

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI
ANDIJON MASHINASOZLIK INSTITUTI**

**“MASHINASOZLIK” FAKULTETI
“AVTOMOBILSOZLIK” KAFEDRASI**



5310600 – “Yer usti transport tizimlari va ularning ekspluatatsiyasi”
yo`nalishi 3 kurs talabalari uchun mo`ljallangan

«TRIBOLOGIYA ASOSLARI» fanidan

MA`RUZALAR KURSI

ANDIJON-2018

«TASDIQLAYMAN»
 Andijon mashinasozlik instituti
 O'quv-uslubiy kengashida ko'rib chiqilgan va ma'qullangan
 Kengash raisi Q.Ermatov
 «22» 08 2018y

«MAQULLANGAN»
 Fakultet kengashida muhokama qilingan va ma'qullangan
 Kengash raisi M.Qo'chqarov
 «20» 08 2018y

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

Tuzuvchilar:

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

Taqrizchilar:

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

Ushbu ma'ruzalar matni 5310600 – "Yer usti transport tizimlari va ularning ekspluatatsiyasi" yo'nalishi bo'yicha bakalavr tayyorlash namunaviy va ishchi o'quv dasturiga mos qilib tayyorlangan.

MUNDARIJA

№	Tarkib mazmuni	Bet
1.	Ishqalanish va yeyilish fanining predeti. Ishqalanish nazariyalarining tasnifi. Ishqalanish koeffitsienti.	4
2.	Yeyilish jarayonining umumiy xarakteristikasi. Yeyilish jarayonining asosiy ko'rsatkichlari.	21
3.	Ishqalanish va moylar.	36
4.	Dumalab ishqalanish	41
5.	Abraziv yeyilish	46
6.	Ishqalanuvchi juftliklar uchun ishlatiladigan materiallar.	56
7.	Maxsus sharoitlardagi ishqalanish va yeyilish	61
8.	Yeyilish va sirt g'adir budirliklarining parametrlarini o'lchash metodlari. Mashina detallarining yeyilishga bardoshlilikini oshirishning konstruktiv va texnologik metodlari	68
9.	Mashina va mexanizmlarning ishqalanuvchi qismlarida yeyilishga bardoshli va antifriktsion kompozitsion materiallar hamda qoplamalarni qo'llash	77
10	Tavsiya etilgan adabiyotlarlar ro'yxati	89

1–MAVZU: ISHQALANISH VA YEYILISH FANING PREDMETI. ISHQALANISH NAZARIYALARINING TASNIFI. ISHQALANISH KOEFFITSIYENTI.

Reja:

- 1. Ishqalanish va yeyilish asoslari fanining predmeti**
- 2. Ishqalanish nazariyalarining tasnifi.**
- 3. Ishqalanish koeffitsienti.**

Ishqalanish va yeyilish haqida umumiy ma'lumotlar.

Ishqalanish tabiatning ajoyib hodisasidir. Masalan, tormoz sistemasi tufayli tez yurib ketayotgan avtomobil va poezdni qisqa vaqt ichida to'xtatish, kimyoviy reaksiyani minglarcha marotaba tezlashtirish, odam ovozini plastinkaga yozib olish va boshqa ko'p narsalarni bunga misol qilish mumkin.

Ishqalanish — deyarli har qanday mexanizm ishlaganida albatta sodir bo'ladigan jarayon. Texnikada u ikki hil - ijobiy va salbiy ahamiyatga ega. Podshipniklar, tishli uzatmalar, porshenli tizimlarda ishqalanish sirtlarining yeyilishiga, quvvatni isrof bo'lishiga olib keladi. Foydalanayotgan energiya ning 30-40% ishqalanishga sarf bo'ladi. Bu o'rinda ishqalanish zararli omil hisoblanadi. Tormozlar va ilashish muftalarida esa ishqalanish foydalidir, shu bois bu o'rinda yeyilishning ruhsat etilgan chekli qiymatlaridan chiqib ketmagan holda uni ma'lum qiymatgacha oshirishga harakat qilinadi.

Olimlarning olib borgan izlanishlari shuni ko'rsatmoqdaki [1-10] mashina va mexanizmlarning ishlash qobiliyatini yo'qotish sababining 80-90 % ishqalanish hisobiga yeyilishdir. Butun er yuzi bo'yicha bir yilda ishqalanishni kamaytirish uchun 100 mln. tonna moylovchi materiallar ishlatiladi. Rivojlangan davlatlarda ishqalanish va yeyilish hisobiga mashinasozlik vositalarini ishdan chiqishi milliy daromadni 4-5% ga to'g'ri keladi [7].

Ishqalanuvchi juftliklar materiallari va ular uchun moyni tegishli tanlash, ishqalanuvchi uzellarning tuzilishini ish sharoitiga moslashtirish

mexanizmlarning ishlash samaradorligini belgilaydi va friksion tuzilmaning chidamliligi hamda ishonchliligini oshirish imkonini beradi.

Ishqalanish materiallarini tadqiq qilish sohasida to'plangan tajriba va mashina detallarining ishqalanishi, yeyilishi hamda moylanishiga oid nazariy ishlar maxsus texnik fan - «Tribologiya»ni yaratish imkonini berdi.

Tribologiya — yunoncha so'z bo'lib “Triboc” — “Ishqalanish” — “Logos” — “Fan” ya'ni — “Ishqalanish va yeyilish” haqidagi fan demakdir.

Tribologiya fanida quyidagi asosiy masalalar yoritib beriladi: *ishqalanish va yeyilishning turlari, yeyilish qonuniyatlari, ishqalanuvchi juftlik materiallari, moylarni tanlash; materiallarning yeyilishiga moylarning ta'siri; detallarning har hil sharoitlarda ishqalanishi va yeyilishi; ishqalanish va moylash jarayonlari; ishqalanish va yeyilishga har hil omillarning ta'siri; detallarning yeyilishga chidamliligini oshirish usullari va h..o. [4.1]*

Tribotexnika—qattiq jismlarning bir biriga nisbatan harakatlanganida ularning ta'sir ko'rsatuvi haqidagi fan bo'lib, mashina va mexanizmlardagi ishqalanish, yeyilish va moylashga oid butun masalalar majmuini o'z ichiga oladi. Keyingi yillarda tribotexnikada yangi bo'limlar tribokimyo, tribofizika va tribomexanika bo'limlari rivojlanmoqda.

Tribokimyo — o'zaro tutashuvchi sirtlarning kimyoviy aktiv muhit bilan ta'sirlashuvini o'rganadi. U ishqalanishdagi emirilish muammolarini, tanlama ko'chirish (o'tish)ning kimyoviy asoslarini va ishqalanishda metal va polimerlarning yoki moylash materialining parchalanishi tufayli ajralib chiqadigan kimyoviy aktiv moddalarning detallar sirtiga ta'sirini tekshiradi.

Tribofizika — o'zaro tutashuvchi sirtlarning harakatlangan vaqtdagi o'zaro ta'sirlashuvi jihatlarini o'rganadi.

Tribomexanika — o'zaro tutashuvchi sirtlarning o'zaro ta'sirlashish mexanikasini o'rganadi. U energiyaning, impulsning tarqalishini, ishqalanishdagi

mexanik o'xshashlikni, reversiv ishqalanishni, gidrodinamika tenglamalari va boshqalarni ishqalanish, yeyilish hamda moylash masalalariga bog'lab o'rganadi.

Tribotexnikaga oid ko'pgina atamalar standartlashtirilgan. GOST-23.002-78 da 104 ta atama bo'lib ular ishqalanish, yeyilish, moy, moylash usullari va moylash materiallari bo'yicha tasniflangan.

Tribotexnikaning asosiy tushinchalari.

Tashqi ishqalanish — jisimlarning nisbiy harakatlanishiga nisbatan bo'ladigan qarshilik hodisasi bo'lib, tutashuvchi sirtlarining o'zaro urinadigan joyida ularga urinma bo'yicha yuzaga keladi.

Yeyilish jarayoni — ishqalanish natijasida jism o'lchamlarining va shaklining asta sekin o'zgarib borishidir. Bu jarayon ishqalanuvchi sirtidan material ajralib chiqishida va uni qoldik deformatsiyasida namoyon bo'ladi.

Yeyilish tezligi — yeyilishni vaqt birligi ichidagi o'zgarish ko'rsatkichi:

$$V_{ey} = \Delta U / \Delta t, \text{ m/sek}$$

Yeyilish jadalligi (surati) bu ishqalanish yo'l birligidagi yeyilishdir:

$$I = \Delta U / \Delta L,$$

ΔU -chiziqli yeyilish miqdori, m

ΔL -ishqalanish yo'li, m.

Yeyilishga bardoshlilik — materialning yeyilishiga ko'rsatadigan qarshilik hossasidir. Yeyilishga bardoshlilik yeyilish tezligiga teskari proportsional kattalik, u quyidagicha ifodalanadi:

$$\delta = 1/V$$

δ -yeyilishga bardoshlilik.

Yeyilish tezligi mm/km; mm/kg, mm/m³ birliklar bilan o'lchanadi.

Transport vositalari dettallarining yeyilishga chidamliligi bir hil emas, shuning uchun ham ulardan foydalanish muddati tez yeyiladigan qismlarning resursiga bog'liq.

Har qanday mashina va mexanizmlar (avtomobil, traktor, stanok va hokazolar) to'liq hizmati mobaynida bir necha marta ta'mirlanadi. Odatda, ta'mirlangan transport detallarining ta'mirlasharo hizmat muddati yangilarnikidan kamroq bo'ladi va ular eskirib borgan sari bu muddat qisqarib boradi.

Transport vositalari detallarining yeyilish qonunlarini bilish asosida ta'mirlash, sifatini yaxshilash texnikaning ishlash qobiliyati va hizmat muddatini ancha oshirish imkonini beradi.

Ishqalanish turlari.

Ishqalanish deganda bir-biriga nisbatan Harakatda bo'ladigan yuzalarning tutash sirtlaridagi sodir bo'ladigan fizik-mexaniq-kimyoviy jarayonlar yig'indisi tushiniladi. Ishqalanish qay holda va qanday sharoitda sodir bo'lishiga qarab bir qancha turlarga bo'linadi:

1. Nisbiy harakatni bor-yo'qligiga qarab: tinch ishqalanish va harakatdagi ishqalanish.
2. Harakatning holatiga qarab: sirpanishda ishqalanish va dumalab ishqalanish.
3. Moylovchi materialning bor-yo'qligiga qarab: quriq ishqalanish va moyli ishqalanish.

Moyli ishqalanish uch turga bo'linadi.

- a) to'la moyli ishqalanish.
- b) yarim moyli ishqalanish.
- c) chegarali ishqalanish

Jismlarning nisbiy harakati kinematik belgilariga ko'ra ishqalanishning quyidagi turlari ko'prok uchraydi.

Tinch holatdagi ishqalanish — *ikki jismning nisbiy harakatga o'tguniga qadar mikrosiljishdagi ishqalanish.*

Harakatdagi ishqalanish — *nisbiy harakatda bo'lgan ikki jismning ishqalanishi.*

Quruq ishqalanish — ikki jismlarning moysiz ishqalanishi.

Moyli ishqalanish — ikki jismning ishqalanuvchi sirtiga moy surtilgandagi ishqalanishi.

Sirpanishdagi ishqalanish — ikki qattiq jismning harakatidagi shunday ishqalanishki, bunda urinish nuqtalarida jismlarning tezliklari qiymati va yo'nalishi bo'yicha har hil bo'ladi.

Dumalashdagi ishqalanish — ikki qattiq jismning harakatidagi shunday ishqalanishki, bunda urinish nuqtalarida ularning tezliklari qiymati va yo'nalishiga ko'ra bir hil bo'ladi.

Ishqalanishning asosiy nazariyalari.

Mashina va mexanizmlardagi uzellarning ishi detallar tutash sirtlarining bir-biriga nisbatan harakatlanishiga bog'liq. Bu harakat ko'p hollarda ishqalanish quvvatining foydasiz sarflanishiga va mashina detallarining yeyilishiga olib keladi.

Ishqalanishni tutash sirtlarda kechadigan ko'plab murakkab jarayonlarga bog'liqligi aniqlangan.

Ishqalanish tabiatini tushintirish uchun bir necha gipoteza va nazariy asoslar mavjuddir.[4.199]

Bularning asosiylari quyidagilardir:

Ishqalanishning mexanik nazariyasi eng muhim nazariyadir. Bu nazariya asosida tutash sirtlar harakatlanganda yuzaga keluvchi elementar notekisliklarning g'adir-budirliklarining o'zaro ta'sirlarini tadqiq qilish yotadi.

1699 yili frantsiyalik olim Amonton o'z tajribalari asosida ishqalanish kuchi (F) yukning og'irligi (N)ga mutanosib (proportsional) bo'lib, jismlarning urinish yuzi o'lchamiga bog'liq emasligini aniqladi:

$$F=f*N$$

bu erda

F-ishqalanish kuchi,N;

f-ishqalanish koefitsienti,

N-normal yuklanish,N.

Ishqalanishning molekulyar nazariyasi 1929 yilda yaratilgan bo'lib, ingliz fizigi Tompsonning ilmiy ishlarida rivojlantirilgan. U ishqalanish hodisasini sirtlar o'rtasida yuzaga keluvchi molekulalar o'zaro ta'sir kuchlaridan kelib chiqib tushuntiradi.

B.V.Deryagin 1943 yili mazkur nazariyani to'liq rivojlantirib, ishqalanishning sababi ishqalanuvchi sirtlar yaqinida molekulyar kuch maydoni paydo bo'lishi va bunda jismlarning molekulyar ilashuvi yuzaga kelishi bilan tushuntirilishini ko'rsatib berdi.

Bu holda

$$F=f*S(P_0+P)$$

bunda

F-ishqalanish kuchi, N;

S-haqiqiy tutashuv yuzasi, m²

P₀-molekulyar o'zaro ta'sirlashuv solishtirma kuchi, N/m²;

P=N/S-solishtirma bosim, N/m².

Ishqalanishning molekulyar – mexanik nazariyasi bir vaqitning o'zida rus olimi professorlar I.V.Kragelskiy va Ingliz olimlari F.Bauden,D.Teyborlar tomonidan XX asr o'rtalarida yaratilgan.Bu nazariyaga asosan ishqalanish kuchi tutashuvchi sirt g'adir-budurliklarining bir-biriga botib kirishiga hamda ikki jismning molekulyar tortishish kuchlariga bog'liq [4-6]. G'adir-budirliklar ko'p bo'lganda mexanik omillar ustun kelsa, ular tekislanganidan so'ng va juda sillik qilib ishlangan sirtlarda molekulyar omillar ko'prok namoyon bo'ladi.

Ishqalanish kuchlarini aniqlash uchun I.V.Kragelskiy ushbu ifodadan foydalanishni taklif etgan:

$$F = F_{\text{Mex}} + F_{\text{Mol}},$$
$$f = F_{\text{Mex}}/N + F_{\text{Mol}}/N = f_{\text{Mex}} + f_{\text{Mol}},$$

bu erda

F_{Mex} - ishqalanish kuchining mexaniq tashkil etuvchisi,

F_{Mol} - ishqalanish kuchining molekulyar tashkil etuvchisi,

Ishqalanishning energetik nazariyasini 1952 yilda fizik olim A.D..Dubinin taklif etgan. U ishqalanish haqidagi ta'limning rivojlanish tarixi ishqalanuvchi sirtlarga mexanik va molekulyar kuchlar ta'sir ko'rsatishi natijasida ishqalanish kuchi paydo bo'lishi bilan bog'liqdir. Shu sababli ishqalanish kuch emas, balki jarayon ekanligi ma'lum bo'lishiga qaramay, ishqalanish tabiatini kuchlarning ta'sir etish qonunlari asosida ochib berishga intilishgan, deb ta'kidlaydi.

Energetik nazariyada ishqalanish va yeyilish jarayonlari termodinamika qonunlari asosida tushuntiriladi. Bunda asosiy ko'rsatkichlar sifatida jismlarning ichki energiyalarining o'zgarishlari kuzatiladi. Energetik nazariyaga asosan ishqalanish kuchi bajargan ish ichki energiyaning o'zgarishiga va issiqlikni hosil bo'lishiga sarf bo'ladi. Bu nazariya termodinamikaning qonunlariga bo'ysunadi. Energiyaning asosiy qismi issiqlikka aylanadi, ya'ni

$$A = Q + \Delta E$$

Bu erda: A – ishqalanish kuchi bajargan ish, Q – ishqalanish kuchi hisobiga hosil bo'lgan issiqlik, ΔE – ishqalanish kuchi bajargan ishning jismning ichki energiyasini o'zgarishiga sarflangan qismi.

Ishqalanish kuchi — bir jism tashqi kuch ta'sirida boshqa jism sirti bo'ylab harakatlanganida yuzaga keladigan qarshilik: mazkur tashqi kuch ana shu jismlar orasidagi umumiy chegaraga urinma bo'yicha yo'nalgan bo'ladi.

Sirpanish tezligi — sirpanishda urinish nuqtalaridagi jismlar tezliklari orasidagi farq.

Ishqalanish sirti — jismning ishqalanishda qatnashuvchi sirt.

Ishqalanish koeffitsienti — ikki jismning tinch holatdagi eng katta ishqalanish kuchining ana shu jismlarni bir-biriga siqib turuvchi me'yoridagi kuchga nisbati.

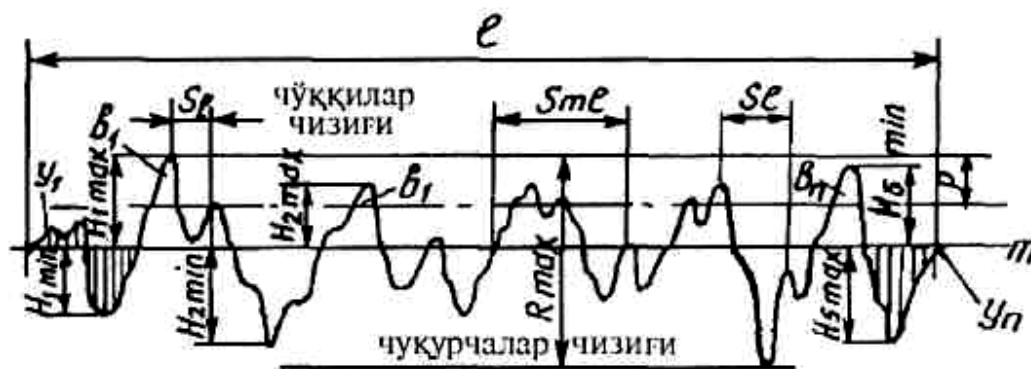
Ilashish koeffitsienti — ikki jismning tinch holatdagi eng katta ishqalanish kuchining jismlarni bir-biriga siqib turadigan, ishqalanish sirtlariga nisbatan me'yorida bo'lgan kuchga nisbati.

Ishqalanish jarayonining jadalligini ifodalaydigan ko'rsatkichlar sirpanishda eng katta va dumalashda eng kichik bo'ladi. Zamonaviy avtomobillar, traktorlar, qishlok xo'jalik mashinalari va avtotraktor dvigatellarining barcha asosiy tutashmalari, odatda majburiy yoki bosim ostida moylanadi. Moyni bosim ostida uzatish va uni filtrlash usuli transmissiyaning ishqalanuvchi uzellarida tobora kengroq qo'llanilmoqda.

Qattiq jismlarning o'zaro tutashuvi.

Qattiq jismlarning o'zaro tutashuvi va ularning Harakati tufayli ishqalanish sodir bo'ladi. Har qanday jismning ikkinchi jism bilan ishqalanishi natijasida ularning fizik mexanik hossalari, shakli va geometriyasi o'zgaradi. Shuning uchun biz yuzaning mikrogeometriyasi haqida ma'lum tasavvurga ega bo'lishimiz kerak. Har qanday detalning yuzasi makroogishdan, to'liqinsimonlik va g'adir-budirliklardan iboratdir.

Detallarning ishqalanishi asosan haqiqiy tegish yuzasining sirt g'adir-budirliklari hisobiga kechadi, ya'ni ishqalanish g'adir-budirliklarning o'zaro tasirlashuvi natijasida sodir bo'ladi. Sirt g'adir budirliklari quyidagi ko'rsatkichlar bilan harakterlanadi (1- rasm):



1. R_a Жисм юзасининг ғадир-будурлик схемаси

-.g'adir- budirlikning o'rtacha arifmetik qiymati

$$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|$$

2. R_z -g'adir -budirlik balandligi. Bazoviy uzunlik bo'yicha 10 ta nuqtadan olinadi:

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

3 $R_{\max}$ - g'adir -budirlikning maksimal balandligi (g'adir-budirlikning eng yuqori va pastki nuqtalari orasidagi masofa)

4 S - g'adir- budirlikning o'rtacha qadami (ikki qo'shni g'adir-budirlikning bir hil nuqtalari orasidagi masofa)

5 t_p -g'adir -budirlikning nisbiy tayanch o'zunligi

$$t_p = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^n B_i$$

Bu erda : r - g'adir budirlikning kesim sathi

m -g'adir budirlikning markaziy kesimi

V - kesim sathidagi g'adir budirlik eni

L- g'adir- budirlikning o'lchash o'zunligi (bazaviy o'zunlik).

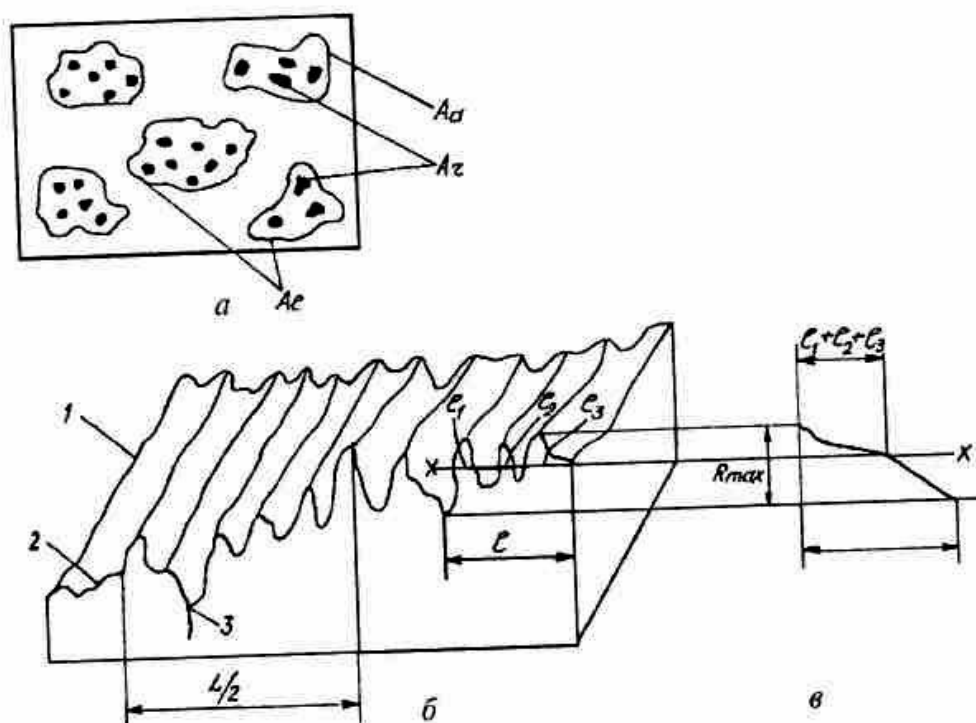
G'adir budirliklar o'z navbatida suv g'adir budirliklardan iborat. G'adir budirliklar asosan metallarga ishlov berish natijasida yuzaga keladi. Yuzalar keskichlar bilan ishlov berilganda VII-VIII sinf g'adir budirliklarga ega bo'ladi R q80. Jilvirlash natijasida jilvir tosh o'lchamiga qarab IX-X sinfga ega.

Sirtlarning tegish yuzalari haqida tushuncha

Har qanday jismlar o'zaro deskret holatda (yakka-yakka nuqtalar orqali) bir-biriga tegadi, ya'ni sirt g'adir-budurliklari orqali tutashadi. Bunday tegish yuzalari 3 hil turda bo'ladi: nominal, kontur va haqiqiy tegish yuzalari.

Ikki qattiq jism tutashuvidagi

haqiqiy (A_r), nominal (A_a) va konur (A_s) yuzalar



Yuzaning mikrorslefi.

a — yuza topografiyasi; b — yuza qatlami parametrlari; v — tayanch sirtining egri chizig'i. 1 — bo'ylama g'adir-budirlik; 2 — ko'ndalang g'adir-budirlik; 3 — darzlik; x...x — tayanch sirtining

egri chizig'ini aniqlashdagi ixtiyoriy kesim

1. *Nominal tegish yuzasi.*

Bunday tegish yuzalar jism shakli bo'yicha sodir bo'ladi. Nominal tegish yuzasi 100 % deb qabul qilinadi va A_a bilan belgilanadi:

$$A_a = 100 \%$$

2. *Kontur tegish yuzasi.*

Bunday tegish yuzalar jismlarning to'liqinsimon shakli chetlari hisobiga sodir bo'ladi va nominal tegish yuzasining 5-15 % ni tashkil etadi:

$$A_c = (5:15) \% A_a$$

3. *Xaqiqiy tegish yuzasi.*

Bunday tegish yuzalar tutushuvchi sirlarning g'adir-budurliklari hisobiga hosil bo'ladi va nominal tegish yuzasining 0,01-0,1 % nigina tashkil qiladi:

$$A_r = (0,01:0,1) * A_a$$

Berilgan yuklanish tutash yuzalarga Har hil bosim bilan taqsimlanadi. Shuning uchun ham yuzaga tushayotgan bosimning miqdori Har hil bo'ladi va ular quyidagicha aniqlanadi:

$$\text{Nominal bosim } P_a = N/A_a$$

$$\text{Kontur bosim } P_c = N/A_c$$

$$\text{Haqiqiy tegish yuzasidagi bosim } P_r = N/A_r$$

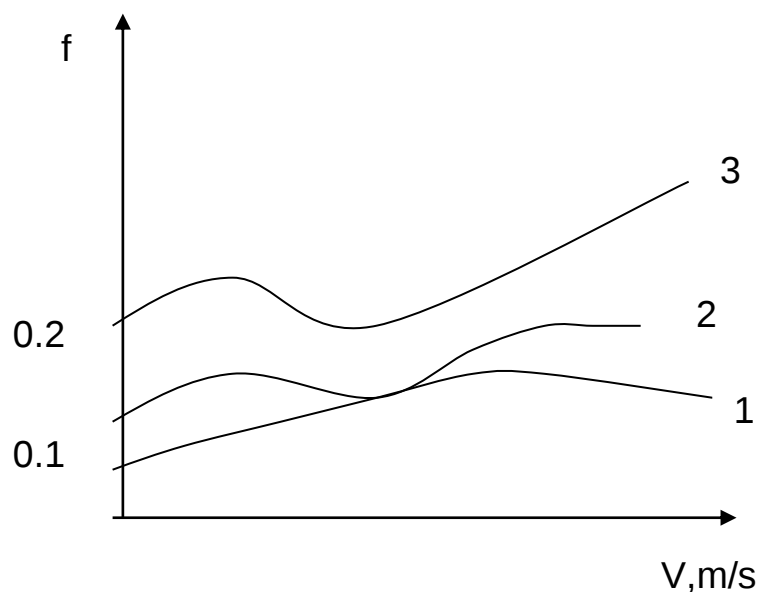
Har hil tegish yuzalari orasidagi umumiy bog'liqlik quyidagicha aniqlanadi:

$$A_r = A_c * P_c / P_r$$

Misol:

Material	Xarorat	Yeyilish
Mis	1183 ⁰ C	1-2
Pulat	1500 ⁰ C	30-60
Xrom	1615 ⁰ C	200-500

3. Olmos bilan xrom
2. Olmos bilan pulat
1. Mis bilan olmos



Ishqalanish koeffitsienti.

Ishqalanuvchi juftliklar materiallarning ishqalanish me'yorini aniqlash me'zoni sifatida ishqakalanish kuchi va ishqalanish koeffitsienti qo'llaniladi.

Ishqalanish kuchi va ishqalanish koeffitsienti maxsus qurilmalarda aniqlanadi.

Ishqalanish koeffitsienti ishqalanish kuchini berilgan yuklamaga nisbati bilan aniqlanadi:

$$f = F_{\text{ishk}} / N$$

Molekulyar-mexanik nazariyaga asosan ishqalanish kuchi va koeffitsienti quyidagicha aniqlanadi:

$$F = F_{\text{mex}} + F_{\text{mol}}$$

$$f = F_{\text{mex}} / N + F_{\text{mol}} / N = f_{\text{mex}} + f_{\text{mol}},$$

$$f_{\text{mex}} = 0.4(h/r); \quad f_{\text{mol}} = \tau_0 / HB + \beta$$

0.4 - doimiy koeffitsient

h - g'adir-budirliklarning deformatsiyasi va ularni o'zaro botishishdan hosil bo'lgan yaqinlashish.

r - g'adir-budirlik qirrasining radiusi

HB - ishqalanuvchi juftlik materiallarning Brinell bo'yicha qattiqligi.

τ_0 bilan β — molekulyar tortishish hisobiga hosil bo'lgan urinma kuchlanishlarni belgilovchi friktsion ko'rsatkichlar.

τ_0 va β friktsion parametrlar τ_n mikdoriga asosan grafik usulda aniqlanadi, ya'ni:

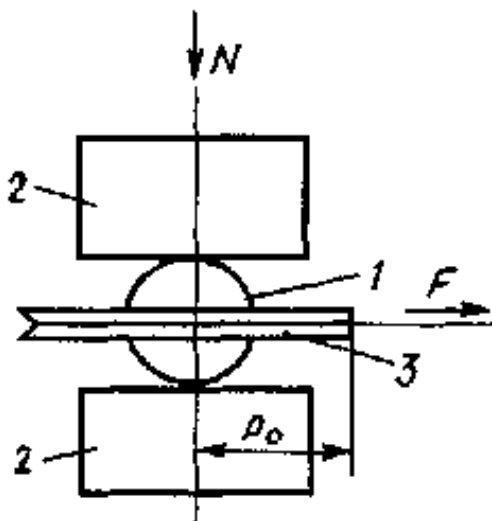
$$\operatorname{tg}^2 \alpha = \beta$$

τ_n -ishqalanish hisobiga hosil bo'lgan o'rinma kuchlanish.

P_r -haqiqiy bosim, $P_r = N_x / A_r$ [5.12]

Tabiiy sharoitda ishqalanish koeffitsientini mexanik (deformatsiya) tashkil etuvchisini aniqlash mumkin, uning molekulyar tashkil etuvchisi esa τ_0 va β friktsion parametrlarning miqdorini tajriba asosida aniqlab hisoblab topiladi.

Ishqalanish koeffitsientini molekulyar tashkil etuvchisini aniqlash uchun uning deformatsion (mexanik) tashkil etuvchisi miqdorini yo'qotiladi yoki nolga



yaqin keltiriladi. Buning uchun o'ta qattiq sharikopodshipnikli po'lat sharchadan foydalaniladi. Bu tajriba quyidagi sxema bo'yicha bajariladi:

1-po'lat sharcha

2-paralel namunalar

3-sharni tutib turuvchi belbog.

Po'lat sharcha (1) paralel namunalar (2) orasida siqilib simmetriya o'ki bo'ylab aylantiriladi. Sharchani aylantiruvchi ishqalanish kuchi F aniqlanadi. Hosil bo'lgan urinma kuchlanish va ishqalanish koeffitsientlarini tashkil etuvchilari quyidagicha aniqlanadi:

$$\tau_n = 3FR_0 / 4\pi r_{o'y}^3$$

$$f_m = 3FR_0 / 4Nr_{o'y}^3$$

R_0 –shar tutgich radiusi

$R_{o'y}$ - shar qoldirgan o'yikcha radiusi

Umumiy holda ishqalanish koeffitsienti quyidagi formula bilan hisoblanadi:

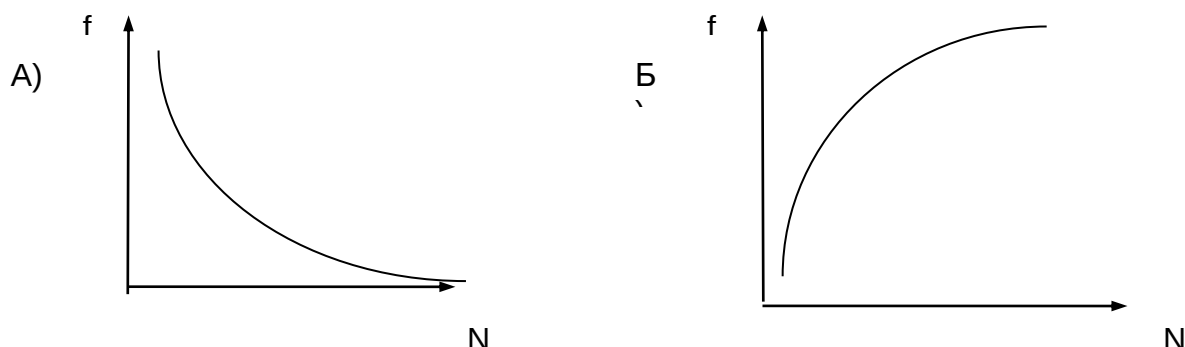
$$f = \tau_0 / HB + \beta + 0,4 * (h/r)^{1/2}$$

Formuladan ko'rinib turibdiki ishqalanish koeffitsienti uch tashkil etuvchidan iborat bulib, materiallarning turiga, yuza g'adir budirligiga va temperaturaga, hamda ishqalanish tezligi va nagruzkaga bog'liq. Ishqalanish koeffitsientiga juda ko'p omillar ta'sir qilindi. Unga ta'sir etuvchi asosiy omillar bilan tanishib chiqamiz.

1. *Ishqalanish koeffitsientiga yuklanishning ta'sirini* aniqlashda tutash yuzadagi deformatsiyaning turini hisobga olish zarur, chunki yuklanish detal shakli va o'lchamiga har hil bosim bilan ta'sir qiladi.

a) Agar qo'yilgan yuklama (nagruзка) hisobiga deformatsiya elastik bo'lsa, kontur bosimning ortishi bilan ishqalanish koeffitsienti kamayib borib minimumga ega bo'ladi va yana ortib ketadi.

b) Agar deformatsiya plastik bo'lsa, qo'yilgan yuklanishni (kontur bosimi) ortishi ishqalanish koefitsientini ortishiga olib keladi. Bunga asosiy sabab haqiqiy tegish yuzasining o'zgarishidir.



Ishqalanish koefitsientiga yuklanishning ta'siri

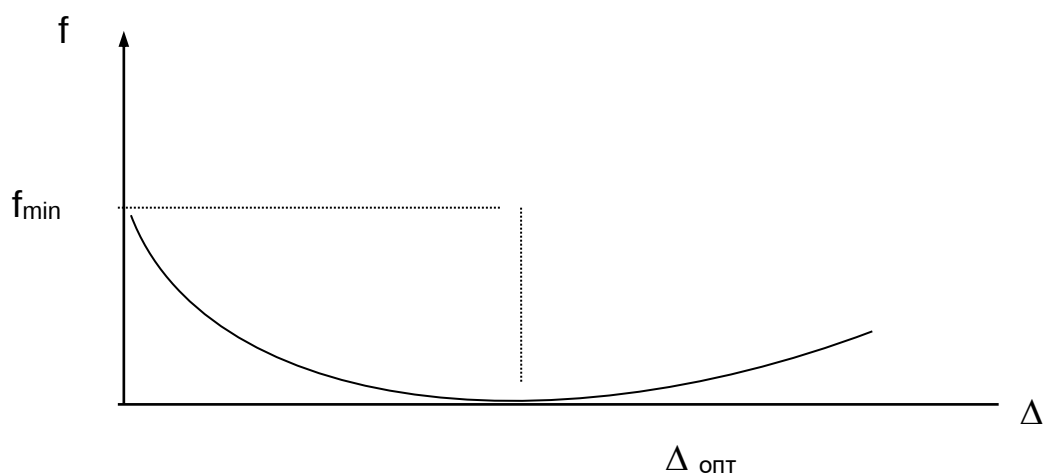
2. Sirt g'adir-budirliklari ishqalanish koefitsientiga ta'siri.

Sirt g'adir- budirliklari ishqalanish natijasida quyidagiga o'zgaradi:

- 1) boshlangich (mexaniq ishlovdan keyingi) g'adir-budirliklar ;
- 2) Siyqalangan (prirabotannoy) g'adir-budurliklar;
- 3) O'zaro moslashgan yoki o'rnatilgan g'adir-budirlik.

Sirt g'adir-budirliklarini baholash uchun Δ -komplek parametr olinadi:

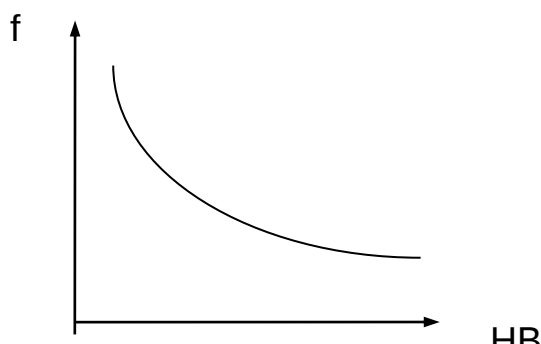
$\Delta = R_{\max} / r b^{1/4}$. Elastik deformatsiyada g'adir-budirlikning ortishi bilan ishqalanish koefitsienti kamayib borib, so'ng ortadi, ya'ni o'zining minimumiga ega bo'ladi. Plastik deformatsiyada esa Δ ni ortishi bilan ishqalanish koefitsienti ortadi, chunki uning malekulyar tashkil etuvchisi ortadi.



v- elastik yoki plastik deformatsiya ishqalanish koeffitsienti hisobga oluvchi koeffitsient. Minimal ishqalanish koeffitsientiga to'g'ri keluvchi g'adir-budirlik, eng maqbul hisoblanadi (Δ_{on}).

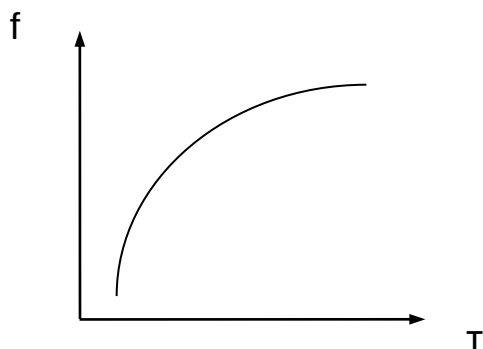
3. *Material qattiqligini ishqalanish koeffitsientiga ta'siri.* Bunda tutash sirt deformatsiya turi asosiy hisoblanadi. Elastik deformatsiyada ishqalanish koeffitsientiga qattiqligi kam bo'lgan materialning elastiklik moduli ta'sir qiladi.

Agar deformatsiya elastik bo'lsa, elastiklik moduli hisobga olinadi. Plastik deformatsiyada esa materialning qattiqligi HB asosiy hisoblanadi. Materialning elastik modli F yoki HB qattiqligi ortishi bilan ishqalanish koeffitsienti kamayadi. Sabab qattqlik ortishi bilan sirlarni haqiqiy tegish yuzasi kamayadi.



4. Ishqalanish mintaqasidagi haroratni ishqalanish koeffitsientiga ta'siri.

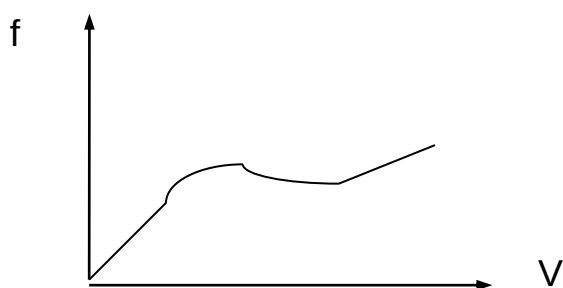
Ishqalanish mintaqasida haroratni ortishi bilan ishqalanish koeffitsienti ortadi va maksimumga ega bo'ladi. Bunga sabab material sirt qatlamining qattiqligi kamayadi va haqiqiy tegish yuzasi ortib ketadi.



Ishqalanish mintaqasidagi haroratning ta'siri ishqalanayotgan detallarning o'zaro qoplashish ko'effitsientiga bog'liq. O'zaro qoplashish ko'effitsienti katta bo'lsa, ya'ni $\kappa \Rightarrow 1$ intilsa, harorat ortadi, chunki issiqlikni tashqi muhitga tarqalishi imkoniyati kamayadi, natijada material sirt qatlami yumshaydi. Agar o'zaro qoplashish ko'effitsienti $\kappa \Rightarrow 0$ intilsa ya'ni kamaysa harorat kamayadi.

5. Sirpanish tezligini ishqalanish ko'effitsientiga ta'siri.

Ishqalanuvchi detallarining sirpanish tezligi qanchalik yuqori bo'lsa, ishqalanish ko'effitsienti shuncha ortib boradi va maksimumga ega bo'ladi. Buning sababi shuki, Harakat tezligini ortishi ishqalanish zonasidagi Haroratni ortishiga olib keladi, natijada sirt qatlami yumshab, haqiqiy tegish yuzasini ortishiga olib keladi. Bu esa o'z navbatida ishqalanish ko'effitsientini ortishi demakdir.



**2-MAVZU: YEYILISH JARAYONINING UMUMIY
HARAKTERISTIKASI. YEYILISH JARAYONINING ASOSIY
KO'RSATKICHLARI. YEYILISH JARAYONIGA TA'SIR ETUVCHI
OMILLAR.**

Reja:

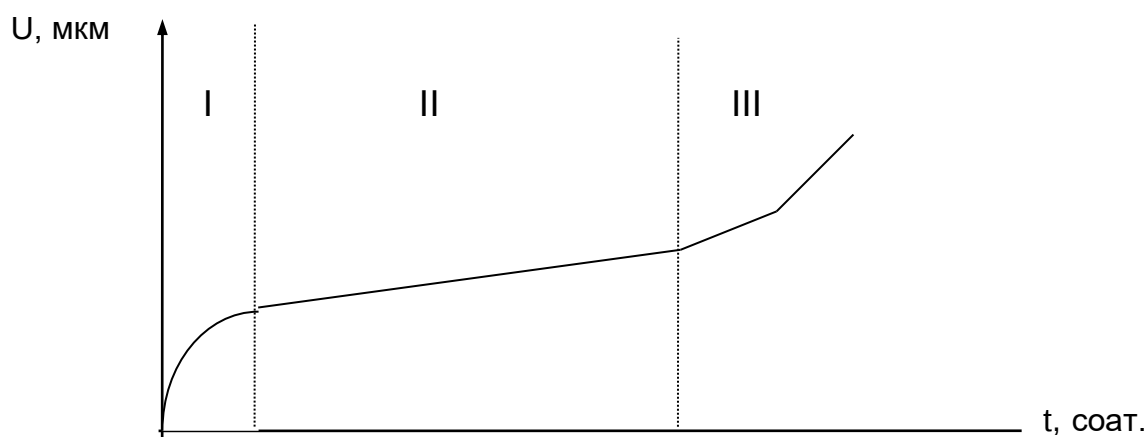
- 1. Yeyilish jarayonining umumiy harakteristikasi.**
- 2. Yeyilish jarayonining asosiy ko'rsatkichlari.**
- 3. Yeyilish jarayoniga ta'sir etuvchi omillar.**

Yeyilish haqida tushuncha.

Yeyilish ishqalanish hisobiga hosil bo'ladigan fizik mexanik va geometrik o'zgarishlar natijasida ishqalanuvchi jismlarning shakli va o'lchamlarini o'zgarish jarayonidir.

Yeyilish jarayonini tushuntirish uchun materiallarning yeyilish qonuniyatlari haqida tushunchaga ega bo'lishi kerak.

Materialning yeyilish qonuniyati umumiy holda quyidagi grafikda ifodalangan. (1-rasm.) [1.293]



1- rasm. Materiallarning yeyilish qonuniyati

Ushbu grafikdagi qonuniyatda quyidagi davrlarni ajratish mumkin:

I davr - ishlab moslashuv (siyqalanish) davri

II davr - normal yeyilish davri

III davr - katastrofik yeyilish davri.

I, II davrlar - tabiiy yeyilish davri ham deb ataladi

Ishlab moslashuv (siyqalanish) davrida yeyilish asosan boshlangich g'adir-budirlikka, ishqalanish sharoitiga va rejimiga bog'liq.

Ma'lum Δt_1 vaqt davomida yuza g'adir-budirliги ishqalanish hisobiga o'zgaradi va ushbu sharoit va rejimlar uchun moslashgan g'adir-budirlik hosil bo'ladi I-davr. Shundan so'ng II-normal yeyilish davri boshlanadi.

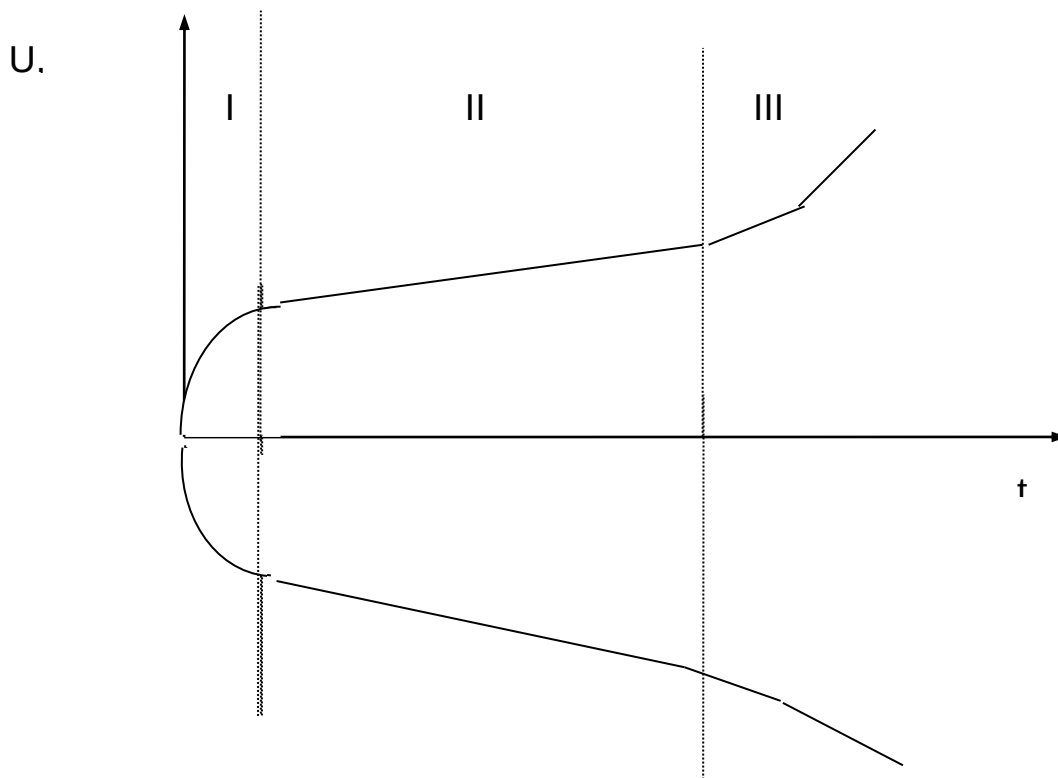
Ishlab moslashuv davri qanchalik sifatli va tez o'tkazilsa normal yeyilish davri shuncha cho'ziladi va ishqalanuvchi juftlikning resursi ortadi.

III- katastrofik yeyilish davri asosan ishqalanuvchi juftliklarning ishlash rejimi va texnik karoviga bog'liq bo'ladi.

Ishqalanish jarayoni normal kechishi va yeyilishni kamaytirish uchun ishlab moslashuv davrini sifatli o'tkazishdir.

Ishqalanish jarayonida sirt g'adir-budirliklari faqat ushbu juftlik, sharoit va rejim uchun yagonadir.

Ishqalanuvchi tutashmani hosil qiluvchi detallarning yeyilishini ko'rsatuvchi grafik 2-rasmda keltirilgan. Rasmdan ko'rinib turibdiki, tirqish chegaraviy (Sz) qiymatigacha kattalashganda tutashma yaroqsiz holga keladi, chunki bu brikma o'z faoliyatini bajara olmaydi.



Eyilma kattaligi ortib borgan sari tutashmaning qoldik resursi T_{tut} kamayadi. Eyilma “U” va tirqish “S” ning qiymatlari chekli qiymatlarga etganda tutashma yoki detalning resursi batamom tugaydi va bundan keyin undan foydalanish maqsadga muvofiq bo’lmaydi.

Chekli yeyilish U_z yoki chekli tirqish S_z deb shunday yeyilishga aytiladiki, bunda detal yoki tutashma oxirgi holatga keladi. Tutashmadan yoki detaldan bundan keyin foydalmaslik kerak. [4.315]

Yeyilish turlari.

Toliqib (charchab) yeyilish nazariyasiga asosan yeyilishning quyidagi asosiy turlari mavjud:

1. Mexanik yeyilish.
2. Karrozion mexanik yeyilish.
3. Elektro-errozion yeyilish.

Mexanik yeyilish quyidagi asosiy turlarga bo'linadi:

1. Tolikib yeyilish.

2. Abraziv yeyilish:

a) gazoabraziv yeyilish;

b) gidroabraziv yeyilish.

(abraziv — qattiq kristall zarracha).

Korrozion mexanik yeyilish asosan mexanik kuchlar ta'siri bilan bir qatorda havo ta'siridagi kislorod, azot va boshqa kimyo aktiv elementlar bilan reaksiyaga kirishib ishqalanuvchi yuzalarning emirilishiga olib keladi.

Korrozion mexanik yeyilish temperatura ta'sirida tezlashadi. Havo tarkibidagi namlikning ortishi korrozion jarayonlarni tezlatib yeyilish jarayoniga katta ta'sir qiladi.

Elektro-errozion yeyilish turlari elektr toki hosil bo'lgan ishqalanuvchi yuzalarda kechadi (elektr kontaktlar).

Yeyilish turlarining tasniflari A.K.Zaytsev, V.A.Kislik, B.I.Kostetskiy, I.V.Kragelskiy, M.M.Xrushchov kabi olimlar rahbarlik qilayotgan ilmiy maktablar tomonlaridan ham taklif etilgan. Masalan, M.M.Xrushchov taklif etgan tasnif yeyilish turlarining uch guruxini: mexanik, molekulyar-mexanik va korrozion-mexanik yeyilishlarni o'z ichiga oladi.

I. Mexanik yeyilishda ishqalanuvchi detallar sirtlarida sof mexanik hodisalar: materialning qir qilishi, sirt g'adir-budirliklarining sinib ajralishi, deformatsiya va boshqa hodisalar yuz beradi.

II. Molekulyar-mexanik yeyilish ishqalanuvchi sirtlarning ayrim qismlarida materiallarining ilashib (yopishib) qolishi, keyin bu joylarda metalning emirilish hodisasi sodir bo'lishi bilan bog'ligidir.

III. Korrozion-mexanik yeyilishda ishqalanuvchi sirtlarda oksid pardalar va kimyoviy birikmalar hosil bo'ladi, keyin bu birikmalar mexanik tarzda emiriladi.

B.I.Kostetskiyning fikricha yeyilish ilashib qolish va oksidlanish natijasida yeyilish, issiqlik ta'sirida yeyilish, abraziv yeyilish va chekaksimon yeyilishga bo'linadi:

I. Ilashib qolish natijasida yeyilish sirtida moy va ximoyalovchi oksid pardalari bo'lmaganda ko'zatiladi. Bunday yeyilish metalning sirtqi qatlamlari kuchli plastik deformatsiyalanishi va tutashgan qismlar o'rtasida metal bog'lanishlar hosil bo'lishi natijasida yuz beradi.

II. Oksidlanish natijasida eylish metalning juda kichik hajmlari plastik deformatsiyalanishi va deformatsiyalangan qatlamlarga havodagi kislorodning singishi (diffuziyalanishi) bilan bir vaqtda kechadi. Natijada mayda zarrachalarga bo'linadigan kislorodning qattiq eritmali pardasi hosil bo'ladi, shuningdek, vaqti-vaqtida plastik deformatsiyalanmaydigan murt oksidlar yuzaga keladi va uvalanadi.

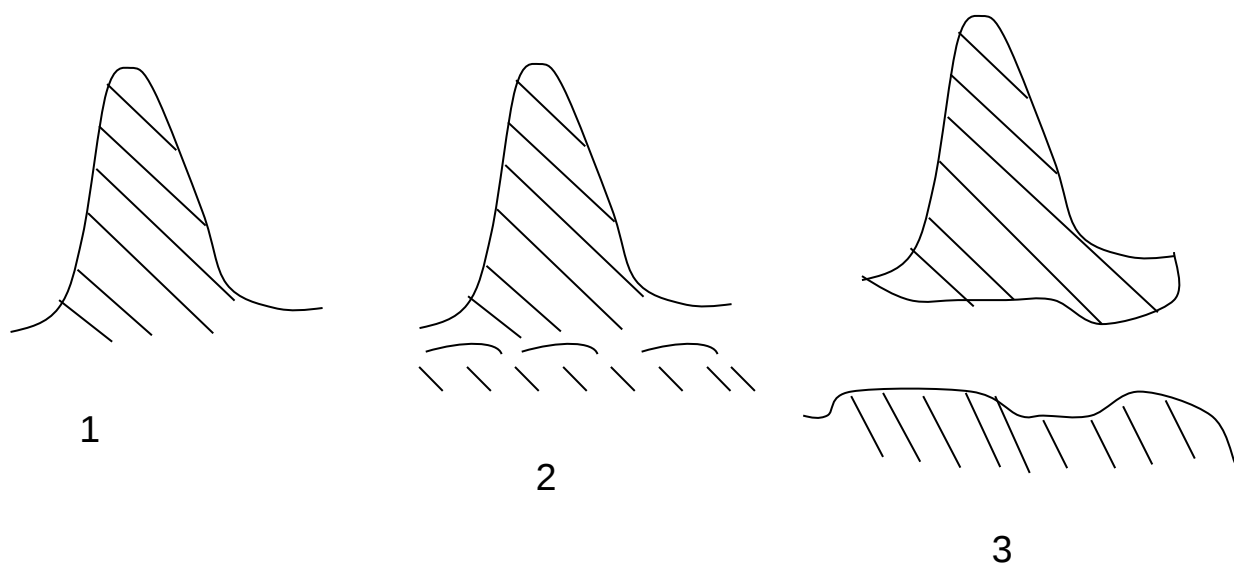
III. Issiqlikdan yeyilish detellarning katta sirpanish tezliklari va solishtirma bosimlarida ishqalanish hisobiga yuzaga keluvchi issiqlik ta'sirida sodir bo'ladi. Ajralib chiqayotgan ko'p miqdordagi issiqlik metalning ichki qatlamlariga etib ulgurmaydi, natijada detallarning sirtqi qatlamlari yuqori haroratgacha qiziydi. Bu harorat detallarning sirtqi qatlamlarida termik ishqalanish, qayta kristallanish, toblanish va xatto qotishma hosil bo'lishiga olib keladi.

Eylish turlarining I.V.Kragelskiy va E.M.Shvetsovalar taklif etgan tasniflari esa ishqalanuvchi sirtlarning o'zaro ta'sirlashishi, sirt qatlamlarining o'zgarishi va emirilishi kabi turlarini o'z ichiga oladi.

Tutash detallarning yeyilishga faqat asosiy omillargina hal qiluvchi ta'sir ko'rsatadi. Masalan, sirpanish podshipniklari uchun bunday omillarga yuklama materialning kattaligi va ta'sir qilish harakteri, detallar ishqalanuvchi sirtlarining sirpanish tezligini va ularning o'zaro ta'sirlashadigan mintaqadagi muhitning holatini ko'rsatish mumkin. Avtomobillarda mazkur juftliklarga tirsakli val va taqsimlash valining podshipnikli uzellari misol bo'ladi. Ishqalanuvchi

juftliklarning yuklanish tartibi podshipnikka tushadigan solishtirma yuklanish bilan ifodalanadi. Uning o'rtacha qiymati 4-7 MPa ga, jadallashtirilgan dizellar uchun ko'pi bilan 12-13 MPa ga teng. Tutash dizellarning sirpanish tezligi dvigatel tirsakli valining aylanish chastotasiga karab 6-7 m/s atrofida 9 m/s gacha bo'ladi.

Ishqalanuvchi juftliklar materiallarining yeyilishini toliqib (charchab) yeyilish nazariyasi bilan tushintiriladi [4-8]. Bu nazariyaga asosan yeyilish jarayoni uch bosqichdan iborat bo'ladi:



Toliqib yeyilish jarayonining bosqichlari:

1. Sirt g'adir-budirliklarining chetlarida takrorlanuvchi deformatsiya hisobiga darz hosil bo'ladi.
2. Darzlar kengayadi.
3. Darzlar rivojlanib g'adir-budirlik material sirtidan ajralib tushadi, ya'ni emiriladi.

Ishqalanuvchi juftliklar materiallarining ish rusursini harakterlovchi asosiy ko'rsatkichlardan biri-bu yeyilishga bardoshlilik ko'rsatkichidir.

Bu ko'rsatkich materialning qattiqligiga bog'liq bo'lib, yeyilish tezligiga teskari proportsionaldir, ya'ni, materialning qattiqligi qancha yuqori bo'lsa, u shunchalik yeyilishga bardosh hisoblanadi.

Mashina detallarining yeyilish mexanizmi va ularning kamchiliklari.

Ma'lumki hatto sinchiklab ishlov berilgan sirtlarda ham notekisliklar qoladi. Ishqalanuvchi sirtlar bir-biriga nisbatan harakatlenganda notekisliklarning ayrim g'adir-budirliklari faqat elastikdeformatsiyaga uchraydi, yuklanish (nagruzka) olingandan so'ng bu deformatsiya yo'qoladi. Notekisliklarning boshqa g'adir-budirliklari esa plastik deformatsiyaga uchraydi, egiladi, eziladi, siljiydi.

Bundan tashqari, tutash sirtlar kichik bo'lganidan ayrim g'adir-budirlikka tushadigan haqiqiy solishtirma yuklanishlar hisobiy yuklanishlardan ancha katta bo'ladi. Chunonchi, podshipnikka tushadigan hisobiy yuklanish 3 MPa ga teng bo'lganda sirtning ayrim qismlari 450-1000 S gacha qiziydi, bu esa ularni erib bir-biriga epishib qolishiga va keyin qotgan qismlarning uzilishiga olib keladi. Natijada sirtlarda erigan va yopishgan joylar paydo bo'ladi. Mashinalarning yangi yoki tiklangan detallari noto'g'ri siyqalantirilganda (ishlab moslashuv) shuningdek, detallarning tiklash va uzellarni yig'ish texnologiyasi buzilganda ko'prok yuqoridagi hodisalar sodir bo'ladi.

1. **Siyqalanish** (ishlab moslashish). Ishqalanuvchi sirtlarda mayda notekisliklar va govaklar bo'lishi zarur, chunki ular qiziydigan chikiklar va moy uchun mikrosovutgichlar vazifasini o'taydi. Shu sababi, tiklashdan yoki tayerlashdan so'ng detallar sirtida yuzaga keladigan notekisliklar eng maqbul g'adir-budirlikka ega bo'lishi, bu g'adir-budirlik detallar meyorida siyqalanganidan keyin vujudga keladigan notekisliklarga mos kelishi kerak. Bu talab bajarilmasa, siyqalanish jarayonida detallarning ishqalanuvchi sirtlari tez emiriladi va ularning o'lchamlari o'zgaradi. Detallarga yaxshilab ishlov berilsa, uning sirtlarida notekisliklar kamroq bo'ladi. Bu holda siyqalanish jarayonida sirtlar kam eyiladi. Ammo ishlov berishning bu usuli samarasizdir, chunki silliq sirt hosil qilish uchun qiymat va sarmexnat jarayonlar talab etiladi. Boshqa

tomondan, ko'pgina detallar (plunjerlar, silindrning silliq sirti va hokazo) uchun buning zarurati yo'q, chunki ma'lum vaqt o'tgandan keyin ularning g'adir-budirligi eng maqbul (o'zaro moslashgan) qiymatga etadi.

2. **Mikroqir qilish.** Abrazivning qattiq zarralari yoki yeyilish mahsullari sirtga qattiq botib kirganda ular materialni mikroqir qilish natijasida mikroqirindi hosil bo'lishi mumkin. Ishqalanish va yeyilishda mikroqir qilish kam sodir bo'ladi, chunki amaldagi yuklanishlarda botib kirish chuqurligi buning uchun etarli bo'lmaydi.

Ma'lumki, faqat sirpanuvchi zarralargina emas, dumalovchi zarralar ham sirtni tirnashi mumkin. Botib kirgan zarra harakatlanganida material qattiq tashkil etuvchisiga tiralib bir tomonga og'ishi mumkin, shu sabali sirtidagi tirnash yo'nalishi detalning harakat yo'nalishiga aniq mos kelmasligi mumkin.

3. **Ezilish.** Detaillar ishlayotganda yeyilish bilan birga ezilish jarayoni ham yuz beradi. Bunda tutash detallarning sirtqi qatlamida metalning qayishqoq deformatsiylanishi va sinishi, sodir bo'ladi.

Rezbali birikmalarning detallari, shuningdek, qo'zg'almas birikmalardagi detallar (tutashuvchi detallari bo'lgan dumalash podshipniklarining halqalari, traktor dvigatellari va ramalarning tayanch sirlari va hokazolar) ko'prok eziladi.

4. **Uvalanish** bu material toliqib eyilganda undan zarralar ajralishi natijasida ishqalanuvchi sirtida o'nqir-cho'nqirlar paydo bo'lish jarayonidir. Uvalanish sharikli va rolikli podshipniklarda ko'prok uchraydi. Yeyilishning bu turida avval katta solishtirma bosim (4.5-5 MPa) natijasida halqaqning dumalash yo'lchasida o'yiqlar (sharik yoki rolikning izi) paydo bo'ladi. Uvalanish sodir bo'lishidan oldin material kichik bo'lgani materialning asosiy kismidan ajratib turadigan darzlar yuzaga keladi va ular asta-sekin kattalashib boradi. Shunday qilib, darz paydo bo'lishi uvalanish va qatlamlanib ko'chish jarayonlarining tarkibiy qismi hisoblanadi. Termik zo'riqlash tufayli paydo bo'lgan darzlar birmuncha katta maydonga yeyilishi va darzlar kattalashishning muayyan

bosqichida nuqsonning belgisi bo'lib xizmat qilishi mumkin. Shu sababli ushbu nuqsonga ishqalanuvchi sirtlar shikastlanishining alohida bir turi sifatida qaralishi lozim.

5. Issiqlik hisobiga yopishib yeyilish.

Jismlar bir-biriga nisbatan harakatlanganda ularning o'zaro molekulyar ta'sirlashuvi oqibatida yuzaga kelgan qatlam bir yoki ikkala materiallarning qattiqligidan mustahkamroq bo'lgani sababli chuqur o'yilish sodir bo'ladi. Emirilish jismlardan birining ichki qatlamlarida yuz beradi. Qayishqoq materialning emirilgan sirtlari harakat yo'nalishida cho'zilgan chiqib turuvchi do'ngliklar va materialning ichi tomon torayib boruvchi konuslar ko'rinishida bo'ladi. O'yilgan joylarda tutashib turuvchi qismlar ma'lum darajada deformatsiyalanadi. Yulingan material tutashgan sirtida qoladi, bu ishqalanish natijasida materialning ko'chish sabalaridan biridir. Bunda qotishmaning ayrim tashkil etuvchilari bir-biriga yopishib qolishi, qolgan tashkil etuvchilari esa surkov materialiga borib tushishi yoki ishqalanish sohasidan chiqib ketishi ham mumkin.

Yeyilish jarayonining asosiy ko'rsatkichlari.

Yeyilish jarayonining asosiy ko'rsatkichlari chiziqli yeyilish miqdori va uning tezligidir. Chiziqli yeyilish miqdori ma'lum o'lchov birliklarida bo'lib, uning tezligi vaqt birligida yeyilish miqdorini ifodalaydi, ya'ni:

$$\gamma = du/dt, \quad \text{mm /soat.}$$

$du = u_2 - u_1$ – chiziqli yeyilish miqdori, mm

γ -yeyilish tezligi, mm/sek.

Yeyilish jadalligi (surati) chiziqli yeyilish miqdorini ishqalanish yo'liga nisbati bilan aniqlanadi:

$$J = du/dL$$

Yeyilish tezligi va jadalligi materiallarning qattiqligiga teskari proportsionaldir.

$$\gamma(J)=1/HB$$

Yeyilishga bardoshlilik - materialni yeyilishga ko'rsatadigan qarshiligi bo'lib. yeyilish tezligiga teskari kattalikdir. [4.316]

Yeyilish jadalligini hisoblash uslubi.

Ishqalanish jarayoni detallarning haqiqiy tegish yuzasida kechishini hisobga olib yeyilish jadalligi quyidagi formula bilan topiladi:

$$J=U_{\Sigma} /A_a*L$$

bu erda:

U_{Σ} –ishkalangan yuzadan ajralib chiqqan material hajmi;

A_a -naminal tegish yuzasi

L -ishqalanish yo'li

Yeyilish bir necha sikllardan keyin sodir bo'lishini hisobga olinsa formula quyidagicha ko'rinishga ega bo'ladi:

$$J=K_1*\alpha*\sqrt{h/r}*P_a/P_r*1/n$$

K_1 - g'adir-budirlikni shaklini hisobga oluvchi koef. $K_1 =0.2$ (plastik, elastik deformatsiya)

$$\alpha=A_a/ A_r$$

α - o'zaro qoplashish koefitsienti

n - g'adir-budirlikni emirilishga olib keluvchi sikllar soni.

A_r - haqiqiy tegish yuzasi

Yeyilish jarayoniga ta'sir etuvchi omillar.

Yeyilish jadalligiga ta'sir qiluvchi asosiy omillar quyidagilardir: normal yuklama, sirt g'adir-budirliklari, materialning qattiqligi, harakat tezligi, ishqalanish mintaqasidagi harorat, ishqalanish turi, o'zaro qoplash koefitsienti va boshqalar.

1. Yeyilish jarayoniga ishqalanish turining ta'siri.

Moysiz ishqalanish turida material sirtlarining yeyilishi moyli ishqalanishga nisbatan bir necha barobar yuqori bo'ladi, chunki ishqalanish hisobiga hosil bo'lgan harorat, ishqalanish mintaqasidan chiqib ketishi qiyin bo'ladi, natijada materialning mexanik hossalriga salbiy ta'sir qiladi.

Moyli ishqalanishda esa moyning gidrodinamik bosim hosil qilish hisobiga ishqalanuvchi sirtlar orasida moyli qatlam hosil bo'ladi, u sirtlarni bir-biridan ajratib turadi, natijada ishqalanish koeffitsienti va yeyilish kamayadi.

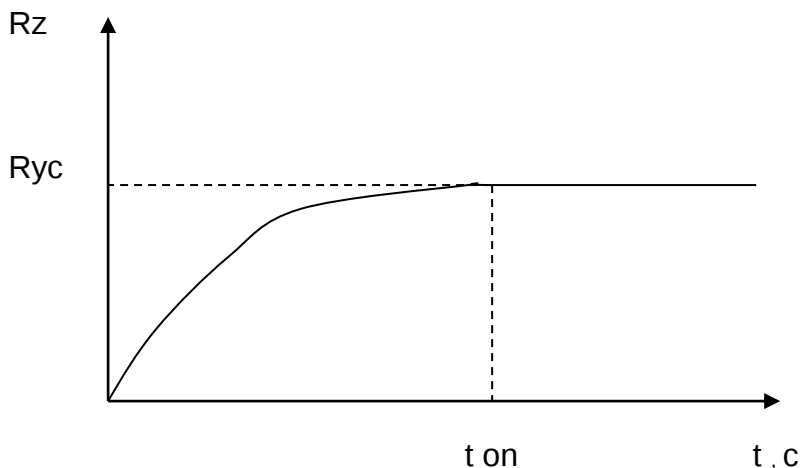
2. Yeyilishga normal yuklanishning ta'siri.

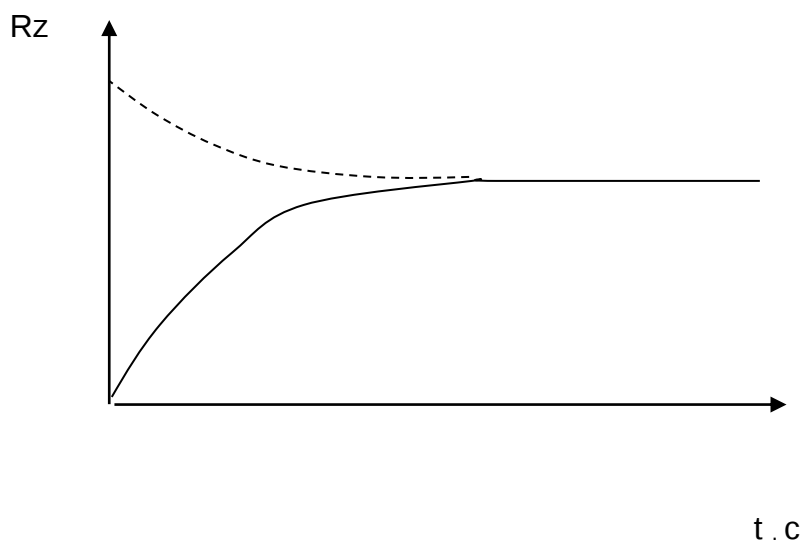
Yeyilish normal yuklamaga to'g'ri proporsional, ya'ni yuk qancha katta bo'lsa yeyilish shuncha ko'p bo'ladi. Buning sababi yuk ortishi sirtlarni bir-biriga yaqinlashtiradi, natijada ularning ham mexanik (botib kirish) ham molekulyar (o'zaro tortishishi) kuchayadi.

3. Sirt g'adir-budirlikini yeyilishga ta'siri.

Sirt g'adir-budirlikini yeyilish jarayoniga ta'siri uning boshlang'ich miqdorlari bilan aniqlanadi. Yeyilish asosan boshlang'ich davrda, ya'ni ishlab moslashuv davrida yuqori bo'ladi, chunki g'adir-budirliklar siyqalangandan (ishlab moslashgandan) so'ng yeyilish biroz sekinlashadi. Shuning uchun boshlang'ich g'adir-budirlik o'zaro moslashgan g'adir-budirlikka yaqin yoki teng bo'lishi kerak (5-

rasm) .





Yeyilishni kamaytirish uchun sirt g'adir-budirliklarining eng maqbul qiymatlari mazkur juftlik uchun tajriba orqali aniqlanadi.

4. *Material turining yeyilishga ta'siri.*

Bizga ma'lumki materialning yeyilishiga ta'sir qiladigan asosiy ko'rsatkichi uning mexanik hossalidir. Materiallarning mexanik hossalari, ayniqsa, qattiqligi uning strukturasi bog'liq. Masalan, po'latlar atomlari zich joylashgan va kristall donalari mayda bo'lsa u shuncha qattiq bo'ladi, natijada u yeyilishga shunchalik bardosh bo'ladi. Chuyanlarda esa yeyilishga bardoshlilik asosan uning tarkibidagi uglerodning shakliga bog'liq. Eng kam yeyilish uglerodning shakli sharsimon bo'lganda kuzatiladi.

5. *Harakat tezligini yeyilishga ta'siri.*

Jisimlarning harakat tezligi qancha katta bo'lsa, ishqalanish mintaqasida harorat ortadi, natijada materialning yuza qismi yumshab yeyilish ortib ketadi.

6. *Haroratni yeyilishga ta'siri*

Haroratni ta'siri ishqalanuvchi juftlikning o'zaro qoplashish koeffitsientiga bog'liq. Bu koeffitsient qancha katta bo'lsa, ya'ni u 1 ga yaqin bo'lsa yeyilish ko'p bo'ladi yoki aksincha.

Yuqoridagilardan hulos qilib aytish mumkinki, materiallarning ishqalanishida ularning o'zaro ta'sirlashuvining ikki turi, ya'ni mexanik (botib kirish) va molekulyar (tortilish va ilashib kolish) o'zaro ta'sirlashuvlar sodir bo'ladi. Botib kirish ishqalanuvchi sirtlar mexanik hossalari bir hil emasligi, qattiqligini har hilligi bilan belgilanadi.

Molekulyar o'zaro ta'sirlashuv materialning sirtqi qatlamlari plastik deformatsiyalanganda yuz beradi. Bunday sharoitlarda atom va molekulyar bog'lanishlar yuzaga keladi. Materiallar hossalarning o'zgarishiga o'zaro tutashuvchi sirtlarning harorati ham ta'sir qiladi. Agar o'zaro ta'sir joyida u rekristallanish haroratidan oshib ketsa, sirtqi qatlamlarning qayishqoqligi ortishi mumkin. Ayniqsa, material plastik deformatsiyalanganda diffuzion jarayonlar tezlashadi. Metalning sirtqi qatlamlari kislorod bilan to'yinib mo'rt kimyoviy birikmalar yoki yuqori qattiqlikdagi o'ta to'yingan qattiq eritmalar hosil qiladi. Metalning mo'rt oksid pardasi (pustlogi) ishqalanish jarayonida tez emirilib, metallning yangi qatlamlari ochilib qoladi va oksidlanish jarayoni takrorlanadi. Qizish va sovish jarayonida sirtqi qatlamda cho'ziluvchi ichki zo'riqishlar yuzaga kelib, ular juda kichkina darzlar paydo bo'lishiga va metallning emirilishiga olib keladi.

Keltirilgan tasnif va ta'riflardan yeyilish disperslanish (emirilish), plastik deformatsiya (ezilish), yopishib qolish toliqib emirilish, kimyoviy, elektr-kimyoviy va issiqlik jarayonlari (xodisalari) bir vaqtda kechishi oqibatida yuz beradi degan hulos kelib chiqadi.

Ushbu jarayonlar bevosita detalning ishchi sirtiga ta'sir qiladi oqibatda uning o'lchamlari va massasi kamayadi. Metall sirtda tiralgan, qatlamlanib kuchgan mikroskopik qismlar, yulinib chiqqan joylar va shu kabilar paydo bo'ladi.

Kimyoviy, elektr-kimyoviy va issiqlik hodisalari metalning sirtqi qatlamiga ta'sir ko'rsatib, uning kimyoviy tarkibi, tuzilishi va fizik-mexanik hossalarini

o'zgartiradi. Metalning qattiqligi ortishi (oksidlar hosil bo'lganda) yoki ko'payishi (bushaganda) natijasida uning disperslanish (edirilish), plastik deformatsiya (ezilish), tolikib emirilish jarayonlarga chidamliligi turlicha bo'lib qoladi.

Ezilish, edirilish va tolikib emirilish turlarining harakteri tashqi tomondan bir hilda namoyon bo'lganidan (detalning ulchamlari, massasi hamda ishchi sirtlarining holati o'zgarishida namoyon bo'lganidan) yeyilishning bu turlarini mexanik yeyilish deb ataladigan bitta guruxga kiritish mumkin. Yuqorida bayon etilgan yeyilishning qolgan hamma turlari shartli ravishda kimyoviy yeyilish guruxiga kiritiladi. Bu yeyilishning natijalari esa mos ravishda kimyoviy yeyilish deyiladi. Lekin shuni aytib o'tish kerakki, bunday ajratish shartlidir.

Amalda esa yeyilishning har hil turlari bir vaqtda kechadi va ularning har biri o'ziga hos natijani beradi. Ammo jarayonlardan bittasi hamisha ustun bo'lib, etakchi jarayonga aylanadi va sirtning eng ko'p uchraydigan yeyilishini keltirib chiqaradi.

Uzoq vaqt mobaynida yeyilishning va ishqalanish kuchini kamayishining oldini olish maqsadida mashina detallari ishqalanuvchi sirtlarini qattiqligini oshirib kelindi. Bu holda bir sirtning boshqa sirtga botib kirishi kamayadi, plastik deformatsiyalar va oksidlovchi jarayonlar, shuningdek, abrazivning ta'siri kamayadi. Hozirgacha detallar qattiqligini oshirishning sianlash, sirtni toblash, qattiq metallarni eritib qoplash kabi juda ko'p usullari ishlab chiqilgan. Ko'p yillik tajriba, bu usullar ishqalanuvchi detallarning ishonchliligi va chidamliligini oshirish imkonini berganligini ko'rsatdi. Masalan, ichki yonuv dvigatellari silindrlarini elektrolit xromlash silindr-porshen halkasi juftligining yeyilishga chidamliligini chuyan silindrnikiga nisbatan 4-5 baravar oshiribgina qolmay, dvigatellarning silindr-porshenli guruxidagi ishqalanishda bo'ladigan yuqotishni ham bir necha marta kamaytirar ekan.

Yeyilish jadalligi(surati)ni hisoblashga doir misollar.

Masala.

Ishqalanuvchi juftlik- po'lat 45 va poliamid halqa

Po'latning sirt g'adir-budirligi – $R_a=0$

Nominal bosim - $P_a = 5 \text{ kgs/sm}^2$

Ishqalanish koeffitsienti – $f_q 0,2$

Poliamid halqaning 100 km masofada ishqalanishidagi eyilmasi aniqlansin.

Poliamid uchun: $E=12000 \text{ kgs/sm}^2$; $\sigma_0=8400 \text{ kg/sm}^2$; $t_y=2,9$

Po'lat 45 uchun: $\Delta=0,01$; $v=2$

Poliamid halqaning yeyilish jadalligi quyidagicha hisoblanadi:

($\alpha=1$; $K_{tv}=2.4$)

$$J=K_2 \alpha K_{tv} P^{1+1/(2v+1)} E^{(2v/2v+1)-1} \Delta^{v t_y/(2v+1)} (k_f/\sigma_0)^{t_y}=0,2 \quad 0,5^{1,65} \quad 2^{0,25} \quad 2,4 \\ 12000^{1,32} \quad 0,01^{1,16} (3 \cdot 0,2/8400)^{2,9}=2 \cdot 10^{-9}$$

$$K_2=0,5^{t_y-1-1/2v} 2^{1/2v} K_1$$

Poliamid halqachaning 100 km masofadan so'ng eyilmasi quyidagiga teng bo'ladi:

$$U=J L= 2 \cdot 10^{-9} \cdot 10^8=0,2 \text{ mm}$$

3–MAVZU: ISHQALANISH VA MOYLAR.

Reja:

1. Moylar va ularning turlari.
2. Moylash mexanizmi haqida tushuncha.
3. Moylarning qovushqoqligi va ularni yeyilishga ta'siri.

Moylovchi materiallar ishqalanish kuchini kamaytirishi, ishqalanuvchi yuzalarda turli tarkibga va tuzilishga ega bo'lgan, ishqalanish va yeyilishni kamaytiradigan yupqa moy pardasini hosil qilishi bilan izohlanadi. Ishqalanuvchi jismlar harakat qilganda yuzadagi moy qatlami o'ziga moyning yangi molekulalarini ilashtirib oladi, natijada ishqalanuvchi yuzalar orasida yupqa moy pardasi hosil bo'ladi va bu parda ishqalanuvchi yuzalarni bir-biridan ajratib turadi.

Ishqalanish yuzasidagi moyning vazifasi, birinchidan, tutashuvchi sirtlarni bir-biridan gidrodinamik bosim hisobiga ajratish bo'lsa, ikkinchidan, ishqalanish mintaqasida hosil bo'lgan harorat va metall zarrachalarini tashqariga olib chiqib ketishdan iborat. [5.213]

Moylar asosan tabiiy va sun'iy turlarga bo'linadi. Ishqalanuvchi juftliklarda o'simlik va hayvon yog'lari, mineral moylar, qovushqoq, qattiq hamda o'z-o'zini moylovchi materiallar ishlatiladi. Moylovchi materiallarning quyidagi asosiy turlari mavjud: *gazsimon, suyuq va qattiq moylar*.

Suyuq moylar o'z navbatida gidrodinamik, gidrostatik, yarim suyuq va chegaraviy va qovushqoq moylarga, qattiq moylar esa qattiq moylovchi materiallar va o'z-o'zini moylovchi materiallarga bo'linadi.

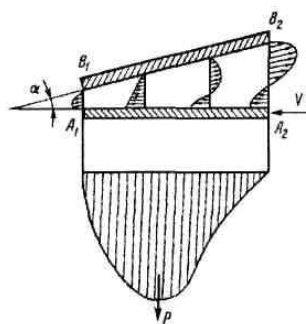
Ishqalanuvchi juftliklarda quyidagi moylash turlari mavjud:

1. Gidrodinamik (gazodinamik) moylash —bu shunday moylash turiki, bunda ishqalanuvchi sirtlarni bir-biridan to'liq ajralishi sirtlarni nisbiy siljishi

natijasida suyuqlik (gaz) qatlamida o'z-o'zidan hosil bo'lgan bosim hisobiga bo'ladi.

2. Gidrostatik (gazostatik) moylash —bu shunday moylash turiki, bunda ishqalanuvchi sirlarni bir-biridan to'liq ajralishi tashqi bosim natijasida tirqishga tushgan suyuqlik (gaz) hisobiga bo'ladi.
3. Yarim suyuq moylash —bu shunday moylash turiki, bunda qisman suyuq moylash amalga oshadi, ya'ni g'adir- budurlik balandligini yarmi bo'yicha bo'ladi.
4. Chegaraviy moylash — bu shunday moylash turiki, nisbiy harakatda bo'lgan sirlarning ishqalanishi hamda yeyilishi sirt va moylovchi material hossalari bilan aniqlanadi.

Jismlarni nisbiy harakatlanishida suyuq moy qatlamida bosimni o'z-o'zidan hosil bo'lish mexanizmi quyidagicha: A_1 A_2 plastinka B_1 B_2 ko'zg'almas plastinkaga nisbatan harakatlansa ular orasidagi moy qatlamlari A_1 A_2 plastinka



3.2-расм.
Текислик бўйича ишқаланувчи
жуфтликда ҳосил бўладиган
босим схемаси

bilan birga harakatlanadi. Qovushqoqlik kuchi hisobiga moylovchi material qatlamlari harakatni pastki qatlamlarga beradi. Katta tirqishdagi (A_2 B_2) moy qatlami kichik (A_1 B_1) tirqishdan o'tishda katta tezlik bilan o'tishi hisobiga katta bosim hosil kiladi. Bu bosim B_1 B_2 va A_1 A_2 sirlarni bir biridan gidrodinamik bosim hisobiga ajratadi.

Shuning uchun ham moylovchi materiallarning asosiy vazifasi sirlarni gidrodinamik bosim hisobiga bir-biridan ajratish (o'zoqlashtirish) va ishqalanuvchi issiqlikni tashqariga olib chiqib ketishdir.

Moylarning tarkibiga ularni hususiyatlarini yaxshilash maqsadida 3 turdagi qo'shimchachalar qo'shiladi.

Antifriktsion qo'shimchalar - ishqalanish koeffitsientini kamaytirish uchun qo'llaniladi. Bunday qo'shimchachalarga hayvon va o'simlik yog'lari asosidagi kislotalar, azot, fosfor, oltingugurt birikmalari, volfram va molibdenning oltingugurt birikmalari va boshqa qo'shimchachalar kiradi. Ularning asosiy vazifasi ishqalanuvchi yuzalarga singib ishqalanish koeffitsientini kamaytirishdan iborat.

Yeyilishni kamaytiruvchi qo'shimchachalar. Bularga asosan fosfor, rux, bariy metallarining tuzlari va fosfor kislotalarining oltingugurt bilan birikmalari kiradi. Ularning vazifasi ishqalanuvchi yuzalarning orasida moy qatlamlarini hosil qilishdan iborat.

Turli hil hossalarni yaxshilovchi qo'shimchachalar; masalan, sovuqqa, issiqqa, ishkorga va hokazolarga chidamliligini oshiruvchi qo'shimchachalar.

Suyuq moylovchi materiallar shartli ravishda uch guruxga bo'linadi: motor, transmissiya va industrial moylar.

Motor moylari asosan ichki yonuv dvigatellari (IYoD) uchun qo'llaniladi, ular asosiy moy va unga yangi hususiyat kasb etuvchi qo'shimchalardan iborat. Ularning ekspluatatsion hossalari moyning tarkibi va asos hisoblangan moyning qovshqoqligi hamda qo'shimchalarning turi, miqdori bilan aniqlanadi.

Moylarning asosiy ko'rsatkichlaridan biri ularning qovshqoqligi va qovshqoqlik indeksi hisoblanadi.

Transmission moylar — transport vositalarini mexanik va gidromexanik uzatmalari (uzatmalar kutisi, orka ko'prik va xokazo)ni moylash uchun qo'llaniladi. Bunday moylarning qovshqoqlik indeksi yuqori bo'ladi.

Industrial moylar asosan dastgoxlar, presslar va boshqa jixozlarning ishqalanuvchi juftliklarida ularni ishqalanish va yeyilishdan saqlash uchun qo'llaniladi. Bunday moylar qovshqoqligi buyicha uch guruxga bo'linadi:

- 1 Engil (qovshqoqligi past) 6 cC_T — 20 °C dan 10 cC_T — 50 °C gacha;
- 2 O'rta (qovshqoqligi o'rta) 10 — 58 cC_T — 50 °C ;
- 3 Og'ir (qovshqoqligi yuqori) 58 cC_T — 50 °C dan 96 cC_T — 100 °C gacha;

Moyning qovshqoqligiga bosim katta ta'sir kiladi. Har qanday haroratda ham bosimning ortishi bilan qovshqoqlik ortadi.

Plastik moylovchi materiallar — Bu moylar mineral va sintetik moylar aralashmasi, quyushtiruvchi komponentlar (qattiq uglevodorodlar) va qo'shimchalar (grafit, molibdendi sulfidi) dan iborat qattiq va yarim qattiq maxsulotdir. Bunday moylar germetik bo'lmagan va ochiq uzellarda ham yaxshi turadi. Bunday moylar turiga gidratlangan kaltsiyli moylar (pressalidol, salidol) kompleks kaltsiyli moylar (UNIOL — 3, SIATIM — 221) natriyli, litiyli, alyuminiyli, bariyli moylar va boshqalar kiradi.

Qattiq moylovchi materiallar—moysiz va chegaraviy ishqalanishda sirlarni moylash uchun qo'llaniladi. Ularning issiqlikka chidamliligi 400 °S dan yuqori, vakkumda kam gazlanadi va ishqalanish koeffitsienti kam. Bunday moylovchi materiallarga grafit, molibdendi sulfidi (MoS₂), volframdi sulfidi (WS₂) va boshqalar kiradi. Bunday materiallar 1100 °S gacha chidamli hisoblanadi.

O'z-o'zini moylovchi materiallar —bu shunday moylovchi materiallarki ular moylarni shimib uzoq muddat saqlab turish xususiyatiga ega. Bularga polimerlar, metalokramik va govakli materiallar misol bo'la oladi.

Qovshqoqlik — bu ma'lum hajmdagi moyni tirqishdan berilgan haroratda qancha vaqtda oqib tushishini bildiradi, uning o'lchov birligi sSt (santiStoks).

Qovshqoqlik indeksi - moyning qovshqoqligi va harorati orasidagi bog'liqlikni anglatadi. Qovshqoqlik indeksi yuqori bo'lishi moy harorati o'zgarishi bilan uning qovshqoqligi nisbatan kam o'zgarishini ko'rsatadi, ya'ni bu moy issiqlikka chidamli hisoblanadi.

AQSh va Evropada qovushqoqlik Amerikaning avtomobil muhandislari (Society of Automobile Engineers, SAE) ishlab chiqqan uslubga binoan aniqlanadi [2]. Qovushqoqlik haqida gapirganda bundan buyon SAE qistirma so'zi ishlatiladi. Shuningdek, W (Winter-qish) harf ham qo'llaniladiki, u qishda foydalaniladigan moylarni bildiradi.

SAE turkumiga ko'ra motor moylarining qovushqoqlik meyorlari quyidagicha bo'ladi: masalan, 5W, qotish harorati – 30°S , dinamik qovushqoqlik 3500 sP, kinematik qovushqoqligi 100°S da 3,8 sSt.

20W – 15°S dinamik qovushqoqlik 4500 sP, kinematik qovushqoqlik 5,6 sSt.

4-MAVZU: DUMALAB ISHQALANISH.

Reja:

1. Dumalabishqalanish haqida tushuncha.

2. Dumalab ishqalanishdagi yeyilish.

3. Chechaksimon yeyilish.

Dumalab ishqalanishda qattiq jismlarning xarakat tezliklari o'zaro tegish sirtida bir hil miqdor va yo'nalishga ega bo'ladi. Ishqalanishning bunday sxemasi 2-rasmda ko'rsatilgan.

Dumalab ishqalanish deb, ikki qattiq jism tegishuv (tutashuv) nuqtasida tezlik miqdori va yo'nalishi jihatidan bir xil bo'lgan ishqalanishga aytiladi.

Qandaydir bir nuqta (A) da yoki to'g'ri chiziq (A—A) bo'yicha tutashgan ikki absolyut qattiq jismni ko'z oldimizga keltiraylik [4.232]

Dumalab ishqalanishni tushuntirishga oid sxema

Yuqoridagi rasmdan ko'rinishicha ikki jism tutashuvida ularning o'zaro ta'siri bir necha turlarda bo'lishi mumkin:

a) jism qo'zg'almas tekislik bo'yicha dumalab ishqalanadi, a-rasm;

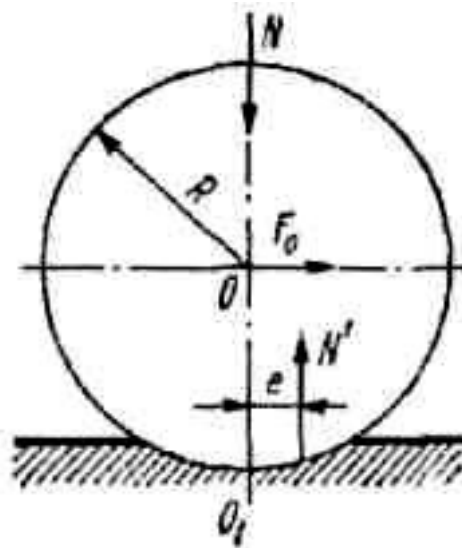
b) har xil miqdorda bo'lgan burchak tezligi ω_1 va ω_2 bilan dumalab ishqalanadi, b-rasm;

v) bir xil miqtsorda bo'lgan burchak tezligi (ω_1 va ω_2) bilan dumalab ishqalanadi, v-rasm

Ko'rsatilgan turlardan birini batafsil ko'rib chiqamiz.

Agar R radiuslik g'ildirakka qo'yilgan yuklama N va g'ildirakni harakatga keltiradigan harakatlantiruvchi kuch F_0 (bu kuch 0, nuqtadan o'tmaydi) desak harakatga keltiruvchi moment quyidagicha aniqlanadi:

Tekislik bo'yicha
dumalanuvchi qattiq
jism (hisoblashga oid sxema)



Agar silindr (gildirak) ko'zgalmas tekislikda φ burchakka og'sa uning o'ki $R \cdot \varphi$ miqdorga suriladi. Bu haqiqiy dumalash hisoblanadi.

Bunda:

ω - g'ildirak burchak tezligi, $\omega = V / R$

V – o'qtaning chiziqligi tezligi.

G'ildirakka qo'yilgan N yuklanish ta'siridagi N' reaksiya kuchi Harakat yo'nalishi bo'yicha ma'lum masofaga ya'ni " e " ga siljigan holatda hosil bo'ladi. Haqiqatdan dumalashda o'zaro tegish oniy aylanishi o'q bo'ylab emas, balki o'zaro tegayotgan jismlar deformatsiyasi hisobiga hosil bo'lgan sirtida amalga oshadi. Agar g'ildirakka tushayotgan yuklanishni " N ", Harakatlantiruvchi kuchni " F_0 " deb belgilasak, u holda Harakatdagi moment quyidagicha aniqlanadi.

$$M = F_0 \cdot R$$

Bu moment miqdor jihatdan dumalashdagi qarshilik momentiga teng bo'ladi. Dumalashdagi ishqalanish koeffitsienti Harakatdagi momentni normal yuklanishga nisbati bilan aniqlaymiz.

$$f_{\text{dym}} = M/N = F_0 \cdot R / N$$

Tayanch qarshiligi ma'lum " e " masofa- (ekstsentrisitet)ga siljishini hisobga olib, reaktiv momentni quyidagicha ifodalaymiz :

$$M' = N'e ; \text{ shartga ko'ra } M = M' ; N = N' \text{ bo'lsa}$$

$$\text{u holda } f_{\text{dum}} = e = F_0 * R / N$$

Hulosa: dumalab ishqalanishda haqiqiy ishqalanish koefitsienti “e” - ekstsentrissetga teng; uning o'lchov birligi o'zunlik hisobida olinadi [mm].

Dumalashga qarshilik koefitsienti quyidagicha:

$$K = f_{\text{dum}} / R$$

f_{dum} — dumalab ishqalanish koefitsienti

K- dumalashga qarshilik koefitsienti.

Dumalashga qarshilik koefitsienti :

$$K = A_{\phi} / N \Delta L$$

ΔL — ishqalаниш yo'li.

Dumalashdagi ishqalanish kuchi quyidagicha aniqlanadi:

$$F = a_r * \phi_1 = 4a_r * Ne^{3/2} / 3\pi \sqrt{R * (1 - \mu^2 / \pi E)}^{1/2}$$

a_r - gisteresiz koefitsienti

ϕ_1 - g'ildirakni ishqalanish yo'li birligida Harkatlantirishga sarflangan ish.

Ne -ekstsentrisset hisobiga tushayotgan yuklanish.

μ - Puasson koefitsienti

E -elastiklik moduli.

Dumalab ishqalanishdagi yeyilish.

Dumalab ishqalanishda o'zaro tutashgan detallar doimiy takrorlovchi yuqori tutash kuchlanishda bo'ladi va natijada ishqalanuvchi sirtlar toliqib (charchab) eyiladi.

Bundan tashqari dumalab ishqalanishda abraziv yeyilish ham ko'zatiladi. Dumalab ishqalanishda yeyilish quyidagi ketma-ketlikda sodir bo'lishi kuzatiladi:

1. Doimiy takrorlanuchi tutash kuchlanish hisobiga sirt g'adir-budirliklarining pastki qismida mikroyoriklar hosil bo'ladi va bu darzlarning ichiga moylar kirib qolib, uni kengaytiradi.

2. Doimiy takrorlanuvchi kuchlanish ta'siri hisobiga darzlar kengayib g'adir-budirliklar sirt yuzida ajrab tushadi. Bunda tutashmadagi kuchlanish qancha katta bo'lsa, toliqib yeyilish shuncha tez kechadi.

Dumalab yeyilishda toliqib yeyilish faqat moyning hisobiga sodir bo'ladi. Agar ishqalanish moysiz bo'lsa, bunda sidirib yeyilish sodir bo'ladi.

Toliqib (charchab) yeyilish — shartli va umumlashtiruvchidir. Unga detallarning takrorlanuvchi yuklanishlar ta'sirida sinishi va chechaksimon yeyilishi misol bo'ladi. Toliqib yeyilishning o'ziga xos belgilari: bunda sezilarli darajadagi qoldiq deformatsiyalar bo'lmaydi, darzning kattalashish mintaqasida detallning singan sirti siniq bo'ladi, sinish mintaqasida sirt g'adir-budir va mo'rt kristallsimon izlardan iborat bo'ladi.

Detallarning toliqib emirilishi quyidagi bosqichlardan iborat: 1) detal sirtining mustahkamlanishiga olib keladigan kristallitlararo sirpanish bosqichi; 2) toliqib, darzning paydo bo'lishi va to'plangan zo'riqishlar natijasida uning kattalashish bosqichi.

Eyilgan detallar ta'mirlanganda ularning o'lchamlari, konstruktiv shakllari, sirtqi qatlamlarining hossalari o'zgaradi; bunda chidamlilik darajasi juda pasayishi mumkin. Shu sabali ishorasi o'zgaruvchan yuklanishlarda ishlaydigan detallar uchun ularni ta'mirlash texnologiyasini ishqalanish va yeyilishni hisobga olgan holda to'g'ri tanlash juda muhimdir.

Dumalab ishqalanishda yana bir yeyilish ya'ni chechaksimon yeyilish sodir bo'ladi.

Chechaksimon yeyilish — dumalashdagi ishqalanish natijasida mashina detallar sirtlarining emirilish jarayoni bo'lib, ishqalanuvchi sirtlarda o'ta kichik darzlar paydo bo'ladi va ayrim joylari uvalanadi. Yeyilishning bu turi shestrnyalar, sharikli va rolikli podshipniklar uchun hosdir.

Chechaksimon yeyilish metallarning murt deformatsiyasi, ichki zo'riqish va toliqishning alohida hodisalari bilan bog'liq.

Chechaksimon yeyilishda metallarning emirilishi o'ta kichik yoki katta darzlar paydo bo'lishi bilan ifodalanadi. Bu darzlar ishqalanuvchi sirtiga nisbatan kichik burchaklar ostida joylashadi, keyin ular kattalashib chechaksimon chuqurcha hamda o'yiqchalarga aylanadi. Chechaksimon yeyilishning kattaligi va jadalligiga tashqi yuklanishlarining quyilishi, ichki zo'riqishlarning taqsimlanishi va takroriy yuklanishlarda metall hossalarining o'zgarishi ta'sir qiladi.

5–MAVZU: ABRAZIV YEYILISH.

1. Abraziv va uni yeyilishiga ta'siri.

2. Abraziv yeyilish mexanizmi.

3. Abraziv yeyilish turlari.

4. Abraziv yeyilish jadalligi.

O'zbekistonning iqlimi quruq issiq, quyosh nurining o'ta qiziganligi va haroratning yuqoriligi, havo namligining pastligi hamda havo tarkibida chang zarrachalarini yuqoriligi bilan harakterlanadi. Havo harorati 40-50 °S bo'lganda mashina va mexanizmlarning qismlari harorati 80-90 °S ga etadi. Bunday issiq haroratda avtomobilning germetik qismlari kengayib tirqishlar hosil bo'ladi, moylarning qovshqoqligi kamayib, ular suyuladi. Natijada tirqishlardan bir tomondan moylar oqib ketsa, ikkinchi tomondan abraziv chang zarrachalari ichkariga kiradi. Moyning tarkibida abraziv zarrachalarni miqdori ortishi ishqalanuvchi juftliklarni yeyilishni ortishiga olib keladi, chunki chang zarrachalarining tarkibi 80 % ga kvarts va boshqa o'ta qattiq moddalardan iborat bo'ladi. Yoz oylarida 1m³ havo tarkibida abraziv zarrachalarining miqdori 2000 mg gacha bo'ladi. Bunday hollarda transport vositalarini mexanizmlarini changlardan saqlash va yeyilishni oldini olish o'ta dolzarb masaladir. [4.328]

Bizga ma'lumki, transport vositalarining dvigatellaridagi havo filtrlari changning faqat yirik zarralarini ushlab qola oladi, mayda zarralari esa surilayotgan havo bilan birga silindirlarga kirib boradi. Silindrga kirgan abraziv zarralarning bir qismi ishlatilgan gazlar bilan birga chiqib ketsa, qolgan bir qismi esa silindrlar devorlariga o'tirib, uning yeyilishida qatnashadi, so'ngra o'lchamlari biroz o'zgargan holda moy bilan karterga o'tadi. Natijada bu abrazivlar butun moylash tizimiga tarqalib, boshqa ishqalanuvchi juftliklar detallarining yeyilishini tezlashtiradi. Silindrlar va porshen halqalari abrazivdan eng ko'p eyiladi. Ayniqsa, Markaziy Osiyo mamlakatlari viloyatlarida foydalaniladigan avtomobillarning dvigatel detallari jadal eyiladi. Masalan,

Neksiya va Damas avtomobillarining dvigatellari to'g'risida to'plangan statistik ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, o'rtacha 280 - 400 ming kilometr yo'l yurgandan so'ng (bu ko'rsatkich Respublikamizning Farg'ona vodiysi, Toshkent, Buxoro va Surxon vohasi uchun har hil) tamirlashni talab qiladi. Holbuki changsiz havo sharoitida ushbu avtomobil dvigatellari tamirlanmasdan 500-700 ming kilometr va hatto bundan ortiq yo'l yura oladi.

Abrazivdan yeyilish juda jadal tarzda va etarlicha moylangan sirtlarda yuz berish mumkin. Bunda yuklanish bir detaldan ikkinchisiga faqat moy qatlami orqali emas, balki abraziv zarralar orqali ham uzatiladi.

Hatto dizel yonilg'i apparatlarning pretsizion juftliklari singari yaxshi himoya qilingan dettalari ham yonilg'i bilan birga kirgan abraziv zarralar ta'sirida eyiladi. Abraziv yeyilish natijasida kiritish darchalari, uning qirralari va plunjerlar uchlari emiriladi, shuningdek, plunjerda va nasos devorlarida bo'ylama tirnashlar paydo bo'ladi. Yuqori bosimli nasoslar qismlarining va forsunkalarning yeyilishi uzatilayotgan yonilg'i miqdorini buzadi, bu esa uning oqishi va sifatli purkalishiga olib keladi. Neksiya va Matiz avtomobili dvigatellarining injektor tizimi qismlarida ham yuqorida aytib o'tilgan holatlar kuzatiladi.

Yumshoq antrifriktsion qatlami podshipniklarga tushgan abraziv zarralar bu qatlamga botib kiradi va tutash valning yeyilishini tezlashtiradi.

Dvigatellar ishlayotganda podshipnik materialining ustki qatlamiga albatta qattiq zarralar botib kirib, bu butun resurs mobaynida podshipnikning ishiga ta'sir qiladi.

Abraziv zarralar rezinali podshipniklarga katta ta'sir ko'rsatmaydi. Rezinaning egiluvchanligi tirqishga tushgan abraziv po'lat valni jilovlaydigan darajada yuqori bosim hosil qilishga imkon bermaydi, valni faqat sayqallay oladi. Rezinali podshipniklarning ishqalanish koefitsienti yuklanishga deyarli bog'liq

bo'lmaydi, valning aylanish chastotasi ortishi bilan podshipnikning ishqalanish koefitsienti kamayadi.

Mashinalardagi sharikli va rolikli podshipniklarning barvaqt ishdan chiqishiga ko'pincha korpuslarning qoniqarsiz zichlanganligi tufayli podshipniklarga abraziv zarrachalar kirib qolishi sabab bo'ladi. Bu abraziv zarrachalar dumalash yo'lchalari, dumalash jismlari va separatorlarning yeyilishiga olib keladi.

Abraziv zarrachalardan yeyilish odatda yeyilishning boshqa turlariga nisbatan jadalrok kechadi va avtomobillarning ko'pgina detallari mashina va mexanizmlarning ish organlari uchun hosdir va bu yeyilish turi asosan quruq issiq iqlim sharoitida sodir bo'ladi.

Abraziv zarralari bu- ancha qattiq va qirqish (tirnash) xususiyatiga ega bo'lgan tabiiy yoki suniy mineraldir. Abraziv zarrachalardan yeyilish bu- jismlarning nisbiy harakati vaqtida detal sirtini qattiq zarrachalar bilan o'zaro ta'sirlanishishi natijasidagi emirilishidir.

Avtomobil qismlari, yo'l qurilish, yuk tashish mashinalari va tuzilmalarning detallari, metallurgiya uskunalari, metall qirqish dastgohlarining uzellari, gidravlik turbinalarning ish g'ildiraklari va yo'naltiruvchi apparatlari, gaz turbinalarning kuraklari, suv hamda bug qozonlarining quvurlari, neft va gaz sanoatining burgulash uskunalari va boshqalar abraziv zarrachalardan eyiladi.

Abraziv yeyilish jarayoniga zarrachalarining tabiati, shakli, o'lchamlari, soni, muhitning holati, eyilayotgan sirtlarning hossalari, qizish va boshqa omillar ta'sir ko'rsatishi mumkin. Ishqalanuvchi sirtga tushib qolgan tuproq, qum va boshqa narsalar, ishqalanuvchi sirtda mahkamlanib qolgan yoki parchalangan metall kirindisi, oksid pardalari, qurum va eyilma mahsulotlari, ayniqsa, qattiq tarkibiy qismlarning uvalangan zarralari abraziv zarrachalardan yeyilishga sabab bo'ladi.

Abraziv zarrachalar turli shakllarda va tutash sirtga nisbatan turli tomonlarga yo'nalgan bo'lishi mumkin. Abraziv zarrachaning sirtga botib kirish xususiyati ular qattqliklarining nisbatlarigagina emas, balki zarrachaning geometrik shakliga ham bog'liq. Masalan, kavarik sirtli yoki o'tkir qirralli zarracha o'zidan qattiqroq jismning sirtiga hatto shikastlanmasdan qadalishi mumkin.

Abraziv zarrachalarning metall sirtning chiqib turgan qismlariga urilishi ularning asosiy qismlar bilan bo'lgan bog'lanishini buzadi va emirilishga sabab bo'ladi.

Konstruktsiyaning ayrim elementlari yuqori haroratda ishlaydi, bu esa materialning mexanik xossalarni yomonlashtirishi mumkin. Bu hollarda zarrachalarning abraziv ta'siri kuchayishi mumkin. O'ta ta'sirchan muhit detal sirtida elektr-kimyoviy jarayonlarni keltirib chiqaradi, yeyilishni jadallashtirib, uni korrozion-mexanik yeyilishga aylantiradi.

Polimer materiallarning abrazivdan yeyilish mexanizmi ularning deformatsiya darajasi bilan belgilanadi. Yuqori darajadagi deformatsiyali materiallar - rezina, vulkalan, poliuretanli vulkanizat va boshqalarga abraziv zarralar osongina botib, hatto chuqur botib kirganda ham ularni plastik deformatsiyalamaydi. Abraziv zarrachalar sirt bo'ylab harakatlanganida ishqalanish kuchlari paydo bo'lib, ular zarrachalarning oldida siqilishni, ketida esa cho'zilishni keltirib chiqadi. Ta'sir bir necha marta takrorlanganda sirtida mikrouzilishlar va zarrachalarning ko'chishi sodir bo'ladi.

Abraziv yeyilishni quyidagi turlari mavjud:

1. Tutash detallar tirqishidagi erkin abraziv zarralar;
2. Suyuqlik yoki gaz oqimi bilan birga kiradigan erkin abraziv zarralar
3. Qo'zgalmaydigan bo'lib mahkamlanib qolgan, detal siritiga nisbatan kichik burchak ostida urinma bo'ylab o'zaro ta'sirlashadigan qattiq zarralar

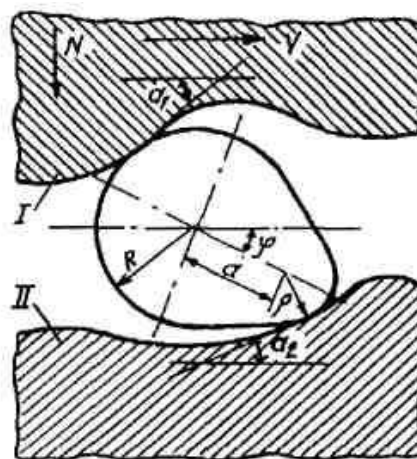
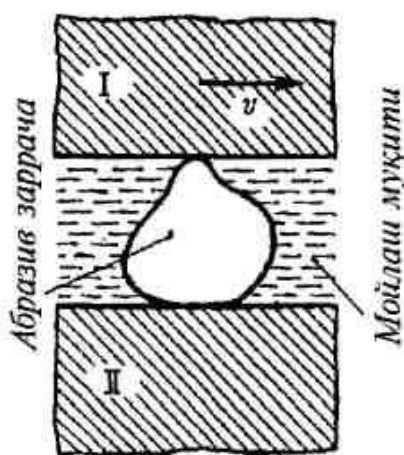
(masalan, yumshoq antifriktsion materiallarning begona qattiq zarralar ta'sirida tinalishi);

4. Detal sirti bilan o'zaro ta'sirlashuvchi mahkamlanmagan zarralar (chunonchi, erga ishlov beruvchi mashinalar ishlayotganda tuproqdagi abraziv zarralar va hokazo);

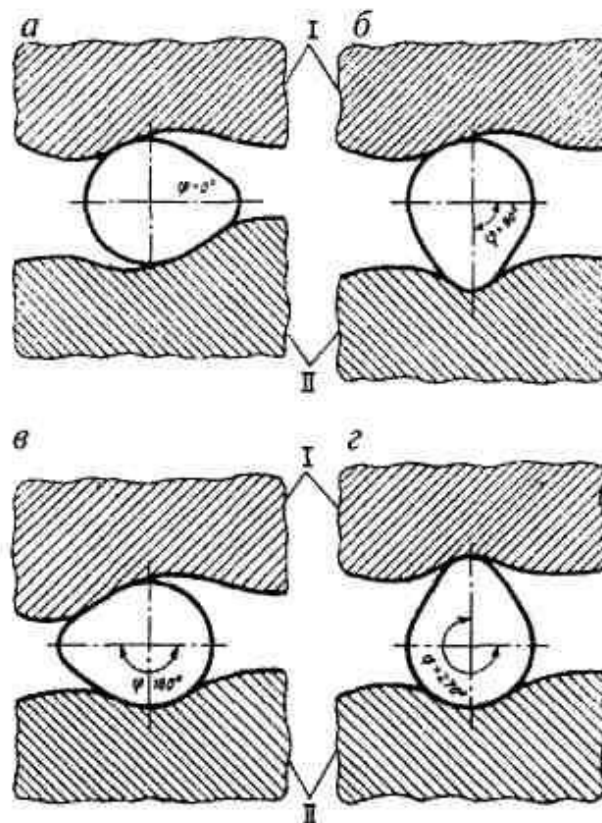
Ishqalanuvchi juftlikning tirkishidagi erkin abraziv zarrachalar ta'sirida yeyilishi.

Ishqalanuvchi juftliklarning tirqishlariga tushib qolgan abraziv zarrachalar normal yuklanish ta'sirida, sharoitga bog'liq ravishda, ishqalanuvchi sirtlarga botib kirishi, mayda bo'laklarga bo'linishi, eyiluvchi sirt bo'ylab sirpanib yoki dumalab ishqalanishi, ularni elastik yoki plastik deformatsiyalashi mumkin. Qattiqligi 11-12 KPa ga etadigan kvarts zarrachalari eng katta eyiltiruvchi ta'sir ko'rsatadi. 1-30 mkm o'lchamli bu zarrachalar havoda o'zok vaqt bo'lishi mumkin.

Erkin holdagi abraziv donachalar hisobigi yeyilishni ko'rib chiqish uchun abraziv donachalarni ishqalanish mintaqasida qay holatda bo'lishi mumkinligi bilan tanishib chiqamiz. Abraziv donachaning ikki sirt orasidagi holati:



Bunda yeyilish miqdori abraziv donachasini ishqalanish mintaqasida qanday holatda bo'lishiga bog'liq. Abraziv donachalar tutash sirtlar orasida quyidagi to'rt holatda bo'lishi mumkin:



**Ишқаланиш юзалари ўртасидаги
абразив заррачанинг ҳар хил ҳолатда
бўлиши: а — $\varphi=0$; б — $\varphi=90^\circ$;
в — $\varphi=180^\circ$; з — $\varphi=270^\circ$**

Suyuqlik yoki gaz oqimidagi abraziv zarrachalardan yeyilish. Detal bilan abraziv zarracha o'rtasida o'zaro zarbli ta'sir bo'lganda detallning emirilish jarayoni abraziv zarbidan yeyilish deb ataladi.

Sirtlarning abraziv zarbidan yeyilishi monolit (yaxlit) eki erkin abrazivga urilish natijasida sodir bo'ladi.

Abraziv zarbidan yeyilishda metallning mahalliy plastik deformatsiyalanishi natijasida ishqalanuvchi sirtlarda chuqurchalar paydo bo'ladi.

Chuqurchalarning chetlarini tutash sirtga botib kiradigan va qattiqligi metallning qattiqligidan yuqori bo'lgan yoki yoqlari detallning sirtiga nisbatan eng qulay joylashgan chiziqlar hosil qiladi.

Muhit detal sirtiga ta'sir qilmaydi deb faraz qilinadigan bo'lsa, u holda abraziv zarralarning material bilan o'zaro ta'sirlashuvini Suyuqlik yoki gaz oqimida- ikki turini farqlash lozim: to'g'ri zarb va qiya zarb.

1. T o'g' r i z a r b. Abraziv zarrachalarning massasi, ularning tushish tezligi, abrazivning hossalari va detal materialining fizik-mexanik hossalari qarab elastik deformatsiya, plastik deformatsiya, mo'rt emirilish, tangalar ko'rinishidagi ajralgan holda o'ta parchalanish yuz beradi.

2. Q i y a z a r b. Ta'sir etish burchagi ishqalanish burchagidan katta bo'lmaganda sirtning shikastlanish turiga impulsning o'rinma tashkil etuvchisi va materialning sirtga o'rinma kuchlar ta'sir qilishiga qarshilik ko'rsatishi kuchli ta'sir qiladi. Abraziv zarrachasining eyilaetgan sirtning qattiqliklari nisbatiga qarab, eyilish tezligi o'zluksiz orta borib, ta'sir etish burchagi ma'lum qiymatga etganda eng katta qiymatiga erishishi, keyin esa pasayishi mumkin. Abraziv zarrachaning urilish burchagi qancha o'tkir bo'lsa, u holda yeyilish jadalligi ortadi

Masalan, rezinaning yeyilishga chidamliligi toblangan po'latnikiga nisbatan bir-necha barobar yuqori bo'ladi, boshqa hollarda esa (ta'sir etish burchagi 0 ga teng bo'lganda) sirtining toliqib emirilishining friksion tabiati tufayli rezinaning yeyilishga chidamliligi po'latnikidan past bo'ladi.

Korrozion-aktiv muhitlarda abrazivdan yeyilish. Mashinalarning ko'pgina ishqalanuvchi qismlari va ishchi organlari korrozion aktiv muhit ishtirokida mahkamlanmagan abrazivga ishqalanish natijasida eyiladi.

Atrof muhit bilan kimyoviy yoki elektr-kimyoviy o'zaro ta'sirlashishi oqibatida ishqalanuvchi juftlik materiallarning ustki qismining parchalanishi ishqalanishdagi zanglash- korroziya deyiladi. Geometrik belgisiga ko'ra —

umumiy (bir tekis yoki notekis) va mahalliy (yarasimon, nuqtasimon, kristallitlararo va transkristallit) korroziyaga bo'linadi. Muhit bilan o'zaro ta'sirlashish tarziga ko'ra elektr tokini o'tkazmaydigan muhitlarda (gazlar, moylash materiallari va boshqalarda)gi korroziya va elektr kimyoviy (elektrolitlarning suvdagi eritmalarida) korroziyalar farq qiladi. Korroziya ko'zgaluvchan va ko'zgalmas ishqalanuvchi juft detallarning ish hossalarini jiddiy o'zgartirishi yoki ularni butkul emirilishga olib kelishi mumkin.

Kimyoviy yeyilish metall korroziyasining atmosfera ta'sirida, elektr-kimyoviy, yuqori Haroratlarda, aktiv muhitlarda Suyuqlik ta'sirida korroziyalanish va boshqa turlarini o'z ichiga oladi. Yeyilishning bu turi radiatorlar, akkumulyatorlar va elektr tutashmalari hamda elektr tizimida

Ishqalanishdagi korroziyaga detallarning havodagi zanglashini, dvigatellar klapanlarining kuyishini, yuqori haroratli ishqalanuvchi kislamlardan kasmok hosil bo'lishini misol qilib ko'rsatish mumkin. Ishqalanishdagi korroziyaga qarshi Har hil usullar yordamida ko'rashiladi; masalan, materiallar himoyalovchi qoplamalar bilan qoplanadi, moylarga mahsus materiallar, qo'shilmalar qo'shiladi va hokazo.

Gaz ta'sirida korroziyalanish yuqori va past haroratlarda ro'y berishi mumkin. Bunda Har hil qalinlikdagi yaxlit yoki mahalliy oksid pardalari hosil bo'ladi. Bu pardalar metalning sirtqi qatlamlarini plastik deformatsiyalanganda ularga kislorod jadal singishi natijasida vujudga keladi. Oksidlovchi ishqalanish sirpanishdagi yoki dumalashdagi ishqalanishda sodir bo'ladi. Birinchi holda u etakchi (asosiy) yeyilish, ikkinchi holda esa chechaksimon yeyilish bilan birga sodir bo'ladi.

Bunday yeyilishda detallarning yeyilishga chidamliligi metallning deformatsiyasiga, uning oksidlanish tezligiga va oksidlarning tabiatiga bog'liq. Yumshok metallar qattiq metallarga nisbatan oksidlovchi yeyilishga ko'proq uchrashi aniqlangan.

Oksidlovchi yeyilish, issiqlikdan yeyilishdan farqli o'laroq, nisbatan engil ish sharoitlarida, kichik sirpanish tezliklarida, o'rtacha solishtirma yuklanishlarida paydo bo'ladi. Yuqori qattiqlikdagi oksidlar bosqichma-bosqich emirilganda, oksidlovchi yeyilish abraziv yeyilishga yordam beradi.

Issiqlikdan yeyilish tutash sirtlarning katta sirpanish tezliklari va katta solishtirma bosimlarda ishqalanishi natijasida yuzaga keluvchi issiqlik ta'sirida sodir bo'ladi. Ko'p miqdordagi issiqlik metallning chuqur qatlamlariga kirib borishga ulgura olmasligi oqibatida metallning sirtqi qatlamlari qiziydi, natijada turli ichki o'zgarishlari yuz beradi. Bunda metallning yumshashi ancha katta qoldiq deformatsiyalar va bu bilan bog'liq metallning yopishib qolishi yuz berishi mumkin. Aytib o'tilgan hamma jarayonlar detallar ishqalanuvchi kichik hajmlarida tez yeyilishiga olib keladi. Metall issiqlikka qancha chidamsiz bo'lsa, detalning sirti shuncha jadal eyiladi.

Ravshanki, detallar sirtqi qatlamlarining ishqalanishdagi issiqlik holati avval aytib o'tilgan yeyilishning asosiy turlari paydo bo'lishi va faol kechishiga yordam beradi.

Abraziv donachalarning qattiqligi fizik-mexanik hossalari va ularning g'adir-budirliklarini hisobga olinsa, abraziv donachalar Harakatsiz yuzaga botib qoladi. Natijada Harakatdagi jism nisbatan ko'p eyiladi. Abraziv donachalarni jism tomonidan o'ziga botirib olish xususiyatiga - botib qolish deyiladi (sharjiruemost).

Abraziv yeyilish jadalligini hisoblash. Abraziv yeyilish jadalligi asosan ishqalanish mintaqasida ishtirok etayotgan abraziv donachalarning soniga bog'liq.

Moyli ishqalanishning gidrodinamik turida bir vaqtning o'zida ishqalanish mintaqasida ishtirok etayotgan abraziv donachalar soni quyidagicha aniqlanadi.

$$n=K_1*K_2*\epsilon*Q*\gamma_m*L/180*V_a*d_{yp}*\gamma_a$$

K_1 -tirqish o'lchamiga teng bo'lgan abraziv donachalarni hisobga oluvchi koeffitsient.

K_2 -qattiqligi metal qattiqligidan yuqori bo'lgan abraziv donachalarni hisobga oluvchi koeffitsient.

ε -abraziv donachaning moydagi umumiy miqdori, %.

Q -tirqishdan oqib o'tadigan moyning hajmi, m^3/s .

γ_m, γ_a -metalning va abraziv donachalarning zichligi, kg/sm^3 .

L - abraziv donachalarning bosib o'tadigan yo'li.

V_a - abraziv donachalarning tezligi (moyga tashqaridan tushayotgan), $kg/soat$

d_{yp} -abraziv donachaning o'rtacha diametri.

Abraziv yeyilishda ko'pincha zarrachalar hisobiga tirnab yeyilish sodir bo'lganligi uchun, bu holda *yeyilish jadalligi* quyidagicha aniqlanadi:

$$I_a = b \cdot h \cdot L \cdot \gamma_m \cdot n$$

b -abraziv donacha tirnagan iz kengligi, $b = 1.4R$

R - abraziv donachaning radiusi

h -botish chuqurligi.

6–MAVZU: ISHQALANUVCHI JUFTLIKLAR UCHUN ISHLATILADIGAN MATERIALLAR.

Reja:

- 1. Friksion juftliklar va materiallar.**
- 2. Antifriksion materiallar.**
- 3. Ishqalanuvchi juftliklar uchun materiallar tanlash.**

Mashina va mexanizmlarning ishqalanuvchi juftliklari materiallari, masalan, dumalash va sirpanish podshipniklari, tishli va friksion o'zatmalar, shlitsali birikmalar va boshqalar ularning materiallarini yeyilishi natijasida ishdan chiqadi. Ishqalanuvchi juftliklarda qo'llaniladigan materiallar ishlash sharoitiga qarab turli hil bo'ladi. Ular asosan 2 turga bo'linadi: Friksion va antifriksion materiallar. [5.272]

1. *Friksion materiallar* asosan friksion mexanizm va o'zatmalarda qo'llaniladi. Friksion mexanizmlarning vazifasi harakatni yoki biror kuchni uzatish uchun yoki harakatni to'xtatish uchun xizmat qiladi. Friksion mexanizmlarga misollar: Ilashish muftalari, tasmali uzatmalar; diskli o'zatmalar, lentali, barabanli va diskli tormozlar.

Friksion mexanizmlarda ishqalanish koeffitsienti katta bo'lgan materiallar ishlatiladi. Friksion materiallarning asosiy ko'rsatkichlardan biri bu ishqalanish koeffitsientidir. Ularda ishqalanish koeffitsienti albatta katta bo'lishi kerak. Aks holda, harakatni o'zatib ham, to'xtatib ham bo'lmaydi.

Friksion mexanizmlarda ishqalanish koeffitsienti katta bo'lishi hisobiga, ishqalanish mintaqasida Harorat juda katta bo'ladi. Shuning uchun friksion materiallarga issiqlikka bardoshli bo'lishi kerak. Friksion mexanizmlarda asosan tola asosidagi issiqbardosh materilar asbest, shisha tolasi va ularni rezina bilan aralashmalari qo'llaniladi.

Friktsion juftliklar uchun asosiy ko'rsatkichlardan biri - bu friktsion tutashmaning pishiqligidir.

Friktsion juftlikning resursi -sirpanish davomiyligi (davri) t_t bilan baholanadi. U quyidagi qiymatlarga ega bo'lashi mumkin:

- qisqa vaqitli sirpanisht $t_t < 60$ s
- o'zoq sirpanish $60s < t_T < 300$ s
- kvazistatsionar rejim $300s < t_T < 1000$ s
- statsionar rejim $t_T > 1000$ s

Friktsion materiallarga quyidagi asosiy talablar qo'yiladi:

Ishqalanish koeffitsenti katta bo'lishi;

Ishqalanish koeffitsenti friktsion o'zatmalarning ishlash davrida o'zgarmas bo'lishi;

O'zoq muddat ishlash uchun tutashma elastik yoki qayishkok bo'lishi;

Friktsion materiallar issiqlikka bardoshli va issiqlik o'tkazuvchan bo'lishi;

Yeyilishga bardoshli bo'lishi;

Tez ishlab moslashuvchan (priraboto`vaemo`y) bo'lishi zarur.

Barcha friktsion materillar 2 guruxga bo'linadi:

1. Metalsimonlar (po'latlar, cho'yanlar, legirlangan va zanglamas po'latlar, bronza, xrom, titan, molibden).

2.Metalmas materiallar – nometallar (asbofriktsion material,karton-labeksli material, matoli baklibin, uglegrafit, polimerlar va x.k).

2. *Antifriktsion materiallar* deb kam ishqalanish koeffitsientiga ega bo'lgan materiallarga aytiladi. Antifriktsion materiallarning asosiy ko'rsatkichlari, ishqalanish koeffitsienti va yeyilish intensivligi hisoblanadi.

Antifriktsion materiallarga quyidagi asosiy talablar quyiladi: ishqalanish koeffitsienti kam, issiqlik o'tkazuvchan, elektr o'tkazuvchan, yuqori mexanik hossalarga ega bo'lishi kerak. Ular yuqori qattqlikka ega bo'lishi bilan birga

plastik bo'lishi kerak. Bu metallarning strukturasi mayda martensit strukturali bo'lishi kerak.

Antifriktsion materiallar sifatida: barcha turdagi metallar va ularning qotishmalari, keramik materiallar, polimer materiallar va polimer (metall) asosidagi kompazitsion materiallar qo'llaniladi.

Antifriktsion materallarning turlari:

1. Babbit. Uning quyidagi turlari bor: kalayli -B-83, qo'rg'oshinli BN-BIM, qo'rg'oshin mishyakli BM.

2. Bonza: kalayli Br OTsS-5-5-5, qo'rg'oshinli BrBs-30, alyuminli-BrAJ-9-4l

3. Latun(misning rux, qo'rg'oshin va boshqa materiallar bilan qotishmasi): kremniyli LKS80-3-3, marganetsli LM4S 58-2-2).

4. Govakli (pishirilgan) materallar: temir grafitli JGr-1, mis grafitli.

5. Polimer asosidagi materiallar: poliamidlar, ftroplastlar, penoplastlar, poliolefinlar, poliformaldegit, polikarbonat, epoksid polimerlar va ular asosidagi kompazitson materallar.

Babbitlarning qattiqligi NV-13-32 ,erish harorati $T^0=300-400^{\circ}\text{S}$, yaxshi ishlab moslashadi (siykalanadi),ishqalanish koefitsentiga kichik. Babbitning antifriktsion hossalari uning qatlami qalinligiga bog'liq. Ishqalanuvchi juftliklarning o'zoq muddat ishlashi ular uchun qanday material tanlashga bog'liq. Material tanlashda asosan uning ishlash sharoiti, rejimi, ta'sir qiluvchi omillari va boshqa ko'rsatkichlar e'tiborga olinadi.

Ishqalanuvchi juftliklar uchun materiallar tanlash tartibi.

Ishqalanuvchi juftliklar uchun material tanlash quyidagi asosiy bosqichlardan iborat:

A. Ularning ishlash sharoitini tahlil qilish.

1. Bu bosqichda quyidagi ishlar bajariladi:

a). Tashqi muhit harakteristikasi va yuklanish sharti aniqlanadi.

- b). Yukni quyish joyi, miqdori va yuklanish rejimi aniqlanadi.
- v). Harorat aniqlanadi.
- g). Tashqaridan zarralarni tushishi aniqlanadi.

2. Quyidagi geometrik va konstruktiv talablar:

- a). O'zelning gabarit o'lchamlari.
- b). Yuza va sitr aniqliklari.

3. Ishlatishdagi talablar:

- a) Ishonchlilik ko'rsatkichlari va ishlash davri.
- b). Ishqalanish koeffitsenti va energiya sig'imi.
- v). Shovqin va uning zararlighi.
- g). Saqlash sharoiti.

4. Texnologik va iqtisodiy talablar:

- a). Ishlab chiqish hajmi.
- b). Mahsulotning tannarxi.
- v). Jihozlarning ish unumi.
- g). Energiya sarfi.
- d) Tashqi ko'rinishi.
- e) Boshqa ma'lumotlar

Tahlil asosida ishqalanuvchi juftlikni loyihalash uchun texnik vazifa to'ziladi.

B. Materialni boshlang'ich tanlash.

Bir gurux materiallar tanlanib, ularning ichidan ayrimlari alohida qilib tajriba uchun olinadi.

C. Ishqalanuvchi uzelineing ishlash qobilyatini konstruktiv hisoblash yo'li bilan baholash:

Juftliklarning eng maqul shakli va o'lchamlari, tutashmaning tirqishlari va quyilgan yuklamaga bardoshliligi, ishqalanish koeffitsenti aniqlanib o'zelning yeyilish intensivligini hisoblab topilpdi. Hisoblar natijasi bo'yicha zarur konstruktiv o'zgarishlar kiritiladi.

D. Yakuniy (oxirgi -asosiy) tanlov:

Hisob kitoblar asosida juftliklar uchun tanlangan materiallar ularning ish sharoitida sinaladi. Sinovlar oldin laboratoriya sharoitida, so'ng bevosita stendda o'tkaziladi. Ohirida bevosita ishqalanuvchi o'zelda tajriba o'tkazilib, sinalgan materiallar ichidan eng maquli tanlab olinadi.

7-MAVZU: MAXSUS SHAROITLARDA ISHQALANISH VA YEYILISH.

Reja:

- 1. Yuqori tezlikdagi ishqalanish va yeyilish.**
- 2. Agressiv muhitda ishqalanish va yeyilish.**
- 3. Vakkumda va o'ta past haroratda ishqalanish va yeyilish.**
- 4. Fretting korroziya va vodorod yeyilish.**

Mashina va mexanizmlarda ishqalanish jarayoni o'ta murakkab jarayon bo'lib, uning sodir bo'lish muhiti turli bo'lishi mumkin, masalan: moyli, quruq, namli, kimyoviy muhit va boshqalar. Ishqalanuvchi juftliklar ushbu hususiy sharoitlarda qayday holatda bo'lishini ko'rib chiqamiz.

1. O'ta yuqori tezlikda ishqalanish va yeyilish.

O'ta yuqori tezliklar (90 m/s dan yuqori) aviatsiyada, raketa texnikasida, asboblarda va harbiy o'qotar texnikalarda uchrashi mumkin. Bunday yuqori tezliklarda ishqalanish vaqti o'ta qisqaligi bilan harakterlanadi. O'ta yuqori tezlikda ishqalanish mintaqasida harorat jadal ortib boradi. Natijada issiqlik jism ichiga o'tib ulgirmaydi. Materialning sirt qatlami qizib ketadi. Natijada ishqalanish koeffitsienti ortib, uning yeyilishi tezlashadi. Bunday ishqalanish juftliklarda normal bosim ortishi bilan ishqalanish koeffitsienti bir oz kamayadi, lekin tezlik yuqori bo'lgani uchun yeyilish jadalligi ortadi. Shuning uchun bunday juftliklarda o'ta qattiq, yeyilishga bardoshli materiallar va ularning qoplamalari ishlatiladi, masalan, volfram, molibden, xrom, po'lat, cho'yan va boshqalar.

2. Agressiv muhitda ishqalanish va yeyilish.

Agressiv muhit deb har hil ishqorli, kislotali, namli va x.k. muhitlar tushuniladi. Agressiv muhitda jism sirtining emirilishi bir vaqtda kechadigan hodisalar: ya'ni korroziya va mexanik yeyilish hisobiga sodir bo'ladi. Agressiv muhitda korroziya hisobiga yeyilish jadalligi bir necha barobar ortib ketadi. Yeyilishini kamaytirish uchun agressiv muhit tarkibiga uning ta'sirini

susaytiruvchi kimyoviy moddalar qo'shiladi yoki korroziyabardosh materiallar qo'llaniladi. Agressiv muhitda harakat tezligini, haroratni, bosimni ortishi, materiallarning yeyilish jadalligini ortishiga olib keladi. Agressiv muhitda ishlovchi ishqalanuvchi juftliklarda quyidagi korroziyabardosh materiallar qo'llaniladi: xrom yoki nikel bilan boyitilgan legirlangan po'latlar, polimer materiallar va ularning kompozitsiyalari, legirlangan cho'yanlar yoki ularning qotishmalari.

Materiallarning korroziyaga bardoshliligini oshirish uchun ularga kimyoviy termik ishlovlar beriladi, masalan; sementatsiyalash, azotlash, xromlash, nikellash va boshqalar. Uglegrafitli materiallar korroziyabardoshligi yuqori bo'lganligi uchun ham texnikada keng qo'llaniladi, ayniqsa, avtomobilsozdlikda va radiotexnikada.

3.Vakuumdagi ishqalanish va yeyilish. Vakuumda ishlash sharoiti quyidagi hususiyatlar bilan harakterlanadi:

Oksid pardalarining sekin asta tiklanishi.

Emirilish tezligining yuqoriligi.

Fizik-mexanik hossalarning tez o'zgarishi.

O'ta past issiqlik o'tkazuvchanligi.

Bu hususiyatlar vakuumlik darajasiga bog'liq. Vakuumlik darajasini to'rtga ajratiladi:

a) kichik vakuumlik darajasi ($P < 100\text{Pa}$)

b) o'rta vakuumlik darajasi ($P = 100 - 10^{-1}\text{Pa}$)

c) yuqori vakuumlik darajasi ($P = 10^{-1} - 10^{-5}\text{Pa}$)

d) o'ta yuqori vakuumlik darajasi ($P < 10^{-5}\text{Pa}$)

Bunday sharoitlarda ishlash uchun ishqalanuvchi juftliklarga quyidagi talablar qo'yiladi:

G'ovakli darajasi va gaz o'tkazuvchanligi kichik bo'lishi.

1. Materialning bug'lanish darajasi kichik bo'lishi.

2. Issiqbardosh bo'lishi.
3. Korroziyaga chidamli bo'lishi.

Vakuumdagi ishlovchi materiallarning ishqalanishini kamaytirish uchun qattiq moylar ishlatiladi, masalan; polimerlardan ftoroplast, poliamid, grafit, molibden va volframning disulfidlari va x.o.

Vakuumdagi ishlaydigan ishqalanuvchi juftliklarning konstruksiyasi sodda va engil, tez yig'iladigan, yeyilishga bardoshli, ishonchlik darajasi yuqori hamda gaz ajratuvchanlik darajasi past bo'lishi kerak.

4. O'ta past haroratda ishqalanish va yeyilish.

Harorat $0 - 150^{\circ}\text{S}$ gacha bo'lsa past harorat- $150 - 270^{\circ}\text{S}$ gacha bo'lsa kriogen, $- 273^{\circ}\text{S}$ (0°K) dan kichik bo'lsa o'ta past harorat deyiladi. Kriogen texnikaning rivojlanishi past haroratda ishlovchi ishqalanuvchi juftliklarni ko'payishiga olib kelmoqda. Bunday sharoitda ular uchun maxsus materiallar qo'llaniladi.

Past haroratlarda asosan yoqlari markazlashgan kub panjarali metallar (Al, Ni, Pb, Cu) yoki atomlari zich joylashgan geksogonal panjarali metallar (Ti, Zn, Mg, Co) ishlatiladi. 0° dan $- 45^{\circ}\text{S}$ haroratgacha mayda donali, martensit strukturali barcha po'latlar, $- 100^{\circ}\text{S}$ gacha toblangan mayda donali po'latlar, $- 200^{\circ}\text{S}$ gacha zanglamas austenitli po'latlar, $- 240^{\circ}\text{S}$ gacha esa martensit strukturali nikelli po'latlar qo'llaniladi. Bunday sharoit uchun ishqalanuvchi juftliklar ko'pincha zanglamas po'latlar (40X, G13L, 12X8N9) va uglegrafitlardan tayyorlanadi. Antifriktsion polimerlardan asosan kompozitsion ftoroplast ishlatiladi.

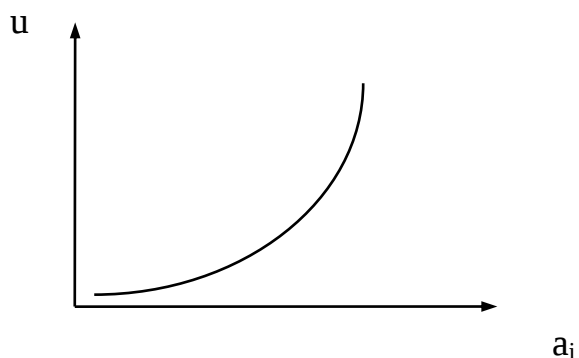
Suyuq moylovchi materiallar sifatida kremniyorganik moy№3 (-100°S gacha), uglevodorodli moy SIATIM-205 (-50°S gacha) va konsistent moy SIATIM-221 (-100°S gacha) ishlatiladi. -45°S dan -185°S gacha haroratda suyuq ftorli polietilen moylar qo'llaniladi.

5. Freting-korroziya

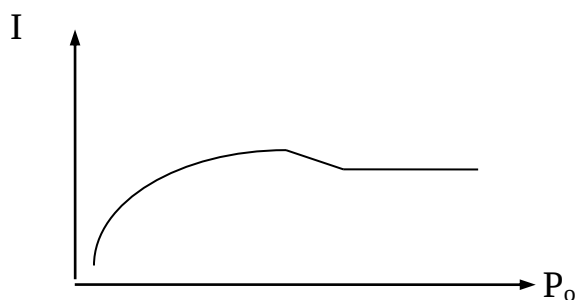
Fretting-korroziya-nisbiy harakatda kichik tebranishli harakat hisobiga sirtlarining korrozion- mexanik yeyilishi (bunda sirpanish amplitudasi 0.025 mm va tebranish davri 30 Gts bo'lganda sirpanish tezligi 3 mm/s bo'ladi). Fretting - korroziyani hosil bo'lishi uchun tutashmalar orasida nisbiy siljish bo'lishi kerak. Fretting korroziya asosan shilitsali, shponkali, bo'ltli, parchin mixli birikmalarda hamda, muftali, reshora va purjinalarning tutash sirtlarida, klapan va regulyatorda, sharnirli va kulachokli mexanizmlar va x. k da sodir bo'ladi.

Fretting-korroziyaganing rivojlanishiga ta'sir etuvchi omillar.

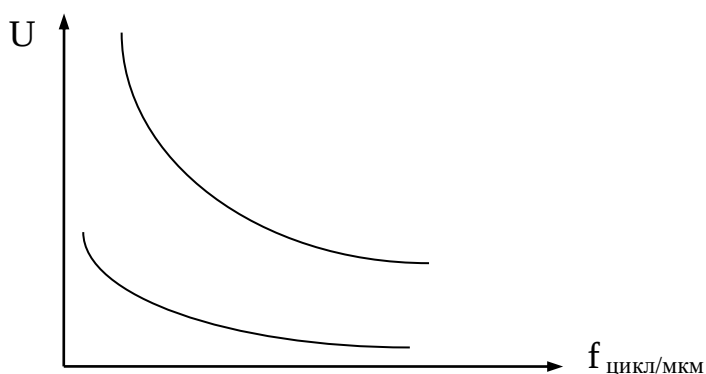
1. Fretting korroziya nisbiy sirpanish amplitudasi (a), normal yuklanish (b) va uni takrorlanish soni (g) ni ortishi yeyilish jadalligini ortishiga olib keladi. Faqat tebranish chastotasi (v) ning ortishi yeyilish jadalligini ma'lum miqdorgacha kamaytiradi, so'ng u o'zgarmas holga keladi.



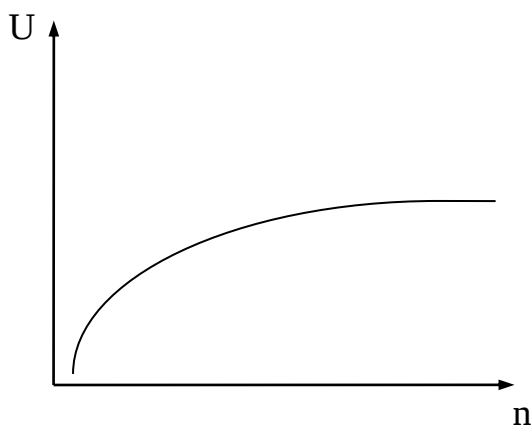
2. Solishtirma yuklanish



3. Tebranish chastotasi.



4. Yuklanish sikllar soni



Tashqi muhitda kislorodning salmog'i qancha ko'p bo'lsa, materiallarni yeyilish jadalligi yuqori bo'ladi.

Freting korroziyada haroratni 500 dan 1500 S gacha ortishi bilan po'latlarning yeyilish tezligi o'zgarmaydi, -1400 S gacha kamaytirish yeyilishni ortirib yuboradi (sababi materialning murtligi ortadi).

Materiallarning fretingga bardoshliligi.

Quyida fretingga bardosh ishqalanuvchi juftliklarning bir nechta turi keltirilgan:

1. Chuyan+chuyan juftligi, moyi sifatida molibden disulfidi(MoS) ishlatiladi
2. Chuyan+zanglamas po'lat juftligi (moy-MoS₂)
3. Po'lat+po'lat juftligi, 1,6 mm neylonli proklatka bilan
4. Qo'rg'oshin+po'lat juftligi
5. Kumush qoplami+po'lat juftligi.

6. Kumush qoplami+alyuminiy juftligi

6. Ishqalanishda saylanma kuchish hodisasi.

(«Eyilmaslik yoki kam yeyilish» effekti)

Saylanma ko'chish ishqalanish kuchini kamayishga va eyilmani avtomatik qoplanishiga olib keluvchi, ishqalanuvchi sirtlarda kechadigan kimyoviy va fizik-kimyoviy jarayonlar natijasida sodir bo'ladi.

Ushbu hodisa professorlar I.V.Kragelskiy va D.N. Gorkunovlar tomonidan kashf qilingan. Bu hodisa mis qotishmasi bilan po'latning ishqalanishida aniqlagan. Moylovchi material sifatida glitserin qo'llanilgan. Bu sharoitda miss atomlari po'lat yuzasiga ko'chib, uni sirtini qoplaydi, natijada miss va mis ishqalanuvchi juftligi hosil bo'ladi. Bunday ishqalanish juftligida, glitserin ishtirokida ishqalanish koeffitsienti juda kichik bo'lib, yeyilish tezligi va jadalligi deyarli o'zgarmaydi, ya'ni yeyilish yo'qoladi yoki "kam yeyilish" sodir bo'ladi.

Shundan so'ng amaliyotda po'lat+mis, po'lat+bronza va po'lat+latun ishqalanuvchi juftliklar mos moylar bilan qo'llanila boshladi. Saylanma ko'chish ishqalanuvchi juftliklar sirtida mahsus moylar yoki sirt aktiv moddalar (SAM) hisobiga har hil himoya plyonkalarni hosil qilish imkoniyatini ochib beradi. Hozirgi kunda ishqalanuvchi juftliklarda moyning tarkibiga har hil SAM qo'shib saylanma ko'chish hodisasidan keng foydalanilmoqda. Masalan: po'lat+bronza uchun glitserin moyi ishlatilsa; po'lat+po'lat, chuyan+po'lat uchun esa bronza va latun kukuni asosidagi metallni koplovchi moylar ishlatiladi.

7. Vodorodli yeyilish

Aviatsiya texnikasining ishqalanuvchi juftliklarida kerosinda toblangan po'lat+bronza ishqalanish juftligida o'ta qattiq po'lat zarrachalari bronza sirtiga ko'chib o'tib emirilishi ko'zatilgan. Ishqalanish jarayonida po'latning yuzasida vodorodga tuyinishi sodir bo'lib, uni sirtini emirgan. Bunday yeyilish turiga

vodorodli yeyilish deb ataladi. Bunday yeyilish turi tormoz kolodkalarida ham kuzatiladi, ya'ni po'lat zarrachalari polimerli kolodka sirtiga o'tib tez emiriladi.

Vodorodli yeyilish mexanizmi quyidagicha:

Ishqalanish jarayonida katalitik, destruksiya va elektrokimyoviy jarayonlar hisobiga vodorod moy, yoqilg'i, suv yoki plastmassalardan ajralib chiqadi. Ajralib chiqkan vodorod metallning deformatsiya darajasi va boshqa moddalarga tuyishmiqdoriga mos ravishdagi miqdorda metall yuzasiga o'rnashadi, natijada uning yuza qismini emiradi. Ikki hil vodorod yeyilishni ko'zatish mumkin: sekin yeyilish va birdaniga (juda tez) yeyilish.

Po'latni legirlash uning yuzasiga vodorodni singishini kamaytiradi. Bundan tashqari vodorodli yeyilishni sirpanish tezligi, harorat va solishtirma bosimni pasaytirish yo'li bilan kamaytirish mumkin. Ishqalanuvchi juftliklarda moy sifatida kremniy organik birikmalar ishlatiladi, chunki xlor atomi vodorod bilan tez birikadi. Po'lat yuzasini vodorodga boyishini kamaytirish uchun ishqalanish jarayonida ishqalanish mintaqasiga kaltsiy ftor poroshogi (CaF_2) qo'shiladi. Bunda hosil bo'lgan vodorod ftor bilan birikib $\text{H} + \text{F} = \text{HF}$ hosil bo'ladi. U 400°S ga chidamli bo'lib vodorodni metal sirtiga singishini cheklaydi. Plastmassalar destruksiyasini kamaytirish uchun uning tarkibiga mahsus birikmalar qo'shiladi.

**8–MAVZU: YEYILISH VA SIRT G’ADIR-BUDIRLIKLARINING
PARAMETRLARINI O’LCHASH METODLARI. ISHQALANISH VA
YEYILISHNI O’RGANISH QURILMALARI. MASHINA
DETALLARINING YEYILISHGA BARDOSHLIGINI OSHIRISHNING
KONSTRUKTIV VA TEXNOLOGIK METODLARI.**

Reja:

- 1. Yeyilish va sirt g’adir-budirliklarining parametrlarini o’lchash metodlari.**
- 2. Ishqalanish va yeyilishni o’rganish qurilmalari.**
- 3. Mashina detallarining yeyilishga bardoshligini oshirishning konstruktiv va texnologik metodlari.**

Eyilma deb— detallarning ishqalanuvchi sirt parametrlarining yeyilishi va deformatsiya jarayonida o’zgarishiga aytiladi. Chiziqli, massali va hajmli eyilma turlari mavjud.

Chiziqli eyilma deb ta'sir etuvchi kuch yo'nalishiga perpendikulyar yeyilishga aytiladi va uning miqdori yuzaga o'tkazilgan normal bo'yicha aniqlanadi.

Massali eyilma deb yeyilish jarayonida ajralib chiqqan zarrachalarning miqdoriga aytiladi.

Hajmli eyilma - ishqalanish jarayonida ishtirok etuvchi detallar hajmining yeyilishi va deformatsiya ta'sirida o'zgarishiga aytiladi.

Halqaro standartlarda yeyilish miqdori etib chiziqli eyilma qabul qilingan.

Eyilmani aniqlashda ko'pgina usullardan foydalaniladi. Umumiy holda eyilmani aniqlashning quyidagi turlari mavjud mikrometrlash, tarozilash, profilograflash, sun'iy kertmalar usuli, radiaktiv izotoplar siqilgan gaz va havo yordamida aniqlash.

1. *Mikrometrlash* – detal o'lchamlarini tajribadan oldin va keyin o'lchash vositalari bilan aniqlash.

2 *Profilograflash* – sirt g'adir-budirliklarini profilogramma yordamida aniqlanash:

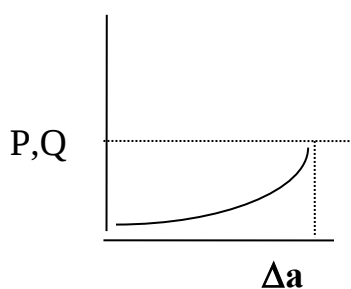
$$Z_{yp} = 1/n * \sum_{i=1}^n * (R_{max} + R_{min}/2) * n$$

Hosil bo'lgan profilogrammani ishlash yo'li bilan g'adir-budirlikning o'rtacha balandligi aniqlanadi va ularning sinovdan oldingi va keyingi holatlari solishtiriladi.

3. *Tortish* standartlashgan usullardan biri bo'lib, mashina detallari eyilmasini uning massasini kamayishiga qarab aniqlanadi. Avtomobil dvigateli detallari eyilma miqdorini aniqroq baholash uchun spektral tahlil usuli ham qo'llaniladi.

4. *Radiaktiv izotoplar usuli*- bunda eyilma moydagi radiaktiv moddalar yordamida aniqlanadi.

5. *Siqilgan gaz yoki havo yordamida eyilmani* aniqlash.



Siqilgan havo eyilgan yuza orasidan o'tkazilib vaqt bo'yicha havo sarfi aniqlanadi. Natijada eyilma miqdori topiladi.

6. *Sun'iy baza(kertmalar) usulida* detalningishqalanuvchi sirtida aniq o'lchamli shakil (piramida yoki uchburchak. silindr)o'yiladi. Hosil bo'lgan o'yikcha izining oldingi va keyingi o'lchamlari solishtirilib, eyilmaning miqdori aniqlanadi.

Masalan, silindirsimon o'yiqcha yeyilishini aniqlash:

$$\Delta h = h - h_1 = 0.125(l^2 - l_1^2) (1/r + 1/R)$$

Bu erda: h, h_1 - o'yiqlanishning oldingi va keyingi chuqurligi

l, l_1 - o'yiqlanishning oldingi va keyingi o'zunligi

r, R - o'yiqlanishning egrilik radiuslari

Yuqorida qurilgan usullarni asosiy kamchiligi mashina detallarini echib olib, o'lchashga asoslangan. Shuning uchun ham bu usullar amalda ko'p hollarda ilmiy tadqiqot ishlaridagina qo'llaniladi. Shuning uchun ko'p hollarda mashina detallarini eyilma miqdorini aniqlash uchun tortish, radiaktiv izotoplash va siqilgan gaz usullari keng qo'llaniladi.

Ishqalanish va yeyilishni o'rganish qurilmalari.

Ishqalanish mashinasi - materiallar ishqalanishini tadqiqot qilish uchun ishlatiladigan sinov qurilmasi. Ishqalanish mashinasi ixtisoslashtirilgan va universal bo'lishi mumkin. Universal ishqalanish mashinalari esa ko'lamda o'zgaruvchi sharoitlarda Har hil buyumlarni yoki materiallarni sinashga imkon beradi. Chet el adabiyotlaridagi tribometr atamasi bizda keng ishlatiladigan keng ma'noli ishqalanish mashinasining sinonimidir.

AE-5 ishqalanish mashinasi moylash va Haroratni sun'iy tartibga solish sharoitida materiallarning ishqalanishi, yeyilishini va gajilib tishlashib qolishini tadqiqot qilish uchun qo'llaniladigan sinov qurilmasi.

AMSLER Ishqalanish mashinasi MI-1M ishqalanish mashinasiga qarang.

ARChARD Ishqalanish mashinasi ishqalanish materiallari namunalarini yeyilish bardoshligini sinash uchun qo'llaniladigan laboratoriyaviy sinov qurilmasi.

GP (MPT-1) Ishqalanish mashinasi-harakatsiz ishqalanish koeffitsientini aniqlashga va ishqalanishda sakrash harakatini tadqiqot qilishga mo'ljallangan laboratoriyaviy sinov qurilmasi.

VETTELEV memorial instituti ishqalanish mashinasi yuqori Harorat sharoitida detal kundalang kesimi materialining ish tavsifini tadqiqot qilish uchun qo'llaniladigan laboratoriyaviy sinov qurilmasi.

T.S.I.M- Avtomobillar tormozlarining friksion materiallarni sinashga mo'ljallangan laboratoriyaviy qurilma.

Sakrab Harakat qilishni tadqiqot qiluvchi ishqalanish mashinasi- moylash sharoitida dinamik ishqalanish koefitsienti bilan statik ishqalanish koefitsientining o'zaro bog'lanishini saqlash uchun mo'ljallangan laboratoriyaviy sinov qurilmasi.

VI-47-B-2 Ishqalanish mashinasi ishqalanishni materiallarning vakuumda friksion issiq bardoshligini sinash uchun mo'ljallangan laboratoriyaviy qurilma.

I-47-K-54(MFT-1) Ishqalanish mashinasi ishqalanish materiallari friksion issiq bardoshligini aniqlash uchun mo'ljallangan laboratoriyaviy sinov qurilmasi.

IM-58 Ishqalanish mashinasi dinamik sinov sharoitida friksion materiallarning ish tavsifini sinash uchun mo'ljallangan laboratoriyaviy sinov qurilmasi.

M-22-M Ishqalanish mashinasi ko'rik ishqalanish va moylash sharoitida antifriksion materiallarning ish tavsifini tadqiqot qilish uchun mo'ljallangan laboratoriyaviy sinov qurilmasi.

M-22-Pv Ishqalanish mashinasi- antifriksion materiallar va qoplamalarning ish tavsifini laboratorik - eksperimental baholovchi va sifatini nazorat qiluvchi universal laboratoriyaviy sinov qurilmasi.

MOP-1 Ishqalanish mashinasi sterjenli materiallar namunalarining ishqalanish va yeyilishga tadqiqot qilish uchun qo'llaniladigan disk tipidagi laboratoriyaviy sinov qurilmasi.

MI-1M(AMSLER) Ishqalanish mashinasi- dumalab yoki sirpanib ishqalanish sharoitida antifriksion materiallarning ishqalanish va yeyilishini tadqiqot qilish uchun laboratoriyaviy sinov qurilmasi.

MIFM-1 Ishqalanish mashinasi friktsion disklarni tadqiqot qilish uchun muljallangan inertsiya tipdagi universal qurilma.

MIFM-2 Ishqalanish mashinasi friktsion disklarni tadqiqot qilish uchun mo'ljallangan ikki massa tipdagi universal qurilma.

MPI-1, MPI-2 Ishqalanish mashinasi-toza iz bo'yicha ishqalanishda plastmassaning yeyilishini tadqiqot qilish uchun mo'ljallangan laboratoriyaviy sinov qurilmasi.

MPT-1 Ishqalanish mashinasi-GP ishqalanish mashinasiga qarang

MT-66 Ishqalanish mashinasi antifriktsion materiallarni ishqalanishga va yeyilishga tadqiqot qilish uchun mo'ljallangan laboratoriyaviy sinov qurilmasi.

MTV- Ishqalanish mashinasi-vakuumda antifriktsion materiallarni tadqiqot qilish laboratoriyaviy sinov qurilmasi.

MTVV Ishqalanish mashinasi-vakuum va gazli muhitda aylanma va qaytarilma -aylanma Harakat qiluvchi antifriktsion materiallarni tadqiqot qilish laboratoriyaviy sinov qurilmasi.

MTG ishqalanish mashinasi vakuum va gazli muhitda Haroratning keng diapazonda o'zgarishi sharoitida materiallarning ishqalanish va yeyilishi tadqiqot qilishga mo'ljallangan laboratoriyaviy sinov qurilmasi.

MFT-1 Ishqalanish mashinasi -I-47-K-54 ga karang

NIOI Ishqalanish mashinasi antifriktsion materiallarni tadqiqot qilish mo'ljallangan laboratoriyaviy sinov qurilmasi.

“OLMEN” Ishqalanish mashinasi chegaraviy ishqalanish sharoitida moylovchi materiallarni tadqiqot qilish uchun mo'ljallangan laboratoriyaviy sinov qurilmasi.

SMTs-2 Ishqalanish mashinasi sirpanib ishqalanish, dumalab ishqalanish va sirpanish bilan dumalab ishqalanish sharoitida antifriktsion materiallarni tadqiqot qilish uchun mo'ljallangan laboratoriyaviy sinov qurilmasi.

“TIMKEN-AYShINGER” Ishqalanish mashinasi moyning yuqori Haroratida ishlovchi ishqalanish materiallarining ish tavsifini tadqiqot qilish uchun mo’ljallangan laboratoriyaviy sinov qurilmasi.

UMT-1 Ishqalanish mashinasi - keng diapozonli yuk va sirpanish tezligida materiallarning ishqalanishini tadqiqot qilish uchun mo’ljallangan laboratoriyaviy sinov qurilmasi.

FALEKS Ishqalanish mashinasi - istalgan vazifali moy va smazkani takkosiy va tanlash sinovlarini o’tkazishda ishlatiladigan laboratoriyaviy qurilma.

“BOING” Firmasi Ishqalanish mashinasi - aviatsiyada ishlatiladi-gan podshipniklar materiallarning va ular smazkalarning tanlov sinovini o’tkazish uchun qo’llaniladigan laboratoriyaviy qurilma.

X4-B Ishqalanish mashinasi-maxkamlangan abraziv ta'sirida materiallar ishqalanishini tadqiqot qilish uchun qo’llaniladigan laboratoriyaviy sinov qurilmasi.

77MT-1 Ishqalanish mashinasi qaytarilama-ilgarilama Harakat qiluvchi materiallarni tadqiqot qilishda qo’llaniladigan laboratoriyaviy sinov qurilmasi.

FACT Ishkalanish mashinasi - statsionar moysiz ishqalanish sharoitida va ishqalanish ishini (Ishqalanish momentini) o’zgarmas bo’lishini bir maromda ushlab turish sharoitida friksion materiallarni tanlash sinoviga mo’ljallangan laboratoriyaviy sinov qurilmasi.

GMR Ishkanish mashinasi avtomobillar o’lovchi mexanizmlar muftasining friksion disklarni tribotexnik model sinoviga mo’ljallangan laboratoriyaviy qurilma.

SAE-1 Ishqalanish mashinasi gidrottransmissiya friksion disklarini dinamik sinash uchun qurilma.

SAT-2 Ishqalanish mashinasi friksion disklarni va friksion moylarni dinamik sinovdan o’tkazishga mo’ljallangan kompakt qurilma.

Mashina detallarining yeyilishga bardoshligini oshirishning konstruktiv va texnologik metodlari.

Hozirgi kunda doimiy yuklanishlar va har hil sharoitlarda ishqalanib ishlaydigan detallar umrini o'zaytirishning samarali va tejamli usullari yaratilgan. Mashina va mexanizmlar detallari materiallarining yeyilishga bardoshlilikini oshirishning quyidagi asosiy usullari mavjud:

1. Konstruktiv usullar
2. Texnologik usullar.

Konstruktiv usullar asosan detallarni loyihalash davrida ularning o'lchami, shakli va materiallari qanday va qay holatda va qaysi materialni olishga bog'liq. Konstruktiv usulning quyidagi asosiy turlari mavjud:

1. Loyihalash davrida tribotexnik hisob-kitoblarni qo'llash. Bunda quyidagi ishlar bajariladi:

- a) Detallarning konstruktiv o'lchamlarini tanlash.
- b) Chegaraviy yeyilish miqdorini aniqlash.
- c) Yeyilishga bardosh material tanlash.
- d) Fizik - mexanik hossalarga qo'yiladigan talablarni asoslash.

2. Ishqalanish sharoitlarini yaxshilash. Bunda quyidagi ishlar bajariladi:

- a) Yuklamani kamaytirish (tegishli joylarida)
 - b) Quruq ishqalanishni moyli ishqalanishga almashtirish
 - c) Sirtlarni issiqdan yopishib qolishini yo'qotish
 - d) Chegaraviy ishqalanishni to'la gidrodinamik yoki gidrostatik ishqalanish rejimiga almashtirish
 - e) Ishqalanish zonasidagi Haroratni kamaytirish
 - f) Ishqalanuvchi o'zellarni abraziv zarrachalardan himoyalash
 - j) Korroziyadan va tashqi muhitdan himoyalash.
3. Detal shakllarini qulay holatga keltirish:

a) Shakllarni shunday qilish kerakki bunda yuklama teng va tekis taqsimlansin.

b) Ishlab moslashuv davrida yeyilish tezligi teng va bir hil bo'lsin.

4. Detallar yeyilishini kompensatsiyalash.

a) Qo'l kuchi bilan kompensatsiyalash

b) O'z-o'zini kompensatsiyalash

c) Avtokompensatsiya.

5. Yeyilishga bardoshlilikni oshirishni rezerv usullari.

a) Remont o'lchamlarga qayta tiklash usuli

b) Qo'shimchacha ishchi yuzalarni hosil qilish.

6. Eyilayotgan detallarni bir hil puxtaligini ta'minlash.

a) Har-hil yeyilishni yo'qotish

b) bir joyda yeyilishni kamaytirish

c) bir detalni tez yeyilishini to'xtatish.

Yeyilishga bardoshlilikni oshirishning texnologik usullari asosan ularning ishqalanayotgan sirtlarini qattiqligi va zichligini oshirish natijasida amalga oshiriladi.

Texnologik usullarning quyidagi asosiy 5 turi mavjud:

1. Qirqib ishlash (detal sirtini)

a) Shunday g'adir-budirlik hosil qilinadiki, u shu ishqalanuvchi juftlik uchun qulay bo'lsin.

b) G'adir-budirliklarning ishlov paytida ma'lum yo'nalishida bo'lishi k (ishqalanish tezligi yo'nalishida bo'lishi kerak)

c) Zichlangan sirtlarni hosil qilish

2. Detal sirtlariga plastik deformatsiya asosida ishlov berish

- a) Sharchalar yordamida plastik ishlov berish.
- b) Roliklar yordamida zichlashtirish
- c) Vibra roliklar yordamida zichlashtirish.
- d) Shariklar yordamida zichlashtirish.
- e) Olmos yordamida silliqdash.
- f) Ultratovush yordamida zichlash.
- j) Elektromexanik usul bilan zichlashtirish.
- i) Markazdan qochma ishlov.

3. Termik va kimyoviy termik usullarda zichlashtirish.

- a) Yuzalarni toblash. b) sementitlash c) azotlash. d) sianlash e) borlash
- f) sulfidlash.

4. Yuzalarga qattiq qoplamalar eritib qoplash.

- a) Gaz yordamida eritib qoplash. b) Elektr yoy yordamida qoplash.
- c) Elektr shlak usulida qoplash
- d) Metallash (gaz, elektr, plazma yordamida)

5. Yeyilishga bardosh qoplamalar qo'llash usuli.

- a) Xromlash, b) oksidlash, c) nikellash, d) kompozitsion polimer qoplamalar, e) kompozitsion keramik qoplamalar va h.o.

Bundan tashqari yeyilishga bardoshlilikni oshirish ishqalanuvchi juftliklarni ishlatish sharoitlariga ham bog'liq. Bunda asosan texnik karov va joriy ta'mirni o'z vaqtida o'tkazish asosiy o'rin tutadi.

9–MAVZU: MASHINA VA MEXANIZMLARNING ISHQALANUVCHI QISMLARIDA YEYILISHGA BARDOSHLI VA ANTIFRIKTSION-9-9-9-

9-MAVZU: KOMPAZITSION MATERIALLAR HAMDA QOPLAMALARNI QO'LLASH.

Reja:

- 1. Plastmassalar va uning hossalari.**
- 2. Plastmassalarning ishqalanish va yeyilish.**
- 3. Antifriktsion plastmassalarlar.**

Plastmassalar haqida umumiy ma'lumotlar.

* Zamonaviy avtomobillar, traktorlar va boshqa transport detallarining konstruktsiyalarini plastmassa materiallarsiz tasavvur qilish qiyin. Bu materiallarni ishlatish texnika detallarini konstruktsiyalarini ixchamlash, massalarini kamaytirish, ishlash ishonchligini oshirish bilan bir qatorda ishlab chiqarish tannarhini va mehnat sarfini kamaytirishga katta yo'l ochib beradi, plastmassalarni keng qo'llanilishiga ularni qimmatbaxo metall va yog'och materiallarini o'rnini bevosita almashtira olishi, ko'p hollarda ulardan ustun turishi sabab bo'lmoqda.

* Plastmassalar tabiiy yoki sun'iy smolalar asosida olinadigan yuqorimolekulyar birikmalardir. Plastmassalar tarkibida ularga ma'lum hossalari beruvchi, ulardan buyum tayyorlashni osonlashtiruvchi qo'shilmalar bor. Plastmassalar qizdirish va bosim ta'sirida plastik deformatsiyalanib ma'lum shakl olishi va bu shaklni turg'un saqlab turishi mumkin. Plastmassalar ishlab chiqarish muntazam ko'payib, ulardan foydalanish sohalari kengayib bormoqda.

* Avtomobil detallarida plastmassalarni qo'llash quyidagi afzalliklarga ega:

- * tashqi ko'rinishi yaxshilanadi;
- * avtomobilning massasi kamayadi;

- * harakat vaqtida shovqinlar kamayadi;
- * detallarning shakllari yaxshilanadi
- * ularning ishlash davri ortadi;
- * yonilg'i sarfi kamayadi;
- * ularning tayyorlash uchun ketadigan sarf harajatlari kamayadi.

Plastmassalar ko'pgina qimmat va kamyob materiallar va yog'ochni o'rni bosa olishi, ba'zan esa ulardan ustun turishi ulardan keng foydalanishga sabab bo'ldi. Ularni ishlatish iktisodiy jihatdan ham foydalidir, chunki, materiallarga qilinadigan Harajatlari, detallar tayyorlashning mehnat sarfi kamayadi, detallar ancha engillashadi, kapital mablag' sarfi va ekspluatatsion sarflar (moylashga, ta'mirlashga) kamayadi va hokazo. Agar detallar metaldan kuyish, termik va mexanik ishlov berish yo'li bilan tayyorlansa, plastmassadan faqat bitta operatsiya, kuyish yoki bosim ostida siqib chiqarish usuli bilan olinadi. Plastmassadan buyumlar tayyorlashda material isrofi 5-10% dan oshmaydi, metallardan tayyorlashda esa isrof ancha ko'p (60-70%) bo'ladi. Plastmassadan olingan mahsulotlar metallardan tayyorlanganlarga nisbatan ikki-uch marta arzon bo'ladi. Plastmassalar murakkab tarkibga ega. Ularning asosiy qismini tabiiy yoki sun'iy smolalar (polimerlar) dan iborat bo'lgan bog'lovchi moddalar tashkil etadi. Ular molekulalari bir necha marta kamaytiriladigan kimyoviy bog'langan zvenolardan tashkil topgan moddalardir. Plastikligi, ya'ni kerakli shaklni olishi va uni saqlab qolishi plastmassalarning o'ziga hos xossasidir.

* Plastmassalarning xossalari ularga qo'shilgan moddalarning tarkibi va miqdoriga bog'liq. Bu moddalar miqdorini o'zgartirib, turli-tuman, hatto, oldindan belgilangan xossali birikmalar olish mumkin. Ko'pgina plastmassalarning suvga chidamliligi, ko'pgina agressiv moddalar va neft mahsulotlari ta'siriga qarshi tura olishi ularning eng muhim ijobiy xossalari. Kimyo yutuqlari past Haroratda ham, yuqori Haroratda ham ishlay oladigan plastiklar olishga imkon beradi. Ko'pgina plastmassalar yaxshi elektr izolyatori

(dielektriklar) bo'lganligidan ulardan traktor avtomobillarning elektr jihozlarini tayyorlashda foydalanish mumkin. Issiqqa uncha chidamli emasligi, shuningdek vaqt o'tishi bilan o'z hossalarni o'zgartirishi, ya'ni eskirishga moyilligi plastmassaning kamchiligidir. Lekin bu kamchiliklardan holi bo'lgan materiallar tobora ko'prok yaratilmoqda.

- * Plastmassalarning afzalliklari quyidagilardan iborat:

- * friksion detallar (mufta disklarining ustki quymalari, tormoz lentalar, kolotkalari va b.) - katta va barqaror ishqalanish koefitsienti ta'minlanadi, yoyilishga chidamliligi ortadi;

- * antifriktsion detallar (sirpanish podshipniklari) - ishqalanish koefitsienti kichrayadi, yeyilishga chidamliligi kamayadi, hizmat ko'rsatish harajatlari ortadi, shovqin kamayadi;

- * past va o'rtacha bosimli trubalar sistemasi (yonilg'i, moy trubalari, sovitish sistemalari va h.)-korroziyalanmaydi, rangli metall ishlatilmaydi;

- * qistirma zichlamalar (rangli metallar va probkalar o'rniga)- zichlamalarning hizmat muddati o'zayadi hamda ish samaradorligi ortadi;

- * yirik gabaritli konstruksion detallar (kabina tom, bak, kanot, kapot va karterlar elementlari) - mashinalarga kam metall sarflanadi va ularning massasi kamayadi, korroziyalanish kamayadi, hizmat muddati o'zayadi, ish sharoiti yaxshilanadi.

Plastmassalar ikkita asosiy katta guruxga bo'linadi: termoplastik va termoreaktiv plastmassalar.

Qiziganda yumshab, juda plastik bulib koladigan, oson deformatsiyalanadigan, soviganda esa yana kotiydigan va qayta yumshatsa bo'ladigan plastmassalar termoplastik plastmassalar deyiladi. Bunday materiallarni ko'p marta bir holatdan boshqa holatga o'tkazish mumkin. Ular turli erituvchilarda eriydi. Bu polimerlardan tayyorlangan detallar uncha yuqori

bo'lmagan haroratda (60-70° S gacha) ishlay oladi, ba'zilari esa 160-200° S gacha chidaydi.

Qiziganda avval yumshaydigan va qisman suyuqlanadigan, so'ngra esa suyuqlanmaydigan va erimaydigan holatga o'tuvchi plastmassalar termoreaktiv plastmassalar deb ataladi. Ular erituvchilarda erimaydi, yoki bir oz shishadi. Termoreaktiv plastiklarni qayta ishlash qaytmovchan jarayondir. [4.383]

Vazifasiga ko'ra plastmassalar quyidagicha klassifikatsiyalanadi:

konstruktsion plastmassalar - yuqori, o'rtacha va past mustahkamlikka ega bo'lgan, issiqlik ta'siriga turg'un, sovuq ta'siriga turg'un, dekorativ - ishlov beriluvchi;

elektron va radiotexnik plastmassalar - elektroizolyatsion, elektr o'tkazuvchi;

amartizatsion, tovush va issiqdan izolyatsiyalovchi;

friktsion va antifriktsion;

antikorrozion va agressiv muhit ta'siriga chidamli (atmosfera, kislota, ishqor, neft mahsulotlari, erituvchilar va boshqalar ta'siriga).

Ko'pchilik plastmassalar bir necha sohalarda foydalanish mumkin bo'lgan kompleks hossalarga ega bo'ladi. Masalan, polipropilendan murakkab shaklli detallar, tishli g'ildiraklar, moylash va sovitish sistemasi filtrlari, probkalar, elektr jihozlari ishlab chiqishda foydalaniladi.

Polivinilxlorid esa - turli maqsadlarda ishlatiladigan, trubkalar, akkumulyator batareyalari, nasos va ventilyatorlar detallari, o'rindiqliq materiallari, qistirmalar ishlab chiqarishda foydalaniladi. Ba'zi bir ommaviy tarzda ishlatiladigan plastmassalarning asosiy xususiyatlari va ishlatish sohasi haqida ma'lumot 1-jadvalda keltirilgan.

1- jadval

Plastmasalarning asosiy xususiyatlari va ishlatiladigan sohasi

Plastmassa	Asosiy xususiyatlari	Ishlatish sohasi
Yuqori bosimli polietilen (PEVD) past bosimli polietilen (PEND)	Yuqori elastiklik, dielektrik ko'rsatkichlarga, yorilish va kislota hamda ishqorlar ta'siriga chidamli, zaharli emas, namni o'tkazmaydi. Mustahkamligi yuqori emas, neft mahsulotlari, erituvchilar va yorug'lik ta'siriga chidamliligi yuqori emas. 70° S Haroratlarda mo'rt holatga o'tadi.	Kichik va katta o'lchamli detallar, xomutlar, dastalar, moy vannalari, korpuslar, kistirmalar tayyorlashda ishlatiladi
Polipropilen	Mustahkamligi va issiqlik ta'siriga chidamliligi nisbatan yaxshi. Tez eskiradi va sovuq ta'siriga chidamliligi nisbatan yomon.	Murakkab shaklli detallar, tishli g'ildiraklar, moyli va sun'iy sistemalar uchun filtrlar, elektr jihozlari detallarini tayyorlashda ishlatiladi.
Umumiy maqsadlarda ishlatiladigan polistrollar	Fizik-mexanik va dielektrik xususiyatlari, suv ta'siriga va kimyoviy ta'sirlarga chidamliligi yuqori.	Elektro izolyatsion buyumlar, detallar, elektr jihozlari, parraklar tayyorlashda ishlatiladi.
Zarb ta'siriga chidamli polistrol	Yuqori mo'rtlikka ega, issiqlik ta'siriga chidamliligi past (80°S gacha) eskirish va darz ketishga moyil.	Mexanik ko'rsatkichlar yaxshilangan buyumlar; jixozlar paneli, dasta, korpus, futlyarlar tayyorlashda ishlatiladi.

Polivinil-xlorid	Elastikligi, zarb ta'siriga chidamliligi. Erituvchilar ta'siriga chidamliligi yuqori. 150...160°S gacha Haroratlarda ishlatishga yaroqli. Sovuq ta'siriga chidamliligi faqat 20°S gacha. Elektroizolyatsion xususiyati yaxshi.	Turli maqsadlarda ishlatiladigan trubkalar, akkumulyatorlar bankalari, nasos va ventilyator detallari, o'rindiqli qoplamalari, qistirmalar tayyorlashda ishlatiladi
Ftoroplast -3	Issiq ta'siriga va kimyoviy ta'sirga chidamliligi yuqori. Antifriktsion va elektroizolyatsion xususiyatlari yaxshi. Ftoroplast-3 mavjud materiallar ichida kimyoviy jihatidan eng turg'un. Mexanik xususiyatlarini pastligi uning kamchiligidir. -150°S dan +150°S..250°S gacha haroratlarda ishlatishga yaroqli.	Yuqori Harorat va agressiv muhitda ishlatiladigan elektrotexnika detallar va jihozlar tayyorlashda ishlatiladi.
Ftoroplast -4	Yuqoridagidek	Elektrotexnik detallar, sirpanish podshipniklari tayyorlashda ishlatiladi. O'zini-o'zi moylash xususiyatiga ega (ishqalanish koef-fitsienti 0,04 atrofida)
Polimetilmetakrilat(organiq shisha)	Sidirilishi va yorug'lik ta'siriga chidamliligi yuqori. Neft mahsulotlarida erimaydi. Mineral shishadan ikki marta engil, ultrabinafsha nurlarni 75% gacha o'tkazadi. Yuqori mexanik	Qarash ko'zgulari, faralarning nur tarkatgich-lari, shkalalar, podfar-niklar, murakkab shakl-dagi detallar tayyorlashda

	mustahkamlikka ega, qattiqligi past.	ishlatiladi.
Poliamidlar	Elastikligi, mexanik mustahkamligi, eskirishga chidamliligi va tashki ta'sirga qarshiligi yuqori. Ishqalanish koeffitsienti kichik, iskor va erituvchilar ta'siriga chidamliligi yuqori. Hususiyatlarini yaxshilash (darz ketishini kamaytirish) uchun unga turli hil tuldirgichlar (grafit va molibden disulfid) qo'shiladi.	Vtulkalar, varonkalar, vkladishlar, kopkoklar, korpuslar, muftalar, dastalar, podshipniklar, roliklar, shesternyalar, yonilg'i filtrlari, moy va benzin o'tkazgichlar uchun armaturalar tayyorlashda ishlatiladi
Grafitoplast	Fizik mexanik xususiyatlari va kimyoviy chidamliligi yuqori, ishqalanish koeffitsienti 0,04 -0,05	O'zini-o'zi moylovchi tishli g'ildiraklar ishlab chiqarishda foydalaniladi.
Polikarbonat (diflon)	120oS dan + 140oS gacha Haroratlarda o'lchamlari yuqori turg'unlikka ega. Yuqori elektro izolyatsion xususiyatga ega.Buyumning payvandlanishi yopishtirilishi va unga ishlov berilishi oson.	Korpuslar, kronshteynlar, shesternyalar, podshipniklar, kopkoklar, karkazlar, ventilyator detallari ishlab chiqarishda qo'llaniladi
Poliformal-degit	Mustahkamligi, o'lchamlari turg'unligi, sovuq va erituvchilar ta'siriga chidamliligi va emirilishga chidamliligi yuqori, antifriktsion xususiyati yaxshi	Tishli g'ildiraklar ila-shish muftasi detallari elektr jihozlari, podshipniklar, shkiplar ishlab chiqarishda foydalaniladi.
Poliuretan	Mustahkamligi, elastikligi, emirilishga chidamliligi, moy va benzin ta'siriga chidamliligi yuqori.	Kistirmalar, manjetlar transportyor lentalar, vtulkalar, himoya qoplamalari kulachoqli

		o'zatma detallari, tishli g'ildiraklar ishlab chiqarishda qo'llaniladi.
Poliarilat-lar (lafsan)	Mexanik mustahkamligi, issiqlik ta'siriga chidamliligi va past Haroratlarda yuqori kuchlanish ta'siriga chidamliligi yuqori 60°S dan +200 °S gacha Haroratlarda elektrik xususiyatlari kam o'zgaradi. Ko'p marta egilishga va emirilishga turg'un. Kichik ishqalanish koeffitsientiga ega	Konstruksion detallar, antifriktsion va zichlagich materiallar, sirpanish podshipniklari, vtulkalar, shesternyalar, murakkab shakldagi yupqa devorli detallar ishlab chiqarishda foydalaniladi.
Fenilon	Bir qator ko'rsatkichlari bo'yicha barcha plastmassalardan yaxshiroq ko'rsatkichlarga ega. Yuqori mustahkamligi va qattiqligi 220 °S Haroratgacha saqlanadi. Ishqalanishda emirilishga chidamli	Podshipniklar, tishi g'ildiraklar, shu jumladan kichik modulli shesternyalar, vkladishlar, tayanchlar, tirak zichlagichlar ishlab chiqarishda foydalaniladi.
Fenoplastlar	Suv va neft mahsulotlari ta'siriga chidamli, dielektrik xususiyatlari yaxshi.	Elektr jihozlari detallari, akkumulyator qopqog'i ishlab chiqarishda qo'llaniladi.
Epoksidli smolalar	Mexanik xususiyatlari yaxshi, ishlov berish oson. Qovushqoq Suyuqlik ko'rinishida bo'ladi.	Ishlatilgan o'zellarni ta'mirlashda, emirilgan yuzalarni, yoriqlarni tuzatishda foydalaniladi.

Plastmassalar detal tayyorlanish jarayonida yuqori elastik holatda yoki Suyuq oquvchan holatda bo'ladi. Ishlatish jarayonida esa qattiq kristal holatda yoki shaffof holatda bo'ladi. Plastmassalar bir nechta komponentlarning o'zaro aralashuvidan tashkil topadi. Plastmassalar bir fazali yoki ko'p fazali bo'ladi. Bir fazali plastmassalar faqat bitta komponentdan tashkil topadi, masalan, polietilen. Ko'p fazali plastmassalar bir nechta komponentlardan tashkil topadi, masalan, polimetilmetakrilat.

Bir fazali plastmassalarda polimer materiali asosiy komponent hisoblanadi. Ko'p fazali plastmassalarda esa polimerlar faqat bog'lovchi vazifasini bajaradi, masalan, DVP. Ba'zi hollarda plastmassalar tarkibiga ularning fizik - kimyoviy va mexanik xususiyatlarini o'zgartirish maqsadida to'ldiruvchilar qo'shiladi. To'ldiruvchilar polimerlar bilan aralashishi, ya'ni bir hil faza hosil qilishi yoki arashmasdan alohida faza hosil qilish mumkin. Quyidagi jadvalda yuqorida ko'rib chiqilgan barcha plastmassalarning fizik-mexanik xususiyatlarini keltirilgan:

Ko'rsatkich	PE	PP	PVX	PUR	PA	PS	ED
Zichligi kg/m ³	913-953	900	900-1000	3500-4000	1010-1020	1040-1700	1160-1250
Elastiklik moduli	120-650	-	-	350-400	-	2700	-
Mustaxkamligi a) cho'zilishda b) egilishda	10-18 12-20	25-40 -	28-42 -	- -	45-55 60-65	18-65 35-100	400-500 1000-2000
Qattiqligi	14-52	60-65	60-70	70-90	40-50	35-150	
Erish t ⁰ S	100-110	160-170	150-200	200	178-180		
Qotish t ⁰ S	30-50	70-80	70-80	80	80	-	60-180
Ishlash t ⁰ S	80-100	120	130-	120-	140	70	200-300

			140	150			
--	--	--	-----	-----	--	--	--

Yuqori yuklama va harakat tezliklarida polimerlarning ishqalanish va yeyilishga bardoshligini oshirish uchun ularning tarkibiga har hil to'ldiruvchilar qo'shiladi. Bunday qo'shimchachalar asosan sinchlovchi, antifriktsion, issiqlik o'tkazuvchan, issiqlikka bardoshli, yeyilishga bardoshli qilish vazifasini bajaradi. Masalan, antifriktsion va yeyilishga bardoshli to'ldirgichlar sifatida grafit, molibden disulfidi, talk, metallar oksidlari, kaolin, fosfagips, qurim, shishatolasi, asbest va boshqalar ishlatiladi. Polimerlarning issiqlik va elektr o'tkazuvchanligini oshirish uchun mis, alyumin, bronza, temir, qurim, grafit kukunlari va boshqalar ishlatiladi. To'ldirgichlar sifatida barcha organik va anorganik moddalar hamda ishlab chiqarish va qishloq xo'jalik chiqindilari ishlatilishi mumkin.

Ishqalanish koeffitsienti va yeyilishga nafaqat to'ldirgichning turi, balki uni kompozitsiyadagi miqdori ham katta ta'sir etadi. Buning uchun ularni eng maqbul mikdorlari tajriba orqali aniqlanadi.

Polimer tarkibiga to'ldirgichlarni alohida-alohida qo'shib zarur hossalarga erishish qiyin, shuning uchun to'ldirgichlarning bir nechtasining aralashmasi ishlatiladi. Masalan, epoksid polimerning ishqalanish koeffitsienti va yeyilishini kamaytirish uchun ma'lum miqdorda grafit va talk, fasfogips, grafit va qurim, asbest va talk kabi qo'shimchachalar aralashmalari ishlatiladi.

Antifriktsion materiallar sifatida termoplast polimerlar ichida nisbatan ko'p qo'llaniladigani poliamidlar. Poliamidning kapron P-66, P-68, kaprolon V va boshqa turlari bor. Ular -40°S dan $+80^{\circ}\text{S}$ gacha haroratda ishlaydi. Poliamidning po'lat bilan ishqalanish koeffitsienti $f=0,1-0,2$ (moysiz), moyli ishqalanishda $f=0,05-0,1$ va suvli ishqalanishda $f=0.08-0.15$ ga teng. Agar uning tarkibiga to'ldirgichlar qo'shilsa hossalari 2-3 barobar yaxshilanadi.

Avtomobilsozlik va mashinasozlikda antifriktsion materiallar sifatida ftoroplast va uning kompozitsiyasi keng qo'llaniladi. Ular kimyoviy ta'sirga bardoshli va yuqori Haroratga chidamli (+300 °S va undan ortiq). Ftoroplastning ftoroplast-2, 2M, 3, 3M, 4(PTFE), 4M, 4D va boshqa turlari mavjud. Ftoroplast-4 ning po'lat Bilan ishqalanish koeffitsienti moyli ishqalanish kabi juda kichik.

Hozirgi kunda antifriktsion polimerlar sifatida poliolfenlar (polietilen, polipropilen, polistirol) ham ishlatilmoqda. Ular kislotalarga bardoshlidir. Ular ham asosan Har hil to'ldirgichli kompozitsiya sifatida ishlatiladi. Ularning metallar bilan ishqalanish koeffitsienti $f=0,2-0,4$ oraligida bo'ladi.

Yuqori aniqlikka ega bo'lgan ayrim mashinasozlik detallarini (shesternalar, monjeta, shkiv va boshqalar) tayyorlashda pentaplastdan foydalaniladi. U kimyoviy ta'sirga bardoshli va suvda kam bo'kadi. Ishchi Harorati 120-130 °S. Pentaplastning po'lat bilan ishqalanish koeffitsienti $f=0,12-0,20$ ga teng.

Ko'pgina shesternalar, vtulkalar, muftalar va boshqalar tayyorlashda poliformaldegid va epoksid smolalari ishlatiladi. Ular organik erituvchilarga bardoshli bo'ladi. Ishqalanish koeffitsienti: poliformaldegid va po'lat $f=0,3-0,35$, epoksid va po'lat $f=0,24-0,3$.

Polimerlar asosan yupqa qoplama sifatida ko'p qo'llaniladi.

Ayrim polimer materiallarning fizik–mexaniq va friktsion hossalari quyidagi jadvallarda keltirilgan:

Ayrim plastmassalar va boshqa nometal materiallarning fizik-mexaniq hamda friktsion ko'rsatkichlari

Materiallar	Mustahkamlik chegarasi, kg/sm ²		Ishchi Harorati, °S	Ishqalanish koeffitsienti
	Siqishda	Cho'zishda		
Termoreaktiv plastmassalar	800-1000	-	250-300	0,10-0,40

Termoplplst plastmassalar	-	700-800	100-120	0,15-0,40
Metallokeramik materiallar	2500-2800	-	300-500	0,25-0,40
Uglerodli materiallar	200-400	140-250	300-450	0,20-0,35

Aytm plastmassalarning ishqalanish koeffitsienti va yeyilishi (metall+lastmassa)

Material	Ishqalanish koeffitsienti		Nisbiy yeyilishi
	Statik	Dinamik	
Poliamidlar	0,20-0,25	0,25-0,30	200
Polifarmaldegid	0,15	0,20	65
Politeroftoretlen	0,10	0,15	8
Polikarbanat	0,30	0,40	2500
Poliuretan	0,30	0,40	340

Yupka koplamalarning friksion hossalari

Plastmassalar	Ishqalanish koeffitsienti	Plastmassalar	Ishqalanish koeffitsienti
Poliamidlar	0,04-0,05	Ftoroplast	0,032
Polikarbanat	0,032	Epoksid(ED)	0,032
Poliakrilat	0,040		

Tavsiya etilgan adabiyotlarlar ro'yxati

Asosiy adabiyotlarlar:

1. Икрамов У.А. Трибоника. Тошкент, Ўзбекистон, 2003, 336 бет
2. Қодиров С.М., Лебедев О.В.Трибология асослари. Т: ТАЙИ, 2000, 120 бет
3. Икрамов У.И., Левитин М.А. "Основы трибоники". Ташкент, Ўқитувчи, 1984 йил, 182 бет.
4. Bharat Bhushan "Introduction to tribology" second edition USA, Ohio 2013, book in 711 pages
5. 5. С.М. Taylor "Engine tribology" Netherlands 1993, book in 301 pages

Qo'shimcha adabiyotlarlar:

1. Йулдашев Ш.У., Машиналар ишончилиги ва уларни таъмирлаш асослари. Т, Ўқитувчи 1994 ,340 б..
2. Икрамов У.А., Механизм и природа абразивного изнашивания. Ташкент,Фан,1979,130 с.
3. Махкамов К.Х., Алматаев Т.О., Машиналар пухталиги. Андижон, Хаёт, 2002, 110 б.
4. Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комбалов В.С. Основы расчётов на трение и износ. М, Машиностроение 1977,526 с.
5. S.Eshkobilov Internet-axborot qidiruvi. Toshkeht, Fan 2006 yil.
6. Трение, изнашивание и смазка. Справочник \ под. ред. И.В.Крагельского\ Т. 1,2 М, Машиностроение,1978 г
7. С.С.Негматов Развитие трибоники в Узбекистане Тошкент. 1990.
8. Сайдалиев И.Н., "Трибоника" фанидан маърузалар матни. Андижон, Анд. МИИ, 2010, 104 бет.

