

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА
МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ
ИНСТИТУТИ**

Механика-технология факултети

Технологик машина ва жиҳозлар кафедраси



**«Технологик машиналарни ишдан чиқиш
назарияси» фанидан**

курс лойиҳаси

Лойиҳалади:
4 ау-13 гуруҳи
талабаси Одилов У

Лойиҳа раҳбари
_____ доц. А.Х. Қаюмов

Наманган-2013

КИРИШ

Мамлақатимизнинг иқтисодий жиҳатдан ривожланиши ишлаб чиқариш корхоналарининг фаолиятига боғлиқ. Жумладан, етиштирилган пахта хом ашёсидан тайёр маҳсулот ишлаб чиқариш учун унга дастлабки ишлов берилади, тўқимачилик ва енгил саноатдан ундан тайёр маҳсулот тайёрлаш амалга оширилади, ушбу жараёнларда турли хилдаги технологик машина ва жихозлардан фойдаланилади. Уларни узлуксиз равишда такомиллаштирилиб борилади.

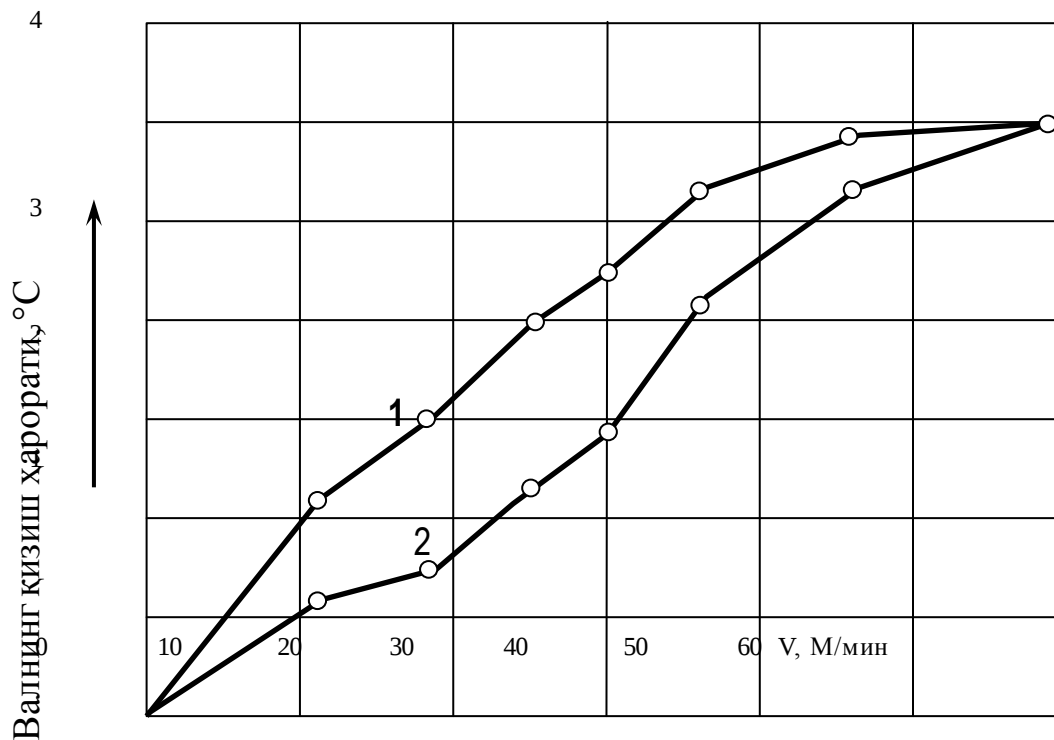
Одатда технологик машина ва жихозларнинг сифати уларнинг турли кўрсаткичлари: пухталиги, технологиябоплиги, тежамлилиги, патент олиш талабларига жавоб бериши, рақобатбардошлик ва бошқа кўрсаткичлари билан баҳоланади. Ишончлилиқ машинанинг хусусиятларидан бири бўлиб, унинг сифатини кўп жиҳатдан белгилаб беради.

Мана шу масалани инобатга олган ҳолда пахтанинг сифат кўрсаткичларига технологик занжир жихозлари таъсири катта. Шунинг учун пахтага дастлабки ишлов бериш саноатида технологик жихозларнинг бузилмасдан самаралироқ ишлаши кўп жиҳатидан уларнинг деталларини мустаҳкамлигига боғлиқдир. Бу асосан пахтага дастлабки ишлов беришда ишлатиладиган аксарият технологик жихозларнинг узатмаларида фойдаланиладиган вал кўринишидаги деталларнинг ишлаш жараёнини ўрганишни тақазо этади.

Вал кўринишидаги деталларнинг ишлаш жараёнида ҳарорат ортиши натижасида емирилиши

Валларни ишлаш жараёнида ажралувчи иссиқлик миқдорини аниқлаш учун бевосита ўлчаш усулидан фойдаланилади. Бу усулга кўра термopapa элементлари вазифасини ишлаётган вал билан таянч ўтайди. Валнинг ишқаланаётган юзага тегиб турган жойи термopapанинг кавшарланган жойи вазифасини ўтайди. Ишқаланаётган материалнинг бир томони мослама билан ва иккинчи томони эса айланадиган марказ билан маҳкамланади. Вал билан бир қилиб бириктирилган ва ҳалқа ваннадаги симобга теккизилган. Сезгир гальванометрнинг бир сими кескич билан иккинчи сими эса ваннадаги симоб билан уланган. Ишлаш жараёнида контакт жойининг (вал-ишқаланаётган материал) қизиши натижасида термоэлектр юритувчи куч ҳосил бўлади. Унинг қийматини гальвнометр кўрсатади. Табиий термopapанинг бу ҳатоликлари сабабини аниқлаш устида ўтказилган тадқиқот ишларида бу ҳатоликлар ишлаш жараёнида ишқаланиш юзасида вужудга келувчи оксид пардалар туфайли содир бўлишини кўрсатди. Шунингдек ишлаш жараёнида контакт юзаларда максимал иссиқлик ажралиб, қириндига, валга ва тайёрламага тақсимланади.

Бу шароитда ишқаланувчи юзада ҳосил бўладиган оксид пардалар асосий валга қараганда юқорироқ ҳароратга эга. Оксид пардаларнинг асосий валликидан фарқ этувчи ўз ТЭЮК ига эга бўлиши табиий термopapанинг кўрсатишига маълум ноаниқликлар киритади. Бу ҳатоликлар қиймати ҳосил бўлувчи оксид парда билан асосий валнинг термоэлектрик хоссаларига ва ҳарорат градиентига боғлиқ.

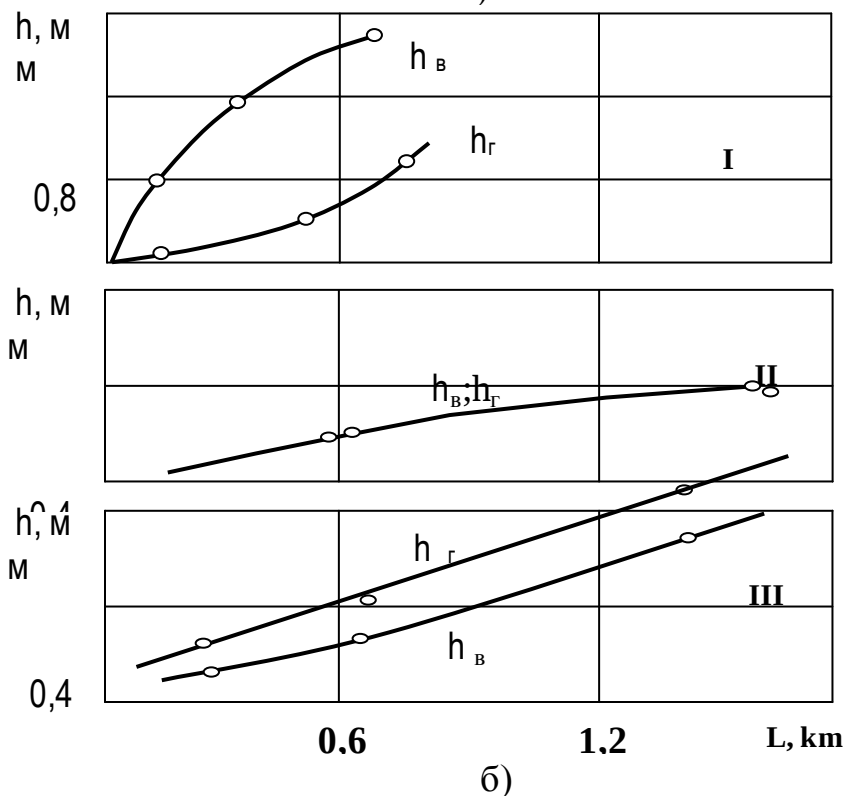
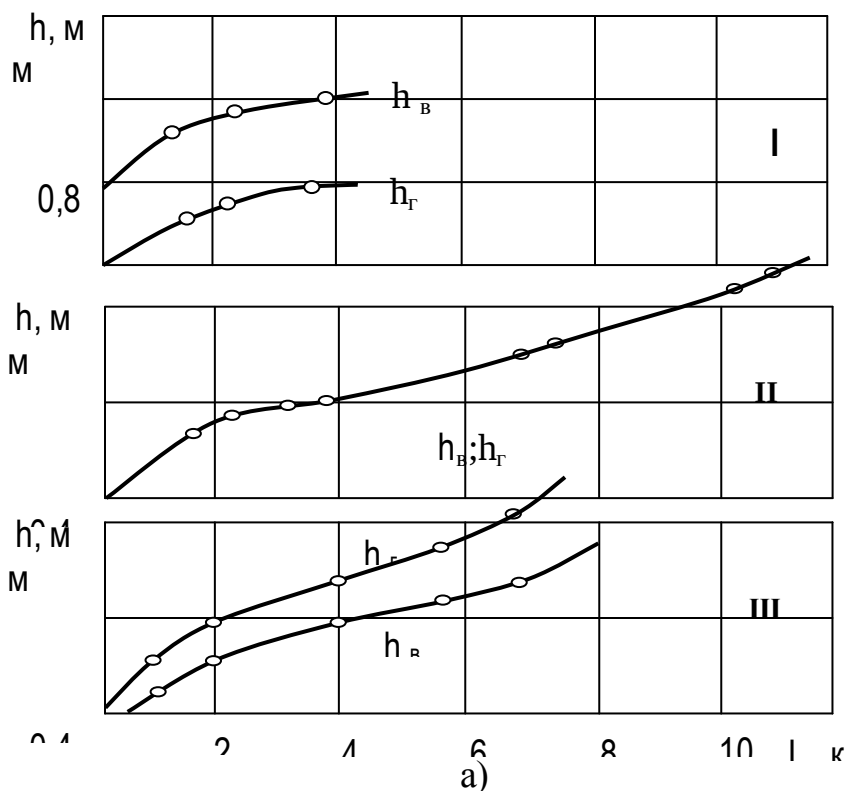


1-расм, 1-МСС сиз ишлашда; 2-водород сувини тепасидан қуйиб ишлашда.

Маълумки, материални аниқ кескичда йўналаётганда ҳосил бўлувчи оксид пардаларининг термоэлектрик ҳоссалари кесилаётган муҳитга боғлиқ. Ҳарорат градиенти эса ишлаш тезлиги ва совутиш тезлиги ортиши билан ортади.

Кузатишлар натижаси расмда келтирилган. Ейилишнинг бошланғич босқичида валнинг кичик ҳажми оксидланади, иккинчи босқичда эса оксидланиш қайишқоқ деформация қатламини бор чуқурлигида қамраб олади. Ейилишнинг биринчи босқичида ишқаланувчи валлар кислород ва валнинг материалининг қаттиқ эритмалари пайдо бўлади, иккинчи босқичда кислород вал билан кимёвий бирикади, натижада сиртки қатламнинг тузилиши сезиларли даражада ўзгаради. Кислороднинг сингиши ва қайишқоқ деформация бир-бирини ўзаро кучайтиради. Чунки қайишқоқ деформацияда валнинг орқа қатламида кўп миқдорда сирпаниш текисликлари ҳосил бўлиб, улар кислороднинг вал ичига киришини осонлаштиради. қайишқоқ деформация эса, ўз навбатида, сирпаниш текисликларида жуда кўп миқдорда сиртки қатлам тузилишининг қузғалувчанлигини оширадиган кислород атомлари пайдо бўлиши туфайли кучаяди.

Қузғалувчан оксид пардалари ейилишининг биринчи босқичида узлуксиз парчаланади. Яна пайдо бўлади ва майда заррачалар кўринишида чиқиб кетади. Иккинчи босқичда қайишқоқ деформацияланмайдиган мўрт оксидлар даврий равишда пайдо бўлади ва уваланади.



2-расм. Вал фаскасининг ейилиш кенглигининг ишлаш йўлига боғлиқлиги.

(а)-25ХГТмаркали пўлат –ВОК-60 керамикада, $t=0,5$ мм; (I– $r=1$ мм; $S=0,4$ мм/айл; $V=3,7$ м/с); II– $r=1$ мм; $S=0,1$ мм/айл; $V=3,75$ м/с; III– $r=4$ мм; $S=0,1$ мм/айл; $V=3,7$ м/с;
 (б)-ст.45-Т15К6 қотишмада; $t=1,5$ мм (I– $r=0,25$ мм; $S=0,4$ мм/айл; $V=3,3$ м/с; II– $r=1$ мм; $S=0,1$ мм/айл; $V=2,7$ м/с; III– $r=4$ мм; $S=0,1$ мм/айл; $V=4,7$ м/с).

Оксидловчи ейилишда валларнинг ейилишга чидамлилиги валнинг қайишқоқлигига, унинг оксидланиш тезлигига ва оксидларнинг табиатига боғлиқ. Юмшоқ валлар қаттиқ валларга нисбатан оксидловчи ейилишга кўпроқ учраши аниқланган.

Оксидловчи ейилиш, иссиқдан ейилишдан фарқли ўлароқ, нисбатан енгил иш шароитларида, кичик сирпаниш тезликларида, ўртача солиштирма юкланишларда пайдо бўлади. Юқори каттиқликдаги оксидлар босқичма-босқич емирилганда, оксидловчи емириш абразивдан ейилишга ёрдам беради.

Иссиқдан ейилиш сиртлар катта сирпаниш тезликлари ва катта солиштирма босимларда ишқаланиши натижасида юзага келувчи иссиқлик таъсирида содир бўлади. Кўп миқдордаги иссиқликнинг чуқур қатламларга кириб боришига улгуриб олмаслиги оқибатида валлнинг сиртки қатламлари қизийди, натижада турли ички ўзгаришлари юз беради. Бунда валл юмшаши, анча катта колдик деформациялар, ёпишиб қолиши ва бу билан боғлиқ валларнинг ёпишиб қолиши юз бериши мумкин. Айтиб ўтилган хамма жараёнлар валлар ишқаланувчи сиртларининг кичик хажмлари тез ейилишига олиб келади. Валл иссиққа қанча чидамсиз бўлса, валнинг сирти шунча жадал ейилади.

Шуни айтиб ўтиш керакки, айрим олимларнинг (масалан профессор М. М. Хрущёвнинг) фикрига кўра, иссиқдан ейилиш асосий тур эмас ва келгусида ўрганилиш керак.

Равшанки, валлар сиртки қатламларининг ишқаланишдаги иссиқлик ҳолати аввал айтиб ўтилган ейилишнинг асосий турлари пайдо бўлиши ва фаол кечишига ёрдам беради.

Ишқаланувчи жуфтликларнинг тирқишларига тушиб қолган абразив зарралар юкланиш таъсирида, шароитга боғлиқ равишда, ишқаланувчи сиртларга ботиб кириши, майда бўлақларга бўлиниши, ейилувчи сирт буйлаб сирпаниб ёки думалаб, уларни эгилувчан ёки қайишқоқ деформациялаши мумкин.

Машиналарнинг иш бушлиқлари ва ишқаланувчи узелларига абразив зарралар ёнилғи хамда мойлаш ашёлари билан бирга ва бошқа йулар билан кириб қолиши мумкин. каттиқлиги 11-12 Кпа га етадиган кварц зарралари энг катта ейилтирувчи таъсир кўрсатади. 1-30 мкм ўлчамли бу заррачалар хавода узок вақт бўлиши мумкин.

Ейилиш жадаллиги паст бўлганда тирқишдаги тахминан 0, 01 мкм ўлчамли зарралар ишқаланиш кучига катта таъсир кўрсата олмайди. Ейилиш жадаллиги ортиши билан зарраларнинг ўлчами катталашади ва уларнинг ейилиш жараёнида қатнашиш хиссаси зиёдлашади. Натижада қандайдир сабаб туфайли бошланган жадал ейилиш сиртларнинг сезиларли равишда шикастланишига олиб келади. Хатто дизеллар ёнилғи аппаратларининг прецизион жуфтликлари сингари яхши химоя қилинган валлари хам ёнилғи билан бирга кирган абразив зарралар таъсирида ейилади. Ейилиш натижасида киритиш дарчалари, қирралари ва плунжерлар учлари емирилади, шунингдек, плунжерда ва насос деворларида буйлама тирналишлар пайдо бўлади. Насос форсункалар ёки юқори босимли насосларнинг ейилиши узатилаётган ёнилғи миқдорини бузади, унинг оқиши ва сифатсиз пуркалишига олиб келади.

Юмшоқ антифрикцион қатламли подшипникларга тушган абразив зарралар бу қатламга ботиб киради ва туташ вални ейилишини тезлаштиради. Подшипник ашёсининг абразив зарралар билан ифлосланган мойда хам ишлай олиши унинг муҳим таснифи хисобланади. Бирок баббитга хос бўлган камчиликлар туфайли (чидамлилиқ чегараси кичик), айниқса, қатламнинг қалинлиги катта бўлганда, қурғошинли бронза, кумуш ва подшипникбоп ашёлар ишлатилади. Аммо улар каттиқлиги юқорилиги туфайли абразивли мойлаш ашёсида баббитга қараганда ёмонроқ ишлайди.

Моторлар ишлаётганда подшипник ашёсининг устки қатламига албатта қаттиқ зарралар ботиб кириб, бутун ресурс мобайнида подшипникнинг ишига таъсир қилади. Бу уринда абразив зарралар ботиб кириши оқибатида бутун фойдаланиш давомида моторлардаги бронзали подшипникларнинг антифрикцион хоссалари қанчалик пасаяди ва бу хол уларнинг қадалиб қолиши ва ишдан чиқишига олиб келмайдими, деган савол тугилиши мумкин. Поршенли моторлар подшипникларининг антифрикцион хоссаларини аниқлаш мақсадида ишқаланиш машиналарида ўтказилган тадқиқотлар ишлатилган подшипникларнинг ишқаланиш коэффициентини хамда сийқаланиш янги подшипникларникига нисбатан мос равишда 20-30 ва 30-40 % каттароқ, қадалиб қолишгача бўлган юкланиш эса 20-30 % камроқ бўлишини кўрсатади.

Маълумки қаттиқ жисм заррачалари (атомлари, молекулалари, ионлари) ўртасида тортишиш ва итариш кучлари мавжуд. Бу кучлар остида жисм ичкарасидаги зарра хар тарафдаги заррачалар билан боғланган холатда мувозанатда туради. Ташқи қатламдаги зарра юқори томондан узи каби зарра билан боғланмаганлиги учун ортиқча потенциал энергияга эга бўлиб ўзгарувчан электромагнит майдонни ҳосил қилади. Бу майдон жисм юзасига яқинлашган бошқа моддаларнинг молекулаларини жисм юзасига тортади. Натижада оддий шароитда қаттиқ жисм юзаси доимо адсорбланишган газ, буг қатламлари билан қопланган бўлади. Адсорбланиш физик ва кимёвий бўлиши мумкин. Физик адсорбланишда қаттиқ жисм юзасига газли мухит зарраларини тортилиш Вандер-Вальс кучлари туфайли бўлса, кимёвий адсорбланишда қаттиқ жисм сиртидаги зарралар ташқи мухит молекулалари билан кимёвий реакцияга киришиши туфайли ўз хусусиятларини ўзгартиради. Демак, оддий холатда икки қаттиқ жисм юзалари бевосита эмас, балки бу юзаларда ҳосил бўладиган бошқача хусусиятли пардасимон қатламлар орқали туташар экан.

Мухит валь сиртига таъсир қилмайди деб фараз қилинадиган бўлса, у холда абразив зарраларнинг ашё билан ўзаро таъсирлашувининг икки турини фарқлаш лозим.

1. Т ў ф р и з а р б. Зарраларнинг массаси, уларнинг тушиш тезлиги, абразивнинг хоссалари ва валь ашёсининг физик-механик хоссаларига қараб эгилувчан деформация, қайишқоқ деформация, мўрт емирилиш, тангалар кўринишдаги ашё ажралган холда ўта парчаланиш юз беради.

2. Қ и я з а р б. Таъсир этиш бурчаги ишқаланиш бурчагидан катта бўлмаганда сиртнинг шикастланиш турига импульснинг уринма ташкил этувчиси ва ашёнинг сиртига уринма кучлар таъсир қилишига қаршилик кўрсатиши кучлик таъсир қилади. Илмий ишлар натижасига кўра, таъсир этиш ишқаланиши катталашганда резинанинг ейилиш тезлиги кичиклашади, кейин эса доимий бўлиб қолади, бошқа ашёларда эса, абразивнинг хамда ейилаётган сиртнинг қаттиқликлари нисбатига қараб, ейилиш тезлиги узлуксиз орта бориб, таъсир этиш бурчаги маълум қийматга етганда энг катта қийматига эришиши, кейин эса пасайиши мумкин.

Баъзи холларда резинанинг ейилишига чидамлиги тобланган пулатникига нисбатан бир неча барабар юқори бўлади, бошқа холларда эса (таъсир этиш бурчаги нолга тенг бўлганда) сиртининг толикиб емирилишининг фрикцион табиати туфайли резинанинг ейилишга чидамлилиги пулатникидан паст бўлади. Газабразивли ейилиш чангли ёкилги билан исиладигон

козонларда, ниевиатранспортер валларида; гиуроабразив ейилиш насос, гидробрин, таксимлагич тускич, турли кувурлар каби курулмаларнинг валларида учрайди.

Бу турдаги ейилиш суюклик ёки газ таркибидаги катик зарралар таъсирида юз беради. Бунда валнинг сиртки қатлами бушашди, юзанинг юқори контакт кучланишдан шикастланиши, абразив заррадан микроқирқилиши. контактли толикиш, юқори хароратдан микрохажмий эриши каби жараёнлар юз бериши мумкин, зарб тик ($\alpha < 90^\circ$) таъсир этса сирт қатламда мўртли, толикишли ва ярим деформацияли микрохажмий шикастланишлар содир бўлади. Зарб бурчакли камайганда ($\alpha < 90^\circ$) материал кесимли узунлиги ёки ярим деформацияли тикналишга уўчрайди. Ейилиш суратига абразив зарраларининг муҳитидаги микдори, шакли, каттиятлиги, динамик мустаҳкамлиги ҳамда валлар материалнинг физик-механик хоссалари таъсир этади.

Амалий ҳисобларда абразив заррача оким таъсирида ейилиш сурати куйидагича аникланади.

$$I = aV^m$$

a - вал материал ва зарб бурчагига боғлиқ коэффиценти:

m - факат вал материалларига боғлиқ кўрсаткич (пулат 3 учун $m=2,3$; тобланган пулат 45 учун $m=2,5$; ок чуян учун $m=2,8$; базальт учун $m=2,9$).

V - оким тенглиги.

Такикотлар абразив ва материал катнашганларининг нисбий $H_{Ba}/H_{Bm} > /$ ортган сари абразив заррали оким таъсирида ейилиш сурати кескин ошишини кўрсатди.

Толикиб ейилиш (валлнинг емирилиши)-шартли ва умумлаштирувчи таърифдир. Унга валларнинг кучлар йуналиши ўзгартирилган ёки циклик юкланишлар таъсирида синиши, шунингдек, чечаксимон ейилиш киритилади.

Толикиб ейилишнинг узига хос белгилари-сезиларли даражадаги колдик деформациялар бўлмайди, дарзнинг катталашиши минтакасида валнинг синган сирти силлик бўлади, синиш минтакасида сирт гадир-будир ва мўрт кристаллсимон синиш излари бўлади.

Валларнинг толикиб емирилиши куйидаги боскичларда кечади: валнинг мустаҳкамланишига олиб келадиган кристаллитлараро сирпаниш боскичи; толикиб дарз кетишнинг пайдо бўлиши ва тупланган зурикишлар натижасида валнинг емирилишига олиб келадиган улчамларгача катталашиш боскичи.

Циклик тарзда юкланганда валнинг мустаҳкамланишига сирпаниш окибатида юзага келадиган ва кристалл тёкисликлар буйлаб иккиланувчи колдик деформациянинг тупланиши сабаб бўлади.

Циклик юкланиш шароитида чидамлилиқ чегараси валлнинг ишлаш кобилияти мезони бўлиб хизмат килади. У хар кандай юкланиш циклари ичида ашё дош берадиган энг катта юкланиш сифатида аникланади. У ёки бу ашёнинг чидамлилиқ даражаси бир қанча намуналарни махсус машиналарда синаш оркали аникланади.

Бирок, муайян валларнинг чидамлилиқ чегарасини синовлар асосида баҳолаш жуда шартлидир. Чидамлилиқ чегарасига масштаб омили, яъни

намуна ва муайян вал улчамларининг нисбати, конструктив ҳамда технологик омиллар катта таъсир кўрсатади.

Конструктив омилларга бир кесимдан бошқасига ўтиш жойлари, уйиклар, арикчалар, тешиklar ва бошқалар, технологик омилларга эса сиртларнинг ишланиш тозалиги, валлар сиртига копланган қатламларнинг колдик зурикишлари ва шу кабилар киради.

Валлар таъмирланганда уларнинг улчамлари, конструктив шакллари, валл сиртқи қатламларининг хоссалари ўзгаради; бунда чидамлилиқ даражаси жуда пасайиши мумкин. Шу сабабли ишораси ўзгарувчан юкланишларда ишлайдиган валлар учун уларнинг таъмирлаш технологияси ишқаланиш ва ейилишни хисобга олган холда тугри танлаш жуда муҳимдир.

Валларнинг ейилиши билан толикиб мустаҳкамланиши ўртасида анча мураккаб боғлиқлик мавжуд. Механик ишлов бериш (тозалаш ва сайкаллаш) йули билан ейилиш изларини батамом йуқотиш мумкин. Шунда баркарор тузилишдаги пулатларнинг дастлабки мустаҳкамлиги тикланади.

Чечаксимон ейилиш- думалашдаги ишқаланиш натижасида машина валлари сиртларининг емирилиш жараёни бўлиб, бунда сиртда ута кичик дарзлар пайдо бўлади ва айрим жойлари уваланади. Ейилишнинг бу тури шестернялар тишлари, шарикли ҳамда роликли подшипниклар ва иш сиртларининг ўзаро таъсирлашуви шароити шунга ухшаш бўлган бошқа валлар учун хосдир.

Чечаксимон ейилиш валлнинг қайишқоқ деформацияси, ички зурикишлари ва толикишнинг алоҳида ходисалари билан боғлиқ. Проф. Б. И. Костецкий чечаксимон ейилишнинг асосий принциплари бир вақтда думалаш ва сирпанишда узатиладиган куч таъсир килиши натижасида вужудга келувчи сиқиш ва силжитиш кучланишларидан ҳам иборатлигини аниқлаган.

Чечаксимон ейилишда валлнинг емирилиши ута кичик ва катта дарзлар пайдо бўлиши билан ифодаланади. Бу дарзлар ишқаланиш сиртига нисбатан кичик бурчаклар остида жойлашади, кейин улар катталашиб чечаксимон чуқурча ҳамда уйикчаларга айланади.

Чечаксимон ейилишнинг катталиги ва жадаллигига ташки юкланишларнинг жойлашиши, ички зурикишларнинг таксимланиши ва такроррий юкланишларда валл хоссаларининг ўзгариши таъсир килади. Чечаксимон ейилиш шароитида ишлайдиган машинанинг ейилган валларини таъмирлаш усулини танлашда ана шу омилларни албатта эътиборга олиш зарур.

Узок ва кт мобайнида ейилишнинг ва ишқаланиш кучи камайишининг олдини олиш мақсадида машина валлари ишқаланувчи сиртининг қаттиқлиги ошириб келинди. Бу холда бир сиртнинг бошқа сиртга ботиб кириши камаяди, қайшикок деформациялар ва оксидловчи жараёнлар, шунингдек, абразивнинг таъсири камаяди. Хозиргача валлар қаттиқлигини оширишнинг цианлаш, сиртни тоблаш, қаттиқ валларни эритиб коплаш каби жуда кўп усулларни ишлаб чиқилган. Кўп йиллик тажриба, бу усуллар ишқаланувчи валларнинг ишончлилиги ва чидамлилигини ошириш имконини берганлигини кўрсатади. Масалан, ички ёнув мотор цилиндрларини

электролитда хромлаш цилиндр - поршень халкаси жуфтлигининг ейилишгача чидамлилигини чуян цилиндрларникига нисбатан 4-5 баравар оширибгина колмай, моторларнинг цилиндр-поршенли гурухидаги ишқаланишда бўладиган исрофларни ҳам бир неча марта камайтиради, очик валларни хромлаш эса тишларнинг ейилишга чидамлилигини оширади ва узок вақт саклаш жараёнида коррозияланишдан химоялайди.

Ташки қатлам хусусиятларини ўзгариши махсус ҳолатларда яни, унга механик ишлов бериш ёки ишқаланиш жараёни пайтида ҳам руй бериши мумкин. Ишқалани жараёнида сиртлардаги деформацияланиш ва юқори харорат, ташки мухит ва сирт қатлам ўртасидаги физик-химик жараёнлар, қаттиқ жисмнинг сиртқи қатлами хусусияти ўзгаришига сабаб бўлади.

ИШЛАЁТГАН ВАЛ ТАЯНЧ МАТЕРИАЛИНИ ЎЗАРО ТАЪСИРИ

Тадкикотлар валга ишлов берилаётганда ҳосил бўладиган кучлар ва диффузион жараёнлар натижасида сиртқи қатламнинг механик мустаҳкамлиги ва микроқаттиқлиги куйи қатламларга нисбатан ортишини кўрсатди. Аммо механик ишловда сирт қатламлар титилиб ташки мухит молекулаларининг криши осонлашиб Ребиндер эффекти руй бериши мумкин. Бу ҳолда қаттиқ жисм микроёрикларининг деворларида ташки мухит молкулалари адсорблашиб сиртқи қатлам энергиясини камайтиради. ва уни емирилишини тезлатади.

Сирт қатламда ҳосил бўладиган макро ва микро кучланишларнинг миқдори ва ишораси механик ишлов тури ва режимига, мойлаш-совўтиш суюклигига, ишлаётган валсифати ва туташишдаги ишқаланиш жараёни параметрларига боғлиқ бўлади. Масалан, йунишда сиртдаги 50-200 мкм калинликдаги қатламда чузувчи кучланиш ҳосил бўлади. Жилвирлашда чузувчи, фрезерлашда ҳам чузувчи ҳам сикувчи колдик кучланишлар ҳосил бўлади.

Сирт қатлам мустаҳкамлигини камайишидаги адсорбцион (Ребиндер) эффекти ташки ва ички турларга бўлинади.

Молекуласи нисбатан йириклиги сабабли сиртдаги микроёрикларга кираолмайдиган органик кислота ва спиртлар таъсирида ташки , микро ёриклар ичига кираоладиган кичик молекулалимоддалар таъсирида ички адсорбланиш эффекти руй беради.

Ребиндер эффектининг кимёвий ва электрокимёвий жараёнлардан, коррозия ёки қаттиқ жисмни ташки мухитда эришидан фарқи шундаки у факат ташки мухит ва маълум кучланиш ҳолатларининг биргаликдаги таъсиридагина юз беради. Ребиндер эффекти сирт юзалари янгиланиб турадиган шароитларда ҳамда қаттиқ жисмда нуксонлар мавжуд бўлган ҳолларда кўп учрайди. Суюлган осон эрувчи валлар кийин эрувчи валларга кучли фаол юза мухит сифатида таъсир этиб уларнинг мустаҳкамлигини кескин камайишига сабаб бўлиши мумкин.

Машиналар валлари сиртнинг ейилиши жараёни мураккаб бўлиб, кўпгина омилларга боғлиқ. Бу омиллар машиналардан фойдаланиш шароитларида турлича бўлади. Уларга биринчи навбатда куйидагилар киради: валлар сиртига тушадиган юкланиш ; туташмалар ишининг харорат тартиби; мойнинг борлиги, характери ва

хоссалари; мойлаш ашёсининг механик аралашмалар ейбилан ифлосланганлик даражаси, аралашмалар таркиби ҳамда улчамлари; валларнинг бир-бирига нисбатан жойлашиши (кузгалувчан туташмалар учун); туташ жуфтликларнинг бошка иш шароитлари (титирашга, коррозияга учраши ва хоказо).

Машиналарни лойихалаш, тайёрлаш ва таъмирлаш билан шугулланувчи мутахасислар учун ейилишнинг асосий омиллари ва конуниятларини билиш катта аҳамиятга эга. Бу билим валларни таъмирлаш усулини тугри танлаш ва фойдаланиш жараёнида улар тез ейилишнинг олдини олиш имконини беради.

Машиналардаги ишқаланувчи валларнинг ейилиш омиллари куйидаги хилларга ажратилади:

- 1) ишқаланиш сиртларидаги солиштирма босим;
- 2) валлар сиртининг қаттиқлиги ;
- 3) ашёнинг тузилиши (структураси) ;
- 4) валлар сиртининг сифати ва хоказо.

Сиртнинг сифати деганда вал геометрик параметрларининг ана шу вални тайёрлашда ишлатилган ашё сиртқи қатлами физик хоссаларнинг мажмуи хисобланади.

Геометрик параметрлар валга ишлов берганда коладиган излар-тулкинсимон ва гадир-будир, тулкинсимон ва силлик, тёкис ва гадир-будир, тёкис ва чизикли йуналиши билан белгиланади.

Валларнинг физик хоссаларига тузилиш микроқаттиқлик, парчаланиш чуқурлиги, колдик зурикиш, иссиқка чидамлилиқ, мой билан ўзаро таъсирлан иш, кимёвий восита, кислород ва газлар билан ўзаро таъсирланиш ва шу кабилар киради.

Стандартларда валларнинг микрогеометрияси, гадир-будирлиги ва сиртқи қаттиқлиги белгиланган, бу эса вал сиртқи қатламининг тузилиши хакида фикр юритиш имконини беради.

Туташ валларнинг ейилишига факат асосий омиллар хал килувчи таъсир кўрсатади. Ана шу омилларни аниқлаб олиш лозим. Масалан, сирпаниш подшипниклари (сеялкалар, культиваторларнинг таянч галтакларидаги ишқаланувчи жуфтликлар, пахта териш машинаси шпинделининг пастки таянчи) учун бундай омилларга юкланишнинг катталиги ва таъсир килиш характерини, валлар ишқаланувчи сиртларининг сирпаниш тезлигини ва уларнинг ўзаро таъсирлашадиган минтакадаги мухитнинг ҳолатини кўрсатиш мумкин. Тракторларда мазкур жуфтликларга тирсакли вал ва таксимлаш валининг подшипникли узеллари мисол бўлади. ишқаланувчи жуфтликларнинг юкланиш тартиби подшипникка тушадиган солиштирма юкланиш билан ифодаланади. Унинг ўртача киймати 4-7 Мпа га, жадаллаштирилган дизеллар учун кўпи билан 12-13 МПа га тенг. Туташ валларнинг сирпаниш тезлиги двигатель тирсакли валнинг айланиш частотасига караб 6-7 м/с атрофида (10 м/с гача) бўлади.

Машиналар валларининг ейилиш механизими ва уларнинг камчиликлари.

Маълумки, хатто синчиклаб ишлов берилган сиртларда ҳам нотёкисликлар колади. Ишқаланувчи сиртлар бир-бирига нисбатан сурилганда нотёкисликларнинг айрим чиқиклари факат қайишқоқ деформацияга учрайди, юкланиш олингандан сунг бу деформация йуколади. Нотёкисликларни бошка чиқиклари эса пластик деформацияга учрайди(эгилади, эзилади, силжийди).

Бундан ташкари, туташ сирти кичик бўлганидан айрим чиқикларга тушадиган хакикий солиштирма юкланишлар хисобий юкланишлардан анча катта

бўлади. Чунончи, подшипникка тушадиган хисобий юкланиш 3 МПа га тенг бўлганида сиртнинг айрим нукталаридаги хакикий солиштирма босим 3 Мпа га етиши мумкин. Катта солиштирма юканишлар тез пайдо бўлганда сиртнинг айрим қисмлари 450- 1000 С гача қизийди, бу эса уларнинг эриб бир-бирига ёпишиб қолишига ва кейин котган қисмларнинг узилишига олиб келади. Натижада сиртларда эриган ва олинган жойлар пайдо бўлади. Машиналарнинг янги ёки тикланган валлари нотугри сийкалантирилганда, шунингдек, валларни тиклаш ва узелларни йиғиш технологияси бузилганда кўпроқ юқоридаги ходисалар содир бўлади.

Ишқаланувчи сиртларнинг оддий кўз билан ёки микраскоп оркали аниқланадиган алохида элементар жараёнлар куринишда содир бўлади. Бу жараёнларни кушилиб кетиши сиртларнинг ашёсига ва ишқаланиш шароитига боғлиқ. Ишқаланувчи сиртлар емирилишининг оддий турлари куйидагилардан иборат :

Сийкаланиш. Ишқаланувчи сиртларда майда нотёкислик ва говаклар бўлиши зарур, чунки улар қизийдиган чиқиклар ва мой учун микросовуткичлар вазифасини утайди.

Шу сабабли, тиклашдан ёки тайёрлашдан сунг валлар сиртида юзага келадиган нотёкисликлар энг макбўл гадир-будирликка эга бўлиши, бу гадир-будирлик валлар меъёрида сийкалангандан кейин вужудга келадиган нотёкисликларга мос келиши керак.

Бу талаб бажарилмаса, сийкаланиш жараёнида валларнинг ишқаланувчи сиртлари тез емирилади ва уларнинг улчамлари ўзгаради. Бу ходиса нотёкисликлар ушбу туташманинг ишлаш шароити, сиртларнинг ашёси ва хакозолар билан белгиланадиган улчамгача кичрайгунча кадар давом этади.

Валларга яхшилаб ишлов берилса, унинг сиртларидаги нотёкисликлар камрок бўлади. Бу холда сийкаланиш жараёнида сиртлар кам ейилади. Аммо ишлов беришнинг бу усули самарасиздир, чунки силлик сирт хосил қилиш учун киммат ва сермехнат жараёнлар талаб этилади. Бошқа томондан, кўпгина валлар (плунжёрлар, цилиндрларнинг силлик сирти ва хакозо) учун бунинг зарурати йук, чунки маълум вақт утгандан кейин уларнинг гадир-будирлиги энг макбўл кийматга етади.

Микроқирқилиш. Абразивнинг қаттиқ зарралари ёки ейилиш махсуллари сиртга анча чуқур ботиб кирганда улар ашёнинг микроқирқилиш натижасида микроқирқинди хосил бўлиши мумкин. Ишқаланиш ва ейилишда микроқирқилиш кам содир бўлади, чунки амалдаги юкланишларда ботиб кириш чуқурлиги бунинг учун етарли бўлмайди.

Ишқаланувчи сиртда юзага келган ёки пайдо бўлган зарралар сирпанганда ашёнинг хар томонга силжитиб ва кутариб уни кийнайди. Ботган зарра таъсирлашиш жойидан чиқканда, майдаланганда, ишқаланиш соҳасидан чиқиб кетганда тирналиш тухтайди. Бир жойнинг қайта-қайта ва бир хил жадаллик билан тирналиши ишқаланувчи сиртларда камдан-кам руй беради, кўпинча навбатдаги қайишқоқ деформация минтақаси илгари хосил бўлган тирналиш изини ёпиб кетади. Ишқаланувчи сирт сирпаниш йуналишига деярли параллел жойлашган излар билан копланади, бу излар орасида энг кўп марта қайишқоқ деформацияланган ва парчаланган, яъни қайишқоқ деформацияланиш хусусиятини йукотган ашё жойлашади. Бундай жойга юкланиш тушганда осонгина дарзлар пайдо бўлади. Бу дарзлар катталашганда ашё асосдан ажралади.

Равшанки, факат сирпанувчи зарраларгина эмас, балки думаловчи зарралар ҳам сиртни тирнаши мумкин. Ботб кирган зарра харакатланганда ашёнинг қаттиқ ташкил этувчисига тиралиб бир томонга огиши мумкин. Шу сабабли сиртдаги тирналиш йуналиши валнинг харакат йуналишига аник мос келмаслиги мумкин.

қатламланиб кучиш. Ковушқок окиш чогида ашё бир томонга сикилиб сурилиши ва кейин окиш қобиляти тугагандан сунг қатламланиб кучиши мумкин. Окиш жараёнида ашё оксид пардаси устига чиқиб колади ва асос билан боғланишини йукотади. Агар жисмларнинг чизикли ва нуктали ўзаро таъсирида қатламнинг чуқурлиги буйича зуриқиш ашёнинг толиқиш қаршилигидан катта бўлса, иш вақтида дарзлар пайдо бўлиб, улар ашёнинг тангасимон тарзда ажралишига сабаб бўлади. Бундай ходиса тобланган ёки цементитланган валларда кўп кузатилади. Валлдаги шлакли кушилмалар, эркин цементит ва хакозо куринишдаги нуксонлар ҳамда анча катта колдик чузилиши зуриқишлари қатламланиб, кучишга сабаб бўлади.

Эзилиш. Валлар ишлаётганда ейилиш билан бирга эзилиш жараёни ҳам юз беради. Бунда туташ валларнинг сиртқи қатламида валнинг қайишқок деформацияланиши, кайириши, синиши ва кесилиши содир бўлади.

Эзилиш жараёнини бошида валлар улчамлари ўзгаради, аммо массаси аввалгидек колади. Кейин деформацияланган қисмларда валнинг айрим зарралари ажралади, натижада валларнинг массаси ҳам, улчамлари ҳам ўзгаради. Резбали бирикмаларнинг валлари, шунингдек, кузгалмас бирикмалардаги валлар (туташувчи валлари бўлган думалаш подшипникларинг халкалари, трактор двигателлари ҳамда рамаларининг таянч сиртлари ва хакозо) кўпрок эзилади.

Уваланиш-ашё толиқиб ейилганда ундан зарралар ажралиши натижасида ишқаланувчи сиртида унқир-чунқирликлар пайдо бўлиш жараёни. Уваланиш шарикли ва роикли подшипникларда кўпрок учрайди. Ейилишнинг бу турида аввал катта солиштирма босим (4,5-5 МПа) натижасида халканинг думалаш йулчасида уйикча (шарик ва роикни изи) пайдо бўлади.

Уйикча масалан, машиналар темир йулдан ташиб кетилаётганда думалаш йулчасининг бир жойига роик ёки шарик қайта-қайта урилиш натижасида ҳам юзага келиши мумкин.

Шикастланишнинг бу тури валларнинг думалаш шароитда ишлайдиган иш сиртларида кўпрок учрайди. Четлари ихтиёрий шаклдаги узук-юлук чуқурчалар уваланишга мосдир. қотишманинг қаттиқ ташкил этувчилари (унинг юмшок асоси ейилиб бўлгандан сунг уваланади), ок қатламнинг зарралари, антифрикцион валл қатлами зарралари (толиқиб шикастланганда уваланади), валлаш копламасининг зарралари ва хакозолар уваланиши мумкин.

Ишлов берилгандан сунг сиртқи қатламда коладиган юқори чузилиш зуриқишлари, цементитлаш ва эскиришдан сунг пайдо бўладиган дарзлар, шунингдек, ишқаланиш натижасида ёки коникарсиз мойланиши туфайли юзага келувчи катта термик зуриқишлар уваланишга абаб бўлади.

Уваланиш содир бўлишидан олдин ашёнинг кичик бўлагини ашёнинг асосий қисмидан ажратиб турадиган дарзлар юзага келади ва улар аста-сёкин катталашиб боради. Шундай килиб, дарз пайдо бўлиши уваланиш ҳамда қатламланиб кучиш жараёнларининг таркибий қисми хисобланади. Термик зуриқиш туфайли пайдр бўлган дарзлар бирмунча катта майдонга ёйилиши ва бу дарзлар катталашишнинг муайян боскичида бракнинг белгиси бўлиб хизмат килиши мумкин. Шу сабабли

ушбу нуксонга ишқаланувчи сиртлар шикастланишининг алохида бир тури сифатида қаралиши лозим.

Жисмлар бир-бирига нисбатан ҳаракатланганда уларнинг ўзаро молекуляр таъсирлашуви оқибатида юзага келган қатлам бир ёки икки ашёдан мустаҳкамрок бўлганлиги сабабли чуқур уйилиш содир бўлади. Емирилиш жисмларидан бирининг ички қатламларида юз беради. қайишқоқ ашёларнинг емирилган сиртлари ҳаракат йуналишида чузилган чиқиб турувчи дунгликлар ва ашёнинг ичи томони торайиб борувчи конуслар куринишда бўлади. Уйилган жойларга туташиб турувчи қисмлар кўп ёки кам даражада қайишқоқ деформацияланади. Юлинган ашё туташган сиртда қолади. Бу ишқаланиш натижасида ашёнинг кучиш сабабларидан биридир. Бунда қотишманинг айрим ташкил этувчилари бир-бирига ёпишиб қолиши, қолган ташкил этувчилари эса сурков ашёсига бориб тушиши ёки ишқаланиш соҳасидан чиқиб кетиши ҳам мумкин.

Абразив зарралар мой, чанг, тупрокда, гуза шохларида бўлади. Бу зарралар туташмадаги ишқаланувчи сиртларга турлича таъсир кўрсатади. Ишқаланувчи сиртлардан бири одатда юмшокрок ашёлардан тайёрланганлиги сабабли қаттиқ зарра ишқаланувчи сиртлар орасида ҳаракатланганда юмшок асосга қадалиб, қаттиқрок вални сиртини тирнайди. Масалан, баббитли подшипникларга тушган зарралар уларга ботиб қиради ва валлар буйинларини тирнайди.

Абразив зарралар қаттиқрок қотишмалардан ясалган сиртлар орасига, масалан, кугошинли бронза куйилган подшипникларга тушганда қотишмага ботиб қира олмайди. Улар вал буйни билан подшипник орасидан утиб, уларнинг сиртини тез емиради. Шунинг учун кургошинли бронзадан ясалган подшипникларни валга урнатишда баббитли подшипникларга қараганда 2 баробар катта тиркиш қолдирилади.

Ишқаланувчи валлар орасига абразив зарраларнинг кириб қолиши марказлаштирилган усулда мойланадиган машиналарда айникса кўп кузатилади. Ажралган валл зарралари мойга кушилиб, туташмаларга боради ва бу ерда юмшокрок сирт билан ўзаро таъсирлашади. Ташки муҳитдан кирган абразив зарралар билан ҳам шундай ҳодиса кузатилади.

Занжирли (гусеницали) тракторлар юриш қисмларининг валлари, тупрок казийдиган машиналарнинг валлари, ерга ишлов берувчи машиналарнинг иш органлари абразив зарралар таъсирида энг тез ейилади.

Порф. М. М. Хрушчов абразив ейилишнинг куйидаги асосий (фундаментал) қонунларини тақлиф этган :

1. Ўзгармас шароитда ейилиш қиймати ишқаланиш йулига тугри мутаносибдир :

$$U = f(\text{const}) \cdot S \quad (1)$$

2. Бошқа ўзгармас шароитларда ейилиш қиймати ишқаланиш тезлигига боғлиқ, яъни ейилиш тезлиги ишқаланиш тезлигига тугри мутаносибдир :

$$dU/dT = c \cdot p \cdot V \quad (2)$$

бу ерда U-ейилиш қиймати ,мм; T-вақт,соат; C-мутаносиблик коэффициент; P-юкланиш, кг; V-тезлик, м/с

3. Бошқа ўзгармас шароитларда ейилиш қиймати меъёридаги юкланиш P қийматига тугри мутаносибдир:

$$dU/dS=c*p \quad (3)$$

4. Юмшатишган пулатларнинг нисбий ейилишга чидамлилиги қаттиқликка тугри мутаносиб бўлади.

Абразив заррадан ейилиш йул, курилиш, кишлок хужалик, тоғ, кон, транспорт ва бошка турдаги машиналарда кўп учрайди. Чунки бу машиналар абразив зарра мавжуд бўлган мухитда ишлайди. Абразив ейилиш турли курилишларда бўлиши мумкин. Жумладан маҳкам урнашган абразив заррадан ейилиш, абразив масса ичида ейилиш, суюқлик ва газ ичидаги абразивдан ейилиш, азалдан эркин абразивдан ейилиш.

Агарда туташ юзаларнинг физик кимёвий хоссалар ва микрогеометрияси ($\alpha_1=\alpha_2$) бир хил бўлса, абразив заррани уларда маҳкамланиши тулигича сирпаниб ишқаланиш коэффицентлари f_1 ва f_2 боғлиқлиги олдинги мавзуларда келтирилган формуларлардан куриниб турибди.

Абразив заррадан ейилишда заррани юзалар билан пластик туташishi кўп учрайди.

Мойли туташишда адгезион ташкил этувчини $\tau_0 / HB=\beta$ инобатга олмаса бўлади. У холда ишқаланиш коэффиценти

$$F=0,4 (h/r)^{1/2} \quad (4)$$

юзалар якинлашиши

$$h=N/\pi r HB \quad (5)$$

(5)ни (4)га куйсак

$$F=0,22 (N/HB)^{1/2} / r \quad (6)$$

Курилайтган хол учун $HB_1 = HB_2$ ва доимо $R > \rho$ бўлгани учун (6) формуладан

$$f_1 < f_2 \quad (4)$$

келиб чиқади. Демак бу холда абразив зарра кузгалмас юза 2 га урнашиб, ҳаракатдаги юза 1 га нисбатан сирпанади ва уни сиртини тезрок ейилишига сабаб бўлади. Лабораториялардаги синовларда бир хил хосса ва микрогеометрияли вал, втулкага нисбатан плунжер, втулкага нисбатан 30, 40% тез ейилиши аниқланган.

Шуни такиблaш лозимки ишқаланувчи юзаларни бир хиллилиги факат бошлангич ҳолатда бўлади холос. Ишқаланиш жараёнида ҳар бир юза узига хос хусусият ва микрогеометрияни эгаллайди ва бир хиллилик бузилади.

Ишқаланувчи юзаларнинг хоссалари турлича бўлганда юмшокрок юзани шаржирланиш яъни абразив заррани узига ёпиштириш олиш хусусияти катта аҳамиятга эга бўлади. Шаржирланиш юзани физик-механик хоссаларига, микрогеометриясига, окис пардаларни мавжудлигига, мойга ва бошка омилларга боғлиқ бўлиб, кулранг ва болгаланувчи чуян, бронза ва пласмассалар абразив заррани узага яхши ёпиштириб олувчи материаллар ҳисобланади.

ИШЛАЁТГАН ВАЛ ВА ТАЯНЧ МАТЕРИАЛ ОРАСИДАГИ ҚАТЛАМ ПУХТАЛАНИШИНИ АНИҚЛАШ

Маълумки материал қаттиқлиги озайган сари у тез ейилади. Аммо шаржирланиш натижасида аслида юмшокрок бўлган материал узига нисбатан қаттиқ бўлган материал билан ишқаланганда унга кура камрок ейилади. Чунки юмшок юзага маҳкам ёпишган абразив зарра уни химоя қилади ва аксинча қаттиқ туташ юзага нисбатан сирпаниб уни тезрок ейилишига сабабчи бўлади. Шунинг учун кузгалувчан ва кузгалмас юзалардан қайси бирини яхши шаржирланадиган материалдан танлаш катта амалий аҳамиятга эга.

И.В.Крагелскийнинг ейилишни толиқиш назариясига кура ейилиш суръати юзага ботиб кирувчи зарра радиусига тескари нисбатда бўлади.

$$J=1/r^{1,5-2}$$

Юкорида курдикки характдаги юза 1 абразив зарра билан доимо катта радиуси R , кузгалмас юза билан эса кичик радиуси ρ оркали туташади. Бундан абразив зарра кузгалмас юзага ёпишса у кузгалувчан юзани, кузгалувчан юзага ёпишганда кузгалмас юзани егандан кура камрок ейди деган хулосага келиш мумкин. Демак, ишқаланиш узелларида ейилишни камайтириш учун кузгалмас юзани юмшокрок материалдан тайёрлаган маъкул экан.

Амалиётда ҳам бу назарий хулоса уз аксини топган. Масалан, вал-втулка ишқаланиш жуфтлигида айланма харакат килувчи ва қаттиқ материалдан (тобланган пулат ёки кимёвий-термик ишлов берилган пулат), втулка эса чуян, бронза ёки пласмассалардан тайёрланади.

Абразив заррани ишқаланувчи юзалар орасида қандай харакатланишини баҳолаш учун (3) ифодага ишқаланиш коэффицентлари f_1 , f_2 , K_1 , K_2 ларни тегишлича кийматларини куйсак, у куйидаги курунишга келади.

$$\left\{ 0.22 (N/HB_1)^{1/2} / R - 54600 v^{0,425} [3R((1-\mu_1^2)/E_1K(1-\mu_a^2)/E_a)/2]^{4/3} / (N^{2/3}R^{1/2}) \right\} \cos \alpha_1 = \left\{ 0.22 (N/HB_2)^{1/2} / \rho - 54600 v^{0,425} [3\rho((1-\mu_2^2)/E_2(1-\mu_a^2)/E_a)/2]^{4/3} / (N^{2/3}(R=\rho)) \right\} \cos \alpha_2 > 1 \quad (6)$$

Бу тенгсизликнинг чап томони 14 та ўзгарувчан функциядан иборат.

$$Y=f(HB_1, E_1, \mu_1, \alpha_1, HB_2, E_2, \mu_2, \alpha_2, E_a, \mu_a, R, \rho, N, V) \quad (7)$$

$y > 1$ да абразив зарра ишқаланувчи сиртлар орасида юмаланади, $y \leq 1$ да у биронта юзага урнашган холда иккинчи юзага нисбатан сирпанади.

Тенгсизлик (6) дан куринадики абразив заррани юзалар билан тўсирлашишига сирпаниш тезлиги V , гадирлик профилининг бурчаклари α_1 ва α_2 кам материаллар юзасининг физик-механик хоссалари (HB , E , μ) эса сезиларли таъсир этади. Бу таъсирлар доимо бир хил тарзда бўлмасида абразив заррани сирпанишдан юмаланишга мойиллиги куйидаги тартибда ортиб боради: тобланган пулат - тобланган пулат; тобланган пулат - тобланмаган пулат; тобланган пулат - бронза; тобланган пулат - пласмасса. Ишқаланувчи юзалари орасидаги зарра айникса пласмасса - пласмасса жуфтлигида юмаланишга мойил бўлади. Шунингдек юк N ортиши ва зарра улчами R ни камайиши заррани юмаланишга мойиллигини оттиради.

Абразив зарралардан ейилиш суръати ишқаланиш зонасига кираётган абразив зарралар миқдориға боғлиқ бўлади. Уз навбатида зонага кирётган зарралар миқдори мойлаш материалнинг қанчалик тозалиги билан белгиланади. Чегаравий мойланишда туташ зонадаги абразив зарралар сони

$$n = K_1 K_2 \varepsilon Q v_m l / 180 V_a d_{yp} v_a \quad (8)$$

бу ерда, K_1 - туташишдаги зазор улчамиға якин улчамлик зарралар сонини инобатга олувчи коэффицент; K_2 - мой таркибидаги қаттиқлиги туташ материаллар қаттиқлигидан катта бўлган зарралар мавжудлигини инобатга олувчи коэффицент; ε - мойдаги абразивнинг миқдори, % хисобланади; Q - зазор оркали утаётган мой хажми, m^3/c ; v_m, v_a - мой ва абразив зарра зичлиги, kg/dm^3 ; l - абразив заррани зазорда юрган йулининг узунлиги (зазор узунлигига тенг килиб олинади), мм; V_a - абразив заррани ташкаридан мойга кириб келиш тезлиги, kg/c ; d_{yp} - ўртача абразив зарранинг диаметри, мм;

Абразивдан микрокесилиш туфайли ейилиш суръати

$$J_a = b h l \gamma_{мет} n \quad (9)$$

бу ерда, b - тирналиш кенглиги ($b=1,4 R$, R - абразив зарранинг хажмий радиуси); h - ботиш чуқурлиги; l - абразив зарранинг ишқаланиш йули узунлиги; $\gamma_{мет}$ - ейилаётган вал материалнинг зичлиги; n - бир вақтда зазорда турган абразив зарралар сони.

Абразив таъсиридан толикиб ейилиш суръати

$$I = 4 h^2 (R-h/3) n / 10^6 d_r n_t A_a \quad (10)$$

бу ерда, d_r - туташиш изининг Герц буйича ўртача диаметри; n_t - деформацияланаётган танани толиктирувчи цикллар сони; A_a - номинал тегишиш юза.

$$d_r = 2 (3 N R (1-\mu^2) / 4 E)^{1/3} \quad (11)$$

бу ерда, N - юк; μ ва Пуассон коэффиценти; E - эластиклик модули;

$$n_t = \delta^t \quad (12)$$

бу ерда, δ - толикиб узилаётган материални нисбий чузилиши;

t - материални ишқаланишдан толикиш даражасини белгиловчи кўрсаткич

$$h = N / \pi R c \sigma_0 \quad (13)$$

бу ерда, c - индентор (абразив зарра)нинг шакл коэффиценти; σ_0 - материалнинг оқиш чегараси.

Ишқаланувчи валлар вазифасига караб конструкцион, фрикцион, ейилишга чидамли ва антифрикцион материаллардан тайёрланади. Кўп холларда ишқаланувчи материаллар валнинг асосий материали устига коплама ,парда

тарзда копланеди ёки урнатилади. Баъзан электорутказувчанлик, кимёвий таъсирга чидамлилик каби махсус талаблар қўйилганда ишқаланувчи валлар пулат ва бошқа махсус қотишмалар валлокерамик ва новалл материаллардан тайёрланади. Конструкцион материаллар мустаҳкам ва бикр ёки эластик бўлиши лозим бўлган вал, ук, бармок, тишли гилдирак, поршен, халкалар, корпус каби валларни тайёрлашда ишлатилади. Конструкцион материал сифатида асосан пулат ва чуянлар ишлатилади. Фрикцион материаллардан ишқаланиш коэффиценти катта бўлиши талаб этилган: тормоз, фрикцион муфта ва узатма валлари тайёрланади. Фрикцион материаллар органик (ёғоч, чарм, пробка, войлок), валл (чуян, маргенцли пулатлар) асбесткаучуки, пластмасса (тёкистолит, асбестекстолит, фибра), валлокерамик (мис ва темир асосида) таркибли бўлиши мумкин. Ейилишга чидамли материаллар огир юкланган шароитда ҳам кам ейилади. Экскаватор ва юклагичлар чумичининг тишлари, кон, курулиш, ерга ишлов бериш ва биркатор технологик машиналарнинг ишчи органлари ейилишга чидамли материаллардан тайёрланади. Тобланган конструкцион пулатлар, махсус пулат ва чуянлар, поршенли материаллар, резина ва пластмассалар ейилишга чидамли бўлади.

Ишқаланиш узелларида энг кўп қўлланиладиган материаллар валлар бўлиб, бунга уларнинг ҳар хил талабларига боғлиқ материаллардан кура туликрок жавоб бериши ҳисобланади. Чунки матерьяллар мустаҳкам ва эгилувчан, улар бирикишқа эреметлар билан бирикмалар ҳосил қилинади, ўзаро ва нометарлл материаллар билан қаттиқ қоришмалар ва бирикмалар ҳосил қила оладилар.

Чуян ва пулатларнинг ейилишига чидамлилиги таркибий тузилишига боғлиқ. Таркибида углерод кўпайиши билан уларнинг қатиклиги ва ейилишига чидамлиги ортади. Кристалл панесресининг бузилиши ва анизотрон ҳосаси ҳамда нуксонларнинг тарқалиши ҳам аҳамиятга эга.

Пулат ва чуянларни ейилишига чидамлилигини ошириш учун термик ва Кимиёвий -термик (цмектриклаш азоблаш, нитроцементациялаш, цианлаки сульуфлаш, борлаш) ишловлар қўлланилади, хиром, никел, маргарец, легельерром, молибдан. ванидийлар қушиб легирланади, сирт қатламини сокалар билан эзиб. хурдалаб калибрлаб мустаҳкамлиги оширилади.

Ишқаланиш жараёнида матераллнинг фаол қатлами (сиртига яқин жойлари) ни тузилиши ўзгариб, қатлам ҳоссасини ва бирлиги навбатда унинг микроқатиклигини ўзгаришига сабаб бўлади.

Масалан: Тракторлар ён тусиклиги зичлигига ишқаланиши текширилганда унинг сирт қатламида микроқаттиқлик 9460 н/мм², сирт қатлмидан 0,05мм чуқурлигида эса 7960 н/мм² бўлиши текшириб олардан аниқланган.

Вал фаол қатламининг тузилиши угаришига асосий сабаб бу қатламни юкланиш оқибарида зерормацияланишидаги ва механик энергияни иссиқлик энергиясига айланиши ҳисобланади механик ва иссиқлик, таъсиирда сирт қатлами маҳаллий кимиёвий таркибининг ўзгариши, иккиламчи товланиш ёки бушалиш, рекристалланиш жараёнлари руй бериши мумкин.

Ишқаланишда ҳосил бўлган микроқаттиқлик ва ейилишга чидамлиги валнинг боғлангич ҳолатлардан юқори бўлади. Ейилишга чидамлилигига грерит қушимчалари ҳал қилувчи таъсир этади. Грерит бир томондан мустаҳкам брикма бўлмагани учун тез ейилади, лекин иккинчи томондан ейилган грерит кейинчалик мой вазифасини утайди, говакларни тулдириб юзадаги нисбий босимини озайишига сабаб бўлади.

Материални танлаш ишлов бериладиган вал конструкцияси ва вазифаси, ишлов бериладиган вал ишлаб чиқариш технологияси, мустаҳкамлиги, ишлаш муддати ва пухталиги, таннархи каби омилларга боғлиқ мураккаб вазифадир. Иссиқлиги юқори кескич пулатларида эса улар коррозия ёйилишга чидамли легирланган чуялардан тайёрланиши керак.

Баъзан вал пухталигини унинг ёйилишига чидамлилигини камайиши ҳисобига оширишга тугри келиши мумкин. Масалан, кескич асболари билан ишлашда тобланган пулат - тобланган пулат жуфтлиги қўлланилади. Бундай жуфтлик тешик очғич асбобларида қўлланилса улар уйилишдан тезда ишдан чиқади.

Умуман ҳулоса қилинганда ишқаланиш материални танлашда ишқаланиш валларини қандай мой билан қандай усулда совутишини, иш шароитини, ишлаётганда сирт структурасида ташки ва ички таъсирлар орасида бўладиган ўзгаришларни ҳам инобатга олиш керак бўлади.

Валларнинг мустаҳкамликка ва бикрликка ҳисоблаш

Валларнинг иш жараёнида эгилиши уларнинг ҳамда улар билан боғлиқ бўлган деталларнинг ишиги салбий таъсир кўрсатади. Шу сабабли валларнинг эгилишидан ҳосил бўлган салқиликнинг ҳамда таянчга нисбатан қиялик бурчагининг қиймати маълум чегарадан ортиб кетмаслиги лозим. Валларнинг бикрлигини ҳисоблашдан асосий мақсад ана шу талабларнинг қанчалик қондирилиши текширишдир.

Эгилган валларнинг таянчларга нисбатан қиялик бурчаги: σ

Сирпаниш подшипниклар учун $[\sigma] = 0,001$ радиан

Думалаш подшипниклари учун $[\sigma] = 0,01$ радиан деб қабул қилинади.

Валлар учун чарчашга қаршиликни ҳисоблаш асосийдир. Бунинг аввало қучланишлар цикли характерини аниқлаш керак. Валнинг айланиш натижасида эгувчи қучланиш унинг кўндаланг қесими нуқталарида симметрик цикл бўйича ўзгаради, ҳатто ўзгармас юкланишларда ҳам (юкланишнинг вал билан бирга айланиш ҳолати бундан мустасно).

Хавфли қесимлар учун чарчашга қаршилик заҳирасини аниқланади ва уларни рухсат этилган миқдорлар билан таққосланади. Буровчи ва эгувчи қучланишлар биргаликда таъсир этганда чарчашга қаршилик заҳираси қўйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$S = \frac{S_{\delta} S_{\tau}}{\sqrt{S_{\delta}^2 - S_{\tau}^2}} \geq [S] = 1,5$$

Бу ерда :

$$S_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\sigma_q k_{\sigma} / (k_d k_f) + \psi_{\sigma} \sigma_m}$$

Эгилиш бўйича чарчашга қаршилик заҳираси.

$$S_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\tau_q k_{\tau} / (k_d k_f) + \psi_{\tau} \tau_m}$$

Буралиш бўйича чарчашга қаршилик заҳираси.

Бу ерда: σ_a ва τ_a - кучланишлар циклини ўзгарувчан қисми ёки

ташқил этувчиларнинг амплитудаси.

σ_m ва τ_m - ўзгармас ташқил этувчилари кучланишлар циклининг ўзгармас қисми.

k_d ва k_f - масштаб омили ва сирт тозалик омили

k_{σ} ва k_{τ} - эгилишдаги ва буралишдаги кучланишлар концентрациясини ҳисобга олувчи коэффициентлари.

$$\sigma_m = 0; \quad \sigma_q = \sigma_{\varphi} = \frac{M}{0,1d^3}$$

$$\tau_m = \tau_a = \frac{1}{2} \tau = \frac{0,5\tau}{0,2d^3}$$

ψ_{σ} ва ψ_{τ} - кучланишлар циклининг ўзгармас қисмининг чарчаш қаршиликка таъсирини текисловчи коэффициентлар. Бўларнинг миқдори материалнинг механикавий характеристикасига боғлиқ.

Валларни статик мустаҳкамлигини текшириш (пластик деформацияларни ва синишн олдини олиш учун мос юргизиб юбориш пайтида ҳосил бўладиган қиска муддатли юкланиш) учун эквивалент кучланишлар аниқланади.

$$\sigma_{\text{эк}} = \sqrt{\sigma_n^2 + 3\tau^2} \leq [\sigma]$$

$$\text{бу ерда } \sigma_n = \frac{M}{0,1d^3}; \quad \tau = \frac{T}{(0,2d^3)}$$

Валларни тебранишга чидамлилигини (вибробардошлигини) ҳисоблаш.

Маълум бир эркинлик даражасига эга бўлган системанинг ташқи кучлар таъсиридаги мажбурий тебраниш қўйидаги тенглама билан ифодаланади:

$$y = \frac{P_a}{m(\omega_x^2 - \omega_m^2)} \sin \omega_m t$$

Бу ерда: y - масса (M) нинг тебраниш амплитудаси

P_a – ташки таъсир этувчи куч ($P(t)=P_a \sin \omega_m t$) нинг амплитудаси

ω_m - системанинг мажбурий тебраниш частотаси ёки ташқи кучнинг айланиш частотаси. этувчи

ω_x - системанинг (хусусий) эркин тебраниш частотаси.

Ушбу тенгламани оддий ҳолатдаги вал тебранишга қўлаймиз. Масалан: ω_x - бурчак тезлиги билан айланадиган валга m -массали диск, l - эксцентриситет билан маҳкамланган. Валнинг хусусий мас-сасини m га нисбатан жуда кичик деб қабул қилиб ҳисобга олмай-миз. Валга марказдан қочма куч: $P_a k m \omega_b^2 l$ таъсир қилади. Унинг вектори ω_b - бурчак тезлиги билан айланади.

P_a - кучнинг ташкил этувчиларини y ва z ўқлари бўйича

$$P_y = P_a \sin \omega_b t ; \quad P_z = P_a \cos \omega_b t ;$$

P_y ва P_z кучлари ташки пормоник таъсир этувчи кучлар бўлиб, y ва z ўқлар йуналишида вални эгувчи тебранишларни юзага келтиради.

Тебранишлар: P_y кучидан

$$y = \frac{P_a}{m(\omega_x^2 - \omega_m^2)} \sin \omega_m t$$

$$P_z \text{ кучидан } z = \frac{P_a}{m(\omega_x^2 - \omega_m^2)} \cos \omega_m t$$

Эгилишдаги хусусий тебранишлар частотаси $\omega_x = \sqrt{\frac{1}{m\delta}} = \sqrt{\frac{q}{y_{cm}}}$

Бу ерда $\delta = \frac{y_{cm}}{mq}$ - куч бирлиги таъсирида валнинг эгилиш миқдори.

Юқоридаги тенгламадан (а) кўриниб турибдики

$$\omega_m \rightarrow \omega_x , \quad y \rightarrow \infty \text{ ва } \omega_m \rightarrow \omega_x \text{ да резонанс ходисаси бошланади}$$

ва вал синиши мумкин.

Резонанс ходисаси бошланган пайтдаги айланиш частотасини критик айланиш частотаси дейилади:

$$n_{kp} = \left(\frac{30}{\pi}\right) w_{kp} = \left(\frac{30}{\pi}\right) w_x = \left(\frac{30}{\pi}\right) \sqrt{\frac{a}{y_{cm}}}$$

Агар бурчак тезлик $w_m > w_{kp}$ қ w_x бўлса, система айланишлар сони ортиб бориши билан система айланишлар сони ортиб бориши билан система резонанс захирасидан ўтиб кетади ва яна уйғунлашади.

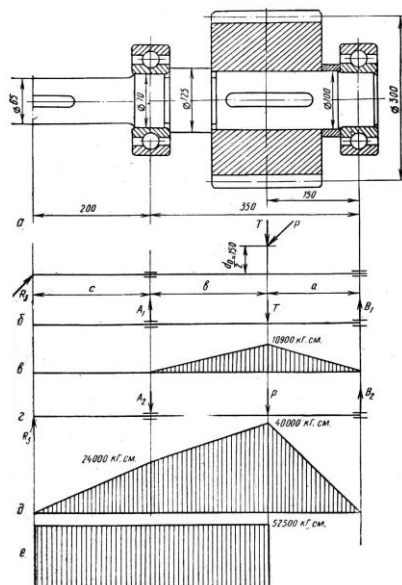
Тебранишга чидамлилиқ чегарасини қаттиқ валлар учун $n \leq 0.7n_{kp}$.

Эгилувчи валлар учун $n \geq 1.3 n_{kp}$ қабул қилинган.

Масала: Тўғри тишли цилиндрик шестерня ўрнитилган жойидаги диаметри 100 мм бўлган валнинг мустаҳкамлиги аниқ усул билан ҳисоблансин. Вал 50 маркали пўлатдан ясалган, бундай пўлат учун $\sigma_b = 6000 \text{ кг/см}^2$; валдаги эгувчи кучланиш симметрик цикл билан, буровчи кучланиш эса пульсацияланувчи цикл билан ўзгаради; айланишлар сони 65 айл / мин ; вал $N = 35 \text{ кВт}$ қувватни узатади. Валнинг бир учига занжирли узатманинг юлдузчаси ўрнатилган, юлдузчадан валга $R_3 = 1200 \text{ кг}$ куч таъсир этади. Бу куч шестернядаги айлана кучдан валда ҳосил бўладиган деформацияни оширади.

Ечиш: 1. Валдаги буровчи моментни аниқлаймиз;

$$M_\delta = 974000 \frac{N}{n} = 974000 \frac{35}{65} = 52500 \text{ кг} \cdot \text{см}$$



2. Шестернядаги айлана куч:

$$P = \frac{2M_\delta}{d_u} = \frac{2 \cdot 52500}{30} = 3500 \text{ кг}$$

3. Валга таъсир этувчи радиал куч:

$$T = P \cdot \operatorname{tg} \alpha = 3500 \cdot 0,364 = 1270 \text{ кг}$$

4. Т нинг таъсиридан таянчларда ҳосил бўладиган реакциялар:

$$A_1 \cdot 35 - T \cdot 15 = 0; \text{ бундан } A_1 = \frac{1270 \cdot 15}{35} = 545 \text{ кГ}$$

$$-B_1 \cdot 35 + T \cdot 20 = 0; \text{ бундан } B_1 = \frac{1270 \cdot 20}{35} = 725 \text{ кГ}$$

5. Шестерня ўрнатилган жойда вертикал йўналишда таъсир этувчи эгувчи момент:

$$M_{\epsilon} = B_1 \cdot 15 = 725 \cdot 15 = 10900 \text{ кГ} \cdot \text{см}.$$

6. R_3 ва P таъсиридан таянчларда горизонтал текисликда ҳосил бўладиган реакция:

$$R_3 \cdot 55 - A_2 \cdot 35 - P \cdot 15 = 0;$$

бу ерда

$$R_3 \cdot 20 + P \cdot 20 - B_2 \cdot 35 = 0$$

бундан:

$$B_2 = \frac{1200 \cdot 20 + 3500 \cdot 20}{35} = 2690 \text{ кГ}$$

7. Шестерня ўрнатилган жойда горизонтал йўналишда таъсир этувчи момент:

$$M_T = B_2 \cdot 15 = 2690 \cdot 15 = 40000 \text{ кГ} \cdot \text{см}$$

Чап томондаги подшипникда иш йўналишида таъсир этувчи эгувчи момент:

$$M_T^1 = R_3 \cdot 20 = 1200 \cdot 20 = 24000 \text{ кГ} \cdot \text{см}.$$

8. Шестерня ўрнатилган жой хавфли кесим бўлгани учун шу ердаги эгувчи моментларнинг тенг таъсир этувчисини топамиз:

$$M_{\epsilon z} = \sqrt{M_{\epsilon}^2 + M_T^2} = \sqrt{10900^2 + 40000^2} = 41400 \text{ кГ} \cdot \text{см}$$

Эгувчи ҳамда буровчи момент эпюраларини чизамиз.

9. Хавфли кесимдаги нормал кучланиш:

$$\sigma = \frac{M_{\epsilon z}}{W} = \frac{41400}{0,1 \cdot 10^3} = 414 \frac{\text{кГ}}{\text{см}^2}$$

Буровчи момент таъсиридан ҳосил бўладиган урунма кучланиш:

$$\tau = \frac{M_{\phi}}{W_P} = \frac{52500}{0,2 \cdot 10^3} = 262 \frac{\text{кГ}}{\text{см}^2}$$

$$\text{бундан } \sigma_v = 0; \sigma_a = \sigma_{\epsilon z} = 414 \frac{\text{кГ}}{\text{см}^2}; \tau_m = \tau_a = \frac{1}{2} \tau = 131 \frac{\text{кГ}}{\text{см}^2} \text{ бўлади.}$$

10. Чидамлилик чегарасини топамиз:

$$\sigma_{-1} \approx 0,43 \sigma_{\epsilon} = 0,43 \cdot 6000 = 2580 \frac{\text{кГ}}{\text{см}^2}$$

$$\tau_{-1} \approx 0,5 \sigma_{-1} = 0,5 \cdot 2500 = 1250 \frac{\text{кГ}}{\text{см}^2}$$

$$\tau_{\sigma} \approx 0,6\sigma_{\sigma} = 0,6 \cdot 6000 = 3600 \frac{\kappa\Gamma}{\text{см}^2}$$

11. Эҳтиёт коэффициентлар n_{σ} ва n_{τ} ни аниқлаймиз. Бунинг учун валга шпонка ўрнатилишини эътиборга олиб, $K_{\sigma}=1,7$ ва $K_{\tau}=1,4$ эканлигини топамиз. $\varepsilon_{\sigma}=0,7$; $\varepsilon_{\tau}=0,9$ билган ҳолда

$$n_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1} \cdot \varepsilon_{\sigma} \cdot \varepsilon_{\tau}}{\sigma_{\text{эс}} \cdot K_{\sigma}} = \frac{2580 \cdot 0,7 \cdot 0,9}{414 \cdot 1,7} = 2,23;$$

$$n_{\tau} = \frac{1}{0,5 \left(\frac{1 \cdot K_{\sigma}}{\tau_{-1} \cdot \varepsilon_{\sigma} \cdot \varepsilon_{\tau}} + \frac{\tau}{\tau_{\sigma}} \right)} = \frac{1}{\frac{262 \cdot 1,4}{1250 \cdot 0,7 \cdot 0,9} + \frac{262}{3600}} = 3,72$$

бўлади.

12. Валнинг хавфли кесими учун эҳтиёт коэффициентининг умумий қийматини топамиз:

$$n = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{2,23}\right)^2 + \left(\frac{1}{3,72}\right)^2}} = 2$$

демак, валнинг мустаҳкамлиги етарли, чунки: $n = 2 > n_{\text{эс}} = 1,5$