

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

ANDIJON MASHINASOZLIK INSTITUTI

“Mashinasozlik” fakulteti

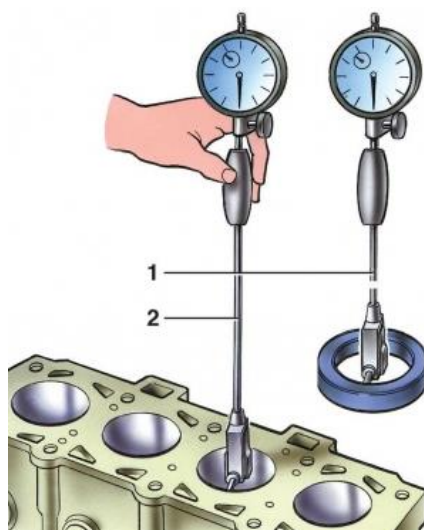


“TRIBOLOGIYA ASOSLARI”

fanidan

5310600 – “Yer usti transport tizimlari va ularning ekspluatatsiyasi” yo`nalishi
3 kurs talabalari uchun mo'ljallangan
laboratoriya mashg'ulotlarni bajarish bo'yicha

USLUBIY KO'RSATMA



Andijon - 2018 y

«TASDIQLAYMAN»
Andijon mashinasozlik instituti
O'quv-uslubiy kengashida ko'rib chiqilgan va ma'qullangan
Kengash raisi Q.Ermatov
«27» 08 2018 y

«MAQULLANGAN»
Fakultet kengashida muhokama qilingan va ma'qullangan
Kengash raisi M.Qo'chqarov
«27» 08 2018 y

«TAXSIYA ETILGAN»
"Avtomobilsozlik" kafedrasida
Majlisida muhokama qilingan va taxsiya etilgan
kafedra mudiri T.Almatayev
(kafedra majlisining 2-sonli bayonnomasi
«27» 08 2018 y)

Tuzuvchilar:

1. "Avtomobilsozlik" kafedrasida assistenti Y.O. Yoqubov
2. "Avtomobilsozlik" kafedrasida assistenti M.Z. No'monov

Taqrizchilar:

1. T.O.Almatayev - AndMI, "Avtomobilsozlik" kafedrasida dotsenti, t.f.n.
2. D.A. Abdullayev - ToshDAU Andijon filiali, "Qishloq xo'jalik mashinalari va texnik servisni tashkil etish" kafedrasida dotsenti.

Ushbu uslubiy ko'rsatma 5310600 – "Yer usti transport tizimlari va ularning ekspluatatsiyasi" yo'nalishi bo'yicha bakalavr tayyorlash namunaviy va ishchi o'quv dasturiga mos qilib tayyorlangan

Kirish

Ushbu uslubiy ko'rsatma 5310600 – “Yer usti transport tizimlari va ularning ekspluatatsiyasi” yo'nalishlari bo'yicha ta'lim olayotgan talabalari uchun mo'ljallangan. Unda laboratoriya mashg'ulotlarni bajarish bo'yicha uslubiy ko'rsatmalar berilgan.

Mashina va mexanizmlar ishqalanuvchi juftliklarning ishqalanish va yeyilish qonuniyatlarini, ishqalanish va yeyilishga xisoblab va ularni o'lchash metodlarini, yeyilishga chidamliligini oshirishning usullari, ishqalanuvchi juftliklar uchun materiallar tanlash metodlarini o'rganish hamda maxsus nazariy bilimlarni nazorat ishlari va mustaqil ishlarni bajarish asosida kengaytirish, chuqurlashtirish va mustaxkamlashdan iborat.

Mashina va mexanizmlarning ishqalanuvchi juftliklarini tez yeyilib ishdan chiqishiga asosiy sabablardan biri ularning materiallarini konstruktsiyasini loyixalash davrida ishqalanish va yeyilishga xisob qilinmasligidir, chunki bu soxada kerakli darajada o'quv - uslubiy qo'llanmalar yetishmaydi. Bu borada ushbu uslubiy qo'llanma kunduzgi bo'lim talabalari uchun materiallarning tribotexnik xossalarini aniqlash va xisoblash metodlari bilan tanishtirishda yaqindan xizmat qiladi.

Laboratoriya mashg'ulotlarni bajarishdan asosiy maqsad ushbu fan bo'yicha olingan nazariy bilimlarni kengaytirish, chuqurlashtirish va mustaxkamlashdan iborat. Detallarni yeyilishga xisoblash jarayonida talaba zamonaviy xisoblash texnikasidan foydalanish yo'llarini o'rganish imkoniyatiga ham ega. Talabalar ish boshlashdan avval ushbu uslubiy ko'rsatma bilan tanishib chiqishi, foydalaniladigan adabiyotlar va internet saytlaridan unumli foydalanishi kerak hamda texnika qoidalariga amal qilishi majburdir.

1-LABORATORIYA ISHI

SIRPANIB ISHLOVCHI DETALLAR MATERIALLARINI YEYILISHGA SINASH.

- 1. ISHDAN MAQSAD.** Sirpanib ishlovchi qismlar materiallarini yeyilishga bardoshlilikini baholash.
- 2. NAZARIY MA'LUMOTLAR.** Detallarni yeyilishi ular orasidagi tirqishlarni kengayishga olib keladi.

Birikmalardagi yeyilish quyidagicha aniqlanadi:

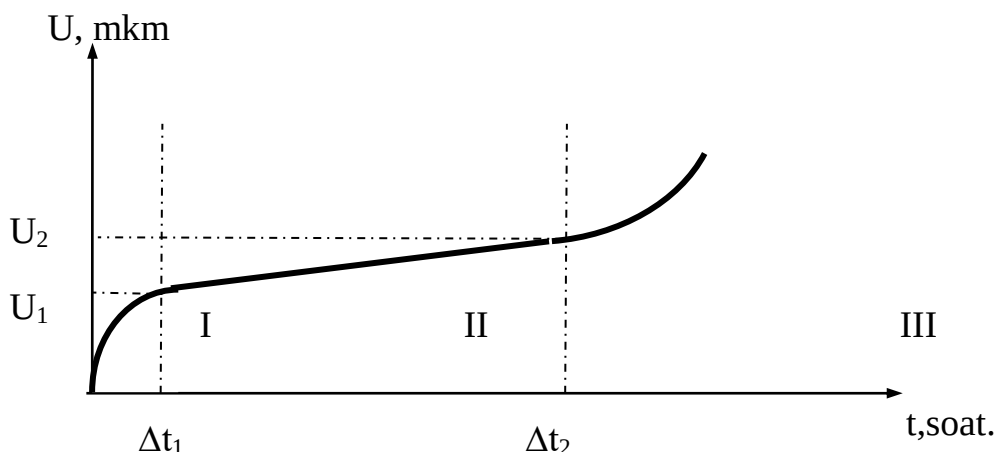
$$U = S_x - S_g$$

Bu yerda: S_x -sinovdan keyin xosil bo'lgan xaqiqiy tirqish, mm

S_g -sinovdan oldingi dastlabki tirqish, mm.

S_g va S_x qiymatlari sinovdan va keyin mikromert bilan o'lchab topiladi. Materiallarning yeyilishi quyidagi asosiy faktorlarga bog'liq: ishqalanish turiga (quruq va moyli), qo'yilgan yuk miqdoriga, harakat tezligiga va boshqalarga. Yeyilish asosan xaqiqiy tegish yuzasidagi kechayotgan fizik va mexanik jarayonlar natijasida vujudga keladi. Umumiy xolda materiallarning yeyilish egri chizig'i 1-rasmda ko'rsatilgan. Yeyilish egri chizig'ini uch davrga ajratish mumkin.:

- 1 o'zaro moslashuv davri.
- 2 normal yeyilish davri.
- 3 katastrofik yeyilish davri.



1-rasm. Materiallarning yeyilish qonuniyati

O'zaro moslashuv davrida ishqalanuvchi juftlik materiallarning geometrik va tribotexnik xossalari o'zgaradi, masalan, boshlang'ich g'adir-budirliliklar ma'lum

vaqtdan keyin o'zini oldingi xolatini yo'qotib shu sharoitda yangi g'adir-budirlik xosil bo'ladi, bu g'adir-budirlikni o'zaro moslashgan g'adir-budirlik deb ataladi. Boshlang'ich davrda yeyilish intensivligini ortishiga sabab ishqalanuvchi yuzalar tribotexnik va geometrik xossalari orasidagi farqlardir. O'zaro moslashuv davri tugagandan keyin normal yeyilish davri boshlanadi. Bu davr detallarni ish resursini aniqlaydi.

Materiallarning yeyilishga bardoshlilikini aniqlash uchun detal metallarining yeyilish tezligini aniqlash lozim.

3. KERAKLI ASBOB VA USKUNALAR

Ishqalanish mashinasi, indeqatorli nutrometr, mikrometr. Sinov «disk-tsilindr» sxemali namunalarda utkaziladi.

4 ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. Ishqalanish mashinasining kinematik sxemasi va sinov mashinalarini o'rnatish tartibi bilan tanishish. (2-rasm).
2. Namunalarni o'lchash, natijani 2-jadvalga yozish.
3. Ishqalanish mashinasini ishga tayyorlash. Bu borada quyidagi tartibga rioya kilinadi.
 - a) namunalarni urnatish sxemasini tekshirish.
 - b) ishqalanish mashinasi va o'lchov shkafini ishga tushirish (kalit yordami bilan)
4. Sinovni o'tkazish: sinov shartlari 1-jadvalda ko'rsatilgan sinov muddati 10-20 minut. Namunaga ma'lum miqdordagi berilgan kuch qo'yilgan. Zarur xolda ishqalanish zonasida abraziv zarrachalar miqdori ataylab oshiriladi. Bu sinovni 10 marta tezlatishni ta'minlaydi.
5. Knopkani bosish orqali ishqalanish mashinasini to'xtatiladi, mashinani kuch yelkasidan ozod qilib namunani chiqarib olinadi.
6. Namunani razmerini o'lchash, natijalarni ikkinchi jadvalga yozish.
Namunalarni ishqalanish mashinasida sinash uchun zarur bo'lgan ko'rsatkichlar.

1-jadval

Ko'rsatkichlar nomlari	Ulchov birligi	Belgilanish /belgisi /	Qiymati
Sirpanish tezligi	m/s	Vc	9
Namunalarga qo'yilgan kuch	N	N	100
sinov muddati	soat	T	0.25
Disk materiallarining qattiq	MPa	NV1	200
Silindr materiallarining qattiq	MPa	NV2	40
Abraziv donachalarining miqdori	%	E	

Namunalarni yeyilishga sinash natijalari.

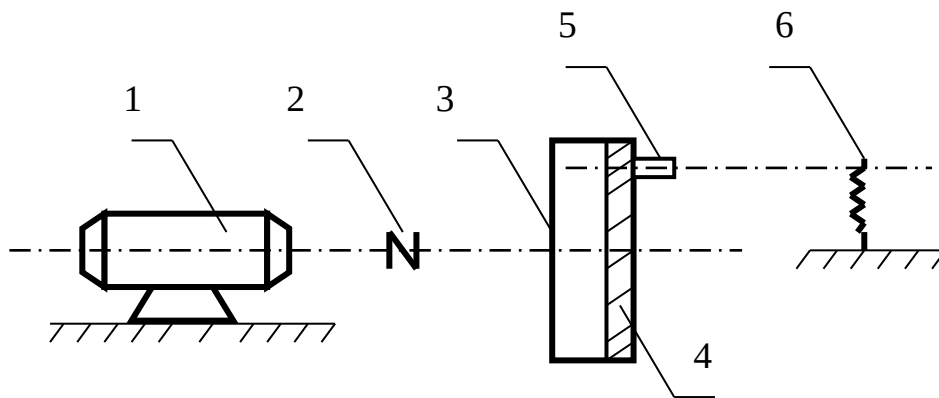
2-jadval

SINOV PARAMETRLARI	O'LCHOV BIRLIGI	SINOV NATIJALARI	
		DISK	SILINDR
Namuna o'lchamlari		±0.1	
Sinovdan avval	mm	20	150
Sinovdan keyin	mm	20 ^{±0.5}	145
Yeyilish miqdori	mm	0	5
Yeyilish tezligi	mm/soat	0	20

Yeyilish miqdori (U) sinovdan avvalgi va sinovdan keyingi o'lchov natijalarining ayirmasiga teng bo'ladi. Namuna materiallarining yeyilish tezligini (γ) quyidagi formula orqali topiladi:

$$\gamma = \frac{U}{t * K_T}$$

bu yerda: U-yeyilish miqdori; t-sinov muddati K_T-sinovni tezlashtirish koeffitsienti (K_T=1)



2-rasm

2- LABORATORIYA ISHI

SIRPANIB ISHQALANUVCHI DETALLARNING YEYILISH TEZLIGINI XISOBLASH.

1 ISHDAN MAQSAD. EXM yordamida sirpanib ishqalanuvchi detallarning yeyilishiga xisoblashni o'rganish.

2 NAZARIY MA'LUMOTLAR. Markaziy Osiyoning iqlim sharoiti yuqori miqdordagi chang zarrachalari va quruq issiqlik bilan harakterlanganligi sababli mashina va mexanizmlar ishqalanuvchi yuzalardagi asosiy yeyilish turi bu abraziv yeyilishdir. Shuning uchun podshipniklarni abraziv yeyilishga xisoblash bilan tanishib chiqamiz. Agar moy abraziv donachalar bilan birga ishqalanish yuzaga kelib tushsa, yeyilish quyidagicha bo'ladi. Abraziv donachalar yumshoqroq yuzaga botib o'rnashib oladi, qattiqroq yuzani esa tirnaydi. Val butun sirt bo'ylab yeyiladi, vtulka esa faqat valni ko'tarib turuvchi, taxminan (qPG`4 radian burchakka ega yuzada yeyiladi. Abraziv donachani o'yish izi kesik konus shaklida bo'lib, uning uchi ta'sir eta boshlagan joyda, asosi esa abraziv botib o'rnashib qolgan joyda bo'ladi.

Yeyilish tezligini xisoblash uchun quyidagi ifodadan foydalaniladi:

$$\text{Val} \quad \gamma_1 = \frac{72 \cdot 10^{-7} \cdot h_1^2 \left(R - \frac{h_1}{3}\right) N_a \varpi}{d_a \cdot n_{p_1} \cdot l}$$

Vtulka

$$\gamma_2 = \frac{12 \cdot 10^{-3} \cdot N_a \varpi \cdot r_1 (S_{\max} - d_a + h_1) K_H}{n_{p_2} \cdot r_2 \cdot l \cdot (S_{\max} + S_{\min})} \cdot \left(R \arccos \frac{(R-h)}{R} - (R-h) \sqrt{R - (R-h)^2} \right)$$

Ko'rsatkichlarning izoxi 3-jadvalda berilgan

Abraziv donachasiga tushayotgan kuch
$$N_a = \frac{N}{n_a \cos \varphi}$$

Abraziv donachaning ishqalanish yuzasiga botish chuqurligi
$$h = \frac{N_a}{\pi R H B}$$

$$h_1 = \frac{\sigma_M R}{2 H B}$$

$$n_a = \frac{10^{11} E Q l K_1 K_2 \gamma_M}{24 \pi R^3 \omega r_1 \gamma_a} ; \quad a = \sqrt{2 R h - h^2} \quad ; \quad R = \sqrt{S_{\max} - S_{\min}} / 2$$

$$d_a = 2R$$

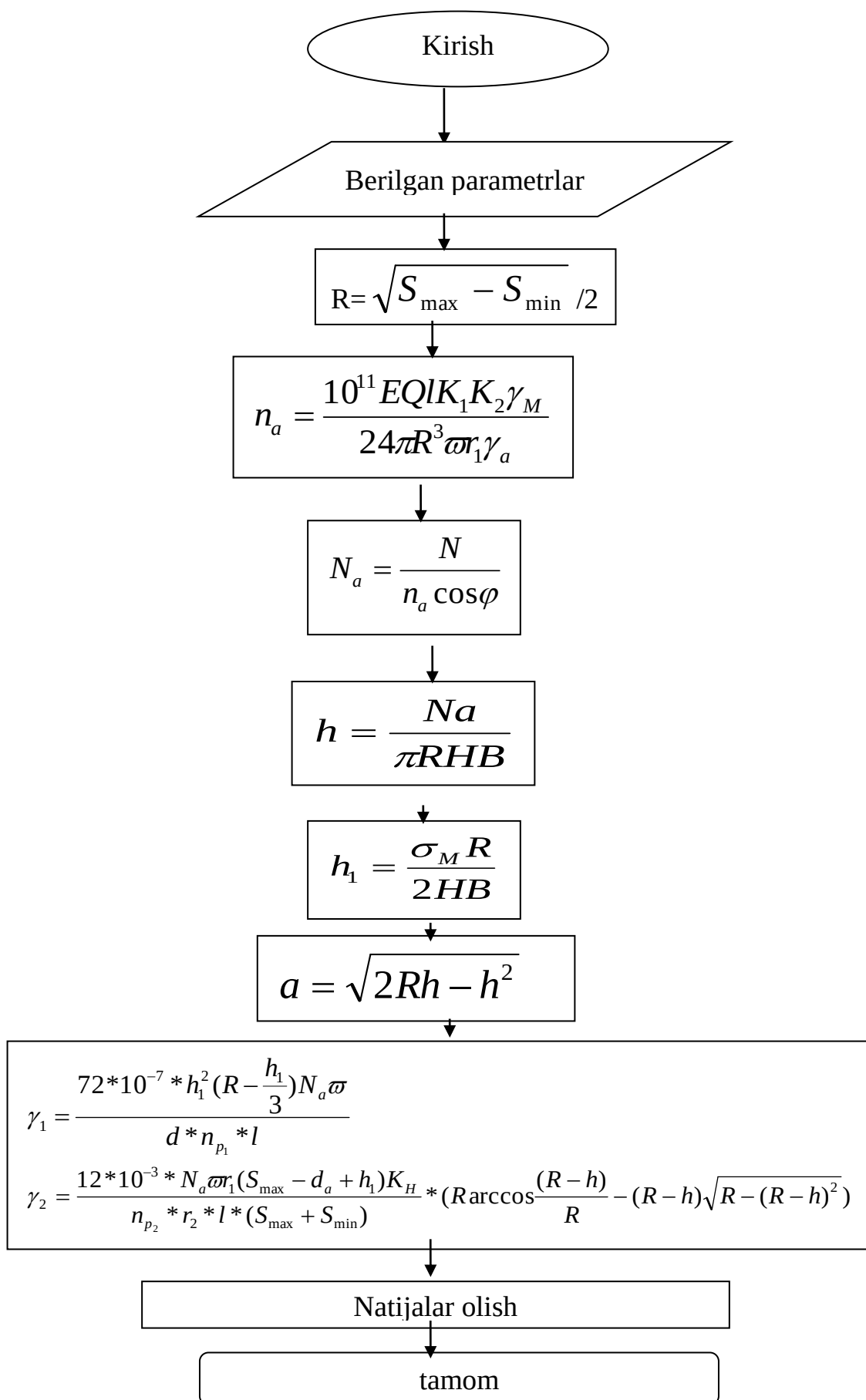
Bu yerda:

h-	botish chuqurligi
h ₁ -	abraziv donachaning bo'laklanib ketishiga olib keluvchi chuqurligi
σ _m -	abrazivdonachasining mustaxkamligi
R-	abrazivlarning o'rtacha radiusi
S _{max} ,	tirqishning eng katta va eng kichik qiymatlariga mos keluvchi abraziv
S _{min} -	donachalar o'lchami;
n _a -	ishqalanish yuzasiga kirib qolgan abraziv dochalar soni;
K _n -	yeyilish notekisligini xisobga oluvchi koeffitsent;
ω-	valning aylanish tezligi;
r ₁ , r ₂ -	val va vtulkani radiuslari;
a-	tutashish yuzasining radiusi
n _p -	materialni yemirilishga olib keladigan sikllar soni
E-	moydagi abraziv donachalarning miqdori
Q-	sistemadagi moyning xajmi

Sirpanib ishqalanuvchi detallarni yeyilish tezligini xisoblash.

Ko'rsatkichlar nomlari	Ko'rsatkichlar belgisi	O'lchov birligi	Qiymati
Kvarts donachalari mustaxkamligi	σ_m	MPa	400
Eng kichik minimal tirqish	S_{min}	sm	0,0002
Eng kichik maksimal tirqish	S_{max}	sm	0,009
Valning aylanish tezligi	ω	ayl/s	157
Podshipnikka qo'yilgan kuch	N	Kn	variant
Sistemada moyning xajmi	Q	sm ³	60
Yeyilish notekisligining koef-ti	Kn		0,8
Tirqish bilan ulchovdan abraziv donachalarni xisobga oluvchi koef.	K_1		0,85
Moydagi yumshok kushimchalarni xisobga oluvchi koef.	K_2		0,75
Materiallarni yemirilishga olib keluvchi sikllar soni:			
Valniki	n_{p1}		170
Vtulkaniqui	n_{p2}		25
Moydagi abraziv donachalarning miqdori	E		0.02
Podshipnikning uzunligi	l	sm	42
Abraziv donachalar zichligi	γ_a	g/sm ³	2.65
Moyning zichligi	γ_m	g/sm ³	0.84
Val radiusi	r1	sm	10.5
Vtulka radiusi	r2	sm	11
Abraziv donachalarining qattiq	HB	MPa	200

3. ISHNI BAJARISH TARTIBI. Nazariy qism bilan tanishgandan so'ng, xisoblash algoritimga moslab programma tuziladi. 3-rasmda ko'rsatilgan blok sxemadan foydalanish mumkin. Tuzilgan programma bo'yicha xisob ishlarini bajarish uchun 3-jadvalda berilgan qiymatlardan foydalaniladi.



3-LABORATORIYA ISHI

TISHLI ILASHMALAR YEYILISH TEZLIGINI XISOBLASH

Markaziy Osiyo iqlim sharoitida abraziv yeyilishni mashina detallari ish qobiliyatiga ta'sirini o'rganish.

I. ISHDAN MAQSAD. Tishli ilashmalarning yeyilish tezligini EXM yordamida xisoblash.

II. NAZARIY MA'LUMOTLAR. Tishli uzatmalarning ponasimon tirqishiga kiradigan abraziv donachalar ishtaklash kuchi ta'sirida g'ildirak tishining bir-birlari bilan o'zaro tutashadigan qism yaqinlashuviga mos ravishda olib boradi, buning natijasida ularning botish darajasiga qarab ishqalanish yuzalari elastik yoki plastik deformatsiyaga uchrashi mumkin.

Tishli uzatmalarda mikro-kesish protsessi kuzatilmaydi, chunki tishlarning ilashadigan joylarda kontakt bosim abraziv donachalarning siqilishiga mustaxkamligidan ancha yuqoridir. Shuning uchun bu zonadagi donachalar uncha katta chuqurlikka botmasdan bo'laklarga bo'linib, natijada o'z aktivligini yo'kotadi.

Uzatmalardagi g'ildiraklarda tishlarning ishchi profilidan tish uzunligi bilan tish balandligi bo'yicha joylashgan ikki abraziv donachasi orasidagi masofadan xosil bo'lgan yuzani kattaligi:

$$F = \frac{0.725 d_{yp} \gamma_a^{\frac{1}{2}}}{E^{\frac{1}{2}} \gamma_M^{\frac{1}{2}}}$$

bilan xisoblanadi.

Bunda: d_{ur} - abraziv donachaning o'rtacha kattaligi; γ_a γ_m – abraziv donachasi va moyning zichliklari;

ϵ - abraziv donachalarning moyda massa bo'yicha miqdori;

Tish uzunligi bo'yicha bir qator joylashgan abraziv donachalar soni « n_L » ga teng.

$$n_L = \frac{1.38 L E^{\frac{1}{2}} \gamma_M^{\frac{1}{2}}}{d_{yp} \gamma_a^{\frac{1}{2}}}$$

L-tish uzunligi

Tishlar orasidagi sirpanish yo'li quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$S = \frac{\pi m(L + i)}{Z_k} (\sqrt{Z_{uu}^2 \sin^2 \alpha + 4Z_{uu} + 4} - Z_{uu} \sin \alpha)$$

Bunda: m -ilashish moduli; i –uzatishlar soni; z_{sh} z_k -g'ildiraklarning tishlar soni; α -ilashish burchagi.

Yeyilishga olib keluvchi sikllar soni

$$n_{pu} = \psi_u^{1.3} \quad n_{p.k} = \psi_k^{1.3}$$

ga teng, bunda Ψ - g'ildiraklar materialarining nisbiy uzayish koeffitsienti

Yeyilish tezliklari quyidagi formulalar bilan xisoblanadi:

Etaklovchi tishli g'ildirak

$$\gamma_u = \frac{16,67\sigma_m^3 E^2 \Gamma_u n_u \gamma_m^2 m(i+1)(4HB_u - \sigma_m)(\sqrt{z_u^2 \sin^2 \alpha + 4z_u + 4} - z_u \sin \alpha)}{HB_u^4 n_{pu} \gamma_a^2 z_u}$$

Etaklanuvchi tishli g'ildirak

$$\gamma_k = \frac{16,67\sigma_m^3 E^2 \Gamma_k n_k \gamma_m^2 m(i+1)(4HB_k - \sigma_m)(\sqrt{z_u^2 \sin^2 \alpha + 4z_u + 4} - z_u \sin \alpha)}{HB_k^4 n_{pk} \gamma_a^2 z_k}$$

bunda: σ_m -abraziv donachalarning siqilishga mustaxkamligi;

E -abraziv donachalarning moydagi o'rtacha miqdori;

n_k, n_{sh} -g'ildiraklarning burchak tezliklari;

G_k, G_{sh} -g'ildirak materiallari va abraziv donachalarning mustaxkamliklari o'rtasidagi bog'lanishni xisobga oluvchi koe-t.

$$\Gamma_u = \frac{3\sqrt{4\sigma_m HB_u - \sigma_m^2}}{\sqrt{HB_u}} + 4\sqrt{\frac{\sigma_m}{HB_u}}$$

$$\Gamma_k = \frac{3\sqrt{4\sigma_m HB_k - \sigma_m^2}}{\sqrt{HB_k}} + 4\sqrt{\frac{\sigma_m}{HB_k}}$$

Tishli g'ildiraklarni yeyilish tezligini xisoblash uchun kerakli qiymatlar quyidagi 4 -jadvalda keltirilgan.

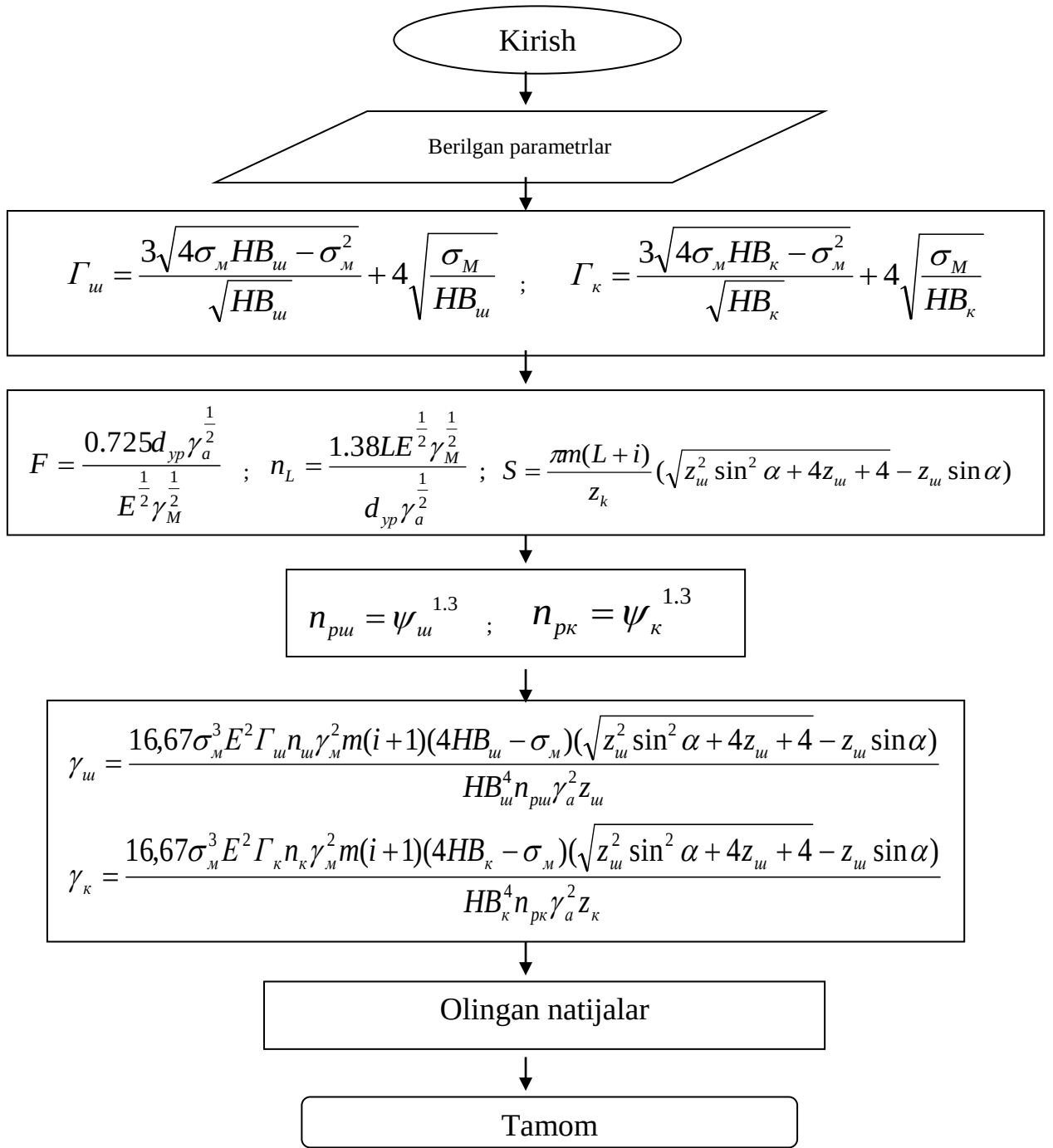
KO'RSATKICHLAR NOMLARI	KO'RSATKICHLAR BELGISI	O'LCHOV BIRLIGI	QIYMATI
Ilashmaning uzatishlar soni	i		2
Moydagi abraziv donachalar miqdori	E		variant
Abraziv donachasining o'rtacha raz	d_{ur}	sm	0,0015
Abraziv donachasinign mustaxkamligi	σ_M	MPa	200

Tishli g'ildirak materialining elastiklik koeffitsenti:			
Etaklovchi g'ildirak uchun	Ψ_{sh}		6
Etaklanuvchi g'ildirak uchun	Ψ_k		7
Tishli g'ildirak materiallarining qattiqligi:			
Etaklovchi g'ildirak uchun	NV_{sh}	MPa	190
Etaklanuvchi g'ildirak uchun	NV_k	MPa	120
Abraziv donachalarining zichligi	γ_a	g/sm ³	2.65
Moyning zichligi	γ_m	g/sm ³	0.84
Ishlash burchagi	α	grad	20
Etaklovchi g'ildirakning burchak tezligi	n_{sh}	ayl/s	240
Etaklanuvchi g'ildirakning burchak tezligi	n_k	ayl/s	480
Etaklovchi g'ildiraklarning tishlar soni	Z_{sh}		30
Etaklanuvchi g'ildiraklarning tishlar soni	Z_k		15
Ilashish moduli	m	sm	2.5
Tish uzunligi	L	sm	0.4

III. ISHNI BAJARISH TARTIBI

Ishning nazariy qismi o'rganilib bo'lingandan so'ng, masalaning algoritmiga muvofik ravishda xisoblash programmasi tuziladi.

Bunda 4 – rasmda keltirilgan blok-sxemada foydalanish mumkin.



4-LABORATORIYA ISHI.

ISHQALANUVCHI DETALLARNING YUZA G'ADUR - BUDIRLIKLARINI ANIQLASH

1. ISHDAN MAQSAD.

«Kolibr-201» tipidagi profilograf-profilometrining umumiy tuzilishi va ishlash printsipli bilan tanishish hamda talabalarni materiallarning yeyilishini ishqalanishdan keyingi yuza g'adir-budurliklarini o'lchash usuli orqali aniqlash bilan tanishtirishdan iborat.

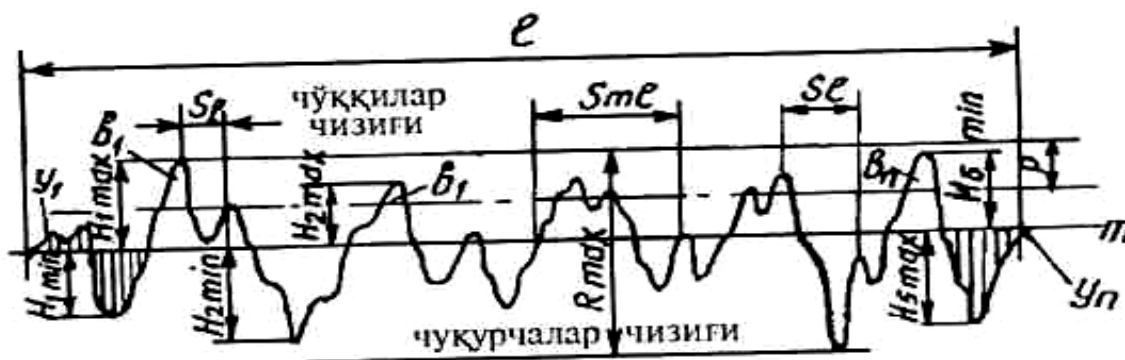
2. NAZARIY MA'LUMOTLAR

Mashina detallarining yuza qismi ma'lum texnologik ishlovdan so'ng xosil bo'lgan g'adir-budurliklaridan, to'liqinsimonlik va formasining makro og'ishidan iborat bo'ladi.

Yuza g'adir-budurliklari deb ma'lum baza o'lchamida olingan / 80-8000 mkm/, detal yuza relefini tashkil qiluvchi, nisbatan kichik qadamga $l / 2-800$ mkm/ va balandlikka $R_{max} / 0,02-400$ mkm / ega bo'lgan notekisliklar yig'indisiga aytiladi. Yuza g'adir-budurliklari uchun quyidagi nisbat o'rinlidir: ya'ni

$$l/R_{max} < 50$$

Yuza g'adir-budurliklari quyidagi (bitta va bir nechta) parametrlar bilan harakterlanadi (5-rasm):



2.3-rasm.

Жисм юзасининг гадир-будурлик схемаси

1. Profilning o'rtacha arifmetik og'ishi:

$$Ra = \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| dx \quad \text{yoki} \quad Ra = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|$$

bu yerda l - baza uzunligi
 y -profilida joylashgan har qanday nuqta bilan profilning o'rta
chizig'i orasidagi masofa..

2. Profilning 10 ta nuqtasi bo'yicha olingan notekislikning balandligi;

$$Rz = \frac{1}{5} \left(\sum_{i=1}^5 |H_{i \max}| + \sum_{i=1}^5 |H_{i \min}| \right)$$

bu yerda $N_{i \max}$ $H_{i \min}$ qavariq va botiqliklar balandliklari

3. $R_{\max}$ - profilning notekisliklarining yeng yuqori balandligi

4. S_m - profilning notekisliklarining o'rtacha qadami

5. t_p - profilning nisbiy tayanch uzunligi

$$t_p = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^n b_i$$

bu yerda: r -profil kesim satxi.

b_i -baza uzunligidagi kesimlar yig'indisi

/«r» kesim satxi bo'yicha/

Yuza g'adir-budirliklarining parametrlari optik va shupli asboblardan aniqlanadi.

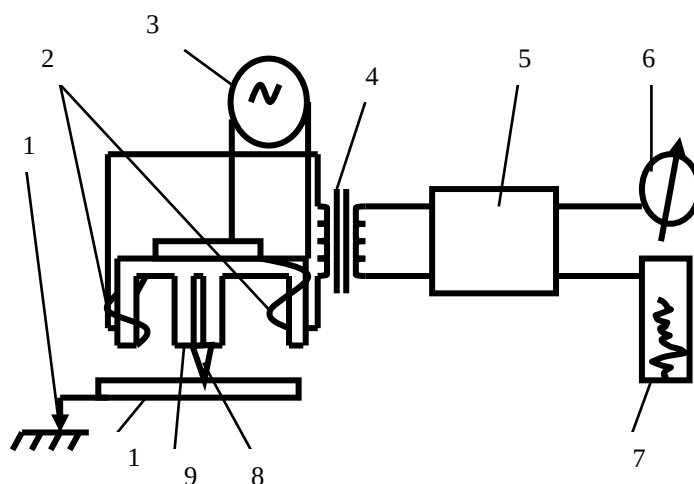
Shupli profilometrni ishlash printsipi qavariq uchli olmos igna orqali tekshirilayotgan yuza sirtini siypalab /paypaslab /, ignaning tebranma harakatini induktiv metod bilan kuchlanishning tebranma harakatiga aylantirishga asoslangan. G'adir-budirlikni baholash profilometr asbobining shkalasidagi R_a xarakteristikasi bo'yicha bajariladi. G'adir-budirliklarning profilini yozib /chizib / olish uchun profilografdan foydalaniladi.

«Kolibr-201» modeli profilograf-profilometrning blok sxemasi 6-rasmda keltirilgan. Uning elektr qismi datchik /9/, ko'rsatuvchi asbob /6/ elektron blokdan tashkil topgan. Datchikning magnit sistemasi ikki g'altakli /2/ uzakdan iborat. Datchik galtagi va transformator /4/ birlamchi g'altakning ikki bo'lagi generator /3/dan quvvat oluvchi balans ko'prigini tashkil qiladi.

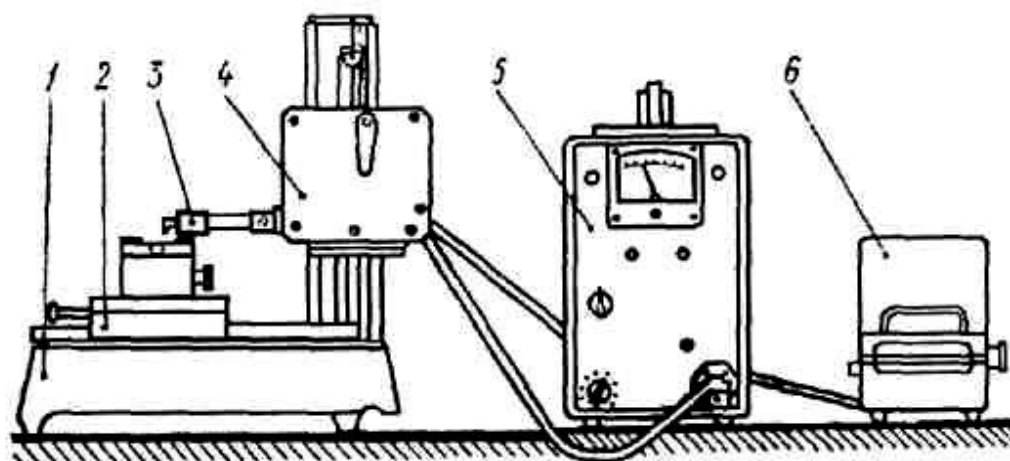
Datchik tekshirilayotgan yuza sirti bo'ylab harakatlantirilganda olmos igna /1/ bu sirtini siypalab uning botiq va qavariqlaridan o'tib tebranma harakatga keladi va o'z navbatida yakor /10/ ni o'z o'qi /8/ atrofida tebratadi. Yakorning tebranma harakati u bilan o'zagi orasidagi masofani /tirqishini/ o'zgartiradi va

natijada transformator /4/ dan chiqayotgan kuchlanishni ham o'zgartiradi. Bu kuchlanish elektron blok yordamida kuchaytirilib yozib oluvchi /7/ yoki ko'rsatuvchi /6/ asbobga uzatiladi.

Ko'rsatuvchi asbob sifatida Ra harakteristikasiga moslashtirilgan doimiy tokda ishlovchi milliampermetr qo'llaniladi. Yozib oluvchi asbob doimiy tokda ishlovchi magnitoelektrik milliampermetrdan iborat bo'lib, elektrotermik usul bilan diagrammali elektrotermik qog'ozga yoziladi.



«Kolibr-201» tipli profilograf-profilometr



Профилограф-профилометрнинг умумий кўриниши:
1 — каретки столча; 2 — универсал столча; 3 — патчик;
4 — мотоюрғизгич; 5 — кўрсатувчи асбоблар ўрнатилган электрон блок; 6 — ёзувчи асбоб

III. KERAkli ASBOB VA USKUNALAR.

«Kolibr-201» tipli profilograf-profilometr, har xil materiallardan yasalgan na'munalar, eletrotermik kog'oz.

IV. ISHNI BAJARISH TARTIBI.

1. Qurilmaning sxemasi va ishlash printsipi bilan tanishish.
2. Texnika xavsizligi qoidalari bilan tanishish.
3. Qurilmani ishga tayyorlash.
4. Qurilmani ishga tushirish.
5. Namunani qurilma stoliga o'rnatib uning boshlang'ich g'adir-budirligini o'lchash va jadvalga yozish.
6. Shu namunali 10 minut ishqalanishga va yeyilishga sinab so'ng yana keyingi / moslangan/ g'adir-budirligini o'lchash.
7. Natijalarini jadvalga yozish

	NAMUNALAR	Ra ning miqdori, mkm	
		Boshlangich	Moslashgan
1	Stal 35	0.07	0.05
2	Chugun s412-28	0.06	0.03
3	PEVN	0.07	0.03

Laboratoriya mashg'uloti №5

Mavzu: Sirpanib ishqalanuvchi podshipnikning ish resursini (ishlash vaqtini) aniqlang.

MASALANING SHARTI: Sirpanib ishqalanuvchi podshipnikning ish resursini (ishlash vaqtini) aniqlang.

BERILGAN:

R_2 - sapfanning radiusi yoki tashqi radius, m

L_2 - sapfanning uzunligi, m

$\Delta_{(0)}$ - boshlangich radial tirqish, m

P - normal nagruzka, N

Δ^* - ruxsat etilgan radial tirqish, m

ω - sapfanning aylanish burchak tezligi, s^{-1}

K_1 - vtulka materiali uchun yeyilish darajasining parametri, Pa

K_2 - sapfa materiali uchun yeyilish darajasining parametri, Pa

Variantlar uchun qiymatlar 1 - jadvaldan olinadi

XISOBLASH TARTIBI:

1. Materiallarning yeyilishga nisbiy bardoshlik koeffitsienti ($\beta_{1,2}$) ni aniqlaymiz.

$$\beta_{1,2} = K_2 / (K_1 \cdot \pi)$$

2. Ishqalanish juftligini nisbiy (h^I) va chegaraviy (h^*) yeyilish miqdorini aniqlaymiz.

$$h^* = \Delta^* - \Delta_{(0)}$$

$$h^I = \Delta_{(0)} / h^*$$

3. $\beta_{1,2}$ va h^I ni qiymatlari asosida 2-jadvaldan foydalanib, chegaraviy tegish burchagini φ_0^* topamiz.

4. Rasmda berilgan grafik yordamida burchak φ_∞ ni miqdorini aniqlaymiz.

φ_∞ - cheksiz katta yeyilishdagi chegaraviy tegish burchagi.

5. φ_{∞} , φ_0^* larni topilgan qiymatlari asosida chegaraviy tegish burchagini shartli miqdori xisoblanadi:

$$\varphi_0^{*I} = \varphi_0^* \cdot \pi / (2 \cdot \varphi_{\infty})$$

6. Ishqalanuvchi juftlikning resursi quyidagi formula orqali xisoblanadi:

$$T^* = (1 / (2 \beta_{1,2} + 1)) \cdot ((L_2 \Delta_{(0)}) / (K_1 \omega P)) \cdot ((\varphi_0^{*I} / \cos \varphi_0^{*I}) - \sin \varphi_0^{*I})$$

7. Ishqalanuvchi juftlik elementlarini xar birining yeyilishini ham aniqlash mumkin. Buning uchun oldin ikkala elementlarning yeyilish nisbati aniqlanadi:

$$\delta = h_2 / h_1 = [(h^{II} + 1) \cdot \cos \varphi_0^* - h^I] / [1 - ((h^{II} + 1) \cdot \cos \varphi_0^* - h^I)]$$

So'ng-

a) Sapfani yeyilish aloxida.

$$h_2 = h^* / (1 + \delta)$$

b) Vtulkaning yeyilishi aloxida aniqlanadi:

$$h_1 = (\delta \cdot h^*) / (1 + \delta)$$

V A R I A N T L A R

1-JADVAL.

Variant №	BERILGAN PARAMETRLAR MIQDORI							
t/n	sapfani ng radiusi yoki tashki radius, m $R_2 \cdot 10^{-2}$	sapfani ng uzunligi, m $L_2 \cdot 10^{-2}$	boshlangich radial tirkish, m $\Delta_{(0)} \cdot 10^{-5}$	normal nagruzka, N $P \cdot 10^3$	ruxsat etilgan radial tirkish, m $\Delta^* \cdot 10^{-4}$	sapfani ng aylanish burchak tezligi, s ω	vtulka materiali uchun yeyilish darajasini ng parametri, Pa ⁻¹ $K_1 \cdot 10^{-16}$	sapfa materiali uchun yeyilish darajasini ng parametri, Pa ⁻¹ $K_2 \cdot 10^{-15}$
1.	2,5	5	5	5	3	1, 57	2,5	1,57
2.	1,5	6	4	6	2	1,61	2,3	1,71
3.	1,9	4	3	7	5	1,72	2,4	1,43
4.	2,7	3	5	8	4	1,48	2,0	1,51

5.	3,0	6	7	9	6	1,52	3,1	1,29
6.	2,4	7	9	7	4	1,80	2,9	1,35
7.	2,4	7	9	7	4	1,80	2,9	1,35
8.	1,7	8	6	5	3	1,63	2,2	1,49
9.	1,6	5	3	4	5	1,75	2,7	1,55
10.	2,2	3	5	3	6	1,50	3,0	1,63
11.	2,1	2	8	5	7	1,40	3,2	1,85
12.	1,8	4	9	6	4	1,43	2,6	1,92
13.	2,0	3	4	7	6	1,77	2,4	1,71
14.	2,3	5	5	8	5	1,85	2,7	1,67
15.	2,6	6	7	9	4	1,65	2,5	1,78
16.	2,8	7	6	4	2	1,55	2,2	1,56
17.	2,9	3	8	3	4	1,58	2,7	1,66
18.	1,8	6	4	5	6	1,35	2,5	1,44
19.	1,6	5	7	7	7	1,29	3,0	1,42
20.	2,4	4	9	6	4	1,35	3,1	1,75
21.	2,4	4	8	4	5	1,40	2,8	1,62

BURCHAGINING QIYMATLARI
2-JADVAL.

h^I	$\beta_{1,2}$ =0.2	$\beta_{1,2}$ =0.4	$\beta_{1,2}$ =0.6	$\beta_{1,2}$ =0.8	$\beta_{1,2}$ =1.0	$\beta_{1,2}$ =2.0	$\beta_{1,2}$ =3.0	$\beta_{1,2}$ =4.0
0,1	1,336	1,234	1,158	1,097	1,047	0,887	0,795	0,733
0,2	1,276	1,185	1,115	1,060	1,014	0,864	0,776	0,716
0,3	1,224	1,140	1,076	1,025	0,982	0,841	0,757	0,700
0,4	1,177	1,100	1,041	0,933	0,953	0,819	0,739	0,684
0,5	1,135	1,065	1,009	0,964	0,926	0,799	0,722	0,669
1,0	0,979	0,926	0,884	0,849	0,819	0,716	0,652	0,607
2,0	0,797	0,762	0,733	0,708	0,686	0,609	0,559	0,523
4,0	0,617	0,596	0,577	0,561	0,547	0,493	0,457	0,431
6,0	0,523	0,507	0,493	0,481	0,470	0,428	0,399	0,377
8,0	0,461	0,449	0,433	0,428	0,419	0,385	0,360	0,341
10,0	0,418	0,408	0,398	0,390	0,383	0,353	0,331	0,314

Laboratoriya mashg'uloti №6

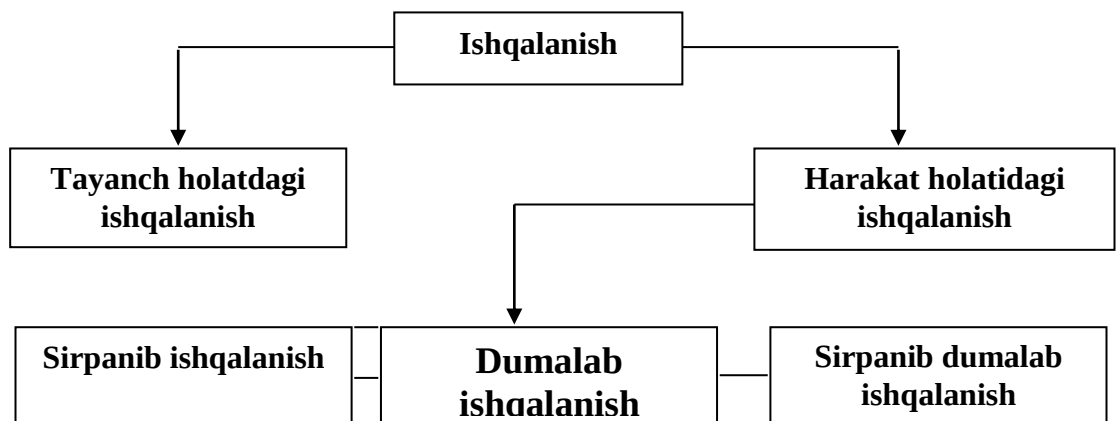
Mavzu: Sirpanishdagi ishqalanish ko'effitsientini tajriba yo'li bilan aniqlash.

Ishning maqsadi: - sirpanishdagi ishqalanish ko'effitsientini aniqlashni turli materiallarda sinab ko'rish.

Nazariy tushunchalar. Tabiatda absolyut silliq va absolyut qattiq jismlar mavjud emas, shu sababli bir jism ikkinchi jism sirtida siljiganda ishqalanish deb ataladigan qarshilik vujudga keladi.

Ishqalanish – tabiatda ko'p tarqalgan hodisa bo'lib, u juda katta ahamiyatga ega. Tasmali va friksion uzatmalar, tormoz qurilmalari, qiya transporterlar, friksion muftalar va shunga o'xshashlarning ishi ishqalanishga asoslangan. Ishqalanish yer bilan tishlashishni va binobarin, avtomobillar, traktorlar va boshqa transport mashinalarining ishlashini ta'minlaydi.

Quyidagi jadvalda harakatning mavjudligi va xarakteri bo'yicha ishqalanishning klassifikatsiyalanishi keltirilgan.



Tinch holatdagi ishqalanish deb, tinch holatdan sirpanishga o'tishda jismlarning ozgina nisbiy siljishida ikki jismning ishqalanishga aytiladi.

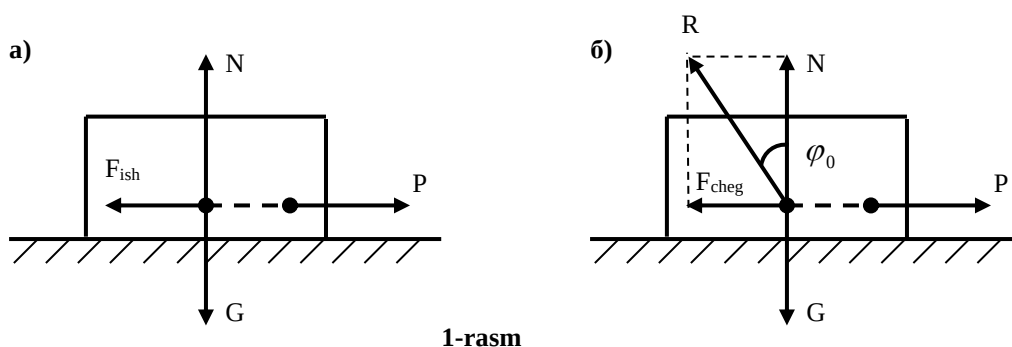
Harakat holatidagi ishqalanish deb, nisbiy harakatda bo'lgan ikkita jismning ishqalanishiga aytiladi.

Sirpanib ishqalanish deb, bir-biriga tegib turgan jismlarning tezliklari tegish nuqtalarida turlicha bo'ladigan harakat holatidagi ishqalanishga aytiladi.

Bir jism ikkinchi jismga nisbatan siljiganda, albatta ishqalanish kuchi hosil bo'lishi kuzatiladi, qachonki harakat boshlangunga qadar.

Bunda bog'lanishdagi birinchi jismning og'irlik kuchi G boshqa jismga ta'sir qilsa, o'z navbatida ikkinchi jismning normal reaksiyasi N va jismni harakatga keltiruvchi kuch R hamda urinma reaksiya kuchi, ya'ni ishqalanish kuchi F hosil bo'ladi (1-rasm, a).

Jismni harakatga keltiruvchi kuchni qancha oshirilsa, ishqalanish kuchi ham shuncha kattalashadi va chegaraviy qiymatga F_{cheg} erishadi (1-rasm, b), keyin harakat boshlanishi bilan ishqalanish kuchi bir muncha kamayadi. Ishqalanish kuchi har doim jismning harakatiga qarama-qarshi tomonga yo'naladi.



Sirpanishdagi ishqalanish kuchining qiymati faqat materialga bog'liq emas, balki materialning silliq yoki g'adir-budirligiga, bosimga va sirpanishdagi nisbiy tezlik, namlik, temperaturaga va hokozolarga bog'liq bo'ladi.

Frantsuz olimi Sh.G.Kulon (1736-1806) o'tkazgan tajribalariga asoslanib, sirpanishdagi ishqalanish qoidalarini quyidagicha ta'riflagan.

1. Eng katta ishqalanish kuchi normal bosimga to'g'ri proportsionaldir:

$$F_{\text{max}} = f \cdot N \quad (1)$$

bunda: F_{max} -eng kata statik ishqalanish kuchi; f -sirpanishdagi ishqalanish koeffitsienti; N -normal bosim.

2. Ishqalanish kuchi jismlarning ishqalanuvchi sirlari o'lchamlariga bog'liq bo'lmaydi.

3. Sirpanishdagi ishqalanish kuchi jismlarning materialiga va ishqalanuvchi sirtlarning ishlash darajasiga bog'liq bo'ladi. Sirtlar silliq bo'lsa, ishqalanish kuchi kam bo'ladi.

4. Jism harakatda bo'lganda ishqalanish kuchi tinch turgandagiga nisbatan kamroq bo'ladi. (1) tenglamadan

$$f = \frac{F_{\max}}{N} \quad (2)$$

Bunda f sirpanishdagi ishqalanish koeffitsientini ifodalaydi hamda ishqalanuvchi jismlarning materialiga va holatiga (namlik, temperatura, jismlar sirtlarining ishqalanishiga) bog'liq bo'ladi.

Bir jism ikkinchi jism ustida harakatlanganda hosil bo'lgan ishqalanish kuchi ham normal bosimga proporsional bo'ladi: $F_{\text{qf}} \cdot N$.

Bunda f^l -jism harakatlangandagi ishqalanish koeffitsienti bo'lib, u jismning tinch holatidagi ishqalanish koeffitsienti f dan kichik bo'ladi: $f^l < f$.

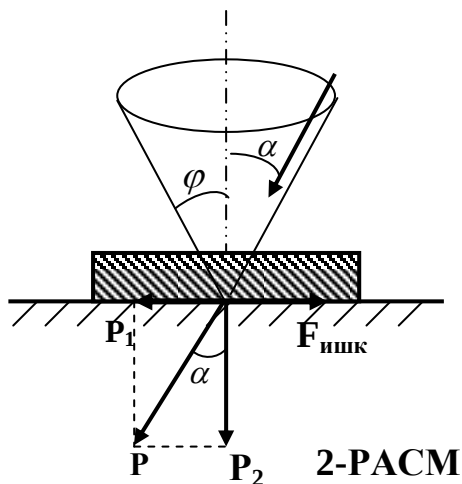
Agar biror sirtga tayanib turgan jism sirpanish oldida (muvozanat chegarasida) bo'lsa, ishqalanish kuchi maksimal qiymatga erishadi.

$$\vec{R}_{\max} = \vec{N} + \vec{F}'_{\max}. \quad (3)$$

Maksimal to'liq reaksiya kuchi $\vec{R}$ ning normal reaksiya kuchi $\vec{N}$ bilan tashkil qilgan burchagi $\varphi_{\max}$ ishqalanish burchagi deyiladi. (3) tenglamaga asosan

$$\operatorname{tg} \varphi_{\max} = \frac{F_{\max}}{N} = f. \quad (4)$$

Agar sirpanib ishqalanish koeffitsienti barcha harakat yo'nalishlari uchun bir xil bo'lsa, bir qancha to'la reaksiyalarning geometrik o'rni doiraviy konus hosil qiladi, bu konus esa, ishqalanish konusi deb ataladi (2-rasm).



Agar turli harakat yo'nalishlari uchun ishqalanish koeffitsienti bir xil bo'lmasa (masalan, yog'ochning tolalari bo'ylab va tolalarga ko'ndalang ravishda sirpanganda), ishqalanish konusi doiraviy bo'lmaydi.

Ishqalanish konusining xossasi shundan iboratki g'adir-budir sirtida

yotgan jismning muvozanatda turishi uchun unga qo'yilgan aktiv kuchlarning teng ta'sir etuvchisi ishqalanish konusi ichidan o'tishi kerak.

Haqiqatdan ham, agar jismga qo'yilgan aktiv kuchlarning teng ta'sir etuvchisi R ni harakatlantiruvchi kuch R_1 va normal bosim kuchi R_2 tashkil etuvchilarga ajratsak u holda

$$P_1 = P_2 \operatorname{tg} \alpha$$

Sirpanib ishqalanishning ikkinchi qonuniga binoan ishqalanish kuchi quyidagiga teng bo'ladi.

$$\vec{F}_{ish} = f P_2 = P_2 \operatorname{tg} \varphi.$$

Binobarin, $\alpha < \varphi$ bo'lganda

$$P_1 < F_{ish}$$

bo'ladi va harakat mumkin bo'lmay qoladi.

Uchinchi qonunga muvofiq sirpanib ishqalanish koeffitsienti ishqalanayotgan jismlarning materialiga, ular sirtining ishqalanish sifatiga, moy turi va moy tempraturasiga bog'liq bo'ladi.

Bir-biriga urinma sirtlar orasida moy qatlamining bor yoki yo'qligiga qarab ishqalanish uch turga: quruqlayin ishqalanish, chegaraviy ishqalanish, suyuqlikli ishqalanishga bo'linadi; suyuqlikli ishqalanishda moy qatlami jismlarnig ishqalanuvchi sirtlarini batamom bir-biridan ajratib qo'yadi.

Sirpanib ishqalanish koeffitsienti tajriba yo'li bilan aniqlanadi; turli sharoitlar uchun uning qiymati ma'lumotnomalarda keltirilgan.

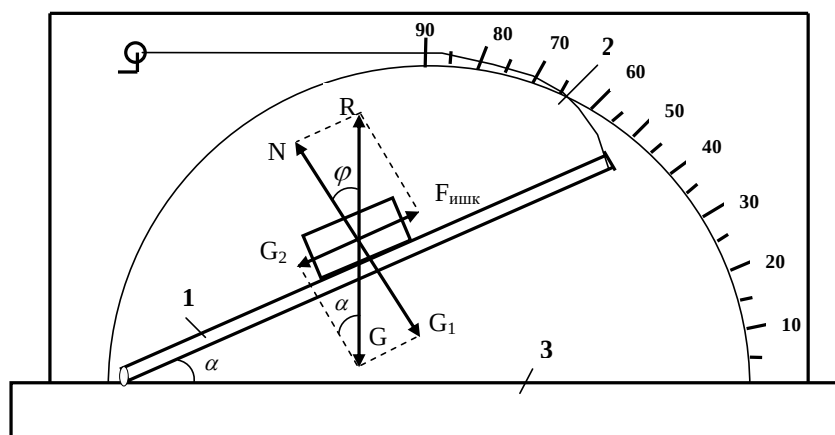
Sirpanib ishqalanish f koeffitsientlarining (tinch holatdagi) qiymatlarini keltiramiz:

- Metallning metallga quruqlayin ishqalanishi0,15-0,3
- Metallning metallga moyli ishqalanishi0,1-0,18
- Yog'ochning yog'ochga quruqlayin ishqalanishi0,4-0,6
- Charmning cho'yanga quruqlayin ishqalanishi0,3-0,5
- Charmning cho'yanga moyli ishqalanishi0,15
- Po'latning muzga ishqalanishi0,02

Harakatlanish jarayonida sirpanib ishqalanish koeffitsienti tinch holatdagi ishqalanish koeffitsientiga qaraganda odatda, kichik bo'ladi va birinchi yaqinlashishda jismlarning nisbiy siljish tezligiga bog'liq bo'lmaydi, deb qabul qilinadi.

Qiya tekislikda sirpanishdagi ishqalanish koeffitsientini aniqlash uchun qurilma.

Gorizontal tekislik bilan α burchak hosil qiladigan qiya tekislikda yotgan jismni ko'rib chiqamiz. Qiya tekislik 1, shkalalar chizilgan ko'tarish qurilmasi 2, hamda gorizontal tekislik 3 bilan turli burchaklarni tashkil qilishi mumkin (3-rasm).



3-PACM

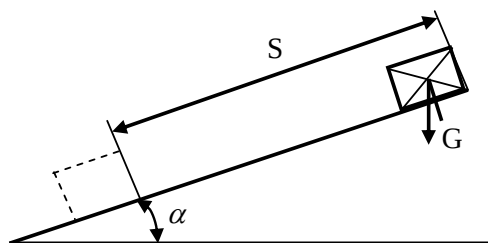
Gorizontal tekislik bilan qiya tekislik orasidagi burchak α kattalashgan sari jismga ta'sir qiluvchi og'irlik kuchi G_2 va tinch holatdagi ishqalanish kuchining F_{ishq} miqdori oshadi.

Qiya tekislik bilan gorizontal tekislik orasidagi burchak, tinch holatdagi ishqalanish kuchi orasidagi burchakka teng ($\alpha = \varphi_0$), bu holda ishqalanish kuchi chegaraviy qiymatga F_{ish}^{cheg} erishadi. Bunda $\alpha > \varphi_0$ bo'lsa namuna tinch holatdan harakat holatiga o'tadi.

α_0 burchakni o'lchab, uning ishqalanish burchagi φ_0 ga tengligini hisobga olib, tinch holatdagi ishqalanish koeffitsientini aniqlash mumkin.

Bunday holda tinch holatdagi ishqalanish koeffitsienti f_0 qiya tekislikning burchak tangensiga son jihatdan teng bo'ladi, va jism og'irlik kuchi ta'sirida harakatlana boshlaydi:

$$f_0 = \operatorname{tg} \varphi_0$$



4-PACM

Bunda qiya tekislikning burchagi jismning ishqalanish burchagidan katta bo'ladi. Qiya tekislikning bunday holatida jism tekis tezlanuvchan harakatda bo'ladi va t vaqt mobaynida S masofani o'taydi (4-rasm). Tekis tezlanuvchan harakatdagi dinamik ishqalanish koeffitsienti quyidagi formula yordamida aniqlanadi.

$$f = \operatorname{tg} \alpha - \frac{2S}{gt^2 \cos \alpha}. \quad (5)$$

bu yerda α -Gorizontal tekislik bilan qiya tekislik orasidagi burchak; S -yukning qil tekislikda bosib o'tgan masofasi; t -vaqt; $g=9,81\text{m/s}^2$ -erkin tushish tezlanishi.

Ishqalanish burchagi φ va ishqalanish koeffitsientini f tajriba yo'li bilan aniqlash uchun gorizontga nisbatan qiyalik burchagi o'zgaradigan qiya tekislikdan foydalaniladi.

Qiya tekislikda sirpanishdan hosil bo'lgan ishqalanish koeffitsientini aniqlash uchun bajariladigan ishlar tartibi.

Qiya tekislikda ishqalanish koeffitsientini aniqlash uchun qo'llaniladigan qurilma bilan tanishish. Tajriba ishinnig hisobotida qurilmaning sxemasi chiziladi va namunaga ta'sir etuvchi kuchlar ko'rsatiladi. Ishqalanish koeffitsienti aniqlanadigan materiallar ko'rsatiladi.

Tayanch tekisligini va namunani sinashga tayyorlanadi, hamda benzinga namlangan latta bilan ishqalanish yuzasini tozalanadi.

Tekislikka namunani o'rnatib, vint yordamida burchakni shunday oshiramizki, natijada namuna o'zining og'irlik kuchi yordamida harakatlana boshlasin. Gorizont tekislik bilan qiya tekislik orasidagi burchak α_0 transportyor yordami bilan o'lchanadi. Har bir namuna uchun tajriba uch marta qaytariladi. Olingan ma'lumotlar 1-jadvalga yoziladi.

1-jadval

Sinaladigan namuna		Namunalar		
		a)	b)	V)
Gorizont tekislik bilan qiya tekislik orasidagi burchak α_0 .	1-o'lchov	-	-	-
	2-o'lchov	-	-	-
	3-o'lchov	-	-	-
	O'rtacha qiymati	-	-	-
Statik ishqalanish koeffitsienti f_0				

Ishqalanish burchagi φ_0 dan, qiya tekislikning burchagi α , katta bo'lganda namuna tekis tezlanuvchan harakat qiladi.

Sekundomer yordamida namunaning ma'lum bir masofani bosib o'tgan t vaqti o'lchanadi. Har bir namuna uchun tajriba uch marta qaytariladi.

Olingan ma'lumotlar 2-jadvalga yoziladi.

2-jadval

Sinaladigan namuna		Namunalar		
		a)	b)	v)
Qiya tekislik bilan gorizonta tekislik orasidagi burchak α_0 .				
Namuna bosib o'tgan yo'l S,m (boshlang'ich tezlik $v_0=0$)				
Namunaning harakatlanish vaqti t,c.	1-o'lchov	-	-	-
	2-o'lchov	-	-	-
	3-o'lchov	-	-	-
	O'rtacha qiymati	-	-	-
Sirpanishdagi dinamik ishqalanish koeffitsienti f, quyidagi formula bilan aniqlanadi $f_0 = \operatorname{tg} \varphi - \frac{2S}{gt^2 \cos \alpha}$.				

Tinch holatdagi ishqalanish koeffitsienti f_0 va harakatdagi ishqalanish koeffitsienti f lar hisoblab topiladi. Aniqlangan ishqalanish koeffitsientlarini har bir tajribalarning o'rtacha arifmetik qiymati olinadi.

Tajriba ishining hisoboti.

1. Qurilmaning sxemasi va namunaga ta'sir qiluvchi kuchlar.

Qiyalikning burchagi α_0 (teng o'lchovli harakatdagi namuna uchun)

Qiyalikning burchagi α (tekis tezlanuvchan harakatdagi namuna uchun)....S

Namuna bosib o'tgan yo'l va shunga ketgan vaqt t.

2. Teng o'lchovli harakatdagi sinov ma'lumotlari 1-jadvalga yozilsin.
3. Tekis tezlanuvchan harakatdagi sinov ma'lumotlari 2-jadvalga yozilsin.
4. Topilgan ishqalanish koeffitsientining qiymatlari, nazariy yo'l bilan topilgan qiymatlar bilan taqqoslab ko'riladi.
5. Sinov savollariga javob.

ADABIYOTLAR RO'YXATI.

1. S.M.Qodirov, O.V.Lebedev Tribonika asoslari. T: TAYI, 2000, 120 bet
2. U.A.Ikramov, M.A.Levitin. "Основы трибоники". Tashkent, O'qituvchi, 1984 yil, 182 bet.
3. T.A.Almataev, A.B.Jumaboyev, F.M.Holdarov "Ishqalanish va yeyilish" fanidan laboratoriya mashg'ulotlari uchun uslubiy ko'rsatmalar. Andijon 1997 yil, 40 bet.
4. Wang Q.J., Chung Y-W. (Eds.) Encyclopedia of Tribology. New York Heidelberg Dordrecht London, 2013. LI, in color. In 6 volumes.
5. U.A.Ikramov « Tribonika» . Toshkent, «O'zbekiston», 2003 yil, 235 bet
6. SH.U.Yo'ldoshev Mashinalar ishochliligi va ularni ta'mirlash asoslari. T: O'qituvchi, 1994, 390 bet
7. Spravochnik po tribonike. V 3 tamov, Moskva-Varshava: 1989-1991 gg.
8. I.V.Kragelskiy. Treniye i iznos. M.Mashinostreniye, 1968 g, 480 str
9. I.V.Kragelskiy. Основы расchyotov na treniye i iznos. M, Mashinostreniye. 1977 g, 526 str.
10. N.M.Mixin. Vneshneye treniye tvyordyx tel. M, Nauka, 1977 g, 221 str
11. S.S. Negmatov. Razvitiya triboniki v O'zbekistane.T,1990
12. V.A.Stukanov. Avtomobilnye ekspluatatsionnye materialy. M:Vysshaya shkola, 2002, 210 s.

