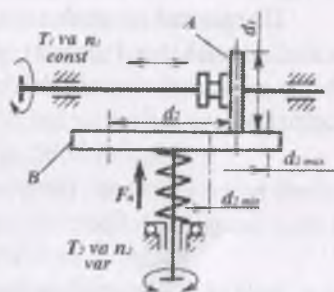


6.2- shakl.

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 yetaklanuvchi disk B ning ishchi diametri d_2 ga mos ravishda ravon o'zgaradi. Yetaklovchi rolik A ni yetaklanuvchi diskning chap tomoniga o'tkazish yo'li bilan yetaklanuvchi valning aylanish yo'nalishini o'zgartirish mumkin. Demak variator, harakat yo'nalishini o'zgartirish – revers qilish xususiyatiga ega.



6.3- shakl.

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 yeyiladi, val va tayanchlarga tushadigan kuch qiymati katta; sirpanish hodisasi mavjud bo'lganligidan uzatish nisbati o'zgarmas qiymatga ega emas. Foydali ish koeffitsiyenti kichik ($\eta=0,80-0,92$), g'ildiraklarni birbiriga 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, ishonchligi va foydali ish koeffitsiyenti 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 yechimlar 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 koeffitsiyenti, uzatish nisbatining doimiyligi, kontakt mustahkamligi va katoklarning yeyilishiga katta ta'sir etadi. Bunda eng yaxshi konstruktiv yechim, o'zi rostlanadigan siqishda o'z aksini topadi.

Silliq 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, $\varepsilon = 0,01 \dots 0,03$ sirpanish koeffitsiyenti; K – ilashish zaxirasi; kuch uzatadigan uzatmalarda $K \approx 1,25-1,5$; priborlarning uzatmalarida $K \approx 3$.

Ishqalanish koeffitsiyentining qiymati g'ildiraklar materiali va ishlash sharoitiga bog'liq 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:

$$\left. \begin{aligned} i &= \frac{\sin \delta_2}{\sin \delta_1} \\ \Sigma &= \delta_1 + \delta_2 = 90^\circ \\ i &= \operatorname{tg} \delta_2 = \operatorname{ctg} \delta_1 \end{aligned} \right\} \quad (6.5)$$

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 yetakchi 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 diapazoni $D \leq 3$ oralig'idagi qiymat bilan chegaralanadi. Buning sababi d_2 ning kichik qiymatlarida sirpanish va yeyilish ko'payadi, foydali ish koeffitsiyenti esa pasayadi.

Foydali ish koeffitsiyenti 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 yetarli darajada keng qo'llanishiga imkoniyat yaratadi. Boshqarish diapazonini oshirish uchun oraliq rolikli ikki diskli ro'para variator qo'llaniladi. Bu variatorlarda $D = 8-10$ oralig'ida bo'ladi.

Suriladigan konusli variator (6.4-shakl). Bu variatorlarda uzatuvchi element sifatida ponasimon tasma yoki maxsus zanjir qo'llaniladi. Yetakchi va yetaklanuvchi 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.

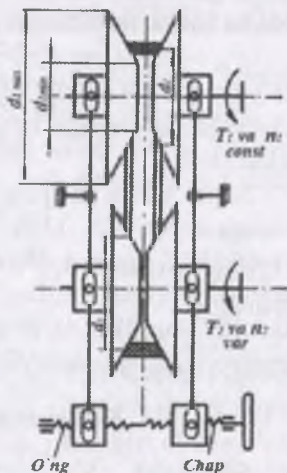
Kinematik munosabatlari

$$\left. \begin{aligned} i_{max} &\approx d_{2max}/d_{1min} \\ i_{min} &\approx d_{2min}/d_{1max} \\ D &= d_{1max}d_{2max}/(d_{1min}d_{2min}) \end{aligned} \right\} (6.9)$$

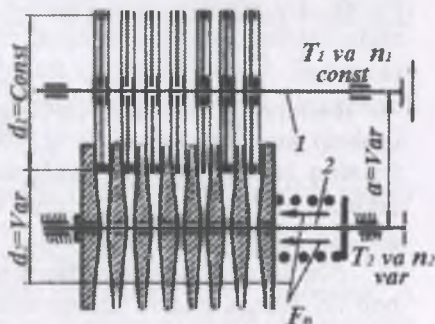
Variatorning hisobi, tasmali uzatma nazaryasi yoki maxsus jadval yordamida amalga oshiriladi. Tasmaning maksimal hisobiy yuklamasi i_{max} ga to'g'ri keluvchi holat bo'yicha hisoblanadi.

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 yetarlicha ishonchli ishlaydi.

Diskli variatorlar (6.5-shakl). Bu variatorlarda moment yetakchi va yetaklanuvchi disklar to'plami orasidagi ishqalanish hisobiga uzatiladi. Uzatish nisbatini o'zgartirish yetakchi val 1ni yetaklanuvchi val 2ga nisbatan ko'rsatilgan



6.4- shakl.



6.5- shakl.

yoʻnalishlarda surish hisobiga amalga oshiriladi Bunda oʻqlararo masofa a va ishchi diametr d_2 oʻzgaradi. Uzatish nisbati

$$i \approx d_2/d_1 = \text{var}$$

Diskli variator konstruksiyasi asosida friksion elementlar kontakt nuqtalarini koʻpaytirish gʻoyasi yotadi. Bu esa kontakt nuqtalarida kontakt bosim kamayishiga olib kelib, shu bilan birga yeyilishni kamaytiradi. Bunda F_n siquvchi kuch qiymati ham ancha kamayadi. Disklarning konussimonligini hisobga olmasak:

$$F_n = KF_t/(mcf) = KT_1Z/(mcf d_1) \quad (6.10)$$

bu yerda, m —kontakt nuqtalari soni, ular yetakchi disklar sonining ikkilangan qiymatiga teng ($m = 18-42$ va koʻp boʻladi); c — yetakchi vallar soni.

Siqib turish prujina yoki sharikli siquvchi moslama yordamida amalga oshiriladi. Disklar poʻlat materialdan tayyorlanib, qattiqligi 50–60 HRC gacha toblanadi. Variator moyli sharoitda ishlaydi. Toʻkin moy yemirilishni sezilarli kamaytiradi va ishqalanishga taʼsir etuvchi tasodifiy omillar taʼsiriga bogʻliq boʻlmagan holda, variator ishi barqarorligini taʼminlaydi.

6.2. Friksion uzatma sifatini belgilovchi omillar

Sirpanish. Sirpanish-yeyilish, foydali ishni koeffitsiyentining kamayishi va uzatish nisbatini oʻzgaruvchan boʻlishiga sababchi boʻladi. Sirpanish uch turga boʻlinadi: *toʻla sirpanish, elastik sirpanish, geometrik sirpanish.*

$F_t < F$ shart bajarilmasa oʻta yuklanish hollarida *toʻla sirpanish* yuz beradi. Bu holatda yetaklanuvchi katok toʻxtaydi, yetakchi 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 koeffitsiyenti K ning qiymati yetarli boʻlishini taʼminlash va friksion uzatmadan oʻta yuklanishdan saqlovchi vosita sifatida foydalanishga yoʻl qoʻymaslik zarur. Oʻzi rostlanuvchi siqish qurilmalarini qoʻllashi sirpanishni yoʻqotadi.

Elastik sirpanish kontakt zonasidagi elastik deformatsiyalar bilan bogʻliq. Buni silindrik uzatma misolida tushirtirish mumkin (6.1-shakl), agar katoklar absolyut qattiq boʻlganida, dastlabki chiziq boʻylab kontakt yuklama ostida ham oʻzgarmas edi. Bunda aylana tezlik kontakt chizigʻi

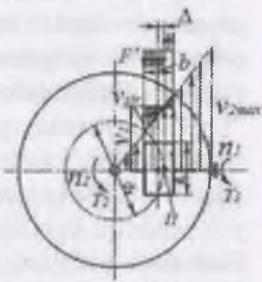
bo'ylab teng bo'lar va sirpanish yuz bermas edi. Elastik jismlarda dastlabki kontakt chizig'i, yuklama ostida kontakt yuzaga aylanadi. Aylana tezliklar tengligi bu yuzaga tegishli bo'lgan chiziqlardan birining tegishli nuqtalarda saqlanishi kuzatiladi. Qolgan barcha nuqtalarda sirpanish hosil bo'ladi.

Haqiqatan 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 ya u tajriba-sinov yo'li bilan aniqlanadi.

Geometrik sirpanish yetakchi va yetaklanuvchi katoklar kontakt yuzasidagi tezliklarning teng emasligidan kelib chiqadi (6.6-shakl).

Rolikning ishchi sirtlaridagi aylana tezlik uning butun kengligi bo'ylab o'zgaras 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 teng bo'ladi. Bu Π nuqta tebranish polyusi deyiladi. Bu nuqtadan d_2 diskning hisobiy diametri o'tadi, demak, $n_1/n_2 = d_2/d_1$ bo'ladi.



6.6- shakl.

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:

$$v_{citr} = \frac{v_1^2}{d_2} \left(\frac{b}{2} + \Delta \right) = \left[\frac{\pi n_1}{30i} \right] \left(\frac{b}{2} + \Delta \right) \quad (6.11)$$

bu yerda n_1, min^{-1} da.

Uzatish nisbatining o'zgaruvchanligi. Uzatmaning uzatish nisbati $i \approx d_2/d_1$ bu yerda $d_2 \Delta$ qiymatiga bog'liq bo'ladi (6.6-shakl).

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 ($T_1 \rightarrow 0$ 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'zgarishini 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 qiymatining, 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 kontakt o'rniga nuqtali kontaktga o'tiladi ($b=0$ va $\Delta=0$). Dumalash qutbining holati, kontakt 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 xatoliklar tufayli notekis taqsimlangan bo'lishi mumkin. Shuning uchun variatorlarni tayyorlash aniqligi va bikirligiga yuqori talablar qo'yiladi.

Foydali ish koeffitsiyenti. Variatorlarning foydali ish koeffitsiyenti, 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 koeffitsiyentiga 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'zgaras bo'lsa, tayanchlardagi yo'qotish o'zgaras bo'ladi, natijada variatorning yuklanishi to'la bo'lmaganda foydali ish ko'effitsiyenti pasayadi. Shu sababli ham T_1/F_n nisbat doimiyligini ta'minlaydigan siquvchi mexanizmlarni qo'llagan ma'qul. Foydali ish ko'effitsiyentini 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 ko'effitsiyenti nisbatan kichik ($\eta = 0,80 \dots 0,92$) olinadi.

6.3-§. Friksion uzatmalarni mustahkamlikka hisoblash

Hisob mezonlari. 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 yetarlicha 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 umrboqiyliigi kontakt kuchlanish bilan baholanadi. Chiziq bo'yicha dastlabki urinishda (yasovchi radiuslari teng bo'lgan yumalash elementlari-silindrlar, konuslar, torlar va roliklar) hisobiy kontakt kuchlanish 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)

$$\sigma_H = m \sqrt[3]{F_n E_{kel}^2 / \rho_{kel}^2} \leq [\sigma_H]. \quad (6.14)$$

Bu yerda, F_n – siquvchi kuch; b – kontakt chizig'i uzunligi; m – yumalovchi jism shakliga bog'liq bo'lgan ko'effitsiyent.

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 (yetaklovchi va yetaklanuvchi) 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.

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.

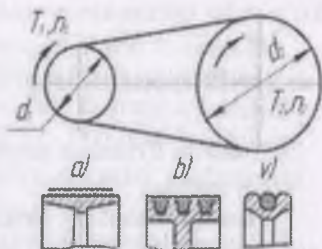
Tasmali uzatma mexanik uzatmalarning eng qadimiy turlaridan bo'lib, bu uzatma hozirgi kunda ham o'z ahamiyatini saqlab qolgan. Boshqa turdagi uzatmalarga qaraganda tasmali uzatma bir qator afzalliklarga ega, shu sababli bu uzatmadan foydalanish maqsadga muvofiq. Tasmali uzatmaga baho berish uchun uni 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 xususiyati ravon, 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);



7.1- shakl.

- tasmaning yuklanishiga bogʻliq sirpanishidan uzatish nisbatining oʻzgaruvchanligi;
- tasmaning dastlabki katta tarangligidan val va ularning tayanchlariga tushadigan yuklanishning kattaligi (tishli uzatmaga nisbatan vallarga 2-3 bora koʻp yuklanish tushadi);
- tasmalar chidamliligining pastligi (1000 soatdan 5000 soat-gacha).

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 xoʻjalik mashinalarida keng koʻlamda qoʻllaniladi. Hozirgi kunda zamonaviy mashinasozlikda ponasimon tasmalar eng koʻp tarqalgan, shu sababli eski konstruksiyali yassi tasmalarning ishlatilishi ancha kamaydi. Yangi konstruksiyali yassi tasmalar (plastmassalardan tayyorlangan qobiqli – plyonkali tasmalar) tez yurar uzatmalarda qoʻllanilmoqda.

Tasmali uzatmalar ishchanlik layoqatining asosiy mezonlari tasma bilan shkivlar orasidagi ishqalanish kuchi orqali aniqlanadigan tortish layoqati va tasmaning umrboqiyiligi hisoblanadi. Tasma umrboqiyiligi normal sharoitlarda foydalanishda tasmaning toliqishidan yemirilishi bilan chegaralanadi. Hozirgi davrda tasmali uzatmalarni tortish layoqati boʻyicha hisoblash asosiy hisoblanadi. Tasma umrboqiyiligini taʼminlash uzatmani hisoblashda asosiy parametrlarini amaliy tavsiyalar asosida tanlash yoʻli bilan hisobga olinadi.

7.2-§. Tasmali uzatmaning kinematik va geometrik parametrlari

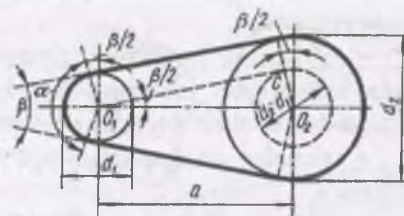
Shkivlardagi aylana tezliklar $v_1 = \pi d_1 n_1 / 60$; $v_2 = \pi d_2 n_2 / 60$.

Tasmadagi elastik sirpanishni hisobga olgan holda, quyidagini yozish mumkin: $v_2 < v_1$ yoki $v_2 = v_1(1 - \varepsilon)$, bu yerda ε – sirpanish koeffitsiyenti. Bunda uzatish nisbati

$$i = n_1 / n_2 = v_1 d_2 / (v_2 d_1) = d_2 / [d_1(1 - \varepsilon)].$$

Quyida ε qiymati kattaligi yuklanishga bogʻliq ekanligi koʻrsatilgan, shuning uchun tasmali uzatmada uzatish nisbati qatʼiy qiymatga ega emas. Meʼyoriy ishchi yuklamalarda $\varepsilon \approx 0,01 - 0,02$ bu kichik qiymat, shuning uchun uzatish nisbati taxminan $i = d_2 / d_1$ ga teng.

Tasmali uzatmaning geometrik o'lchamlari (7.2-shakl) o'qlararo masofa- a ; tasma tarmoqlari orasidagi burchak- β ; yetakchi shkivning tasma bilan qamrov burchagi- α hisoblanadi.



7.2- shakl.

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; ularning taxminiy hisobi

$$\alpha = 180^\circ - \beta; \sin(\beta/2) = (d_2 - d_1)/(2a)$$

$\beta/2$ ning qiymati amalda 15° dan oshmasligini hisobga olib, sinusning qiymatini argumentiga teng qilib olamiz va quyidagi kelib chiqadi:

$$\beta \approx (d_2 - d_1)/a \text{ (rad)} \approx 57 (d_2 - d_1)/a$$

$$\begin{aligned} \text{bunda } \alpha &= 180^\circ - 57 (d_2 - d_1)/a \} \\ \text{yoki } \alpha &= 180^\circ - 57 d_1 (i - 1)/a \} \end{aligned} \quad (7.1)$$

Tasmaning uzunligi to'g'ri chiziqli qismlar va qamrash yoylari yig'indisi ko'rinishida aniqlanadi:

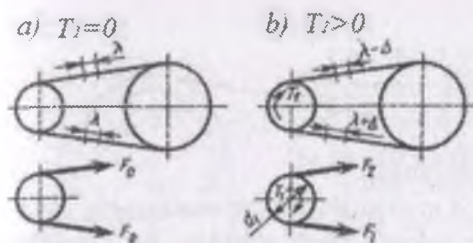
$$l \approx 2a + 0,5\pi(d_2 + d_1) + (d_2 - d_1)^2/(4a) \quad (7.2)$$

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 $T_1>0$ (7.3-shakl, b). Bunda: F_0 - tasmaning dastlabki tarangligi; F_1 va F_2 yuklanish uzatayotgan uzatmada yetaklovchi va yetaklanuvchi tarmoq tarangliklari; $F_t = 2T_1/d_1$ - uzatmadagi aylana kuch.



7.3- shakl.

Shkivning muvozanat shartidan $T_1 = 0,5d_1(F_1 - F_2)$ yoki $F_1 - F_2 = F_t$ (7.4)

F_0 , F_1 va F_2 kuchlar orasidagi munosabatni quyidagi mulohazalar asosida aniqlash mumkin.

Tasmaning geometrik uzunligi yuklanishga bog'liq

emas, u yuklanishsiz holda ham yuklanish uzatganda ham o'zgarmas bo'ladi. Demak, yuklanish ta'sirida yetakchi tarmoq qanchaga cho'zilsa, yetaklanuvchi tarmoq shunchaga qisqaradi. 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 yetaklovchi va yetaklanuvchi tarmoqlar 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 yechsak, 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 imkoni 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.

(7.7) formulaga tayanib f va α qiymatlari ortishi, uzatmaning ishla-shida ijobiy ta'sir ko'rsatadi deb xulosa yasash mumkin. Bu xulosalar ponasimon tasmali uzatmalarni va taranglovchi rolikli uzatmalar konstruksiyalarini yaratishda asos sifatida qabul qilingan (7.6 va 7.7-shaklga qarang). Birinchi uzatmada, tasmaning shkiv ariqchalarida tiqilishi hisobiga, ishqalanishni sun'iy oshirish prinsipidan foydalanilgan. Ikkinchisida esa, taranglovchi rolik o'rnatib, qamrov burchagi α qiymatini oshirishga erishilgan.

Tasmada hosil bo'ladigan markazdan qochma kuch:

$$F_v = \rho A v^2 \quad (7.9)$$

bu yerdam, ρ —tasma materialining zichligi; $A = b\delta$ —tasmaning ko'n-dalang 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 pasaytiradi.

Hisoblarning 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 yetaklovchi 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



7.4- shakl.

$$\sigma_t = F_t/A \quad (7.12)$$

σ_t - foydali kuchlanish; σ_0 - dastlabki taranglikdan hosil bo'ladigan kuchlanish. (7.4) formulaga binoan foydali kuchlanishni, yetakchi va yetaklanuvchi 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:

$$\sigma_{eg} = E \delta/d, \quad (7.13)$$

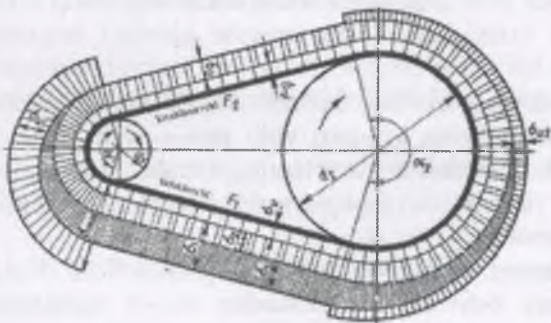
bu yerda, δ -tasma qalinligi; d -shkiv diametri.

(7.13) formulaga asoslanib, eguvchi kuchlanish qiymatini aniqlovchi asosiy omil, tasma qalinligini, shkiv diametriga nisbati ekanligini aytalolamiz. Bu nisbat qancha kam bo'lsa, tasmadagi eguvchi kuchlanish shuncha kichik bo'ladi.

Tasma yetaklovchi tarmog'ining yetakchi shkivga kirishidagi umumiy maksimal kuchlanish

$$\sigma_{max} = \sigma_1 + \sigma_v + \sigma_{eg} = \sigma_0 + 0,5\sigma_t + \sigma_v + \sigma_{eg} \quad (7.14)$$

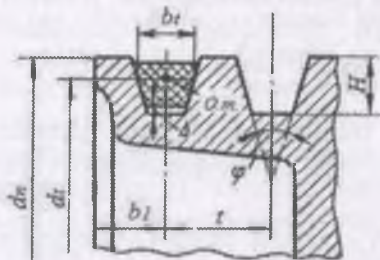
Tasma uzunligi bo'ylab kuchlanish tarqalishi epyurasi 7.5- shaklda tasvirlangan.



7.5-shakl.

7.5-§. Ponasimon tasmali uzatmalar

Ponasimon tasmali uzatmalar o'zining bir qator afzalliklari tufayli boshqa turdagi tasmali uzatmalarga qaraganda mashinasozlikning turli tarmoqlarida keng tarqalgan.



7.6- shakl.

Tasma konstruksiyasining prinsipial asoslari. Bu uzatmada tasmaning ko'ndalang (7.6-shakl) kesimi ponasimon shaklga ega, shuning uchun ham tasma ponasimon tasma deb ataladi. Shkivlarda tasmalar shakliga mos ravishda ariqchalar o'yilgan bo'lib, tasmalar shu ariqchalarda joylashadi. Uzatmada tasma, turi hamda 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 yetakchi 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 tasmaning 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_n tasma ko'ndalang kesimidagi og'irlik markazining aylanasi yoki tasma egilishidagi neytral qatlam hisoblanadi. Tasma va shkivlarning barcha o'lchamlari standartlashirilgan bo'lib, hisoblab topilgan tasma ko'ndalang kesimiga mos bo'lgan shkiv tanlanadi.

Tasmaning ponasimon shakli uning shkiv bilan ilashishini taxminan 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 P_1 , aylanish chastotasi n_1 qiymatlari bo'yicha quyidagi (7.7-shakl) nomogrammadan tasma turi tanlanadi.

2. Yetaklovchi shkiv diametri aniqlanadi $d_1 \approx (3 \div 4) \sqrt[3]{T_1}$ va olingan natija GOST 17383-73 bo'yicha standartlashtiriladi.

3. Yetaklanuvchi shkiv diametri aniqlanadi $d_2 = i_t d_1 (1 - \varepsilon)$ va olingan natija GOST 17383-73 bo'yicha standartlashtiriladi.

GOST 17383-73ning standart 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 soni aniqlashtiriladi:

$$i'_t = \frac{d_2}{d_1(1 - \varepsilon)}$$

5. Dastlabki hisoblashda olingan natija va keyingi qiymat orasidagi farq solishtiriladi:

$$\frac{\omega_{2f} - \omega_2}{\omega_{2t}} 100\% < \pm 3\%$$

6. O'qlararo masofa a_t quyidagi oraliqda bo'lishi kerak,

$$a_{min} = 0,55(d_1 + d_2) + T_o$$

$$a_{max} = d_1 + d_2$$

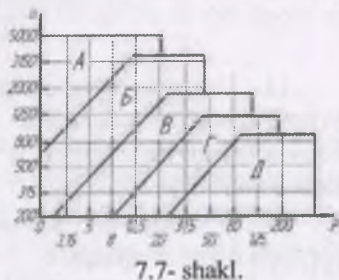
bu yerda, T_o – tasma turi uchun ko'ndalang kesimi balandligi, uning son qiymati, ponasimon tasma o'lchamlari keltirilgan GOST 1284.1-80 (7.1-jadval) dan olinadi.

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 uzunligi L qabul qilinadi. (7.1-jadval).



7.7-shakl.

10. Tasmaning standart uzunligiga mos keluvchi o'qlararo masofa qiymati aniqlashtiriladi: $a_t = 0,25[(L - w) + \sqrt{(L - w)^2 - 2y}]$,
 bu yerda $w = 0,5\pi(d_1 + d_2)$;
 $y = (d_2 - d_1)^2$.

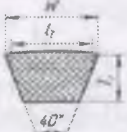
11. Uzatmani yig'ish vaqtida, tasmalarni shkivlarga kiydirishni yengillashtirish maqsadida o'qlararo masofa $0,01L$ ga kamayishini hamda tasma tarangligini ta'minlash uchun $0,025L$ ga oshishi ta'minlashi zarur.

12. Yetaklovchi 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.

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 mm^2 ; ΔL -tasma uzunligining hisobiy L_n va L_o 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 ГОСТ 1284 I-80

13. Uzatmadagi tasmalar soni quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$z = \frac{PC_r}{P_0 C_L C_\alpha C_z}$$

bu yerda, C_α – shkivni qamrov burchagi koeffitsiyenti

α^*	180	160	140	120	100	90	70
C_α	1,0	0,95	0,89	0,82	0,83	0,68	0,56

P_0 –bitta tasma uzatish mumkin bo‘lgan quvvat, uning son qiymati tasma turi va yetakchi shkiv diametri hamda aylanish chastotasiga mos ravishda 7.2-jadvaldan topiladi.

7.2-jadval

Tasma kesimi (uzunligi L , 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 (1700)	100	1,2	0,50	0,88	1,01	1,22	1,41	1,52	1,65
		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
B (2240)	140	1,2	1,12	1,95	2,22	2,64	3,01	3,21	3,66
		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

7.2-jadvalning davomi

	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 chastotasi n_1, min^{-1}						
			400	800	950	1200	1450		
B (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	-	-		

C_r – ish rejimini hisobga oluvchi koeffitsiyent, uning son qiymati, ish rejimi, mashinalar turi va smenalar soniga mos ravishda 7.2-jadvaldan olinadi.

7.3-jadval

Ish rejimi; me'yoriydan % qisqa muddatli yuklama	Mashinalar turi	Smenalar soniga C_r		
		1	2	3
Yengil; 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; frezerlash stanoklari; elevatorlar; diskli arralar	1,1	1,2	1,5
Og'ir; 200	Kurakli konveyerlar; shnekklar; 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

C_L – tasma uzunligi ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsiyent uning son qiymati tasma uzunligi va turiga mos ravishda 7.4-jadvaldan olinadi.

C_z – tasmalar qatori sonini hisobga oluvchi koeffitsiyent

z	2-3	4-6	6 dan ko'p
C_z	0,95	0,90	0,85

Tasmalar soni z ni qabul qilamiz.

14. Ponasimon tasma tarmoqlarini dastlabki taranglik kuchi F_0 aniqlanadi.

$$F_o = \frac{850P_1C_rC_L}{zvC_\alpha} + \theta v^2,$$

7.4-jadval

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

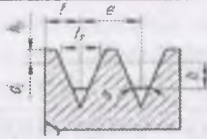
bu yerda, $v = 0,5 \cdot \omega_1 \cdot d_1$ tasmani hisobiy tezligi; θ —markazdan qochirma kuch ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsiyent uning qiymati quyidagicha:

Turi	О	А	Б	В	Г	Д
θ	0,06	0,1	0,18	0,3	0,6	0,9

15. Vallarga ta'sir etuvchi kuch

$$F_v = 2F_o z \sin \frac{\alpha_1}{2}.$$

16. Shkivlar eni B_{sh} , 7.5-jadvalda keltirilgan ma'lumotlar asosida, jadval izohida keltirilgan formula yordamida hisoblanadi.



Tasma		Ariqcha o'lchamlari				Ariqcha shakli burchaklari			
Kesi mi	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 $P_1 = 6,4 \text{ kVt}$, yetakchi shkivning aylanish chastotasi $n_1 = 2931 \text{ min}^{-1}$, burchakli tezliklar $\omega_1 = 306,6 \text{ r/s}$, va $\omega_2 = 153,3 \text{ r/s}$, uzatish nisbati $i_t = 2$ bo'lgan ponasimon tasmali uzatma hisoblansin. $\varepsilon = 0,015$ -tasmaning sirpanish koeffitsiyenti.

Masalaning yechilishi:

Tasma turini (7.7-shakl) nomagrammadan tanlaymiz, $n_1 = 2931 \text{ min}^{-1}$, $P_1 = 6,4 \text{ kVt}$, uchun "A" kesimli ponasimon tasma qabul qilamiz.

Yetaklovchi shkiv validagi burovchi momentni hisoblaymiz.

$$T_1 = 9550 \frac{P_1}{n_1} = 9550 \cdot \frac{6,4}{2931} = 21 \text{ Nm.}$$

Yetaklovchi shkiv diametrini aniqlaymiz

$$d_1 \approx (3 \div 4) \sqrt[3]{T_1} = (3 \div 4) \sqrt[3]{21 \cdot 10^3} = 83 \div 110 \text{ mm.}$$

ГОСТ 17383-73 bo'yicha $d_1 = 100 \text{ mm}$ qabul qilamiz (139-betga qarang).

Yetaklanuvchi shkiv diametri

$$d_2 = i_t d_1 (1 - \varepsilon) = 2 \cdot 100 (1 - 0,015) = 197 \text{ mm.}$$

ГОСТ 17383-73 bo'yicha yetaklanuvchi shkiv uchun $d_2 = 200$ mm qabul qilamiz.

Uzatislar nisbatini aniqlashtiramiz:

$$i'_t = \frac{d_2}{d_1(1 - \varepsilon)} = \frac{200}{100(1 - 0,015)} = 2,03.$$

Bunda yetaklanuvchi valning burchakli tezligi

$$\omega_{2t} = \frac{\omega_{dv}}{i'_t} = \frac{306,6}{2,03} = 151 \text{ rad/s}.$$

Dastlabki hisoblashda olingan natija va keyingi qiymat orasidagi farqni solishtiramiz:

$$\frac{\omega_{2t} - \omega_2}{\omega_{2t}} = \frac{153,3 - 151}{151} 100\% = 1,5\% < \pm 3\%.$$

hisoblab topilgan qiymatlari orasidagi farq $\pm 3\%$ shartni qanoatlantirdi. Shuning uchun $d_1 = 100$ mm, $d_2 = 200$ mm qat'iy qiymatlarini qabul qilamiz.

O'qlararo masofa a_t quyidagi oraliqda bo'lishi kerak:

$$a_{min} = 0,55(d_1 + d_2) + T_o = 0,55(100 + 200) + 8 = 173 \text{ mm};$$

$$a_{max} = d_1 + d_2 = 100 + 200 = 300 \text{ mm},$$

bu yerda "A" turidagi tasma uchun, tasma kesimi balandligi $T_o = 8$ mm 7.1-jadvaldan olinadi.

O'qlararo masofani $a_t = 250$ mm deb qabul qilamiz.

Tasmaning hisobiy uzunligi

$$L = 2a_t + 0,5\pi(d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a_t},$$

$$L = 2 \cdot 250 + 0,5 \cdot 3,14 \cdot (100 + 200) + \frac{(200 - 100)^2}{4 \cdot 250} = 981 \text{ mm}.$$

Standartga binoan (7.1-jadval) tasma uzunligini $L = 1000$ mm qabul qilamiz.

Tasmaning standart uzunligiga mos keluvchi o'qlararo masofa qiymatini aniqlashtiramiz:

$$a_t = 0,25 \left[(L - w) + \sqrt{(L - w)^2 - 2y} \right],$$

bu yerda, $w = 0,5\pi(d_1 + d_2) = 0,5 \cdot 3,14(100 + 200) = 471$ mm;

$$y = (d_2 - d_1)^2 = (200 - 100)^2 = 10000$$

$$a_t = 0,25 \left[(1000 - 471) + \sqrt{(1000 - 471)^2 - 2 \cdot 10000} \right] = 259,7 \text{ mm}.$$

Uzatmani yig'ish vaqtida, tasmalarni shkivlarga kiydirishni yengillashtirish maqsadida o'qlararo masofa $0,01L=0,01 \cdot 1000=10$ mm ga kamayishini hamda tasma tarangligini ta'minlash maqsadida $0,025L=0,025 \cdot 1000=25$ mm ga oshishini ta'minlash kerak.

Yetaklovchi kichik shkivning qamrov burchagi

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57 \frac{d_2 - d_1}{a_t} = 180^\circ - 57 \frac{200 - 100}{259,7} = 158^\circ$$

$\alpha_1 > [\alpha] = 120^\circ$ shart bajarildi.

Uzatmadagi tasmalar qatori soni

$$z = \frac{PC_r}{P_o C_L C_\alpha C_z} = \frac{6,4 \cdot 1}{1,71 \cdot 0,9 \cdot 0,93 \cdot 0,90} = 4,97$$

bu yerda, $P_o = 1,71$ (7.2-jadval) bitta tasma uzatish mumkin bo'lgan quvvat;

$C_r = 1$ ish tartibini hisobga oluvchi koeffitsiyent (7.3-jadval);

$C_L = 0,90$ tasma uzunligi ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsiyent (7.4-jadval);

$C_\alpha = 0,93$ shkivni qamrov burchagi koeffitsiyenti (141-bet);

$C_z = 0,9$ tasmalar sonini hisobga oluvchi koeffitsiyent (143-bet);

Tasmalar sonini $z=5$ qabul qilamiz.

Ponasimon tasma tarmoqlarini dastlabki taranglik kuchi F_o -ni aniqlaymiz:

$$F_o = \frac{850 P_1 C_r C_L}{z v C_\alpha} + \theta v^2,$$

bu yerda, $v = 0,5 \omega_1 d_1 = 0,5 \cdot 306,6 \cdot 0,1 = 15,3$ m/s tasmaning hisobiy tezligi; θ -markazdan qochirma kuch ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsiyent, "A"-kesimli ponasimon tasma uchun $\theta = 0,1$ (144-betga qarang)

$$F_o = \frac{850 \cdot 6,4 \cdot 1 \cdot 0,90}{5 \cdot 15,3 \cdot 0,93} + 0,1 \cdot 15,3^2 = 92H.$$

Vallarga ta'sir etuvchi kuch

$$F_v = 2 F_o z \sin \frac{\alpha_1}{2} = 2 \cdot 92 \cdot 5 \cdot \sin \frac{158}{2} = 903H.$$

Shkivlar eni B_{sh} (7.5-jadval).

$$B_{sh} = (z - 1)e + 2f = (5 - 1)15 + 2 \cdot 10 = 80 \text{ mm}.$$

bu yerda $e = 15, f = 10$ "A" kesmali ponasimon tasma uchun (7.5-jadval).

7.6-§. Yassi tasmali uzatmalar

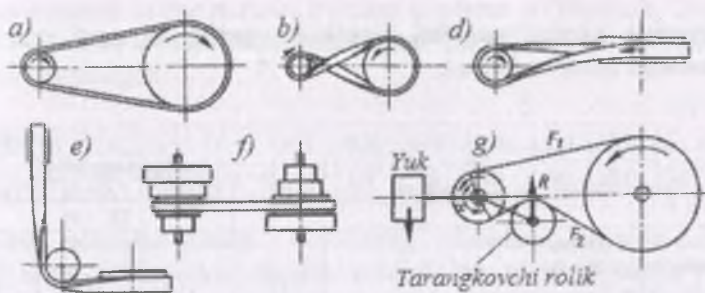
Mashinasozlikda ponasimon tasmali uzatmalar paydo bo'lguniga qadar yassi tasmali uzatmalar keng tarqalgan. U tuzilishiga ko'ra sodda va o'zining yuqori elastikligi bilan katta tezliklarda ishlash imkoniyatini beradi hamda nisbatan uzoq muddat ishlash layoqatiga va yuqori FIK ga ega.

Uzatmaning turlari. Amaliyotda yassi tasmali uzatmalar turli xil 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, shkivlar bir tomonga aylansa, *ayqash uzatma* (7.8-shakl, *b*) shkivlar qarama-qarshi tomonga aylanishi imkoniyatini beradi va bu ayqash tasmali uzatma deb ataladi; *yarim ayqash uzatma* (7.8-shakl, *d*) bunda vallar bir-biriga nisbatan qandaydir burchak ostida ayqash joylashadi; *burchakli uzatma* (7.8-shakl, *e*) 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 ishlashi hisobiga tez ishdan chiqadi. Bunday uzatmalarning yuklanish layoqati oddiy ochiq uzatmalarga solishtirganda 20-30% past.

Sozlanuvchi uzatma (7.8-shakl, *f*) pog'onasimon shkivga ega, shuning uchun u uzatish nisbati o'zgartirilishi talab etiladigan uzatmalarda ishlatiladi.

Taranglovchi rolikli uzatma (7.8-shakl, *g*) bunday uzatma o'qlararo masofa kichik va katta uzatish nisbatlarida ishlatiladi. Taranglovchi rolikka birlashtirilgan yuk ta'sirida tasma tarangligi uzluksiz ta'minlanadi. Bunday uzatmada yetakchi shkivning qamrov burchagi α va natijada tasmaning tortish layoqati, o'qlararo masofa va uzatish nisbatiga bog'liq bo'lmaydi. α va i ning har qanday qiymatida ham $\alpha > 180^\circ$ ga erishish mumkin. Taranglovchi rolikni yetaklanuvchi tarmoqqa o'rnatish tavsiya etiladi, chunki yetaklanuvchi tarmoq yetaklovchi tarmoqqa nisbatan kamroq yuklangan bo'ladi.



7.8-shakl.

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 yetakchi shkiv bo'ylab qarama-qarshi tomonga egilishi natijasida ishlash muddatining qisqarishidir.

Yassi tasmalarning asosiy turlari. Mashinasozlikda ishlatiladigan yassi tasmalarning quyidagicha turlari mavjud:

Charm tasmalar yaxshi tortish layoqatiga ega hamda xizmat muddati yuqori, shuningdek, o'zgaruvchan yuklanishlarda yaxshi ishlaydi. Narxlarining yuqoriligi va kamyobligi charm tasmalarning kam ishlatilishiga olib keladi.

Rezinalangan tasmalar (7.6-jadval, ГОСТ 23831-79) kauchukni rezinaga aylantirish jarayonida, uning ichiga bir necha qavat gazlama matolar joylashtirilib amalga oshirilishi natijasida hosil bo'ladi. Rezinaga nisbatan ancha katta elastiklik moduliga ega bo'lgan gazlama yuklanishning asosiy qismini uzatadi. Rezina tasma materiallarini bir butun bo'lib ishlashini ta'minlab, gazlamani shkastlanishdan saqlaydi hamda ishqalanish koeffitsiyentini oshiradi. Mustahkam, elastik, haroratning beqarorligi va namga bardoshli bu tasma, charm tasmalar o'rnida juda yaxshi ishlaydi. Bu tasmani, rezinani yemiruvchi neft mahsulotlari va ishqordan asrash kerak.

Ip-gazlama tasmalar mum va ozikeritdan tashkil topgan maxsus tarkibli aralashmaga to'yintirilgan matolarning bir necha qavatini, bir butun qilib birlashtirishdan tashkil topgan. Bunday tasmalar yengil va elastik bo'lib, kichik diametrli shkivlarda katta tezlikda ishlay oladi.

Tasmaning xizmat muddati kichik va tortish layoqati rezinalangan tasmalarga qaraganda past.

7.6-jadval

Qistirmalarning texnik tavsiflari	Qistirma materiallari			
	B-800	БКНЛ	ТА-150 TK-150	TK-200
Qistirma kengligining nominal mustahkamligi N/mm:				
asos bo'yicha	55	55	150	200
qatlam bo'yicha	16	20	65	65
Qistirmaning eng katta ruxsat etilgan yuklanishi p_o , N/mm	3	3	10	13
Rezina qatlamli qistirmaning hisobiy qalinligi, δ_o mm	1,5	1,2	1,2	1,3
Rezina qatlamli qistirma yuzasining zichligi, kg/m^2	1,6	1,3	1,3	1,4
B kengligidagi (mm) tasmaning qistirmalari soni, z:				
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 ip-gazlama; БКНЛ -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 .

Jun tasmalar ko'p qavatli jun asosga ega bo'lgan va maxsus to'yintirilgan ip-gazlamadan tashkil topgan matodan iborat. Bu tasmalar anchagina elastiklik xususiyatiga ega bo'lib, kichik diametrli shkiylarda 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.

Plyonkali tasmalar yangi nusxadagi tasma bo'lib poliamid smolasi asosidagi plastmassadan tayyorlanadi va ichiga kapron yoki lavsandan pishiq ip joylashtiriladi. Tasmaning toliqishga qarshiligi va statik mustahkamligi 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 shkiylarda ishlay oladi. Tasmaning tortish

layoqatini oshirish uchun maxsus friksion qoplama qo'llaniladi. Quyida plyonkali tasmalar uchun taklif etilayotgan qalinlik va yetakchi 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 uchlarning ulanishi katta ta'sir ko'rsatadi. Tasma uchlarning sifatli ulanmasligi, tasmaning tortish layoqatini pasaytiradi va muddatidan oldin ishdan chiqishiga olib keladi. Tasma uchlarni ulashning turli usullari mavjud. Bu usullarning barchasini uch asosiy guruhga bo'lish mumkin: tikish, yelimplash va metall biriktirgich yordamida ulash. Keyingi paytlarda ma'lum uzunlikdagi yassi tasmalar uloqsiz ishlab chiqarilmoqda. Masalan, plyonkali tasmalar, bu tasmalarning xizmat muddatini va ishlash tezligini oshirish imkoniyatini yaratadi.

1. Yassi tasmali uzatmalarni hisoblashga oid namuna

Masalaning qo'yilishi: Uzatayotgan quvvat $P=3$ kVt, aylanish chastotasi $n_1=1434$ min⁻¹, uzatish nisbati $i_t = 2$ bo'lgan yassi tasmali uzatma hisoblansin.

Masalaning yechilishi:

Yetaklovchi shkiv validagi burovchi momentni hisoblaymiz:

$$T_1 = 9550 \frac{P_1}{n_1} = 9550 \cdot \frac{3}{1434} = 20 \text{ Nm.}$$

Yetaklovchi shkiv diametrlarni aniqlash:

$$d_1 \approx 6\sqrt[3]{T_1} = 6\sqrt[3]{20 \cdot 10^3} = 163 \text{ mm.}$$

ГОСТ 17383-73 dan $d_1 = 160$ mm qabul qilamiz.

Yetaklanuvchi shkiv diametri

$$d_2 = i_t d_1 (1 - \varepsilon) = 2 \cdot 160 \cdot (1 - 0,01) = 316,8 \text{ mm.}$$

ГОСТ 17383-73 dan $d_2 = 315$ 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:

$$\frac{\Delta i}{i_t'} = \frac{2 - 1,99}{1,99} \cdot 100 = 0,5\% < 3\%$$

olingan natija shartni qanoatlantirdi.

O'qlararo masofa a_t

$$a_t = 2(d_1 + d_2) = 2(160 + 315) = 950 \text{ mm.}$$

Yetaklovchi 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

$$L = 2a_t + 0,5\pi(d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a_t},$$

$$L = 2 \cdot 950 + 0,5 \cdot 3,14 \cdot (160 + 315) + \frac{(315 - 160)^2}{4 \cdot 950} = 2652 \text{ mm.}$$

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

$$F_t = P/v = 3 \cdot 10^3 / 12 = 250 \text{ N.}$$

7.6- jadvaldan БКНЛ tasmasini tanlaymiz, tasmaning qistirmalari soni $z=3$, $\delta_0=1,2$ mm, $P_0=3$ N/mm. $\delta < 0,025d_1$ sharti bajarilishini tekshiramiz.

$$\delta = \delta_0 \cdot z = 1,2 \cdot 3 = 3,6 \text{ mm.}$$

$0,025d_1 = 0,025 \cdot 160 = 4$ mm. Shart bajarildi.

Shkivning qamrov burchagi koeffitsiyenti

$$C_\alpha = 1 - 0,003(1 - \alpha_1^\circ) = 1 - 0,003(180 - 170) = 0,97.$$

Tasma tezligi ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsiyent

$$C_v = 1,04 - 0,0004v^2 = 1,04 - 0,0004 \cdot 12^2 = 0,98.$$

Ishlash rejimi koeffitsiyenti 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 koeffitsiyent, C_θ . Qiyalik burchagi 60° gacha bo'lganda $C_\theta=1$.

Qistirmaning 1 mm kengligiga to'g'ri keladigan ruxsat etilgan 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

$$b \geq \frac{F_t}{z[p]} = \frac{250}{3 \cdot 2,85} = 29,2 \text{ mm}$$

7.7- jadval

Yuklanish tavsifi	Mashinalar turi	C_r
Ahamiyatsiz tebranish, 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 varelver stanoklari;	0,9
Sezilarli tebranish, ishga tushirishdagi yuklanish 200%	Vintli, kurakli konveyerlar; cho'michli elevatorlar; shneklar; randalash va qattiq urib ishlash stanoklari; vintli va eksentrik bosqonlar	0,8
Keskin tebranish, ishga tushirishdagi yuklanish 300%	Ko'targichlar, ekskovatorlar, yanchgichlar, maydalagichlar, taxta tilgichlar.	0,7

Izoh: Ikki smenali ishda C_r qiymati 0,1, uch smenali ishda 0,2 ga pasaytiriladi.

7.6- jadvaldan $b = 32 \text{ mm}$ qabul qilamiz.

Tasmaning dastlabki tarangligi

$$F_0 = \sigma_0 b \delta = 1,8 \cdot 32 \cdot 3,6 = 207,4 \text{ N.}$$

Bu yerda σ_0 -tasmaning dastlabki tarangligidan hosil bo'ladigan kuchlanish, uning optimal qiymati $\sigma_0 = 1,8 \text{ MPa}$.

Tasma tarmoqlarining tarangligi: yetakchi tarmoq

$$F_1 = F_0 + 0,5F_t = 207,4 + 0,5 \cdot 250 = 332,4 \text{ N;}$$

yetaklanuvchi tarmoq

$$F_2 = F_0 - 0,5F_t = 207,4 - 0,5 \cdot 250 = 82,4 \text{ N.}$$

F_1 kuchi ta'siridagi kuchlanish

$$\sigma_1 = \frac{F_1}{b\delta} = \frac{332,4}{32 \cdot 3,6} = 2,9 \text{ MPa.}$$

Egilish kuchlanishi

$$\sigma_e = E_e \frac{\delta}{d_1} = 100 \frac{3,6}{160} = 2,25 \text{ MPa.}$$

Bu yerda charm va rezina matoli tasmalar uchun $E_e = 100 \div 200 \text{ MPa}$, ip-gazlamadan tayyorlangan 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

$$\sigma_{max} = \sigma_1 + \sigma_e + \sigma_v = 2,9 + 2,25 + 0,16 = 5,3 \text{ MPa.}$$

Shart $\sigma_{max} \leq 7$ MPa bajarildi.

Tasmani umrboqiylikka tekshirish:
aylanishlar soni

$$\lambda = \frac{v}{L} = \frac{12}{2,652} = 4,52s^{-1};$$

uzatish nisbatini hisobga oluvchi koeffitsiyent

$$C_i = 1,5\sqrt[3]{i} - 0,5 = 1,5\sqrt[3]{2} - 0,5 = 1,4;$$

noldan nominal qiymatgacha davriy o'zgaruvchi yuklanishlarda

$C_y = 2$, o'zgarmas yuklanishda $C_y = 1$.

Tasmaning umirboqiyligi

$$H_0 = \frac{\sigma_{-1}^6 10^7 C_i C_y}{\sigma_{max}^6 2 \cdot 3600 \lambda} = \frac{7^6 \cdot 10^7 \cdot 1,4 \cdot 1}{5,3^6 \cdot 2 \cdot 3600 \cdot 4,52} = 2283 \text{ s.}$$

Bu yerda $\sigma_{-1}^6 = 7$ MPa rezinalangan va charm, $\sigma_{-1}^6 = 5$ MPa ip-gazlama tasmalar uchun.

Uzatma vallariga ta'sir etuvchi kuch

$$F_v = 3F_o \sin \frac{\alpha_1}{2} = 3 \cdot 250 \cdot \sin \frac{170}{2} = 747 \text{ H.}$$

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 uzatmada 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 koeffitsiyentini 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

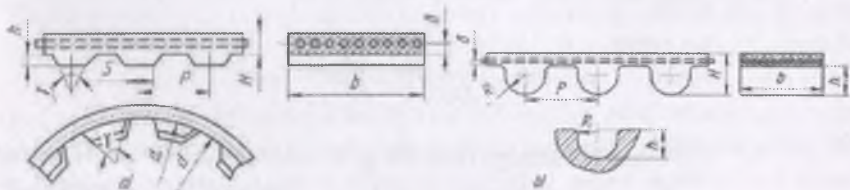
beradi. Tasma ilashishi va elastikligi (zanjirdagi bikir sharnirli bog‘lanishi o‘rniga) shovqin va dinamik yuklanishni kamaytiradi.

Demak, tishli tasmali uzatmalarning quyidagi afzalliklari bor: gabarit o‘lchamlari kichik; uzatish nisbati o‘zgarmas va katta; foydali ish koeffitsiyenti yuqori ($\eta = 0,92 - 0,98$); dastlabki taranglik kuchi va valga tushadigan yuklanishning kichikligi; katta quvvat uzatishi.

Tishli tasmali uzatmaning kamchiligi – tasmada sirpanish bo‘lmaganı bois, yuritma o‘ta yuklanish holatlaridan himoyalanganligidir. Bunday 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 olganda, 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 tushuntirib bering.
2. Friksion uzatmalarning qanday turlarini bilasiz?

3. Qaysi omillar friksion uzatmaning sifatini belgilaydi?
4. Friksion uzatmalarning uzatish nisbati 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?
14. Tishli tasmali uzatmalarning qanday turlari mavjud?

V MODUL. YURITMALARNI HISOBLASH

8.1-§. Umumiy ma'lumotlar

Mashina yuritmasi uzatmalari 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 keltiriladi.

1. Yuritmaning umumiy foydali ish koeffitsiyenti aniqlanadi. Yuritmaning foydali ish koeffitsiyenti uni tashkil etgan uzatmalar foydali ish koeffitsiyentlarining ko'paytmasiga teng, ularning son qiymatlari 3.1-jadvaldan olinadi.

$$\eta_{um} = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \cdots \eta_n.$$

2. Yuritma elektrodvigateli talab qilgan quvvat hisoblanadi, bunda baraban validagi quvvat umumiy foydali ish koeffitsiyentiga 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.

4. Elektrodvigatelning nominal aylanish chastotasi hisoblanadi:

$$n_n = n_c \left(1 - \frac{S}{100}\right), \text{min}^{-1},$$

bu yerda, n_c -elektrodvigatelning sinxron aylanish chastotasi;
 S -sirpanish koeffitsiyenti.

5. Yuritmaning umumiy uzatish sonini topamiz:

$$u_{um} = \frac{n_n}{n_b}.$$

6. Yuritmada qatnashayotgan har bir uzatma uchun ГOCT 2185-66 da berilgan standart qatorlar va takliflardan foydalanib, uzatish sonlari taqsimlanadi. Bunda uzatish sonlari shunday tanlanishi kerakki, natijada ishchi organing zaruriy tezligi yoki aylanish chastotasi ta'minlansin.

$$u_{um} = u_1 u_2 u_3 \dots u_n.$$

8.1-jadval

Quvvat, kVt	Sinxron aylanish chastotasi min ⁻¹											
	3000			1500			1000			750		
	Tip- o'lcha m	S, %	$\frac{T_p}{T_n}$	Tip- o'lcha m	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	1,8
3,0	90L2	4,3		100S4	4,4		112MA6	4,7		112M8	5,8	
4,0	100S2	3,3		100L4	4,7		112MB6	5,1		132S8	4,1	
4,0	100L2	3,4		112M4	3,7		132S2	3,3		132M8	4,1	
5,5	100L2	3,4		132S4	3,0		132M6	3,2		160S8	2,5	1,4
7,5	112M2	2,5		132M4	2,8		160S6	2,7		160M8	2,5	
11,0	132M2	2,3	160S4	2,3	160M6	2,6	180M8	2,5				
15	160S2	2,1	160M4	2,2	180M6	2,7	200M8	2,3				
18,5	160M2	2,1	180S4	2,0	200M6	2,8	200L8	2,7	1,2			
22	180S2	2,0	180M4	1,9	200L6	2,1	225M8	1,8				
30	180M2	1,9	200M4	1,7	225M6	1,8	250S8	1,5				
37	200M2	1,9	200LA	1,6	250S6	1,4	250M8	1,4				
45	200L2	1,8	225M4	1,4	250M6	1,3	280S8	2,2	1,0			
55	225M2	1,8	250S4	1,2	280S6	2,0	280M8	2,2				
75	250S2	1,4	250M4	1,3	280M6	2,0	315S8	2,0				
90	250M2	1,4	280S4	2,3	315S6	2,0	315M8	2,0				

Izoh: 1. Quvvati 11kVt, sinxron aylanish chastotasi 1500 min⁻¹ bo'lgan elektrodvigatelnig shartli belgilanishi.
Elektrodvigatel 4A132M4UZ

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:

$$P_2 = P_1 \eta_1 \eta_3, kVt.$$

9. Aniqlangan aylanish chastotalari va quvvatlaridan mos holda foydalanib, yuritmaning har bir validagi burovchi moment hisoblanadi:

$$T_n = 9550 \frac{P_n}{n_n}, Nm.$$

10. Yuritma oxirgi validagi burovchi moment natijalarining tengligi tekshiriladi.

$$T_n = T_1 u_{um} \eta_{um}, Nm.$$

Bu bilan loyihalalanayotgan yuritma kinematik hisobining bexato bajarilishi ta'minlanadi. 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: 8.1-shaklda keltirilgan lentali konveyer yuritmasi loyihalansin, baraban validagi quvvat $P_b = 7$ kVt, aylanishlar chastotasi $n_b = 60 \text{ min}^{-1}$, baraban diametri $D_b = 260$ mm.

Masalaning yechilishi:

Kinematik hisob. Yuritmaning umumiy foydali ish koeffitsiyentini aniqlaymiz. Yuritmaning umumiy FIK yuritmadagi har bir uzatma va podshipniklar FIKlarning ko'paytmasiga teng bo'lib ularning son qiymatlari 3.1-jadvaldan olinadi.

$$\eta_{um} = \eta_1 \eta_2^3 \eta_3^4 = 0,95 \cdot 0,97^3 \cdot 0,99^4 = 0,83.$$

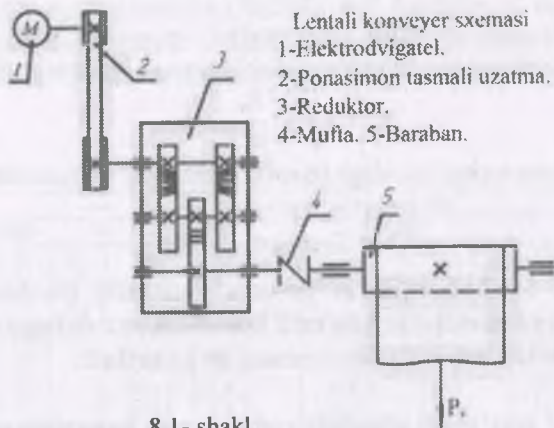
Bu yerda, $\eta_1 = 0,95$ – tasmali uzatmaning FIK;

$\eta_2 = 0,97$ – tishli uzatmaning FIK;

$\eta_3 = 0,99$ – bir juft dumalash podshipniklarining FIK.

Elektrodvigatel talab qilgan quvvatni topamiz:

$$P_t = \frac{P_b}{\eta_{um}} = \frac{7}{0,83} = 8,4 \text{ kVt}.$$



8.1- shakl.

Elektrodvigatel tanlaymiz (8.1-jadval), tanlangan asinxron 4A seriyali elektodvigatelning quvvati $P_{el}=11$ kBt, sinxron aylanish chastotasi $n_c=3000$ min⁻¹, sirpanishi $S=2,3\%$, markasi 132M2 elektrodvigatel valining diametri $d_{el}=38$ mm.

Elektrodvigatelning nominal aylanish chastotasini hisoblaymiz:

$$n_n = n_c \left(1 - \frac{S}{100}\right) = 3000 \cdot \left(1 - \frac{2,3}{100}\right) = 2931 \text{ min}^{-1}.$$

Yuritmaning umumiy uzatish sonini topamiz:

$$u_{um} = \frac{n_n}{n_b} = \frac{2931}{60} = 48,85.$$

Tezyurar va sekinyurar pog'onalar uchun ГОСТ 2185-66 dan (34-betga qarang) uzatish sonlari qiymatini tanlaymiz $u_1=5$, $u_2=4,5$.

Tasmali uzatma uzatishlar sonini hisoblaymiz:

$$u_r = u_1 u_2 = 5 \cdot 4,5 = 22,5;$$

$$u_t = \frac{u_{um}}{u_r} = \frac{48,85}{22,5} = 2,17.$$

$n_n = n_1 = 2931$ min⁻¹ ekanligini hisobga olgan holda har bir valdagi aylanishlar chastotasini topamiz:

ikkinchi valning aylanish chastotasi

$$n_2 = \frac{n_1}{u_t} = \frac{2931}{2,17} = 1351 \text{ min}^{-1};$$

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 xatolik yo'qligidan dalolat beradi.

$P_{el} = P_1 = 8,4 \text{ kVt}$ ekanligini hisobga olgan holda har bir valdagi quvvatni topamiz:

ikkinchi valdagi quvvat

$$P_2 = P_1 \eta_1 \eta_3 = 8,4 \cdot 0,95 \cdot 0,99 = 7,9 \text{ kVt};$$

xuddi shu tarzda 3 - valdagi quvvat P_3 ni topamiz:

$$P_3 = P_2 \eta_2^2 \eta_3 = 7,9 \cdot 0,97^2 \cdot 0,99 = 7,36 \text{ kVt};$$

to'rtinchi valdagi quvvat P_4 , P_3 ni tishli uzatma va ikki juft podshipnik FIKlariga ko'paytmasiga teng

$$P_4 = P_3 \eta_2 \eta_3^2 = 7,36 \cdot 0,97 \cdot 0,99^2 = 7 \text{ kVt}.$$

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 holda foydalanib, har bir valdagi burovchi momentlarni hisoblaymiz:

birinchi val, ya'ni elektrodvigatel validagi burovchi moment

$$T_1 = 9550 \frac{P_1}{n_1} = 9550 \cdot \frac{8,4}{2931} = 27,4 \text{ Nm};$$

ikkkinchi valdagi burovchi moment

$$T_2 = 9550 \frac{P_2}{n_2} = 9550 \cdot \frac{7,9}{1351} = 55,8 \text{ Nm};$$

uchinchi valdagi burovchi moment

$$T_3 = 9550 \frac{P_3}{n_3} = 9550 \cdot \frac{7,36}{267} = 263 \text{ Nm};$$

to'rtinchi valdagi burovchi moment

$$T_4 = 9550 \frac{P_4}{n_4} = 9550 \cdot \frac{7}{60} = 1114 \text{ Nm.}$$

Olib borilgan hisoblarimiz to'g'riligini tekshiramiz:

$$T_4 = T_1 u_{um} \eta_{um} = 27,4 \cdot 48,85 \cdot 0,83 = 1111 \text{ Nm};$$

olib 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 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

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

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

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

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

Shesternya uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanish

$$[\sigma_{H_1}] = \frac{(2HB_1 + 70)K_{HL}}{[S_H]} = \frac{(2 \cdot 180 + 70) \cdot 1}{1,1} = 391 \text{ MPa.}$$

G'ildirak tishlari uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanish

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

Qiya tishli g'ildiraklar uchun hisobiy ruxsat etilgan kontakt kuchlanish

$$[\sigma_H] = 0,45([\sigma_{H_1}] + [\sigma_{H_2}]) = (391 + 354,5) = 335,5 \text{ MPa.}$$

Talab qilingan shart $[\sigma_H] \leq 1,23[\sigma_{H_2}]$ bajarildi.

Uzatmaning loyiha hisobi

$K_{H\beta}$ –gardish eni bo‘ylab yuklanishning notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffitsiyent, 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 $K_{H\beta} = 1,25$ qabul qilamiz.

Tish enining o‘qlararo masofa koeffitsiyenti ψ_{ba} to‘g‘ri tishli g‘ildiraklar uchun $\psi_{ba} \leq 0,25$; qiya tishli g‘ildiraklar uchun $\psi_{ba} = 0,25 + 0,63$ gacha taklif etilgan, lekin taklif etilgan oraliqlardagi qiymat GOST 2185-66 bo‘yicha tanlanadi (45-betga qarang).

Standart qatordan qiya tishli g‘ildirak uchun $\psi_{ba} = 0,25$ qabul qilamiz.

O‘qlararo masofa quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$a_{wt} = K_a(u_1 + 1) \sqrt[3]{\frac{T_3 K_{H\beta}}{[\sigma_H]^2 u_1^2 \psi_{ba}}}$$

Bu yerda, K_a – yordamchi koeffitsiyent 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_1 –uzatmaning uzatish nisbati kinematik hisobdan tezyurar pog‘ona uchun $u_1 = 5$. T_3 – hisoblanayotgan pog‘ona g‘ildiragidagi validagi 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

$$a_{wt} = 43(5 + 1) \sqrt[3]{\frac{263}{2} \cdot 1,25 \cdot 10^3}{[335,5]^2 \cdot 5^2 \cdot 0,25}} = 161 \text{ mm}$$

ekanligiga ishonch hosil qilamiz.

Hisoblab topilgan o‘qlararo masofaning son qiymati GOST 2185-66 bo‘yicha (37-betga qarang) standart qatorda berilgan son qiymatlari bilan solishtirib eng yaqin kelganini tanlab olinadi. Aniqrog‘i, $a_{wt} = 160$ mm qabul qilamiz.

Ilashmaning normal moduli quyidagi tavsiya asosida qabul qilinadi:

$$m_n = (0,01 \div 0,02)a_{wt} = (0,01 \div 0,02) \cdot 160 = 1,6 \div 3,2 \text{ mm.}$$

Normal modulning son qiymati, hisoblab topilgan oraliqda ГОСТ 2185-66 bo'yicha (37-betga qarang) standart qatordan tanlab olinadi, $m_n = 3 \text{ mm}$.

Oldindan qiyalik burchagini $\beta = 10^\circ$ qabul qilgach, shesternya tishlari sonini aniqlaymiz:

$$z_1 = \frac{2a_{wt} \cos \beta}{(u_1 + 1)m_n} = \frac{2 \cdot 160 \cdot 0,9848}{(5 + 1) \cdot 3} = 17,5$$

$z_1 = 17$ qabul qilamiz.

G'ildirak tishlari sonini hisoblaymiz: $z_2 = z_1 u_1 = 17 \cdot 5 = 85$

$z_2 = 85$ qabul qilamiz.

Tishlarning qiyalik burchagini aniqlashtiramiz, ya'ni

$$\cos \beta = \frac{(z_1 + z_2)m_n}{2a_{wt}} = \frac{(17 + 85) \cdot 3}{2 \cdot 160} = 0,9562.$$

Bradis jadvalidan $\cos \beta = 0,9562$ 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:

$$d_1 = \frac{m_n}{\cos \beta} z_1 = \frac{3}{0,9562} \cdot 17 = 53,3 \text{ mm;}$$

$$d_2 = \frac{m_n}{\cos \beta} z_2 = \frac{3}{0,9562} \cdot 85 = 266,7 \text{ mm.}$$

Olingan natijalar asosida o'qlararo masofani tekshiramiz:

$$a_{wt} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{53,3 + 266,7}{2} = 160 \text{ mm.}$$

Tish ustidan o'tuvchi aylanalar diametrlarini hisoblaymiz:

$$d_{a_1} = d_1 + 2m_n = 53,3 + 2 \cdot 3 = 59,3 \text{ mm;}$$

$$d_{a_2} = d_2 + 2m_n = 266,7 + 2 \cdot 3 = 272,7 \text{ mm.}$$

Tish tubidan o'tuvchi aylanalar diametrini 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'ildirak eni $b_2 = a_{wt} \psi_{va} = 160 \cdot 0,25 = 40 \text{ mm;}$

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:

$$v = \frac{\omega_1 d_1}{2} = \frac{\pi d_1 n_2}{60 \cdot 10^3} = \frac{3,14 \cdot 53,3 \cdot 1351}{60 \cdot 1000} = 3,8 \text{ m/s.}$$

Bu yerda, d_1 -shesternyaning bo'luvchi aylanasi diametri va n_2 -mazkur shesternya joylashgan valning aylanish chastotasi.

Aylana tezlik $v = 3,8 \text{ m/s}$ bo'lganda ГОСТ 1643-81 bo'yicha (63-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 koeffitsiyenti

$$\psi_{bd} = \frac{b_1}{d_1} = \frac{46}{53,3} = 0,86 \quad \text{ga teng.}$$

Yuklanish koeffitsiyenti 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 $K_{H\alpha} = 1,09$ ekanligi aniqlanadi.

3.4-jadvaldan dinamik koeffitsiyent K_{Hv} qiymatini qiya tishli g'ildirak uchun $v = 3,8 \text{ m/s}$, HB<350 holatda, $K_{Hv} = 1$ ekanligi aniqlanadi.

Shunday qilib, yuklanish koeffitsiyenti $K_H = 1,09 \cdot 1,09 \cdot 1 = 1,2$ ga teng.

Tish yuzalarini kontakt kuchlanishga tekshirish:

$$\sigma_H = \frac{270}{a_{wt}} \sqrt{\frac{T_3 K_H (u_1 + 1)^3}{b_4 u_1^2}} = \frac{270}{160} \sqrt{\frac{\frac{263}{2} \cdot 10^3 \cdot 1,2 (5 + 1)^3}{40 \cdot 5^2}} = 317 \text{ MPa.}$$

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 qatnashuvchi kuchlar:

aylana kuch

$$F_{t1} = \frac{T_2}{d_1} = \frac{55,8 \cdot 10^3}{53,3} = 1047 \text{ N;}$$

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

$$F_{rt} = F_{tt} \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \beta} = 1047 \frac{0,3640}{0,9562} = 399 \text{ N.}$$

Val o'qi bo'ylab yo'nalgan kuch

$$F_{at} = F_{tt} \operatorname{tg} \beta = 1047 \cdot 0,3057 = 320 \text{ N.}$$

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

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

3.6-jadvaldan $\psi_{bd} = 0,86$, 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 koeffitsiyenti

$$K_F = 1,19 \cdot 1,3 = 1,5.$$

z_v -ekvivalent tishlar sonini hisoblaymiz:
 shesternya uchun

$$z_{v1} = \frac{z_1}{\cos^3 \beta} = \frac{17}{0,8742} = 19;$$

g'ildirak uchun

$$z_{v2} = \frac{z_2}{\cos^3 \beta} = \frac{85}{0,8742} = 97.$$

Izoh: hisoblangan ekvivalent tishlar soni asosida yuqorida keltirilgan qatordan (47-betga qarang) Y_F -tish shakli koeffitsiyentini aniqlaymiz:

shesternya uchun $z_{v1} = 19$ $Y_{F1} = 4,08$

g'ildirak uchun $z_{v2} = 97$ $Y_{F2} = 3,61$

Endi 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 egilishga chidamlilik chegarasi po'latning normallangan, yaxshilangan turi va $HB \leq 350$ bo'lganida,

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

$[S_F]$ -xavfsizlik koeffitsiyenti 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 xossalarning o'zgaruvchanligini hisobga oladi. $[S_F]''$ - tishli g'ildirak zagotovkasining olinish usulini hisobga oluvchi koeffitsiyent, bolg'alangan va shtamplangan zagotovkalar uchun $[S_F]''=1,0$, prokat uchun $[S_F]=1,15$ quyma zagotovka 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 -koeffitsiyentini hisoblaymiz, bu koeffitsiyent 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 koeffitsiyent 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 koeffitsiyenti, aniqlik darajasi $n=8$ bo'lganda.

$K_{F\alpha} = 0,92$ ga teng bo'ladi.

Shesternya tishlarini quyidagi formula yordamida eguvchi kuchlanishga tekshiramiz:

$$\sigma_F = \frac{F_{t_t} K_F Y_F Y_\beta K_{F\alpha}}{b_2 m} \leq [\sigma_F];$$
$$\sigma_F = \frac{1047 \cdot 1,5 \cdot 4,08 \cdot 0,88 \cdot 0,92}{46 \cdot 3} = 38 \text{ MPa.}$$

Mustahkamlik sharti $\sigma_F < [\sigma_F]$ bajarildi.

Sekinyurar pog'ona hisobi

Material tanlash va ruxsat etilgan kontakt kuchlanishni 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:

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

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

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

K_{HL} – umrboqiylik koeffitsiyenti, yuklanishning sikllari soni, asosiydan katta bo'lganda, ya'ni reduktorning uzoq muddat ishlatilishida $K_{HL} = 1$ deb qabul qilinadi; $[S_H]$ – xavfsizlik koeffitsiyenti, issiqlik ishlovi yaxshilangan, normallangan hamda hajmiy toblangan po'latlar uchun $[S_H] = 1,1 \div 1,2$, tish yuzalari mustahkamlanganda $[S_H] = 1,2 \div 1,3$ oralig'ida qabul qilinadi.

G'ildirak tishlari uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanish.

$$[\sigma_{H4}] = \frac{(2HB_4 + 70) K_{HL}}{[S_H]} = \frac{(2 \cdot 250 + 70) \cdot 1}{1.1} = 518 \text{ MPa.}$$

Uzatmaning loyiha hisobi

K_{HB} – gardish eni bo'ylab yuklanishning notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffitsiyent uning son qiymati 3.5 – jadvaldan qabul

qilinadi. Shaklda keltirilgan sxemaga asosan g'ildiraklar tayanchlarga nisbatan simmetrik joylashgan. Shuning uchun $K_{H\beta} = 1,15$ qabul qilamiz.

Tish enining o'qlararo masofa koeffitsiyenti 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 $\Gamma OCT 2185-66$ dan (45-betga qarang) tanlab olinadi.

Standart qatordan to'g'ri tishli g'ildirak uchun $\psi_{ba} = 0,25$ qabul qilamiz.

O'qlararo masofa quyidagi formula yordamida hisoblanadi

$$a_{w_s} = K_a(u_2 + 1) \sqrt[3]{\frac{T_4 K_{H\beta}}{[\sigma_H]^2 u_2^2 \psi_{ba}}}$$

Bu yerda, K_a – yordamchi koeffitsiyent 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.

$$a_{w_s} = 49,5(4,5 + 1) \sqrt[3]{\frac{1114 \cdot 10^3 \cdot 1,15}{[518]^2 \cdot 4,5^2 \cdot 0,25}} = 272 \text{ mm}$$

Hisoblab topilgan o'qlararo masofaning son qiymati $\Gamma OCT 2185-66$ bo'yicha (37-betga qarang) standart qatorda berilgan son qiymatlar bilan solishtirib eng yaqin kelgani tanlab olinadi.

Tanlangan qiymat iloji boricha 1-qatordan olinishi tavsiya etiladi $a_{w_s} = 280$ mm qabul qilamiz.

Ilashmadagi normal modulni hisoblaymiz

$m_n = (0,01 \div 0,02)a_{w_s} = (0,01 \div 0,02) 280 = 2,8 \div 5,6$ mm $\Gamma OCT 9563-60^*$ bo'yicha standart qatoridan (37-betga qarang), $m_n = 4$ mm tanlab olamiz.

Uzatma uchun umumiy tishlar sonini hisoblaymiz:

$$z_{\Sigma} = \frac{2a_{w_s}}{m} = \frac{2 \cdot 280}{4} = 140.$$

Shesternya tishlari sonini hisoblaymiz:

$$z_3 = \frac{z_{\Sigma}}{u_2 + 1} = \frac{140}{4,5 + 1} = 25,45, \quad z_3 = 25 \text{ qabul qilamiz.}$$

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:

$$d_3 = m_n z_3 = 4 \cdot 25 = 100 \text{ mm};$$

$$d_4 = m_n z_4 = 4 \cdot 115 = 460 \text{ mm}.$$

Tekshirish:

$$a_{w_s} = \frac{d_3 + d_4}{2} = \frac{100 + 460}{2} = 280 \text{ mm}.$$

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 $b_4 = \psi_{va} a_{w_s} = 280 \cdot 0,25 = 70 \text{ mm}$.

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

$$v = \frac{\omega_3 d_3}{2} = \frac{\pi d_3 n_3}{60 \cdot 10^3} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 267}{60000} = 1,4 \text{ m/s}.$$

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 (62-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 koeffitsiyenti

$$\psi_{bd} = \frac{b_3}{d_3} = \frac{76}{100} = 0,76.$$

Yuklanish koeffitsiyenti

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

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 koeffitsiyent K_{Hv} qiymatini to'g'ri tishli g'ildirak uchun $v = 1,4$ m/s, $HB \leq 350$ holatda $K_{Hv} = 1,05$ ekanligi aniqlanadi. Shunday qilib, yuklanish koeffitsiyenti

$$K_H = 1,03 \cdot 1,09 \cdot 1,05 = 1,2.$$

Tish yuzalarini kontakt kuchlanishga tekshiramiz:

$$\sigma_H = \frac{310}{a_{ws}} \sqrt{\frac{T_4 K_H (u_2 + 1)^3}{b_4 u_2^2}}$$

$$\sigma_H = \frac{310}{280} \sqrt{\frac{1114 \cdot 1,2 \cdot 10^3 (4,5 + 1)^3}{70 \cdot 4,5^2}} = 439 \text{ MPa}.$$

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

$$F_{ts} = \frac{2T_3}{d_3} = \frac{2 \cdot 263 \cdot 10^3}{100} = 5260 \text{ N};$$

bu yerda, $T_3 = 263$ Nm – shesternya valining burovchi momenti;
 $d_3 = 100$ mm – shesternyaning bo'lovchi aylanasini diametri.

Radial kuch

$$F_{rs} = F_{ts} \operatorname{tg} \alpha = 5260 \cdot 0,3640 = 1915 \text{ N}.$$

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

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

3.6-jadvaldan $\psi_{bd} = 0,76$, qattqlik $HB \leq 350$ va simmetrik holat uchun

$K_{F\beta} = 1,07$ ekanligi aniqlanadi.

3.7-jadvaldan K_{Fv} -son qiymatini 8-aniqlik darajasi, $HB \leq 350$, $v = 1,4$ m/s, to'g'ri tish uchun $K_{Fv} = 1,25$ ekanini aniqlanadi. Shunday qilib, eguvchi kuchlanish bo'yicha yuklanish koeffitsiyenti

$$K_F = 1,07 \cdot 1,25 = 1,3.$$

Tish shakli koeffitsiyentini (47-betga qarang) aniqlaymiz:

shesternya uchun $z_3 = 25$, $Y_{F_3} = 3,9$;

g'ildirak uchun $z_4 = 115$, $Y_{F_4} = 3,6$.

Eguvchi kuchlanishga ruxsat etilgan kuchlanishni aniqlaymiz:

$$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{F_{limb}}^0}{[S_F]}$$

2.3-jadvaldan $\sigma_{F_{limb}}^0$ -bazaviy sikllar soni bo'yicha egilishiga chidamlilik chegarasi, po'latining yaxshilangan turi va $HB \leq 350$ bo'lganida

$$\sigma_{F_{limb}}^0 = 1,8HB.$$

$[S_F]$ -xavfsizlik koeffitsiyenti 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'zgaruvchan ekanligini hisobga oladi. $[S_F]''$ - tishli g'ildirak zagotovkasini olinish usulini hisobga oluvchi koeffitsiyent, bolg'alangan va shtamplangan zagotovkalar uchun $[S_F]'' = 1,0$, prokat uchun $[S_F] = 1,15$ quyma zagotovka uchun $[S_F]'' = 1,3$ ga teng. Bizning misolimiz uchun $[S_F]'' = 1$, natijada

$$[S_F] = 1,75 \cdot 1 = 1,75.$$

Shunday qilib, shesternya uchun $\sigma_{F_{limb}}^0 = 1,8 \cdot 280 = 504$ MPa;
g'ildirak uchun, $\sigma_{F_{limb}} = 1,8 \cdot 250 = 450$ MPa.

Ruxsat etilgan kuchlanish

$$\text{shesternya uchun, } \sigma_{F_3} = \frac{504}{1,75} = 288 \text{ MPa};$$

$$\text{g'ildirak uchun, } \sigma_{F_4} = \frac{450}{1,75} = 257 \text{ MPa}.$$

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

$$\text{shesternya uchun } \frac{[\sigma_{F_3}]}{Y_{F_3}} = \frac{288}{3,9} = 73,8 \text{ MPa};$$

$$\text{g'ildirak uchun } \frac{[\sigma_{F_4}]}{Y_{F_4}} = \frac{257}{3,6} = 71,4 \text{ MPa}.$$

Hisoblangan nisbatga ko'ra olingan natija g'ildirakda kichik bo'lib chiqdi, shuning uchun g'ildirak tishlarini quyidagi formula yordamida eguvchi kuchlanishga tekshiramiz:

$$\sigma_F = \frac{F_t \cdot K_F \cdot Y_F}{b_2 \cdot m_n} \leq [\sigma_F];$$

$$\sigma_F = \frac{5260 \cdot 1,3 \cdot 3,6}{70 \cdot 4} = 88 \text{ MPa}.$$

$\sigma_F < [\sigma_F]$ 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 $\omega_2 = 141,4 \text{ r/s}$, uzatish nisbati $i_t = u_t = 2,17$ bo'lganda yuritmaga tasmali uzatma loyihalaymiz.

$\varepsilon = 0,015$ - tasmaning sirpanish koeffitsiyenti.

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 ekani aniqlanadi.

Yetaklovchi 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 (139-betga qarang) $d_1 = 100 \text{ mm}$ qabul qilamiz.

Yetaklanuvchi 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 (139-betga qarang) yetaklanuvchi shkiv uchun tanlangan $d_2 = 224 \text{ mm}$ diametr, hisoblashlarning ko'rsatishicha, $\pm 3\%$ 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 yetaklanuvchi valning burchakli tezligi

$$\omega_{2t} = \frac{\omega_1}{i_t'} = \frac{306,6}{2,15} = 142,6 \text{ rad/s}.$$

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 $a_t = 300 \text{ mm}$ deb qabul qilamiz.

Tasmaning hisobiy uzunligi

$$L = 2a_t + 0,5\pi(d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a_t},$$

$$L = 2 \cdot 300 + 0,5 \cdot 3,14 \cdot (100 + 212) + \frac{(212 - 100)^2}{4 \cdot 300} = 1100 \text{ mm}.$$

Standartga binoan tasma uzunligini $L = 1120 \text{ mm}$ etib 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, $w = 0,5\pi(d_1 + d_2) = 0,5 \cdot 3,14(100 + 212) = 489,8 \text{ mm};$

$$y = (d_2 - d_1)^2 = (212 - 100)^2 = 12544;$$

$$a_t = 0,25[(1120 - 489,8) + \sqrt{(1120 - 489,8)^2 - 2 \cdot 12544}] = 310 \text{ mm}.$$

Uzatmani yig'ish vaqtida, tasmalarni shkivlarga kiydirishni yengillashtirish maqsadida o'qlararo masofa $0,01L = 0,01 \cdot 1120 = 11,2 \text{ mm}$ ga kamayishi hamda tasma tarangligini ta'minlash uchun $0,025L = 0,025 \cdot 1120 = 28 \text{ mm}$ ga oshirish imkoniyatini ta'minlash kerak.

Yetaklovchi 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 qatori 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 koeffitsiyent (7.3-jadval);

$C_L = 0,91$ tasma uzunligi ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsiyent (7.4-jadval);

$C_\alpha = 0,94$ shktivni qamrov burchagi koeffitsiyenti (141-betga qarang);

$C_z = 0,9$ tasmalar sonini hisobga oluvchi koeffitsiyent (143-betga qarang).

Tasmalar sonini $z=7$ qabul qilamiz.

Ponasimon tasma tarmoqlarining dastlabki taranglik kuchi F_o -ni aniqlaymiz:

$$F_o = \frac{850P_1C_rC_L}{zvC_\alpha} + \theta v^2,$$

bu yerda, $v = 0,5\omega_1d_1 = 0,5 \cdot 306,6 \cdot 0,1 = 15,3 \text{ m/s}$ tasmaning hisobiy tezligi; θ -markazdan qochirma kuch ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsiyent,

"A"-kesimli ponasimon tasma uchun $\theta = 0,1$ (144- 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

$$F_v = 2F_o z \sin \frac{\alpha_1}{2} = 2 \cdot 88 \cdot 7 \cdot \sin \frac{159}{2} = 1211H.$$

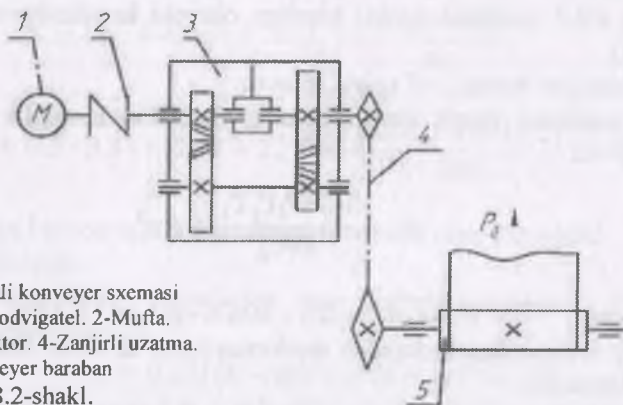
Shktivlar eni B_{sh} (7.5-jadval).

$$B_{sh} = (z - 1)e + 2f = (7 - 1)15 + 2 \cdot 10 = 110 \text{ mm}.$$

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: 8.2-shaklda keltirilgan lentali konveyer validagi quvvat $P_b=3$ kVt, aylanishlar chastotasi $n_b=40$ min⁻¹, baraban diametri $D_b=275$ mm. Lentali konveyer yuritmasi loyihalansin.



Masalaning yechilishi:

Kinematik hisob. Yuritmaning umumiy foydali ish koeffitsiyentini aniqlaymiz. Yuritmaning umumiy FIK yuritmadagi har bir uzatma va podshipniklar FIKlarning ko'paytmasiga teng bo'lib, ularning son qiymatlari 3.1-jadvaldan olinadi

$$\eta_{um} = \eta_1^2 \eta_2^4 \eta_3 = 0,97^2 \cdot 0,99^4 \cdot 0,95 = 0,86.$$

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.

Elektrovigatel talab qilgan quvvatni topamiz:

$$P_t = \frac{P_b}{\eta_{um}} = \frac{3}{0,86} = 3,49 \text{ kVt.}$$

8.1-jadvaldan elektrovigatel tanlaymiz, tanlangan asinxron 4A seriyali elektrovigatelning quvvati $P_{el} = 4$ kVt, sinxron aylanish chastotasi $n_c=1500$ min⁻¹, sirpanishi $S = 4,7$ %, markasi 100S2 elektrovigatel valining diametri $d_{el}=28$ mm.

Elektrovigatelning nominal aylanish chastotasini hisoblaymiz:

$$n_n = n_c \left(1 - \frac{S}{100}\right) = 1500 \cdot \left(1 - \frac{4,7}{100}\right) = 1429,5 \text{ min}^{-1}.$$

Yuritmaning umumiy uzatish sonini topamiz:

$$u_{um} = \frac{n_n}{n_b} = \frac{1429,5}{40} = 35,7375.$$

Tezyurar va sekinyurar pog'onalar uchun ГОСТ 2185-66 dan (34-betga qarang) uzatish sonlarini tanlaymiz, $u_1 = 3,15$, $u_2 = 3,55$.

Zanjirli uzatmaning uzatishlar sonini hisoblaymiz:

reduktorning umumiy uzatish soni,

$$u_r = u_1 u_2 = 3,15 \cdot 3,55 = 11,1825;$$

$$u_z = \frac{u_{um}}{u_r} = \frac{35,7375}{11,1825} = 3,2.$$

$n_n = n_1 = 1429,5 \text{ min}^{-1}$ ekanligini hisobga olgan holda, har bir valdagi aylanishlar chastotasini topamiz:

ikkinchi valning aylanish chastotasi

$$n_2 = \frac{n_1}{u_1} = \frac{1429,5}{3,15} = 453,8 \text{ min}^{-1};$$

uchinchi valning aylanish chastotasi

$$n_3 = \frac{n_2}{u_2} = \frac{453,8}{3,55} = 127,8 \text{ min}^{-1};$$

to'rtinchi valning aylanish chastotasi

$$n_4 = \frac{n_3}{u_z} = \frac{127,8}{3,2} = 40 \text{ min}^{-1}.$$

$n_4 = n_b = 40 \text{ min}^{-1}$ 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

$$P_2 = P_1 \eta_1 \eta_2 = 3,49 \cdot 0,97 \cdot 0,99 = 3,35 \text{ kVt};$$

xuddi shu tarzda uchinchi valdagi quvvat P_3 ni topamiz:

$$P_3 = P_2 \eta_1 \eta_2 = 3,35 \cdot 0,97 \cdot 0,99 = 3,22 \text{ kVt};$$

to'rtinchi valdagi quvvat P_4 ni topamiz:

$$P_4 = P_3 \eta_2^2 \eta_3 = 3,22 \cdot 0,99^2 \cdot 0,95 = 3 \text{ kVt}.$$

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 holda foydalanib, har bir valdagi burovchi momentlarni hisoblaymiz:

birinchi valdagi burovchi moment

$$T_1 = 9550 \frac{P_1}{n_1} = 9550 \cdot \frac{3,49}{1429,5} = 23,3 \text{ Nm};$$

ikkinchi valdagi burovchi moment

$$T_2 = 9550 \frac{P_2}{n_2} = 9550 \cdot \frac{3,35}{453,8} = 70,5 \text{ Nm};$$

uchinchi valdagi burovchi moment

$$T_3 = 9550 \frac{P_3}{n_3} = 9550 \cdot \frac{3,22}{127,8} = 241 \text{ Nm};$$

to'rtinchi valdagi burovchi moment

$$T_4 = 9550 \frac{P_4}{n_4} = 9550 \cdot \frac{3}{40} = 716,3 \text{ Nm}.$$

Olib borilgan hisoblarimiz to'g'riligini tekshiramiz:

$$T_4 = T_1 u_{um} \eta_{um} = 23,3 \cdot 35,7375 \cdot 0,86 = 716,1 \text{ Nm}.$$

Olingan natija hisoblarimiz to'g'ri bajarilganidan dalolat beradi.

Sekinyurar 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 formulasi:

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

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

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

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

Shesternya tishlari uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanish:

$$[\sigma_{H_3}] = \frac{(2HB_3 + 70)K_{HL}}{[S_H]} = \frac{(2 \cdot 180 + 70) \cdot 1}{1,2} = 358 \text{ MPa.}$$

G'ildirak tishlari uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanish:

$$[\sigma_{H_4}] = \frac{(2HB_4 + 70)K_{HL}}{[S_H]} = \frac{(2 \cdot 160 + 70) \cdot 1}{1,2} = 325 \text{ Mpa.}$$

Qiya tishli uzatma uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanish:

$$[\sigma_H] = 0,45([\sigma_{H_3}] + [\sigma_{H_4}]) = 0,45 \cdot (358 + 325) = 307,4 \text{ MPa.}$$

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

Uzatmaning loyiha hisobi

$K_{H\beta}$ –gardish eni bo'ylab yuklanishning notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffitsiyent uning son qiymati 3.5-jadvaldan qabul qilinadi. Shaklda keltirilgan sxemaga asosan, g'ildiraklar tayanchlarga nisbatan nosimmetrik joylashgan va uzatmadagi kuchlar ta'sirida yetaklanuvchi valda qo'shimcha egilishlar hosil bo'lib, tishlar kontaktini yomonlashtiradi. Shuning uchun $K_{H\beta} = 1,25$ qabul qilamiz.

Tish enining o'qlararo masofa koeffitsiyenti 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 bo'yicha (45-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:

$$a_{w_s} = K_a(u_2 + 1) \sqrt[3]{\frac{T_3 K_{H\beta}}{[\sigma_H]^2 u_2^2 \psi_{ba}}}$$

Bu yerda, K_a – yordamchi koeffitsiyent 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.

$$a_{w_s} = 43(3,55 + 1) \sqrt{\frac{241 \cdot 10^3 \cdot 1,25}{[307,4]^2 \cdot 3,55^2 \cdot 0,25}} = 196,4 \text{ mm.}$$

Hisoblab topilgan o‘qlararo masofaning son qiymati Γ OCT 2185-66 bo‘yicha (37-betga qarang) standart qatorda berilgan son qiymatilar bilan solishtirib, eng yaqin kelganini tanlab olinadi.

Tanlangan qiymat iloji boricha 1-qatordan olinishi tavsiya etiladi. $a_{w_s} = 200$ mm qabul qilamiz.

Ilashmadagi normal modulni hisoblaymiz:

$$m_n = (0,01 \div 0,02)a_{w_s} = (0,01 \div 0,02) 200 = 2 \div 4 \text{ mm}$$

Γ OCT 9563-60* bo‘yicha standart qatoridan (37-betga qarang) $m_n = 4$ mm tanlab olamiz.

Shesternya tishlari sonini hisoblaymiz, oldindan $\beta = 10^\circ$ qabul qilamiz:

$$z_3 = \frac{2a_{w_s} \cos \beta}{(u_2 + 1)m_n} = \frac{2 \cdot 200 \cdot 0,9848}{(3,55 + 1) \cdot 4} = 21,6$$

$z_3 = 21$ qabul qilamiz.

G‘ildirak tishlari sonini hisoblaymiz:

$$z_4 = z_3 u_2 = 21 \cdot 3,55 = 74,55 \quad z_4 = 74 \text{ qabul qilamiz.}$$

Qiyalik burchagining aniqlangan qiymati

$$\cos \beta = \frac{(z_3 + z_4)m_n}{2a_{w_s}} = \frac{(21 + 74) \cdot 4}{2 \cdot 200} = 0,95.$$

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 aylana diametrlari:

$$d_3 = \frac{m_n}{\cos \beta} z_3 = \frac{4}{0,95} \cdot 21 = 88,4 \text{ mm;}$$

$$d_4 = \frac{m_n}{\cos \beta} z_4 = \frac{4}{0,95} \cdot 74 = 311,6 \text{ mm.}$$

Tekshirish:

$$a_{w_s} = \frac{d_3 + d_4}{2} = \frac{88,4 + 311,6}{2} = 200 \text{ mm.}$$

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.

G'ildirak eni $b_4 = \psi_{va} a_{w_s} = 200 \cdot 0,25 = 50 \text{ mm}$.

Shesternya eni $b_3 = b_4 + (5 \div 10) = 50 + 6 = 56 \text{ mm}$.

Uzatmaning tekshiruv hisobi.

G'ildirakning aylana tezligi va uzatmaning aniqlik darajasi

$$v = \frac{\omega_3 d_3}{2} = \frac{\pi d_3 n_2}{60 \cdot 10^3} = \frac{3,14 \cdot 88,4 \cdot 453,8}{60000} = 2 \text{ m/s}.$$

bu yerda: d_3 -shesternyaning bo'luvchi aylanasi diametri va n_2 -shu shesternya joylashgan valining aylanish chastotasi.

Aylana tezlik $v = 2 \text{ m/s}$ bo'lganda GOCT 1643-81da berilgan tavsiya asosida (63-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 koeffitsiyenti

$$\psi_{bd} = \frac{b_3}{d_3} = \frac{56}{88,4} = 0,63.$$

Yuklanish koeffitsiyenti

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

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 koeffitsiyent 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 koeffitsiyenti $K_H \approx 1,07 \cdot 1,09 \cdot 1 = 1,2$.

Tish yuzalarini kontakt kuchlanishga tekshiramiz:

$$\sigma_H = \frac{270}{a_{w_s}} \sqrt{\frac{T_3 K_H (u_2 + 1)^3}{b_4 u_2^2}} = \frac{270}{200} \sqrt{\frac{241 \cdot 1,2 \cdot 10^3 (3,55 + 1)^3}{50 \cdot 3,55^2}} = 281 \text{ MPa}.$$

$\sigma_H < [\sigma_H]$ shart qanoatlantiriladi. Aks holda, o'qituvchining tavsiyasiga ko'ra hisoblarga o'zgartirish kiritib $\sigma_H < [\sigma_H]$ sharti qanoatlantirilishiga erishiladi.

Ilashmada qatnashuvchi kuchlar:
aylana kuch

$$F_{t_s} = \frac{2T_2}{d_3} = \frac{2 \cdot 70,5 \cdot 10^3}{88,4} = 1595 \text{ N}$$

bu yerda, $T_2 = 70,5 \text{ Nm}$ – shesternya valining burovchi momenti;
 $d_3 = 88,4 \text{ mm}$ – shesternyaning bo'luvchi aylana diametri.

Radial kuch

$$F_{r_s} = F_{t_s} \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \beta} = 1595 \frac{0,3640}{0,95} = 611 \text{ N.}$$

O'q bo'ylab yo'nalgan kuch

$$F_{a_s} = F_{t_s} \operatorname{tg} \beta = 1653 \cdot \operatorname{tg} 18^\circ 12' = 1595 \cdot 0,3288 = 524 \text{ N.}$$

Ilashma tishlarini eguvchi kuchlanishga tekshirish uchun, eguvchi kuchlanish bo'yicha yuklanish koeffitsiyentini 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 koeffitsiyenti $K_F = 1,13 \cdot 1,1 = 1,24$.

Tish shakli koeffitsiyenti Y_F qiymatini (47-betda berilgan) standart qatordan ekvivalent tishlar soni bo'yicha aniqlaymiz:

shesternya uchun

$$z_{v_3} = \frac{z_3}{\cos^3 \beta} = \frac{21}{0,8573} = 24, \quad Y_{F_3} = 3,88;$$

g'ildirak uchun

$$z_{v_4} = \frac{z_4}{\cos^3 \beta} = \frac{74}{0,8573} = 86, \quad Y_{F_4} = 3,61.$$

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 normallangan turi va $HB \leq 350$ bo'lganida

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

$[S_F]$ -xavfsizlik koeffitsiyenti 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'zgaruvchan ekanligini hisobga oladi. $[S_F]''$ - tishli g'ildirak zagotovkasini olinish usulini hisobga oluvchi koeffitsiyent, bolg'alangan va shtamplangan zagotovkalar uchun $[S_F]'' = 1,0$, prokat uchun $[S_F]'' = 1,15$ quyma zagotovka 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:

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

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

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

$$\text{shesternya uchun } \frac{[\sigma_{F_3}]}{Y_{F_3}} = \frac{185}{3,88} = 47,7 \text{ MPa};$$

$$\text{g'ildirak uchun } \frac{[\sigma_{F_4}]}{Y_{F_4}} = \frac{164,6}{3,61} = 45,6 \text{ MPa}.$$

Hisoblangan nisbatga ko'ra olingan natija g'ildirakda kichik bo'lib chiqdi, shuning uchun g'ildirak tishlarini eguvchi kuchlanishga tekshiramiz.

Y_β -koeffitsiyentini hisoblaymiz, bu koeffitsiyent 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 koeffitsiyent bo'lib, u quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

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

Bu yerda, yon qoplash koeffitsiyenti- $\varepsilon_{\alpha}=1,5$, aniqlik darajasi- $n=8$ bo'lganda

$$K_{F\alpha} = 0,92.$$

G'ildirak tishlarini quyidagi formula yordamida eguvchi kuchlanishga tekshiramiz:

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

$$\sigma_F = \frac{1595 \cdot 1,24 \cdot 3,61 \cdot 0,87 \cdot 0,92}{50 \cdot 4} = 29 \text{ MPa}.$$

$\sigma_F < [\sigma_F]$ sharti bajarildi, agar shart bajarilmasa o'qituvchining tavsiasiga 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 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 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 koeffitsiyent 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 $a_{w_t} = a_{w_s} = 200 \text{ mm}$.

Illashmaning normal modulini quyidagi tavsiya asosida qabul qilamiz:

$$m_n = (0,01 \div 0,02)a_{w_t} = (0,01 \div 0,02) \cdot 200 = 2 \div 4 \text{ mm}.$$

Normal modulning son qiymatini, hisoblab topilgan oraliqda yuqorida keltirilgan ГОСТ 9563-60* (37-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:

$$z_1 = \frac{2a_{wt} \cos \beta}{(u_1 + 1)m_n} = \frac{2 \cdot 200 \cdot 0,9848}{(3,15 + 1) \cdot 3} = 31,6,$$

$z_1 = 31$ qabul qilamiz.

G'ildirak tishlari sonini hisoblaymiz:

$$z_2 = z_1 u_1 = 31 \cdot 3,15 = 97,65,$$

$z_2 = 98$ qabul qilamiz.

Tishlarni qiyalik burchagini aniqlashtiramiz:

$$\cos \beta = \frac{(z_1 + z_2)m_n}{2a_{wt}} = \frac{(31 + 98) \cdot 3}{2 \cdot 200} = 0,9675.$$

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:

$$d_1 = \frac{m_n}{\cos \beta} z_1 = \frac{3}{0,9675} \cdot 31 = 96 \text{ mm};$$

$$d_2 = \frac{m_n}{\cos \beta} z_2 = \frac{3}{0,9675} \cdot 98 = 304 \text{ mm}.$$

Olingan natijalar asosida o'qlararo masofani tekshiramiz:

$$a_{wt} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{96 + 304}{2} = 200 \text{ mm}.$$

Tish ustidan o'tuvchi aylanalar diametrlarini hisoblaymiz:

$$d_{a_1} = d_1 + 2m_n = 96 + 2 \cdot 3 = 102 \text{ mm};$$

$$d_{a_2} = d_2 + 2m_n = 304 + 2 \cdot 3 = 310 \text{ mm}.$$

Tish tubidan o'tuvchi aylanalar diametrlarini 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 $b_2 = \psi_{va} a_{wt} = 200 \cdot 0,25 = 50 \text{ mm}$.

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

$$v = \frac{\omega_1 d_1}{2} = \frac{\pi d_1 n_1}{60 \cdot 10^3} = \frac{3,14 \cdot 96 \cdot 1429,5}{60 \cdot 1000} = 7,18 \text{ m/s.}$$

Bu yerda: d_1 -shesternyaning bo'luvchi aylanasi diametri va n_1 -shu shesternya joylashgan valining aylanish chastotasi.

Aylana tezlik $v = 7,18 \text{ m/s}$ bo'lganda ГОСТ 1643-81 dagi tavsiyalar asosida uzatmaning aniqlik darajasini topamiz (63-betga qarang). Shunga ko'ra qiya tishli uzatma va $v = 7,18 \text{ m/s}$, bo'lganida 8-aniqlik darajasi olinadi.

Shesternya enining diametr koeffitsiyenti

$$\psi_{bd} = \frac{b_1}{d_1} = \frac{56}{96} = 0,58.$$

Yuklanish koeffitsiyenti

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

3.2-jadvaldan $\psi_{bd} = 0,58$, qattqlik $HB < 350$ va nosimmetrik holat uchun $K_{H\beta} = 1,05$ ekanligi aniqlanadi.

3.3-jadvaldan $v = 7,18 \text{ m/s}$ va 8-aniqlik darajasi uchun $K_{H\alpha} = 1,13$ ekanligi aniqlanadi.

3.4-jadvaldan qiya tishli g'ildirak uchun $v = 7,18 \text{ m/s}$, $HB \leq 350$ holatda, $K_{Hv} = 1,01$ ekanligi aniqlanadi.

Shunday qilib, yuklanish koeffitsiyenti

$$K_H = 1,05 \cdot 1,13 \cdot 1,01 = 1,2.$$

Tish yuzalarini kontakt kuchlanishga tekshiramiz:

$$\sigma_H = \frac{270}{a_{wt}} \sqrt{\frac{T_2 K_H (u_1 + 1)^3}{b_2 u_1^2}} = \frac{270}{200} \sqrt{\frac{70,5 \cdot 10^3 \cdot 1,2 (3,15 + 1)^3}{50 \cdot 3,15^2}} = 149,5 \text{ MPa.}$$

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 qatnashuvchi kuchlar:

aylana kuch

$$F_{t1} = \frac{2T_1}{d_1} = \frac{2 \cdot 23,3 \cdot 10^3}{96} = 485 \text{ N;}$$

bu yerda, $T_1 = 23,3 \text{ Nm}$ – shesternya valining burovchi momenti;

$d_1 = 96 \text{ mm}$ – shesternyaning bo'luvchi aylana diametri.

Radial kuch

$$F_{r_t} = F_{t_t} \frac{tg\alpha}{\cos\beta} = 485 \frac{0,3640}{0,9675} = 183 \text{ N.}$$

Val o'qi bo'ylab yo'nalgan kuch

$$F_{a_t} = F_{t_t} tg\beta = 485 \cdot 0,3057 = 148 \text{ N.}$$

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

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

3.6-jadvaldan $\psi_{bd} = 0,58$, qattqlik $HB \leq 350$ va nosimmertik holat uchun $K_{F\beta} = 1,11$ ekanligi aniqlanadi.

3.7-jadvaldan K_{Fv} -son qiymatining 8-aniqlik darajasi, $HB \leq 350$, $v = 7,18 \text{ m/s}$, qiya tish uchun, $K_{Fv} = 1,3$ ekanini aniqlanadi. Shunday qilib, eguvchi kuchlanish bo'yicha yuklanish koeffitsiyenti

$$K_F = 1,11 \cdot 1,3 = 1,4.$$

z_{v_1} -ekivalent tishlar sonini hisoblaymiz:
shesternya uchun

$$z_{v_1} = \frac{z_1}{\cos^3\beta} = \frac{31}{0,9056} = 34;$$

g'ildirak uchun

$$z_{v_2} = \frac{z_2}{\cos^3\beta} = \frac{98}{0,9056} = 108.$$

Hisoblangan ekivalent tishlar soni asosida standart qatordan Y_F -tish shakli koeffitsiyentini aniqlaymiz (47-betga qarang):

shesternya uchun $z_{v_1} = 34$, $Y_{F_1} = 3,76$;

g'ildirak uchun $z_{v_2} = 108$, $Y_{F_2} = 3,6$.

Eguvchi kuchlanishga ruxsat etilgan kuchlanishni 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:

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

$[S_F]$ -xavfsizlik koeffitsiyenti 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 xossalaring o'zgaruvchan ekanligini hisobga oladi. $[S_F]''$ -tishli g'ildirak zagotovkasini olinish usulini hisobga oluvchi koeffitsiyent, bolg'alangan va shtamplangan zagotovkalar uchun $[S_F]'' = 1$, prokat uchun $[S_F] = 1,15$

quyma zagotovka 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:

shesternya uchun $\sigma_{F_1} = \frac{324}{1,75} = 185$ MPa;

g'ildirak uchun $\sigma_{F_2} = \frac{288}{1,75} = 164,6$ MPa.

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

shesternya uchun $\frac{[\sigma_{F_1}]}{Y_{F_1}} = \frac{185}{3,76} = 49,2$ MPa;

g'ildirak uchun $\frac{[\sigma_{F_2}]}{Y_{F_2}} = \frac{164,6}{3,6} = 40,7$ MPa;

Hisoblangan nisbatga ko'ra olingan natija g'ildirakda kichik bo'lib chiqdi, shuning uchun g'ildirak tishlarini eguvchi kuchlanishga tekshiramiz.

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

$$Y_\beta = 1 - \frac{\beta}{140} = 1 - \frac{14,7}{140} = 0,90.$$

$K_{F\alpha}$ -ni hisoblaymiz. U tishlar orasida yuklanishning notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffitsiyent bo'lib, u quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

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

Bu yerda, yon qoplash koeffitsiyenti- $\varepsilon_\alpha=1,5$, aniqlik darajasi- $n=8$ bo'lganda $K_{F\alpha} = 0,92$.

G'ildirak tishlarini quyidagi formula yordamida eguvchi kuchlanishga tekshiramiz:

$$\sigma_F = \frac{F_{\text{tt}} K_F Y_F Y_B K_{F\alpha}}{b_2 m} \leq [\sigma_F];$$

$$\sigma_F = \frac{485 \cdot 1,4 \cdot 3,6 \cdot 0,90 \cdot 0,92}{50 \cdot 3} = 13,5 \text{ MPa.}$$

Mustahkamlik sharti $\sigma_F < [\sigma_F]$ bajarildi.

Zanjirli uzatma hisobi

Kinematik hisobdan yetakchi yulduzcha validagi burovchi moment $T_3 = 241 \text{ Nm}$, aylanish chastotasi $n_z = 127,8 \text{ min}^{-1}$, zanjirli uzatma uzatish soni $u_z = 3,2$, yuritмага zanjirli uzatma loyihalaymiz.

Bir qatorli rolikli zanjir tanlaymiz.

Tishlar soni: yetaklovchi yulduzchada

$$z_5 = 31 - 2u_z = 31 - 2 \cdot 3,2 = 24,6$$

$z_5 = 25$ qabul qilamiz.

yetaklanuvchi yulduzchada

$$z_6 = z_5 u_z = 25 \cdot 3,2 = 80$$

$z_6 = 80$ 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.

Haqiqiy uzatish soni:

$$u_z = \frac{z_6}{z_5} = \frac{80}{25} = 3,2. \text{ Og'ish } \frac{3,2 - 3,2}{3,2} \cdot 100\% = 0\% < 3\%.$$

Hisobiy yuklanish koeffitsiyenti

$$K_e = K_d K_a K_g K_{soz} K_{moy} K_{shar}$$

bu yerda, K_d —dinamik koeffitsiyent: 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 koeffitsiyent: $a=(30 \div 50)t$ bo‘lganda $K_a = 1$; $a=50t$ dan oshganida har bir $20t$ da $K_a = 0,1$ ga kamayadi; $a \leq 25t$ bo‘lganida $K_a = 1,25$ qabul qilinadi. K_g —uzatmaning qiyalik burchagini hisobga oluvchi koeffitsiyent: 60° gacha $K_g = 1$; 60° dan katta bo‘lganda $K_g = 1,25$; zanjirning tarangligi avtomatik rostlanganda qiyalik burchagidan qat’i nazar, $K_g = 1$ qabul qilinadi. K_{soz} — taranglanish uslubini hisobga oluvchi koeffitsiyent: avtomatik rostlanishda $K_{soz} = 1$; davriy rostlanishda $K_{soz} = 1,25$ olinadi. K_{moy} —zanjirning moylanish usulini hisobga oluvchi koeffitsiyent: 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 koeffitsiyent: 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 $[p]$ ning taxminiy qiymatini bilishimiz kerak. Jadvaldan (5.4-jadvaldan) yetaklovchi 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:

$$t \geq 2,8 \sqrt[3]{\frac{T_3 K_e}{z_5 [p] m}} = 2,8 \sqrt[3]{\frac{241 \cdot 1,625 \cdot 10^3}{25 \cdot 23 \cdot 1}} = 24,6 \text{ mm.}$$

Hisoblab topilgan qadam $t = 24,6 \text{ mm}$ asosida 5.1-jadvaldan zanjir tanlaymiz, $t = 25,4 \text{ mm}$, buzuvchi yuklama $Q = 60 \text{ kN}$, massa $q = 2,6 \text{ kg/m}$, $A_{op} = 179,7 \text{ mm}^2$.

Zanjirning tezligi:

$$v = \frac{z_5 t n_3}{60 \cdot 10^3} = \frac{25 \cdot 25,4 \cdot 127,8}{60 \cdot 10^3} = 1,35 \text{ m/s.}$$

Yetaklovchi yulduzchaga validagi burchakli tezlik:

$$\omega_3 = \frac{\pi n_3}{30} = \frac{3,14 \cdot 127,8}{30} = 13,4 \text{ r/s.}$$

Aylana kuch:

$$F_{tz} = \frac{T_3 \omega_3}{v} = \frac{241 \cdot 13,4}{1,35} = 2392 \text{ N.}$$

Sharnirdagi bosimni tekshiramiz:

$$P = \frac{F_{tz} K_e}{A_{op}} = \frac{2392 \cdot 1,625}{179,7} = 21,6 \text{ MPa.}$$

5.4-jadvalning 1-eslatmasiga binoan ruxsat etilgan bosimga tuzatish kiritamiz:

$$P = [P][1 + 0,01(z_5 - 17)] = 23 \cdot [1 + 0,01(25 - 17)] = 24,8 \text{ MPa}$$

$P < [P]$ sharti bajarildi.

Zanjir zvenolari sonini aniqlaymiz:

$$L_t = 2a_t + 0,5z_\Sigma + \frac{\Delta^2}{a_t};$$

bu yerda:

$$a_t = \frac{a_s}{t} = 50; \quad z_\Sigma = z_5 + z_6 = 25 + 80 = 105.$$

Tuzatma:

$$\Delta = \frac{z_6 - z_5}{2\pi} = \frac{80 - 25}{2 \cdot 3,14} = 8,76,$$

$$L_t = 2 \cdot 50 + 0,5 \cdot 105 + \frac{8,76^2}{50} = 154.$$

Juft songacha yaxlitlash zarur $L_t = 154$ qabul qilamiz.

Zanjirli uzatmaning o'qlararo masofasini aniqlaymiz:

$$a_z = 0,25t \left[L_t - 0,5z_\Sigma + \sqrt{(L_t - 0,5z_\Sigma)^2 - 8\Delta^2} \right],$$

$$a_z = 6,35 \left[101,5 + \sqrt{(101,5)^2 - 8 \cdot 8,76^2} \right] = 1269,6 \text{ mm.}$$

Zanjirning salqinligini ta'minlash uchun hisoblab topilgan o'qlararo masofa 0,4% ga, ya'ni $1269,6 \cdot 0,004 = 5$ mm ga kamaytiriladi:

$$a_z = 1269,6 - 5 = 1264,6 \text{ mm.}$$

Yetaklovchi yulduzchanning bo'luvchi aylanasi diametri

$$d_{d_5} = \frac{t}{\sin \frac{180}{z_5}} = \frac{25,4}{\sin \frac{180}{25}} = 202,6 \text{ mm.}$$

Yetaklanuvchi yulduzchanning bo'luvchi aylanasi diametri

$$d_{d_6} = \frac{t}{\sin \frac{180}{z_6}} = \frac{25,4}{\sin \frac{180}{80}} = 647 \text{ mm.}$$

Yulduzchalarning tashqi aylanasi diametrini aniqlaymiz:

$$D_e = t \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{z} + 0,7 \right) - 0,3d_1 = t \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{z} + 0,7 \right) - 4,8.$$

Bu yerda, $d_1 = 15,88$ mm-zanjir roligi diametri (5.1-jadvaldan)

$$D_{e_5} = 25,4 \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{25} + 0,7 \right) - 4,8 = 25,4(7,916 + 0,7) - 4,8 = 214 \text{ mm}$$

$$D_{e_6} = 25,4 \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{80} + 0,7 \right) - 4,8 = 25,4(2,445 + 0,7) - 4,8 = 659,4 \text{ mm}$$

Zanjirga ta'sir etuvchi kuchlar:

aylana kuch $F_{tz} = 2392$ N -yuqorida aniqlangan;

markazlan qochma kuch $F_v = qv^2 = 2,6 \cdot 1,35^2 = 4,7$ N;

bu yerda $q = 2,6$ kg/m (5.1-jadvaldan) $v = 1,35$ m/s-yuqorida aniqlangan.

Zanjirning salqiligidan hosil bo'luvchi kuch $F_f = 9,81 K_f q a_z$

Bu yerda K_f – zanjirning joylanishini hisobga oluvchi koeffitsiyent: zanjir gorizontol 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 yuklama

$$F_{val} = F_{t_z} + 2F_f = 2392 + 2 \cdot 48,4 = 2488,7 \text{ N.}$$

Zanjirning mustahkamlik zaxirasi koeffitsiyentini tekshiramiz:

$$S = \frac{Q}{F_{t_z} K_d + F_v + F_f} = \frac{60 \cdot 10^3}{2392 \cdot 1 + 4,7 + 48,4} = 24,5.$$

Olingan natijani jadvaldan (5.3-jadval) olingan me'yoriy zaxira koeffitsiyenti 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 koeffitsiyenti $[S] = 8,25$ dan katta qiymatga ega, shunga ko'ra $S > [S]$ sharti bajarildi.

Yetaklovchi yulduzcha o'lchamlari:

stupitsa diametri $d_{st} = 1,6d_{v_3} = 1,6 \cdot 40 = 64$; mm, bu yerda

$d_{v_3} = 40 \text{ mm}$ – yetaklovchi yulduzcha vali qulochining diametri;

stupitsa uzunligi $l_{st} = (1,2 \div 1,6)d_{v_3} = (1,2 \div 1,6)40 = 48 \div 64 \text{ mm}$;

$l_{st} = 55 \text{ mm}$ qabul qilamiz;

yulduzcha diskining qalinligi $C_y = 0,93 B_{BH} = 0,93 \cdot 15,88 = 14,8 \text{ mm}$;

$B_{BH} = 15,88 \text{ mm}$ - zanjir ichki zvenosi plastinkalari orasidagi masofa.

(5.1 jadvaldan)

Yetaklanuvchi yulduzcha o'lchamlari:

stupitsa diametri $d_{st} = 1,6d_{v_4} = 1,6 \cdot 60 = 96 \text{ mm}$; bu yerda

$d_{v_4} = 60 \text{ mm}$ – yetaklanuvchi 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 $C_y = 14,8 \text{ mm}$.

8.4-§. Ikki pog'onali konussimon-silindrik reduktor va yassi tasmali uzatmadan tashkil topgan yuritma hisobi

Masalaning qo'yilishi: 8.3-shaklda keltirilgan lentali konveyer barabani validagi quvvat $P_b = 2$ kVt, aylanishlar chastotasi $n_b = 80 \text{ min}^{-1}$ baraban diametri $D_b = 275$ mm. Lentali konveyer yuritmasi loyihalansin.

Masalaning yechilishi:

Kinematik hisob. Yuritmaning umumiy foydali ish koeffitsiyentini aniqlaymiz. Yuritmaning umumiy FIK yuritmadagi har bir uzatma va podshipniklar FIKlarning ko'paytmasiga teng bo'lib, uning son qiymatlari 3.1-jadvaldan olinadi.

$$\eta_{um} = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \eta_4^4 = 0,96 \cdot 0,97 \cdot 0,97 \cdot 0,99^4 = 0,87.$$

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 seriyali elektodvigatelning quvvati $P_{el} = 3$ kBt, sinxron aylanish chastotasi esa $n_c = 1500 \text{ min}^{-1}$, sirpanishi $S = 4,4\%$, markasi 100S4 elektrodvigatel valining diametri $d_{dv} = 28$ mm.

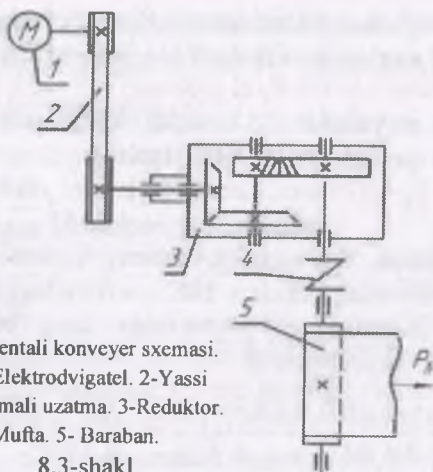
Elektrodvigatelning nominal aylanish chastotasini hisoblaymiz:

$$n_n = n_c \left(1 - \frac{S}{100}\right) = 1500 \cdot \left(1 - \frac{4,4}{100}\right) = 1434 \text{ min}^{-1}.$$

Yuritmaning umumiy uzatishlar sonini topamiz:

$$u_{um} = \frac{n_n}{n_b} = \frac{1434}{80} = 17,925.$$

Uzatish soni konussimon uzatmalar uchun 2÷4 oralig'ida olish tavsiya etilgan, shunga ko'ra ГОСТ 2185-66 dan (34-bet) tezyurar konussimon pog'ona uchun $u_k = 2,8$ va sekinyurar pog'onalar uchun $u_s = 3,15$ tanlaymiz.



Tasmali uzatma uzatishlar sonini hisoblaymiz:
 reduktorning uzatish soni $u_r = u_k u_s = 2,8 \cdot 3,15 = 8,82$;

$$u_t = \frac{u_{um}}{u_r} = \frac{17,925}{8,82} = 2,03.$$

$n_n = n_1 = 1434 \text{ min}^{-1}$ ekanligini hisobga olgan holda har bir valdagi aylanishlar chastotasini topamiz:

ikkinchi valning aylanish chastotasi

$$n_2 = \frac{n_1}{u_t} = \frac{1434}{2,03} = 706,4 \text{ min}^{-1};$$

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 xatolik yo'qligidan dalolat beradi.

$P_{el} = P_1 = 2,3 \text{ kVt}$ ekanligini hisobga olgan holda, har bir valdagi quvvatni topamiz:

ikkinchi valdagi quvvat

$$P_2 = P_1 \eta_1 \eta_4 = 2,3 \cdot 0,96 \cdot 0,99 = 2,19 \text{ kVt};$$

xuddi shu tarzda 3 – valdagi quvvat P_3 ni topamiz:

$$P_3 = P_2 \eta_2 \eta_4 = 2,19 \cdot 0,97 \cdot 0,99 = 2,1 \text{ kVt};$$

to'rtinchi valdagi quvvat P_4 ni topamiz:

$$P_4 = P_3 \eta_3 \eta_4^2 = 2,1 \cdot 0,97 \cdot 0,99^2 = 2 \text{ kVt}.$$

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 aylanish chastotalari va quvvat qiymatlaridan mos ravishda foydalanib, har bir valdagi burovchi momentlarni hisoblaymiz:

birinchi val, ya'ni elektrodvigatel validagi burovchi moment

$$T_1 = 9550 \frac{P_1}{n_1} = 9550 \cdot \frac{2,3}{1434} = 15,3 \text{ Nm};$$

ikkkinchi valdagi burovchi moment

$$T_2 = 9550 \frac{P_2}{n_2} = 9550 \cdot \frac{2,19}{706,4} = 30 \text{ Nm};$$

uchinchi valdagi burovchi moment

$$T_3 = 9550 \frac{P_3}{n_3} = 9550 \cdot \frac{2,1}{252,3} = 80 \text{ Nm};$$

to'rtinchi valdagi burovchi moment

$$T_4 = 9550 \frac{P_4}{n_4} = 9550 \cdot \frac{2}{80} = 239 \text{ Nm}.$$

Olib borilgan hisoblarimiz to'g'riligini tekshiramiz:

$$T_4 = T_1 u_{um} \eta_{um} = 15,3 \cdot 17,925 \cdot 0,87 = 239 \text{ Nm}.$$

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 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:

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

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 normallashgan uglerodli po'latlar uchun

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

K_{HL} – umirboqiylik koeffitsiyenti; yuklanish sikllarining soni, asosiydan katta bo'lganida, ya'ni reduktor uzoq muddat ishlatilishida $K_{HL} = 1$ deb qabul qilinadi; $[S_H]$ – xavfsizlik koeffitsiyenti issiqlik ishlovi yaxshilangan normallangan hamda hajmiy toblangan po'latlar uchun $[S_H] = 1,1 \div 1,2$, tish yuzalari mustahkamligi oshirilganda $[S_H] = 1,2 \div 1,3$ oralig'ida qabul qilinadi.

G'ildirak tishlari uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanish

$$[\sigma_{H_2}] = \frac{(2HB_2 + 70)K_{HL}}{[S_H]} = \frac{(2 \cdot 160 + 70) \cdot 1}{1,2} = 325 \text{ MPa.}$$

Konussimon g'ildirakning tashqi bo'luvchi diametri

$$d_{e_2} = K_d \sqrt[3]{\frac{T_3 K_{HB} u_k}{[\sigma_H]^2 (1 - 0,5\psi_{br_e})^2 \psi_{br_e}}};$$

bu yerda, $K_{HB} = 1,35$ -shesternya konsol o'rnatilishi hisobga oluvchi koeffitsiyent (3.5-jadvalga qarang). $\psi_{br_e} = 0,285$ - gardish kengligini tashqi konus masofa bo'yicha koeffitsiyenti (ГОСТ 12289-76); $K_d = 99$ -to'g'ri tishli konussimon uzatma uchun; u_k –konussimon pog'ona uzatishlar soni.

$$d_{e_2} = 99 \sqrt[3]{\frac{80 \cdot 10^3 \cdot 1,35 \cdot 2,8}{325^2 (1 - 0,5 \cdot 0,285)^2 \cdot 0,285}} = 237 \text{ mm.}$$

ГОСТ 12289-76 bo'yicha $d_{e_2} = 250 \text{ mm}$ qabul qilamiz (70-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 $z_2 = z_1 u_k = 25 \cdot 2,8 = 70$. 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 ГОСТ 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 aniqlash tiramiz:

$$d_{e_2} = m_e z_2 = 3,57 \cdot 70 = 250 \text{ mm.}$$

Standart qiymatdan og'ish qiymatini aniqlaymiz:

$$\frac{250 - 250}{250} \cdot 100 = 0\% < 2\%,$$

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

Konuslarning bo'luvchi burchaklari

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

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

Tashqi konus masofa R_e va tish uzunligi "b":

$$R_e = 0,5 m_e \sqrt{z_1^2 + z_2^2} = 0,5 \cdot 3,57 \sqrt{25^2 + 70^2} = 132,7 \text{ mm;}$$

$$b = \psi_{bR_e} R_e = 0,285 \cdot 132,7 = 37,8 \text{ mm,}$$

$b = 38 \text{ mm}$ qabul qilamiz.

Shesternyaning tashqi bo'luvchi diametri:

$$d_{e_1} = m_e z_1 = 3,57 \cdot 25 = 89,25 \text{ mm.}$$

Shesternyaning o'rtacha bo'luvchi diametri:

$$d_1 = 2(R_e - 0,5b) \sin \delta_1 = 2(132,7 - 0,5 \cdot 38) \sin 19^\circ 33' = 76 \text{ mm.}$$

Shesternya va g'ildirakning tashqi diametrlari:

$$d_{ae1} = d_{e_1} + 2m_e \cos \delta_1 = 89,25 + 2 \cdot 3,57 \cdot 0,94235 = 96 \text{ mm;}$$

$$d_{ae2} = d_{e_2} + 2m_e \cos \delta_2 = 250 + 2 \cdot 3,57 \cdot 0,33465 = 252,4 \text{ mm.}$$

Tishning o'rtacha aylana moduli:

$$m = \frac{d_1}{z_1} = \frac{76}{25} = 3,04 \text{ mm.}$$

O'rta diametr bo'yicha shesternya kengligi koeffitsiyenti:

$$\psi_{bd} = \frac{b}{d_1} = \frac{38}{76} = 0,5.$$

G'ildirakning o'rtacha aylana tezligi:

$$v = \frac{\omega_2 d_1}{2 \cdot 10^3} = \frac{74 \cdot 76}{2 \cdot 10^3} = 2,8 \text{ m/s}.$$

Konussimon tishli uzatma uchun, odatda, 7-aniqlik darajasi belgilanadi. Kontakt kuchlanishni tekshirish uchun yuklanish koeffitsiyentini aniqlaymiz.

3.2-jadvaldan $\psi_{bd} = 0,5$, $HB \leq 350$, 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 koeffitsiyent, $K_{Hv} = 1,05$ ga teng.

Shunday qilib, $K_H = K_{H\beta} K_{H\alpha} K_{Hv} = 1,19 \cdot 1,05 \cdot 1,05 = 1,3$

Kontakt kuchlanishga tekshirish

$$\sigma_H = \frac{335}{R_e - 0,5b} \sqrt{\frac{T_3 K_H \sqrt{(u_k^2 + 1)^3}}{b u_k^2}} < [\sigma_H],$$

$$\sigma_H = \frac{335}{132,7 - 0,5 \cdot 38} \sqrt{\frac{80 \cdot 10^3 \cdot 1,3 \sqrt{(2,8^2 + 1)^3}}{38 \cdot 2,8^2}} = 289 \text{ MPa},$$

$\sigma_H < [\sigma_H] = 325 \text{ MPa}$ shart bajarildi.

Ilashmadagi kuchlarni aniqlaymiz: aylana kuch

$$F_{t_k} = \frac{2T_2}{d_1} = \frac{2 \cdot 30 \cdot 10^3}{76} = 790 \text{ H};$$

bu yerda, $T_2 = 30 \text{ Nm}$ yetaklovchi shesternya validagi burovchi moment. Shesternyadagi radial kuch, g'ildirakdagi o'q bo'ylab yo'nalgan kuchga teng,

$F_{r1} = F_{a2} = F_{t_k} \operatorname{tg} \alpha \cos \delta_1 = 790 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ \cdot \cos 19^\circ 33' = 271 \text{ H}$;
shesternyadagi o'q bo'ylab yo'nalgan kuch g'ildirakdagi radial kuchga teng,

$$F_{a1} = F_{r2} = F_{t_k} \operatorname{tg} \alpha \sin \delta_1 = 790 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ \cdot \sin 19^\circ 33' = 96 \text{ H}.$$

Tishlarni eguvchi kuchlanishga chidamliligini tekshirish:

$$\sigma_F = \frac{F_{tk} K_F Y_F}{\vartheta_F b m} \leq [\sigma_F].$$

3.6-jadvaldan $\psi_{bd} = 0,5$, $HB \leq 350$ bo'lganda, $K_{F\beta} = 1,5$.

3.7-jadvaldan 7 aniqlik darajasi, $v = 2,8 \text{ m/s}$ va $HB \leq 350$ bo'lganda, to'g'ri tish uchun $K_{Fv} = 1,15$.

Yuklanish koeffitsiyenti $K_F = K_{F\beta} K_{Fv} = 1,5 \cdot 1,15 = 1,725$;

Tish shakli koeffitsiyenti Y_F ni ekvivalent tishlar soni bo'yicha aniqlaymiz (47-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, $Y_{F1} = 3,86$, $Y_{F2} = 3,6$.

$\vartheta_F = 0,85$ -tajribada aniqlangan koeffitsiyenti bo'lib, u konussimon tishli uzatmaning silindrsimon tishli uzatmaga nisbatan yuk ko'tarish layoqati pastligini hisobga oldi.

Tishlarni eguvchi kuchlanish bo'yicha mustahkamlikka 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

$$\sigma_{Flimb}^o = 1,8HB \text{ ga teng.}$$

Mustahkamlik zaxirasi koeffitsiyenti $[S_F] = [S_F]' \cdot [S_F]''$ 2.3 jadvaldan $[S_F]' = 1,75$ pokovka va shtampovka zagotovkalari uchun $[S_F]'' = 1,0$, shunday qilib, $[S_F] = 1,75 \cdot 1 = 1,75$.

Ruxsat etilgan kuchlanishlar:

shesternya uchun

$$[\sigma_{F1}] = \frac{1,8HB_1}{[S_F]} = \frac{1,8 \cdot 180}{1,75} = 185 \text{ MPa};$$

g'ildirak uchun

$$[\sigma_{F2}] = \frac{1,8HB_2}{[S_F]} = \frac{1,8 \cdot 160}{1,75} = 165 \text{ MPa.}$$

$\frac{[\sigma_F]}{Y_F}$ nisbatni aniqlaymiz:

shesternya uchun

$$\frac{\sigma_{F_1}}{Y_{F_1}} = \frac{185}{3,86} = 48 \text{ MPa};$$

g'ildirak uchun

$$\frac{\sigma_{F_2}}{Y_{F_2}} = \frac{165}{3,6} = 46 \text{ MPa}.$$

Tekshiruv hisobi g'ildirak tishlari uchun olib boriladi, chunki aniqlangan nisbat qiymati g'ildirak uchun kichik qiymatga ega.

Tekshiruv

$$\sigma_F = \frac{790 \cdot 1,725 \cdot 3,6}{0,85 \cdot 38 \cdot 3,04} = 50 \text{ MPa}.$$

$\sigma_F < [\sigma_F] = 165 \text{ MPa}$ – mustahkamlik sharti bajarildi.

Sekinyurar silindrik 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:

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

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

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

K_{HL} – umrboqiylik koeffitsiyenti; yuklanishning sikllar soni, asosiydan katta, ya'ni reduktorning uzoq muddat ishlatilishida $K_{HL} = 1$ deb qabul qilinadi; $[S_H]$ – xavfsizlik koeffitsiyenti, issiqlik ishlovi yaxshilangan normallangan hamda hajmiy toblangan po'latlar uchun $[S_H] = 1,1 \div 1,2$, tish yuzalari mustahkamlanganda $[S_H] = 1,2 \div 1,3$ oralig'ida qabul qilinadi.

Shesternya tishlari uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanish

$$[\sigma_{H_3}] = \frac{(2HB_3 + 70)K_{HL}}{[S_H]} = \frac{(2 \cdot 180 + 70) \cdot 1}{1,2} = 358 \text{ MPa.}$$

G'ildirak tishlari uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanish

$$[\sigma_{H_4}] = \frac{(2HB_4 + 70)K_{HL}}{[S_H]} = \frac{(2 \cdot 160 + 70) \cdot 1}{1,2} = 325 \text{ MPa.}$$

Qiya tishli uzatma uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanish

$$[\sigma_H] = 0,45([\sigma_{H_3}] + [\sigma_{H_4}]) = 0,45 \cdot (358 + 325) = 307,4 \text{ MPa.}$$

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

Uzatmaning loyiha hisobi

$K_{H\beta}$ –gardish eni bo'ylab yuklanishning notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffitsiyent uning son qiymati 3.5-jadvaldan qabul qilinadi. Shaklda keltirilgan sxemaga asosan, g'ildiraklar tayanchlarga nisbatan nosimmetrik joylashgan va uzatmadagi kuchlar ta'sirida yetaklanuvchi valda qo'shimcha egilishlar hosil bo'lib, tishlar kontaktini yomonlashtiradi. Shuning uchun $K_{H\beta} = 1,25$ qabul qilamiz.

Tish enining o'qlararo masofa koeffitsiyenti 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 $\Gamma OCT 2185-66$ (45-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:

$$a_{w_s} = K_a(u_s + 1) \sqrt[3]{\frac{T_4 K_{H\beta}}{[\sigma_H]^2 u_s^2 \psi_{ba}}}$$

bu yerda, K_a – yordamchi koeffitsiyent 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

$$a_{w_s} = 43(3,15 + 1) \sqrt[3]{\frac{239 \cdot 10^3 \cdot 1,25}{[307,4]^2 \cdot 3,15^2 \cdot 0,25}} = 193,5 \text{ mm}$$

Hisoblab topilgan o'qlararo masofaning son qiymati $\Gamma OCT 2185-66$ bo'yicha (37-betga qarang) standart qatorda berilgan son qiymatilar bilan solishtirib eng yaqin kelganini tanlab olinadi.

Tanlangan qiymat iloji boricha 1-qatordan olinishi tavsiya etiladi.

$a_{w_s} = 200 \text{ mm}$ qabul qilamiz.

Ilashmadagi normal modulni hisoblaymiz:

$$m_n = (0,01 \div 0,02)a_{w_s} = (0,01 \div 0,02) 200 = 2 \div 4 \text{ mm};$$

ГОСТ 9563-60* standart qatoridan $m_n = 4 \text{ mm}$ tanlab olamiz (37-betga qarang).

Shesternya tishlari sonini hisoblaymiz:

$$z_3 = \frac{2a_{w_s} \cos \beta}{(u_s + 1)m_n} = \frac{2 \cdot 200 \cdot 0,9848}{(3,15 + 1) \cdot 4} = 23,7;$$

$z_3 = 23$ qabul qilamiz.

G'ildirak tishlari sonini hisoblaymiz:

$$z_4 = z_3 u_s = 23 \cdot 3,15 = 72,45 \quad z_4 = 72 \text{ qabul qilamiz.}$$

Qiyalik burchagining aniqlangan qiymati:

$$\cos \beta = \frac{(z_3 + z_4)m_n}{2a_{w_s}} = \frac{(23 + 72) \cdot 4}{2 \cdot 200} = 0,95.$$

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:

$$d_3 = \frac{m_n}{\cos \beta} z_1 = \frac{4}{0,95} \cdot 23 = 96,8 \text{ mm};$$

$$d_4 = \frac{m_n}{\cos \beta} z_2 = \frac{4}{0,95} \cdot 72 = 303,2 \text{ mm.}$$

Tekshirish:

$$a_{w_s} = \frac{d_3 + d_4}{2} = \frac{96,8 + 303,2}{2} = 200 \text{ mm.}$$

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 $b_4 = \psi_{va} a_{w_s} = 200 \cdot 0,25 = 50 \text{ mm.}$

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

$$\nu = \frac{\omega_3 d_3}{2} = \frac{\pi d_3 n_3}{60 \cdot 10^3} = \frac{3,14 \cdot 96,8 \cdot 252,3}{60000} = 1,3 \text{ m/s.}$$

Bu yerda, d_3 -shesternyaning bo'luvchi aylanasi diametri va n_3 -shu shesternya joylashadigan valning aylanish chastotasi.

Aylana tezlik $\nu = 1,3 \text{ m/s}$ bo'lganda GOCT 1643-81dagi tavsiyalarga asosan 8 - aniqlik darajasi olinadi (63-betga qarang).

Shesternya enining diametr koeffitsiyenti

$$\psi_{bd} = \frac{b_3}{d_3} = \frac{56}{96,8} = 0,6.$$

Yuklanish koeffitsiyenti

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

3.2-jadvaldan $\psi_{bd} = 0,6$, qattqlik $HB < 350$ va nosimmetrik holat uchun $K_{H\beta} = 1,06$ ekanligi aniqlandi.

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

3.4-jadvaldan dinamik koeffitsiyent $K_{H\nu}$ qiymatini qiya tishli g'ildirak uchun $\nu = 1,3 \text{ m/s}$, $HB \leq 350$ holatda $K_{H\nu} = 1$ ekanligi aniqlandi.

Shunday qilib, yuklanish koeffitsiyenti $K_H = 1,06 \cdot 1,09 \cdot 1 = 1,2$
Tish yuzalarini kontakt kuchlanishga tekshiramiz:

$$\sigma_H = \frac{270}{\alpha_{wt}} \sqrt{\frac{T_4 K_H (u_s + 1)^3}{b_4 u_s^2}} = \frac{270}{200} \sqrt{\frac{239 \cdot 1,2 \cdot 10^3 (3,15 + 1)^3}{50 \cdot 3,15^2}} = 274,4 \text{ MPa.}$$

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

Ilashmada qatnashuvchi kuchlar: aylana kuch

$$F_{t_s} = \frac{2T_3}{d_3} = \frac{2 \cdot 80 \cdot 10^3}{96,8} = 1653 \text{ N}$$

bu yerda, $T_3 = 80 \text{ Nm}$ – shesternya valining burovchi momenti;

$d_3 = 96,8 \text{ mm}$ – shesternyaning bo'luvchi aylana diametri.

Radial kuch

$$F_{r_s} = F_{t_s} \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \beta} = 1653 \frac{0,3640}{0,95} = 633 \text{ N;}$$

o'q bo'ylab yo'nalgan kuch

$$F_{\alpha_s} = F_{t_s} \operatorname{tg} \beta = 1653 \cdot \operatorname{tg} 18^\circ 12' = 1653 \cdot 0,3288 = 544 \text{ N.}$$

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

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

3.6-jadvaldan $\psi_{bd} = 0,6$, qattqlik $HB \leq 350$ va nosimmertik holat uchun $K_{F\beta} = 1,12$ 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 koeffitsiyenti

$$K_F = 1,12 \cdot 1,1 = 1,46$$

Tish shakli koeffitsiyentining Y_F qiymatini (47-betga qarang) aniqlaymiz, buning uchun ekvivalent tishlar sonini hisoblaymiz:

shesternya uchun

$$z_{v_3} = \frac{z_3}{\cos^3 \beta} = \frac{23}{0,8573} = 27, \quad Y_{F_3} = 3,86;$$

g'ildirak uchun

$$z_{v_4} = \frac{z_4}{\cos^3 \beta} = \frac{72}{0,8573} = 84, \quad Y_{F_4} = 3,61.$$

Eguvchi kuchlanishga ruxsat etilgan kuchlanishni aniqlaymiz:

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

2.3-jadvaldan σ_{Flimb}^0 -bazaviy sikllar soni bo'yicha egilishga chidamlilik chegarasi po'latining yaxshilangan, normallangan turi va $HB \leq 350$ bo'lganida

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

$[S_F]$ -xavfsizlik koeffitsiyenti 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'zgaruvchan ekanligini hisobga oladi. $[S_F]''$ - tishli g'ildirak zagotovkasining olinish usulini hisobga oluvchi koeffitsiyent, bolg'alangan va shtamplangan zagotovka uchun $[S_F]'' = 1$, prokat uchun $[S_F]'' = 1,15$ quyma zagotovka 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:

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

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

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

shesternya uchun $\frac{[\sigma_{F_3}]}{Y_{F_3}} = \frac{185}{3,86} = 48 \text{ MPa;}$

g'ildirak uchun $\frac{[\sigma_{F_4}]}{Y_{F_4}} = \frac{164,6}{3,61} = 45,6 \text{ MPa.}$

Hisoblangan nisbatga ko'ra olingan natija g'ildirakda kichik bo'lib chiqdi, shuning uchun g'ildirak tishlarini eguvchi kuchlanishga tekshiramiz.

Y_β -koeffitsiyentini hisoblaymiz, bu koeffitsiyent to'g'ri tishni hisoblash sxemasining qiya tishni hisoblashga kiritilishi natijasida hosil bo'ladigan xatolikni yo'qotish uchun kiritilgan bo'lib, quyidagicha aniqlanadi:

$$Y_\beta = 1 - \frac{\beta}{140} = 1 - \frac{18,2}{140} = 0,87.$$

$K_{F\alpha}$ ni hisoblaymiz. U tishlar orasida yuklanishning notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffitsiyent bo'lib, quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

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

bu yerda, yon qoplash koeffitsiyenti- $\varepsilon_\alpha=1,5$, aniqlik darajasi- $n=8$ bo'lganda

$$K_{F\alpha} = 0,92 \text{ ga teng.}$$

G'ildirak tishlarini quyidagi formula yordamida eguvchi kuchlanishga tekshiramiz:

$$\sigma_F = \frac{F_{t_3} K_F Y_F Y_\beta K_{F\alpha}}{b_4 m} \leq [\sigma_F];$$

$$\sigma_F = \frac{1653 \cdot 1,46 \cdot 3,61 \cdot 0,87 \cdot 0,92}{50 \cdot 4} = 35 \text{ MPa.}$$

$\sigma_F < [\sigma_F]$ sharti bajarildi, agar shart bajarilmasa, o'qituvchi tavsiyasiga binoan hisobga o'zgartirishlar kiritiladi.

Yassi tasmali uzatma hisobi

Kinematik hisobdan, uzatilayotgan quvvat $P = 2,3$ kVt, aylanish chastotasi, $n_1 = 1434 \text{ min}^{-1}$, uzatish soni $u_t = i_t = 2,03$ bo'lganda yuritma uchun, yassi tasmali uzatmaning loyiha hisobini bajaramiz.

Yetaklovchi 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 (139-betga qarang).

Yetaklanuvchi 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 (139-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

$$\frac{\Delta i}{i'_t} = \frac{2,03 - 1,99}{1,99} \cdot 100 = 2\% < 3\%.$$

Olingan natija shartni qanoatlantirdi.

O'qlararo masofa a_t

$$a_t = 2(d_1 + d_2) = 2(160 + 315) = 950 \text{ mm}.$$

Yetaklovchi 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

$$L = 2a_t + 0,5\pi(d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a_t},$$

$$L = 2 \cdot 950 + 0,5 \cdot 3,14 \cdot (160 + 315) + \frac{(315 - 160)^2}{4 \cdot 950} = 2652 \text{ mm}.$$

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 БКНЛ тасмасини танlaymiz, тасманing qistirmalari soni $z = 3$, $\delta_0 = 1,2$ mm, $P_0 = 3$ 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 ko'effitsiyenti

$$C_\alpha = 1 - 0,003(1 - \alpha_1) = 1 - 0,003(180 - 170) = 0,97.$$

Tasma tezligi ta'sirini hisobga oluvchi ko'effitsiyent

$$C_v = 1,04 - 0,0004v^2 = 1,04 - 0,0004 \cdot 12^2 = 0,98.$$

Ishlash rejimi ko'effitsiyenti C_r , 7.3-jadvaldan lentali konveyerlar uchun $C_r = 1$.

Uzatma markaziy chiziqlarining qiyalik burchagini hisobga oluvchi ko'effitsiyent- C_θ . 60° gacha bo'lgan burchaklar uchun $C_\theta = 1$.

Qistirmaning 1 mm kengligiga to'g'ri keladigan ruxsat etilgan 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

$$b \geq \frac{F_t}{z[p]} = \frac{192}{3 \cdot 2,85} = 22,5 \text{ mm.}$$

7.6-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 kuchlanish, uning optimal qiymati $\sigma_0 = 1,8$ MPa.

Tasma tarmoqlarining tarangligi: yetakchi tarmoq

$$F_1 = F_0 + 0,5F_t = 162 + 0,5 \cdot 192 = 258 \text{ N.}$$

Yetaklanuvchi tarmoq

$$F_2 = F_0 - 0,5F_t = 162 - 0,5 \cdot 192 = 66 \text{ N.}$$

F_1 kuchi ta'siridagi kuchlanish

$$\sigma_1 = \frac{F_1}{b\delta} = \frac{258}{25 \cdot 3,6} = 2,9 \text{ MPa.}$$

Egillishdagi kuchlanishi

$$\sigma_e = E_e \frac{\delta}{d_1} = 100 \frac{3,6}{160} = 2,25 \text{ MPa.}$$

Bu yerda charm va rezinalangan tasmalar uchun $E_e = 100 \div 200$ MPa, ip-gazlama 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 $\sigma_{max} \leq \sigma_{-1} = 7 \text{ MPa}$ bajarildi.

Bu yerla $\sigma_{-1} = 7 \text{ MPa}$ rezina matoli va charm tasmalar uchun chidamlilik chegarasi.

Tasmani umrboqiylikka tekshirish:
aylanishlar soni

$$\lambda = \frac{v}{L} = \frac{12}{2,652} = 4,52 \text{ s}^{-1};$$

$$C_i = 1,5^3 \sqrt{i} - 0,5 = 1,5^3 \sqrt{2,03} - 0,5 = 1,4;$$

o'zgarmas yuklanishda $C_y = 1$

Tasmaning umrboqiyiligi

$$H_0 = \frac{\sigma_{-1}^6 10^7 C_i C_y}{\sigma_{max}^6 \cdot 2 \cdot 3600 \lambda} = \frac{7^6 \cdot 10^7 \cdot 1,4 \cdot 1}{5,3^6 \cdot 2 \cdot 3600 \cdot 4,52} = 2283 \text{ s.}$$

Uzatma vallariga ta'sir etuvchi kuch.

$$F_v = 3F_0 \sin \frac{\alpha_1}{2} = 3 \cdot 162 \cdot \sin \frac{170}{2} = 484 \text{ H.}$$

8.5-§. Chervyakli reduktor va zanjirli uzatmadan tashkil topgan yuritma hisobi

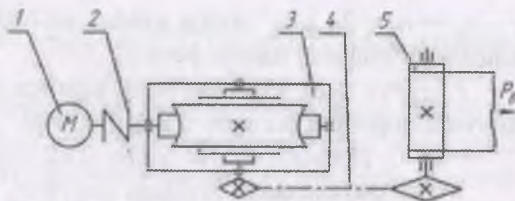
Masalaning qo'yilishi: 8.4-shaklda keltirilgan lentali konveyer barabani validagi quvvat $P_b = 4 \text{ kVt}$, aylanishlar chastotasi $n_b = 20 \text{ min}^{-1}$, baraban diametri $D_b = 260 \text{ mm}$. Lentali konveyer yuritmasi loyihalansin.

Masalaning yechilishi:

Kinematik hisob. Yuritmaning umumiy foydali ish koeffitsiyentini aniqlaymiz. Yuritmaning umumiy FIK yuritmadagi har bir uzatma va podshipniklar FIKlarni ng ko'paytmasiga teng bo'lib, ularning qiymatlari 3.1-jadvaldan olinadi.

$$\eta_{um} = \eta_1 \eta_2 \eta_3^3 = 0,82 \cdot 0,95 \cdot 0,99^3 = 0,76.$$

- Lentali konveyer sxemasi.
 1-Elektrodvigatel. 2-Mufta.
 3-Chervyakli reduktor.
 4-Zanjirli uzatma. 5- Baraban.
 8.4-shakl.



Bu yerda: $\eta_1 = 0,82$ – chervyakli uzatmaning FIK;
 $\eta_2 = 0,95$ – zanjirli uzatmaning FIK;
 $\eta_3 = 0,99$ – bir juft dumalash podshipniklarining FIK.

Elektrodvigatel talab qilgan quvvatni topamiz:

$$P_t = \frac{P_b}{\eta_{um}} = \frac{4}{0,76} = 5,26 \text{ kVt.}$$

Elektrodvigatel tanlaymiz (8.1-jadval), tanlangan asinxron 4A seriyali 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:

$$n_n = n_c \left(1 - \frac{S}{100}\right) = 1000 \cdot \left(1 - \frac{3,3}{100}\right) = 967 \text{ min}^{-1}.$$

Yuritmaning umumiy uzatish sonini topamiz :

$$u_{um} = \frac{n_n}{n_b} = \frac{967}{20} = 48,35.$$

Chervyakli reduktor uchun ГОСТ 2144-76 dan (91-betga qarang) uzatish sonlarini tanlaymiz $u_r = 16$.

Zanjirli uzatma uzatishlar sonini 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.

$P_{el} = P_1 = 5,26 \text{ kVt}$ ekanligini hisobga olgan holda, har bir valdagi quvvatni topamiz: ikkinchi valdagi quvvat

$$P_2 = P_1 \eta_1 \eta_3 = 5,26 \cdot 0,82 \cdot 0,99 = 4,27 \text{ kVt.}$$

Xuddi shu tarzda 3 – valdagi quvvat P_3 ni topamiz

$$P_3 = P_2 \eta_2 \eta_3^2 = 4,27 \cdot 0,95 \cdot 0,99^2 = 4 \text{ kVt.}$$

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 ya'ni elektrodvigatel validagi burovchi moment

$$T_1 = 9550 \frac{P_1}{n_1} = 9550 \cdot \frac{5,26}{967} = 52 \text{ Nm.}$$

Ikkinchi valdagi burovchi moment

$$T_2 = 9550 \frac{P_2}{n_2} = 9550 \cdot \frac{4,27}{60,4} = 675 \text{ Nm.}$$

Uchinchi valdagi burovchi moment

$$T_3 = 9550 \frac{P_3}{n_3} = 9550 \cdot \frac{4}{20} = 1910 \text{ Nm.}$$

Olib borilgan hisoblarimiz to'g'riligini tekshiramiz:

$$T_3 = T_1 u_{um} \eta_{um} = 52 \cdot 48,35 \cdot 0,76 = 1911 \text{ Nm.}$$

Olingan natija hisoblarimiz to'g'ri bajarilganidan dalolat beradi.

Chervyakli uzatma hisobi

Chervyak o'ramlari sonini uzatish soniga mos ravishda tanlaymiz, taklifga asosan (91-betga qarang) $u = 16$ bo'lganida $z_1 = 2$ olinadi.

Chervyak g'ildiragi tishlari soni $z_2 = z_1 u_r = 2 \cdot 16 = 32$ olingan natija standart qiymatga to'g'ri keladi.

Chervyak uchun $C_T 45$ po'lati olamiz, issiqlik ishlovi toblash, qattiqligi HRC 45 dan kam emas, jilvirlash nazarda tutilgan. Chervyak

g'ildiragi gardishi uchun esa bronza БрА9Ж3Л (qum qolipga quyilgan) tanlaymiz.

Oldindan ilashishidagi sirpanish tezligini $v_s \approx 5$ m/s qabul qilamiz va mos ravishda ruxsat etilgan kontakt kuchlanish qiymatini aniqlaymiz $[\sigma_H] = 155 \text{ MPa}$ (4.5-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 $N_\Sigma > 25 \cdot 10^7$ bo'lganda $K_{HL} = 0,543$ ga teng. $[\sigma_{oF}]' = 98 \text{ MPa}$ (4.6-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 koeffitsiyent "q" qiymatini keyinchalik standartlashtirish sharti bilan oldindan $q=8$ qabul qilamiz (4.1-jadvalga qarang).

Oldindan yuklanish koeffitsiyenti qiymatini $K=1,2$ qabul qilamiz.

Kontakt kuchlanish uchun mustahkamlik shartidan foydalanib, o'qlararo masofani aniqlaymiz:

$$a_w = \left(\frac{z_2}{q} + 1\right)^3 \sqrt{\left(\frac{170}{\frac{z_2}{q} [\sigma_H]}\right)^2} T_2 K.$$

$$a_w = \left(\frac{32}{8} + 1\right)^3 \sqrt{\left(\frac{170}{\frac{32}{8} [155]}\right)^2} 675 \cdot 10^3 \cdot 1,2 = 196,7 \text{ mm.}$$

Modul qiymatini hisoblaymiz:

$$m = \frac{2a_w}{z_2 + q} = \frac{2 \cdot 196,7}{32 + 8} = 9,84 \text{ mm.}$$

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

$$d_1 = qm = 8 \cdot 10 = 80 \text{ mm};$$

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) $z_1=2$, $q=8 \text{ mm}$ bo'lganda $\gamma = 14^\circ 02'$ bo'ladi.

Chervyak g'ildiragining asosiy o'lchamlarini aniqlash:

chervyak g'ildiragining bo'luvchi aylanasidagi diametri

$$d_2 = z_2m = 32 \cdot 10 = 320 \text{ mm};$$

chervyak g'ildiragining tashqi diametri

$$d_{a2} = d_2 + 2m = 320 + 2 \cdot 10 = 340 \text{ mm};$$

chervyak g'ildiragining 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 4.5-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 koeffitsiyenti (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 foydali ish koeffitsiyentini 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 $v_s = 3 \div 7,5$ m/s gacha bo'lganda, 7-aniqlik darajasiga, dinamik koeffitsiyent $K_v = 1,1$ ga to'g'ri keladi.

Yuklanishning notekis tarqalishini hisobga oluvchi koeffitsiyentni 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 —cheryyak deformatsiyasini hisobga oluvchi koeffitsiyent bo'lib, uning son qiymati 4.8-jadvaldan olinadi, $q=8$ va $z_1 = 2$ bo'lganda $\theta = 57$; qo'shimcha koeffitsiyent $x=0,6$ qabul qilamiz.

Yuklanish koeffitsiyenti

$$K = K_\beta K_v = 1,07 \cdot 1,1 = 1,18.$$

Kontakt kuchlanish bo'yicha mustahkamlikka tekshiramiz:

$$\sigma_H = \frac{170}{\frac{z_2}{q}} \sqrt{\frac{T_2 K \left(\frac{z_2}{q} + 1\right)^3}{a_w^3}} = \frac{170}{\frac{32}{8}} \sqrt{\frac{675 \cdot 10^3 \cdot 1,18 \left(\frac{32}{8} + 1\right)^3}{200^3}} = 150 \text{ MPa};$$

$$150 \text{ MPa} < [\sigma_H] = 160 \text{ MPa}.$$

Hisobiy kuchlanish ruxsat etilganidan 6,25% ga kichik natija shartni qanoatlantiradi, bu farq 15% gacha ruxsat etiladi.

Ekvivalent tishlar sonini aniqlash:

$$z_v = \frac{z_2}{\cos^3 \gamma} = \frac{32}{(\cos 14^\circ 02')^3} = \frac{32}{0,9704^3} = 35.$$

4.7-jadvaldan tish shaklini koeffitsiyenti Y_F qiymatini olamiz.

$$Y_F = 2,32.$$

Egilishdagi kuchlanish

$$\sigma_F = \frac{1,2 T_2 K Y_F}{z_2 b_2 m^2} = \frac{1,2 \cdot 675 \cdot 10^3 \cdot 1,18 \cdot 2,32}{32 \cdot 75 \cdot 10^2} = 9,24 \text{ MPa},$$

yuqorida hisoblangan qiymatga nisbatan ancha kichik, ya'ni

$$\sigma_F = 9,24 < [\sigma_{oF}] = 53,2 \text{ MPa shart bajarildi.}$$

Zanjirli uzatma hisobi

Kinematik hisobdan yetakchi yulduzcha validagi burovchi moment $T_2 = 675 \text{ Nm}$, 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: yetaklovchi yulduzchada

$$z_3 = 31 - 2u_z = 31 - 2 \cdot 3,02 = 24,76$$

$z_3 = 25$ qabul qilamiz.

yetaklanuvchi yulduzchada $z_4 = z_3 u_z = 25 \cdot 3,02 = 75,5$

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. $z_4 = 76$ qabul qilamiz.

Haqiqiy uzatish soni

$$u_z = \frac{z_4}{z_3} = \frac{76}{25} = 3,04 \quad \text{Og'ish} \frac{3,04 - 3,02}{3,04} \cdot 100\% = 0,6\% < 3\%.$$

Hisobiy yuklanish koeffitsiyenti

$$K_e = K_d K_a K_g K_{soz} K_{moy} K_{shar}$$

bu yerda, K_d —dinamik koeffitsiyent: 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 koeffitsiyent: $a=(30 \div 50)t$ bo'lganda $K_a=1$; $a=50t$ dan oshganida har bir $20t$ da $K_a=0,1$ ga kamayadi; $a < 25t$ bo'lganida $K_a=1,25$ qabul qilinadi. K_g —uzatmaning qiyalik burchagini hisobga oluvchi koeffitsiyent: 60^0 gacha $K_g=1$; 60^0 dan katta bo'lganda $K_g=1,25$; zanjirning tarangligi avtomatik rostlanganda qiyalik burchagidan qat'i nazar $K_g=1$ bo'ladi. K_{soz} —taranglanish uslubini hisobga oluvchi koeffitsiyent: avtomatik sozlanishda $K_{soz}=1$; davriy sozlanishda $K_{soz}=1,25$; K_{moy} —zanjirning moylanish uslubini hisobga oluvchi koeffitsiyent: karterli moylanishda $K_{moy}=0,8$; uzluksiz moylanish qo'llanganda $K_{moy}=1$; davriy moylanishda $K_{moy}=1,3 \div 1,5$. K_{shar} —uzatmaning ishlash davomiyligini hisobga oluvchi koeffitsiyent: 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 $[p]$ ning taxminiy qiymatini bilishimiz kerak. Jadvaldan (5.4-jadval) yetaklovchi 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'lganida, o'rtacha ruxsat etilgan kuchlanish $[p] = 29 \text{ MPa}$ olinadi. Ikki qatorli zanjir $m = 2$

$$t \geq 2,8 \sqrt[3]{\frac{T_2 K_e}{z_3 [p] m}} = 2,8 \sqrt[3]{\frac{675 \cdot 1,875 \cdot 10^3}{25 \cdot 29 \cdot 2}} = 27 \text{ mm}.$$

Hisoblab topilgan qadam $t=27 \text{ mm}$ asosida jadvaldan (5.2-jadval) zanjir tanlaymiz. $t= 31,75 \text{ mm}$, buzuvchi yuklama $Q= 177 \text{ kN}$ massa, $q= 7,3 \text{ kg/m}$, $A_{on}= 524 \text{ mm}^2$.

Zanjirning tezligi

$$v = \frac{z_3 t n_2}{60 \cdot 10^3} = \frac{25 \cdot 31,75 \cdot 60,4}{60 \cdot 10^3} = 0,8 \text{ m/s}.$$

Yetaklovchi yulduzchaga validagi burchakli tezlik

$$\omega_2 = \frac{\pi n_2}{30} = \frac{3,14 \cdot 60,4}{30} = 6,32 \text{ r/s}.$$

Aylana kuch

$$F_{tz} = \frac{T_2 \omega_2}{v} = \frac{675 \cdot 6,32}{0,8} = 5333 \text{ N}.$$

Sharnirdagi bosimni tekashiramiz:

$$p = \frac{F_{tz} K_e}{A_{on}} = \frac{5333 \cdot 1,875}{524} = 19,1 \text{ MPa}.$$

5.4-jadvalning 1-eslatmasiga binoan ruxsat etilgan bosimga tuzatish kiritamiz:

$$P = [P][1 + 0,01(z_5 - 17)] = 29 \cdot [1 + 0,01(25 - 17)] = 31,32 \text{ MPa}$$

$$P < [P] \text{ sharti bajarildi.}$$

Zanjir zvenolari sonini aniqlaymiz:

$$L_t = 2a_t + 0,5z_\Sigma + \frac{\Delta^2}{a_t};$$

bu yerda, $a_t = \frac{a_\Sigma}{t} = 50$; $z_\Sigma = z_3 + z_4 = 25 + 76 = 101$.

Tuzatma

$$\Delta = \frac{z_3 - z_4}{2\pi} = \frac{76 - 25}{2 \cdot 3,14} = 8,12$$

$$L_t = 2 \cdot 50 + 0,5 \cdot 101 + \frac{8,12^2}{50} = 151,8$$

Juft songacha yaxlitlaymiz $L_t = 152$.

Zanjirli uzatmaning o'qlararo masofasini aniqlaymiz:

$$a_z = 0,25t \left[L_t - 0,5z_{\Sigma} + \sqrt{(L_t - 0,5z_{\Sigma})^2 - 8\Delta^2} \right],$$

$$a_z = 7,94 \left[101,5 + \sqrt{(101,5)^2 - 8 \cdot 8,12^2} \right] = 1591 \text{ mm.}$$

Zanjirning salqinligini ta'minlash uchun hisoblab topilgan o'qlararo masofa 0.4% ga ya'ni $1591 \cdot 0,004 = 6,4$ mm ga kamaytiriladi.

$$a_z = 1591 - 6,4 = 1584,6 \text{ mm}$$

Yetaklovchi yulduzchanning bo'luvchi aylanasi diametri

$$d_{d_3} = \frac{t}{\sin \frac{180}{z_3}} = \frac{31,75}{\sin \frac{180}{25}} = 253,3 \text{ mm.}$$

Yetaklanuvchi yulduzchanning bo'luvchi aylanasi diametri

$$d_{d_4} = \frac{t}{\sin \frac{180}{z_4}} = \frac{31,75}{\sin \frac{180}{76}} = 768,3 \text{ mm.}$$

Yulduzchalarning tashqi aylanasini diametrlarini aniqlaymiz:

$$D_e = t \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{z} + 0,7 \right) - 0,3d_1 = t \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{z} + 0,7 \right) - 5,7.$$

Bu yerda, $d_1 = 19,05$ mm-zanjir roligi diametri (5.2-jadvaldan)

$$D_{e_3} = 31,75 \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{25} + 0,7 \right) - 5,7 = 31,75(7,916 + 0,7) - 5,7 = 273,6 \text{ mm}$$

$$D_{e_4} = 31,75 \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{76} + 0,7 \right) - 5,7 = 31,75(24,20 + 0,7) - 5,7 = 790,6 \text{ mm}$$

Zanjirga ta'sir etuvchi kuchlar:

aylana kuch $F_{tz} = 5333$ N-yuqorida aniqlangan;

markazdan qochma kuch

$$F_v = qv^2 = 7,3 \cdot 0,8^2 = 4,7 \text{ m/s;}$$

bu yerda $q = 7,3$ kg/m (5.2-jadvaldan) $v = 0,8$ m/s-yuqorida aniqlangan.

Zanjirning salqiligidan hosil bo'luvchi kuch $F_f = 9,81K_fqa_z$;

bu yerda K_f - zanjirning joylanishini hisobga oluvchi koeffitsiyent:

zanjir gorizontal joylashganda - $K_f = 6$; 45^0 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

$$F_{val} = F_{tz} + 2F_f = 5333 + 2 \cdot 170,2 = 5673,4 \text{ N.}$$

Zanjirning mustahkamlik zaxirasi koeffitsiyentini tekshiramiz:

$$S = \frac{Q}{F_{tz}K_d + F_v + F_f} = \frac{177 \cdot 10^3}{5333 \cdot 1 + 4,7 + 170,2} = 32$$

Olingan natijani jadvalda (5.3-jadval) ko'rsatilgan me'yoriy zaxira koeffitsiyenti 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 $S = 32$, me'yoriy zaxira koeffitsiyenti $[S] = 7,8$ dan katta qiymatga ega, shunga ko'ra, $S > [S]$ sharti bajarildi.

Yetaklovchi yulduzcha o'lchamlari:

$$\text{stupitsa diametri } d_{st} = 1,6d_{v_2} = 1,6 \cdot 52 = 83,2 \text{ mm};$$

bu yerda $d_{v_2} = 52 \text{ mm}$ – yetaklovchi yulduzcha vali qulochining diametri;

$$\text{stupitsa uzunligi } l_{st} = (1,2 \div 1,6)d_{v_3} = (1,2 \div 1,6)52 = 62,4 \div 83,2 \text{ mm};$$

$l_{st} = 70 \text{ mm}$ qabul qilamiz;

$$\text{yulduzcha diskining qalinligi. } C_y = 0,93 B_{BH} = 0,93 \cdot 19,05 = 17,7 \text{ mm};$$

$B_{BH} = 19,05 \text{ mm}$ – zanjir ichki zvenosi plastinkalari orasidagi masofa (5.2 jadvaldan).

Yetaklanuvchi yulduzcha o'lchamlari:

$$\text{stupitsa diametri } d_{st} = 1,6d_{v_3} = 1,6 \cdot 75 = 120 \text{ mm};$$

bu yerda, $d_{v_3} = 75 \text{ mm}$ – yetaklanuvchi yulduzcha vali qulochining diametri;

$$\text{stupitsa uzunligi } l_{st} = (1,2 \div 1,6)d_{v_4} = (1,2 \div 1,6)75 = 90 \div 120 \text{ mm}$$

$l_{st} = 100 \text{ mm}$ qabul qilamiz; $C_y = 17,7 \text{ mm}$.

Tayanch so'zlar va iboralar

Detal – mashinaning yig'ish jarayonisiz bir xil materialdan tayyorlangan qismi¹.

Uzel – tugallangan yig'ma birligi bo'lib, umumiy funksional vazifali detallardan tuziladi.

Umumiy vazifali detallar – hamma mashinalarda qo'llaniladigan detallar.

Maxsus vazifali detallar – ba'zi sanoat tarmoqlarida qo'llanadigan detallar (masalan, porshen, shatun, shpindel).

Ishonchlilik – mahsulotning vaqt davomida ishchanlik layoqatini saqlab qolish xususiyati.

Yeyilish – detallarning ishqalanish jarayonida asta – sekin o'lchamlarining o'zgarishi.

Korroziya – metallar sirtqi qatlamlarining zanglash ta'sirida asta – sekin yemirilish jarayoni.

Loyihalovchi hisob – detal (mashina) konstruksiyasini yaratish jarayonida uning o'lchamlari va materialini aniqlash maqsadida bajariladigan dastlabki soddalashtirilgan hisob. Hisobning birinchi dastlabki bosqichi.

Tekshiruvchi hisob – ma'lum konstruksiyasining musthkamligini tekshirish yoki yuklanish me'yori aniqlash maqsadida bajariladigan aniqlashtirilgan hisob. Hisoblashning ikkinchi bosqichi.

Samaradorlik – detal (mashina) konstruksiyasining materiali tannarxi, uni tayyorlash va ishlatishga ketgan xarajat.

Mustahkamlik – detallarning ishonchlilik layoqatining asosiy mezonlaridan biri, detal (uzel, mashina)ning buzilmasdan ishlash layoqati.

Bikirlilik – detalning yuklanish ta'siri ostida deformatsiyaga qarshilik ko'rsatish layoqati.

Mexanik uzatma – dvigatel parametrini mashina ijro etuvchi a'zolariga uzatishda o'zgartirib beradigan mexanizm.

Ilashish asosidagi uzatmalar – Harakatni uzatish tarzi detallardagi maxsus chiqiqlarning ilashishiga asoslanadi. Bularga misollar: tishli, chervyakli, zanjirli, vintli uzatmalar.

¹ Talabalarga qulaylik yaratish maqsadida mavzular ketma-ketligi tartibida yozilgan.

Ishqalanish asosidagi uzatmalar – Uzatmalar harakatining uzatish tarzi ishqalanish kuchi hosil bo'lishiga asoslangan. Bu uzatmalarga friksion, tasmali uzatmalar misol bo'ladi.

Reduktor – uzatish nisbati 1 dan katta bo'lgan tishli yoki chervyakli uzatmalardan tuzilgan yopiq uzatmalardan iborat aylanishlar takroriyligini pasaytiruvchi qurilma.

Multiplikator – uzaish nisbati 1 dan kichik bo'lgan tishli tasmali yoki zanjirli uzatmalardan iborat aylanishlar takroriyligini ko'taruvchi qurilma.

Tishli uzatma – tishli g'ildiraklar juftini ilashishiga asoslangan uzatma.

Shesternya – tishli g'ildiraklar juftidan kichigi.

Tishli g'ildirak – tishli g'ildirak juftidan kattasi.

O'qlararo masofa – tishli, chervyakli, tasmali, zanjirli (va sh. k) uzatmalarda g'ildirak (yulduzcha, chervyak va chervyakli g'ildiragi) markaziy o'qlari orasidagi masofa.

Yetaklovchi val – harakatni boshlovchi val. Reduktorlarda yetaklovchi val tezroq aylanadi.

Yetaklanuvchi val – harakatga yetaklovchi val ta'sirida keladi. Reduktorlarda yetaklanuvchi val sekinroq aylanadi.

Oraliq val – yetaklovchi va yetaklanuvchi vallar orasidagi val.

Tezyurar val – reduktorlar (uzatmalar)dagi tez aylanuvchi val. Odatda reduktorlar yetaklovchi val tezyurar val bo'ladi.

Sekinyurar val – reduktorlar (uzatmalar)dagi sekinyurar val. Odatda reduktorlar yetaklanuvchi val sekinyurar bo'ladi.

Tishli g'ildirak asosiy diametri – yoyilmasi tish evolventasi bo'lgan aylana diametri.

Tishli g'ildirak boshlang'ich diametri – tishli g'ildiraklar juftining aylanishi jarayonidagi ilashadigan aylana diametri.

Ilashish maydoni – taraflari ilashishning faol chizig'i va tish eni bilan chegaralangan maydon.

Bir juftli ilashma – ilashmaning katta qismida bir juft tishlar tutashadigan ilashma.

Ko'p juftli ilashma – ilashmaning katta qismida ikki va undan ortiq tishlar tutashadigan ilashma.

Tishning sinishi. Tishli g'ildirak tishining shikastlanish turi. Tishning sinishi tishga ta'sir etuvchi eguvchi kuchlanishlar ta'sirida o'ta yuklanishdan yuzaga keladi.

Tish sirtining shikastlanishi. Tish sirtining shikastlanishi tish sirtidagi kontakt kuchlanish ta'siri bilan bog'liq bo'ladi. Tish sirtining shikastlanish turlari toliqishdan uvalanish, abraziv yeyilish, yulinish, plastiK siljish, yuqori qattiq qatlamni ko'chib tushishi.

Detalning toliqishi—bu siklik kuchlanish natijasida detallarning mustahkamlik chegarasiga yetguniga qadar yemirilishi.

Tishning toliqishdan uvalanishi. Tishli g'ildirak tishi sirtining yaxshi moylanish sharoitida shikastlanish turi. Bunda tishda kichik darzlar hosil bo'ladi keyinchalik ular o'yiqlarga, aylanadi.

Tishning abraziv yeyilishi. Tishli g'ildirak tish sirtini yomon moylash sharoitida shikastlanish turi. Abraziv yeyilgan tishning ko'ndalang kesimi yuzasi kamayishi hisobiga mustahkamligi kamayadi. Yeyilish oqibati tishning sinishiga olib kelishi mumkin.

Tishning yulinishi. Tishli g'ildirak tish sirtining yulinishi yuqori yuklanish tezlikda ishlaydigan uzatmalarda yuz beradi. Bunda tish sirtlaridagi metall qismlari go'yoki payvandlanib qoladi so'ngra mustahkamligi zaifroq qatlam yulinish chiqadi.

Tishning plastik siljishi. Og'ir yuklangan, sekinyurar, yumshoq po'latdan tayyorlangan tishli g'ildiraklar tishida ro'y beradigan shikastlanish. Bunday g'ildiraklar tishlarida plastik siljish ta'sirida do'nglik, u bilan ilashmadi g'ildirak tishida esa unga mos ariqcha hosil bo'ladi.

Tishning qatlami ko'chishi. Termik ishlov bilan sirti mustahkamlangan (azotlantirish, sementatsiyalash, yuqori chastotali tokda toblash va h.k.) tishlarning shikastlanish turi. Bu shikastlanish sifatsiz termik ishlov berilgan g'ildiraklarda sodir bo'ladi.

Yuritma (uzatma)ning foydali ish ko'effitsiyenti. Uzatma yetaklanuvchi validagi quvvatning umumiy sarf bo'lgan quvvatga nisbati. η bilan belgilanadi. Odatda $\eta < 1$.

Uzatmaning uzatish nisbati i . Uzatmaning quvvat oqimi yo'nalishida yetaklovchi val aylanishlar takroriyiligining yetaklanuvchi val aylanishlar takroriyiligiga nisbati. Reduktorlarda $i > 1$.

Uzatish soni. Tishli uzatma ilashmasidagi katta g'ildirak tishlari sonini kichik g'ildirak (shestern) tishlari soniga nisbati.

Silindrsimon tishli uzatmalar. Silindrsimon to'g'ri, qiya yoki shevron tishli g'ildiraklardan tuzilgan tishli uzatma. Ularning vallarini o'qlari parallel bo'ladi.

Tishli g'ildirak bo'luvchi diametri. Tish kesishuvchi asbob dumalaydigan aylana diametri.

Tishning yon qoplanish koeffitsiyenti ε_α . Ilashmaning faol ilashish chizig'ining tishli gardish ishchi eniga nisbati. Silindrsimon g'ildirakli to'g'ri tishli uzatmada ilashma uzluksiz bo'lishining sharti $\varepsilon_\alpha > 1$.

Tishning ishdagi ravonlik me'yori. Tishli g'ildirakning bir aylanishdagi yoki uzatish nisbatining ko'p bor takrorlanadigan siklik xatoliklari chegaralanishi.

Tishlar kontakti me'yori. Ilashmadagi kontakt dog'i o'lchamlariga ta'sir

Tishli g'ildirakning kinematik aniqligi me'yori – tishli g'ildirak bir aylanishdagi uzatish sonining yoki g'ildirak buralish burchagining to'liq xatoligi.

Kontakt kuchlanish – ikki jismning tutashuv maydoni o'lchamlari jism o'lchamlaridan ancha kichik bo'lganda hosil bo'ladigan kuchlanish.

Tishli uzatmalardagi hisobiy yuklanish – tish tutashuv chizig'i bo'ylab taqsimlangan solishtirma yuklanishning maksimal qiymati.

Ilashmadagi aylana kuch – ilashmaning boshlang'ich diametriga urinma yo'nalishida ta'sir etuvchi kuch.

Tishli ilashmadagi normal kuch – ilashmanigi ilashish chizig'i bo'ylab, tishlarning ishchi yuzalariga tik yo'nalishda ta'sir etuvchi kuch qiladigan tishlarni tayyorlash va uzatmani yig'ishdagi xatoliklarning chegaralanishi.

Kontakt dog'i – tishli uzatma tishlarini tutashish me'yorini aniqlash maqsadida tishli g'ildirak tishlari orasiga bo'yoq surilganda tishlar qolgan iz «kontakt do'g'i» deyiladi. «Kontakt do'g'i» tishli g'ildiraklar tishlarini tutashish me'yorini belgilaydi.

Tishli g'ildiraklar aniqligi. ГОСТ 1643-81 bilan 12 aniqlik darajalari belgilangan. Aniqlik darajasi uchta ko'rsatkich – kinematik aniqlik, tishning ishdagi ravonligi va tishlar kontakt me'yorlari bo'yicha aniqlanadi.

Ilashmadagi yonbosh tirqish. Tishli ilashmadagi tishlar orasidagi yonbosh tirqish. Tirqish tishlarining tiqilib qolmasligi uchun qoldiriladi.

Tirqish o'Ichami tishli g'ildiraklarning tutashuv turi bilan chegaralanadi standartda olti xil tutashuv ko'zda tutilgan: H, E, C, D, B, A.

Tishli uzatmadagi hisobiy yuklanish. Tishli uzatma tishi kontakt chizig'i bo'yicha taqsimlangan solishtirma yuklanishning maksimal qiymati tushuniladi.

Yuklanish konsentratsiyasi koeffitsiyenti. Tishli uzatma detallari – vellar, korpuslar, tayanch va tishli g'ildiraklarni deformatsiyasi hamda uzatmani tayyorlashdagi xatoliklar ta'siridan tish uzunligi bo'yicha yuklanishning notekis taqsimlanishi (yoki konsentratsiyasi)ni hisobga oluvchi koeffitsiyent.

G'ildirakning simmetrik (nosimmetrik, konsol) joylashishi. Tishli g'ildirakning uzatma tayanchlariga nisbatan simmetrik (nosimmetrik, konsol) joylashishi. Konsol joylashganda g'ildirak uzatma tayanchlaridan tashqarida joylashadi.

Dinamik yuklanish koeffitsiyenti. Tishli g'ildirak asosiy qadamining xatoligidan kelib chiqadigan tishli uzatmaning ichki dinamik yuklanishi.

Bochkasimon tishlar. Tishli g'ildirak tishlarida kuchlanish to'planishini kamaytirish uchun tish uzunligi bo'yicha maxsus shaklda qavariq (bochkasimon) qilib tayyorlanadi.

Flanklashtirilgan tishlar. Tishli g'ildirak tishlarining asosiy qadami xatoligidan kelib chiqadigan dinamik yuklanishni kamaytirish maqsadida tishlarga maxsus ishlov beriladi (flankirlanadi).

Tishning chekkalari urilishi. Tishli g'ildirak tishlarining asosiy qadami xatoligi natijasida ikki ilashmadagi tishlar tutashuvda chekkalari bilan uriladi. Natijada tishli uzatmada dinamik yuklanish ortib, shovqin ko'payadi. Tishning chekkalari urilishini kamaytirish uchun g'ildirak tishlari flankirlanadi.

Tish o'rtasining urilishi. Tishli g'ildirak tishlarining asosiy qadami xatoligi natijasida tish o'rta qismlari uriladi. Tish o'rta qismining urilishiga asosiy sabab shesternya tishlari qadamining g'ildirak tishlari qadamidan kattaligidir.

G'ildirak enining o'qlararo masofaga nisbatan koeffitsiyenti – tishli g'ildirak enining tishli uzatma o'qlararo masofasiga nisbati.

Shestarna enining diametriga nisbatan koeffitsiyenti – shesterna enini uning diametriga nisbati.

Hisobiy yuklanish – nominal yuklanishning yuklanish rejimining dinamik koeffitsiyentiga ko‘paytmasi.

Tish shaklining koeffitsiyenti. Tishli g‘ildiraklarda tishlar soni va g‘ildurak tishining qiyalik burchagiga bog‘liq koeffitsiyent.

Tish kesuvchi asbobning siljishi. Tishli g‘ilduraklar tishining soni 17 dan kam bo‘lganda tish oyog‘ining asos qirqilishi sodir bo‘ladi. Tish qirqilishining oldini olish maqsadida tish qirquvchi asbob g‘ildirakka nisbatan orqaga suriladi (ko‘pincha musbat siljish).

Konussimon tishli uzatma. Konussimon g‘ildirakli tishli uzatma. Konussimon uzatma vallarining o‘qi kesishuvchan bo‘ladi.

Qo‘shimcha konus – bo‘luvchi konus yasovchisiga perpendikular yo‘nalgan konus. Qo‘shimcha konus kesimini tashqi, ichki va o‘rta yon kesimlariga ajratiladi.

Planetar uzatmalar – tarkibidagi qo‘zg‘aluvchan o‘qli tishli g‘ildirak (setellit)larning harakati murakkab bo‘lib, ular markaziy g‘ildirak va o‘z o‘qlari atrofida aylanma harakat qiladi. Satelitlarning harakati planetarlar harakatiga qiyos qilinib, planetar uzatmalar deyiladi.

Satellit – planetar uzatmaning o‘z o‘qi va markaziy g‘ildiragi o‘qi atrofida aylanadigan tishli g‘ildirak.

Vodilo yetaklagich – planetar uzatmaning qo‘zg‘aluvchan yetaklagichi. Ko‘pincha yetaklagich markaziy g‘ildirak o‘qi atrofida aylanadi, unga satelitlar o‘rnatiladi.

To‘lqinsimon uzatma –harakat parametrlarini o‘zgartirish, mexanizmining elastik g‘ildiraklarini to‘lqinsimon deformatsiyalanishiga asoslangan.

Elastik g‘ildirak deformatsiyasi to‘lqinsimon harakatni eslatadigan to‘lqinsimon uzatma g‘ildiragi.

To‘lqinlar generatori – to‘lqinsimon uzatma elastik g‘ildiragini deformatsiyalaydigan to‘lqin hosil qiluvchi detal.

Bikir g‘ildirak – to‘lqinsimon uzatmaning deformatsiyalanmaydigan g‘ildiragi.

Silindsimon chervyakli uzatma – yasovchisi silindr bo‘lgan chervyak.

Globoid chervyakli uzatma – chervyak kirimlari globoid yuzada joylashadi. Globoid chervyakning o‘rta qismi botiq bo‘ladi.

Arximed chervyak – o‘ram shakli o‘q bo‘ylab kesimda to‘g‘ri chiziqli, yon kesimda esa kirimlar arximed spirali shakliga ega bo‘ladi.

Evolvent chervyak – evolventa profiliga ega bo‘lgan chervyaklar. Evolventali chervyaklarida o‘q bo‘yicha kesimda evolventali profil hosil bo‘ladi.

Konvolyutali chervyak – o‘q bo‘yicha normal kesimida to‘g‘ri yonli (trapetsiyasimon) profil hosil bo‘ladi.

Chervyak diametri koeffitsiyenti – chervyakning bo‘luvchi diametrining chervyak moduliga nisbati, q bilan belgilanadi. q ning qiymatlari standartlashtirilgan.

Bo‘ylama (o‘q bo‘yicha) modul – chervyakning o‘q bo‘yicha qadamini doimiy son π ga nisbati: $m = p/\pi$.

Vint chizig‘ining ko‘tarilish burchagi – chervyak (vint) sterjenida kesilgan vint chizig‘ining ko‘tarilish burchagi.

Antifriksionli juftlar – ishqalanishga chidamli materiallardan tayyorlangan juftlar. Odatda antifriksion juft hosil qilish uchun tutashadigan (ishqalanadigan) juftlarda qattiq materiallar (masalan, po‘lat) bilan tumshoq material (bronza, cho‘yan) kabilar olinadi.

Variatorlar – uzatish sonini pog‘onasiz o‘zgartirish imkoniyatiga ega bo‘lgan friksion uzatma.

Ro‘para variatorlar – disklari ro‘para joylashgan friksion uzatma. Ro‘para variatorlarda yetaklovchi disk o‘z o‘qi bo‘yicha qo‘zg‘aluvchan qilib joylashtiriladi. Bunda yetaklanuvchi valning aylanishlar takroriyligi o‘zgaruvchan (variator) bo‘ladi.

Boshqarish diapazoni (oralig‘i) – friksion uzatmalar ro‘para variatorida uzatish nisbatlari eng katta (mahsimal) qiymatining eng kichik (minimal) qiymatiga nisbati. Nazariy jihatdan ro‘para variatorlarda boshqarish oralig‘i $D \rightarrow \infty$, amalda esa $D \leq 3$ qilib olinadi.

Germetik sirpanish – friksion uzatmalarda yetaklovchi va yetaklanuvchi disklar tezligi farqidan kelib chiqadi.

Tortish layoqati – tasmali uzatmaning tasmasi va shkivi orasidagi ishqalanish kuchi orqali aniqlanadi.

Qamrov burchagi – tasmali uzatmaning yetaklovchi shkivining tasma qamrash burchagi (α). Yassi tasmali uzatmada $\alpha \geq 150^\circ$, ponasimon tasmali uzatmada $\alpha \geq 120^\circ$ olish tavsiya etiladi.

Tasma tarmoqlari orasidagi burchak – tasma tarmoqlari orasidagi burchak (β). Odatda $\beta/2 < 15^\circ$.

Foydali kuchlanish – tasmali uzatmada aylana kuch ta’siridan hosil bo‘ladigan kuchlanish.

Tasmaning o'tishlar soni – tasmaning tezligini tasma uzunligiga nisbati: $\lambda = v/L$, yassi tasmalarda $\lambda \leq 3 \dots 5 c^{-1}$; ponasimon tasmali uzatmalarda $\lambda \leq 10 \dots 20 c^{-1}$;

Elastik sirpanish. Tasmali va friksion uzatmalarda tarmoq (disk)lar tezligi teng emasligidan kelib chiqadi.

To'la sirpanish – tasmali va friksion uzatmalarda uning ta'siridan yetaklovchi shkiv (disk) aylanadi, lekin yetaklanuvchi shkivga (disk) harakat uzatmaydi.

Tortish koeffitsiyenti – tasmali uzatmada aylana kuchning ikkilangan dastlabki taranglik kuchiga nisbati: $\varphi = F_t/2F_0$. Tasma turlari uchun φ_{max}/φ_0 ning qiymatlarini quyidagicha tanlash tavsiya etiladi: yassi charm va jun uchun 1,35–1,5; rezinalangan tasma uchun – 1,15–1,3; ip-gazlama tasmalar uchun – 1,25–1,4; ponasimon tasma uchun 1,5–1,6.

Bir pog'onali reduktor. Tarkibida bir juft uzatma bo'lgan reduktor.

Silindrsimon to'g'ri tishli reduktor. Tarkibida faqat silindrsimon to'g'ri tishli g'ildirakli uzatma bo'lgan reduktor.

Silindrsimon ikki pog'onali reduktor. Tarkibida silindrsimon tishli g'ildirakli uzatmalari ikki juft bo'lgan reduktor. Ular to'g'ri yoki qiya tishli bo'ladi.

Silindrsimon uch pog'onali reduktor. Tarkibida uch juft silindrsimon tishli g'ildirakli uzatmalari bo'lgan reduktor. Bu tishli uzatmalar to'g'ri yoki qiya tishli bo'ladi.

Konussimon – reduktor. Konussimon tishli g'ildirakli uzatmalardan tuzilgan bir pog'onali reduktor.

Konussimon – silindrsimon reduktor. Tezyurar pog'onasi konussimon, sekinyurar pog'onasi silindrsimon tishli g'ildirakli uzatmalardan tuzilgan ikki pog'onali reduktor.

Silindrsimon chervyakli reduktor. Tezyurar pog'onasi silindimon tishli g'ildirakli (to'g'ri yoki qiya tishli) va sekinyurar uzatmasi chervyakli uzatmadan tuzilgan ikki pog'onali reduktor.

Chervyakli – silindrsimon reduktor. Tezyurar pog'onasi chervyakli, sekinyurar pog'onasi silindrsimon (tog'ri yoki qiya) tishli g'ildirakli uzatmalardan tuzilgan ikki pog'onali reduktor.

Silindrsimon yoyilgan sxemali reduktor. Ikki pog'onali silindrsimon tishli g'ildirakli reduktor yoyilgan sxemada tayyorlangan,

ya'ni uzatmaning pog'onalarida g'ildiraklar shesternyadan bir tarafda joylashadi.

Silindrsimon ikkilangan sxemali reduktor. Ikki pog'onali silindrsimon tishli g'ildiraklardan tuzilgan reduktor. Bunda tezyurar yoki sekinyurar pog'onali ikkilangan qilib tayyorlanadi.

Silindrsimon o'qdosh reduktor. Ikki pog'onali silindrsimon tishli g'ildirakli uzatmalardan tuzilgan bo'lib, tezyurar va sekinyurar pog'onalar o'qdosh bo'ladi.

Ma'ruza mashg'ulotining namunaviy texnologik xaritasi modeli

Mavzu: To'g'ri tishli silindrsimon g'ildiraklarni mustahkamlikka hisoblash		
Ish hosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
Tayyorgarlik bosqichi.	1. Mavzu bo'yicha o'quv mazmunini tayyorlash. 2. Ma'ruza uchun taqdimot slaydlarini tayyorlash. 3. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlarini ishlab chiqish va mavzu bo'yicha adabiyotlar ro'yxatini tuzish.	
1. Mavzuga kirish (15 daqiq)	1.1. Smart doska yoki proyektor (plakat) yordamida mashg'ulot mavzusi, uning maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Tishli uzatmalarni mustahkamlikka hisoblash usullari bilan tanishtiriladi. 1.3. Talabalarni o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.4. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollarga javob beradi.	Tinglaydilar Yozib oladilar Tinglaydilar Yozib oladilar Tinglaydilar Savollarga javob beradilar
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiq)	2.1. Mavzuning nazariy jihatlarini, tuzilgan sxema va shakllar asosida sharhlab beradi. 2.2. Tishli uzatma tishlarini mustahkamlikka hisoblash usubi amaliy hisoblash formulalari ketma-ketligi asosida tushuntiriladi. 2.3. Tishli uzatmalarni kontakt va eguvchi kuchlanishlardagi hisobiy yuklanish koeffitsiyentini aniqlashda jadvallardan foydalanish va uning amaliy ahamiyati tushuntiriladi. 2.4. Ruxsat etilgan kontakt va eguvchi kuchlanishlarni hisoblashda jadvallardan foydalanish va uning amaliy ahamiyati tushuntiriladi. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida, savollar beradi, masalan: 1. Tishli g'ildirak tishida qanday kuchlanishlar hosil bo'ladi? 2. Tishli g'ildirak tishlaridagi kontakt kuchlanishni qaysi ifoda asosida hisoblanadi? 3. Tishli g'ildirak tishlarini mustahkamlikka hisoblashda qanday jadvallardan foydalaniladi va ular qanday ahamiyatga ega?	Tinglaydilar, yozadilar Tinglaydilar, yozadilar Tinglaydilar, yozadilar Tinglaydilar, yozadilar Savollarga javob beradilar
3-Yakuniy bosqich (10 daqiq)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelagan savollarga javob beriladi va xulosa qilinadi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun «Silindrik to'g'ri tishli uzatmalarni mustahkamlikka hisoblash» mavzusida internet bazasidan o'rganib bilish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

Amaliy mashg'ulotining namunaviy texnologik xaritasi modeli

Mavzu: Slindrik qiya tishli uzatmalarni kontakt kuchlanish bo'yicha mustahkamlik hisobi		
Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	<i>Ta'lim beruvchi</i>	<i>Ta'lim oluvchilar</i>
Tayyorgarlik bosqichi.	1. Mavzu bo'yicha mashg'ulot mazmunini tayyorlash. 2. Mashg'ulot uchun taqdimot slaydlarini tayyorlash. 3. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlarini ishlab chiqish va mavzu bo'yicha adabiyotlar ro'yxatini tuzish.	
1. Mashg'ulotga kirish (15 daqiqa)	1.1. Smart doska yoki proyektor (plakat) yordamida mashg'ulot mavzusi, uning maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.4. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar yozib oladilar Tinglaydilar Savollarga javob beradilar
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. O'tilgan mavzuda o'rganilgan misolga bog'lagan holda shesternya enining diametr koeffitsiyenti, aylana tezlik va aniqlik darajasi amalda aniqlanadu. 2.2. Kontakt kuchlanish bo'yicha yuklanish koeffitsiyenti qiymatlarini jadval usulida aniqlash va hisoblash amalda ko'rsatiladi. 2.3. Slindrik qiya tishli uzatmalarni kontakt kuchlanish bo'yicha mustahkamlik hisobi amalda ko'rsatiladi. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida, savollar beradi, masalan: 1. Slindrik qiya tishli uzatmalarni kontakt kuchlanish bo'yicha mustahkamlik hisobini bajarishdan maqsad nima? 2. Slindrik qiya tishli uzatmalarni kontakt kuchlanish bo'yicha mustahkamlik hisobida qanday parametr hisoblanadi?	Tinglaydilar, yozadilar Tinglaydilar, yozadilar Tinglaydilar, yozadilar Savollarga javob beradilar
3-Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi bosqich xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun «Slindrik qiya tishli uzatmalarni kontakt kuchlanish bo'yicha mustahkamlik hisobi» mavzusini taqdim etadi va ma'lumotlar asosida mazkur hisobini bajarish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

Ma'ruza mashg'ulotining namunaviy texnologik xaritasi modeli

Mavzu: Konussimon tishli uzatmalar. Ularning geometrik parametrlari, hosil bo'ladigan kuchlar, hisoblashning o'ziga xosligi		
Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
Tayyorgarlik bosqichi	1. Mavzu bo'yicha o'quv mazmunini tayyorlash. 2. Ma'ruza uchun taqdimot slaydlarini tayyorlash. 3. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlarini ishlab chiqish va mavzu bo'yicha adabiyotlar ro'yxatini tuzish.	
1. Mavzuga kirish (15 daqiq)	1.1. Smart doska yoki proyektor (plakat) yordamida mashg'ulot mavzusi, uning maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Konussimon tishli uzatma qo'llanilishiga doir misollar keltiriladi. 1.3. Talabalarni o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.4. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar Yozib oladilar Tinglaydilar Yozib oladilar Tinglaydilar Savollarga javob beradilar
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiq)	2.1 Konussimon tishli uzatmalarining vazifasi, turlari, ishlashi, asosiy ko'rsatkichlari tushuntirib beriladi. 2.2. Konussimon tishli uzatmaning afzallik va kamchiliklari sanab beriladi. 2.3. Konussimon tishli uzatmalar geometrik o'lchamlarini hisoblashning o'ziga xosligini amaliy formulalar asosida tushuntirib beriladi. 2.4. Mavzuga oid I'OC'T turlari va jadvallar ularning mazmuni va amaliy ahamiyatini amaliyotga bog'lagan holda tushuntiriladi. 2.5. Konussimon tishli uzatmalarga ta'sir etuvchi kuchlar amaliy formulalar asosida tushuntiriladi. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida, savollarni beradi, masalan: 1. To'g'ri tishli konussimon uzatma geometrik parametrlari o'ziga xosligini ayting. 2. To'g'ri tishli konussimon uzatma qanday kuchlar hosil bo'ladi? 3. To'g'ri tishli bo'lmagan konussimon uzatmalarni qanday turlarini bilasiz?	Tinglaydilar, yozadilar Tinglaydilar, yozadilar Tinglaydilar, yozadilar Tinglaydilar, yozadilar Savollarga javob beradilar
3-Yakuniy bosqich (10 daqiq)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beriladi, va xulosa qilinadi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun «Konussimon tishli uzatmalar. Ularning geometrik parametrlari, hosil bo'ladigan kuchlar, hisoblashning o'ziga xosligi» mavzusini internet resurslari asosida o'rganib bilish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

Amaliy mashg'ulotining namunaviy texnologik xaritasi modeli

Mavzu: Konussimon to'g'ri tishli uzatmalarni loyiha hisobi		
Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
Tayyorgartik bosqichi.	1. Mavzu bo'yicha mashg'ulot mazmunini tayyorlash. 2. Mashg'ulot uchun taqdimot slaydlarini tayyorlash. 3. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlarini ishlab chiqish va mavzu bo'yicha adabiyotlar ro'yxatini tuzish.	
1. Mashg'ulotga kirish (15 daqiq)	1.1. Smart doska yoki proyektor (plakat) yordamida mashg'ulot mavzusi, unig maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalarni o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.4. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar yozib oladilar Tinglaydilar Savollarga javob beradilar
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiq)	2.1. Kinematik hisobdagi ma'lumotlar, $K_{H\beta}$ qiymatini aniqlash jadvali, ψ_{bre} qiymatini aniqlash standart (ГОСТ 12289-76) qatori va K_d uchun taklif etilgan qiymatlardan foydalanib, g'ildirakning tashqi bo'luvchi aylanasi diametri amalda hisoblanadi. 2.2. Olingan natija ГОСТ 12289-76 bo'yicha standartlashtiriladi. 2.3. Konussimon shesterya hamda tishli g'ildirak uchun tishlar soni, tashqi aylana moduli, bo'luvchi konuslik burchaklari amalda hisoblanadi. 2.4. Tashqi konuslik masofasi va barcha asosiy geometrik o'lchamlar amalda hisoblanadi. 2.5. Tish uzunligi qiymati qabul qilinadi. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollar beradi, masalan: 1. Konussimon shesterya hamda tishli g'ildirak uchun bo'luvchi konuslik burchaklari qanday hisoblanadi? 2. Konussimon uzatmalarni hisoblashda qanday standartlardan foydalaniladu? 3. Konussimon uzatmalarni hisoblashda qanday geometrik o'lchamlari aniqlanadi?	Tinglaydilar, yozadilar Tinglaydilar, yozadilar Tinglaydilar, yozadilar Tinglaydilar, yozadilar Savollarga javob beradilar
3-Yakuniy bosqich (10 daqiq)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, mavzuga xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun «Konussimon to'g'ri tishli uzatmalarni loyiha hisobi» mavzusini taqdim etadi va ma'lumotlar asosida mazkur hisobni bajarish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Андросов А.А., Андрющенко Ю.Е., Дьяченко А.Г. и др. Расчет и проектирование деталей машин: Учеб. пособие. – Ростов н / Д: Феникс, 2006. – 285 с.: ил. - (Высшее образование).
2. Андриенко Л.А. Детали машин: учебник под редакцией О.А. Ряховского. – 4 - е изд, перераб. и доп. – Москва: МГТУ им. Баумана, 2014. – 465 с.
3. А.М.- Ханов. Детали машин и основы конструирования: учеб. пособие /А.М. Ханов, Л.Д.Сиротенко. Пермь: Изд - во Перм. гос. техн. ун - та, 2010. - 270 с.
4. Баранов, Г. Л. Проектирование одноступенчатых редукторов: учебное пособие /Г. Л. Баранов, Ю. В. Песин. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. — 100 с.
5. Горбатюк, С. М. Детали машин и основы конструирования: учебник / С. М. Горбатюк. — Москва: МИСИС, 2014. — 377 с.
6. Детали машин. Учебник для вузов / Под ред. О.А. Ряховского – 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Изд - во МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2014. – 472 с.
7. Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование: [учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Агроинженерия"] / В. И. Андреев, И. В. Павлова.— Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2013 .— 352 с.
8. Иванов, М. Н. Детали машин: [учебник для академического бакалавриата] / М. Н. Иванов, В. А. Финогенов; МГТУ им. Н. Э. Баумана, Национальный исследовательский университет.—15-е изд., испр. и доп. – Москва: Юрайт, 2015.— 408 с.: ил.; 21 см.
9. Иванов М.Н. Финогенов В.А. Детали машин – М.: Высшая школа, 2000-383 с.
10. Мостаков, В. А. Прикладная механика: детали машин и основы конструирования: учебное пособие [Электронный ресурс] / В. А. Мостаков. – Москва: МИСИС, 2016.
<https://e.lanbook.com/book/93666>
11. M. Kurganbekov, A. Mo‘ydinov. Mashina detallari. O‘quv qo‘llanma. I va II qismlar. – T.: “Fan va texnologiya”, 2015, 384 б.

12. Наумова, М. Г. Детали машин и основы конструирования: учебное пособие / М. Г. Наумова, Л. В. Седых. — Москва: МИСИС, 2014. — 29 с.

13. R. Tojibayev, A. Jo'rayev, R. Maqsudov. Mashina detallari. — Т.: "Fan va texnologiya", 2010, 216 b.

14. Richard G. Budynas., J. Keith Nisbett. Shigley's mechanical engineering design. Published by McGraw - Hill Education, 2 Penn Plaza, New York, 2015.

15. Сулаймонов И. Машина деталлари. Дарслик –Т.: Ўқитувчи, 1981.-303б.

16. Тюняев, А. В. Детали машин: [учебник] / А. В. Тюняев, В. П. Звездаков, В. А. Вагнер. –2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2013. – 731с.

17. Shoobidov Sh.A. Mashina detallari: darslik –Т.: “O‘zbekiston milliy ensiklopediyasi” Davlat ilmiy nashriyoti, 2014. - 444 b.

18. Sh.Shoobidov, M.M.Kurganbekov, S.A.Orixo'jayev va boshq. Friksion, tasmali va tishli uzatmalar: Uslubiy qo'llanma. Toshkent: TDTU, 2011, 136 b.

19. Чернавский С.А. и др. Курсовое проектирование деталей машин: Учебное пособие. 3-е изд. перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2011. –414 с.

20. Чернавский С.А. и др. Курсовое проектирование деталей машин: Учебное пособие. Издание третье, стереотипное -М.: ООО ТИД “Альянс”, 2005.-416 с.

Internet saytlari

1. <http://www.zivo.net>.

2. <http://www.detalmash.ru>.

3. <http://www.bmstu.ru>.

4. <http://www.mashmex.ru>.

5. <http://www.books.google.ru>.

MUNDARIJA

Kirish.....	3
I MODUL. MEXANIK UZATMALAR	
1.1-§ Umumiy ma'lumotlar.....	4
1.2-§ Detallarning ishlash layoqati va uni ta'minlash.....	5
1.3-§ Mashina detallarining konstruksiyasiga qo'yiladigan asoiy talablar.....	7
1.4-§ Mashina detallarini hisoblash va loyihalashning o'ziga xosliklari	9
II MODUL. MASHINA DETALLARINING MATERIALLARI. YUKLANISH VA DETALLARGA TA'SIR ETADIGAN KUCHLANISHLAR	
2.1-§ Mashina detallarining materiallari.....	13
2.2-§ Tishli g'ildiraklar tayyorlashda ishlatiladigan materiallar va ularning mexanik xossalari.....	20
2.3-§ Ruxsat etilgan kuchlanishini aniqlash.....	22
1 Materiallarning ruxsat etilgan kuchlanishini aniqlashning amaliy hisobi.....	24
2.4-§ Detallarga ta'sir etuvchi yuklanish va kuchlanishlar.....	26
2.5-§ Mashina detallarida hosil bo'ladigan kontakt kuchlanishlar	29
III MODUL. ILASHISH ASOSIDA ISHLOVCHI UZATMALAR	
3.1-§ Uzatmalar to'g'risida umumiy ma'lumot.....	32
3.2-§ Tishli uzatmalar.....	35
3.3-§ Silindsimon to'g'ri tishli uzatmalarning geometriyasi va kinematikasi.....	36
3.4-§ Tishli uzatmalarning ishdan chiqish sabablari va turlari.....	38
3.5-§ Silindsimon to'g'ri tishli g'ildiraklarni mustahkamlikka hisoblash.....	41
1 Silindsimon to'g'ri tishli g'ildirak tishlariga ta'sir etuvchi kuchlar.....	41
2 Silindsimon to'g'ri tishli uzatmalarni kontakt kuchlanish bo'yicha mustahkamlikka hisoblash.....	41
3 Silindsimon to'g'ri tishli uzatmalarni eguvchi kuchlanish bo'yicha mustahkamlikka hisoblash.....	45
4 Silindsimon to'g'ri tishli uzatmalarni hisoblashga oid namuna..	50
3.6-§ Silindsimon qiya va shevron tishli uzatmalarni hisoblashning o'ziga xosligi.....	55
1 Silindsimon qiya tishli uzatma tishlariga ta'sir etuvchi kuchlar.....	56
2 Silindsimon qiya tishli uzatmalarni kontakt kuchlanish bo'yicha mustahkamlikka hisoblash.....	58

3	Silindrsimon qiya tishli uzatmalarni eguvchi kuchlanish bo'yicha mustahkamlikka hisoblash.....	59
4	Silindrsimon qiya tishli uzatmalarni hisoblashga oid namuna.....	60
3.7-§	Konussimon tishli uzatmalar.....	66
1	Konussimon tishli uzatmalarning geometrik parametrlari.....	66
2	To'g'ri tishli konussimon uzatmalardagi kuchlar.....	68
3	To'g'ri tishli konussimon uzatma tishlarini kontakt va eguvchi kuchlanish bo'yicha mustahkamlikka hisoblash.....	68
4	To'g'ri tishli konussimon uzatmalarni hisoblashga oid namuna..	72
3.8-§	Planetar uzatmalar.....	77
3.9-§	To'lqinsimon uzatmalar.....	81
1	To'lqinsimon uzatmalarning asosiy sifat ko'rsatkichlari.....	83
3.10-§	Vintaviy hamda gipoid uzatmalar.....	84
3.11-§	Novikov ilashmasi asosidagi uzatmalar.....	85

CHERVYAKLI UZATMALAR

4.1-§	Umumiy ma'lumotlar.....	86
4.2-§	Chervyakli uzatmaning geometrik parametrlari.....	87
4.3-§	Chervyakli uzatmaning kinematik parametrlari.....	90
4.4-§	Chervyakli uzatmaning FIK.....	92
4.5-§	Chervyakli uzatmada hosil bo'ladigan kuchlar.....	93
4.6-§	Chervyakli uzatmaning ishchanlik layoqati va hisoblashning asosiy mezonlari.....	94
4.7-§	Chervyakli uzatma tishlarinini kontakt kuchlanish bo'yicha mustahkamlikka hisoblash.....	95
4.8-§	Chervyakli uzatma tishlarinini eguvchi kuchlanish bo'yicha mustahkamlikka hisoblash.....	99
4.9-§	Chervyakli uzatma qizishini tekshirish, sovitish va moylash.....	101
4.10-§	Chervyakli uzatmalarni hisoblashga oid namuna.....	103

ZANJIRLI UZATMALAR

5.1-§	Umumiy ma'lumotlar.....	106
5.2-§	Zanjirli uzatmaning asosiy tasniflari.....	107
5.3-§	Zanjirli uzatma asosiy elementlarining tuzilishi.....	110
5.4-§	Zanjirli uzatmadagi kuchlar.....	112
5.5-§	Zanjirli uzatmaning kinematika va dinamikasi.....	114
5.6-§	Zanjirli uzatmaning ishchanlik layoqati va hisoblash mezonlari.....	116
5.7-§	Zanjirli uzatmalarni hisoblashga oid namuna.....	118

IV MODUL. ISHQALANISH ASOSIDA ISHLOVCHI UZATMALAR

FRIKSION UZATMALAR VA VARIATORLAR

6.1-§	Umumiy ma'lumotlar.....	123
6.2-§	Friksion uzatma sifatini belgilovchi omillar.....	128
6.3-§	Friksion uzatmalarni mustahkamlikka hisoblash.....	131

TASMALI UZATMALAR

7.1-§	Umumiy ma'lumotlar.....	132
7.2-§	Tasmali uzatmaning kinematik va geometrik parametrlari.....	133
73-§	Tasma tarmoqlaridagi kuchlar va ular orasidagi munosabat.....	134
74-§	Tasmadagi kuchlanishlar.....	136
7.5-§	Ponasimon tasmali uzatmalar.....	138
1	Ponasimon tasmali uzatmalarni hisoblash metodikasi.....	139
2	Ponasimon tasmali uzatmalarni hisoblashga oid namuna.....	145
7.6-§	Yassi tasmali uzatmalar.....	148
1	Yassi tasmali uzatmalarni hisoblashga oid namuna.....	151
7.7-§	Tishli tasmali uzatmalar.....	154

V MODUL. YURITMALARNI HISOBLASH

8.1-§	Umumiy ma'lumotlar.....	157
8.2-§	Ikki pog'onali silindrik reduktor va ponasimon tasmali uzatmadan tashkil topgan yuritma hisobi.....	159
8.3-§	O'qdosht reduktor va zanjirli uzatmadan tashkil topgan yuritma hisobi.....	176
8.4-§	Ikki pog'onali konussimon-silindrik reduktor va yassi tasmali uzatmadan tashkil topgan yuritma hisobi.....	193
8.5-§	Chervyakli reduktor va zanjirli uzatmadan tashkil topgan yuritma hisobi.....	208
	Tayanch so'zlar va iboralar.....	218
	Mashg'ulotlarning namunaviy texnologik xaritalari modeli.....	227
	Foydalanilgan adabiyotlar.....	231

A.N. NABIYEV, B.T. KARIMOV

TEXNIK MEXANIKA MEXANIK UZATMALAR

Toshkent – «Innovatsion rivojlanish nashriyot-matbaa uyi» – 2021

Muharrir:	M.Hayitova
Tex. muharrir:	M.Tursunov
Musavvir:	A.Shushunov
Musahhih:	L.Ibragimov
Kompyuterda sahifalovchi:	M.Zoyirova

E-mail: nashr2019@inbox.ru Tel: +99899920-90-35

Nashr.lits. A1№009, 20.07.2018. Bosishga ruxsat etildi 01.07.2021.

Bichimi 60x84 ¹/₁₆. «Timez Uz» garniturası. Ofset bosma usulida bosildi.

Shartli bosma tabog'i 15,5. Nashriyot bosma tabog'i 14,75.

Tiraji 50. Buyurtma № 67.

TEKNIK REZANIK
MEXANIK DEXAMALAR

**«Innovatsion rivojlanish nashriyot-matbaa uyi»
bosmaxonasida chop etildi.
100174, Toshkent sh., Olmazor tumani Universitet ko'chasi, 7-uy.**



ISBN 978-9943-7138-0-2

