

**ЎЗБЕКИСТОН RESPUBLIKASI OLIY VA OʻRTA MAXSUS
TAʼLIM VAZIRLIGI**

**ABU RAYHON BERUNIY NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT
TEXNIKA UNIVERSITETI**

M.M. KURGANBEKOV, A. MOYDINOV

**REDUKTORLARNING
POGʻONALAR BOʻYICHA UZATISH
NISBATINI OPTIMAL TAQSIMLASH**

Oʻquv qoʻllanma

Toshkent – «Fan va texnologiya» – 2011

UDK: 621.81(075)

34.445

K94

Reduktorlarning pog'onalar bo'yicha uzatish nisbatini optimal taqsimlash. O'quv qo'llanma / M.M. Kurganbekov, A. Moydinov: – T.: «Fan va texnologiya», 2011-y. 72 b.

ISBN 978-9943-10-565-2

O'quv qo'llanmada reduktorlar bo'yicha umumiy ma'lumot, ularning turlari bo'yicha asosiy parametrlarini aniqlash hamda pog'onalar bo'yicha uzatish nisbatini optimal taqsimlash tartibi keltirilgan. Qo'llanma talabalarga tushunarli bo'lishi uchun unda reduktor uzatish nisbatlarini hisoblash bo'yicha misollar keltirilgan.

O'quv qo'llanma kurs loyihasini bajarishda kinematik hisob bo'yicha talabalarga optimal variantlarni topishda qo'l keladi.

Taqrizchilar: t.f.d., professor Rizayev A.A.,
t.f.n., dotsent Orifxo'jayev S.A.

UDK: 621.81(075)

ББК 34.445

Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy-uslubiy Kengashi qaroriga asosan nashr etildi.

ISBN 978-9943-10-565-2

© Toshkent davlat texnika universiteti, 2011-y.
© «Fan va texnologiya» nashriyoti, 2011-y.

KIRISH

«Mashina detallari» fanidan kurs loyihasi kinematik hisobdan boshlanadi. Kinematik hisobdan asosiy maqsad yuritma uchun elektrodvigatel tanlash va yuritmani pog'onalar bo'yicha uzatish nisbatini to'g'ri taqsimlash.

Kurs loyihasidagi yuritmalarda albatta, yopiq va ochiq uzatmalar bo'ladi. Yopiq uzatmalar reduktorlar ko'rinishida tayyorlanadi. Ikki pog'onali reduktorlarning uzatish nisbatini optimal taqsimlash konstruktor-loyihachi va talabalarda katta qiyinchilik tug'diradi. Ikki pog'onali uzatmalarni uzatish nisbatini optimal taqsimlashda har bir pog'ona tezyurar va sekinyurar pog'onalarining aniqlanadigan uzatish nisbatlari reduktorlarning gabarit o'lchamlarini minimallashtirish sharti bilan bog'liq bo'ladi.

«Mashina detallari» fanidan kurs loyihasi bo'yicha mavjud adabiyotlarning ko'pchiligida, ya'ni rus va o'zbek tilida nashr qilinganlarida ham uzatish nisbatlarini optimal taqsimlash uchun zarur uslubiy tavsiyalar va ko'rsatmalar berilmagan. Bor ma'lumotlar ham bir-biriga zid ko'rinishda, ayrim talablargina hisobga olib tuzilgan. Bu bor ma'lumotlar tizimlashni, ulardan to'g'ri foydalanish uchun batafsil sharh va misollarni talab qiladi. Ayniqsa, bu muammo talabalar uchun katta qiyinchilik tug'diradi. Chunki agar loyihalovchi konstruktor avvalgi va ishlab chiqarish tajribalariga asoslansa, o'z-o'zidan tabiiy, bunday tajriba va malaka talabalarda yetishmaydi.

Xususan, adabiyotlar yetishmasligi sababli, bu muammo o'zbek guruhlar talabalari uchun katta qiyinchilik tug'diradi. Mana shu muhohazalar asosida rus tilidagi uzatish nisbatlarini optimal taqsimlash bo'yicha mavjud adabiyotlar asosida ushbu o'quv qo'llanma tayyorlandi.

Qo'llanma uch bobdan iborat bo'lib, uning asosiy mavzusi va mazmuni yuritma pog'onalarida joylashgan ikki pog'onali reduktorlarning uzatish nisbatlarini optimal taqsimlash masalasiga va uni hal qilish yechimlariga bag'ishlangan.

Qo'llanmaning birinchi bobida reduktorlar va motor-reduktorlar bo'yicha umumiy sharh, ularning belgilanishi to'g'risida ma'lumotlar

keltirilgan. Bu ma'lumotlarda reduktorlarning turlari uchun uzatish nisbatlarining oraliq qiymatlari hamda ularning tavsiya etiladiganlari keltirilgan.

Optimallashtirish uchun zarur bo'lgan parametrlar izohlangan. Reduktorlarning asosiy parametrlarining standart qiymatlari keltirilib, ularni tanlash bo'yicha tavsiyalar berilgan.

Ikkinchi bobda reduktor pog'onalari bo'yicha umumiy uzatish nisbatini taqsimlash bosqichlari, ya'ni ketma-ketligi yoritilgan. Bunda asosiy reduktor turlari bo'yicha zarur matematik ifodalar va ular asosida yechilgan misollar keltirilgan.

Qo'llanmaning uchinchi bobida yuritmada yopiq uzatma reduktor bilan birga ochiq tasmali va zanjirli uzatmalar bo'lgan hollar uchun uzatish nisbatlarini taqsimlash tartibi va aniq misollar keltirilgan.

Qo'llanmaning so'nggida talabalar mavzuni tushunishida yordam berish uchun tayanch atamalar bo'yicha izohli lug'at glossariy keltirilgan.

Qo'llanma mexanik ixtisoslikdagi talabalar uchun «Mashina detallari» fanidan kurs loyihasini bajarishda qo'l keladi.

Qo'llanmada tushuntirish xati, formulalar va shakllarda T, S, va O indeksleri bilan tezyurar, sekinyurar, oraliq uzatma va vallarga tegishli ko'rsatkichlar (uzatish nisbati, o'qlararo masofa va sh.k.) belgilangan.

I BOB. REDUKTORLAR VA MOTOR-REDUKTORLAR

1.1-§. Reduktorlar va motor-reduktorlarning umumiy sharhi hamda belgilanishi

Reduktor – aylanishlar chastotasini kamaytirib, aylantiruvchi momentni ko'paytiradigan mexanizm.

Ishchi mexanizmga o'rnatiladigan tishli uzatmalardan reduktorlarning prinsipial farqi ular tugallangan mexanizm bo'lib, dvigatel va ishchi mashinalar bilan muftalar yoki boshqa ajraladigan qurilmalar yordamida biriktiriladi.

Reduktor korpusida vallarga qotirilgan tishli yoki chervyakli uzatmalar joylashadi. Vallar korpus uyalarida joylashadigan podshipniklarga o'rnatiladi. Ko'pincha reduktorlarda dumalash podshipniklari qo'llaniladi.

Reduktorning turi uzatmalar tarkibi, ularning tezyurar valdan sekinyurar val yo'nalishida joylashish tartibi va fazoda tishli g'ildiraklar o'qlarining holati bo'yicha aniqlanadi. Uzatmalarni belgilash uchun kirill alifbosining katta harflaridan foydalaniladi: S-silindrik, P-planetar, K-konussimon, Ch-chervyakli, G-globoidli, V-to'lqinsimon (V ruscha «волновая»). Agar bir xil uzatmalar ikki va undan ko'p bo'lsa, harfdan keyin tegishli raqam qo'yiladi.

Vallari gorizontal tekislikda joylashgan reduktorlar eng ko'p tarqalgan. Chervyakli va globoid reduktorlarda ular gorizontal bo'lgani uchun vallar ayqash joylashadi. Bu asosiy tur (gorizontal joylashish) maxsus belgilashga ega emas. Agar hamma vallar bir vertikal tekislikda joylashsa, turni belgilashga V indeksi qo'shiladi. Agar sekinyurar val o'qi vertikal bo'lsa (ruschasiga «тихоходный вал»), unda T indeksi, tezyurar val o'qiga (ruschasiga «быстроходный вал») B indeksi qo'shiladi. Masalan KS2_{VT} - uch pog'onali konussimon silindrik reduktor, bir uzatmasi konussimon, ikki pog'onasi silindrik uzatma bo'lib, reduktorning hamma vallari vertikal tekislikda joylashgan, tezyurar valning o'qi vertikal, qolgan vallar o'qi gorizontal joylashgan.

Motor-reduktorlarda odatdagi belgilashga oldinda M harfi qo'shiladi. **Masalan** MKS2_{VT} belgisi avval ta'riflangan reduktor bazasidagi motor-reduktorni bildiradi.

Reduktorning tur o'lchamini belgilashda uning turi va sekinyurar pog'onasining asosiy parametrlaridan foydalaniladi. Silindrik, chervyakli va globoid uzatmalarda asosiy parametr o'qlararo masofa bo'ladi; planetar uzatmada – yetaklagich radiusi, konussimon uzatmada – g'ildirak bo'luvchi konusi asosining diametri, to'lqinsimon uzatmada – deformatsiyalanmagan holda elastik podshipnik o'rnatiladigan tashqi diametri bilan mos keladigan elastik g'ildirakning ichki o'rnatiladigan diametri.

Tayyorlanishi deb uzatish nisbati, yig'ish varianti va vallar uchining shakli tushuniladi. Agar tayyorlanish yagona bo'lsa, bu holda reduktor maxsus bo'lib, uni yig'ishga belgilanish kiritilmaydi.

Sekinyurar pog'onaning o'qlararo masofasi 200 mm va uzatish nisbati $i = 63$ bo'lgan reduktorning tur o'lchami quyidagicha belgilanadi: KS2_{VT}-200–63.

Reduktorning yig'ilishi GOST 20373–80 bo'yicha belgilanadi.

Xohlagan tayyorlanishning o'zgarishi reduktorning eng muhim unifikatsiyalashtirilgan detali – korpusga tegishli bo'lmaydi. Korpusning o'zgarishi esa amalda reduktor turining o'zgarishini bildiradi.

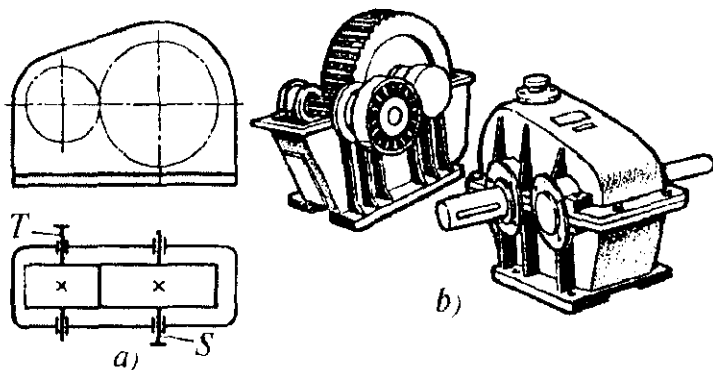
1.2-§. Silindrik reduktorlar

Silindrik reduktorlar faqat silindrik tishli uzatmalardan yig'iladi va pog'onalar soni hamda vallarining holati bo'yicha farq qiladi. Ilashma turi, tishli g'ildiraklar enining koeffitsienti $\psi_a = \frac{b_w}{a_w}$, podshipniklar turlari va shu kabilar reduktorning turini belgilamaydi, faqat konstruktiv o'ziga xosliklar bo'ladi.

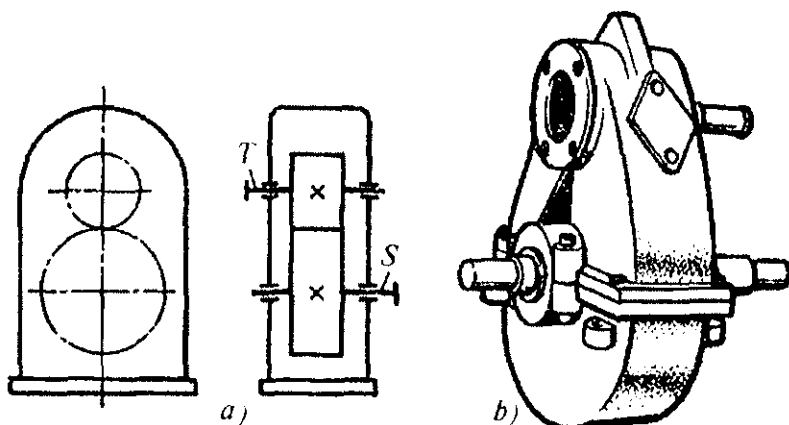
Bir pog'onali reduktorlar. Bir pog'onali reduktorlarning komonovka sxemalari o'ta cheklangan bo'lib, asosan fazoda vallar o'qlarining joylashishiga bog'liq bo'ladi. Aksariyat hollarda ilashma qiya tishli, ba'zan – to'g'ri tishli, $a_w \geq 800$ mm reduktorlarda odatda shevron tishli ilashma bo'ladi.

Uzatish sonlarining oralig'i - $u = 1,6 \div 8$, g'ildirak enining koef-fsienti - $\psi_a = 0,25 \div 0,5$; shevron tishli uzatmalarda - $\psi_a \leq 1$; qiya tishli uzatmalarda tishning qiyalik burchagi $\beta = 8 \div 20$ bo'ladi.

1.1-shaklda gorizontaal (S), 1.2-shaklda vertikal (S_v) reduktorlar ko'rsatilgan.



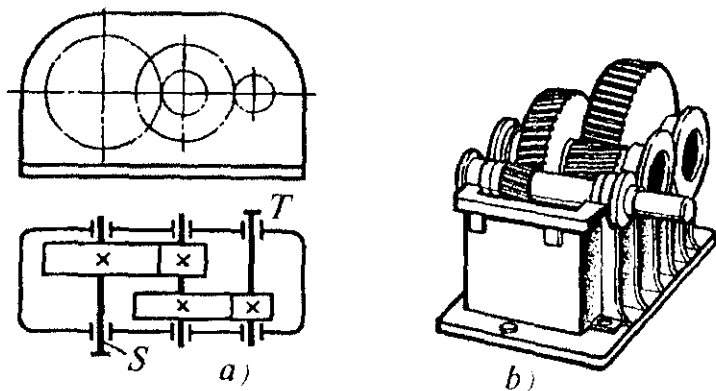
1.1-shakl. Silindrik bir pog'onali gorizontaal reduktor:
a-kinematik sxema; b-umumiy ko'rinishi



1.2-shakl. Silindrik bir pog'onali vertikal reduktor:
a-kinematik sxema; b-umumiy ko'rinishi

Ikki pog'onali reduktorlar. Silindrik ikki pog'onali reduktorlar odatda yoyilgan, ikkilangan yoki o'qdossh sxemalarda tayyorlanib, quvvat bir, ikki yoki uch oqimda taqsimlanishi mumkin.

Eng ko'p tarqalgani yoyilgan sxema (1.3-shakl). Bu sxema bo'yicha tayyorlangan reduktorlar o'ta texnologik va kichik enli bo'ladi.



1.3-shakl. Silindrik ikki pog'onali yoyilgan sxemadagi gorizontal reduktor:

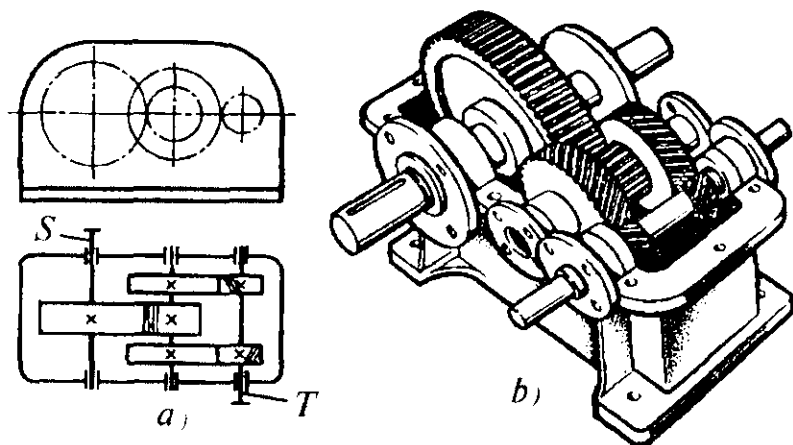
a-kinematik sxemasi; *b*-umumiy ko'rinishi

Silindrik ikki pog'onali yoyilgan sxemadagi reduktorni S, S3, KS, KS2, ChS turdagi reduktorlar bilan oson va ratsional unifikatsiyalash mumkin.

Ikki pog'onali reduktarlarning uzatish nisbati oralig'i $i = 7,1 \div 50$; tavsiya etiladigani $i = 8 \div 40$. Boshqa parametrlar xuddi bir pog'onali reduktarlarniki kabi bo'ladi.

1.4-shaklda tezyurar pog'onasi ikkilangan reduktorlar (S2Sh «цилиндрическая широкая») ko'rsatilgan. Bu reduktorlar yoyilgan sxemadan yengil, lekin enliroq, ularni unifikatsiyalash imkoniyati cheklangan.

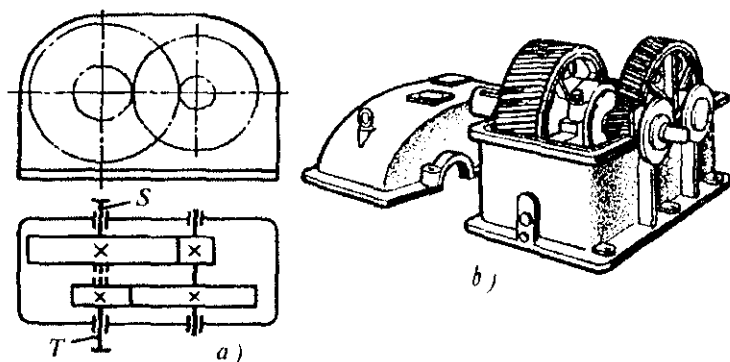
Tezyurar pog'ona oralig'i kengaygan shevrondan iborat, sekinyurar pog'ona $a_{wc} \leq 710$ mm gacha bo'lganda qiya tishli uzatma, $a_{wc} \geq 800$ mm da shevron uzatma bo'ladi. Sekinyurar pog'onani ikkiga bo'lish maqsadga muvofiq emas.



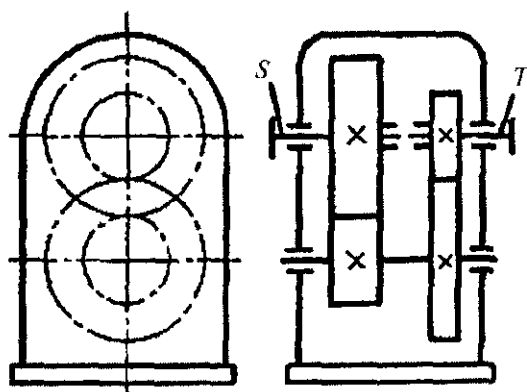
1.4-shakl. Silindrik ikki pog'onali tezyurar pog'onasi
ikkilangan gorizontal reduktor:
a-kinematik sxemasi; *b*-umumiy ko'rinishi

Uzatish nisbatlarining oralig'i xuddi yoyilgan sxemaniki kabi bo'ladi. Sekinyurar pog'onaning kenglik koeffitsienti – $\psi_{as} = 0,4 \div 0,5$; tezyurar pog'onaning har bir yarim shevronini kenglik koeffitsienti – $\psi_{at} = 0,5 \psi_{as}$. Sekinyurar qiya tishli pog'ona tishining qiyalik burchagi – $\beta = 8^\circ \div 20^\circ$, shevronniki – $\beta = 25^\circ \div 45^\circ$.

Ikki pog'onali quvvati bir oqim bo'yicha bo'lgan o'qdosh reduktor o'lchamlari va massasi bo'yicha ikkilangan reduktorga yaqinroq bo'ladi, lekin uzatish nisbatini 25% ga ko'proq qilish imkonini beradi. O'qdosh gorizontal reduktor (S2S) 1.5-shaklda ko'rsatilgan, 1.6-shaklda esa vertikal o'qdosh reduktor (S2S_v) tasvirlangan. O'qdosh sxema bunday reduktorning komponovkalash imkonlarini cheklaydi. Vazifasi o'xshash bo'lgan planetar reduktorlar (P2) ga nisbatan ularning massasi bir xil, gabarit o'lchamlari ko'proq, eng katta uzatish nisbati esa kam bo'ladi, konstruksiya jihatdan ular soddaroq, tishli g'ildiraklar tishlarining soni kam va tayyorlanishi nisbatan osonroq.



1.5-shakl. Silindrik ikki pog'onali o'qdosh gorizontaal quvvati
1 oqimli reduktor:
a-kinematik sxemasi; *b*-umumiy ko'rinishi



1.6-shakl. Vertikal o'qdosh reduktor sxemasi

Asosiy parametrlari bo'yicha o'qdosh reduktorlar yoyilgan sxemadagi reduktorlarga yaqinroq. Tezyurar pog'onaning kenglik koefitsienti odatda sekinyuramikidan kam. Quvvati uch oqimli o'qdosh reduktorlar murakkabroq, oqimlar bo'yicha yuklanishni tenglashtiruvchi qurilma yoki yuqori aniqlik talab qiladi. Ularni qo'llash faqat katta burovchi moment uzatganda maqsadga muvofiq bo'ladi. Planetar reduktorlarning keng tarqalishi munosabati bilan ulardan foydalanish sohalari kamayib bormoqda.

Uch pog'onali reduktorlar. Bu reduktorlar ko'pincha yoyilgan yoki ikkilangan reduktorlar asosida tayyorlanadi. O'qdosh sxema asosida yaratilgan uch pog'onali reduktor o'qdosh bo'lmagan tezyurar va sekinyurar vallarga ega bo'ladi. Tor tezyurar pog'ona konstruksiyasini ratsional qilib yaratish qiyin. Bunday reduktorlar kam qo'llaniladi.

Yoyilgan sxema bo'yicha tayyorlanganda vallar o'qlarini bir ajralish tekisligida joylashtiriladi. Bu texnologik jihatdan qulay, lekin reduktorning uzunligi va massasini oshiradi. Tezyurar pog'onani pastda ajralish sirtiga burchak ostida joylashtirish biroz qiyinroq, lekin uzunlik va massani kamaytirish imkonini beradi. Bunda ikki pog'onali reduktorning korpus detalini unifikatsiyalashtirish (bir xillash) mumkin, bu esa kam seriyalarni ishlab chiqarishda qulay. Yoyilgan sxema asosidagi uch pog'onali reduktorda tezyurar g'ildirakni oraliq pog'ona yarimshevronlari orasida o'rnatish qiyin va qiya tishli uzatmani tezyurar pog'onada qo'llash mumkin emas. Buning sababi shundan iboratki qiya tishli uzatmaning o'q bo'ylab yo'nalgan kuchi oraliq pog'onaning yarimshevronlari orasida yuklanishning notekis taqsimlanishiga olib keladi. Shu sababli tezyurar pog'onada shevron uzatma qo'llanadi. Yoyilgan sxemadagi uch pog'onali reduktorlar faqat og'ir mashinasozlikda qo'llaniladi.

Uzatishlar nisbati oralig'i $i = 25 \div 250$, lekin, odatda, $i = 31,5 \div 180$ olinadi, qolgan parametrlari xuddi ikki pog'onali reduktorlarniki kabi bo'ladi.

Ko'p pog'onali reduktorlar. Yoyilgan sxemadagi ko'p pog'onali reduktorlar uch pog'onalilar turi kabi konstruktiv tayyorlanadi.

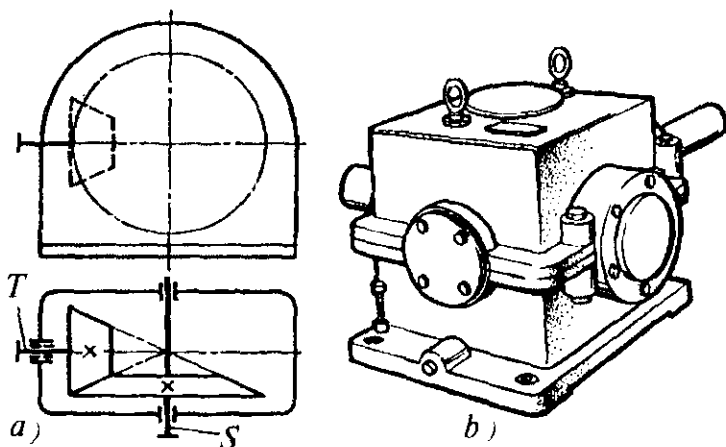
Hamma vallarning bir tekislikda joylashishining asosiy kamchiligi reduktorning katta uzunligi va korpus hajmidan yomon foydalanish. Shu sababli ko'pincha ko'ppog'onali reduktorlarni «yig'ilgan» qilib tayyorlanadi, bunda ular eng kam hajmni egallaydi.

1.3-§. Konussimon reduktorlar

Zamonaviy konussimon reduktorlarning g'ildiraklari doiraviy tishli qilib tayyorlanadi. Shesternada manfiy o'q bo'yicha yo'nalgan kuch shesternani ilashmaga siqib qo'yadi, uning oldini olish uchun tishli g'ildirak aylanish yo'nalishi va tish qiyaligining yo'nalishini bir xil olish kerak.

Uzatishlar sonining oralig'i — $u = 1 \div 6,3$, lekin $u \geq 5$ bo'lsa, iloji boricha qo'llamagan ma'qul. Agar reduktorda u lar to'plamining hammasini qo'llash zarur bo'lsa, ikki korpusni ishlatishni ko'zda tutish kerak: $u = 1 \div 2,8$ da «enli» (KSh) va $u = 3,15 \div 5$ da «ensiz» reduktor (K) bo'ladi. Bunday unifikatsiyadan chetga chiqish K turidagi ensiz reduktorlar massasini ikki barobar kamaytiradi. Kenglik koeffitsienti o'zgarmas: $\psi = b/R_c = 0,285$. Bu yerda: R_c — konuslik masofasi. Kenglikni Ra 40 qatori bo'yicha me'yoriy uzunliklarga yaxlitlab olish natijasida amalda $\psi = 0,27 \div 0,3$ oralig'ida bo'ladi.

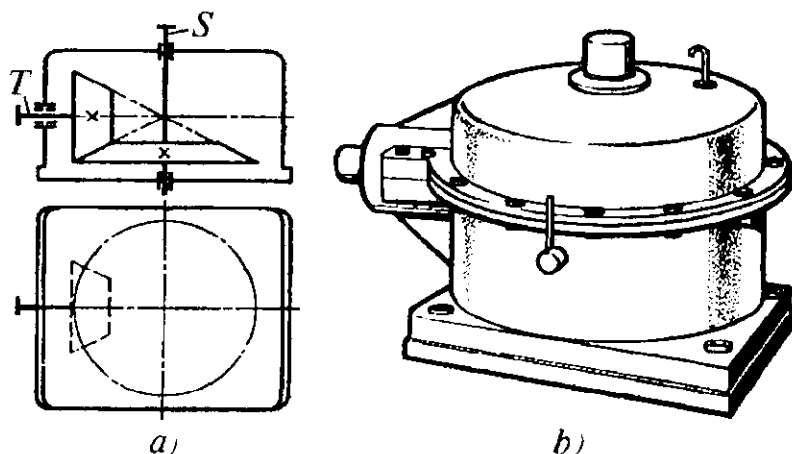
G'ildirak o'rtasida tishning qiyalik burchagi $\beta_m = 35^\circ$ bo'lishi maqsadga muvofiq.



1.7-shakl. Konussimon tishli g'ildirakli bir pog'onali reduktor:
a — kinematik sxemasi; b — umumiy ko'rinishi

G'ildirakni tayanchlar orasida, shesternani esa konsol qilib joylashtirish maqsadga muvofiq. Shesternani tayanchlar orasida joylashtirish ancha qiyin, lekin bu holat reduktor uzunligini kamaytirishga olib keladi.

1.7 va 1.8-shakllarda gorizontal enli (KSh) va sekinyurar g'ildiragi vertikal bo'lgan (KSh_{vs}) konussimon reduktorlar tasvirlangan.



1.8-shakl: Sekinyurar g'ildiragi vertikal bo'lgan konussimon keng reduktor:

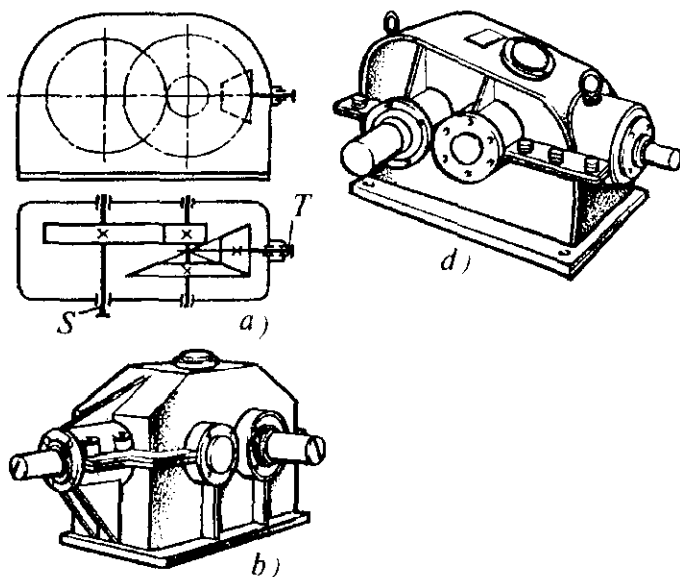
a-kinematik sxemasi; *b*-umumiy ko'rinishi

1.4-§. Konussimon-silindrik reduktorlar

Konussimon-silindrik reduktorlarning pog'onalar soni va komponovkasidan qat'i nazar, konussimon pog'onasi tezyurar qilib tayyorlanadi. Bunday uzatmaning parametrlari xuddi konussimon tor (ensiz) reduktorlar kabi bo'ladi. Silindrik pog'onalarining parametrlari yoyilgan sxemadagi silindrik reduktorlarnikiga o'xshash bo'ladi. Uzatish nisbatlari $-i = 8 \div 31,5$.

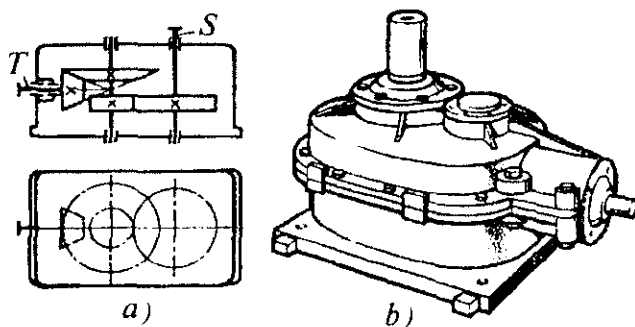
Konussimon-silindrik reduktorlarning komponovka imkoniyatlari juda keng.

Ikki pog'onali reduktorlar. 1.9-shaklda bunday reduktorning asosiy turi—gorizontal (KS) ko'rsatilgan; aralashtirgichlar, burilish mexanizmlari va sh.k. yuritmalarida ishlatiladigan sekinyurar g'ildiragi vertikal bo'lgan konussimon-silindrik reduktorlar (KS_{VS}) ratsional hisoblanadi (1.10-shakl).



1.9-shakl. Konussimon-silindirik ikki pog'onali gorizontal reduktor:

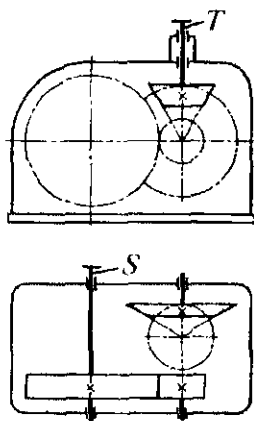
a- kinematik sxemasi; *b*-quyma korpusli reduktorning umumiy tasviri;
d-payvand korpusli reduktorning umumiy ko'rinishi



1.10-shakl. Konussimon-silindirik sekinyurar vali vertikal bo'lgan ikki pog'onali reduktor:

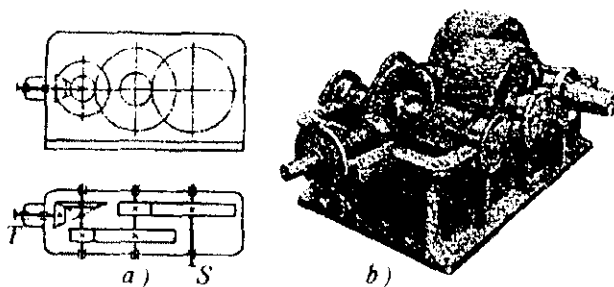
a-kinematik sxemasi; *b*-umumiy ko'rinishi

Agar tezyurar valni yuqoriga 90° burilsa, unda KS_T turdagi reduktor hosil bo'ladi (1.11-shakl). Bu reduktor asosida vertikal joylashgan M300 flanetsli dvigatelli MKS_{VT} motor-reduktorini yaratish qulay. Agar hamma vallar vertikal tekislikda joylashsa, MKS_{VT} motor-reduktori hosil bo'lib, u kam yuzani talab qiladi.



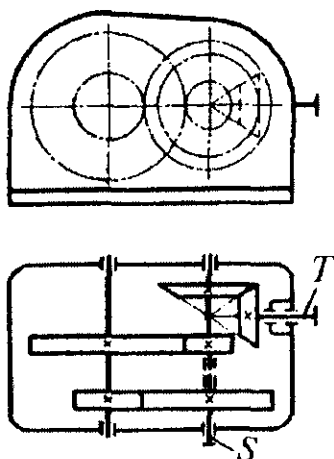
1.11-shakl. Konussimon-silindrik ikki pog'onali tezyurar vali vertikal bo'lgan reduktor

Uch pog'onali reduktorlar. Bu reduktor ikki pog'onaliga yana bir sekinyurar pog'onani qo'shib tayyorlanadi, bu esa umumiy uzatish nisbatini $i = 25 \div 140$ gacha oshiradi. Uch pog'onali uzatmalarning parametrlari xuddi ikki pog'onaliniki kabi bo'ladi.



1.12-shakl. Uch pog'onali konussimon silindrik gorizonttal reduktor: a-kinematik sxemasi; b-umumiy ko'rinishi

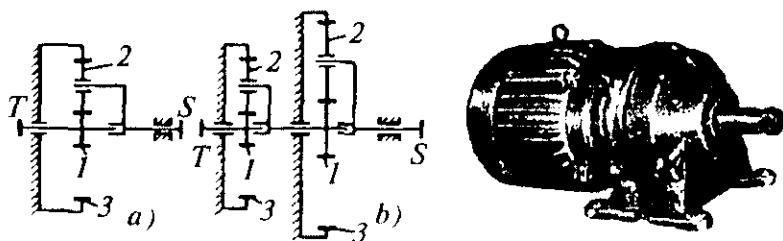
Uzatmada o'zaro joylashish variantlari soni uch pog'onali reduktorlarda ikki pog'onali reduktorlardan ko'proq, lekin ularning hammasi ham ratsional emas. 1.12-shaklda reduktorlarning asosiy turi gorizontal (KS2) tasvirlangan. Bu reduktorlarning komponovkalash imkoniyatlarini ko'rsatish uchun 1.13- shaklda KS2S-o'qdosh reduktor tasvirlangan.



1.13-shakl. Konussimon-silindrik uch pog'onali silindrik pog'onasi o'qdosh bo'lgan gorizontal reduktor

1.5-§. Planetar reduktorlar

Planetar reduktorlarning turlari ko'p, lekin mashinasozlikda oddiy planetar reduktor (1.14-shakl) ko'p tarqalgan.



1.14-shakl. Planetar reduktorlar sxemalari:
a-bir pog'onali; b-ikki pog'onali

Oddiy planetar reduktor-quyoshli g'ildirak 1, satellitlar 2 (ularning soni, odatda, uchta bo'ladi) va korpusda qo'zg'almas qotirilgan gardish 3 dan tashkil topadi. Bir necha planetar reduktorlarni ketma-ket ulab, kerakli pog'onali va zarur uzatish nisbatli reduktor hosil qilish mumkin.

Quyoshli g'ildirakning tayanchi bo'lmaydi va u tezyurar val bilan tishli mufta orqali ulanadi, bu hol shesternaga satellitlar orqali o'zi o'mashishiga yordam beradi va oqimlar bo'yicha quvvatning tekis taqsimlanishini ta'minlaydi. Aksariyat hollarda to'g'ri tishli ilashma ishlatiladi. Satellitlar ko'pincha sferik podshipniklarda o'rnatiladi, bu esa tishli gardish eni bo'yicha yuklanishning tekis taqsimlanishini ta'minlaydi.

Planetar reduktorlar asosida motor-reduktorlar (MP) tayyorlanadi. Ko'pincha planetar uzatmalarni oddiy silindrik uzatmalar bilan qo'shib ishlatiladi.

To'lqinsimon uzatmalar. To'lqinsimon uzatmalar planetar uzatmalarning bir turi hisoblanadi.

Mashinasozlikda ikki to'lqinli qo'zg'almas biki g'ildirakli to'lqinsimon uzatmalar ko'p tarqalgan.

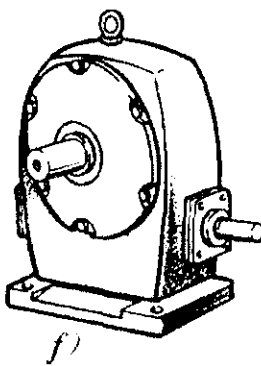
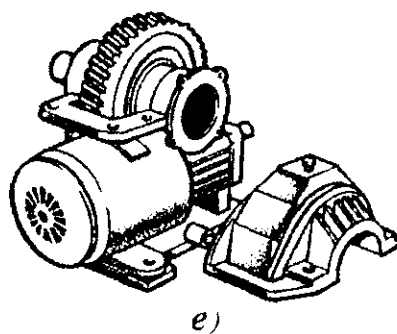
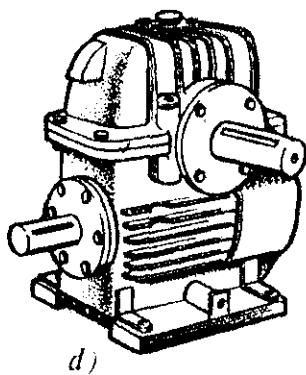
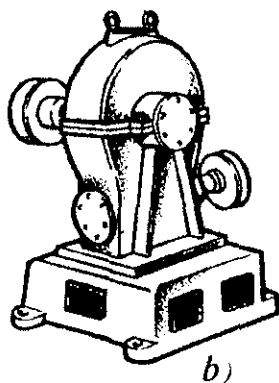
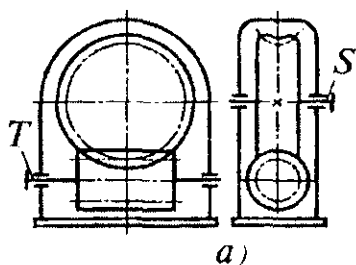
To'lqinsimon reduktorlarning asosiy afzalliklari: katta uzatish nisbati (bir pog'onada 315 gacha), ilashmaning ko'p juftligi sababli (g'ildirakning hamma tishlarini 25% gacha) yuqori yuklanish qobiliyati, yuqori kinematik aniqlik, valga tushadigan yuklanishning kamligi, kichik nisbiy massa (oddiy planetar reduktorlardan ikki barobar kam), uzatish nisbati $i = 80 \div 315$ oralig'ida ancha yuqori foydali ish koeffitsienti – $\eta = 0,9 \div 0,7$ bo'ladi.

1.6-§. Chervyakli reduktorlar

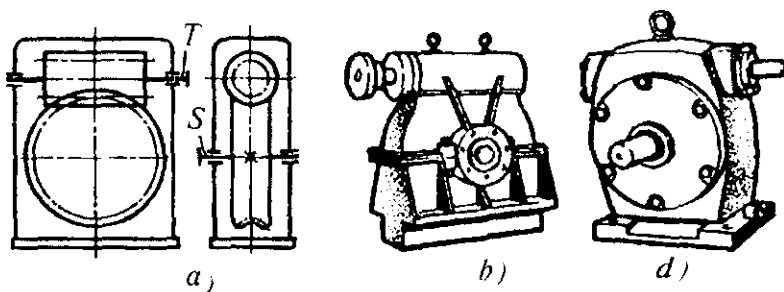
Chervyakli reduktorlar bir pog'onada katta uzatish nisbatini amalga oshirish imkonini beradi. Yuqori vibroakustik xususiyatlari tufayli hamma lift lebedkalari faqat chervyakli reduktorlar bilan ji-hozlanadi.

Lekin foydali ish koeffitsienti kichik va xizmat resursi tishli reduktorlarga nisbatan kam bo'lgani uchun to'xtovsiz harakatlanadigan mashinalarda ularni qo'llash tavsiya etilmaydi.

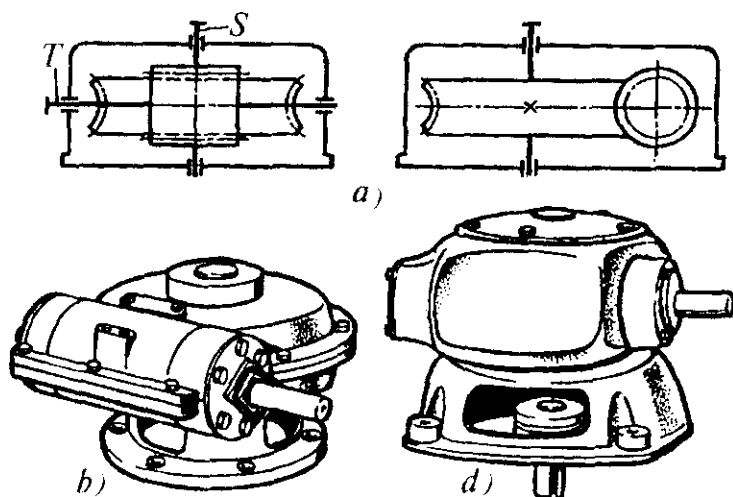
Komponovkalash imkoniyatlari chervyakning fazoda joylashish holatiga bog'liqligi uchun cheklangan bo'ladi (1.15-1.17- shakllar).



1.15-shakl. Chervyagi pastda joylashgan chervyakli reduktor:
a-kinematik sxemasi; *b*-ajraladigan korpusli reduktorning umumiy koʻrinishi;
d- ajraladigan korpus qovurgʻali va tabiiy sovutiladigan reduktorning umumiy
koʻrinishi; *e*-qopqogʻi olingan reduktorning umumiy koʻrinishi; *f*-ajralmaydigan
korpusli reduktorning umumiy koʻrinishi

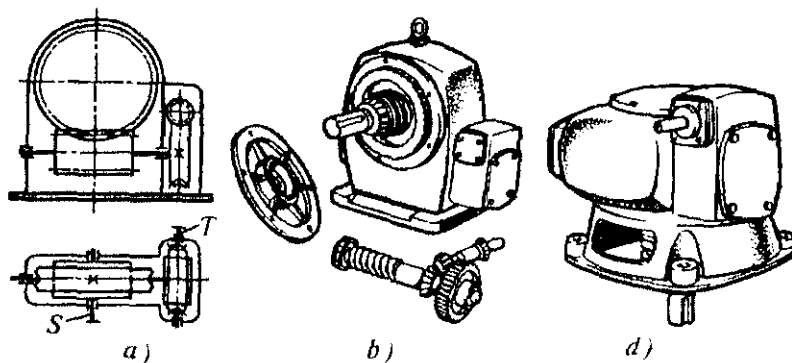


1.16-shakl. Chervyagi yuqorida joylashgan chervyakli reduktor:
a-kinematik sxema; *b*-ajraladigan korpusli reduktorning umumiy ko'rinishi;
d-ajralmaydigan korpusli reduktorning umumiy ko'rinishi



1.17-shakl. Sekinyurar g'ildiragi vertikal bo'lgan chervyakli reduktor:
a-kinematik sxemasi; *b*-ajraladigan korpusli reduktorning umumiy ko'rinishi;
d- ajralmaydigan korpusli reduktorning umumiy ko'rinishi

Ba'zan sekinyurar mashinalar yuritmasi uchun juda katta uzatish nisbatlari kerak bo'ladi. Bunday holatda uzatish nisbati 400 ga yetadigan ikki pog'onali chervyakli reduktorlar ishlatish hisobiga amalga oshiriladi (1-18-shakl).



1-18-shakl. Ikki pog'onali chervyakli reduktor:
a-kinematik sxemasi; b va d-variantlarning umumiy ko'rinishi

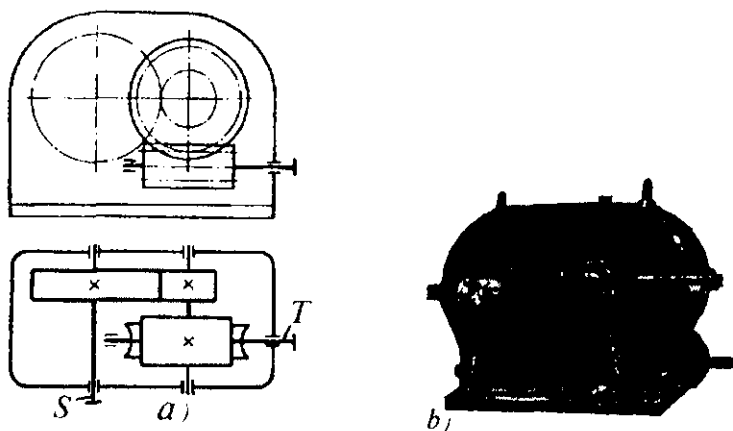
Ikki pog'onali chervyakli reduktorni bir korpusda tayyorlash qiyin. Yaxshisi bir pog'onali reduktorlardan foydalangan ma'qul. Bunda sekinyurar reduktor chervyagining shlitsali uchi tezyurar reduktor kovak sekinyurar valiga o'tqaziladi va buralib ketmasligi uchun mahkamlab qo'yiladi.

Bunday variriantni tayyorlash ancha qulay va arzon bo'ladi.

1.7-§. Chervyakli-silindrik va silindr-chervyakli reduktorlar

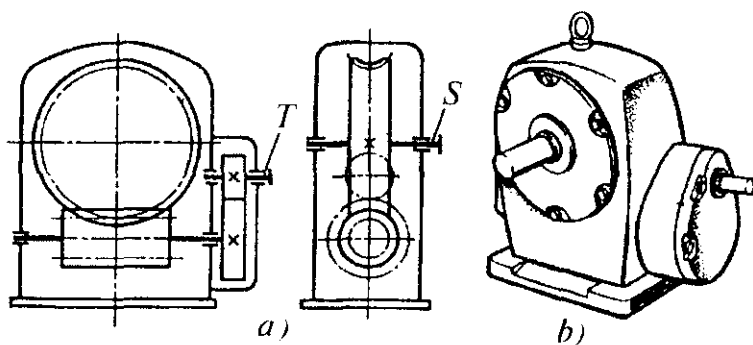
Bu reduktorlar ikkala turining ham tezyurar va sekinyurar valarining joylashishi ortogonal bo'lib, o'xshash komponent sxemalariga ega.

Chervyakli-silindrik reduktor tezyurar chervyakli pog'onali (parametrlari oddiy bo'lgan) va bir (ChS) yoki ikki (ChS2) parametrlari yoyilgan sxemadagi silindrik reduktor kabi silindrik pog'onalariga ega bo'ladi. Bu reduktor juda katta uzatish nisbatli va past darajadagi shovqinli bo'ladi. Chervyak odatda pastda joylashib (1.19-shakl), bu ilashmani moylash, chervyak podshipniklarning joylashishi va yig'ish sharoitlari bilan bog'liq bo'ladi.



1.19-shakl. Chervyakli-silindrik ikki pog'onali reduktor
a-kinematik sxemasi; b-umumiy ko'rinishi

Silindr-chervyakli reduktorlar (SCh) ikki pog'onali qilib tayyorlanadi (1.20-shakl). ChS reduktoriga nisbatan ularning uzatish nisbatlari kam, shovqini ko'proq bo'ladi.



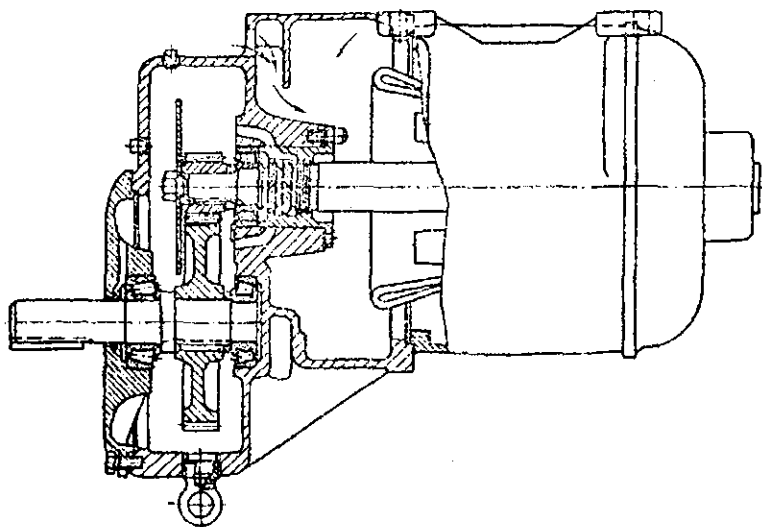
1.20-shakl. Silindr-chervyakli reduktor:
a-kinematik sxemasi; b-umumiy ko'rinishi

1.8-§. Motor-reduktorlar

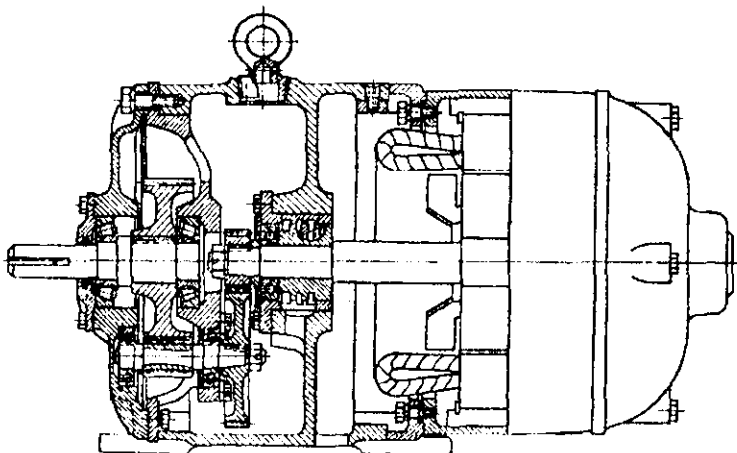
Prinsipial jihatdan motor-reduktorlar yuqorida ko‘rilgan reduktor turlarining asosida tayyorlanishi mumkin, ammo ko‘pincha bir korpusda yoki blokli qilib tayyorlangan o‘qdosh sxemada qo‘llanadi. Birinchi holda reduktor va motor (dvigatel) statori bir korpusda joylashtiriladi, bu esa gabarit o‘lchamlarini kamaytirib, motor-reduktor tashqi ko‘rinishini yaxshilaydi, lekin uning ta‘mirlashga yaroqliligini kamaytiradi.

Ikkinchi holda motor-reduktorning ikkala qismi bloklardan iborat bo‘lib, flanetslar yordamida biriktiriladi.

Motor-reduktorlarning eng ko‘p tarqalgan tipik vakillari 1.21 va 1.22-shakllarda ko‘rsatilgan.



1.21-shakl. Bir pog‘onali motor-reduktor



1.22-shakl. Ikki pog'onali o'qdosh motor-reduktor

1.9-§. Reduktorlarning asosiy parametrlarini tanlash

Reduktorlarning asosiy parametrlariga quyidagilar kiradi: ularning bosh parametrlari (o'qlararo masofa, yetaklagich radiusi, konussimon g'ildirak bo'luvchi konusi asosining diametri); uzatish nisbatlari va soni; kenglik koeffitsienti; modullari; tishning qiyalik burchagi; chervyak diametrlarining koeffitsientlari.

Bosh parametrlarni hamma hollarda ham quyidagi yagona qatordan tanlash lozim:

25; 28; 32; 36; 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.

Reduktorlarning uzatish nisbatlari va ularning pog'onalari bo'yicha uzatish sonlari quyidagi yagona qatordan tanlanishi tavsiya etiladi (nominal qiymatdan chetga chiqish $\pm 4\%$):

1,00; 1,12; 1,25; 1,40; 1,60; 1,80; 2,00; 2,24; 2,50; 2,80; 3,15; 3,55; 4,00; 4,50; 5,00; 5,60; 6,30; 7,10; 8,00; 9,00; 10,00; 11,2; 12,5; 14,0; 16,0; 18,0; 20,0; 22,4; 25,0; 28,0; 31,5; 35,5; 40,0; 45,0; 50,0; 56,0; 63,0; 71,0; 80,0; 90,0; 100; 112; 125; 140; 160; 180; 200; 224; 250; 280; 315; 355; 400; 450; 500; 560; 630; 710; 800; 900.

Katta uzatish nisbati olish talab qilinganda qator yana davom etirilishi mumkin.

Kenglik koeffitsienti (tishli gardishning ishchi kengligi – enining bosh uzatma parametriga nisbati) ni quyidagi qatordan tanlash tavsiya etiladi: 0,063; 0,08; 0,10; 0,125; 0,16; 0,20; 0,25; 0,315; 0,40; 0,50; 0,63; 0,80; 1,00; 1,25.

Planetar va chervyakli reduktorlar uchun Ra20 qatoridan foydalanishga ruxsat etiladi.

Silindrik reduktorlar. Reduktor qo'shni pog'onalarining o'qlararo masofasining nisbati ushbu qatordan olinadi: 1,12; 1,25; 1,4 va 1,6. 1,12 dan kam nisbatda tezyurar g'ildirak sekinyurar valga tegib qoladi. Nisbat 1,6 dan katta bo'lganda konstruktiv gabarit o'lchamlari va massasi bo'yicha reduktor noratsional bo'ladi. Nisbatning konkret keng pog'onalar bo'yicha qiymatlarini reduktor uzatish nisbatlarini taqsimlashda aniqlanadi.

Hozir texnikalarda g'ildirak tishlarining qattiqligi ortishi bilan egilish bo'yicha zarur mustahkamlikni ta'minlash uchun modullarni oshirish va natijada bir pog'onada uzatish nisbatini kamaytirish kuzatilmoqda.

Modullarning oshishi bir pog'onadagi eng katta uzatish sonini kamaytiradi (1.1-jadval).

1.1-jadval

Bir pog'onadagi eng katta uzatish sonlari

Uzatma pog'onasi	Qattiqligi	u_{max}
Hamma reduktorlardagi sekinyurar va oraliq	HB $\leq$ 350	6,3
	HRC 40–56	6,3
	HRC 56–63	5,6
O'qdosh reduktordan bo'lak hamma reduktorlardagi tezyurar	HB $\leq$ 350	8
	HRC 40–56	7,1
	HRC 56–63	6,3
O'qdosh reduktorlardagi tezyurar	HB $\leq$ 350	10
	HRC 40–56	9
	HRC 56–63	8
Ochiq	HB $\leq$ 350	25

1.2-jadvalda kenglik koeffitsienti $\psi_a = b/a_w$ ning tavsiya etiladigan qiymatlari berilgan. Kichik qiymatlar sekinyurar pog'onaning uzatish soni $u_s \geq 4$ bo'lganda, katta qiymatlari esa $u_s \leq 4$ da qo'llanadi.

Hamma hollarda ham gardish kengligining shesterna diametriga nisbati $\psi_d = b/d_1 = 0,5\psi_a(u+1)$ ni tekshirish zarur, u konsentratsiya koeffitsienti K_β ga ta'sir etadi. Uzatma reduktor o'rta tekisligiga simmetrik bo'lmagan holda $-\psi_d \leq 1,5$, simmetrik bo'lganda $\psi_d \leq 1,8$ olinadi.

1.2-jadval

Kenglik koeffitsientining qabul qilingan qiymatlari

Uzatmaning holati yoki turi	Qattiqligi	Ψ_a
– nosimmetrik	HB $\leq$ 350	0,315–0,4
	HRC $\geq$ 40	0,25–0,315
– simmetrik	Istalgan qiymatda	0,4–0,5
– orasi uzaytirilgan (enli) shevron		0,2–0,25
– ariqchali (ensiz) shevron		0,63–1,0

Kontakt mustahkamlik bo'yicha asosiy o'lchamlarni aniqlagach modulning qiymati hisoblab topiladi. Modulning o'qlararo masofaga nisbatining taxminiy qiymati quyidagicha: tishning qattiqligi HB $\leq$ 350 bo'lganda $m_n/a_w = 0,01 \div 0,02$; HRC $\geq$ 40 da $m_n/a_w = 0,016 \div 0,0315$. Chidamlilik koeffitsienti K_{HCh} kamayganda m_n/a_w nisbat oshadi.

Modul ushbu qisqartirilgan qatordan tanlab olinadi: 0,1; 0,12; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10; 12,5; 16; 20; 25.

Chervyakli uzatmalar uchun bu modullar yonbosh modul bo'ladi. I dan kichik modullar faqat to'liqinsimon reduktorlarda qo'llaniladi.

Sanoatda ko'p tarqalgan reduktorlarda (planetarlar bundan mustasno), ko'p hollarda qiya tishli (ba'zan shevron tishli) uzatmalar qo'llaniladi, tishning qiyalik burchagi $-\beta = 8^\circ \div 20^\circ$, lekin iloji bo'lsa 18° dan oshirmaslik kerak, chunki podshipniklarning yuklanishi bo'ylama o'q bo'yicha kuchlarning ortishi hisobiga o'sadi. β burchak o'q bo'yicha qoplanish koeffitsienti ε_β orqali aniqlanadi, u esa 1,1 dan ko'p bo'lishi kerak. Agar tish bo'ylama modifikatsiya qilingan bo'lsa («bochkasimon tishlar») bu koeffitsientini 1,25 dan kam olish tavsiya etilmaydi.

Agar uzatmalarga maxsus talablar qo'yilmasa, masalan, oraliq vallar o'q bo'ylab yo'nalgan kuchlarni qisqartirishi zarur bo'lsa, g'ildirak tishi o'ng yo'nalishda, shesternaniki esa chap yo'nalishda tayyorlanadi.

Planetar reduktorlar. Planetar uzatmaning bosh parametri – yetaklagich radiusi R_0 , yuqorida ko'rsatilgan 23-betdagi bosh parametrlar qatoridan tanlanadi.

Radiuslar nisbati – 1; 1,12; 1,25; va 1,4 qatordan tanlanadi. Ikki pog'ona radiuslarining tengligi bir qator konstruktiv va texnologik afzalliklarga ega bo'ladi, lekin reduktor diametri va uning massasini bir oz oshirib yuboradi. Reduktor massasini minimallashtirish uchun uning uzatishlar nisbatini taqsimlashda radiuslar nisbati topiladi.

Oddiy planetar uzatmaning uzatishlar nisbati – $i = 3,15 \div 12,5$, lekin ancha tor oraliq ($i = 4 \div 10$)da bo'lishi maqsadga muvofiq. Ikki pog'onali reduktorlarda mos ravishda oraliq $i = 10 \div 125$ bo'ladi (maqsadga muvofiq'i $16 \div 100$).

Kenglik koeffitsienti – $\Psi_R = b/R = 0,4 \div 1$. Uzatish nisbati oshishi bilan Ψ_R koeffitsient kamayadi.

Tish eni bo'yicha yuklanishning to'planishi (konsentratsiyasi) koeffitsienti K_β ni aniqlovchi parametr quyoshli g'ildirak enining diametriga nisbati $\Psi_d = b/d_1$ bo'ladi, u 1,6 dan ko'p bo'lmashligi zarur. Kenglik koeffitsientlarining nisbati – $\Psi_d = 0,25 \Psi_R \cdot i$.

Planetar reduktorlarning moduli o'xshash silindrik reduktorlarnikidan o'rtacha 1,4 marta ko'p. Buning sababi shuki, planetar reduktor satellitlarining tishlarida hosil bo'luvchi kuchlanishlar simmetrik siklda o'zgaradi, silindrik reduktorlar g'ildiraklarining tishlarida esa ancha yengilroq pulsatsiyalanuvchi siklda o'zgaradi.

Modulning yetaklagich radiusiga nisbatining taxminiy qiymatlari: quyosh g'ildiragi va satellitlar tishlarining qattiqligi $HB \leq 350$ da $m/R = 0,016 \div 0,025$ va $HRC \geq 40$ da $m/R = 0,025 \div 0,04$ bo'ladi.

Quyosh g'ildiragining tishlari soni z_1 12 dan kam bo'lmashligi kerak.

Keltirilgan qiymatlar sekinyurar pog'onaga tegishli. Ikki pog'onali reduktorlarning tezyurar pog'onasida modul taxminan ikki barobar kam.

Sanoatda ko'p tarqalgan planetar reduktorlarning uzatmalari, odatda, to'g'ri tishli qilib tayyorlanadi, satellitlar sferik podshipniklarga o'rnatiladi, bu holat K_β koeffitsientni kamaytiradi.

To'liqinsimon reduktorlar. To'liqinsimon reduktorlarning bosh parametri deformatsiyalanmagan holdagi elastik g'ildirakning ichki o'rnatiladigan diametrini bosh parametrlarning yagona qatoridan tanlanadi (23-betga qarang) va uni elastik zo'ldirli podshipnik tashqi diametrining amaldagi qiymati bilan belgilanadi.

Uzatishlar nisbatining oralig'i $i = 63 \div 400$, ammo odatda $i = 80 \div 315$ oraliqdan foydalaniladi. i ning kichik qiymatlarida elastik g'ildirakning zarur resursini ta'minlab bo'lmaydi, katta qiymatlarda esa tishlarning «sakrab» o'tish xavfi oshadi.

Kuch uzatadigan yuritmalarda kenglik koeffitsienti $\psi = b/d$ ni 0,2 ga teng qilib olish tavsiya qilinadi.

Konussimon reduktorlar. Konussimon uzatmaning bosh parametri – g'ildirak bo'luvchi konusi asosining diametrini bosh parametrlar yagona qatori bo'yicha tanlanadi (23-betda).

Ilashmaning geometrik o'lchamlari bilan moslashtirish uchun nominal o'lchamlarning chetga chiqishi $\pm 2\%$ oralig'ida bo'ladi.

Eng katta uzatish sonlarining tavsiya qilinadigan qiymatlari 1.3-jadvalda berilgan.

1.3-jadval

Konussimon uzatmaning eng katta uzatishlar soni

Uzatma	Tishning qattiqligi	$u_{\max}$
Yopiq	HB $\leq$ 350	6,3
	HRC $\geq$ 40	5,0
Ochiq	HB $\leq$ 350	8,0

Kenglik koeffitsientining hisobiy qiymati o'zgarmas $\psi = b/R_{ye} - 0,285$ ga teng qilib olingan. Hisobiy kenglikni muvofiq sonlarini Ra40 qatoridan yaxlitlanib olinadi. Kenglik koeffitsientining haqiqiy qiymati 0,27 – 0,30 oralig'ida bo'ladi.

Konussimon doiraviy tishning shakli modulni to'g'ridan-to'g'ri hisob bilan aniqlashni qiyinlashtiradi. Oldin g'ildirak tishlari soni z_2 aniqlanib, so'ngra yonbosh modul $m_{te} = d_{e2} / z_2$ ni hisoblash o'ng'ay. G'ildirakning tishlari soni empirik formula bilan hisoblanadi

$Z_2 \approx K \sqrt[3]{u^2} \sqrt[3]{d_{e2}}$, bu yerda: u – uzatish soni; d_{e2} – g'ildirak bo'luvchi konusi asosining diametri. Hisoblangan z_2 ning qiymati shestermaning tishlar sonini butun qilib olish maqsadida aniqlanadi – $z_1 = z_2 / u$. Bunda uzatish sonining o'zgarishi ± 4 foizgacha bo'lishi kerak.

Konussimon uzatmalarda standart modullarni qo'llash shart emas.

To'g'ri tishli konussimon uzatmalarga nisbatan ko'p yuklanish qobiliyatiga ega, kam shovqinli, tayyorlashda osonroq bo'lgan doiraviy tishli konussimon g'ildirakli uzatmalarni qo'llagan ma'qulroq. Doiraviy tishlarda kontaktning tish o'rtasida lokalizatsiya qilinishi ularni tayyorlash va yig'ish aniqligiga ta'sirchanligini kamaytiradi. Bu esa qattiq tishlarni qo'llashni osonlashtiradi. Doiraviy tishli uzatmalarni kamchiligi – ularning reversida (harakat yo'nalishi o'zgarganda), o'q bo'yicha yo'nalgan kuch qiymati va ishorasining o'zgarishi. Tishning qiyalik burchagi β_m o'rta kesimda, odatda, 35° gradus deb olinadi. Odatda, konussimon shesternalar – o'ng tish, g'ildiraklar – chap tish yo'nalishi bilan tayyorlanadi.

Shesternada o'q bo'ylab yo'nalgan kuchni konus uchidan asosiga qarab yo'naltirilgan ma'qulroq. Buning uchun shesterna tishining yo'nalishi spirali bilan uning aylanish yo'nalishi mos kelishi kerak.

Konussimon-silindrik reduktorlar. Ikki pog'onali reduktorda konussimon va silindrik pog'onalar bosh parametrlarining nisbati $d_{c2} / a = 1,12; 1,25$ va $1,4$ bo'ladi. Reduktorning umumiy uzatish nisbati oshganda d_{c2} kamayadi. Uch pog'onali reduktorlarda bu nisbat saqlanadi.

Konussimon-silindrik reduktorlarning tezyurar pog'onalari ensiz reduktorlarning konussimon uzatmalaridan, sekinyurar pog'onalari esa – yoyilgan sxemadagi ular uchun odatdagi bo'lgan parametrlari – ikki pog'onali silindrik reduktorlarning sekinyurar uzatmalaridan tuziladi.

Konussimon uzatmalarni tayyorlashdagi katta texnologik qiyinchilik ularning uzatish sonlari bo'yicha nomenklaturasini cheklaydi – ularni qisqartirilgan qator – $3,15; 4$ va 5 dan tanlash zarur.

Chervyakli reduktorlar. Uzatmalarning bosh parametrini yagona qator bo'yicha tanlab olinadi (23-bet). Ikki pog'onali reduktor o'qlararo masofasining nisbati odatda ikkiga teng bo'ladi.

Bir pog'onaning uzatish sonlari $u = 8 \div 80$ oralig'ida bo'ladi, ammo, imkoni boricha 63 dan katta olish kerak emas, chunki uzatish sonining keyingi oshishida uzatmaning foydali ish koeffitsienti va yuklanish qobiliyati tez pasayib ketadi. u ning qiymatini $Ra10$ qatordan tanlash maqsadga muvofiq.

Kenglik koeffitsienti $\psi = \frac{b}{a}$ faqat ikki qiymatga ega – 0,355 va 0,315, birinchisi z_1 (kirimi) 1 va 2 bo'lgan chervyak uchun, ikkinchisi 4 kirimli chervyaklar uchun qo'llaniladi.

Chervyakli uzatmalarda yonbosh modullar standartlashtirilgan. Chervyak vint chizig'ining ko'tarilish burchagi γ – chervyak kirimlari soni z_1 va diametr koeffitsienti q ga bog'liq.

Chervyak diametri koeffitsientining qiymati – kesuvchi asboblarnomenklaturasini kamaytirish maqsadida standartlashtirilgan. q ning qiymatini ushbu qatordan tanlab olinadi: 7,1; 8,0; 9,0; 10,0; 11,2; 12,5; 14,0; 16,0; 18,0; 20,0; 22,4; 25,0.

Chervyakli uzatmalar asosiy parametrlari maqsadga muvofiq qiymatlar to'plami uzatish soni u ga bog'liq ravishda 1,4-jadvalda keltirilgan. Bunda o'qlararo masofaning qiymati Ra10 qatordan olingan.

1.4-jadval

Chervyakli uzatmaning asosiy parametrlar qatori

u	z_1	z_2	q	u	z_1	z_2	q
8	4	32	8	20	2	40	10
10		40	10	25		50	12,5
12,5		50	12,5	31,5		32	8
16	2	32	8	40	1	40	10
				50		50	12,5
				63		63	16

Uzatmaning asosiy qatori uchun modul $m \approx 1,6a_w/z_2$ bo'ladi. Agar asosiy qatorni ishlatib bo'lmasa, o'qlararo masofa a_w va uzatish soni u uchun Ra20 qiymatlarini qo'llagan ma'qul. Boshqa qiymatlarni qo'llamagan ma'qul, chunki ular chervyak diametrining koeffitsientini juda katta qiymatga va past foydali ish koeffitsientiga olib keladi.

Chervyak kirimlari soni z_1 ni 1,2 va 4 sonlaridan tanlash kerak. G'ildirak tishlarining soni z_2 ni quyidagi qatordan tanlash kerak: 32, 36, 40, 45, 50, 56, va 63. Odatda, modul chervyakli uzatma yuklanish qobiliyatini belgilamaydi, uni geometrik ko'rsatkichlar sifatida qaraladi.

Chervyakli-silindrik va silindr-chervyakli reduktorlar. Chervyakli-silindrik uzatmalarda chervyakli va silindrik pog'onalar o'qlararo

masofalari nisbatini komponovkalashda mustahkamlik sharti bo'yicha 0,5 yetarli bo'lsa ham, odatda 0,63 qilib olinadi. Silindr-chervyakli uzatmalarda tezyurar va sekinyurar pog'onalar o'qlararo masofasining nisbati 0,4 – 0,5 ga teng bo'ladi. Tegishli motor-reduktorlarda shesternani dvigatel valida va dvigatelni reduktorda joylashtirish shartidan bu nisbatni 0,63 – 0,8 gach oshirish tavsiya etiladi.

Silindr-chervyakli reduktor tezyurar pog'onasi 2 dan 3,15 gacha uzatish soniga ega. Konsol joylashgan tishli g'ildiraklar uchun yuklanish konsentratsiyasini kamaytirish uchun ensiz g'ildiraklar tavsiya etiladi. Kenglik koeffitsienti – $\Psi_a \leq 0,25$. Motor-reduktorlarda silindrik pog'onaning o'qlararo masofasi konstruktiv kattalashgani uchun qattiq tishli silindrik g'ildiraklar qo'llanmaydi.

II BOB.

REDUKTOR POG'ONALARI BO'YICHA UMUMIY UZATISH NISBATINI TAQSIMLASH

2.1-§. Reduktor uzatish nisbatini taqsimlash bosqichlari

Yuritmani umumiy komponovkalash — kinematik hisob jarayonida aniqlangan reduktor uzatish nisbatini taqsimlashdan maqsad optimallashtirishning zarur mezonlarini qanoatlantirish. Maxsus mezon, masalan, quyidagicha bo'lishi mumkin: mashinaning o'qi bo'ylab uzunasiga gabaritini kamaytirish va reduktorning kichikroq enini ta'minlash maqsadida umumiy qo'llanadigan reduktorlar uchun optimallik mezonini minimal massani ta'minlash bo'ladi.

Taqsimlashning **birinchi bosqichida** 2.1-jadvaldan pog'onalar soni tanlab olinadi.

Agar berilgan uzatish nisbati turli pog'onali reduktorlar bilan ta'minlab berilsa, unda quyidagi qoidaga rioya qilinadi: agar reduktorning balandligi, eni va massasi muhim ahamiyatga ega bo'lmasa, unda pog'onalar sonini kichik qilib olinadi, kichik uzunlikda reduktor oson tayyorlanadi va arzon bo'ladi; agar reduktorning balandligi, eni va massasi iloji boricha kichik bo'lishi talab etilsa hamda unda pog'onalar sonini kattaroq qilib olinsa, zamonaviy reduktorsozlikning an'analariga mos bo'ladi.

Ikkinchi bosqichda — kenglik koeffitsienti tanlanadi, u reduktorning massasiga kam ta'sir etsa ham, lekin uning gabarit o'lchamlarini belgilaydi. Kenglik koeffitsientining kichik qiymatlarida reduktor tor, ammo baland va uzun bo'ladi. Kenglik koeffitsientining oshirilishi reduktorning balandligi va uzunligini kamaytirib, kengligini oshiradi. Ensiz g'ildiraklar qulay, chunki bunda reduktorni tayyorlash oson bo'ladi.

Ko'p pog'onali silindrik reduktorlarda kenglik koeffitsientlarini bir xil olish kerak, bu holat faqat o'qdoosh reduktorlarga tegishli bo'lmaydi.

Uzatmalar uzatish nisbatlarining reduktor pog'onalar soniga
bog'liqligi

Reduktor	Reduktorlar		
	Bir pog'onali	Ikki pog'onali	Uch pog'onali
Silindrik	1,6 ~ 8	7,1 ~ 50	25 ~ 250
	2 ~ 6,3	8 ~ 40	31,5 ~ 180
Planetar	3,15 ~ 12,5	10 ~ 125	63 ~ 1000
	4 ~ 10	16 ~ 100	80 ~ 500
To'liqsimon	63 ~ 400	—	—
	80 ~ 315	—	—
Konussimon	1 ~ 6,3	—	—
	1 ~ 5	—	—
Konussimon-silindrik	—	6,3 ~ 40	20 ~ 200
	—	6,3 ~ 31,5	25 ~ 140
Chervyakli	8 ~ 80	63 ~ 4000	—
	8 ~ 63	63 ~ 2500	—
Chervyakli-silindrik	—	25 ~ 400	200 ~ 2000
	—	40 ~ 250	250 ~ 1250
Silindr-chervyakli	—	16 ~ 200	—
	—	16 ~ 160	—

Izoh: Suratda qo'llaniladigan uzatmaning nisbatlarining to'liq oralig'i, maxrajda esa tavsiya etiladiganlari keltirilgan.

Reduktordagi tishli g'ildiraklarni turli materiallardan tayyorlash maqsadga muvofiq emas. Shu sababli uzatish nisbatlarini taqsimlayotganda reduktor tishli juftlarining hisobiy qattiqligi bir xil deb hisoblanadi.

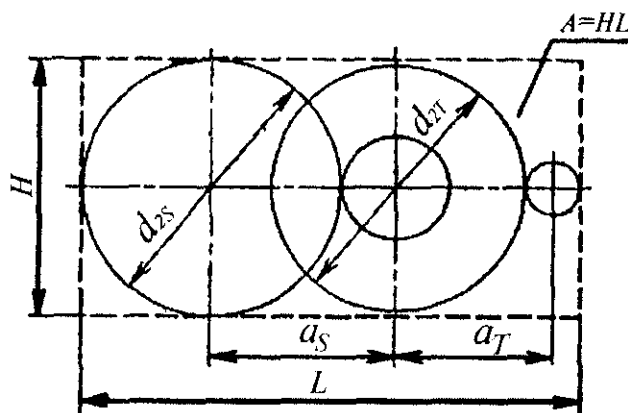
Uchinchi bosqichda – aynan uzatish nisbati taqsimlanadi. Buning amaliy hisobini eng ko'p tarqalgan reduktor turlari uchun ko'rib chiqamiz. Taqsimlash juftlarning fazodagi holatiga bog'liq bo'lmaydi.

Taqsimlashning muhim omili bo'lib chidamlilik (umrboqiylik) koeffitsienti K_{Hch} xizmat qiladi. U yuklanishning o'zgaruvchanligi va sikllar sonini reduktorning limitlovchi tishli g'ildiragi (odatda, sekinyurar shestern) kontakt kuchlanishlarining bazaviy soniga nisbatini hisobga oladi.

2.2-§. Silindrik ikki pog'onali reduktorlarning uzatish nisbatlarini taqsimlash

Silindrik ikki pog'onali reduktorlar. Yoyilgan sxemadagi reduktor (S2) da reduktorning massasi va uning shartli hajmi $V = BHL$ orasida yuqori korrelyasion bog'lanish bor. Formulada: H – balandlik, L – uzunlik (2.1-shakl); $B = \Psi_a(a_{wS} + a_{wT}) = \Psi(a_S + a_T)$ – reduktorning kengligi. Hajm bilan bog'liqlik massani minimallashtirish masalasi shartini hajmni minimallashtirishga keltirish imkonini beradi, buni esa matematik yo'l bilan analga oshirish ancha oson bo'ladi.

Massa va hajmning kenglik koeffitsienti ψ bilan kam bog'liqligi yuqorida ta'kidlangan edi. Demak, masala yon proeksiya yuzasi $A = HL$ ni minimallashtirilshga keltiriladi.



2.1-shakl. Yoyilgan va ikkilangan sxemalardagi ikki
pog'onali reduktorlarning yon proeksiyasi

Reduktor pog'onalari kontakt kuchlanish bo'yicha teng mustahkamlikka ega bo'lganda va g'ildirak bo'luvchi aylanalarining diametrlari teng bo'lganda – $d_{2S} = d_{2T}$, bu yuza minimal bo'ladi. Bu shartlar bajarilganda va $K_{HCh} < 1$ da tezyurar pog'onani uzatish soni

$$u_T \approx 0,75\sqrt[3]{i^2} \leq u_{\max}; \quad (2.1)$$

$$K_{HCh} = 1 \text{ da} \quad u_T \approx 0,9\sqrt[3]{i^2} \leq u_{\max} \quad (2.2)$$

bo'ladi

Formulalarda i – reduktorning uzatish nisbati, $u_{\max}$ – tezyurar pog'onaning eng katta uzatish soni (1.1-jadval); K_{HCh} – chidamlilik koefitsienti, $K=0,9$ pog'onalar yuklanishini hisobga oluvchi koefitsient.

Sekinyurar pog'ona uzatish soni,

$$u_S = \frac{i}{u_T} \leq u_{\max}. \quad (2.3)$$

$u_{\max}$ bo'yicha chegaralash reduktor uzatish nisbati i ni to'g'ri tanlash uchun xizmat qiladi.

u_T va u_S yagona qator bo'yicha (23-bet) standart qiymatlarga aylantirilgach, sekinyurar va tezyurar pog'onalarining o'qlararo masofalari aniqlanadi.

Hisobni faqat sekinyurar pog'ona o'qlararo masofasini topishga keltirilsa, hisoblash hajmini ikki bora kamaytirish mumkin. Buning uchun kontakt kuchlanish bo'yicha teng mustahkamlik shartidan zarur o'qlararo masofalar nisbati topiladi

$$K_{HCh} < 1 \text{ da} \quad \frac{a_S}{a_T} = \frac{K}{\sqrt[3]{u_T}} \frac{u_S + 1}{u_T + 1} \sqrt[3]{\frac{u_T^2}{u_S}}; \quad (2.4)$$

$$K_{HCh} = 1 \text{ da} \quad \frac{a_S}{a_T} = K \frac{u_S + 1}{u_T + 1} \sqrt[3]{\frac{u_T^2}{u_S}}. \quad (2.5)$$

Olingan hisobni yaqin standart qiymatga yaxlitlanadi va quyidagi formula bo'yicha tezyurar pog'ona uzatish soni aniqlanadi

$$u_T = \frac{i - T}{T - 1}, \quad (2.6)$$

bu yerda:

$$K_{HCh} < 1 \text{ da } T = \frac{a_s}{a_T} \frac{\sqrt[3]{i}}{K} 1,2; \quad (2.7)$$

$$K_{HCh} = 1 \text{ da } T = \frac{a_s}{a_T} \frac{\sqrt[3]{i}}{K}. \quad (2.8)$$

u_T standart qiymat bo'yicha (iloji bo'lsa kam tomonga) yaxlitlanadi, so'ngra (2.3) formula bo'yicha u_s topiladi.

a_T qiymatni sekinryurar pog'ona o'qlararo masofasi a_s ni topilgan a_s/a_T nisbatga bo'lib topiladi.

Misol. Reduktorning uzatish nisbati $i=22,4$; tishli g'ildiraklar chidamlilik koeffitsienti $K_{HCh}<1$; tishning qattiqligi HRC 56–63.

(2.1) formula bo'yicha

$$u_T = 0,75\sqrt[3]{i^2} = 0,75\sqrt[3]{22,4^2} = 5,96 < u_{\max} = 6,3.$$

(2.3) formula bo'yicha

$$u_s = \frac{i}{u_T} = \frac{22,4}{5,96} = 3,76 < u_{\max} = 5,6.$$

(2.4) formula bo'yicha

$$\frac{a_s}{a_T} = \frac{K}{\sqrt[3]{u_T}} \frac{u_s + 1}{u_T + 1} \sqrt[3]{\frac{u_T^2}{u_s}} = \frac{0,9}{\sqrt[3]{5,96}} \frac{3,76 + 1}{5,96 + 1} \sqrt[3]{\frac{5,96^2}{3,76}} = 1,08.$$

Standart nisbat $a_s/a_T=1,12$ ni qabul qilamiz.

(2.7) formula bo'yicha

$$T = \frac{a_s}{a_T} \frac{\sqrt[3]{i}}{K} 1,2 = 1,12 \frac{\sqrt[3]{22,4}}{0,9} 1,2 = 4,21.$$

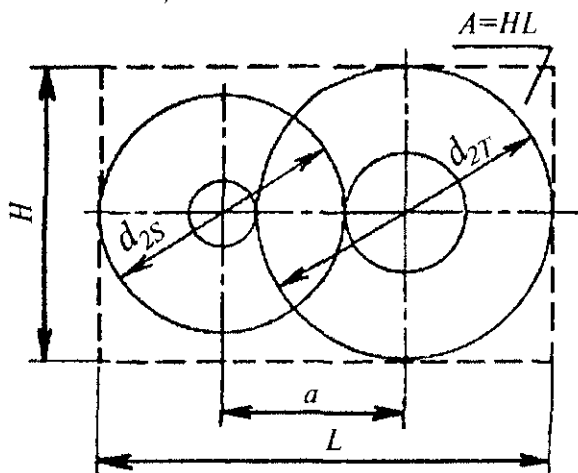
(2.6) formula bo'yicha

$$u_T = \frac{i - T}{T - 1} = \frac{22,4 - 4,21}{4,21 - 1} = 5,67.$$

Standart qiymat $u_T = 5,6 < u_{\max} = 6,3$ ni qabul qilamiz.
Sekinyurar pog'ona uzatish soni.

$$u_S = \frac{i}{u_T} = \frac{22,4}{5,6} = 4 < u_{\max} = 5,6.$$

Ikkilangan sxemadagi reduktor (S2Sh) ning uzatish nisbatini taqsimlash tartibi, xuddi yoyilgan sxemadagi reduktor kabi bo'ladi, lekin koeffitsient $K = 0,85$ olinadi.



2.2-shakl. Tashqi ilashmali ikki pog'onali o'qdosh reduktor yon proektsiyasi

O'qdosh sxemadagi va tashqi ilashmali reduktor (S2S).
O'qdosh reduktorlarda (2.2-shakl) pog'onalarining o'qlararo masofasi teng bo'ladi va g'ildiraklar diametrlarining tengligi $A = HL$ yuzani minimallashtirishni ta'minlab bermaydi. Pog'onalar uzatish sonlari u_T va u_S nisbatlarni o'zgartirganda tezyurar g'ildirak d_{2T} bo'luvchi aylanasi diametri amalda o'zgarmaydi, bu, demak, reduktorning balandligi H ham o'zgarmaydi. Reduktorning uzunligi

$$L = \frac{d_{2T}}{2} + a + \frac{d_{2S}}{2} = \frac{d_{2T}}{2} + a + a \cdot \frac{u_S}{u_S + 1},$$

bo'ladi,

$$d_{2T} \approx const$$

bo'lgani uchun uzunlik o'zgarishi o'qlararo masofa a va sekinyurar g'ildirak radiusi $\frac{d_{2S}}{2}$ larni kamaytirish hisobiga erishiladi. Bundan ko'rinadiki, reduktor massasini minimazatsiyalashtirish uchun pog'onalarining kontakt kuchlanish bo'yicha teng mustahkamligini saqlagan holda sekinyurar uzatma uzatish soni u_S ni iloji boricha eng kam bo'lganini tanlash kerak va bunda $u_T \leq u_{max}$ ta'minlanishi lozim.

Tezyurar pog'ona uzatish soni u_T (2.6) formuladan aniqlanadi, lekin koeffitsient T quyidagicha hisoblanadi:

$$\left. \begin{aligned} K_{HCh} < 1 da \quad T &= \frac{1,25}{K} \sqrt[3]{i}; \\ K_{HCh} = 1 da \quad T &= \frac{1}{K} \sqrt[3]{i}. \end{aligned} \right\} \quad (2.9)$$

Tashqi ilashmali o'qdosh reduktor uchun $-K = 0,9$.

Ko'pincha, $u_T > u_{max}$ bo'ladi. Bu holda $u_T = u_{max}$ deb olinib, (2.3) formula bo'yicha u_S aniqlanadi, u_T ning konstruktiv kamaytirilishi tezyurar pog'onaning kam yuklanishiga olib keladi. Bunda teng mustahkamlikni ta'minlash shartidan $\Psi_T < \Psi_S$ bo'ladi. Zarur nisbat

$$K_{HCh} < 1 da \quad \frac{\Psi_S}{\Psi_T} = \frac{K^3}{\sqrt[3]{u_T}} \left(\frac{u_S + 1}{u_T + 1} \right)^3 \frac{u_T^2}{u_S} ; \quad (2.10)$$

$$K_{HCh} = 1 da \quad \frac{\Psi_S}{\Psi_T} = K^3 \left(\frac{u_S + 1}{u_T + 1} \right)^3 \frac{u_T^2}{u_S} . \quad (2.11)$$

Misol. Reduktorlarning uzatish soni $-u = 40$; Tishli g'ildiraklar uchun $-K_{HCh} = 1$, tish qattiqligi $-HB < 350$.

(2.10) formuladan

$$T = \frac{\sqrt[3]{i}}{K} = \frac{\sqrt[3]{40}}{0,9} = 3,80.$$

(2.6) formula bo'yicha

$$u_T = \frac{i - T}{T - 1} = \frac{40 - 3,8}{3,8 - 1} = 12,93 > u_{\max} = 10.$$

Uzatish sonlarining yagona qatori bo'yicha (23-bet) $u_T \approx 10$ deb qabul qilamiz.

(2.3) formula bo'yicha

$$u_s = \frac{i}{u_T} = \frac{40}{10} = 4.$$

(2.12) formula bo'yicha

$$\frac{\psi_s}{\psi_T} = K^3 \left(\frac{u_s + 1}{u_T + 1} \right)^3 \frac{u_T^2}{u_s} = 0,9^3 \left(\frac{4 + 1}{10 + 1} \right)^3 \frac{10^2}{4} = 1,71.$$

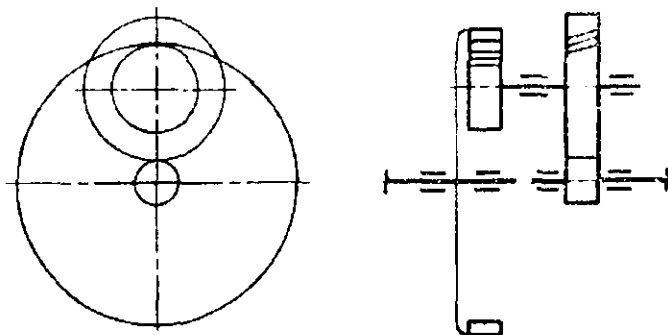
Tezyurar pog'ona enining minimal koeffitsienti

$$\psi_T = \frac{\psi_s}{1,71} = 0,585 \psi_s.$$

1.2-jadval bo'yicha uzil-kesil $\Psi_T = 0,63 \Psi_s$ deb tanlab olamiz.

**O'qdosh sxemali va sekinyurar pog'onasi ichki ilashmali re-
duktor (S2S_{VN}) (2.3-shakl).**

Sekinyurar shesternyaning konsol joylashishi tish eni (kengligi) bo'yicha yuklanish konsentratsiyasining ancha oshishiga olib keladi. Shu sababli kenglik koeffitsientini 0,2 – 0,25 gacha cheklanadi. Reduktorning uzatish nisbatlari qancha katta bo'lsa, bu koeffitsientning qiymati shuncha kam bo'lishi kerak. Taqsimlanishning birinchi bosqichida ikkala juft g'ildiraklari eni teng deb olinadi, yuqorida qat-tiqliklar tengligi aytilgan edi.



2.3-shakl. Ikki pog'onali sekinyurar pog'onasi
ichki ilashmali o'qdosh reduktor

Tezyurar pog'ona uzatish soni

$$u_T = \frac{i - T}{T + 1} \leq u_{\max}. \quad (2.12)$$

Koeffitsiyentlar

$$K_{HCh} < 1 \text{ da } T = 1,13\sqrt[3]{i}; \quad (2.13)$$

$$K_{HCh} = 1 \text{ da } T = 0,94\sqrt[3]{i}. \quad (2.14)$$

Bu sxema uchun $-K = 0,95$

Eng katta uzatish nisbatlarni xuddi yoyilgan sxemadagi reduktorlarnikiday qilib olish kerak (23-bet).

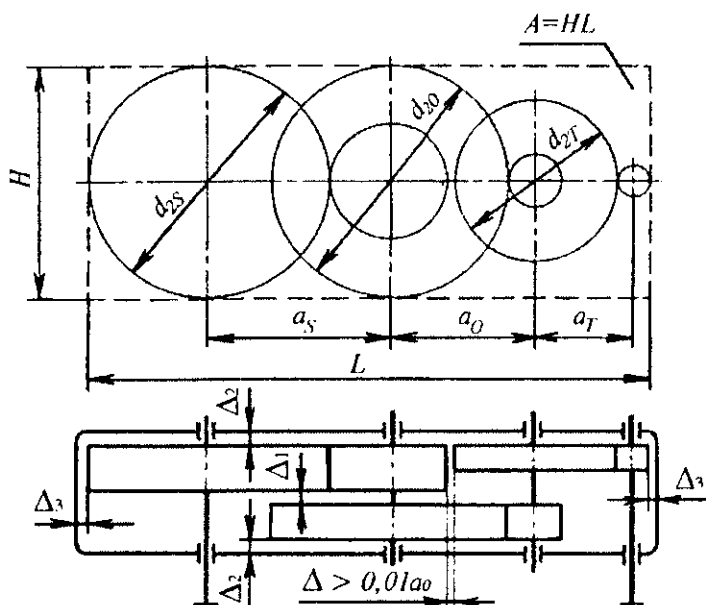
(2.3) formula bo'yicha aniqlanadigan sekinyurar uzatmaning uzatish nisbati, oldingi holatlardan farq qilib, tezyurarnikidan katta bo'lishi mumkin. Bu holat ichki ilashmaning yuqori yuklanish qobiliyati bilan izohlanadi.

Agar tezyurar pog'onaning uzatish sonini konstruktiv ravishda kamaytirish kerak bo'lsa, unda bu pog'ona kenglik koeffitsientini ham kamaytirish lozim bo'ladi. Pog'onalarning teng mustahkamligini ta'minlovchi koeffitsientlar nisbati:

$$K_{HCh} < 1 \text{ da } \frac{\psi_s}{\psi_T} = \frac{K^3}{\sqrt[3]{u_T}} \left(\frac{u_s - 1}{u_T + 1} \right)^3 \frac{u_T^2}{u_s}; \quad (2.15)$$

$$K_{HCh} = 1 \text{ da } \frac{\psi_s}{\psi_T} = K^3 \left(\frac{u_s - 1}{u_T + 1} \right)^3 \frac{u_T^2}{u_s}. \quad (2.16)$$

Silindrik uch pog'onali reduktorlar. Ko'p hollarda bu reduktorlar yoyilgan sxemalarda tayyorlanadi (2.4-shakl).



2.4 shakl. Yoyilgan sxemadagi uch pog'onali reduktor sxemasi

Xuddi ikki pog'onali reduktorlardagi kabi, yon proeksiyaning minimal yuzasi $A = HL$, hamma pog'onalarining kontakt mustahkamligi va g'ildiraklar bo'luvchi diametrlarining tengligida $d_{25} = d_{20} = d_{27}$ amalga oshiriladi. Bu shartlarni matematik amalga oshirish uzatish nisbati i ni quyidagicha taqsimlashga olib keladi.

$$K_{HCh} < 1 \text{ da } u_T = 0,58\sqrt[3]{i^4}; \quad u_O = 1,08\sqrt[3]{i^2}; \quad u_S = 1,6\sqrt[3]{i}, \quad (2.17)$$

$$K_{HCh} = 1 \text{ da } u_T = 0,86\sqrt[3]{i^4}; \quad u_O = \sqrt[3]{i^2}; \quad u_S = 1,17\sqrt[3]{i}. \quad (2.18)$$

Har bir uzatish soni maksimal joiz – chetga chiqishi $u_{\max}$ dan katta bo'lmashligi kerak.

Chidamlilik koeffitsienti K_{HCh} , ko'p hollarda birdan kichik, ya'ni ko'pincha (2.17) formula ishlatiladi. Agar $u_T > u_{\max}$ bo'lsa, $u_T = u_{\max}$ deb olish kerak, uzatish nisbatlarining qolgan qismini esa xuddi ikki pog'onali reduktorni kabi olish kerak.

Tezyurar pog'onani uzatish soni bo'yicha chegaralash hamda uzatish sonlarining va o'qlararo masofa nisbatlarining diskretligi g'ildirak diametrlarining tengligini buzib yuboradi. Sekinyurar va oraliq g'ildiraklarning diametrlari deyarli teng bo'lib, tezyurniki ancha kichik bo'ladi. Bu tipik holat 2.4-shaklda ko'rsatilgan.

Topilgan uzatish sonlarini standart qiymatlarga yaxlitlab olinsa (u_0 – kam tomonga), pog'onalarining o'qlararo masofasini aniqlash mumkin. Agar dastlab teng mustahkamlik shartidan o'qlararo masofa aniqlansa, hisoblar ko'lamini uch bora kamaytirish mumkin.

$$K_{HCh} < 1 \text{ da } \left. \begin{aligned} \frac{a_S}{a_O} &= \frac{0,9}{\sqrt[3]{u_O}} \frac{u_S + 1}{u_O + 1} \sqrt[3]{\frac{u_O}{u_S}} \\ \frac{a_O}{a_T} &= \frac{0,95}{\sqrt[3]{u_T}} \frac{u_O + 1}{u_T + 1} \sqrt[3]{\frac{u_T^2}{u_O}} \end{aligned} \right\}, \quad (2.19)$$

$$K_{HCh} = 1 \text{ da } \left. \begin{aligned} \frac{a_S}{a_O} &= 0,9 \frac{u_S + 1}{u_O + 1} \sqrt[3]{\frac{u_O^2}{u_S}} \\ \frac{a_O}{a_T} &= 0,95 \frac{u_O + 1}{u_T + 1} \sqrt[3]{\frac{u_T^2}{u_O}} \end{aligned} \right\}. \quad (2.20)$$

Hisoblangan qiymatlarni standart qiymatlarga yaxlitlanadi va oraliq pog'onaning uzatish soni aniqlanadi.

$$u_o = \frac{u_s' u_o' - T_o}{T_o - 1}. \quad (2.21)$$

Shtrix bilan dastlabki qiymatlar belgilangan.
Koeffitsiyentlar:

$$K_{Hch} < 1 \text{ da } T_o = \frac{a_s}{a_o} \frac{\sqrt[3]{u_s' u_o'}}{0,9} 1,2; \quad (2.22)$$

$$K_{Hch} = 1 \text{ da } T_o = \frac{a_s}{a_o} \frac{\sqrt[3]{u_s' u_o'}}{0,9}. \quad (2.23)$$

Sekinyurar pog'onaning uzatish soni:

$$u_s = \frac{u_s' u_o'}{u_o}. \quad (2.24)$$

O'qlararo masofalar a_T va a_S lar xuddi ikki pog'onali reduktorlar kabi aniqlanadi. a_S hisoblashga qadar sekinyurar shesterna va tezyurar g'ildirak orasidagi oraliq tirqish (zazor) borligiga ishonch hosil qilish kerak (2.4-shaklga qarang). Agar oraliq tirqish bo'lmasa, u_T kamaytiriladi va hisobni yana qaytadan bajariladi.

Misol. Reduktorning uzatish nisbati – $i = 125$; chidamlilik koeffitsienti – $K_{Hch} < 1$; g'ildirak tishi qattiqligi – $H\text{B} \leq 350$.

(2.17) formula bo'yicha

$$u_T' = 0,58 \sqrt[3]{i^4} = 0,58 \sqrt[3]{125^4} = 9,16 > u_{\max} = 8.$$

$u_T = 8$ olamiz va quyidagini topamiz

$$u_s' u_o' = \frac{i}{u_T} = \frac{125}{8} = 16.$$

(2.1) formula bo'yicha

$$u'_o = 0,75 \sqrt[3]{(u'_s u'_o)^2 + 0,75 \sqrt[3]{16^2}} = 4,77 ,$$

$u_o = 4,5$ deb qabul qilamiz.

(2.24) formula bo'yicha

$$u_s = \frac{u'_s u'_o}{u_o} = \frac{16}{4,5} = 3,55 .$$

(2.19) formula bo'yicha o'qlararo masofaning zarur nisbatini aniqlaymiz

$$\frac{a_s}{a_o} = \frac{0,9}{\sqrt[3]{u_o}} \frac{u_s + 1}{u_o + 1} \sqrt[3]{\frac{u_o^2}{u_s}} = \frac{0,9}{\sqrt[3]{4,5}} \frac{3,55 + 1}{4,5 + 1} \sqrt[3]{\frac{4,5^2}{3,55}} = 1,12 .$$

Hisoblangan qiymat standartga mos bo'lib, oraliq va sekinyurar pog'onalarining uzatish sonlarini aniqlash shart emas.

$$\frac{a_o}{a_r} = \frac{0,95}{\sqrt[3]{u_r}} \frac{u_o + 1}{u_r + 1} \sqrt[3]{\frac{u_r^2}{u_o}} = \frac{0,95}{\sqrt[3]{8}} \frac{4,5 + 1}{8 + 1} \sqrt[3]{\frac{8^2}{4,5}} = 1,115 .$$

$\frac{a_o}{a_r} = 1,12$ deb qabul qilamiz. Juda kichik o'zgarishni e'tiborga

olib, uzatish sonlarini boshqa o'zgartirmaymiz.

Sekinyurar shesterna va tezyurar g'ildirak orasidagi tirqishni tekshiramiz.

Sekinyurar shesternaning tashqi radiusi.

$$\frac{d_{a1s}}{2} = \frac{a_s}{u_s + 1} + 0,02 a_s = 1,12 a_o \left(\frac{1}{3,55 + 1} + 0,02 \right) = 0,2686 a_o .$$

Tezyurar g'ildirakning tashqi radiusi

$$\frac{d_{u2r}}{2} = a_r \frac{u_r}{u_r + 1} + 0,02a_r = \frac{a_o}{1,12} \left(\frac{8}{8+1} + 0,02 \right) = 0,8115 a_o.$$

$$\text{Oraliq } \Delta = a_o - (0,2686a_o + 0,8115a_o) = -0,08a_o.$$

Tirqish bo'lmagani uchun, tezyurar pog'ona uzatish sonini kamaytiramiz va $u_T = 7,1$ deb qabul qilamiz. Hisobning tafsilotini qoldirib, natijalarini keltiramiz:

$$u_T = 7,1; u_o = 5; u_s = 3,55;$$

$$\frac{a_s}{a_o} = 1,12; \quad \frac{a_o}{a_r} = 1,25.$$

$$\text{Tirqish } \Delta = 0,014a_o > 0,01a_o$$

G'ildirak diametrlarining nisbati:

$$d_{2s} = 2a_s \frac{u_s}{u_s + 1} = 2 \cdot 1,12 a_o \frac{3,55}{3,55 + 1} = 1,748 a_o;$$

$$d_{2o} = 2a_o \frac{u_o}{u_o + 1} = 2 a_o \frac{5}{5 + 1} = 1,677 a_o;$$

$$d_{2r} = 2a_r \frac{u_r}{u_r + 1} = \frac{2a_o}{1,25} \frac{7,1}{7,1 + 1} = 1,402 a_o.$$

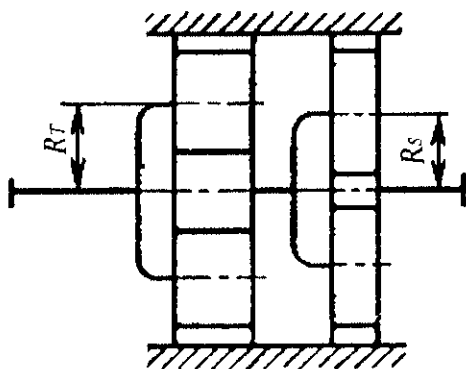
Mo'ljalda tutilgandek, sekinyurar va oraliq g'ildirakning diametrlari deyarli teng (farq faqat standart qiymatlarga aylantirishgacha bo'lgani bilan izohlanadi), tezyurarniki esa – ancha kam.

2.3-§. Planetar reduktorlarning uzatish nisbatlarini taqsimlash

Ikki pog'onali planetar reduktorning massasi uning pog'onalarini kontakt kuchlanish bo'yicha teng mustahkamligida va tishli gardishli diametrlar teng (2.5-shakl) bo'lganida minimal bo'ladi. $\Psi_T = \Psi_S$ da va tezyurar pog'onaning uzatish soni quyidagi tenglamalarni qanoatlantirsa, bu shart amalga oshiriladi.

$$K_{HCh} < 1 \text{ da } \frac{u_T - 2}{i - 2u_T} = \left(\frac{u_T - 1}{i - u_T} \right)^3 u_T \sqrt[3]{u_T}; \quad (2.25)$$

$$K_{HCh} = 1 \text{ da } \frac{u_T - 2}{i - 2u_T} = \left(\frac{u_T - 1}{i - u_T} \right)^3 u_T. \quad (2.26)$$



2.5-shakl. Ikki pog'onali planetar reduktor sxemasi

Bu tenglamalarning ildizlari uzatish nisbatlarining hamma standart qiymatlari uchun 2.2-jadvalda berilgan.

2.2-jadval

Planetar reduktor tezyurur pog'onalarining uzatish soni

i	u_i	i	u_i	i	u_i
10	4,99/5,0	25	8,86/6,90	63	15,28/11,20
11,2	5,60/5,60	28	9,13/7,20	71	16,53/12,60
12,5	6,25/4,80	31,5	9,80/7,80	80	17,88/13,60
14	6,99/5,00	33,5	10,56/8,40	90	19,34/14,60
16	7,95/5,30	40	11,38/9,00	100	20,73/15,50
18	8,99/5,60	45	12,28/9,60	112	22,36/16,60
20	7,62/6,00	50	13,14/10,20	125	24,06/17,70
22,4	8,06/6,50	56	14,14/10,80	140	25,95/19,00

Eslatma. Suratlarda $K_{HCh} = 1$ bo'lgandagi, maxrajida esa $K_{HCh} < 1$ bo'lgandagi qiymatlar keltirilgan.

Tezyurur pog'onaning uzatish soni $u_T \leq u_{\max} = 10$ shartni, hech bo'lmasa $u_T = 12,5$ ni qanoatlantirishi lozim. Sekinyurur pog'onalarining uzatish soni $u_S > u_{\min} = 4$, hech bo'lmasa $u_S \geq 3,15$ ni qanoatlantirishi lozim.

2.2-jadvaldan ko'rinadiki, birinchi yoki ikkinchi shart ko'p hollarda bajarilmaydi. Nohisobiy uzatish sonlarini qabul qilish pog'onalar tishlarining bir xil kengligida teng mustahkamlik shartining buzilishiga olib keladi.

Teng mustahkamlik shartini ta'minlovchi kenglik koeffitsientlarining nisbati

$$K_{HCh} < 1 \text{ da } \frac{\psi_T}{\psi_S} = \left(\frac{u_T - 1}{u_S - 1} \right)^3 \frac{u_S - 2}{u_T - 1} \sqrt[3]{\frac{u_T}{u_S}}; \quad (2.27)$$

$$K_{HCh} = 1 \text{ da } \frac{\psi_T}{\psi_S} = \left(\frac{u_T - 1}{u_S - 1} \right)^3 \frac{u_S - 2}{u_T - 2} \frac{1}{u_T}. \quad (2.28)$$

So'ngra hisoblar bilan pog'onalar yetaklagichlari radiuslarini aniqlaymiz. Agar oldindan zarur radiuslar nisbati aniqlansa, hisoblarni ikki bora kamaytirish mumkin:

$$K_{HCh} < 1 \text{ da } \frac{R_S}{R_T} = \frac{u_S}{u_T} \sqrt[3]{\frac{u_T(u_T - 2)}{u_S - 2}} \sqrt[3]{\frac{\psi_T}{\psi_S}} \frac{1}{\sqrt[2]{u_T}}; \quad (2.29)$$

$$K_{HCh} = 1 \text{ da } \frac{R_S}{R_T} = \frac{u_S}{u_T} \sqrt[3]{\frac{u_T(u_T - 2)}{u_S - 2}} \sqrt[3]{\frac{\psi_T}{\psi_S}}. \quad (2.30)$$

Misol. Reduktorning uzatish nisbati $i = 50$; tishli g'ildiraklar chidamlilik koeffitsienti $K_{HCh} = 1$.

2.2-jadval bo'yicha $u_T = 13,14 > u_{\max} = 10$.

$u_T = 10$ deb qabul qilamiz.

(2.3) formula bo'yicha

$$u_s = \frac{i}{u_T} = \frac{50}{10} = 5.$$

(2.28) formula bo'yicha

$$\frac{\psi_T}{\psi_S} = \left(\frac{u_T - 1}{u_S - 1} \right)^3 \frac{u_S - 2}{u_T - 2} \cdot \frac{1}{u_T} = \left(\frac{10 - 1}{5 - 1} \right)^3 \frac{5 - 2}{10 - 2} \cdot \frac{1}{10} = 0,43.$$

standart qiymat 0,4 ni qabul qilamiz.

(2.30) formula bo'yicha

$$\frac{R_S}{R_T} = \frac{u_S}{u_T} \sqrt[3]{\frac{u_T(u_T - 2)}{u_S - 2}} \sqrt[3]{\frac{\psi_T}{\psi_S}} = \frac{5}{10} \sqrt[3]{\frac{10(10 - 2)}{5 - 2}} \sqrt[3]{0,4} = 1,1.$$

$$\frac{R_S}{R_T} = 1,12$$

deb qabul qilamiz.

2.4-§. Konussimon-silindrik ikki pog'onali reduktorlarning uzatish nisbatlarini taqsimlash

G'ildiraklar diametrlarining tengligini faqat kichik uzatish nisbatlarida ta'minlash mumkin. Shu sababli konussimon g'ildirak konus asosi diametri d_{e2} ni sekinyurar silindrik pog'ona o'qlararo masofasi a_s ga nisbatini oshirib hamda sekinyurar pog'ona uzatish soni u_s ni $u_T \leq u_{\max}$ shartning chegarasida kamaytirib, sekinyurar g'ildirak diametrini kamaytirishga harakat qilinadi.

Sekinyurar pog'ona uzatish soni

$$K_{HCh} < 1 \text{ da } u_s = \frac{4,2}{\sqrt[3]{\theta_H}} \frac{a_s}{d_{e2}} \sqrt[3]{i \psi_S} \quad 1,2 - 1; \quad (2.31)$$

$$K_{HCh} = 1 \text{ da } u_s = \frac{4,2}{\sqrt[3]{\theta_H}} \frac{a_s}{d_{e2}} \sqrt[3]{i\psi_s} - 1. \quad (2.32)$$

Agar tezyurar pog'onaning uzatish soni $u_T = \frac{i}{u_s} \geq u_{\max}$ bo'lsa, unda $u_T = u_{\max}$ deb qabul qilinadi va teng mustahkamlik shartidan $\frac{a_s}{d_{e2}}$ nisbat topiladi.

$$K_{HCh} < 1 \text{ da } \frac{a_s}{d_{e2}} = \frac{u_s + 1}{\sqrt[3]{i\psi_s}} \frac{\sqrt[3]{\theta_H}}{4,2} \frac{1}{\sqrt[3]{u_T}}; \quad (2.33)$$

$$K_{HCh} = 1 \text{ da } \frac{a_s}{d_{e2}} = \frac{u_s + 1}{\sqrt[3]{i\psi_s}} \frac{\sqrt[3]{\theta_H}}{4,2}. \quad (2.34)$$

θ_H – koeffitsientni 2.3-jadval bo'yicha hisoblaymiz.

2.3-jadval

θ_H – koeffitsientini aniqlash uchun formulalar

Hisobiy kattalik	Shesterna va g'ildirak tishlarini mustahkamlash turlari		
	$Y_{a1} + Y_{a2}$	$Y_{uChT_1} + Y_{a_2}$ $T_1 + Y_{a_2}$ $S_1 + Y_{a_2}$	$Y_{uChT_1} + Y_{uChT_2}$ $T_1 + T_2$ $S_1 + S_2$
θ_H	1,22+0,21 u	1,13+0,13 u	0,81+0,15 u

Qabul qilingan qisqartirishlar Y_a – yaxshilash, T – hajmiy toblash, $YuChT$ – yuqori chastotali tok vositasida qizdirib, sirt yuzasini toblash; S – sementatsiyalash.

$\frac{d_{e2}}{a_s} = 1,4$ va qattqlik $HRC \geq 40$ da (2.31) va (2.32) formulalar soddalashadi:

$$K_{HCh} < 1 \text{ da } u_s \approx 3,1\sqrt[3]{i\psi_s} - 1; \quad (2.35)$$

$$K_{HCh} = 1 \text{ da } u_s \approx 2,6\sqrt[3]{i\psi_s} - 1. \quad (2.36)$$

Misol. Reduktorning uzatish nisbati $i = 22,4$; tishli g'ildiraklar chidamlilik koeffitsienti $K_{HCh} = 1$; sekinyurar pog'ona kenglik koeffitsienti $\psi_s = 0,315$; tishlarning qattiqligi $HRC \geq 40$.

(2.36) formula bo'yicha

$$u'_s = 2,6\sqrt[3]{i\psi_s} - 1 = 2,6\sqrt[3]{22,4 \cdot 0,315} - 1 = 3,97.$$

$u'_s = 4$ deb qabul qilamiz.

$$u'_r = \frac{1}{u'_s} = \frac{22,4}{4} = 5,6 > u_{\max} = 5.$$

$u_1 = 5$ deb qabul qilamiz va $u_s = \frac{i}{u_r} = \frac{22,4}{5} = 4,5$.

(2.34) formula bo'yicha

$$\frac{d_{e2}}{a_s} = \sqrt[3]{\frac{i\psi_s}{\theta_H}} \frac{4,2}{u_s + 1} = \sqrt[3]{\frac{22,4 \cdot 0,315}{1,56}} \frac{4,2}{4,5 + 1} = 1,26.$$

$$\frac{d_{e2}}{a_s} = \frac{1}{0,817} = 1,22.$$

Uzil-kesil $\frac{d_{e2}}{a_s} = 1,25$ deb qabul qilamiz.

Konussimon-silindrik uch pog'onali reduktorlar. Birinchi navbatda, silindrik g'ildiraklar tengligini ta'minlash kerak, mumkin qadar ularga konussimon g'ildirak diametri d_{e2} ni yaqinlashtirish kerak.

Uzatish nisbatini taqsimlash tartibi quyidagicha: reduktorning uzatish nisbati i , tishli g'ildirak chidamlilik koeffitsienti K_{HCh} va g'ildirak tishi qattiqligini qabul qilinadi.

Tezyurar pog'ona uzatish soni qabul qilinadi:

$$K_{HCh} < 1 \text{ da } u_T \approx \frac{0,15}{\psi} \sqrt[3]{i^4} \leq u_{\max}; \quad (2.37)$$

$$K_{HCh} = 1 \text{ da } u_T \approx \frac{0,19}{\psi} \sqrt[3]{i^4} \leq u_{\max}. \quad (2.38)$$

Oraliq va sekinyurar pog'onalar uzatish sonlari ko'paytmasining dastlabki qiymati aniqlanadi.

$$u'_O u'_S = \frac{i}{u_T}. \quad (2.39)$$

Oraliq pog'onaning uzatish soni aniqlanadi:

$$K_{HCh} < 1 \text{ da } u_O \approx 0,75 \sqrt[3]{(u'_O u'_S)^2}; \quad (2.40)$$

$$K_{HCh} = 1 \text{ da } u_O \approx 0,9 \sqrt[3]{(u'_O u'_S)^2}. \quad (2.41)$$

Sekinyurar pog'onaning uzatish soni

$$u_S = \frac{u'_O \cdot u'_S}{u_O}. \quad (2.42)$$

Silindrik pog'onalar o'qlararo masofasi nisbati quyidagi formulalar orqali hisoblanadi:

$$K_{HCh} < 1 \text{ da } \frac{a_S}{a_O} = \frac{0,9}{\sqrt[3]{u_O}} \frac{u_S + 1}{u_O + 1} \sqrt{\frac{u_O}{u_S}};$$

$$K_{HCh} = 1 \text{ da } \frac{a_S}{a_O} = 0,9 \frac{u_S + 1}{u_O + 1} \sqrt[3]{\frac{u_S^2}{u_O}}.$$

Oraliq pog'ona o'qlararo masofasini konussimon g'ildirak diametri d_{e2} ga nisbati quyidagi formula yordamida topiladi.

$$K_{HCh} < 1 \text{ da } \frac{a_o}{d_{e2}} = \frac{u_o + 1}{\sqrt[3]{i\psi_o}} \frac{\sqrt[3]{\theta_H}}{4,2} \frac{1}{\sqrt[3]{u_T}};$$

$$K_{HCh} = 1 \text{ da } \frac{a_o}{d_{e2}} = \frac{u_o + 1}{\sqrt[3]{i\psi_o}} \frac{\sqrt[3]{\theta_H}}{4,2}.$$

Konussimon g'ildirak va sekinyurar shesterna orasidagi tirqish hisoblanadi $\Delta > 0,01a_{or}$.

Agar tirqish bo'lmasa, u_T kamaytiriladi va hisob qaytariladi.

Misol. Reduktorning uzatish nisbati – $i = 45$; tishli g'ildirak chidamlilik koeffitsienti – $K_{HCh}=1$; tishlarining qattiqligini $HRC \geq 40$, $\psi_S=\psi_o=0,315$ deb qabul qilamiz.

(2.38) formula bo'yicha

$$u'_T = \frac{0,19}{\psi} \sqrt[3]{i^4} = \frac{0,19}{0,315} \sqrt[3]{45^4} = 5,31 > u_{max} = 5.$$

$u_T=5$ deb qabul qilamiz.

(2.39) formula bo'yicha

$$u'_o u'_s = \frac{i}{u_T} = \frac{45}{5} = 9.$$

(2.41) formula bo'yicha

$$u_o \approx 0,9 \sqrt[3]{(u'_o \cdot u'_s)^2} = 0,9 \sqrt[3]{9^2} = 3,90.$$

$u_o=4$ deb qabul qilamiz

(2.42) formula bo'yicha

$$u_s = \frac{u'_o \cdot u'_s}{u_o} = \frac{9}{4} = 2,24.$$

(2.20) formula bo'yicha

$$\frac{a_s}{a_o} = 0,9 \frac{u_s + 1}{u_o + 1} \sqrt[3]{\frac{u_o^2}{u_s}} = 0,9 \frac{2,24 + 1}{4 + 1} \sqrt[3]{\frac{4^2}{2,24}} = 1,123.$$

$\frac{a_s}{a_o} = 1,12$ deb qabul qilamiz. O'zgarish kichik bo'lgani uchun uzatish sonlarini o'zgartirmaymiz.

(2.34) formula bo'yicha uch pog'onali reduktorlar uchun maxrajdagi koeffitsientni 3,9 deb olamiz

$$\frac{a_o}{d_{e2}} = \frac{u_o + 1}{\sqrt[3]{u_o \cdot u_T \cdot \psi_o}} \frac{\sqrt[3]{\theta_H}}{3,9} = \frac{4 + 1}{\sqrt[3]{5 \cdot 4 \cdot 0,315}} \frac{\sqrt[3]{1,56}}{3,9} = 0,805;$$

$$\frac{d_{e2}}{a_o} = \frac{1}{0,805} = 1,24.$$

$$\frac{d_{e2}}{a_o} = 1,25 \text{ deb qabul qilamiz.}$$

2.5-§. Chervyakli-silindrik reduktorlarning uzatish nisbatini taqsimlash

Chervyakli-silindrik reduktorlar. Bu reduktorlarning eng muhim omillari – massasi, foydali ish koeffitsienti va chervyak g'ildiragiga sarf bo'ladigan bronza hisoblanadi.

Agar chervyakli tezyurar pog'onaning uzatish nisbati kamaysa, hamma uchta omil bo'yicha ham ko'rsatkichlar yaxshilanadi. Uzatish nisbatini quyidagicha taqsimlash tavsiya etiladi:

agar $i \leq 50$ bo'lsa, $u_T = 8$ va $u_S = i/8$;

agar $i > 50$ bo'lsa, $u_S = 6,3$ va $u_T = i/6,3$.

Silindr-chervyakli reduktorlar. Reduktorning gabarit o'lchamlari va massasi uzatish nisbatini taqsimlashga sezgarsiz bog'liq. Shu sababdan taqsimlash silindrik tezyurar pog'onani konstruktiv sharoit bo'yicha komponovkasiga bo'ysunadi.

Tezyurar pog'onaning uzatish soni $u_T = \sqrt[3]{i}$, bunda quyidagi shart bajarilishi kerak.

$$2 \leq u_T \leq 3,15; \quad 8 \leq u_S \leq 63.$$

Chervyakli ikki pog'onali reduktor. Optimallik mezoni bo'lib, $u_T = u_S = \sqrt{i}$ da erishiladigan eng katta foydali ish koeffitsienti xizmat qiladi.

III BOB.

YURITMA POGONALARI UZATISH NISBATINI TAQSIMLASH

3.1-§. Reduktorlarning uzatish nisbatlarini jadval yordamida aniqlash

«Mashina detallari» kurs loyihalari bo'yicha ayrim kitoblarda reduktorlarning uzatish nisbatlari (soni)¹ jadval yordamida aniqlash tavsiya etiladi. P.F.Dunayev va O.P.Lelikov muallifligidagi kitoblarda asosiy turdagi reduktorlar – ikki pogonali yoyilgan sxemadagi, ikki pogonali o'qdosh, konussimon-silindrik, silindrik-chervyakli va planctar reduktorlar uchun jadvalda tavsiyalar berilgan. Ushbu ma'lumot qo'llanmaning 3.1- jadvalida keltirilgan.

3.1-jadvaldagi aniqlangan qiymatlarni avvalgi bobda yechilgan misollar bilan taqqoslab chiqamiz.

Silindrik ikki pogonali yoyilgan sxemada tayyorlangan, uzatish nisbati $i = 22,4$ bo'lgan reduktor uchun 35 – 36-betlardagi yechimga asosan $u_T = 5,6$; $u_S = 4$.

3.1-jadvaldan foydalansak

$$u_T = 0,88\sqrt{22,4} = 4,16.$$

Standart qiymat bo'yicha $u_S=4$.

$$u_T = \frac{22,4}{4} = 5,6.$$

Silindrik ikki pogonali o'qdosh reduktor uchun 38-betdagi misolda $u_R=40$ bo'lgan holda

$$u_T=10; \quad u_S=4$$

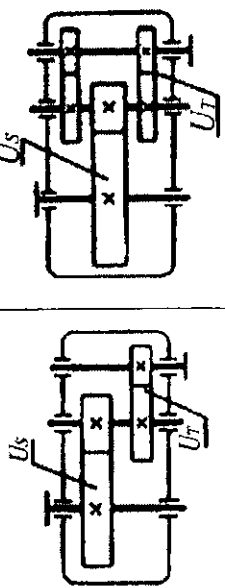
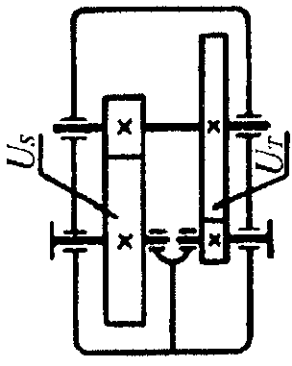
yechim chiqqan edi.

3.1-jadvaldan foydalansak:

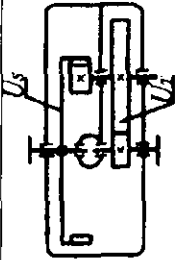
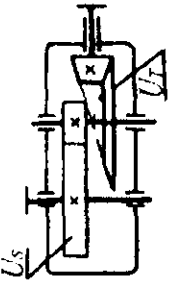
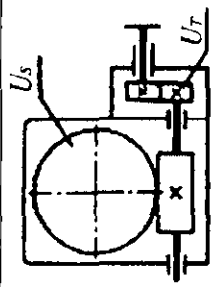
¹Qayd etilgan kitoblarda uzatish nisbati shartli ravishda uzatish soni deb atalgan va u bilan belgilangan [3].

3.1-jadval

Reduktorlarning uzatish nisbatlari (soni)ni aniqlash uchun tavsiyalar

Reduktor	Sxemasi	Uzatish nisbati (soni)	
		$i_T (u_T)$	$i_S(u_S)$
1. Ikki pog'onali yoyilgan sxemada		i_{red}/i_S	$0,88 \sqrt{i_{red}}$
2. Ikki pog'onali o'q-dosh		i_{red}/i_S	$0,95 \sqrt{i_{red}}$

3.1- jadvalni davomi

3. Ikki pog'onali ichki ilashmali o'qdosh		$2\sqrt{i_{red}}$	i_{red}/i_r
4. Konussimon-silindrik		i_{red}/i_s	$1,1 \sqrt{i_{red}}$
5. Silindr-chervyakli		1,6-3,15	i_{red}/i_r
6. Planetar ikki pog'onali $i_{red} \leq 25$ $25 \leq i_{red} \leq 63$ $i_{red} \geq 63$	—	4 $i_{red}/6,3$ 10	$i_{red}/4$ 6,3 $0,1 i_{red}$

$$u_s = 0,95\sqrt{u_R} = 0,95\sqrt{40} = 6.$$

Standart qiymat bo'yicha $u_s=6,30$.

$$u_T = \frac{u_R}{u_s} = \frac{40}{6,3} = 6,34.$$

Standart qiymat bo'yicha $u_T=6,3$.

Konussimon-silindrik reduktor 49-betda $i=22,4$ bo'lganda $u_T=5$, $u_s=4,5$ yechim berilgan.

3.1- jadvaldan foydalanganimizda

$$u_s = 1,1\sqrt{i_{red}} = 1,1\sqrt{22,4} = 5,2.$$

Standart qiymat bo'yicha $u_s=5$;

$$u_T = \frac{22,4}{5} = 4,48,$$

standart bo'yicha $u_T=4,5$.

Yuqoridagi yechimlarga asoslanib faqat ikki pogonali yoyilgan sxemada tayyorlangan reduktorlar uchun 3.1-jadvaldan foydalan-gandagi yechimni uzatish nisbatini optimal taqsimlash bilan bir xil chiqqanini ko'rsatish mumkin. Demak, bu jadvaldan boshqa holat-dagi yechimlar reduktor gabarit o'lchamlarining optimallik talab-lariga mos bo'lmasligini esdan chiqarmaslik kerak.

3.2–§. Yuritmaning umumiy uzatish nisbatini taqsimlash

Yuritmaning umumiy uzatish nisbatini taqsimlash «Mashina de-tallari» kurs loyihasidagi kinematik hisobda yuritma uchun elektrod-vigatel tanlangandan keyin bajariladi. Kinematik hisobni bajarish bo'yicha kurs loyihasini bajarish bo'yicha adabiyotlarda batafsil ma'lumot keltirilgan. Shu sababli qo'llanmada qaytarishni ortiqcha hisoblab, biz quyida reduktor ochiq uzatma bilan yuritmada harakatni uzatayotgan hol uchun uzatish nisbatini to'g'ri taqsimlash tartibini

ko'rib chiqish bilan cheklanamiz. Bunda yuqorida bayon etilgan reduktor uzatish nisbatlarini optimal taqsimlashga e'tibor qaratamiz.

Elektrodvigatel tanlab olingandan so'ng yuritmaning umumiy uzatish nisbati hisoblanadi

$$i_{um} = \frac{n_{ed}}{n_{ish}},$$

n_{ed} – tanlab olingan elektrodvigatelning aylanishlar takroriyligi, min^{-1} ;

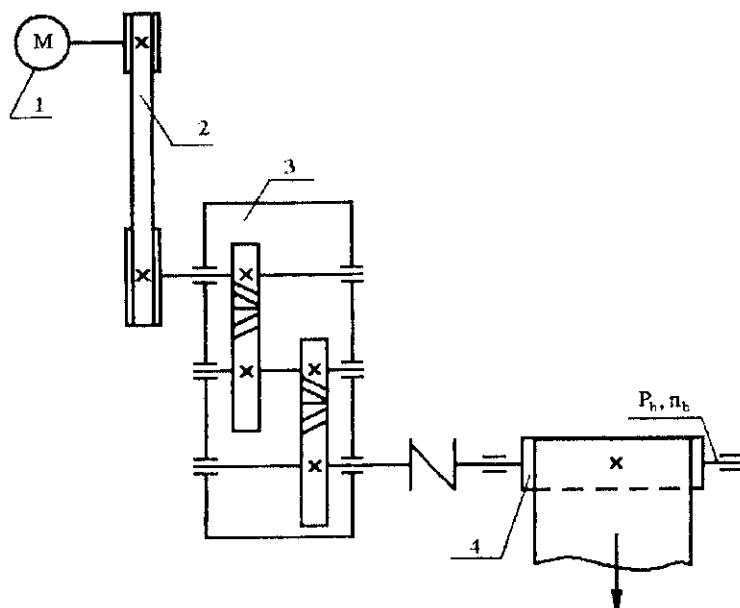
n_{ish} – loyihalalanayotgan ishchi organining aylanishlar takroriyligi, min^{-1} .

Hisoblangan umumiy uzatish nisbatini yuritma uzatmalarining turi va pogonalari orasida taqsimlanadi.

Agar kinematik sxemada tishli (chervyakli) uzatmalardan tashqari zanjirli yoki tasmali uzatmalar bo'lsa, oldin ularning, ya'ni ochiq uzatmalarining uzatish nisbatlari aniqlanadi.

Tasmali uzatmalar uchun uzatish nisbatlarining o'rtacha qiymatlari – 2–4; zanjirli uzatmalar uchun – 3–6. Ochiq uzatmalarning uzatish nisbatini dastlab aniqlahsda ularning detallari o'lchamini yuritmaning boshqa detallari bilan o'lchamdoshligi ta'minlanadi. Bundan tashqari, shkiv va yulduzcha diametrlarning minimal bo'lish sharti ham bajarilishi kerak. Shkiv diametrining minimal qiymati ponasimon tasma kesim profiliga bo'g'liq, ular to'g'risida ma'lumotlar tegishli darsliklarda berilgan. Yetaklovchi yulduzchaning diametri zanjir qadami p va tishlar soni z_1 ning minimal ruxsat etilgan qiymatlariga bo'g'liq bo'ladi.

1-misol. Tasmali baraban vali tasmali va ikki pogonali silindrik yoyilgan sxemada tayyorlangan reduktor yordamida harakatga keltiriladi (3.1-shakl). Yuritmaning kinematik hisobidan barabanning aylanishlar takroriyligi $n_b=40 \text{ min}^{-1}$ va elektrodvigatelning aylanishlar takroriyligi $n_{edv} = 1455 \text{ min}^{-1}$ ma'lum. Yuritma uzatmalarining uzatish nisbatlari taqsimlansin.



3.1-shakl. Tasmali konveyer yuritmasi:

1-elektrodvigatel; 2-ponasimon tasmali uzatma; 3-ikki pogonali reduktor;
4-konveyer barabani

Dastlabki berilgan qiymatlar bo'yicha yuritmaning umumiy uzatish nisbatini hisoblaymiz

$$i_{um} = \frac{n_{eldv}}{n_b} = \frac{1455}{40} = 36,37.$$

O'z navbatida, yuritmadagi uzatmalarning joylashishiga asoslanib i_{um} ni tasmali uzatma $i_{t,u}$ va reduktor i_r uzatish nisbatlarining ko'paytmasi ko'rinishidagi ifodasini keltiramiz

$$i_{um} = i_{t,u} \cdot i_r.$$

Tavsiyalarga binoan $i_{t,u}=2$ deb belgilaymiz, u holda rediktorning uzatish nisbati

$$i_r = \frac{i_{um}}{i_{t,u}} = \frac{36,37}{2} = 18,18.$$

Endi reduktor uzatish nisbatlarini optimal taqsimlash shartidan uning tezyurar va sekinyurar pogonalari uchun uzatish nisbatlarining optimal qiymatlarini hisoblaymiz. Hisoblashlarda chidamlilik koeffitsientini $K_{HCh}=1$, tishlar qattiqligini HRC 56-63 deb olamiz

(2.1) formula bo'yicha

$$u_T = 0,75\sqrt[3]{i^2} = 0,75\sqrt[3]{18,18^2} = 5,19 < u_{max} = 6,3.$$

(2.4) formulaga asosan

$$u_s = \frac{1}{u_T} = \frac{18,18}{5,19} = 3,50 < u_{max} = 5,6.$$

(2.5) formula bo'yicha K_{HCh} da hisoblarda $K=0,9$ olamiz

$$\frac{a_s}{a_T} = K \frac{u_s + 1}{u_T + 1} \sqrt[3]{\frac{u_T^2}{u_s}} = 0,9 \frac{3,50 + 1}{5,19 + 1} \sqrt[3]{\frac{5,19^2}{3,5}} = 1,28.$$

Standart qiymat 1,25 ni olamiz.

(2.7) formula bo'yicha

$$T = \frac{a_s}{a_T} \frac{\sqrt[3]{i}}{K} 1,2 = 1,25 \frac{\sqrt[3]{18,18}}{0,9} 1,2 = 4,38,$$

(2.6) formula bo'yicha

$$u_T = \frac{i - T}{T - 1} = \frac{18,18 - 4,38}{4,38 - 1} = 4,08.$$

Standart qiymat $u_T = 4,0 < u_{max} = 6,5$ ni qabul qilamiz.

Sekinyurar pogona uzatish soni

$$u_s = \frac{1}{u_T} = \frac{18,18}{4,0} = 4,54.$$

Standart qiymat $u_s=4,5 < u_{\max}=5,6$ ni qabul qilamiz.

Reduktorning umumiy uzatish soni

$$i_R = u_T \cdot u_s = 4,0 \cdot 4,5 = 18.$$

Reduktor pogonalari uzatish nisbatlarining optimal qiymatlari bo'yicha tasmali uzatma uzatish nisbatining aniq qiymatini hisoblaymiz

$$i_{t,u} = \frac{i_{um}}{i_r} = \frac{36,37}{18} = 2,02.$$

Tasmali uzatma uzatish nisbatlari uchun standart qiymatlar tavsiya etilgan emas. Shu sababli $i_{t,u}=2$ deb qabul qilsak ham bo'ladi. Uning haqiqiy qiymati tasmali uzatma shkvlarininig diametrlari aniqlanib, standart bo'yicha qabul qilinganda uzil-kesil hisoblanadi. Hozir uning dastlabki qiymati $i_{t,u}=2$ bo'yicha umumiy uzatish nisbatini hisoblab, hisoblash qiymatini yaxlitlashdagi foiz xatoligini aniqlaymiz. Xatolik 4% gacha ruhsat etiladi.

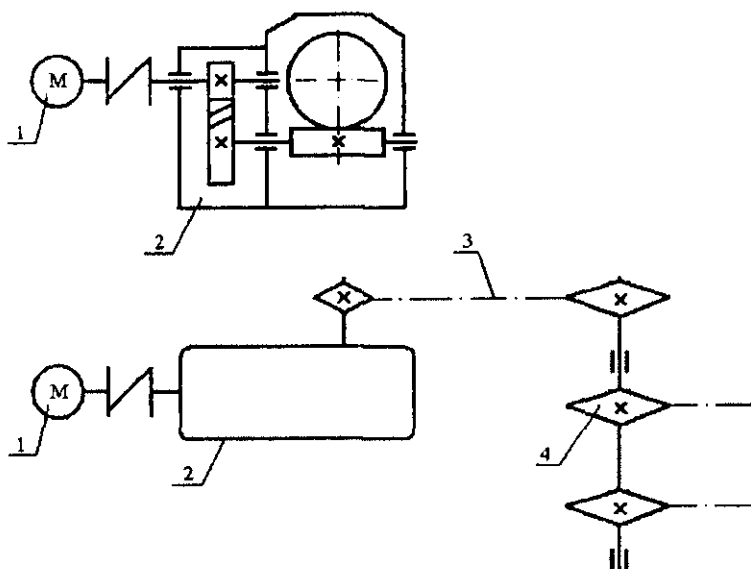
$$i'_{uu} = i_{t,u} i_2 = 2 \cdot 18 = 36.$$

Xatolik

$$\Delta i = \frac{i_{um} - i'_{um}}{i_{um}} 100\% = \frac{36,37 - 36}{36,37} 100\% \approx 1\% < 4\%.$$

Demak, xatolik ruhsat etilgandan kam bo'lgani uchun uzatish nisbatlarining qiymatlarini qabul qilamiz.

2-misol Yulduzchali baraban vali silindr-chervyakli reduktor va zanjirli uzatma vositasida harakatga keltiriladi. Yuritmaning kinematik hisobidan yulduzchanning aylanishlar takroriyligi $n_y = 10_{\min}^{-1}$ va elektrodvigatel aylanishlar takroriyligi $n_{\text{eldv}} = 960_{\min}^{-1}$.



3.2-shakl. Yulduzchali konveyer yuritmasi:
 1-elektrodvigatel; 2-ikki pogonali-silindr – chervyakli
 uzatmali reduktor; 3-zanjirli uzatma; 4-yulduzchali konveyer

Umumiy uzatish nisbatini hisoblaymiz:

$$i_{um} = \frac{n_{edy}}{n_p} = \frac{960}{10} = 96.$$

Uzatmalarni hisobga olsak,

$$i_{uu} = i_{t,u} \cdot i_{ch,u} \cdot i_{zu};$$

$i_{t,u}$ – slindr-chervyakli reduktordagi silindrik tishli uzatmaning uzatish nisbati;

$i_{ch,u}$ – reduktorda chervyakli uzatmaning uzatish nisbati;

i_{zu} – zanjirli uzatmaning uzatish nisbati;

$$i_{t,u} \cdot i_{ch,u} = i_r.$$

U holda tavsiyadan zanjirli uzatma uchun $i_{z,u} = 3$ ni tanlaymiz,

$$i_r = \frac{i_{um}}{i_{zu}} = \frac{96}{3} = 32.$$

Silindr-chervyakli uzatmalar uchun tezyurar pogona – silindrik tishli uzatmaning uzatish nisbati

$$u_T = \sqrt[5]{i} = \sqrt[5]{32} = 2,$$

$2 \leq u_T \leq 3,15$ shart bajariladi.

Sekinyurar pogona – chervyakli uzatma uzatish nisbati

$$u_S = \frac{i}{u_T} = \frac{32}{2} = 16.$$

Shartni tekshirib ko'ramiz:

$$8 \leq u_S \leq 63.$$

Zanjirli uzatmaning uzatish nisbati

$$i_{zu} = \frac{i_{um}}{i_r} = \frac{96}{2 \cdot 16} = 3,$$

$$\text{bu yerda } i_r = i_{t,u} \cdot i_{ch,u} = 2 \cdot 16.$$

Yuqoridagi uzatish nisbatlarini qabul qilishimiz reduktorning uzatish nisbatlarining optimal qiymatlarini va xatolik 0 bo'lishini ta'minlaydi (xatolikni hisoblashni talabalarga mustaqil bajarishga tavsiya etamiz).

MAVZU BO'YICHA GLOSSARIY (IZOHLI LUG'AT)

Bir pog'onali reduktor – bir juft tishli, chervyakli uzatma g'ildiraklaridan tuzulgan bir ilashmali reduktor. Chervyakli reduktorlarda shesterna - yetakchi g'ildirak vazifasini chervyak bajaradi.

Ensiz g'ildirak – eni B kichik bo'lgan tishli g'ildirak. Ensiz g'ildirak eni B ning bo'luvchi diametri d_1 ga nisbati bilan aniqlanadi. Odatda, ensiz g'ildiraklar g'ildirak tayanchlariga nisbatan konsol (tayanchdan tashqarida) joylashgan hollarda Ψ_{bd} g'ildirak materialining qattiqligiga qarab eni kichik qiymatlar $\Psi_{bd} = 0,45 - 0,55$ oraligida tanlanganida bo'ladi. Demak, ensiz g'ildiraklarda g'ildirak eni bo'luvchi diametridan 2 baravar kam bo'ladi.

Gorizontal reduktor – reduktor vallari gorizontal tekislikda joylashgan bo'ladi.

Ikki pog'onali reduktor – uzatmalar soni ilashishlar jufti 2 ta bo'lgan tishli, chervyakli reduktor. Juftlarda reduktor vallarining kinematik parametrlari – aylanishlar takroriyligi (burchak tezligi) pogona bo'yicha o'zgaradi.

Ikkilangan oqimli reduktor – quvvat oqimi bir juft uzatmada ikkita bir xil shesterna va g'ildiraklar vositasida harakat uzatsa, uzatlayotgan burovchi moment (quvvat) oqimi ikkiga bo'linadi. Ikkilangan oqim silindrik ikki pogonali reduktorlarda amalga oshiriladi.

Ikkilangan sxemadagi silindrik reduktor – ikki pogonali silindrik reduktorning pog'onalaridan birining ilashma uzatmasi juft (qo'sh) shesterna va tishli g'ildirakdan tuzilgan bo'ladi.

Yoyilgan sxemadagi (sxemada tayyorlangan) reduktor – ikki pog'onali silindrik reduktor oraliq vali o'rtada, yetakchi va yetaklanuvchi vallari ikki chetda joylashgan bo'ladi.

Kenglik koeffitsienti – g'ildirak enining koeffitsienti Ψ_{bd} yoki Ψ_{ba} – g'ildirak qalinligini bo'luvchi diametr yoki o'qlararo masofaga nisbati nazarda tutilgan.

Konsentratsiya koeffitsienti – yuklanishning konsentratsiya koeffitsienti K_β ($K_{H\beta}$, $K_{F\beta}$) nazarda tutilgan.

Minimizatsiya – qiymatlarning eng kichik minimal bo'lishi.

Motor-reduktor bir korpusda elektrodvigatel va reduktor tayyorlangan agregat.

Nomenklatura – nomlar, atamalar, terminlar majmui. Masalan, reduktor turlarining nomenklaturasi – reduktor turlarining majmui.

O'qdosh reduktor – yetakchi va yetaklovchi vallarining o'qlari bir chiziqli joylashgan reduktor.

O'qlararo masofa diskretligi – diskretlik lotinchadan «diskretus» – uzilishli, bir necha qismdan iborat degan ma'noni bildiradi, ya'ni diskretlik shunday qiymatki, ularning orasida boshqa qiymatlarning chegaraviy sonlari bo'ladi. O'qlararo masofa diskretligida son qiymatlari aniq sonlar bilan chegaralangan, ya'ni: 40, 50, 63, 80 va h.k.

Oraliq val – ikki pog'onali silindrik reduktorlarda o'rtacha, ya'ni yetakchi va yetaklovchi vallar orasida joylashgan val.

Reduktor – alohida agregat ko'rinishida tayyorlangan tishli yoki chervyakli uzatmalardan tayyorlangan va aylanma harakatni dvigatel validan ishchi mashina valiga uzatadigan mexanizm.

Reduktor pog'onasi – reduktor vallarida harakat ko'rsatkichlarining o'zgarishi. Ikki pog'onali reduktorlarda harakat ikki pogona bo'yicha o'zgaradi.

Sekinyurar pog'ona (val) – ikki pogonali reduktorlarda tezligi kam bo'lgan pogona (val).

Teng mustahkamlik sharti – ikki va undan ko'p pogonali reduktordagi ikki va undan ko'p bir xil juft detallar mustahkamligining tengligi. Odatda, bir xil material tanlash, proporsional koeffitsientlar va boshqa konstruktiv-texnologik yechimlar qo'llash bilan amalga oshiriladi.

Tezyurar pog'ona (val) – ikki pogonali reduktorlarda tezligi ko'p bo'lgan pogona (val).

Tor (ensiz) reduktor – kenglik o'lchami B uzunligidan sezilarli kichik bo'lgan reduktor. Tor (ensiz) reduktorlar hosil qilishda g'ildirak enining kenglik koeffitsienti kichik olinadi.

Uzatish nisbati – quvvat oqimi yo'nalishida yetakchi valning aylanishlar takroriyliги (burchak tezligi) ni yetaklanuvchi val aylanishlar takroriyliги (burchak tezligiga) nisbati, ya'ni

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2} .$$

Reduktorlarda, odatda, $i > 1$.

Uzatish nisbatini taqsimlash – reduktor yoki yuritma umumiy uzatish nisbatini har bir pogona bo'yicha taqsimlashda pogonalarning har biri uchun uzatish nisbatining optimal (yoki tavsiya etilgan) qiymatlari aniqlanadi.

Uzatish soni – GOST 16532-70 bo'yicha tishli g'ildirak tishlari sonining i shesterna tishlari soniga nisbati,

$$u = \frac{z_2}{z_1} .$$

Uzatish soni faqat bir juft tishli g'ildiraklar uchun taalluqli bo'ladi. Uzatish sonini ko'p pogonali reduktorlar uchun qollash noto'g'ri. Bunday hollarda uzatish nisbati ishlatiladi.

Vertikal reduktor – vallari vertikal tekislikda joylashgan reduktor.

QO'LLANMADA KELTIRILGAN REDUKTORLARNING BELGILANISHI

MP – planetar uzatma asosidagi motor reduktor (17-b.).

MKS_{VT} – konussimon silindrik, tezyurar pog'onasi vertical joylashgan reduktor asosida yaratilgan motor-reduktor (15-b.).

MKS_{2VT} – bir pog'onali konussimon va ikki pog'onali silindrik uzatmalardan tuzilgan, tezyurar vali vertical bo'lgan uch pog'onali reduktor asosida yaratilgan motor-reduktor (6 b.).

KS – konussimon – silindrik gorizontal reduktor (8,13-b.b.).

KS2 – bir pog'onali konussimon va ikki pog'onali silindrik uzatmalardan tuzilgan uch pog'onali gorizontal reduktor (8,16-b.b.).

KS_{2VT}, KS_{2VT} – 200–63-bir pog'onali konussimon, ikki pog'onali silindrik, tezyurar vali vertical joylashgan uch pog'onali reduktor. Sekinyurar pog'ona o'qlararo masofasi 200 mm, reduktor uzatish nisbati 63 (5, 6-b.b.).

KSh – konussimon enli («коническая широкая») gorizontal reduktor (12-b.).

KSh_{VS} – konussimon enli sekinyurar vali vertical b o'lgan reduktor (12-b.).

KS – konussimon – silindrik gorizontal reduktor (13-b.).

KS_{VS} – konussimon – silindrik, sekinyurar vali vertical b o'lgan reduktor (13-b.).

KS2 – bir pog'onali konussimon uzatmali va ikki pog'onali silindrik uzatmadan tuzilgan uch pog'onali gorizontal reduktor (16-b.).

KS2S – bir pog'onali konussimon, ikki pog'onali silindrik uzatmalardan tuzilgan oq'dosh sxemali gorizontal reduktor (16-b.).

ChS – chervyaki - silindrik gorizontal reduktor (8, 20-b.b.).

ChS2 – bir pog'onali chervyakli va ikki pog'onali silindrik uzatmalardan tuzilgan gorizontal reduktor (20-b.).

S – silindrik gorizontal reduktor (7,8-b.b.).

S2 – silindrik ikki pog'onali, yoyilgan sxemali gorizontal reduktor (33-b.).

S3 – silindrik uch pog'onali, yotilgan sxemada tayyorlangan gorizonta reduktor (8-b.).

S_V – silindrik bir pog'onali vertical reduktor (7-b.).

S2S – silindrik ikki pog'onali, o'qdosh sxemada («цилиндрическая соосная») tayyorlangan gorizonta reduktor (9,36-b. b.).

S2Sh – tezyurar pog'onasi ikkilangan («цилиндрический 2-ступенчатый широкий редуктор») silindrik 2 pog'onali gorizonta reduktor (8, 36-b. b.).

S2S_V – silindrik ikki pog'onali o'qdosh vertical reduktor (9-b.).

SCh – silindrik – chervyakli reduktor, tezyurar pog'onasi silindr tishli, sekinyurar pog'onasi chervyakli uzatmali reduktor (21-b.).

S2S_{VN} – o'qdosh sxemali va sekinyurar pog'onasi ichki ilashmali reduktror («цилиндрический двухступенчатый редуктор в соосной схеме и с внутренним зацеплением на тихоходной ступени Ц2С_{НН}», 38-b.).

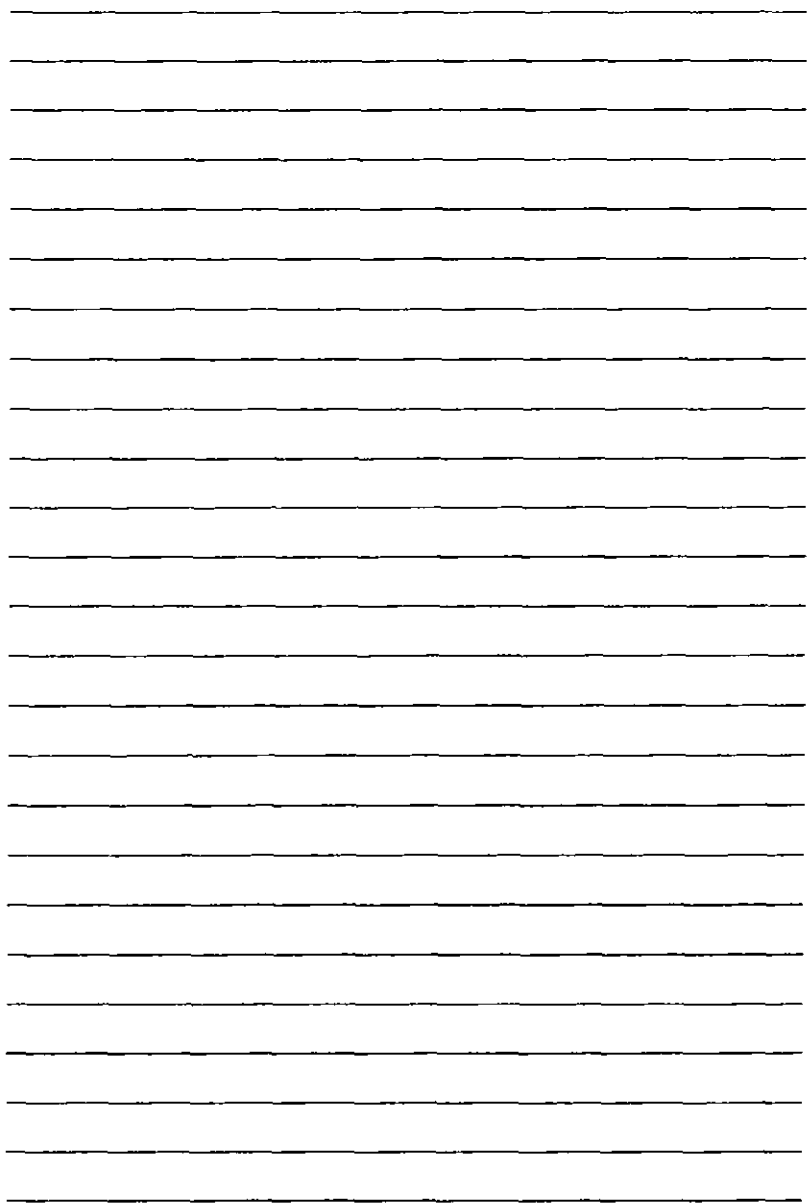
Foydalanilgan adabiyotlar

1. Проектирование механических передач: Учебно справочное пособие для вузов. С.А. Чернавский, Г.А.Снесарев, Б.С.Козинцов и др. 5-изд., перераб. и дополн. – М.: «Машиностроение», 1984. 560 с.
2. П.Ф.Дунаев, О.П.Леликов. Конструирование узлов и деталей машин. Изд. 4-е. перераб и дополн. – М.: «Высшая школа», 1985. 416 с.
3. П.Ф.Дунаев, О.П.Леликов. Детали машин. Курсовое проектирование – М.: «Высшая школа», 1984. 326 с.
4. Курсовое проектирование деталей машин. М.: «Машиностроение», 1988. 416 с.

MUNDARIJA

KIRISH	3
I BOB. REDUKTORLAR VA MOTOR-REDUKTORLAR.....	5
1.1-§. Reduktorlar va motor-reduktorlarning umumiy sharhi hamda belgilanishi..	5
1.2-§. Silindrik reduktorlar	6
1.3-§. Konussimon reduktorlar	11
1.4-§. Konussimon-silindrik reduktorlar	13
1.5-§. Planetar reduktorlar	16
1.6-§. Chervyakli reduktorlar	17
1.7-§. Chervyakli-silindrik va silindr-chervyakli reduktorlar	20
1.8-§. Motor-reduktorlar.....	22
1.9-§. Reduktorlarning asosiy parametrlarini tanlash.....	23
II BOB. REDUKTOR POG‘ONALARI BO‘YICHA UMUMIY UZATISH NISBATINI TAQSIMLASH.....	31
2.1-§. Reduktor uzatish nisbatini taqsimlash bosqichlari	31
2.2-§. Silindrik ikki pogonali reduktorlarning uzatish nisbatlarini taqsimlash....	33
2.3-§. Planetar reduktorlarning uzatish nisbatlarini taqsimlash.....	44
2.4-§. Konussimon-silindrik ikki pogonali reduktorlarning uzatish nisbatlarini taqsimlash.....	47
2.5-§. Chervyakli-silindrik reduktorlarning uzatish nisbatini taqsimlash.....	52
III BOB. YURITMA POG‘ONALARI UZATISH NISBATINI TAQSIMLASH.....	53
3.1-§. Reduktorlarning uzatish nisbatlarini jadval yordamida aniqlash.....	53
3.2-§. Yuritmaning umumiy uzatish nisbatini taqsimlash.....	56
<i>1-ilova. Mavzu b o‘yicha glossariy (Izohli lu g‘at).....</i>	<i>63</i>
<i>2-ilova. Qo‘llanmada keltirilgan reduktorlarning belgilanishi.....</i>	<i>66</i>
Foydalanilgan adabiyotlar	68

7



M.M. KURGANBEKOV, A. MOYDINOV

**REDUKTORLARNING POG‘ONALAR
BO‘YICHA UZATISH NISBATINI OPTIMAL
TAQSIMLASH**

Muharrir:	A.Ziyadov
Texnik muharrir:	N. Ismoilova
Komputerda sahifalovchi:	A. Moydinov

Nashr. lis. AI №149, 14.08.09. Bosishga ruxsat etildi 12.10.2011-y.
O'lchami 60x84^{1/16}. «Times New Roman» harfida terildi. Shartli b.t. 4,5.
Nashr b. t. 4,3. Tiraji 100. Narxi shartnoma asosida. 165-sonli buyurtma.

«Fan va texnologiyalar Markazining bosmaxonasi»da chop etildi.
Toshkent sh., Olmazor ko'chasi, 171-uy.