

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА
ЎРТА**

МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ

**“Транспорт воситаларини ишлатиш ва таъмирлаш”
кафедраси**

**Триботехникадан амалий
машғулотлар**

ЎҚУВ ҚЎЛЛАНМА

Ф А Р Ғ О Н А - 2 0 1 1

СЎЗ БОШИ

Машиналардан фойдаланиш даврида юзага келган талаблар асосида машиналар тўғрисидаги фанлар кенгайиб бормоқда. Ҳақиқатан ҳам дастлабки машина ва механизмлар кинематик нуқтаи назаридангина лойихаланган ва текширилган бўлса кейинроқ машиналар тезлиги ва юкланганлик даражаси ортгач уларни динамик жихатдан лойихалаш ва текшириш, деталларини асосий ишчанлик критериялари бўйича ҳисоблаш зарурияти туғилди. Аммо деталлар сиртларининг ейилиш назарияси мукаммал ишлаб чиқилмаганлиги сабабли деталларнинг ейилишга чидамлилигини шартли тарзда мустахкамлик, иссиқбардошлик каби критериялар бўйича таъминлашга уринилди. Албатта бундай шартли ҳисоблар туташ деталлар юзасининг ейилиши моҳиятини ифодалай олмас эди. Аксинча амалиёт натижалари детал мустахкамлигини уни тайёрлаш аниқлиги ва сиртининг тозаллигини ошириш ҳисобига детални ейилишга чидамлик қилиш ҳар доим ҳам техник иқтисодий самара бермаслигини кўрсатди. Шунинг учун сўнгги пайтларда туташ деталлар сиртларидаги ишқаланиш, ейилиш ва мойланиш жараёнларини ҳамда бу жараёнларни кечишига таъсир этувчи омилларни ўрганувчи триботехника фани шакллана бошлади. Триботехника фани алоҳида курс сифатида дастлаб муҳандис-механиклар малакасини ошириш факултетлари сўнг «Машина ва аппаратлар деталларини ейилишга чидамлилигини ошириш ва тиклаш» мутахассислиги ва ниҳоят 1999 йилдан бошлаб, «Технологик машина ва жиҳозлар» йўналишининг ўқув режасига ҳам киритилиди. Шунини алоҳида таъкидлаш жоизки триботехника фанини шаклланишида ва бу фан бўйича талабалар учун ўқув адабиёти яратишда Ўзбекистон олимларининг ҳиссалари катта. Жумаладан, бу фан бўйича ўқув қўлланма рус тилида биринчи бор Тошкент Давлат Техника Университетининг профессор ўқитувчилари Ў.Икромов ва М.А.Ливитинлар томонидан «Трибоника асослари» номи билан 1984 йилда Тошкентда «Ўқитувчи» нашриётида чоп этилди. Орадан беш йил ўтгачгина 1989 йилда Москвада «Машинасозлик» нашриётида Д.Н.Гаркунов томонидан «Триботехника» номли дарслик чоп этилди. Аммо ҳозирги кунгача триботехника фанидан амалий машғулотлар ўтказишга доир ўқув қўлланма МДХ давлатларининг биронтасида ҳам нашр эттирилгани йўқ. Натижада триботехника фани бўйича амалий масалаларни ечиш ва лаборатория машғулотларини ўтказиш ҳамда корхоналарнинг муҳандис техник ходимлари томонидан триботехника ютуқлари асосида реал масалаларни ҳал этиш қийин бўлмоқда. Ушбу ўқув қўлланма «Триботехника» фанидан амалий машғулотлар

Ўтказишга бағишланган ўзбек тилидаги биринчи адабиёт бўлганлиги сабабли у камчиликлардан ҳоли бўлмаслиги табиий. Муаллифлар «Трибтехникадан амалий машғулотлар» ўқув қўлланмаси бўйича билдирилган барча фикр ва мулоҳазаларни чин дилдан қабул қилади.

К и р и ш

Техника истеъмол қиладиган қувват фойдали ва зарарли қаршилик кучларини енгиш учун сарфланади. Шу ўринда ишқаланиш кучи икки хил аҳамиятга эга эканлигини унутмаслик керак. Маълумки кинематик жуфт элементларининг нисбий ҳаракатига кўрсатиладиган қаршилик кучи ишқаланиш кучи деб аталади. Агарда машина деталлари бир-бирига нисбатан ҳаракат қилиши керак бўлса, бу деталларнинг туташ сиртларида ҳосил бўладиган ишқаланиш кучи зарарлидир. Бу ҳолда ишқаланиш кучи деталларнинг ҳаракат йўналишига тескари йўналган бўлиб, уларнинг нисбий ҳаракатига қаршилик қилади ва механизмнинг фойдали иш коэффицентини камайишига ҳамда туташ сиртларни ейилишига сабаб бўлади. Масалан, подшипниклар, тишли узатмалар, поршенли тизимлар ва йўналтиргичларда ҳосил бўладиган ишқаланиш кучи зарарли ҳисобланади.

Агарда фойдали иш бажариш учун туташ сиртларда нисбий ҳаракат бўлмаслиги мақсадга мувофиқ бўлса, ишқаланиш кучи фойдалидир. Бу ҳолда ишқаланиш кучи етакланувчи звенони етакланувчи звено билан бир хил йўналишда ва тезликда ҳаракатлантиришга интилувчи яъни фойдали ши бажарувчи куч бўлиб, механизмнинг фойдали иш коэффицентини оширади ва туташ сиртларни сирпаниб ейилишдан сақлайди. Масалан, тормозлар, илашиш муфтлари, фрикцион узатмалар, ғилдиракли - йўл кинематик жуфтларида ҳосил бўладиган ишқаланиш кучи ва ҳоказо.

Умуман олганда ишқаланиш табиатдаги ҳар бир жараёнда ҳам мавжуддир. Ишқаланиш кучи туфайли ҳам ҳаракат қилинади, иссиқлик ва олов олинади, кимёвий реакциялар тезлашади, гижжаклар чалинади, пластинкаларга товушлар ёзилади ва ҳоказо. Ишқаланиш жараёнида туташ юзаларда ейилиш ҳам содир бўлади, техника воситаларини яратиш ва улардан фойдаланувчи кадрлар машина деталларидаги ишқаланиш жараёнлари, ейилиш турлари ва уларни аниқлаш усуллари ишқаланиш ва ейилиш қийматларини ҳисоблаб топиш, ишқаланиш ва ейилиш миқдорини камайтириш ёки ошириш усулларини билишлари керак.

Аммо туташ сиртларнинг ишқаланиш ейилиш жараёнининг кўп жихатлари ҳозирга қадар мукаммал ўрганишгани йўқ. Сиртлар ишқаланганда бир вақтнинг ўзида кимёвий жараёнлар содир бўлади. Ишқаланиш металлни мустахкамлаши ёки бўшаштириш, унинг таркибидаги углерод миқдорини орттириши ёки камайтириши, водородга тўйинтириши ёки водородсизлантриши, олтин ва платинани оксидга айлантириш, детал сиртларини сайқаллаши ёки бир-бирига

пайвандлаши мумкин. Ишқаланиш ўзи ташкилланувчи мураккаб жараён бўлиб, унда сиртни «онгли» тарзда ва маълум кетма-кетликда шикастлаш ёки аксинча ейилишни камайтириш тизимлари ҳосил бўлади. Машина деталларини мустахкамликка, бикрликка ва устиворликка ҳисоблаш масалалари юқори даражада ҳал қилингани ҳолда ишқаланиш ва ейилиш назариясини бугунги ҳолати конструкторга туташ сиртларни ейилишга чидамлиликка олдиндан ишончли тарзда ҳисоблаш имкониятини бера олмайди. Жумладан яратилганига юз йилдан ошган бўлсада гидродинамик мойлаш назарияси ҳам ишқаланувчи сиртлар орасида доимий мой қатлами бўлишлигини балкани материаллар қаршилиги усуллари билан ҳисоблагандаги каби аниқликда ва ишонччиликда қафолатлай олмайди. Келгусида машина ва механизмларни иш ресурсини, унумдорлигини ва иш сифатини ошириш кўп жихатдан триботехник масалаларни қандай даражада ижобий ва мукамал ҳал қилинишига боғлиқ бўлиб қолмоқди. Шунинг учун сўнгги йилларда бутун жаҳонда турли соҳалардаги етакчи конструктор технолог ва олимлар триботехник муаммоларни ҳал этишга интиломоқдалар. Натижада машиналарни ишлаш муддатини нафақат рационал конструктив, технологик ва иш шароитини яратиш ҳисобига балки физика, кимё ва материалшунослик фанларининг ютуқлари асосида ишқаланиш, ейилиш ва мойланишнинг мукамал назариясини яратилиши ҳисобига ҳам оширишга эришилмоқда. Жумладан водородли ейилиш қонуниятларини очилиши машиналарнинг ишқаланувчи деталларини ейилишга чидамлилиги ва ишончилиги оширишнинг янги имкониятларини бермоқда. Ишқаланувчи деталлар сиртида синергетика қонуниятлари асосида янги ўзи ташкилланувчи тузилмаларни яратиш йўли билан деталнинг аслий материалини умуман ейилмаслигини таъминлаш усули яратилмоқда. Триботехник муаммолар билан бугунги кунда завод ва фабрикаларда олий таълим ва илмий тадқиқот институтларида кенг доирада шуғулланилмоқда, илмий-амалий анжуманлар ўтказилмоқда, монография ва кўплаб мақолалар эълон қилинмоқда. Машиналарнинг ишқаланувчи деталларини ейилишга чидамлилиги ва ишончилигини ошириш назарияси ва амалиётида кўплаб миқдорда синов ва кузатув натижалари тўпланмоқда. Бу тўпланилаётган назарий ва амалий маълумотларни тартиблар ва умумлаштириб механик йўналишидаги талабаларга ва муҳандис-техник ходимларга етказиш келгусида республикамызда триботехник муаммоларни ҳал этишга муносиб ҳисса қўша оладиган кадрларни етишиб чиқишига хизмат қилади.

БИРИНЧИ БОБ

Умумий маълумотлар

1.1. Триботехника фанининг қисқача ривожланиш тарихи.

Туташ сиртлар ишқаланганда мураккаб жараёнлар содир бўлиб ҳозиргача улар мукамал ўрганилмаган.

Ишқаланиш ҳодисасини дастлаб Аристотел ўрганишга уринган, аммо у нисбий ҳаракатга бўлган қаршиликни ишқаланиш ва инерция кучларига ажрата олмаган.

Леонардо-до Винчи ишқаланиш коэффиценти тушунчасини киритди, ишқаланиш кучини туташ юзалар материалига, ишловига, юкланганлик даражаси ва мойланганлигига боғлиқлигини аниқлади, лекин ишқаланиш кучини ҳисоблаш формуласини таклиф этмади.

Француз олими Амонтон 1699 йили биринчи бўлиб ишқаланиш кучи туташ юзага тик кучга тўғри чизиqli нисбатда эканлигини ифодаловчи эмпирик формула таклиф этди

$$F=N*f \quad (1.1)$$

бу ерда, F - туташ сиртлардаги ишқаланиш кучи ;

N - ишқаланиш текислигига тик бўлган юкланиш ;

f -туташ сирт материаллари орасидаги ишқаланиш коэффиценти.

Амонтоннинг ватандоши Ш.Кулон ишқаланиш кучи кўпгина омиллар (юкланиш,сирпаниш тезлиги, ишқаланувчи деталлар материаллари, юзаларнинг ғадирлиги каби) га боғлиқлигини тушунди. Аммо Кулон механик ишқаланиш назариясига асос солсада бу жараёндаги энергия ва иссиқлик хусусиятларини ўрганмади, жумладан Кулон таклиф этган сирпаниб (F_c) ва думаланиб (F_d) ишқаланиш кучларини аниқлаш формулаларида бу хусусиятлар ўз аксини топмаган.

$$F_c=N*f+A \quad (1.2)$$

$$F_d=\lambda*N/r \quad (1.3)$$

бу ерда, A - ишқаланиш кучини туташ юзаларни илашувчанлигига боғлиқ бўлган қисми λ - думалашдаги ишқаланиш коэффиценти, r - думаловчи цилиндр радиуси.

Ишқаланишда механик энергияни иссиқликка айланишини Б. Томпсон 1798 йилда исботлади. Белорус олими Б.В.Дерягин 1934 йили молекуляр назарияни тўлиқ ривожлантириб туташ сиртлар яқинида молекуляр куч майдони бўлиши жисмларнинг ўзаро молекуляр илашувига сабаб деб тушунтирди. Аммо молекуляр назария сиртларнинг механик шикастланиши, нотекисликларнинг бир-бирига ботиб кириши ва илашиб қолиши каби ҳодисаларни тушунтириб бера олмади. Рус олими И.В.Крагелсский 1946 йили ишқаланишнинг молекуляр-механик назариясини ишлаб чиқди ва ишқаланиш сиртидаги айрим чиқиқларни бир-бирига кириши ёки деформацияланиши билан ҳам (механик таъсир), икки сиртнинг ўта яқинлашган жойларидаги моддаларининг молекуляр тортишиш кучлари билан ҳам боғлиқ деган хулосага келди.

Туташ сиртлардаги ишқаланишнинг энергетик назарияси 1952 йилда А.Д.Дубинин томонидан таклиф этилган. У ишқаланиш жараёни куч қонунлари асосида эмас, балки энергетик қонунлар, яъни энергиянинг бир турдан иккинчи турга айланиши қонунлари асосида текширилиши керак деган.

Умуман олганда мавжуд назариялар ишқаланиш жараёнини тўлиқ ифодалай олмайди, лекин амалий муаммоларни ҳал этиш учун қониқарли натижалар олиш имконини беради. Ҳозирги кунда амалиётда ишқаланишнинг механик-молекуляр назарияси кўпроқ қўлланилади. Шунингдек 1966 йилда Д.Н. Гаркунов ва И.В.Крагелсскийлар ишқаланишда сайланмали ўтказиш яъни сиртларнинг ёйилмаслик эффектини кашф этганларини ва бу кашфиёт асосида триботехник муаммоларни ҳал этишга асосан сўнгги йилларда эътибор кучайганлигини алоҳида таъкидлаш керак.

1.2.Триботехниканинг асосий тушунчалари

Ишқаланиш - деярли ҳар қандай механизм ишлаганида албатта содир бўладиган жараён. Техникада у икки хил аҳамиятга эга. Подшипниклар, тишли узатмалар, поршенли тизимларда ишқаланиш туташ сиртларнинг ейилишига, қувватнинг исроф бўлишига олиб келади. Шунинг учун бу ўринда ишқаланиш зарарли омил хисобланади. Тормозлар ва илашиш муфталарида эса ишқаланиш фойдалидир, шу боис бу ўринда ейилишнинг рухсат этилган чекли кийматларидан чиқиб кетмаган ҳолда уни маълум қийматигача оширишга ҳаракат қилинади.

Ишқаланувчи жуфтликлар ашёларини ва улар учун мой турини тегишлича танлаш, ишқаланувчи узелларнинг тузилишини иш шароитига мослаштириш, механизмларнинг ишлаш самарадорлигини белгилайди ва фрикцион тузилманинг чидамлилиги ҳамда ишончлилигини ошириш имконини беради.

Ишқаланиш ашёларини тадқиқ қилиш соҳасида тўпланган тажриба ва машина деталларининг ишқаланиши, ейилиши ҳамда мойланишига оид назарий ишланмалар асосида триботехника фанининг умумий тушунча ва атамалари қабул қилинган.

Триботехника - қаттиқ жисмлар бир-бирига нисбатан ҳаракатланганида уларнинг ўзаро таъсир кўрсатуви ҳақидаги фан бўлиб, машиналардаги ишқаланиш, ейилиш ва мойлашга оид бутун масалалар мажмуини ўз ичига олади. Кейинги йилларда триботехникада янги бўлимлар - трибокимё, трибофизика ва трибомеханика бўлимлари ривожланмоқда.

Трибокимё - туташ сиртларнинг кимёвий актив муҳит билан ўзаро таъсирлашувини ўрганади. У ишқаланишдаги емирилиш муаммоларини, танлама кўчиришнинг кимёвий асосларини ва ишқаланишда полимерларнинг ёки мойлаш ашёсининг парчаланиши туфайли ажралиб чиқадиган кимёвий актив моддаларнинг деталлар сиртига таъсирини текширади.

Трибофизика - туташ сиртларнинг нисбий ҳаракати вақтидаги ўзаро таъсирлашувининг физик жиҳатларини ўрганади.

Трибомеханика - туташ сиртларнинг ишқаланишдаги ўзаро таъсирлашиш механикасини ўрганади. У энергия ва импульснинг тарқалишини, ишқаланишдаги механик ўхшашликни, релаксацион тебранишларни, реверсив ишқаланишни, гидродинамика тенгламалари ва бошқаларни ишқаланиш, ейилиш ҳамда мойлаш масалаларига боғлаб ўрганади.

Баъзи бир мамлакатларда триботехник атамаси ўрнига трибология ва трибоника атамалари ишлатилади. Шунингдек, ишқаланиш жараёнида материалларнинг сиртқи қатлами тузилиши ва хоссасини ўрганишда динамик материалшунослик атамаси ҳам техник адабиётларда учрайди.

Триботехникага оид кўпгина атамалар стандартлаштирилган. ГОСТ - 23. 002-78 да 97 та атама бўлиб, улар ишқаланиш, ейилиш, мой, мойлаш усуллари ва мойлаш ашёлари бўйича таснифланган. Триботехниканинг умумий тушунчалари қаторига қуйидаги атамалар киради.

Ташки ишқаланиш - нисбий ҳаракатланишга нисбатан бўладиган қаршилиқ ҳодисаси бўлиб, икки жисмнинг туташ сиртларида юзага келади.

Ейилиш - ишқаланиш натижасида жисм ўлчамларининг аста секин ўзгариб бориши жараёни. Бу жараён ишқаланувчи сиртдан ашё ажралиб чиқишида ва (ёки) унинг қолдиқ деформациясида намоён бўлади. Ишқаланиш натижасида ҳам емирилиш юз бериши мумкин (ГОСТ 16429-70).

Ейилиш миқдори -ишқаланиш жараёнида туташ сиртларнинг ейилиши натижасида детал ўлчамининг бошланғич қийматидан ўзгариши бўлиб, узунлик, ҳажм, масса каби бирликлар билан ўлчаниши мумкин.

Ейилиш тезлиги-вақт бирлиги ичида детал ўлчамларининг ўзгариш тезлиги, *мм/соат* билан ўлчанади.

Ейилиш суръати - ейилиш миқдорини шу даврда босиб ўтган йўл ёки бажарилган иш ҳажмига нисбати, *мм/км*, *мм/кг* билан ўлчанади.

Ейилишга турғунлик-материалнинг маълум ишқаланиш шароитида ейилишига қаршилиқ қила олиш хусусияти бўлиб ейилиш тезлиги ёки ейилиш жадаллигига тескари бўлган қиймат билан баҳоланади.

Мойловчи материал - ишқаланувчи сиртлар орасига ишқаланиш кучи ва (ёки) ейилиш жадаллигини камайтириш учун киритилувчи материал.

Мойлаш- мойловчи материални ишқаланиш юзасига киритиш жараёни.

Мойланиш-мойлаш материалининг таъсири яъни ишқаланиш кучи ва (ёки) ейилиш жадаллигини камайиши.

Тинч ҳолатда ишқаланиш - икки жисмнинг нисбий ҳаракатга ўтгунига қадар микроҳаракатлардаги ишқаланиш.

Ҳаракатдаги ишқаланиш - нисбий ҳаракатда бўлган икки жисмнинг ишқаланиши.

Сурков ашёсиз (мойсиз) ишқаланиш - ишқаланувчи сиртга ҳеч қандай сурков ашёси (мой) суртилмагандаги икки жисмнинг ишқаланиши.

Сурков ашёси бўлгандаги ишқаланиш - икки жисмнинг ишқаланувчи сиртига ҳар қандай сурков ашёси суртилгандаги ишқаланиш.

Сирпанишдаги ишқаланиш - икки қаттиқ жисмнинг ҳаракатдаги шундай ишқаланишики, бунда уриниш нуқталарида жисмларнинг тезликлари қиймати ва йўналиши бўйича ҳар ҳил бўлади.

Думаланишдаги ишқаланиш - икки қаттиқ жисмнинг ҳаракатидаги шундай ишқаланишики, бунда уриниш нуқталарида уларнинг тезликлари қиймати ва йўналишига кўра турлича бўлади.

Ишқаланиш кучи- бир жисм ташқи куч таъсирида бошқа жисмнинг сирти бўйлаб ҳаракатланганида юзага келадиган қаршилик, мазкур куч ана шу жисмлар орасида умумий чегарага уринма бўйича йўналган бўлади.

Тинч ҳолатдаги энг катта ишқаланиш кучи – тинчи ҳолатдаги ишқаланиш кучи бўлиб, детални силжитувчи куч миқдори ундан катталашиши биланок туташ сиртда нисбий ҳаракат бошланади.

Тинчликдаги силжиш - ишқаланишда деталларни тинчи ҳолатдан нисбий ҳаракат ҳолатига ўтгунга қадар уларнинг туташ сиртларида юз берадиган нисбий микросилжишлар.

Сирпаниш тезлиги- сирпанишда уриниш нуқталаридаги жисмлар орасидаги фарқ.

Ишқаланиш сирти - жисмнинг ишқаланишда қатнашувчи сирти.

Ишқаланиш коэффиценти - икки жисм ишқаланиш кучининг ана шу жисмларнинг бир-бирига сиқиб турувчи меъёридаги куч нисбати.

Илашиш коэффиценти - икки жисмнинг тинч ҳолатдаги энг катта ишқаланиши кучининг жисмларини бир-бирига сиқиб турадиган, ишқаланиш сиртларига нисбатан меъёрида бўлган кучга нисбати.

Ейилиш вақт бирлиги ичида детал ўлчамларининг ўзгариш тезлиги, масалан, мм/соат билан баҳоланади; уни бошқа ўлчов birlikлари билан баҳолаш мумкин, чунончи: мм/км ; мм/кг ; (енилги сарфи) ; мм/мото-соат ва ҳоказо. Кўпгина деталларнинг ейилиш ўлчов бирлиги мкм ёки мм да баҳоланади.

2. Деталлар ишқаланиш сиртларининг параметрларини аниқлаш

2.1. Қаттиқ жисмларнинг туташ юзалари геометрияси

Триботехник жараёнларда детал материалидан кўра хам унинг ишқаланиш сиртларининг ҳолати муҳимроқ аҳамиятга эга. Техникада детал сирти деганда унинг ташқи қатлами тушунилади.

Ташқи қатламнинг геометрик тузилиши ва бошқа физик-кимёвий хоссалари деталки тайёрлаш жараёнидаги ишловлар ва ундан фойдаланиш жараёнидаги турли омиллар таъсирида ички қисмдан фарқ қилади.

Ташқи қатламнинг ички қатламга нисбатан комплекс хоналарини бошқачалигини қабул қилинган.

Сирт сифати деталнинг чарчашга ейилишга, коррозияга ва эрозияга чидамлилигига, тигиз бирикманинг мустахкамлигига ҳамда қўзғалувчан ва қўзғалмас қилиб боғланган зичликни ишончилигига таъсир қилади.

Детал сиртидаги ўзгарилишлари шартли тарзда учта синфга бўлиш мумкин.

- I- сирт геометриясига таълуқли ўзгаришлар;
- II- детал материалнинг сирт қатлами тузилишига оид ўзгаришлар.
- III- детал сиртида ҳосил бўлувчи ташқи моддалардан иборат парда қатламларига тегишли ўзгаришлар.

Гарчи деталлар чизмада қатъий шаклда силлиқ чизиклар билан ифодалансада, аслда уларнинг реал шакли идеал шаклидан фарқ қилади ва бу фарқ деталнинг геометрик нотекислиги деб аталади.

Деталнинг геометрик нотекислиги ҳосил бўлиши ва миқёсига кўра уч турга: макрогеометрик (шаклий) тўлқинли ва микрогеометрик (ғадрли) нотекисликларига бўлинади.

Шаклий нотекислик детални тайёрлаш жараёнида дастгохнинг ноаниқлиги ўрнатиш ва созлаш ишларидаги хатоликлар ҳамда дастгох – мослама –асбоб детал (ДМАД) тезликнинг юк ва иссиқлик таъсирида деформацияланиши натижасида содир бўлади. Масала цилиндрик шаклли бўлиши керак бўлган детал бўйламасига қараганда бочкага, конусга ёки эгри деталга, кўндалангига қараганда эса эгрилик радиуси турли шойиларида ҳар хил бўлган юза (масалан авал)га ўхшаб қолади. Ясси. Деталлар юзида қавариқ ва ботиқлар пайдо бўлади.

Деталдан фойдаланиш даврида шаклий нотекислик машинани йиғиси ва монтаж қилишдаги ноаниқликлар, ишқаланувчи юзанинг барча жойларда иш ҳарорати (босим, ҳарорат, мойланиш, сирпаниш тезлиги ва ташқи муҳит билан таъсирланиш) бир хил бўлганлиги сабабли ҳосил бўлади.

Сиртдаги тўлқинли нотекислик кесиш қадами ва йўналтиргич нотекислиги ҳамда ДМАД тизимини мажбурий тебраниши туфайли вужудга келади. Тўлқинли нотекислик қадами тоза ишловда 0,25 мм,

кора ишловда 14 мм гача бўлиши мумкин. Тўлқинли нотекислик ишқланиш жараёнида йиғма бирлк ва уннг элементларини мажбурий тебраншлар ва иш шароитининг бир хил эмаслиги туфайли юзага келиши мукин.

Ғадирли нотекислик кесиш асбобининг геометрияси ва уни ейилиши, ишлов бериш режимии, детал ва кесувчи асбоб материалларининг хусусиятлари, ДМАД тизимидаги тебранишлар ва бошқа кўринишдаги омилларга боғлиқ ҳолда ҳосил бўлади.

Детални тайёрлаганда шаклланган ғадирлик, ишқаланиш жараёнида, иш шароити ва туташ детал сиртидаги ғадирлик характериға боғлиқ ҳолда ўзгаради. Тажрибалардан янги йиғилган деталларнинг сирт ғадирлиги массасини хўрдалаш даврида ўзгара бориб бу давр охирида деярли ўзгармайдиган (барқарорлашган) ҳолатға келишлиги аниқланган. Барқарорлашган ғадирлик мазкур туташ жуфтлик ва иш шароитида энг кам ишқаланиш коэффиценти бўлишлигини таъминлайди.

Деталнинг хақиқий сиртдаги ўзгаришлар схематик тарзда кўриниши 1.1. – расмда келтирилган. Унда бўйлама шаклик нотекислик корсетлик (ботиклик), кўндаланг шаклий хатолик эса оваллик тарзида ифодаланган

1.1.- расм. Цилиндрик деталнинг ташқи сиртидаги нотекисликларнинг схематик кўриниши.

Идеал профил; 2- корсетлик; 3-хақиқий бўйлама профил; 4- идеал кўндаланг профил; 5-оваллик; 6- хақиқий кўндаланг профил;

Ҳалқаро ISЎP4G8 стандартиға кўра детал сиртларидаги ғадир нотекисликлар (1.5-расм.Гаркунов) куйидаги олтита параметрлар билан баҳоланади.

1.Вертикал йўналишдаги параметрлар

1.1.Профилнинг ўрта арифметик четға чиқиши R_a .

1.2.Нотекисликларнинг 10 та нуқтадаги баландлиги R_z .

1.3.Назорат қилинаётган соҳадаги энг катта баландлик R_{max} .

2.Горизонтал йўналишдаги параметрлар.

2.1.Профилдаги нотекисликларнинг ўрта чизик бўйича ўртача қадами қиймати S_m

2.2.Профилдаги нотекисликлар баландликларининг ўртача қадами қиймати S

2.3.Профилдаги ғадирликнинг нисбий таянч узунлиги tr

3.Нотекисликлар профилини характерловчи параметрлар (ГОСТдан ташқари)

3.1.Баландликлар чўққиларининг юмалоқланиш радиуслари

3.2.Нотекисликлар ён томонлари (профил бурчаклари) қиялик

бурчаклари

Ғадир нотекисликларнинг параметрларини аниқлашда профилнинг базис узунлиги l ва профилнинг ўрта чизиғи m тушунчаларидан фойдаланилади. Базис узунлик l силт ғадирлигини ўлчаш учун танлаб олинган узунлик бўлиб, у профилограммадаги камида бештадан чўққи ва чуқурлиги бўлган ораликдан иборатдир. Профилограммада ўрта чизиқнинг геометрик ўринини унинг иккала томонидаги ғадир профиллар контурлари юзалари тенг бўлишлик шартидан аниқланади.

$$\int_0^l y(x)dx = 0 \quad \text{ёки} \quad F_1 + F_3 + F_5 + \dots + F_n + \approx F_2 + F_4 + \dots + F_n \quad (2.1)$$

Профил четга чиқишининг ўрта арифметик қиймати R_a базис узунликдаги хамма ғадирликларнинг профил ўрта чизиққа нисбатан абсолют четга чиқишининг ўрта арифметик қийматига тенг.

$$R_a = \frac{1}{\lambda} \int_0^{\lambda} |y(x)| dx \quad (2.2)$$

Бу ерда λ - базис узунлиги
у- профилдаги нуқталарнинг ўрта чизиқдан узоқлиги.
Тақрибан интеграл чекли йиғинди билан алмаштирилганда (2.2) ифода қуйидаги кўринишни олади:

$$R_a = \frac{1}{n} = \sum_{i=1}^n |Y_i| \quad (2.3)$$

Бунда $i=n$ - базис узунлигидан олинган нуқталар сони

Y_i - нуқтанинг ўрта чизиқдан узунлиги

R_a - профилдаги барча ғадирликларнинг ўртача баландлигини характерлайди.

Профил ғадирликлари (нотекисликлар) баландлиги R_z базис узунликдаги 5 та энг баланд чўққи ва 5 та энг паст чуқурликларнинг ўртача абсолют баландликларининг йиғиндисидир.

$$R_z = \frac{1}{s} \left[\sum_{i=1}^n |Y_{pi}| + \sum_{i=1}^n |Y_{gi}| \right] \quad (2.4)$$

Бу ерда: U_{pi} – профилнинг i -чи энг катта чўққисининг ўртача чизикдан абсолют узоклиги, яъни баландилиги.

U_{91} - профилнинг i -чи катта чуқурлигининг ўртача чизикдан абсолют узоклиги, яъни чуқурлиги.

Профил нотекисликлари энг катта баландлиги R_{max} чуқурликла ва баландликлар чизиклари орасидаги масофадир. Шундай қилиб R_{max} деб базис оралиғида баландлик чизиғи ва чуқурлик чизиғи орасидаги масофага айтилади. R_{max} амалда базис оралиғидаги энг баланди ва энг паст нукталар баландликлари фарқига тенг. Баландлик чизиғи деб энг баланд чўқидан ўрта чизикқа паралел (эквидистант) ўтказилган чизикқа айтилади. Чуқурлик чизиғи деб энг паст чуқурликдан ўрта чизикқа паралел (эквидистант) ўтказилган чизикқа айтилади.

Профилнинг махаллий чўққиларининг ўртача қадами

$$S \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i \quad (2.4)$$

Профилдаги нотекисликларнинг ўрта чизик бўйича ўртача қадами

$$S_m \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_{mi} \quad (2.5)$$

=====

Қаттиқ жисмларнинг ўзаро таъсирлашишига туташ сиртлардаги микронотекисликлар чўққиларининг эгрилик радиуслари катта таъсир кўрсатади. Чўққиларнинг эгрилик радиуслари деталга берилган ишлов йўналишида (бўйлама r_b) ва унга тик йўналишда (кўндаланг r_k) турлича бўлиб, қийматлари ишлов турига боғлиқ бўлади. (2.1- Жадвал)

2.1-Жадвал

Пўлат деталлар сиртидаги микронотекисликлар чўққисининг эгрилик радиуслари

Т/р	Ишлов тури	R_a , мкм	r_k	r_b
1.	Тешикни ички юзасини жилвирлаш	1,6-2,0	3,5	8
		0,8-1,0	6	11
		0,4-0,5	10	16
		0.20-0,25	15	23

2.	Ясси юзаларни ёнли фрезада фрезалаш	$R_z=10-15$ 1,6-2,0 0,8-1,0	45 90 120	4 000 9 000 15 000
3.	Доиравий юзаларни жилвирлаш	0,8-1,0 0,4-0,5 0,20-0,25 0,1-0,125	4 6,5 12 18	16 22 30 40
4.	Ясси юзаларни жилвирлаш	$R_z=0-15$ 1,6-2,0 0,8-1,0 0,4-0,5 0,2-0,25	5 7 10 17 20	250 1 300 3 200 8 000 15 000
5.	Сидириш	0,8-1,0 0,4-0,5 0,2-0,25	12 25 70	9 000 12 000 15 000
6.	Сайқаллаш	0,4-0,5 0,2-0,25 0,1-0,125	350 700 1000	150 300 450
7.	Цилиндрик юзага сўнги ишлов бериш (етказиш)	0,1-0,125 0,03-0,05 0,022-0,025	25 40 70	35 40 43
8.	Ясси юзаларни цилиндрлик фрезада фрезалаш	$R_z=30$ $R_z=15$ 1,6-2,0 0,8-1,0	10 15 25 50	45 60 80 120
9.	Цилиндрик юзаларни йўниш (токарлик дастгохида)	$R_z=15$ 1,6-2,0 0,8-1,0 0,4-0,5	20 30 60 120	10 13 20 25
10.	Тешикларни развёрткалаш	1,6-2,0 0,8-1,0 0,4-0,5 0,20-0,25	10 30 250 500	20 50 350 500
11.	Хонлаш	0,4-0,5 0,20-0,25 0,1-0,125 0,03-0,05	4 5,5 14 20	60 70 90 160
12.	Рандалаш	$R_z=30$ $R_z=15$ 1,6-2,0 0,8-1,0	17 30 90 160	150 250 600 950

13.	Тешик кенгайтириш	$R_z=15$	20	10
		1,6-2,0	35	15
		0,8-1,0	60	25
		0,4-0,5	110	35
14.	Ясси юзаларга сўнгги ишлов бериш	0,1-0,125	15	7 000
		0,03-0,05	25	10 000
		0,022-0,025	75	14 000

Эллипсоид шаклидаги микронотекислик чўққиларининг эгрилик радиуслари

$$r_6 = b^2/c ; \quad r_k = a^2/c \quad (2.6)$$

бу ерда, a, b, c - эллипсоид ярим ўқларининг ўлчамлари

Аммо эллипсоид ярим ўқларининг ўлчамларини аниқлаш қийин бўлганлиги учун (2.6) формуладан фойдаланиш ноқулай. Шунинг учун микронотекислик чўққиларининг ўртача эгрилик радиусларини ғадирлик профилограммаси асосида аниқланган қулай.

$$r_6 = \frac{K_{вб}}{K_{гб}^2} \frac{d_6^2}{8h_6} \quad r_k = \frac{K_{вк}}{K_{гк}^2} \frac{d_k^2}{8h_k} \quad (2.7)$$

бу ерда, d_6, d_k – бўйлама ва кўндаланг профиллограммадаги 5 та энг баланд микрочиққиларнинг чўққи тепасидан мос тарзда $h_6=0,06 R_{\max.б}, h_k=0,06 R_{\max.к}$ масофада асосига параллел қилиб ўтказилган кесимлари эни квадратлари йиғиндисининг ўртача қиймати; $K_{вк}, K_{гк}$ – кўндаланг профиллограмманинг вертикал ва горизонтал йўналишлардаги масштаби; $K_{вб}, K_{гб}$ – бўйлама профиллограмманинг вертикал ва горизонтал йўналишлардаги масштаби.

Чиққилар чўққисининг келтирилган эгрилигини ўртача радиуси,

$$r = r_k * r_6 / (r_k + r_6) \quad (2.8)$$

бу ерда, r_k – кўндаланг, r_6 – бўйлама профилограммалардаги чиққилар чўққиларининг ўртача эгрилик радиуслари.

Профилнинг таянч узунлиги η_p баландлик чизиғидан p масофа эквидистант чизик профилдан кесиб ўтган кесмаларнинг узунликлари йиғиндисидир.

$$\eta_p = \sum_{i=1}^n b_i \quad (2.9)$$

Профилнинг нисбий таянч узунлиги эса таянч узунлигининг базис узунлигига нисбатига тенг.

$$t_p = \frac{\eta_p}{l} \quad (2.10)$$

Профил нисбий таянч узунлигининг қиймати фоизлар ҳисобида ҳисобланса 10, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90% га тенг бўлиши мумкин. Профил кесими сатхи P баландлик чизиғидан ҳисобланади (ўлчанади) ва $R_{\max}$ га нисбатан фоизда ифодаланади. Унинг тавсия қилинган катталиклари қуйидагиларлир: 5, 10, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90%. Ғадирликнинг катталиги юзанинг ўз функционал вазифаларини бажаришга таъсир кўрсатадиган ҳолларда назорат қилинади. Маъсулиятли деталларнинг ишқаланадиган юзалари учун R_a ёки R_z ларнинг йўл қўйилган катталиклари ҳамда нотекисликларининг йўналиши белгиланади ва назорат қилинади. Умумий ҳолда R_a , R_z , $R_{\max}$ 2.2-жадвалда келтирилган мос базис узунликлари учун белгиланади.

R_a , R_z , $R_{\max}$ параметрлари ва базис узунлик l нинг ўзаро нисбатлари

2.2-жадвал

R_a , мкм	$R_z=R_{\max}$, мкм	l , мм
1	2	3
0,025 гача	0,1 гача	0,08
[0,025...0,4]	[0,1...1,6]	0,25
[0,4...3,2]	[1,6...12,5]	0,8
[3,2...12,5]	[12,5...50]	2,5
[12,5...100]	[50...400]	8

Агар R_a , R_z , $R_{\max}$ параметрлар жадвалда келтирилган базис узунликда аниқланган бўлса, ғадирликка талабларда кўрсатилмайди, акс ҳолда у кўрсатилиши шарт.

Сирт нотекислиги профилограммасидан фойдаланиб детал материални ғадир қатламда тақсимланишини ифодаловчи таянч эгри чизик графигини қуриш мумкин (Икромов 2.4-расм). Бунинг

учун профилограммани ўрта чизикка параллел бир нечта гаризонтал чизиклар ўтказиб даражаларга бўлинади, сўнгра тегишли даража P да чўққилар эни li ни чегараловчи участкалар йиғиндиси аниқланади.

Таянч эгри чизикни бошланғич (энг баланд чўққидан ўрта чизикқача бўлган) қисмини нисбий миқдорларда қуйидагича функция курунишида аппроксимациялаш мумкин.

$$t_p = b * \left(\frac{a}{R_{\max}}\right)^v \quad (2.5)$$

Бу ерда : t_p -профилнинг нисбий таянч узунлиги; a -якинлашиш; $R_{\max}$ -профил катталигининг максимал баландлиги; b ва v -таянч эгри чизик параметрлари.

$$b = t_m \left(\frac{R_{\max}}{R_p}\right)^v, \quad v = 2t_m \frac{R_p}{R_a - 1} \quad (2.6)$$

бу ерда : t_m - профилнинг ўрта чизик бўйича нисбий таянч узунлиги R_p - ўрта чизикдан энг баланд чизик чўққисигача бўлган масофа тахминий ҳисобларда $R_p = R_{\max} / 2$ олиш мумкин.

Иккита ғадир туташ юзалар учун v ва b параметрларнинг қийматлари

$$v = v_1 + v_2, \quad b = K_2 b_1 b_2 (R_{\max 1} + R_{\max 2}) \frac{v_1 + v_2}{R_{\max 1}^{v_1} R_{\max 2}^{v_2}} \quad (2.7)$$

$$K_2 = \frac{r(v_1 + 1)r(v_2 + 1)}{r(v_1 + v_2 + 1)} \quad (2.8)$$

1-Мисол. Текширилаётган сиртнинг турли участкаларидан олинган профилограммаларнинг параметрлари қуйидаги қийматларга эга. Ўрта чизиклар бўйича нисбий таянч узунлик: $t_{mi} = 0,5; 0,52; 0,54; 0,53; 0,53$. профилларнинг ўртача арифметик четга чиқиши: $R_{ai} = 1,4; 1,3; 1,42; 1,35; 1,36$. Чўққилар чизигидан ўрта чизикқача бўлган масофа: $R_{pi} = 3,2; 3,3; 3,4; 3,5; 3,4$. чўққилар чизигидан чуқурликлар чизигигача бўлган масофа: $R_{maxi} = 6,5; 6,7; 6,9; 6,8; 6,5$.

Профилнинг таян чизиги параметрларининг аниқлаш талаб этилади.

1. Ўрта чизиклар бўйича нисбий таянч узунлигини ўртача қиймати

$$t_m = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 t_{mi} = \frac{0,5 + 0,52 + 0,54 + 0,53 + 0,53}{5} = 0,524$$

2. Ўртача арифметик четга чиқишларининг ўртача қиймати

$$R_a = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 R_{ai} = \frac{1,4 + 1,3 + 1,42 + 1,35 + 1,36}{5} = 1,366 \text{ мкм}$$

3. Чўққилар чизигидан ўрта чизикқача бўлган масофаларнинг ўртача қиймати

$$R_p = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 R_{pi} = \frac{3,2 + 3,3 + 3,4 + 3,5 + 3,4}{5} = 1,36 \text{ мкм.}$$

4. Чўққилар ва чуқурликлар чизиклари орасидаги масофанинг ўртача қиймати

$$R_{\max} = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 R_{\max i} = \frac{6,5 + 6,7 + 6,9 + 6,8 + 6,5}{5} = 6,68 \text{ мкм.}$$

5. Таянч чизик параметрлари

$$v = 2t_m \frac{R_p}{R_a} - 1 = 2 \cdot 0,524 \cdot \frac{3,36}{1,366} - 1 = 1,578$$

$$b = t_m \left(\frac{R_{\max}}{R_p} \right)^v = 0,524 \left(\frac{6,68}{3,36} \right)^{1,578} = 2,97$$

2-Мисол. Сирт профилининг кўндаланг профилограммаси $K_{ГК} = 400$, $K_{БК} = 1000$, бўйлама профилограммаси $K_{Гб} = 1000$, $K_{Бб} = 4000$, марта катталаштириб олинган. Кўндаланг профилограмма параметрлари: $R_{\max к} = 40$ мм; $h_k = 2,5$ мм; $d_{ki} = 6; 7; 8; 10,5; 8,5$ мм.га, бўйлама профилограмма параметрлари $R_{\max б} = 40$ мм; $h_b = 2,5$ мм; $d_{bi} = 55; 58; 66; 60; 75$ мм.га тенг. Сирт профилининг чиққиларининг эгрилик радиуси ҳисоблансин.

1. Кўндаланг ва бўйлама профилограммалар бўйича кесимлар

энининг ўртача қиймати квадрати

$$d_k^2 = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 d_{ki}^2 = \frac{6^2 + 7^2 + 8^2 + 10,5^2 + 8,5^2}{5} = 66,3 \text{ мм}^2$$

$$d_b^2 = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 d_{bi}^2 = \frac{55^2 + 58^2 + 66^2 + 60^2 + 75^2}{5} = 3994 \text{ мм}^2$$

2. Кўндаланг ва бўйлама профилограммалар бўйича чўққилар чўққисининг эгрилик радиуслари

$$r_k = \frac{K_{8k}}{K_{2k}^2} \cdot \frac{d_k^2}{8_{hk}} = \frac{1000}{400^2} \cdot \frac{66,3}{8 \cdot 2,5} = 0,02\text{мм} = 20\text{мКм}$$

$$r_6 = \frac{K_{в6}}{K_{26}^2} \cdot \frac{d_6^2}{8_{h6}} = \frac{4000 \cdot 3994}{1000^2 \cdot 8 \cdot 2,5} = 0,798\text{мм} = 798\text{мКм}$$

Профил чиқиқлари чўққиларининг келтирилган эгрилик радиуси

$$r = \frac{r_k \cdot r_6}{(r_k + r_6)} = \frac{20 \cdot 798}{20 + 798} = 19,5\text{мКм}$$

1-ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

ДЕТАЛ ЮЗАСИ ПРОФИЛОГРАММАСИНИ ОЛИШ ВА ҒАДИРЛИК ПАРАМЕТРЛАРИНИ АНИҚЛАШ

1. Ишдан мақсад : профилограф – профилометр тузилиши ва ишлаши билан танишиш, ҳамда унинг ёрдамида юза ғадир – будирликларини ўлчашни ўрганиш.

2. Керакли асбоб ва жихозлар :

2.1. 201 модели профилограф – профилометр

2.2. Юза ғадир – будирлигини ўлчаш учун деталлар

а) тоза токарлик ишлов берилган валик

б) тоза фрезерлик ишлов берилган текис детал

3. Умумий тушунча.

Профилография – профилометр асосан пўлат, чўян, рангли металллардан тайёрланган деталларни ва қуйма хом-ашёларни юзаларни ғадир-будирлигини ва тўлқинсимон юзаларни профилини ўлчаш ва ёзиш учун ҳамда нометалл деталларни юзаларига зарар етказмасдан аниқлаш учун хизмат қилади.

Юза ғадир-будирлигини аниқлаш абсолют метод ёрдамида қуйидагича олиб борилади :

- 80 мкм баландликкача бўлган микронотекисликлар элетротермик қоғозда катталаштирилган масштабда ёзиш;
- 0,02 мкм дан 5 мкм гача бўлган параметрларни стрелкали асбоб ёрдамида аниқлаш (профилни ўрта арифметик четланиш бўйича).

3.1. Асбоб асосан текис, цилиндрик ва бошқа юзаларни (ташқи ва ички) ғадир – будирлигини аниқлаб берди, фақат уларни ўлчовчи юзалари тўғри чиқиқни ташкил этиши керак.

4. 401 моделда профилограф – профилометрни тузилиши ва ишлаши

Асбобни ишлаш принципи асосан шундан иборатки, унда олмос игна кичик радиусларда юзани сийпалаб киради ва кучланишни ўзгаришига қараб

токи тебраниши орқали аниқлайди. Асбоб мустқил тайёрланган блоклардан иборат (1-расм).

- ҳаракатланувчи устун 9
- ҳаракатланувчи универсал стол 1
- универсал дастгоҳ 2
- датчик 3
- мотоузатма 3
- кўрсатувчи асбобли электрон блок 5
- ёзувчи асбоб 8

5. Жихозни профилограф сифатида ишлатиш. Ёзувчи асбоб билан ишлаш қуйидаги кетма-кетликда кетади :

5.1. Мотоузатмага датчик маҳкамланади, унинг учун датчик мотоузатма штогига шундай ўрнатилиши керакки, датчик қутича ўрнатилган штиф мотоузатма штоги пазига кириш керак, кейин датчик винт 7 билан штокка маҳкамланади.

5.2. Асбобни 20 мин давомида қиздирилади.

5.3. Мосламага детал ўрнатилади.

5.4. Ўлчовчи игнани текширилаётган юза билан тўқнаштириш утстун датчик билан мотоузатмани вертикал ўқ бўйлаб тушириш йўли билан амалга оширилади. Бунинг учун маховик 8 бўшатилади стойка 9 бўйлаб мотоузатма туширилади, маховик 10 ни айлантириб датчик ўлчаш юзасига тўғриланади. Аниқ ўрнатиш учун датчик маховик 11 ёрдамида айлантирилади. 10, 11 маховикларни бураб назорат стрелкаси 11 пастки бурчак ичига келтирилади, тумблер 13 «Вход усилителя» ҳолатида бўлади. Вақтида чизувчи қалам қоғозни ўнг томонида бўлиши керак.

5.5. Вертикал йўналишдаги катталаштириш миқдори 1 дан 200 гача қилиб ўрнатилсин. Унинг учун 14 дан фойдаланилади.

5.6. Ўчириб – ёндириш қурилмаси 15 ёрдамида ўлчаш ҳаракати 0,2 ёки 1 мм/мин қилиб ўрнатилсин.

5.7. Ёзувчи приборни маховик 16 айлантириб қоғозни ҳаракат тезлигини горизонтал йўналиши бўйича катталаштиришга қараб топилсин (1-жадвалга қаранг).

Жадвал 1.

Датчикни тезлиги мм/мин	Қоғозни тезлиги					
	20	40	80	300	400	800
	Горизонтал йўналишида катталаштириш					
0,2	1000	200	400	1000	2000	4000
1,0	20	40	80	200	400	800
10	2	4	8	20	40	80

5.8. Переключателр (25) ни «ЭП» (записквәуюйй прибор) ёзувчи асбоб ҳолатига ўтказилсин.

5.9. Дастак (17) ёрдамида ёзувчи асбоб перосини лента ўртасига тўғриланади.

5.10. Переключателр (16) ни ишлатиб, лентани ҳаракатга келтирилади.

5.11. Ричаг 19 ни ўнг томонга, охиригача тортиб. ўлчаш датчиги ишчи ҳолатга келтирилади.

6. Приборни профилометр сифатида ишлатиш.

6.1. Детални мосламага ўрнатиш.

6.2. Переключателр (14) дан фойдаланиб, керакли ўлчам чегарасини 8 дан 0,08 мкм гача ўрнатилсин.

6.3. Маховик 20 ни «ПП» (показквaюўий прибор) ҳолатига келтирилади.

6.4. Дастак (20) ничап томонга (охиригача) суриб датчикни бошланғич ҳолатга келтирилади. Бунда кўрсатувчи мосламани стрелкаси шкалани «0» белгиси тўғрисида тушиши керак. Агарда стрелка «0» га тўғри келмаса ричаг (2) ёрдамида тўғриланади.

6.5. Маховик (10) ни айлантириб датчикни текширилаётган юзага шундай ўрнатиш керакки, унда назорат мосламани (12) стрелкаси тўғри бурчак остида бўлиши керак. Ўлчаш пайтида стрелка шу участкадан чиқиб кетмаслиги керак. Бу ҳолатда переключателр «вкход усилителя» ҳолатида туриши керак.

6.6. Мотоузатма переключателя (15) ни айлантириб стрелкани «ПП» ҳолатига келтирилади. Бунда сабоҷкани ишлаб туриши (тирихлани) эшитилиб туриши керак ва кўрсатувчи мослама учун 0,7 мм/мин тезлик автоматик равишда ўрнатилади.

6.7. Переключателр 23 ни танлаб олинган ўлчаш узунлигига мос ҳолда ўрнатилсин 0,8 мм, 3,6 мм ёки 6 мм.

Эслатма: Тишларни узунлиги қадамларни ҳисобга олган ҳолда қуйидагича бўлади. 2,5-8 мм; 0,08 ва 0,25 – 1,6 мм.

Текшириш узунлиги танлаш дастурининг ҳолати мотоузатма дастаги ҳолати билан бир хил бўлиши керак.

6.8. Переключателр 25 ни ҳолати «ПП» келтирилсин.

6.9. Переключателр 25 керакли ўлчашни базавий узунлигига 0,08; 0,15 ёки 2,5 мм қадамларни ҳисобга олиб ўрнатилсин.

6.10. Маховик 6 ни буриб устундаги ҳаракатланувчи мотоузатман ҳолати кўзғалмас этиб таъминлансин.

6.11. Дастак 19 ўнг томонга охиригача туриб датчик ҳаракатга келтирилсин.

Эслатма : Маховик 27 ёрдамида датчик ҳаракатини ўлчаш юзасига параллеллиги таъминлансин. Параллеллик прибор 12 ёрдамида назорат қилинади.

Қабул қилинган вертикал йўналишдаги катталаштиришга қараб шкала бўйича микронотекислик миқдори аниқлансин. Шкала бўйича кўрсаткичлар

11 масштабда 1, 2 ва 4 минг марта 1:10 масштабда 10, 20 ва 40 минг марта 1:100 масштабда эса 100 минг марта катталаштириш учун берилган.

Ғадир – будирликни синфини аниқлаш ГОСТ 2789-73 бўйича олиб борилади, ГОСТ дан кўчирма 2-жадвалда берилган:

Жадвал 2

Синф	Ғадир-будирликни параметрлари		Базавий узунлик мкм
	R _a , мкм	R _z , мкм	
1	2	3	4
1	-	320-160	8,0
2	-	160-80	
3	-	80-40	
4	-	40-20	2,5
5	-	20-10	
6	2,5-2,0	-	0,8
	2,0-1,6	-	
	1,6-1,25	-	
7	1,25-1,00	-	
	1,00-0,80	-	
	0,80-0,63	-	
8	0,63-0,50	-	
	0,50-0,40	-	
	0,40-0,32	-	
9	0,32-0,25	-	
	0,25-0,20	-	
	0,20-0,16	-	
10	0,160-0,125	-	0,25
	0,125-0,100	-	
	0,100-0,080	-	
11	0,080-0,063	-	
	0,063-0,050	-	
	0,050-0,040	-	
12	0,040-0,032	-	
	0,032-0,025	-	
	0,025-0,020	-	
13	-	0,100-0,080	0,08
	-	0,080-0,063	
	-	0,063-0,050	
14	-	0,050-0,040	
	-	0,040-0,032	
	-	0,032-0,025	

6.12. Кўрсатувчи прибор стрелкаси тўхтагандан сўнг ҳисоб олинсин. Ўлчашдан сўнг переключателр 25 «ЗАГР» ҳолатига келтирилади ва прибор ўчирилади.

7. Ишни бажариш тартиби

Прибор ишга туширилади ва 20 мин қиздириб турилади.

Текшириლაётган детал мосламага ўрнатилган.

Переключаелр (14) ни бураб вертикал катталаштириш бирлиги аниқланади.

Дастак (26) ни бураб қаламлар катталигини аниқланади.

Переключателр 23 ва 24 ни бураб керакли ўлчаш узунлиги топилади.

15 ва 16 переключателни «ПП» ҳолатга келтирилади.

Датчикни текшираётган деталга ўрнатилади бунда прибор стрелкаси (12) ни тўғри бурчак чегараларида туриши керак.

Переключателр 25 ни «ПП» ҳолатга келтиради ва датчикни дастак (18) ни бураш орқали ҳаракатга келтирилади.

Мослама кўрсаткичлари ёзиб олинади ва жадвал 3 орқали детал юзасини тозалик синфи аниқланади.

Мосламани дастак (19) ни чап томонга ўтказиб ўчирилади ва переключателр (25) «ЗАГР» ҳолатга келтирилади.

2.2. Қаттиқ жисмлар туташишидаги параметрлар

Сирт нотекислиги туфайли деталлар номинал юза A_n бўйича тўлиқ туташмайди. Амалда деталлар тўлқин чўққиларидаги ғадирликлар билан туташади. Тегишиб турган тўлқин чўққилар юзаларининг йиғиндиси контур туташ юза A_k , улардаги ғадирликларнинг туташган юзаларини йиғиндиси ҳақиқий туташ юза A_x деб аталади.

Туташ сиртларнинг контур юзаси A_k ва ҳақиқий туташган юза A_x миқдори номинал юзадан жуда оз бўлади.

$$A_k = (0,05 - 0,15) A_n$$
$$A_x = (0,0001 - 0,001) A_n$$

Айрим ғадирликларнинг деформацияланиши натижасида ҳақиқий туташ юза ўлчами 3-50 мкмга етади. Туташ сиртга тик юк (нормал куч) N -ни юзага нисбати босим деб аталади.

$P_n = \frac{N}{A}$ номинал, $P_k = \frac{N}{A_k}$ контур ва $P = \frac{N}{A_x}$ ҳақиқий босим хисобланади.

Хақиқий туташ юза контур юза бўйича ҳисоблаш мумкин.

$$A_x = \frac{N}{P_x} = \frac{A_k P_k}{P_x} \quad (2.7)$$

Масалан сиртдаги тўлқинли нотекислик эластик деформацияланганда ва $R_{\max} < 0,1 H_T$ хол учун контур юза ва контур босим

$$A_k = 2,2 A_n^{0,14} \left(\frac{R_T}{H_T} \right)^{0,43} (\theta N)^{0,86} \quad (2.8)$$

$$P_k = 0,45 \left(\frac{H_T}{R_T} \theta^2 \right)^{0,43} P_a^{0,14} \quad (2.9)$$

бу ерда, H_T , R_T - туташаётган тўлқинли нотекислик баландилиги ва эгрилик радиуси.

Деформацияланаётган икки сиртнинг келтирилган эластиклик доимийлиги

$$\theta = \theta_1 + \theta_2 = \frac{1 - \mu_1^2}{E_1} + \frac{1 - \mu_2^2}{E_2} \quad (2.10)$$

μ_1 ва μ_2 –туташ деталларнинг деформацияланадиган материаллари учун Пуассон коэффиценти

E_1 ва E_2 - туташ деталларнинг деформацияланадиган материалларининг эластиклик модуллари.

Ғадирлик икки сирт чўққилари эластик деформацияланган хол учун ҳақиқий босим

$$P_x = 0,61 \left(\frac{R_a}{r \theta^2} \right)^{0,43} P_k^{0,14} \quad (2.11)$$

Пластик деформацияланган хол учун ҳақиқий босим

$$P_x \approx P_k - 0,4 \sqrt{\frac{H^3}{P_k}} \quad (2.12)$$

бу ерда, Н-туташ деталлардан юмшақроқ юзалигининг микроқаттиқлиги. Агарда $P_K \leq \frac{1}{3} HB$ бўлса $P_X \approx H$ олинади.

Пластик деформацияланган сирт қайтадан юкланганда ғадирли икки сирт орасидаги хақиқий босим

$$P_X \approx H \left(\frac{N}{N_0} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (2.13)$$

бу ерда N_0 -биринчи юкланишдаги нормал юк.

Юкланиш натижасида ғадирликларнинг сиртларга ботиши ҳамда нотекисликларнинг пластик ва эластик деформацияланиши оқибатида юзалар h масофага яқинлашади.

$$h = h_z + h_T \quad (2.14)$$

h - юзаларнинг яқинлашишини умумий қиймати;

h_z - ғадирликларнинг ботиши ва деформацияланиш натижасидаги яқинлашиш ;

h_T -тўлқинли нотекисликларнинг деформацияланиши натижасидаги яқинлашиш.

Фақат ғадирли чўқиқилари деформацияланиш натижасидаги яқинлашиш. Ғадирли икки сирт туташган ҳол учун

$$h \approx 3,4 R_a \left(\frac{P_K}{P_X} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (2.15)$$

Ғадирли сирт силлиқ сирт билан туташган ҳол учун

$$h \approx 4,4 R_a \left(\frac{P_K}{P_X} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2.16)$$

Тўлқин деформацияланиши натижасидаги яқинлашиш

Тўлқинли икки сирт туташган ҳол учун

$$h_T = 1,8 H_T^{0,85} R_T^{0,15} \theta^{0,3} P_a^{0,3} \quad (2.17)$$

Тўлқинли сирт силлиқ сирт билан туташган ҳол учун

$$h_T = 3,83 H_T^{0,8} R_T^{0,2} (\theta P_X)^{0,4}$$

Туташ сиртлар оралиғидаги бўшлиқ хажми ва тирқишларининг ўртача эни туташини герметиклигини ва иссиқбардошлигини белгиловчи параметрлар ҳисобланади. Бу хажм туташ сиртларнинг

таянч чизиғи шаклига ва нормал юк остида сиртларни яқинлашиш даражасига боғлиқ. Туташ сиртлар тўлқинли нотекисликлардан иборат бўлса, бўшлиқ ҳажми асосан тўлқинларнинг шакли ва деформацияланиш даражасига боғлиқ бўлади. Ғадир сиртлар туташгандаги бўшлиқ ҳажми ва тирқишларининг ўртача эни

$$V_6 = \left[1 - 3,3 \left(\frac{P_K}{P_X} \right)^{1/3} \right] (R_{p1} + R_{p2}) A_K; \quad h_m = \frac{V_6}{A_K}$$

Ғадир сирт силлиқ сирт билан туташган ҳолда

$$V_6 = \left[1 - 3,6 \left(\frac{P_K}{P_X} \right)^{1/2} \right] A_K \cdot R_p; \quad h_m = \frac{V_6}{A_K}$$

Тўлқинли ва ғадирли сиртлар туташган ҳолда

$$V_6 = \left(\frac{H_{T1}}{2} + \frac{H_{T2}}{2} + R_{p1} + R_{p2} - h \right) A_K; \quad H_m = \frac{V_6}{A_K}$$

Туташ сиртларнинг тегишган жойидан сиртлар ўзаро таъсирлашиши оқибатида ишқаланиш ва ейилиш содир бўлади. Тегишган жой юзасининг катталиги ейилувчи зарра ўлчами, таъсирлашиш вақти ва ишқаланишда ҳосил бўладиган иссиқлик миқдорига таъсир этади. Тегишган жойлар оралиғи уларнинг таъсирлашиш частотасини белгилайди.

Ғадирли сиртлар туташганда уларнинг тегишган жойлари сони

$$n_T = 3,1 \frac{A_K}{K_r r R_a} \left(\frac{P_K}{P_X} \right)^{0,66} \quad (2.18)$$

Чўққиларнинг туташ ҳолатини инобатга олувчи коэффицент эластик туташишда $K_r = 1$, пластик туташишда $K_r = 21$ га тенг.

Битта туташининг туташган юзасини ўртача қиймати

$$\Delta A_r = 0,33 K_r \cdot r \cdot R_a \left(\frac{P_K}{P_X} \right)^{0,33} \quad (2.19)$$

Туташган жойлар орасидаги ўртача масофа

$$S = 0,57 (K_r \cdot r \cdot R_a)^{0,5} \left(\frac{P_X}{P_K} \right)^{0,33} \quad (2.19)$$

Агарда туташ сиртлардан биттаси силлиқ бўлса, юқоридаги формулалар олдидаги 3,1; 0,33 ва 0,57 сонлар ўрнига мос тарзда 2; 0,5 ва

0,7 сонларини қўйиш керак. Шунингдек қавс кўрсаткичлари 0,66 ва 0,33 сонлари ўрнига 0,5 сони қўйилади.

Тўлқинларнинг туташ юзалари ўлчами ейилувчи зарра катталигига, бирлик туташидидаги ишқаланиш вақтига ва ҳосил бўлаётган иссиқлик миқдорига таъсир кўрсатади. Туташган тўлқин юзалар орасидаги ўртача масофа S - ўзаро туташидиш частотасига таъсир қилади. Шунинг унутмаслик керакки ҳақиқий босим қиймати жуда катта бўлади ва чиқиқларни пластик деформацияланишига сабаб бўлади. Баъзан туташ зонада иссиқлик таъсирида оқим рўй бериши ва сирт хоссалари ўзгариб туриши мумкин.

3-мисол. Бир хил пўлат материал деталларининг туташ сиртлари қуйидаги параметрлари берилган : $R_{a1}=R_{a2}=0,1$ мКм; $r_k=150$ мКм; $r_6=750$ мКм; $E=2 \cdot 10^5$ Н/мм² $\mu=0,3$; $P_k=20$ Н/мм²

Деталларнинг туташ сиртларидаги ҳақиқий босим аниқланиш.1 берилганлардан кўринадики икккала сирт ҳам ғадирли экан.

Профилдаги микрочиқиқлар чўққиларининг келтирилган эгрилик радиуси (форм)

$$r = \frac{r_n \cdot r_6}{r_k \cdot r_6} = \frac{150 \cdot 750}{150 \cdot 750} = 125 \text{ мКм}$$

2.Профилларнинг умумий ўртача арифметик четга чиқиши

$$R_a = R_{a1} + R_{a2} = 0,1 + 0,1 = 0,2 \text{ мКм}$$

3. Сирталрнинг келтирилган эластиклик доимийлиги (форм)

$$\theta = \frac{1 - \mu_1^2}{E_1} + \frac{1 - \mu_2^2}{E_2} = \frac{2(1 - \mu^2)}{E} = \frac{2(1 - 0,3^2)}{2 \cdot 10^5} = 9,1 \cdot 10^{-6} \text{ мм}^2 / \text{Н}$$

4. Туташ сиртлардаги ҳақиқий босим (форм)

$$P_x = 0,61 \left(\frac{R_a}{r \cdot \theta^2} \right)^{0,43} \cdot P_k^{0,14} = 0,61 \left(\frac{0,2}{125(9,1 \cdot 10^{-5})^2} \right)^{0,43} \cdot 20^{0,14} = 3440 \text{ Н/мм}^2$$

4-мисол. Икки пўлат сиртларнинг контур туташ юзасининг қуйидаги параметрлари маълум: $R_{a1}=R_{a2}=1,5$ мкм; $H_{T1}=10$ мкм; $H_{T2}=20$ мкм; $R_{T1}=100$ мм; $R_{T2}=150$ мм; $E_1=E_2=2 \cdot 10^5$ Н/мм²; $A_H=2500$ мм²; $\mu_1=\mu_2=0,3$; $H_1=H_2=1000$ Н/мм²; $P_H=10$ Н/мм².

Сиртларнинг контур туташ юзаси ҳисоблансин.

1. Деформацияланаётган сиртларнинг келтирилган эластиклик доимийлари

$$\theta = \frac{2(1-\mu^2)}{E} = \frac{2(1-0,3^2)}{2 \cdot 10^5} = 9,1 \cdot 10^{-6} \text{ мм}^2 / \text{Н}$$

У холда $\frac{1}{\theta N} = \frac{10^6}{9,1 \cdot 1000} \approx 110$

2. $A_k = 2,2 A_H^{0,14} \left(\frac{R_T}{H_T}\right)^{0,43} (\theta N)^{0,86}$ Тўлқинларнинг келтирилган эгрилик радиуси

$$R_T = \frac{R_{r1} \cdot R_{r2}}{R_{r1} + R_{r2}} = \frac{100 \cdot 150}{100 + 150} = 60 \text{ мм}$$

3. Туташ сиртдаги нормал юк

$$N = P_H \cdot A_H = 10 \cdot 2500 = 25000 \text{ Н}$$

4. Сиртларнинг контур туташ юзаси

$$A_k = 2,2 \cdot 2500^{0,14} \left(\frac{60}{30}\right)^{0,43} (9,1 \cdot 10^{-6} \cdot 25000)^{0,86} = 248 \text{ мм}^2$$

$$A_k = 2,2 A_H^{0,14} \left(\frac{R_T}{H_T}\right)^{0,43} (\theta N)^{0,86}$$

5-мисол. Бир хил пўлат материалли икки туташ сиртларнинг қуйидаги параметрлари маълум: $R_{z1}=R_{z2}=0,3$ мкм; $r=300$ мкм; $E=2 \cdot 10^5$ Н/мм²; $\mu=0,3$.

Сиртларнинг $P_k=10$ Н/мм² босим остида қанчалик яқинлашиши аниқлансин.

1. Сиртларнинг нотекикликлари баландликларининг умумий қиймати

$$R_z = R_{z1} + R_{z2} = 0,3 + 0,3 = 0,6 \text{ мкм}$$

2. Чиққилар чўққиларининг келтирилган эгрилик радиуси

$$r = \frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 + r_2} = \frac{300 \cdot 300}{300 + 300} = 150 \text{ мкм}$$

3. Сиртларнинг келтирилган эластиклик доимийлиги

$$\theta = \frac{2(1-\mu^2)}{E_1} + \frac{2(1-0,3)}{2 \cdot 10^5} = 9,1 \cdot 10^{-6} \text{ мм}^2 / \text{Н}$$

4. $R_a=0,2$, $R_z=0,2 \cdot 0,6=0,12$ мкм деб қабул қилиб сиртдаги ҳақиқий босимни аниқлаймиз.

$$P_x = 0,61 \left(\frac{R_a}{r \cdot \theta^2} \right)^{0,43} \cdot P_k^{0,14} = 0,61 \left(\frac{0,12 \cdot 10^{12}}{150 \cdot 9,1^2} \right)^{0,43} \cdot 10^{0,14} \approx 84,8 \text{ Н/мм}^2$$

5. Ғадирли сиртларнинг яқинлашиш миқдори

$$h \approx 3,4 R_a \left(\frac{P_k}{P_x} \right)^{\frac{1}{3}} = 3,4 \cdot 0,12 \left(\frac{10}{84,8} \right)^{\frac{1}{3}} = 0,20 \text{ мкм}$$

6-мисол. Мис материалли иккита ясси сиртларнинг қуйидаги параметрлари маълум : $R_{a1}=6$ мкм; $R_{a2}=0,3$ мкм; $HB_1=HB_2=700$ Н/мм²; $A_H=100$ мм²; $N=1000$ Н.

Сиртларнинг туташиш оралиғидаги бўшлиқ ҳажми аниқлансин.

1. Биринчи сирт ғадирлиги R_a иккинчи сирт ғадирлигидан анча катта бўлганлиги $R_{a1}/R_{a2}=6/0,3=20$ учун иккинчи сиртни силлиқ деб қабул қилинганлиги сабабли ҳақиқий босим материал қаттиқлигига тенг деб олинади.

$$P_x = N \approx HB = 700 \text{ Н/мм}^2$$

2. Сиртда тўлқинлиги нотекисликлар йўқлиги учун контур нормал юзага тенг бўлади.

$$A_k = A_H - 100 \text{ мм}^2$$

3. Туташ сиртдаги контур босим.

$$P_k = \frac{N}{A_k} = \frac{1000}{100} = 10$$

4. $R_p = 2,5 R_a$ $A_k = 2,2 A_H^{0,14} \left(\frac{R_T}{H_T} \right)^{0,43} (\theta N)^{0,86}$ $2,5 R_{a1} = 2,5 \cdot 6 = 15$ мкм = 0,015 мм

эканлигини эътиборга олиб сиртларнинг туташиш оралиғидаги бўшлиқ ҳажмини аниқлаймиз.

$$V_6 = \left[1 - 3,6 \left(\frac{P_k}{P_x} \right)^{\frac{1}{2}} \right] A_k \cdot R_p = \left[1 - 3,6 \left(\frac{10}{700} \right)^{\frac{1}{2}} \right] 100 \cdot 0,015 = 0,855 \text{ мм}^3$$

7-мисол. Бир хил пўлат материалли сиртларнинг қуйидаги параметрлари маълум: $R_a=10$ мкм; $r=100$ мкм; $A_k=200$ мм²; $N=2000$ Н; $HB=3000$ Н/мм². Туташ сиртларидаги тегишган жойлар сони ва бу жойларнинг ўртача юзасини аниқланг.

1. Контур босим

$$P_k = \frac{N}{A_k} = \frac{2000}{200} = 10 \text{ Н/мм}^2$$

Контур босим қиймати $P_k \leq \frac{1}{3} \text{ НВ}$ бўлса ҳақиқий босим қиймати босим қиймати $P_x \approx \text{НВ}$ олинади.

Бизнинг ҳолда

$$\frac{1}{3} \text{ НВ} = \frac{1}{3} 3000 = 1000 \gg 10$$

Демак тутатишда пластик деформация бўлиб ҳақиқий босим

$$P_x = \text{НВ} = 3000 \text{ Н/мм}^2 \text{ га тенг.}$$

3. Ғадирли икки сирт тутатишиб пластик деформацияланган ҳол учун тегишган жойлар сони.

$$n_r = \frac{3,1 \cdot A_k}{K_r \cdot r \cdot R_a} \left(\frac{P_k}{P_x} \right)^{0,66} = \frac{3,1 \cdot 200}{21 \cdot 100 \cdot 10} \left(\frac{10}{3000} \right)^{0,66} =$$

4. Тегишган жойлар юзасининг ўртача қиймати

$$\Delta A_k = 0,33 K_r \cdot r \cdot R_a \left(\frac{P_k}{P_x} \right)^{0,33} = 0,33 \cdot 21 \cdot 0,1 \cdot 0,01 \left(\frac{10}{3000} \right)^{0,33} =$$

5. Туташган жойлар орасидаги ўртача масофа

$$S = 0,57 (K_r \cdot r \cdot R_a)^{0,5} \left(\frac{P_x}{P_k} \right)^{0,33} = 0,57 \cdot (21 \cdot 0,1 \cdot 0,01)^{0,5} \left(\frac{3000}{10} \right)^{0,33} =$$

1.5. Сиртки ишқаланиш коэффиценти ва унга таъсир этувчи омиллар

Сиртки ишқаланиш каттик жисмларнинг узаро таъсири амалий туташиш зонасидаги деформациялар тури (эластик, электро-пластик, пластик)га ва туташишни туйинганлигига боғлиқ. Туташишнинг туйинганлиги контур босим, ишқаланиш сиртларининг физик-механик хусусиятлари ва микрогеометриясига боғлиқ бўлади.

Эластик туташишни мавжуд бўлиш шarti.

$$h/r < 2.4(1-\mu^2)^2 (HB/E)^2 \quad (3.1)$$

бунда, μ, HB, E - бикрлиги кам бўлган материал параметрлари.

Агарда контур юзада туташиш гадирликлар сони n_r шу юзадаги , барча гдирликлар сонидан кам $n_r < n_c$ булса туташиш туйинмаган агар тенг булса ($n_r = n_c$) туйинган бўлади.

Туйинмаган эластик туташиш шarti

$$n_r < n_c = \frac{R_{max}}{6 \cdot 10^{-3}} \cdot \frac{E}{r b^{1\nu} (1-\mu^2)} \quad (3.2.)$$

Туйинмаган эластик туташишда тинч ҳолатдаги ишқаланиш коэффиценти

$$f = 2.4 \tau_0 (1-\mu^2) (r/h)^{1/2} / \nu(\nu-1) K_1 E + \beta + a_c / K_1 \nu(\nu^2-1) (h/r)^{1/2} \quad (3.3)$$

Туйинган эластик туташишда тинч ҳолатдаги ишқаланиш коэффиценти

$$f = 2.4 \tau_0 (1-\mu^2) \nu^{1/2} (r/R_m)^{1/2} / E [\epsilon \nu - (\nu-1) E_h]^{1/2} + \beta + 0.5 a_r (R_{max}/r)^{1/2} ** [\nu^2 - (\nu-1) \epsilon h]^{1/2} / \nu^{1/2} \quad (3.4)$$

Пластик туташиш шarti

$$h/r > 5.4(1-\mu^2)^2 (HB/E)^2 \quad (3.5)$$

Туйинмаган пластик контакт юз берадиган контур босим.

$$c b^{1\nu} HB(1-\mu^2)$$

$$14,5\left(\frac{\tau_0}{R_{\max}}\right)^2\left(\frac{h}{E}\right)^4 \leq P_c \backslash HB \leq 0,5 / (v v^{1/v})^{v(v-1)} \quad (3.6)$$

Туйинмаган пластик туташишда ишқаланиш коэффициенти

$$f = \tau_0 / HB + \beta + 0,55 v(v-1) K_1 (h / r)^{1/2} \quad (3.7)$$

Туйинган пластик туташишда ишқаланиш коэффициенти

$$f = \tau_0 / HB + \beta + 0,54 (h / r)^{1/2} [v - (v-1) hN/h]^{1/2} / v^{1/2} \quad (3.8)$$

Юқоридаги формулалардаги параметрлар:

hN - туйинмаган туташишдан туйинган туташишга ўтиш ҳолатига тугри келган сиртлар яқинлашиши;

τ₀, **β**- минимоллекуляр таъсирлардаги уринма кучланиш микдорини аниқловчи фрикцион параметрлар;

a₂ - сиртдаги чузилиш-сикилиш деформациясидаги гистерезис йукотишлар;

v, v- таянч юза параметрлари

K₁ - интеграллаш доимийси

ε- нисбий яқинлашиш $\epsilon = h_{\max} / R_{\max}$

ε_N = (bv)^{1-1/v} -барча нотекисликлар туташган вақтдаги яқинлашиш.

Пластик туйинмаган туташ тигиз урнатмаларда, оғир юкланган ишқаланиш узелларида содир бўлади.

Купчилик ишлов турлари учун $0,55 (v-1) v k_1 = 0,4$ лигини инобатга олсак (3,6) формулани соддалаштириш мумкин.

$$f = \frac{\tau_0}{HB} + \beta + 0,4 \left(\frac{h}{r}\right)^{1/2} \quad (3.9)$$

Бу параметрларнинг қийматлари справочниклардан фойдаланиб аниқланади.

3.2 Ишқаланиш коэффициентига таъсир этувчи омиллар.

Ишқаланиш коэффициенти жуда куп омилларга боғлиқ. Ўз навбатида бу омилларга ҳам ишқаланиш коэффициентининг ўзгариши таъсир этади. Шунинг учун омиллар таъсирини тупланган тажрибалар ва ўтказилган тадқиқотлар натижалари асосида баҳоланади.

Туташ юзадаги нормал юк ва харорат, сирт нотекислиги ва физик-механик хусусияти ишкаланиш коэффицентига таъсир килувчи асосий омиллардир. Туташ юзада нормал юк /контур босим/ ортган сари ишкаланиш коэффицентининг молекуляр ташкил этувчиси камайиб, деформацион (механик) ташкил этувчиси ортиб боради.

Дастлаб контур босим P_c ортиши туташ юзалар силиклашгани учун ишкаланиш коэффиценти камаяди. Лекин P_c маълум кийматга етишгандан сунг микронотекисликларнинг юзаларга ботиб кириши кучайиб нисбий силжишга механик каршилиқ ортади ва ишкаланиш коэффиценти купая бошлайди. Контур босим янада ортиб пластик деформация бошлангич юзаларнинг молекуляр илашиши ва деформацияланишдаги гистерезис йукотишлар ортади. Сиртнинг гадирлик даражасини белгиловчи $\Delta = R_{\max} / (r_v^{1/2})$ параметрининг кичик кийматларида молекуляр илашиш катта булади. Δ катталашган сари молекуляр илашиш озайиб ишкаланиш коэффиценти камаяди. Аммо Δ маълум кийматга етганда нотекисликларнинг сиртга бориб кириши ва гистерезис йукотишлар натижасида ишкаланиш коэффиценти орта бошлайди.

Ишкаланиш коэффиценти микдорида туташ сиртларнинг айникса бикрлиги кичик булган материалнинг физик-механик хусусиятлари катта таъсир курсатади. Эластик туташинда эластиклик модули F пластик туташинда эса каттиклик H_{Bo} асосий омил хисобланади. Бикрлик кам булган материалнинг эластиклик модули ва каттиклиги ортиши билан ишкаланиш коэффиценти камая боради. Буни эластиклик ошганда гистерезис йукотишлар озайиши (деформация микдори узгармаган холда) ҳамда сирт каттиклиги ошганда нотекисликларнинг ботиш чуқурлиги камайиши билан изохлаш мумкин.

Ишкаланиш коэффицентига сиртдаги харакатни кандай таъсир килиниши тулик урганилгани йук. Аммо харорат ошганда молекуляр илашишни камайиб, деформацион каршилиқ ортади деган фикр мавжуд.

Юкоридаги хулосалар тинч холатдаги ишкаланишга талукли булиб харакатдаги туташини учун ишкаланиш кучини И.В.Крагелфский таклиф этган формула ёрдамида аниклаш мумкин.

$$F = (a + bV)e^{-cV} + d \quad (3.10)$$

бунда:

a, b, c, d - коэффицентлар.
 v - сирпаниш тезлиги.

Ишқаланиш коэффициентининг механик ташкил этувчисини бикрлиги кам булган туташ деталнинг механик курсаткичлари бикрлиги катта булган детал сиртининг микрогеометрик детал сиртининг ва ишқаланиш усулдаги контур босим микдори буйича юкорида келтирилган формулалар ёрдамида ҳисоблаш мумкин.

Ишқаланиш коэффициентининг молекуляр ташкил этувчиси тажриба утказиб аникланади. Букиш учун ишқаланиш кучининг механик ташкил этувчиси кам таъсир этадиган усул кулланилади. Бу усулда тугри геометрик шаклдаги сокка 1 иккита узахро паралел текис намуналар S орасида N кучи остида сиқилиб симметрия уки атрофида айлантирилади. Соккалар ишқаланувчи намуна Z материалларига нисбатан каттик материалдан тайёрланади ва $R_a=0,02$ мкм гадирликкача ишлов берилади. Кулай булиши учун сокка 1 туткич 3га урнатилди (3.4-расм). Сокка айланишида курсатилган каршилиқ кучи асосан сиртлар орасидаги номолекуляр тортишиш кучидан иборат булади ($F_{\max} \approx 0$)

Молекуляр ишқаланиш кучи буйича молекуляр ишқаланиш коэффициенти аникланади.

3.4-расм Молекуляр ишқаланиш кучини аниклаш схемаси

1- Масала

Қаттиқлиги $HВ$ 250, бўлган конструкцион пўлатдан ясси жилвиртош билан 9 синф гадирликда тайёрланган йўналтиргич эластиклик модули $E=10^3 \text{ Н/мм}^2$; кенгайиши коэффициенти $\alpha=0,15$; қаттиқлиги $HВ=10^3 \text{ Н/мм}^2$; ва Пуассон коэффициенти $\mu=0,5$ бўлган фторопласт материалли детал билан нормал босим $P_n=40 \text{ Н/мм}^2$; остида туташади. Туташ сиртла орасидаги ишқаланиш коэффициенти ҳисоблансин.

1. Пўлат фторопластдан анча қаттиқ бўлганлиги учун йўналтиргичнинг гадирлик параметрларини аниқлаймиз.

Жадвал 6 дан $\Delta=2,64 \cdot 10^{-3}$; $\nu=1,6$; $\delta=2,3$; $R_{\max}=2,4$ мкм; $r=550$ мкм қийматларни оламиз. Ишқаланиш шароити бўлганлиги учун 2 – жадвалдан ишқаланиш коэффициентининг молекуляр ташқи этувчиси $f_m=0,028$ ва фрикцион параметрлар қиймати $\tau_0=3,41 \text{ Н/мм}^2$ $\beta=0,017$ га тенглигини аниқлаймиз.

Туташувчи деталлар ясси бўлгани учун маълум юза билан тегишадилар ва бу юза қийматига сиртларнинг тўлқинли нотекислиги таъсир этади. Тўлқинли нотекислик инобатга олинганда сиртдаги контур босим

$$P_k = K \cdot E^{0,8} \left(\frac{H_r}{K_r} \right)^{0,4} \cdot P_n^{0,2}$$

Тўлқинли нотекисликни сферик шакли деб олинса $K=0,5$ ва ясси жилвирлаш учун $\frac{H_r}{R_r} = 10^{-5}$ деб қабул қилсак,

$$P_k = K \cdot E^{0,8} \left(\frac{H_r}{R_r} \right)^{0,4} \cdot P_n^{0,2}$$

Тўлқинли нотекисликни сферик шакли деб олинса

$$K=0,5 \cdot (10^3)^{0,8} (10^{-5})^{0,4} \cdot 40^{0,2} = 104 \text{ Н/мм}^2$$

Сиртларнинг ҳақиқий туташиш зонасидаги деформация турини аниқлаймиз.

$$\frac{P_k}{HB} = \frac{2,4^{\frac{2v+1}{2}} v(v-1)K_1}{5} \cdot \frac{HB^{\frac{2v+1}{2}}}{\Lambda^v} \left(\frac{1-\mu^2}{E} \right)^{2v} = \frac{2,4^{\frac{2 \cdot 1,6+1}{2}} 1,6(1,6-1)0,85}{5} \cdot \frac{31^{2 \cdot 1,6+1}}{(2,64 \cdot 10^{-3})^{1,6}} \left(\frac{1-0,5^2}{10^3} \right)^{2 \cdot v,6} =$$

Яъни эластик деформациядан эласто-пластик деформацияга ўтишдаги контур босим $P_k = 2,8 \text{ Н/мм}^2$ ушбу ишқаланиш усулидаги P_k дан ортиқ. Шунинг учун бизнинг мисолимизда туташиш зонасида эластик деформация бўлиб унинг тўйинганлиг доираси

$$P_k = \frac{8 \cdot 10^{-2} \Lambda^{\frac{1}{2}}}{(\delta^{\frac{1}{v}} v)^{\frac{2v+1}{2(v-1)}}} \cdot \frac{E}{1-2\mu_2} = \frac{8 \cdot 10^{-2}}{}$$

Узел тўйинган эластик туташиш зонасида ишлаганлиги сабабли ишқаланиш коэффициенти

$$f = \frac{1,4\tau_0(1-\mu^2)^{\frac{2}{3}}}{E^{\frac{2}{3}} P_k^{\frac{1}{3}}} \left(\frac{r}{R_{\max}} \right)^{\frac{1}{3}} + \beta + \frac{0,35\alpha_{\text{эф}} P_k^{\frac{1}{3}} (1-\mu^2)^{\frac{1}{3}}}{E^{\frac{1}{3}}} \cdot \frac{K_{\max}^{\frac{1}{3}}}{r^{\frac{1}{3}}} =$$

2- Масала. Пўлат 45 дан HRC 52 қаттиқликда тобланиб ва сирти доиравий жилвирланб 9 тозалик синфида тайёрланган вал билан $E=9 \cdot 10^4 \text{ Н/мм}^2$ бронза БрОЦС 6-6-3 дан HB 70 қаттиқликда синфида

тайёрланган вкладишдан иборат сирпанма подшипник К нинг қуйидаги параметрлари маълум.

Подшипник чегаравий майдаланишрежасида узелни қиздириб юбормайдиган сирпанма тезлик билан ишлайди. Вал диаметри 80 мкм

$$8=0,6; \nu=2; \Delta=9,6 \cdot 10^{-2} \text{ мкм}; R_{\max}=2,4 \text{ мкм}; r=10 \text{ мкм}$$

$$f=0,06; \tau_0=42 \text{ Н/мм}^2; \tau_{\max}=26 \text{ Н/мм}^2$$

Подшипникдаги ишқаланиш коэффициентни аниқлансин.

1.Туташишдаги деформация турини текширамиз.

$$\frac{P_k}{HB} = \frac{0,5 \cdot 5,4^\nu}{\Delta^\nu} \frac{HB^{2\nu+1} (1 - \mu^2)^{2\nu}}{E^{2\nu}} = \frac{0,5 \cdot 5,4^2}{10^{-2}} \frac{70^{2 \cdot 2 + 1} (1 - 0,3^2)}{9 \cdot 1^4} =$$

яъни $P_k =$

Ишқаланиш узелидаги контур босим эластик деформацияланишдан пластик деформацияланишга ўтишдаги контур босимдан катта чиқди. Демак берилган узел туташ сиртида пластик деформация рўй беради.

2.Туташиш ташқи ишқаланиш амалга ошиши мумкинлигини текширамиз.

$$\frac{P_k}{HB} = \frac{0,1225}{\Delta^2} \left(1 - \frac{6\tau_0}{HB}\right) = 0,125 \cdot 100 \cdot 0,64^2 \approx 5,1$$

яъни,

$$P_k = 5,1 \cdot HB = 5,1 \cdot 70 = 360 \text{ Н/мм}^2$$

Аниқланган қиймат узелдаги қийматдан катта демак подшипник ташқи ишқаланиш режимида ишлайди.

3.Туташишнинг тўйинганлик даражасини аниқлаймиз.

$$\frac{P_k}{HB} = \frac{0,5}{(\delta^\nu \nu)^{\nu-1}} = \frac{0,5}{(0,6^{\frac{1}{2}} \cdot 2)^{2-1}} = 0,21$$

Ишқаланиш узелидаги контур босим ҳисоблаш натижасида олинган P_k дан кичик, демак узелдатўйинмаган пластик туташ ишмавжуд.

4.Ташқи ишқаланиш коэффициентни

$$f = f_m + 0,448\Delta^{\frac{1}{2}}\left(\frac{P_k}{HB}\right)^{\frac{1}{4}} = 0,06 + 0,44(9,6 \cdot 10^{-2})^{\frac{1}{2}}\left(\frac{2,6}{70}\right)^{\frac{1}{4}} = 0,12$$

3 – Масала. Дискли лашиш муфтасининг маховиги ва дисклаш қаттиқлиги HB 250 литейной СЧ 15 чўянидан тайёрланган. Накладкаси, қаттиқлиги HB10 эластик модули 3700 Н/мм² ва $\mu=0.5$ литейной композицион материалдан тайёрланган. Муфтадаги номинал босим $P_n=40$ Н/мм²; ишчииссиқлик $t=60^\circ\text{C}$; молекуляр ишқаланиш коэффициентлари $f_m=0,15$.

Таянч чизик параметрлари: $\delta=v=2$; $\Delta=5,3 \cdot 10^{-2}$ га тенг.

Узелидаги ишқаланиш коэффициентлари аниқлансин.

1.Фрикцион накладка бикрлиги кам бўлгани учун наминал тасмани контур босимга тенг деб хисоблаш мумкин. $P_k=P_n=40$ Н/м. Туташ зонада пластик деформацияни вужудга келтирувчи контур босим.

$$\frac{P_k}{HB} = \left(\frac{2,7}{\Delta}\right)^v HB^{2v+1} \left(\frac{1-\mu^2}{E}\right)^{2v} = \left(\frac{2,7}{5,3} \cdot 10^2\right)^2 100^{2 \cdot 2+1} \left(\frac{1-0,5^2}{3700}\right)^{2 \cdot 2} = 2595 \cdot 10^5 \cdot 1,69 \cdot 10^{-15} = 0,4385 \cdot 10^{-6}$$

яъни,

$$P_k = 0,4385 \cdot 10^{-6} \cdot 10 = \text{Н/мм}^2$$

Бу контур босим муфтадаги контур босимдан кичик бўлб ҳақиқий туташуш зонасида пластикдеформация ҳосил бўлади.

2. Илашиш муфтасида ташқи ишқаланиш режимини бузувчи контур босим

$$\frac{P_k}{HB} = \frac{0,125}{\Delta^2} \left(1 - \frac{6\tau_n}{HB}\right)^2 = \frac{0,125 \cdot 10^4}{5,3^2} \left(1 - \frac{6}{100}\right)^2 \approx 0,45$$

Яъни $P_k=45$ Н/мм², бу контур босим муфтадаги контур босимдан катта бўлганлиги сабабли узелда ташқи ишқаланиш мавжуд деб хисоблашимиз мумкин.

3. Илашиш муфтасида тўйинган контактни таъминловчи контур босим

$$P_k \approx 0,25HB = 0,25 \cdot 100 = 25 \text{ Н/мм}^2$$

Яъни мазкур шароитда илашиш муфтаси элементлари сиртида тўйинмаган пласти туташиш мавжуд.

5. Ташқи ишқаланиш коэффиценти

$$f = f_m + 0,44 \cdot \Delta^{1/2} \left(\frac{P_k}{HB} \right)^{1/4} = 0,15 + 0,44 (5,3 \cdot 10^{-2})^{1/2} \left(\frac{\quad}{100} \right)^{1/4} =$$