



ARALASHTIRGICH SIFATIDA ISHLATILADIGAN SHARNIRLI MUFTANING KIRISH VA CHIQISH ZVENOLARINING HARAKAT QONUNINI ANIQLASH

Toshov B.R. - fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent, magistratura bo'lim boshlig'i, **Ismatov A.A.** - Konchilik mashinalari va jihozlari magistratura mutaxassisligi 2-bosqich talabasi.

Annotatsiya. Ushbu maqolada suyuqliklarni aralashtirish qurilmasi uchun yaratilgan "Sharnirli mufta" nomli mexanizmning strukturaviy sxemasi keltirilgan va uning modeli yaratilgan, mexanizmi ishga layoqatligi, zvenolarining xarakatlana olish qobiliyati borligi ko'rsatilgan, uning kirish va chiqish zvenolarining harakat qonuni tajriba yuli bilan aniqlangan. Topilgan harakat qonunlarini ifodalovchi korrelyatsiya koeffitsiyenti $\cos\varphi=0,99$ bo'lgan regressiya ifodasi xamda kirish va chiqish zvenolarining burchak tezligi, xarakatni uzatish nisbati Mat'cad dasturi yordamida xisoblangan.

Kalit so'zlar: Sharnirli mufta, tuzilish sxemasi, mexanizm modeli, kirish va chiqish zvenolari, harakat qonuni, regressiya, burchak tezlik, xarakatni uzatish nisbati.

Аннотация. В данной статье представлена структурная схема механизма под названием "шарнирная муфта", предназначенная для устройства смешивания жидкостей, и создана его модель, показано работаспособности, проворачиваемости звеньев механизма, закон движения входного и выходного звеньев модели определен экспериментально. Выражение регрессии с коэффициентом корреляции $\text{corr}=0,99$, представляющее найденные законы движения, а также угловая скорость входного и выходного звеньев, коэффициент передачи движения рассчитаны с помощью программы Mathcad.

Опорные слова: Шарнирная муфта, структурная схема, модель механизма, входной и выходной звено, закон движения, регрессия, угловой скорость, передаточная отношения движения.

Abstract. This article presents a structural diagram of the mechanism called "hinge coupling", designed for mixing liquids, and created a model of it, shows the working capacity, rotatability of the mechanism links, the law of movement of the input and output links of the model is determined experimentally. The regression expression with the correlation coefficient $\text{corr}=0.99$, representing the found laws of motion, as well as the angular velocity of the input and output links, and the coefficient of motion transfer are calculated using the Mathcad program.

Keywords: Joint coupling, block diagram, mechanism model, input and output link, law of motion, regression, angular velocity, gear ratio of motion.

Respublikamizni iqtisodiy rivojlantirish uchun ishlab chiqarish, boyitish, metallurgiya va xullas barcha sanoat modernizatsiya qilish talab qilinadi. Ko'pchilik sanoat turlarida bo'ladigani kabi, metallurgiya sanoatida ham har-xil suyuqliklarni

aralashtirish bilan kechadigan jarayonlar ko'p uchraydi. Masalan boyitish sanoatida ma'lum bir zichlikka ega bo'lgan bo'tanalar, aralashmalar olinib, ular bilan boyitish ishlari amalga oshiriladi. Flotatsiya jarayoni esa aralashib turgan suyuqlikda kechadi. Metallarni tanlab eritish ham aralashib turgan suyuqlikda olib borilganda, yaxshi natija beradi. Suyuqliklarni aralashtirish jarayonini jadallashtirish bilan, jarayon borish vaqtining kamayishi va oqibatda mehnat unumdorligi oshishi ro'y beradi. Aralashtirgichlarning harakatlarini o'zgartirib, aralashtirish jarayonini jadallashtirish va oqibatda ishlab chiqarish unumdorligini oshirish mumkin.

Aralashtirish bo'yicha 2015-yilda Sankt-Peterburgda Yevropaning "Mixing-15" nomli 15-konferensiyasida, keyingi 20 yilda jarayonni tajriba va hisoblash usullari juda katta o'zgarishlarga ega bo'lganligi ta'kidlandi. Shu davr ichida suyuqlikka energiya berib aralashtiriladigan qurilmalardagi oqim tuzilishini o'rganishda vizual aniqlashning miqdoriy usullaridan biri bo'lmish, hisoblash gidromexanikasi zamonaviy tadqiqotning asosiy quroli sifatida namoyon bo'ldi. 2018-yilda V.M.Barabash, R.M.Abiyev va N.N.Kulovlar tomonidan aralashtirish nazariyasi va amaliyoti bo'yicha 97 ta maqola va monografiyalar ko'rib chiqilgan va sharhlangan. Unda [1] jarayonni intensivlashtirish qilish uchun aralashtirishning turli (mexanik, pnevmatik, struyali, tebranishli, magnitli va boshqa) usullaridan foydalanilganligini keltirilgan. Lekin bu usullardan eng ko'p tarqalgani mexanik aralashtirish bo'lib, asosiy jarayon apparatining ishchi sohasi (suyuqlik)da aylanma harakat beruvchi meshalka yordamida amalga oshiriladi va u konstruksiyasining nisbatan sodda (motor-reduktor/elektrodvigatel, tayanch, manjet, val va meshalka), energetik va iqtisodiy samarador, ishlatish va texnik xizmat ko'rsatish oson ekanligi bilan boshqa usullardan ajralib turadi va mavjudlarining 95 % i tashkil etadi.

Hozirgi kungacha ishlab chiqarishda qo'llaniladigan aralashtirish qurilmalari sanoat korxonalarini talab etadigan texnologik parametrlarni har doim ham to'liq ta'minlay olmayapti. Bunday bo'lishiga qo'yidagilarni sabab deb ko'rsatish mumkin:

1. Aralashtirish jarayonining murakkabligi;
2. Aralashtirish qurilmasining ishchi sohasida bo'ladigan jarayon va hodisalarni hosil bo'lish mexanizmini fizik tahlil qilish qiyinligi;



3. Jarayondagi harakat parametrlarini aniqlash uchun ishonchli o'lchov texnikasining yo'qligi.

Bular esa sanoatda qo'llaniladigan aralashtirish qurilmalarini loyihalash va tayyorlashda katta xatoliklarga yo'l qo'yilganligiga olib keladi.

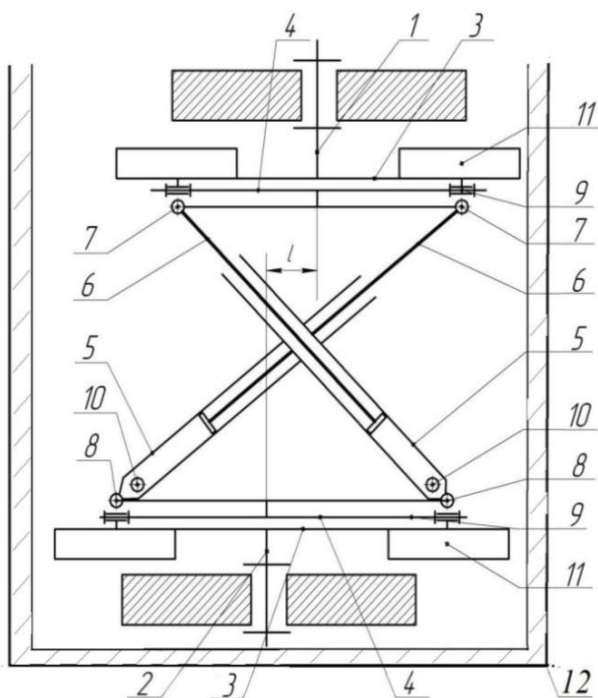
Odatda mavjud aralashtirgichlarning juda ko'pi statsionar rejimda ishlaydi, ya'ni mexanizmning ishchi bo'g'ini o'zgarimas burchak tezlik bilan aylanma harakat qiluvchi parrakdan iborat bo'ladi. Parrak o'z navbatida aylanma harakatlanib aralashtirilishi kerak bo'lgan muhitga (suyuqlik+qattiq zarrachaga) ta'sir etadi. Bu ta'sir natijasida suyuqlik harakatga keladi aralashish intensivligi aralashtirgichning ishchi bo'g'ini atrofida yuqori bo'lib undan uzoqlashgan sari kamayib boradi, lekin u solingan idishning shunday sohaları mavjud bo'ladiki, u joyda suyuqlik tezligi juda kichik yoki nolga teng bo'lishi natijasida aralashish jarayoni kechmaydi, aks holda ajralish jarayoni hosil bo'ladi. Tayyorlanayotgan aralashmaning birjinslilik darajasi yo'qoladi, kerakli konsentratsiyadagi aralashma tayyorlash vaqti uzayadi, ko'p energiya sarflanadi. Bundan tashqari aralashtirilayotgan muhitning tezligi ma'lum vaqtdan keyinishchi bo'g'inning tezligi bilan bir xil bo'lib ular orasidagi nisbiy harakat yo'qoladi, natijada suyuqlik bir maromda harakatlanib, aralashmani tashkil etuvchi zarrachalar harakatdan ajralishi (xuddi uzoq yo'lda bir maromda harakatlanayotgan mashinadagi haydovchining holatiga o'xshab, oniy uxlab qolishi) va cho'kindi holiga kelishi kuzatiladi. Yuqoridagilar hozirgi kunda aralashtirish jarayonining asosiy muammolaridan biri hisoblanadi. Agar, aralashtirgichga o'zgaruvchan aylanma harakat berilsa, aralashtirish jarayoni jadallashadi, zarrachalar oniy vaqtda suyuqlik harakatiga nisbatan tezlashib yoki sekinlashib turbulent harakatda bo'ladi. Yanayam oddiyroq qilib aytganda aralashtirilishi kerak bo'lgan suyuqlikka o'zgaruvchan kinematik parametrli, ya'ni murakkab harakat berilsa muammolar o'z-o'zidan yechila boshlaydi. Bu jarayonni turli usulda bajarsa bo'ladi. Keyingi vaqtlarda aralashtirish jarayonini intensivikasiya qilish uchun ishchi organlari va aralashma solingan idishlari murakkab, o'zgaruvchan burchak tezlikli, notekis murakkab harakatlar hosil qiluvchi qurilmalardan foydalana boshladilar. Bunday harakatlarni hosil qilish uchun fazoviy mexanizmlardan foydalanishni taklif etishmoqda [2, 3]. Biroq mavjud mexanizmlarning konstruksiyalari murakkab tuzilishga ega va bir nechta yuritgichlar yordamida harakatlanadi, tarkibida sharli sharnirlar bo'lganligi uchun ularni ishlash muddati qisqa. Bundan tashqari aralashish jarayoni ustida olib borilgan tadqiqotlarning kamligi sababli, yaratilgan qurilmalarning fazoviy guruhlari o'rganilmagan va sinflarga ajratish nazariysi mavjud emasligi sababli aralashtirgich yaratish nazariyasi ishlab chiqilmagan. Aralashtirgich sifatida fazoviy mexanizmlardan foydalanishning qiyinchiliklaridan biri ularni modelini yaratish, ishlab chiqarishga

qo'llashni murakkabligidir. Bunga misol sifatida eramizdan 250-yil oldin Yegipetlik olim Filon "Mexanika" nomli kitobda aylanma sharnirlarining o'qlari bir nuqtada kesishuvchisferik fazoviy to'rt bo'g'inli mexanizmni nazariy jihatdan ishlab chiqdi. 1800-yildan keyin italiyalik matematik, filosof va vrach Djerolama Kardano bu mexanizmni yaratdi va dengiz kompaslarni o'rnatish uchun ishlatdi (hozirgi kun bilan aytganda yaratilgan mexanizmni ishlab chiqarishga tadbiq qildi). Hozirgi kunda bu sferik sharnirli mexanizm barcha avtomobillarni konstruksiyasida uzatma sifatida muvofiqiyatli ishlatilmoqda. Yana boshqa misol sifatida aylanma sharniri faqat silindrik bo'lgan, o'qlari kesishmaydigan va parallel bo'lmagan to'rt bo'g'inli fazoviy mexanizm 1903-yilda Angliyalik matematik Bennett tomonidan nazariy ishlab chiqildi, lekin modelini yaratolmaganligi uchun uni ishlashiga o'zi ham ishonmadi. Bu maqola juda ko'p chet ellik va mahalliy olimlarni qiziqirdi, shunga o'xshagan besh va olti bo'g'inli fazoviy mexanizmlar geometriya nuqtai nazaridan ishlandi, lekin modeli yaratilmadi. Faqatgina 75 yildan keyingina Qozon maktabining professorlari B.V. Shitikov va P.G. Mudrovlar bu fazoviy mexanizmni modelini va ishlab chiqarish namunasini yaratishga sazovor bo'ldilar. Bu aytilganlar fazoviy mexanizmlarni ishlab chiqarishga qo'llash anchagina murakkab ekanligidan dalolat beradi

Maqsadimiz yaratilayotgan mexanizm suyuqlikka mavjud mexanik meshalkalarga o'xshab gorizontall va unga parallel tekisliklarda ta'sir etsin, bundan tashqari vertikal teksliklarda ham aralashtirsin. Biz taklif etayotgan "Sharnirli mufta" [4] nomli mexanizm maqsadimizga erishishning uslublaridan biri hisoblanadi. Mexanizmning tuzilish sxemasi 1.a-rasmda keltirilgan.

Qurilma yetakchi va ergashuvchi yarim muftadan iborat bo'lib, ular bir-biri bilan, orasida joylashgan, o'qlari kesishadigan porshen-silindr ko'rinishidagi teleskopik shatunlar orqali bog'langan. Yarim muftalarning har biri sharnir ko'rinishida ulangan vilka va ilgakdan iborat bo'lib, har bir shatun esa sharnir ko'rinishida bitta uchi bilan birinchi yarim muftaning ilgagi bilan, ikkinchi uchi bilan esa boshqa yarim muftaning ilgagi bilan bog'langan. Shatunlarning tashqi qismlarida teshik 10 ochilgan.

Tashqi 5 va ichki 6 qismlardan iborat teleskopik shatun porshen-silindrda o'xshab ishlab yetakchi yarim muftadan aylanma harakatni yetaklanuvchi yarim muftaga uzatadi. Yetakchi yarim mufta yetaklanuvchi yarim muftaga nisbatan I uzunlikdagi radial ko'chish (ekssesa)ga ega. Vilka 3 va halqa 4 bir-biri bilan, o'qi vilkaning aylanish o'qiga perpendikulyar sharnig 9 orqali bog'langan. Teleskopik shatunning tashqi 5 va ichki 6 qismlari halqa 4 ga mos keladigan, o'qlari bir-biriga parallel va vilka 3 va sharnir 9 o'qiga perpendikulyar qilib o'rnatilgan.



a)



b)

1-rasm. Sharnirli muftaning strukturaviy sxemi (a) va modeli (b).

1, 2 – yetakchi va ergashuvchi yarim muftalar; 3-vilka; 4-halqa; 5, 6-teleskopik shatunning tashqi va ichki (silindr va porshen) qismlari, 7, 8-silindrik sharnirlar, 9-sharnirlar o'qi, 10-silindrga ochilgan teshik, 11-meshalkaning parraklari, 12-aralashishi kerak bo'lgan suyuqlik solingan silindrik idish

Teleskopik shatun (silindr) 5 ning mos sharnirlariga yaqin joyiga teshik 10 o'rnatilgan. Bu sharnirli mufta aralashishi kerak bo'lgan suyuqlik bilan to'ldirilgan silindrik idishga o'rnatiladi. Mufta ishlash davomida yetaklovchi yarim muftadagi aylanma harakat, tashqi 5 va ichki 6 qismlari mavjud, o'qlari bir-biri bilan burchak ostida kesishadigan ikkita teleskopik shatun orqali yetaklanuvchi yarim mufta 2 ga uzatiladi. Yetaklanuvchi yarim mufta gorizontaal va unga parallel tekisliklardagi suyuqliklarga aylanma harakat berib, ularni shu tekisliklarda aralashtiradi. Teleskopik shatun esa silindr ko'rinishidagi tashqi 5 qismi bo'ylab ilgariylanma-qaytma harakat qilib 10 teshik orqali suyuqlikni so'rib va puflab vertikal tekislikda aralashtiradi. Natijada suyuqlik ham gorizontaal, ham vertikal tekisliklarda aralashtiriladi. Bu esa aralashtirilayotgan suyuqlikni cho'kindisiz bo'lishiga va bir xil konsentratsiyali aralashma hosil bo'lishiga olib keladi. Bu mexanizm boshqa mexanizmlardan farq qilib suyuqlikka harakat beruvchi yarim mufta va ichki bo'g'ini bo'lgan mexanizmlar qatoriga kiradi.

Mashina va mexanizmlarga bag'ishlangan ilmiy va o'quv adabiyotlarni tahlili shuni ko'rsatdiki, juda ko'p adabiyotlar va monografiyalar kirish bo'g'ini tashqi bo'lgan va uni harakatga keltiruvchi umumlashgan kuch harakatlanuvchi bo'g'in va tayanchga qo'yilgan tekis bir harakatli

mexanizmlarga bag'ishlangan. Zamonaviy mashinasozlik oldida yuqori ishonchlikni, aniqlikni va unumdorlikni ta'minlaydigan ko'p funksiyali mashina yaratish qo'yilgan. Kirish bug'ini ichki bo'lgan mexanizmlarda umumlashgan kuch uning harakatlanuvchi bo'g'iniga qo'yiladi va mashinasozlik talab etayotgan parametrlarni tabiiy ravishda ancha oshiradi. Bu mexanizmlar hozirgi kunda yuk ko'taruvchi va tashuvchi, yer qazuvchi-haydovchi, burg'ulash, qoziq qoquvchi, yo'l-transport va qurilish mashinalarida, hamda sanoat robotlari va meditsinada ishlatila boshlandi [5].

Taklif etilayotgan sharnirli mufta [4] nomli mexanizm fazoviy bo'lib, uni qanchalik samara bilan ishlashini bilishimiz uchun uning kinematikasini tadqiq qilishimiz uchun uning modeli yaratildi (1.b-rasm). Yaratilgan yangi mexanizmni vizual tadqiq qilishni yoki uning mustahkamligini, harakatlana olish qobiliyatini, uni tashkil etuvchi bo'g'inlarining harakatchanligini va boshqa xususiyatlarini juda ko'p hollardamexanizmning modelida o'rgansa bo'ladi. Mexanizmni kinematik tahlil qilish uchun uning kirish va chiqish yarim muftalarini, teleskopik shatunni harakat qonunlarini aniqlashimiz kerak. Buning uchun 2-rasmda keltirilgan modelda tajriba olib bordik. Mexanizmda yetakchi yarim mufta va yetaklanuvchi yarim mufta o'qlari orasidagi radial ko'chish (ekssesa)uzunliginio'zgaruvchan ($0 < l \leq 80 \text{ mm}$) qilib tayyorlangan. Kirish yarim

muftasi bog'langan dvigatelning aylanishlar soni $n=14$ ayl/min. Kirish va chiqish bo'g'inlari bo'lmish yarim muftalar gorizontal tekislikda aylanma harakatlanadi. Ularning harakat qonunlarini o'lchash uchun kirish bo'g'ini har 10° ga yaqin burchaklarga burilganda chiqish bo'g'inini qanchaga burilganini o'lchab bordik. O'lchash ishlari 3-marta takrorlanib olib borildi. Buning uchun kirish va chiqish bo'g'inlarning o'qlari o'rnatilgan devorlarga aniqligi 1° gacha bo'lgan 360° li transportirlarni mahkamlab qo'ydik. Olingan natijalar daftarga tushirib borildi.

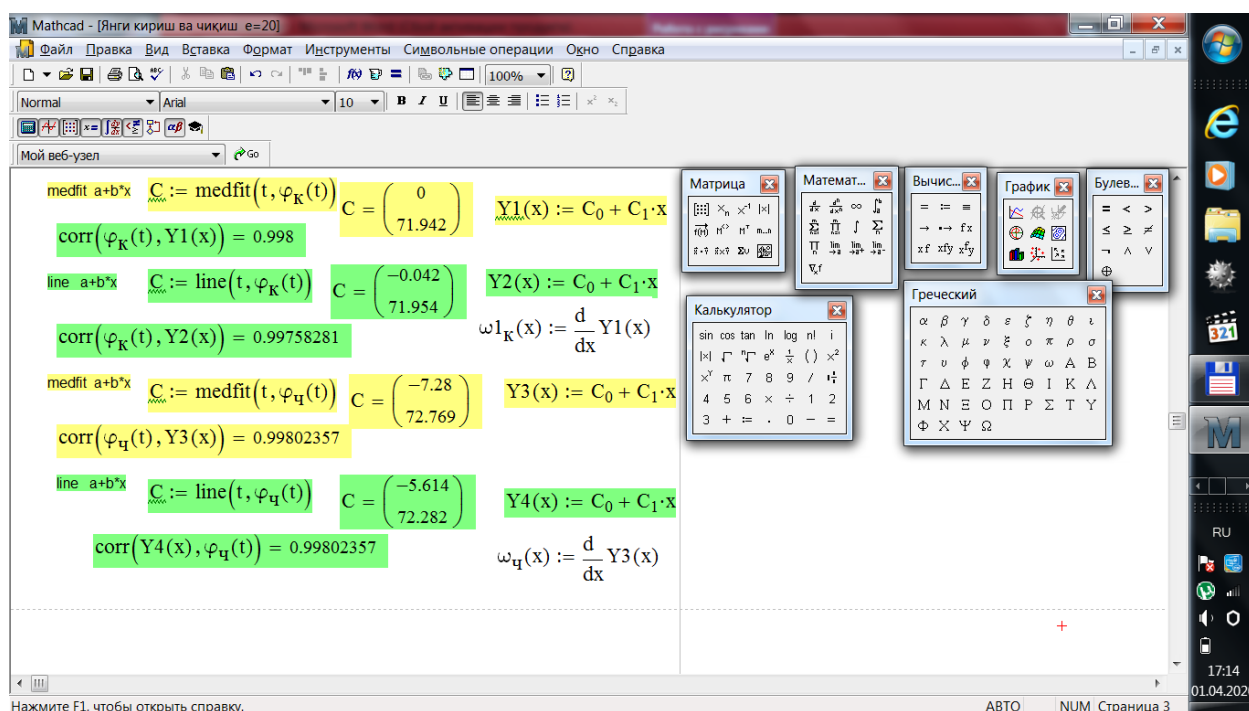
Kirish bo'g'ininig bir marta aylanishi uchun ketgan vaqtni bilgan holda bo'g'inlarining burilish burchagini vaqtga bog'lab hisobladik. Tajriba davomida yetakchi yarim mufta bilan yetaklanuvchi yarim mufta o'qlari orasidagi radial ko'chish (ekssesa) $l=20$ mm uzunlikda saqlandi. Natija tablitsa ko'rinishida keltirilgan va bunda φ_k va φ_q – mos ravishda kirish va chiqish bo'g'inlarining burilish burchaklari, graduslarda; t – bo'g'inlarning burchakka burilishi uchun ketgan vaqt, sek.

1-jadval

Kirish va chiqish burchaklarining vaqtga bog'liq ravishda o'zgarishi

t (s)	0	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,2	1,4	1,6	1,9	2,0	2,3	2,5	2,7
φ_k (grad)	0	13	22	30	43	59	86	99	114	137	151	165	180	194
φ_q (grad)	0	12	20	27	38	53	79	93	108	130	144	158	173	188

t (s)	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	4,0	4,2	4,4	4,6	4,9	5,0
φ_k (grad)	202	217	232	244	260	285	301	318	334	350	360
φ_q (grad)	196	212	226	239	255	280	297	315	330	348	360



2-rasm

Bizga kelajakda kerak bo'ladigan tajriba natijalari to'plamini funksiya ko'rinishida ifodalash uchun Mathcad dasturidan foydalanamiz[6]. Olingan ma'lumotlarni approksimasiyalovchi funksiyalarni tanlash regressiya deyiladi. Regressiya u yoki bu mavjud analitik bog'lanishning koeffitsiyentlarini tanlashga olib keladi. Mathcad dasturi bir nechta o'rnatilgan ikkita turdagi funksiyalarga ega. Eksperiment ma'lumotlarini eng sodda, boshlang'ich yaqinlashishni talab etmaydigan, kvadrat xatolik yig'indisini minimumga keltiradigan

$f(t)=a+bt$ to'g'ri chiziqning $\text{line}(x,y)$ va $\text{medfit}(x,y)$ formulalardan foydalanib hisoblangan bog'lanishlar 2-rasmga keltirilgan. Tajriba ma'lumotlari to'plami va ularni approksimasiyalovchi funksiya qiymatlari orasidagi bog'lanishni baholash uchun korrelyatsiya koeffitsiyentlari con ham hisolangan. Korrelyatsiya qiymati ($\cos \varphi = 0,99$) ning yuqori bo'lishi eksperimental ma'lumotlar keltirilgan to'g'ri chiziq tenglamasi bilan juda yaxshi ifodalanishini ko'rsatadi. Hisoblanganlarga asosan sharnirli



muftaning kirish va chiqish yarim muftalari qo'yidagi qonuniyatlar bilan harakatlanadi:

$$\varphi_k = 71,94 \cdot t; \quad \varphi_q = -7,28 + 72,77 \cdot t.$$

Sharnirli muftaning kirish va chiqish bo'g'inlarining burilish burchagi qonuniyatini bir marta differensiallab ularni burchak tezliklarini topamiz.

$$\omega_k = \frac{d}{dt} \varphi_k = 71,94; \quad \omega_q = \frac{d}{dt} \varphi_q = 72,77.$$

Sharnirli muftaning uzatish nisbati soni $i_{12} = \omega_k / \omega_q = 0,99$. Bu kattalik mexanizmning asosiy xarakteristikalaridan biri hisoblanadi. Agar mexanizm bo'g'inlarining istalgan holatini aniqlaydigan umumlashgan koordinata φ ma'lum bo'lsa $i(\varphi)$ funksiya uning kirish va chiqish bo'g'inlarini biri-biri bilan bog'lanishini ifodalaydi. Mexanizm loyihalashda chiqish bo'g'inining harakat parametrlarini qanaqa bo'lishi ma'lum bo'ladi. Loyihalananayotgan mexanizmning kirish bo'g'inining harakt parametrlari uzatish nisbati orqali aniqlanadi.

Shunday qilib, suyuqliklarni aralashtirish uchun yaratilgan "Sharnirli mufta"ning struktura sxemasiga asosan uning modeli yasaldi va harakatlana olish qobiliyati taqdim qilindi. Uni ishlab chiqarishga tadbiq etish uchun modelning kinematikasi, dinamikasi

o'rganilib loyihalash ishlari bajarilishi kerak. Bu maqolada eksessasi o'zgarmas bo'lgan modelning kirish va chiqish zvenolaridan birinchisining kinematikasi o'rganildi.

Adabiyotlar:

- 1.Barabash V.M., Abiyev R.Sh., Kulov N.N. Obzor rabot po teorii i praktike peremeshivaniya//Teoreticheskiye osnovy ximicheskoy texnologii. 2018. Tom 52. № 4. S. 367-383.
- 2.Mudrov A.G., Mardanov R.Sh. Obzor issledovaniy prostranstvennyxmexanizmov s vrashatelnyimi sharnirami//Teoriya mexanizmov i mashin. 2015. Tom 13. №2(26). S.62-75.
- 3.Mudrov A.G. Konstruksii i model smesheniya v apparatax s meshalkoy // Izvestiya KGASU, 2018, № 1 (43), S. 226-233
- 4.Patent № US FAP 00861. Sharnirli mufta // Toshov B.R., Kushimov F., Toshov J.B., Eshboyeva Z.N. 2013-y. Byul. № 12 da nashr etilgan
- 5.Semenov Yu.A. Primeneniye mashin i mexanizmov s vnutrennimi vxodami// Teoriya Mexanizmov i mashin. 2003.№1 S.30-49.
- 6.Makarov Ye. Injenernyye raschety v Mathcad 15: Uchebnyy kurs. – SPb.: Piter. 2011. – 400 s.