TEXNOLOGIK MASHINALAR UCHUN TAKOMILLASHGAN VAL TAYANCH KONSTRUKSIYASIDAGI ISHQALANISH KUCHI MOMENTINING TAHLILI

Akbarov Alisher Normatjonovich, *t.f.f.d., PhD.*
E-mail: alilion2090@gmail.com
Namangan davlat texnika universiteti

Annotatsiya*: Ushbu maqolada texnologik mashinalar uchun mo‘ljallangan takomillashgan val tayanch konstruksiyasida yuzaga keluvchi ishqalanish kuchi momentining shakllanish mexanizmlari ilmiy nuqtai nazardan tahlil qilinadi. Tadqiqot jarayonida val tayanchidagi yuklanishlar, aylanish tezligi, konstruktiv elementlarning geometric xususiyatlari hamda ishqalanish juftliklarining ta’siri kompleks ravishda o‘rganildi. Ishqalanish momentini kamaytirishga qaratilgan takomillashtirilgan tayanch konstruksiyasining nazariy modeli ishlab chiqilib, unda kontakt zonalaridagi kuchlar taqsimoti va energiya yo‘qotishlari baholandi. Olingan natijalar an’anaviy tayanch konstruksiyalari bilan solishtirilib, takomillashgan yechimning samaradorligi ilmiy asosda isbotlandi.*

Аннотация: *В данной статье с научной точки зрения проанализированы механизмы формирования момента силы трения в усовершенствованной конструкции опоры вала, предназначенной для технологических машин. В ходе исследования комплексно изучено влияние нагрузок в опоре вала, частоты вращения, геометрических характеристик конструктивных элементов, а также параметров фрикционных пар. Разработана теоретическая модель усовершенствованной конструкции опоры, направленная на снижение момента трения, в рамках которой выполнена оценка распределения сил в контактных зонах и энергетических потерь. Полученные результаты сопоставлены с традиционными конструкциями опор, на основе чего научно обоснована эффективность предлагаемого решения.*

Abstract*: In this article, the mechanisms of formation of the friction torque in an improved shaft support structure intended for technological machines are analyzed from a scientific point of view. During the study, the effects of loads acting in the shaft support, rotational speed, geometric characteristics of structural elements, as well as the parameters of friction pairs were comprehensively investigated. A theoretical model of an improved support structure aimed at reducing friction torque was developed, within which the distribution of forces in the contact zones and energy losses were evaluated. The obtained results were compared with conventional support designs, on the basis of which the efficiency of the proposed solution was scientifically substantiated.*

Kalit so’zlar: *Konstruktsiya, silindr, val, tayanch, yeyilish, ishqalanish, ish resursi, aylanma harakat, .*

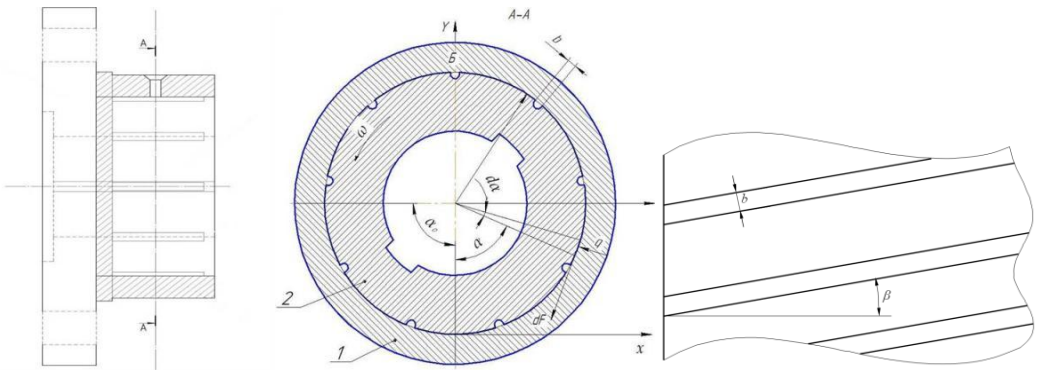
Ключевые слова: *Конструкция, цилиндр, вал, опора, кинетическая энергия, потенциал, расход, ресурс работы трения, вращательное движение,*

Key words: *Design, cylinder, shaft, support, kinetic energy, potential, consumption, friction resource, rotational motion,*

Texnologik mashinalar va jihozlarning ekspluatatsiya jarayonida yuritgich tomonidan sarf bo‘ladigan barcha mexanik energiyalarning hammasi foydali ishlarni bajarish uchun sarf bo‘lmasligi o‘z isbotini topgan. Sarf bo‘layotgan energiyaning ma’lum bir qismi texnologik mashinalar ish bajarish jarayonida ishchi organlar orasidagi ishqalanishni yengish uchun sarf bo‘ladi [1].

Takomillashgan val tayanch konstruksiyasida ishqalanish momentini hisoblashning keng tarqalgan usulida ikkita gipotezadan foydalaniladi [2]. Birinchi gipotezada aylanma kinematik juftlikga tushadigan solishtirma bosim o‘zgarmas kattalik deb qabul qilingan. Ikkinchi gipotezaga

ko‘ra sapfa absolyut bikr, deb qaraladi va podshipnik Q kuch ta’sir chizig‘ining yo‘nalishi tomon qo‘yiladi [1]. 1- rasmda keltirilgan hisoblash sxemasi bo‘yicha birinchi gipotezadan foydalanib, bosim kuchining muvozanat sharti P_k va ishqalanish kuchining OY o‘qidagi elementar kontakt zonadagi proyeksiyasini hisobga olib, ifodani aniqlash mumkin bo‘ladi.



a) *b)* *v)*

a) bo‘ylama kesim; b) ko‘ndalang kesim (ariqchalar o‘qqa paralel holati); v) ariqchalar og‘ma holatiб 1- sapfa (korpus), 2- val (silindr)

1-rasm. Ishqalanish momentini aniqlash uchun hisoblash sxemasi

Har bir ariqcha tortib turgan burchak qiymati:

$$\sin\alpha_a = \frac{b}{r}; \tag{1}$$

Olingan (1) ifodadan:

$$\alpha_a = \arcsin\frac{b}{r};$$

barcha ariqchalar sonini e’tiborga olsak:

$$\sum_{i=1}^{n}\alpha_{ai} = i\alpha_a = i\arcsin\frac{b}{r}; \tag{2}$$

Mos ravishda har bir ariqcha egallab turgan yuzani inobatga olsak:

$$\sum_{i=1}^{n}S_a = ib; \tag{3}$$

Shuningdek, og‘ma ariqchalar ishlatilganda

$$l_a = l\cos\beta;$$

bunda, l – sapfa uzunligi, β – og‘ma ariqchali o‘q bilan hosil qiluvchi burchagi.

Yuqorida ta’kidlangan muvozanat shartini olsak:

$$P = 2ql\cos\beta\left[r\sin\left(\frac{\pi}{2} - \frac{i}{2}\arcsin\frac{b}{r}\right) - \frac{ib}{2}\right] \tag{4}$$

bunda, q-bosim kuchi, l-kinematik juftning uzunligi, r-silindrning radiusi, i- ariqchalar soni va b-ariqchalar kengligi.

Shuni ta'kidlash kerakki, bosim kuchi P jismning og'irlik kuchiga bog'liq bo'lib, o'q (silindr) dagi sapfa asosan π aylana zonada harakat qiladi [3].

Sapfaning o'q (silindr) bo'yicha reaksiya kuchini hisobga olib, ishqalanish kuchidan moment quyidagi ifodadan hisoblanadi [3].

$$M_{ishq} = fPr\frac{\frac{\pi}{2} - \frac{i}{2}\sin\frac{b}{r}}{\sin\left(\frac{\pi}{2} - \frac{i}{2}\sin\frac{b}{r}\right)} \tag{5}$$

Bu holda $\sin\frac{b}{r} \approx \frac{b}{r}$ ni, shuningdek (5) va moylash darajasini hisobga olgan holda "a" koeffitsiyentini inobatga olgan holda olamiz:

$$M_{ishq} = 2fqal\cos\beta r\left[r\sin\left(\frac{\pi}{2} - \frac{ib}{2r}\right) - \frac{ib}{2}\right]\cdot\frac{\frac{\pi}{2} - \frac{ib}{2r}}{\sin\left(\frac{\pi}{2} - \frac{ib}{2r}\right)} \tag{6}$$

bunda, f-po'latning po'latga ishqalanish koeffitsienti.

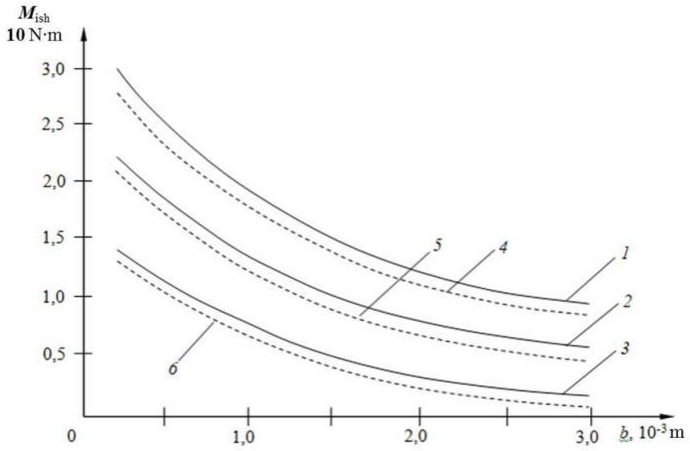
Demak, olingan (6) formula umumiy bo'lib, xususiy holida, β=0 bo'lganda [3] keltirilgan formulaga mos keladi.

Takomillashgan val tayanch konstruksiyasi parametrlarining dastlabki ma'lumotlari oziq-ovqat sanoatining o'simlik moyini ishlab chiqarish uchun qo'llaniladigan moy siqish mashinasi mexanizmlari va mashinalari uchun tanlanadi [3]: P=(5,0÷9,0)·10^{2}N; l=(2,0÷11)·10^{-2} m; r=(10÷40)·10^{-2} m; f=0,05÷0,1; i=6,0÷12,0; a=0,4÷0,7; b=(0,6÷1,8)·10^{-3} m;

Val tayanchining tavsiya etilgan konstruksiyasi ishqalanish kuchlaridan momentni sezilarli darajada kamaytiradi va shu bilan mexanizm va mashinaning xizmat qilish muddati ortadi. Bunda, ayniqsa, ariqchalarni aylanish o'qiga nisbatan hosil qilgan burchagi muhim o'rin tutadi. Val tayanch konstruksiyasining tavsiya etilayotgan parametrlari tashqi yuk ishqalanish kuchlaridan momentning kamayishiga ta'sir qiladi. 2-rasmda kinematik juft silindr (o'q) sirtidagi bo'ylama ariqchalarning konstruktiv parametrlari o'zgarishi bilan ishqalanish kuchlarining momenti o'zgarishiga bog'liqlik grafiklari ko'rsatilgan [3].

Grafikdan ko'rinadiki, Val tayanchining ichki silindrida ochilgan bo'ylama va qiya bo'ylama ariqchalar kengligini oshirish bilan ishqalanish kuchi momenti M_{ish} chiziqsiz qonuniyat bo'yicha kamayganligini ko'rish mumkin. Buni bo'ylama ariqcha va qiya bo'ylama ariqcha eni "b" o'lchami ortishi sababli kinematik juftlikdagi kontakt yuzalari maydonini kamayishi bilan asoslash mukin ekan. Shu bilan birga, bo'ylama ariqchalar sonini ortishi bilan ham ishqalanish momenti kamayar ekan. Masalan: ariqcha kengligini 0,5·10^{-3}m dan 3,0·10^{-3}m ga ortishi bilan va ariqchalar soni i=6 ta bo'lganda ishqalanish momenti 30 N·m dan 9,9 N·m ga kamayar ekan; ariqchalar eni yuqoridagi miqdorga teng bo'lganda va ariqchalar soni i=12 ta bo'lganda ishqalanish momenti miqdori 14,5 N·m dan 2,9 N·m ga kamayar ekan. Yog'-moy sanoatining ko'rilayotga mashina va mexanizmlari uchun kinematik juftlik shu resursini 25-30% ga oshirish uchun ariqchalar soni va kengligini quyidagi qiymatlarda olish tavsiya etiladi: i=9, b=(0,8÷2,0)·10^{-3} m [3].

Ta'kidlash mumkinki, ariqchalarning aylanish o'qiga nisbatan og'ish burchagini ortishi ishqalanish yuzasini kamayishiga olib keladi. Shuning uchun kinematik juftda ishqalanish momenti qiymatlari ham mos ravishda kamayadi. Bo'ylama ariqchaning og'ish burchagi 10° qilib olinganda, ishqalanish momentlari o'zgarish qonuniyatlari (2-rasm, 4,5,6 grafiklar) qiymatlari β=0° holatiga (2-rasm, 1,2,3 grafiklar) nisbatan (8.0÷10) % gacha kamayganini ko'rish mumkin.



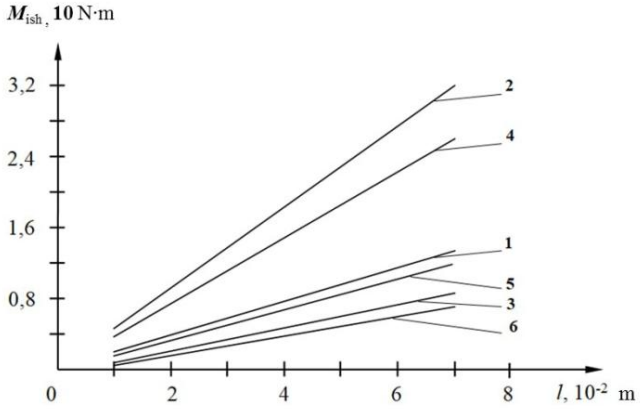
1,4- da i=6,0; 2,5-da i=9,0; 3,6-da i=12,0
1,2,3- to‘g‘ri bo‘ylama ariqchalar; 4,5,6- og‘ma ariqchalar. β=10°.

2-rasm. Ishqalanish momenti o‘zgarishini kinematik juftlik silindri (vali) sirtidagi ariqchalar eniga bog‘liq o‘zgarish grafigi

Ishqalanish momentini o‘zgarish jarayoniga kinematik juftlik ichki silindrining radiusi (r) va uzunligi (l) ni qanday ta’sir etishinini o‘rganish ham muhim hisoblanadi (3-rasm). r va l ni orttirish bilan M_{ish} qiymati ham proporsional ravishda chiziqli qonuniyat bo‘yicha oshar ekan. Shuning uchun kinematik juftlikdagi ishqalanishni kamaytirish uchun r va l ni mumkin qadar kichik qiymatlarda olish maqsadga muvofiq bo‘lar ekan [3].

Ta’kidlash kerakki, yuklama P asosan silindr sirtining pastki qismiga ta’sir qiladi, ayniqsa yuklama P sapfaning og‘irligidan hosil bo‘ladigan bo‘lsa, yuklama P qancha ko‘p bo‘lsa, ishqalanish momenti M_{ish} qiymati shuncha yuqori bo‘ladi. Bunday holatda silindr yuzasidagi bo‘ylama ariqchalar bo‘lishi nafaqat sapfa va silindrning kontakt yuzalar maydonini kamaytiradi, balki ular moylovchi materialni saqlash va ishqalanish sirtlarga uzatish uchun manba bo‘lib xizmat qiladi [3].

Bu yerda ham, ta’kidlash kerakki, val tayanchining ichki silindriga ochilgan bo‘ylama ariqchalarning og‘ish burchagini ortishi mos ravishda ishqalanish momentini kamaytirishga olib keladi. (3-rasm, 5,6 grafiklar).

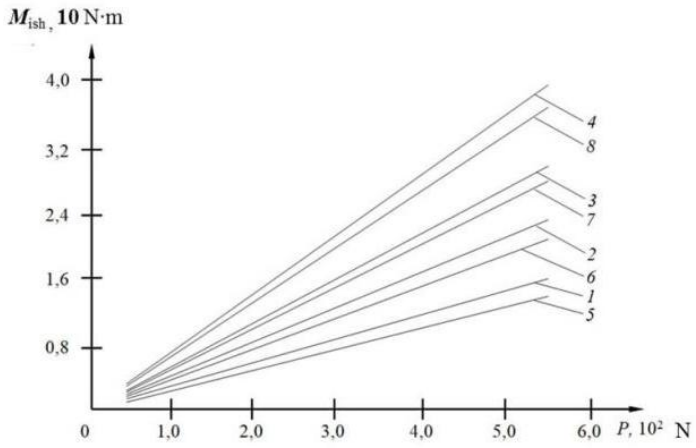


1,3,5,6- taklif qilinayotgan; 2,4-mavjud, 1,3- ariqchalar o‘qqa paralel bo‘lganda; 5,6- ariqchalar og‘ma joylashganda. 1,2,5- da r=4,0·10^{-2} m; 3,4,6-da r=3,0·10^{-2} m

3-rasm. Ishqalanish kuchi momentini aylanma kinematik juftlik uzunligini o‘zgarishiga bog‘liq holdagi grafigi

Moylash darajasi koeffitsiyenti “a” orqali hisobga olinadi. 4-rasmda ishqalanuvchi sirtlarni turli darajadagi moylashda yuklama P ni o‘zgarishiga bog‘liq holda ishqalanish momenti M_{ish} ni

o‘zgarish grafigi tasvirlangan. Unda ko‘rinadiki, tashqi yuklama $(1,0\div8,0)\cdot10^2$ N hamda moylash darajasi α=0,70 bo‘lganda, ishqalanish momenti 40,5 *N·m* gacha chiziqli qonuniyat bo‘yicha oshar ekan; α=0,40 bo‘lganda esa ishqalanish momenti 15,4 *N·m* gacha oshar ekan. Shuning uchun moylash qiymatini maqbul qiymati $\alpha\leq(0,4\div0,5)$ oraliqda olish tavsiya etiladi [3].

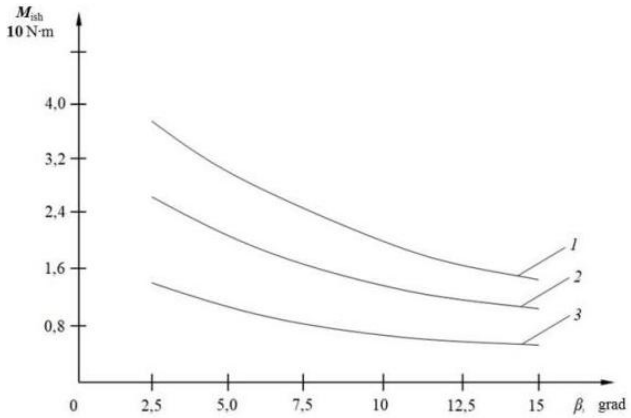


1,5-da *a*=0,4; 2,6-da *a*=0,5; 3,7-da *a*=0,6; 4,8-da *a*=0,7

4-rasm. Ichki silindr (vali)da ariqchalari bo‘lgan kinematik juftlikdagi ishqalanish kuchi momentini sapfa og‘irligidan hosil bo‘ladigan yuklanishga bog‘liq o‘zgarish grafigi

Qayd etish kerakki, moylash koeffitsiyenti M_{ish} ta’siri proporsional bo‘lsada, og‘ish burchagi β ni o‘zgarish qiymatida ham ushbu proporsionallik saqlanib qoladi. Bunda $\beta=10^o$ bo‘lgandagi ta’siri M_{ish} ni 8.0÷10 % gacha kamayishiga olib keladi.

5-rasmda ariqchalar aylanish o‘qiga og‘ma joylashish burchagini ishqalanish kuchi momentining o‘zgarishiga bog‘liqlik grafiklarida keltirilgan.



1) $b=0,6\cdot10^{-3}$ m; 2) $b=1,2\cdot10^{-3}$ m; 3) $b=1,8\cdot10^{-3}$ m

5-rasm. Ariqchalar aylanish o‘qiga og‘ma joylashish burchagini ishqalanish kuchi momentining o‘zgarishiga bog‘liqlik grafiklari

Grafiklar tahlili shuni ko‘rsatadiki, ariqchalarni aylanish o‘qiga nisbatan og‘ish burchagi β ni qiymatlari 2,5° dan 15° gacha ko‘payganda ishqalanish momenti qiymatlari $b=0,6\cdot10^{-3}$ *m* bo‘lganda 38 *N·m* dan 15,2 *N·m* gacha nochiziqli qiymatlarda kamayadi (5-rasm, 1-grafik). Mos ravishda ariqchalar eni $1,8\cdot10^{-3}$ *m* gacha ko‘payganda ishqalanish momentini 16,3 *N·m* dan 5,9 *N·m* gacha kamayishini ko‘rish mumkin. (5- rasm, 3- grafik).

Demak, ishqalanish momentini kamaytirish uchun ariqchalar og‘ish burchagini $8^\circ\div10^\circ$ oralig‘ida olish maqsadga muvofiqdir.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Жўраев А.Ж. ва бошқ. Машина ва механизмлар назарияси. –Т.: Ғофур Ғулом, 2004. -408-б.
2. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин.- М.: Наука, 1988. -640 с.
3. Кенжабоев Ш.Ш. Разработка конструктивных схем и методы расчета рычажных механизмов с упругими элементами и гибкими звеньями приводов технологических машин: Дис. ... док. тех. наук – Ташкент: ТГТУ, 2019 – 233 с.