

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА  
МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ПЕДАГОГИКА ИНСТИТУТИ

Кўлёзма ҳуқуқида

САРИМСАҚОВА СОХИБА

МАВЗУ: МАШИНАСОЗЛИК ДАСТГОХЛАРИДА МОЙЛОВЧИ МАТЕРИАЛЛАРИНИ  
ҚЎЛЛАШ САМАРАДОРЛИГИНИ ТАДҚИҚИ

5A 520601 -Машинасозлик технологияси

мутахассислиги бўйича магистр

даражасини олиш учун

**М А Г И С Т Р Л И К   Д И С С Е Р Т А Ц И Я С И**

Иш кўриб чиқилди ва

ҳимояга қўйилди

«Машинасозлик технологияси»

Илмий раҳбар:

кафедраси мудири:

доц. З.Абуқаҳҳоров

\_\_\_\_\_ доц. К. Абдуллаев

\_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2008 йил

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2008 йил

НАМАНГАН-2008 йил

## Мундарижа

		Кириш .....	
I.	Ишлаб чиқариш ва технологик жараёнлар таҳлили		
	1.1	Технологик жараённинг таркибий қисми .....	
	1.2	Машинасозликда ишлаб чиқариш турлари. Ишлаб чиқаришни ташкил қилиш шакллари.....	
II			
	2.1	Деталларга механик ишлов беришда мойлаш-совутиш суяқликларидан фойдаланиш.....	
	2.2	Металларни кесиб ишлаш жараёнининг физикавий асослари .....	
III	Тадқиқот қисми		
	3.1	Ишланилган юза қатламининг пухталаниши ва унинг кесиш жараёнига таъсири	
	3.2	Кесиш жараёнида иссиқликнинг ажралиши .....	
	3.3	Кесиш зонасидаги хароратни аниқлаш усуллари	
IV	Ишларининг иқтисодий самарадорлиги		
	4.1	Яратилган тадқиқот натижаларидан фойдаланишнинг иқтисодий самарадорлиги.....	
V	Умумий хулосалар ва таклифлар		
	Фойдаланилган адабиётлар рўйхати		
	Илова		

### Кириш

Ўзбекистонимизни ҳар томонлама ривожлантириш учун етук кадрларни тайёрлаш, уларга илм-фаннинг энг ил<sup>л</sup>ор ютуқлари орқали билим бериш муҳим вазифадир.

Мустақилликка эришилгандан буён ўтган қисқа даврдаги ютуқларимизни ривожлантириш учун бўлажак мутахассислар чуқур билим олишларини ва жаҳон

бозорига «Ўзбекистонда ишлаб чиқарилган» там\аси билан сифатли, рақобатбардош махсулотлар билан чиқишларини талаб қилади.

Ишлаб чиқаришнинг барча тармоқларига янги техникани етказиб берадиган машинасозлик мамлакатнинг техник жиҳатдан ривожланишини белгилайди ва янги мустақил республикамизнинг моддий базасини яратишда ҳал қилувчи аҳамиятга эга. Шунинг учун машинасозликни ривожлантиришга ҳар доим ҳам биринчи даражали аҳамият берилган ва берилмоқда. Мустақилликнинг биринчи йиллариданоқ Асакада «УздЭУ Авто» қўшма корхонасининг қурилиши ва бу корхонада енгил автомобилларни, Самарқандда «Сам Кўч Авто» қўшма корхонасида микроавтобус ва юк ташувчи автомобилларни ишлаб чиқарила бошланиши ва бошқалар бундан далолат бермоқда.

Машинасозлик – янги жамиятнинг моддий техника базасини яратувчи ва мамлакатимизнинг техник тараққиётини ривожланишини белгиловчи соъа, чунки у саноатнинг турли тармоқларини янги техника, ишлаб чиқариш воситалари билан таъминлайди. Шунинг учун машинасозлик-ишлаб чиқаришнинг барча соъаларини ривожланишига катта таъсир кўрсатувчи саноатнинг муҳим тармоқларидан бири.

Машинасозлик технологияси ишлаб чиқариш дастурига асосан белгиланган муддат ичида талаб этилган сифат даражасида меҳнат ҳамда моддий ресурсларни кам сарфлаган ҳолда машина ва механизмлар яратиш ўонуниятларини ўрганувчи фандир.

Технология инсон биринчи маротаба меҳнат ўроллларини ярата бошлаган даврда ту\илган бўлсада у фан сифатида анча кейин шаклланаган. Унинг фан сифатида шаклланишнинг асосий шартларидан бири инсоннинг меҳнат ўроллларини такомиллаштиришга ва ишлаб чиқариш унумдорлигини оширишга бўлган интилишларидадир. Машинасозлик технологияси бўйича ўтказилган нуфузли халўаро илмий–техник анжуманларда таъкидлаб ўтилишича машинасозликни ривожланишида Ёозирги кунда икки йўналиш асосий ва белгиловчи бўлиб қолмоқда. Булардан бири ишлаб чиқариш жараёнининг ва уни технологик тайёрлашни интеллектуаллаштириш: бу ўз навбатида лойихалаш бўлимларида ва бевосита ишлаб чиқариш жараёнларида ҳисоблаш машиналари ва автоматлаштириш воситаларидан кенг кўламда фойдаланишдан иборатдир. Чунки, интеллектуал лойихалаш ва ишлаб чиқариш тизимлари тайёр махсулот турининг биридан иккинчисига ўтишни мосланувчанлигини таъминлайди. Иккинчи йўналиш инсон эҳтиёжини индивидуаллигини ҳисобга олган ҳолда бир хил вазифани бажарувчи турли кўринишдаги машина ва механизмлар яратишдан иборатдир.

**Тадқиқотнинг долзарблиги.** Ўзбекистон Республикаси «Таълим тўрисида»ги қонун ва «Кадрлар тайёрлаш миллий дастури»да олий ва ўрта махсус, касб-хунар таълимининг ривожлантиришга алоҳида эътибор берилган. Бу соҳани

ривожлантириш учун эса янгича фикр ва усулларидан самарали фойдалана оладиган юқори малакали мутахассислар зарур. Буларнинг ҳаммаси олий ўқув юртларида билим олаётган талабаларни билим, кўникма ва малакаларини шакллантиришда ўз ифодасини топади.

«Кадрлар тайёрлаш миллий дастурининг асосий мақсади таълим тизимини ўтмишдан қолган мафкуравий қарашлар ва сарқитлардан тўла халос этиш, ривожланган демократик давлатлар даражасида, юксак маҳнавий ва ахлоқий талабларга жавоб берувчи юқори малакали кадрлар тайёрлаш миллий тизимини яратишдир. Ушбу дастурнинг мақсади - мутахассис кадрлар тайёрлаш ва уларнинг малакасини мунтазам равишда ошириш йўли билан давлат таълим стандартлари талабларига жавоб берувчи юқори малакали мутахассис кадрлар билан таъминлашдир.

Юқоридагилардан кўриниб турибдики, бўлажак мутахассис ўзининг соҳасини чуқур ўзлаштирган бўлиши, билим, кўникмаларга эга бўлмоғи лозим.

Юқори малакали мутахассис тайёрлаш фан олдида турган долзарб вазифалардан биридир.

Юқорида қайд этилган фикрлар машинасозлик корхоналарида механик ишлов берувчи дастгохларнинг мавжуд ресурслардан тўлароқ фойдаланган холда ишлаш самарадорлигини ошириш муаммоси ўз ечимини кутаётган энг долзарб мавзулардан бири эканлигини кўрсатади.

**Тадқиқот мақсади** машинасозлик дастгохларида мойловчи материалларини қўллаш самарадорлигини тадқиқи қилиш.

**Тадқиқот объекти.** Деталларга механик ишлов бериш жараёнида кескичларга хароратни таъсирини ўрганиш ва мойлаш-совутиш материалларидан фойдаланиш усулларини тадқиқ қилиш.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги:**

-кесиш жараёнида ташқи муҳит зарралари (молекулалари) кескичнинг контакт юзаларига ўтишини ўрганилган;

-кесиш жараёнида мойлаш-совутиш суюқликлари зарраларининг контакт юзага ўтиши;

- борувчи физика-кимёвий жараёнлар туфайли контакт юзада оксид пардалари ҳосил бўлиши;

- ҳосил бўлувчи оксид пардалар характериға термо ва галванотоклар таъсири ҳам аниқланган;

- ишланилган юза қатламининг пухталаниши ва унинг кесиш жараёнига таъсири ўрганилган

- кесиш жараёнида иссиқликнинг ажралиши;

- кесиш зонасига мойлаш-совутиш суюқлиги совутиш усули яратилган.

**Амалий аҳамияти.** Машинасозлик корхоналарида деталларга механик ишлов беришда мойлаш-совутиш суюқликларидан фойдаланиш самарадорлиги бўйича амалий таъсиялар ишлаб чиқилди.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Тадқиқотнинг асосий мазмуни ва натижалари илмий - амалий конференцияларда маҳруза қилинган, ҳамда чоп этилган.

**Диссертациянинг структураси.** Диссертация кириш, тўртта боб, хулоса ва фойдаланилган адабиётлар рўйхатидан иборат.

## **1. Ишлаб чиқариш ва технологик жараёнлар таҳлили**

Технологик жараёнларнинг мураккаблиги унинг прогрессивлиги кўрсаткичи бўла олмайди. Прогрессив технология - ишлаб чиқариш шароитида кам сарф-харажат билан юқори сифатли маҳсулотни олиш усулидир. Прогрессив технология учун берилган таърифда, бир томонлама қараганда, антогонистик тушунча ётади, амалда, юқори сифатига эга бўлган маҳсулотни олиш учун сезиларли даражадаги сарф-харажат сарфланади. Шунинг учун ҳам, прогрессив технологияни ишлаб чиқаришга жорий этишдан мақсад - кам унимдорликга эга бўлган харажатларни камайтириш, уларни салмоқини минимал холга келтириш, натижада маҳсулотнинг керакли сифатини таъминлаш ётади.

Прогрессив технология комплекси куйидаги фарқли ютуқларни беради:

- 1) юқори даражали механизациялаш ва автоматлаштиришни;
- 2) кам мехнат сарфлашни;
- 3) содир этувчи жараёнларни ҳамма параметрлари бўйича Маълумотлар бера-олишни таъминлаш;
- 4) технологик қурилманинг асосий қисмларини диагностикаси;
- 5) қайта алоқа қилиш йўли билан жараёнларни бошқаришни автоматлаштириш, моделлаштириш ва ечимини бериш имконини яратиш;
- 6) жараённи интеллектуал бошқариш;
- 7) ишдан чиқиш холатларини автоматик равишда огохлантириш ва уларни тиклаш;
- 8) экологик химояланганлиги, чиқиндисиз технология билан таъминлаш, зарарли чиқиндилардан мустаснолигини таъминлаш ва шунга ўхшашлар.

Юқори даражада механизациялаш ва автоматлаштириш замонавий прогрессив технологияни асосий кўрсаткичларидан бири ҳисобланади. Маҳсулотнинг ишлаб чиқариш жараёнини механизациясиз ва автоматлаштиришсиз кўз олдига келтириш кийин, чунки буларсиз уни ишлаб чиқаришга сарфланадиган меҳнат сарфини кўпайтиради ва натижада маҳсулотни таннархи ошиб кетади. Баъзи ҳолларда (масалан, микросхемаларни тайёрлаш) автоматлаштирилмасдан маҳсулотни амалда тайёрлаш мумкин эмас. Маҳсулотни ишлаб чиқаришда ҳамма жараёнларининг режимларини автоматлаштириш натижасида комплекс автоматлаштириш орқали юқори самарадорлик таъминланади. Масалан: заготовка билан таъминлаш(бичиш, заготовкани керакли миқдорда кесиш)да, технологияда (тикиш, механик ишлов бериш учун заготовкани узатиш, бўйлаш ва бошқалар), йи\иш-пардозлаш ва жойлаштириш.

Юқори даражада автоматлаштириш меҳнат сарфини камайтиради - маҳсулотни ишлаб чиқаришда ишчи меҳнатидан фойдаланишни камайтиради. Вақт келадик, ишлаб чиқаришда инсон талаби бирдан-бир сарф доирасини эгаллайди, маҳсулотни ишлаб чиқарига тўланган ҳақдан ташқари уни социал таъминланиш талаби ортиб боради (яшаш шароитини яхшилаш, уй-рўз\ор ейиш эҳтиёжи, бошқа кўринишдаги хизмат кўрсатишлар, медицина ёрдами ва бошқалар). Бу ҳамма сарф-харажатлар иш билан таъминловчилар томонида туради. Шунинг учун ҳам ишчиларни сарфланаётган меҳнат ҳажмини камайтиришга олиб келиш учун бундан меҳнат талаб ишларни автоматик равишда ишлайдиган механизмларни соловчи ва назоратчи мутахассислар билан алмаштиришга интилиш зарур.

Прогрессив технологияни қўлланиш шартларидан бири - бу ишлаб чиқариш жараёнида содир бўладиган ҳамма параметрлар (температура, босм, намлик, ҳаракат тезлиги, физикавий-кимёвий ва бошқа кўрсаткичлар)ни ҳисобга олувчи датчиклар системаси ва назорат-ўлчов приборлари иштирок этган бўлиши керак. Бу ҳамма Маълумотлар диспечернинг бошқариш экранига тўпланган бўлиб, бу параметрларни берилган миқдорини сақлаб қолиш учун унга имкон яратади. Ишлаб чиқариш тў\рисидаги Маълумотни кенг ва ҳар томонламалигига эришилган ҳолда, маҳсулот сифатини, уни тайёрлаш босқичларини ҳамма бҳынларида назорат тўла-тўқис олиб борилади.

Технологик жараёнларда содир бўлувчи параметрлардан ташқари технологик машинанинг ўзини ҳолатини ҳам назорат қилиш зарур. Масалан, металл кесуви станокни алоҳида олинган қисмларини қизиш даражаси, титраш, кесувчи асбобнинг кесувчи қиррасини емирилиши - буларнинг ҳаммаси машина деталларга механик ишлов беришда номоён бўлиб, уларнинг ўлчам аниқлигига ва юза сифати кўрсаткичларига таъсир этади.

Ишлаб чиқариш жараёни хом ашёдан ёки чала махсулотдан тайёр махсулот олиш учун бажариладиган барча жараёнлар (ишлар) йи\ндисидан иборат.

Ишлаб чиқариш жараёнига фақатгина асосий жараёнлар: машина деталларига механик ишлов бериш уларни йи\иш кирмасдан, балки ёрдамчи турдаги жараёнлар: деталларни ташиш, назорат қилиш, кесувчи асбоблар ва мосламаларни тайёрлаш каби жараёнлар ҳам киради.

Автоматик линиялар иш бажариш вазифасига, технологик жараённинг характерига, автоматлаштириш даражасига қараб, ҳар хил ишларни бажариш позициясига эга бўлган, ҳар хил кўринишдаги структурадан иборат бўлиши мумкин:

- 1) Ишчи позицияси ишлов беришни бажариш учун хизмат қилади;
- 2) Назорат позицияси ишлов берилган ўлчамларни тўриликни назорат қилади;
- 3) Салт позицияси - деталларни томонларига ишлов беришда уни баъlum бурчакга ( $90^\circ$  ёки  $180^\circ$ ) буриш учун қўлланилади;
- 4) Металл қириндиларидан тозалаш ва мойлаш-совутиш позицияси;
- 5) Деталларни ювиш ва совутиш позицияси;
- 6) Транспортировкалаш позицияси, станоклар орасида зарурий тўхтовларни таъминлайди. Бу зарурият детал габаритига, ишчи жойда техник хизмат кўрсатишда, станокларни созлаш ва ремонт ишларини бажаришга бо\лиқ ҳолда ту\илиши мумкин;
- 7) Юклаш ва тушириш позицияси.

Ишлов бериладиган заготовка ишчи позицияда базалаштириладиган юзаси билан ўрнатилади ва махкамланади, сўнг ишлов берилади. У, ундан сўнг, кейинги позицияга ўтказилади. Баъзи ҳолларда, заготовкани мослама-спутникга доимий махкамланиб ишчи жойдан бошқасига узатилади. Масалан, автомабил поршинини тайёрлашда, заготовка мослама-спутникга, махкамланиб ишчи ҳолатда, автоматик линияни бошланиш қисмига ўрнатилади. Бундан сўнг заготовка юқори аниқликдаги юзаси билан спутникга махкамланиб линияни ҳамма позицияси орқали ўтиб боради. Натижада, детал тўлиқ тайёр ҳолга келади. Бу ишлов бериш аниқлигини оширади, лекин автомати линияда, транспорт позициясини ҳам ҳисобга олинган ҳолда, нечта позиция бўлса, шунча мослама-спутник зарур бўлади.

Нazorat позициясида, ўлчамларни назорат қилишдан ташқари қуйидагиларни ҳам назорат қилишга тўри келади:

- 1) Навбатдаги деталларни тайёрлаш учун заготовкани (хомашёни) етарлилиги, унинг о\ирлиги (аниқлик учун) ва тўри ўрнатилганлиги;
- 2) Ишлов берилган ҳамма тешиklarни борлиги ва ахволи. Бунда пармаловчи асбобни аниқ қолдиқлари йўқлиги.

3) Яроқлилигини ҳисобга олиш учун ўлчов -назоратлари: яроқли деталлар кеинги позициясига ўтказилади; тўрилаш мумкин бўлган яроқсиз деталлар олдинги позицияга, кесувчи асбобни мосланишига буйруқ берилиб, тўрилашни иложи бўлмаган деталлар, яъни яроқсиз деталлар, линия тўхтатилмаган ҳолда ундан чиқариб ташланади.

Автоматик линияларни позицияларидаги металл қириндилари пневматик (пуфлаш ва сўриш) усулларида ёки босим остида мойловчи - совитиш суюқлиги (МСС)ни юбориш билан чиқариб ташланади. (Регенерация) зонасида, уларни бирини иккинчисидан ажратиб олинади. Бунинг учун қириндиларни тасмасимон ёки бошқа механизмлар орали\ида транспортировалаш позициялари хизмат қилади. Транспортировкаш позицияларида, Маълум вақт давомида, заготовкларни тўхтатилиш ҳолати содир бўлади. Линияни иш унимдорлигига унинг умумий позициялари (узунлиги) миқдори таъсир кўрсатмайди, яъни ҳар бир ораликдаги вақт ишлаш тактига тенг бўлиб, бунинг ичида линиядан тайёр детал ҳосил бўлиб чиқади.

Ишлаб чиқаришнинг автоматлаштириш катта миқдордаги капитал сарфланишини талаб қилади. Шунинг учун ҳам ҳар қандай ва ҳамма конструкторлик, технологик ечимлар техник – иқтисодий ҳисоблар билан асосланган бўлиши керак. Автоматлаштирилган линияларнинг лойихасида юқори сифатли маҳсулотни олиш, таннархини камайтириш ва берилган сондаги маҳсулотни ишлаб чиқаришда вазифаларни таъминлай олувчи прогрессив технологиялар киритилиши зарур. Автоматлаштирилган линияда заготовкага технологик ишлов беришни лойихалаш учун кесиш маромини тўри танлаш билан берилган ишлов бериш аниқлиги узок вақт давомида сақланишини, уни тўлиқ синхромлашувини таъминлаш билан ишлов бериш вақтни ишлаб чиқариш тактига мос ёки унга тенг келиши ҳисобга олиши зарур.

Автоматлаштирилган линиялар учун механик ишлов бериш технологик жараён лойихалашда бошлан\ич Маълумотлар қуйидагилардан иборат бўлиши керак.

- 1) Техник талаблар кўрсатилган деталлар чизмаси; чизмада автоматик линияда ишлов бериладиган юзалар ажратилган бўлиши керак; автоматик линияга етиб келишига ўдар ишлов берилган детал заготовки юзалари; шаклига қуйилган допусklar ва бу юзаларнинг жойланиши;
- 2) Автоматлаштирилган линияни ўрнатилиши режалаштирилган цех бўлимини ўуриш чизмаси ва цех бўлими режаси;
- 3) МСС, уни таркиби ва системадаги босими цехда марказлаштирилганлиги тўрисида Маълумот;
- 4) Цехнинг пневмосетидаги босим;

5) Детал заготовкасига ишлов бериш томонлари(М., детал ва заготовкани бикирлиги, хомаки ишлов беришдан сўнг чқўиш хосилқилишига монлилиги); Бу АО-да ишлов беришга буюртма олингунча аниқланади; умумий машинасозлик материалларидан тайёрланмага кесувчи асбобларнинг конструкциялари ва кесиш маҳроми тўрисида тавиялар;

6) Заготовка чизмаси;

7) Деталларни тайёрлаш йиллик дастури;

8) Автоматлаштирилган линияни назарий ишлаш даври (срок);

9) Автоматлаштирилган линия билан таъминланиш даври;

10) Автоматлаштирилган линиянинг қўлланишини иқтисодий самардорлигини таққослаш учун йиллик дастурни таъминлаш учун детал заготовкасига ишлов беришга зарурий бўлган жихозларнинг сонини кўрсатувчи рўйхат; йиллик ўртача иш ҳақи кўрсатилган ишчи ва созловчиларнинг сони; эгалланган ишлаб чиқариш майдони).

Ишлов бериш жараёнини лойихалашдан олдин тахминий ҳисоблаш билан автоматик линияга сарфланган харажат махсулотни ишлаб чиқариш давридан паст бўлиши шарт, яони улар учун кўрсатилган (3-5 йил) даврда ётиши керак. Лойихалаш бошида детални технологиклигини ошириш мақсадда, уни конструкциясини ва унга қўйилган техник талабларни чуқур таҳлил қилиб чиқиш зарур. Технологик базани танлашда уни доимийлиги принципининг ва базалар мос келишлигини таъминлашга катта аҳамият бериши керак. Детал конструкциясини таўлил қилишда уни бир неча томонини кхп кескичли асбоблар билан ишлаш мумкинлигини, ажраб чиққан қириндиларни ва МСС -ни чиқиб кетишини таъминланишига ҳам аҳамият берилиши шарт. Кхп асбоблар билан паралел ишлов беришни таъминлаш учун детал заготовкаси ва деталнинг конструкциясини ўзи етарли даражада бикр бўлиши зарур.

Автоматлашган линияларда тешикларни олиш учун қуйидаги талабларга риоя қилиш керак:

1) Ишлов бериладиган айланма юзаларни шундай жойлашишини таъминлаш керакки, бунда ишлов берувчи асбоблар (парма, занжир, развертка, расточкаловчи, фаска кесувчи, резбақесувчи, торецларни кесувчи ва ш.к.) фақат ўқи бўлиб суриш харакатини олишга имкон яратилган бўлсин;

2) Ишлов бериладиган юзаларни ўқдошлиги таъминланган бўлсин;

3) Ишлов бериладиган тешикларнинг паралел жойлашуви таъминланган бўлсин;

4) Бир неча асбоблар билан ишлов беришни таъминлаш учун тешик юзаларини перпендикулярлигидан мустасно бўлсин;

5) По\онали тешикларга ишлов беришда катта тешик олиниси зарур бўлган юзани асбоб йўналтирилган томонга жойлаштирилган бўлсин;

б)қобик типигаги конструкцияга эга бўлган деталларнинг тешикларини консолли борштанга билан ишлай олиш имкони яратилсин.

Автоматлаштирилган линияларда ишлов бериладиган заготовкаларга, оддий ишлаб чиқаришдагига нисбатан юқори: габарит ўлчамлар ва қўйимлар ўзгармас; юзаларда механик ишлов беришга қаршилик қилувчи қаттиқ қисмларни йўқлиги; қуйиш жараёнида хосил бўлган юзалардаги қуйиқ томчиларни, бҳшликларини ва ш.х. кесувчи асбобларни синишига олиб келувчи зарли тўсиқларни йўқлиги; қуйилган махсулотни ичида стержен қолдиқларини ва карсак хосил қилувчи симларни йўқлиги. Буларни мавжудлиги заготовкани транспортировкашга тўсиқлик қилиши мумкин. Биқирликни столлиги, бу юқори ишлов бериш аниқлигини ошириш учун зарур. Материал структурасини ва ички кучланишини столлигини таъминлаш учун керакли термик ишлов беришни ҳисоб олиш зарур.

«Қора» технологик базанинг сифатига юқори аҳамият бериш зарур. Чунки қуйиш вақтида сўнг, уларда ( $1^{\circ}$ - $2^{\circ}$ ) о\иш содир бўлади. Заготовкани олиш усули учун юза о\ишлари (короблекс) минимал холда бўлиши керак ва бошқалар.

Кўп холларда талаб доирасидаги аниқликни таъминлаш учун автоматлаштирилган линиядан ташқарида ёрдамчи ишлов бериш ишлари бажарилади.

**Технологик жараён** материал ёки хом-ашёдан тайёр махсулот олиш мақсадида уларнинг шаклини, ўлчамларини ва хусусиятларини белгиланган техник талаблар асосида кетма-кет ўзгартиришдан иборат.

**Механик ишлов бериш** технологик жараёни ишлаб чиқариш жараёнининг бир қисмидир. Ишлаб чиқариш жараёни қуйидаги даврлардан иборат бўлади:

1) хом-ашё тайёрлаш – қуйиш, бол\алаш, штамплаш ёки прокатдан тайёрланадиган материалларга бирламчи ишлов бериш;

2) машина деталларини якуний шакл ва ўлчамларга келтириш учун металл кесиш дастгоҳларида ишлов бериш;

3) йи\ма бирикмалар, агрегатлар ёки механизмларни хосил қилиш;

4) машина ёки махсулотни якуний йи\иш;

5) машина ёки махсулотни созлаш ва синаш;

6) машина ёки махсулотни бўяш ва уларни консервация қилиш.

Ишлаб чиқаришда бажариладиган технологик жараёнларнинг барча операцияларида техник назорат ўтказилади. Техник назорат ўтказишдан мақсад махсулотни талаб қилинган техник шартларга жавоб бера олишини текширишдан иборат.

Механик ишлов бериш технологик жараёни кам материалл ва меҳнат ресурсларини сарфлаган ҳолда талаб этилган техник шартлар асосида тайёр маҳсулот яратишга қаратилган бўлиши керак.

Технологик жараёнлар ГОСТ 1.109-73 асосида лойихали, ишчи, донавий, типавий, стандарт, вақтли, тараққий ҳарактердаги (келгусида қўлланилувчи), маршрутли, операция учун ва маршрутли-операцияли бўлиши мумкин

### **1.1. Технологик жараённинг таркибий қисми**

Технологик жараёнини мақсадга мувофиқ равишда амалга ошириш учун тайёрланаётган детални қайси юзаларига ва қандай кетма-кетликда ишлов беришни ифодаловчи режа тузилади. Ушбу режада детал юзларига ишлов бериш усуллари келтирилади.

Шу мақсадларда механик ишлов бериш технологик жараёни алоҳида қисмларга бўлинади, бу қисмларнинг йи\ндиси унинг таркибини ташкил этади. Технологик жараён куйидаги таркибий қисмларга бўлинади: технологик операция; позиция; ўтиш; юриш; ҳаракатлар йи\ндиси.

**Технологик операция** технологик жараённинг бир қисми бўлиб, бир иш ўрнида (бир ёки бир неча ишчи томонидан) кетма-кет бажариладиган ишлар йи\ндисидан иборат.

**Ўрнатиш операциянинг** бир қисми бўлиб детални (дастгоҳ турига қараб бир неча детални) бир марта маҳкамлаганда бажариладиган ишлар йи\ндисидан иборат. Дастгоҳга ўрнатилган ёки маҳкамланган хом-ашё унинг ишчи органаларига нисбатан столини айланиши ёки силжиши натижасида янги позицияни эгаллаш мумкин.

Позиция детални бир марта маҳкамлаган ҳолатида дастгоҳнинг ишчи органларига нисбатан эгаллаган ҳолати. Ҳолатни ўзгариши дастгоҳ столининг айланиши ёки силжиши натижасида бўлади. Масаслан: кўп шпинделли кўп позицияли дастгоҳларда.

Операция технологик ва ёрдамчи ўтишларга бўлинади. Технологик ўтиш технологик операцияни тугалланган қисми бўлиб детални ишлов берилаётган юзасини, кесувчи асбобнинг ва кесиш маромларининг доимийлиги билан ҳарактерланади.

Ёрдамчи ўтиш технологик операциянинг тугалланган қисми бўлиб ишчининг ва (ёки) дастгоҳнинг ҳаракатлари йи\ндисидан иборат. Ёрдамчи ўтиш натижасида деталнинг цикли, ўлчамлари ва хусусиятлари ўзгармайди.

Ўтиш ўз навбатида ишчи ва ёрдамчи юришлардан иборат бўлади. Ишчи юриш технологик ўтишнинг тугалланган қисми бўлиб кесувчи асбобни, ишлов берилаётган юзани доимий сақлаган ҳолда деталдан маълум қатламни кесиб олиш билан бо\лиқ бўлади

Ёрдамчи юриш технологик ўтишнинг тугалланган қисми бўлиб кесувчи асбобни ишлов берилаётган деталга нисбатан метални кесиб олмаган ҳолда бир марта силжишидан иборат. Бу ўтиш кесиш жараёнини такроран амалга ошириш учун кесувчи асбобни керакли ҳолга қайтариш учун зарур бўлади.

## **1.2. Машинасозликда ишлаб чиқариш турлари. Ишлаб чиқаришни ташкил қилиш шакллари**

Ишлаб чиқариш дастурига, махсулотни турига ва ишлаб чиқариш жараёнини амалга ошириш техник-иқтисодий шарт-шароитларига қараб машинасозликда уч хил ишлаб чиқариш тури мавжуд: донали (якка ҳоллаб); серияли ва ялпи. Ҳар бир ишлаб чиқариш турининг технологик жараёнлари ва ишлаб чиқаришни ташкил қилишининг шакллари ўзига хос хусусиятларига эга.

Юқоридаги тушунчаларни янада яққол ифодалаш мақсадида ишлаб чиқариш дастури билан танишиб чиқамиз.

Машинасозлик корхонасининг ишлаб чиқариш дастури тайёрланган махсулотнинг тури, ҳар-бир турдаги махсулотнинг бир йилда тайёрланадиган миқдори, эътиёт қисмларнинг турлари ва миқдорларидан иборат бўлади.

Корхонанинг умумий ишлаб чиқариш дастурига асосан ҳар-бир детални бир йилда тайёрлаш дастури яратилади:

$N_{\text{кма}} Q_n$ , дона/йил,

бу ерда:  $N$ —детални бир йиллик ишлаб чиқариш дастури; бир йил давомида тайёрланадиган махсулотлар сони;  $m$  - битта махсулотдаги деталнинг сони;  $n$ - эътиёт қисмлар сони.

Ишлаб чиқариш дастурига махсулотни умумий кўринишидаги чизмалари, алоҳида деталлар ва йи\ма бирикмаларнинг чизмалари илова қилинади.

Шуни инобатга олиш керакки битта корхонанинг ёки бир цехнинг ўзида турли ўил ишлаб чиқариш шароитлари мвжуд бўлиши мумкин. Масалан, бир хил детал кўп миқдорда иккинчи хил детал эса оз миқдорда тайёрланиши мумкин.

Донали ишлаб чиқариш шароитида махсулот бир нусхада тайёрланади. Тайёрланган махсулотлар турли тузилишга, ўлчамларга эга бўлиб улар умуман такрор тайёрланмаслиги ёки жуда кам ҳолларда такрорланиши мумкин.

Бу турдаги ишлаб чиқариш шароитида универсал дастгоҳлардан кенг фойдаланилади. Универсал дастгоҳлар турли хил ишлов бериш усулларини бажара олиш

имкониятига эга бўлиши керак. Худди шунингдек, универсал, универсал қайта созланувчи мосламалар ва стандарт кесувчи асбоблардан фойдаланилади.

**Донали ишлаб чиқариш** шароитидаги технологик жараён интеграл хусусиятга эга бўлиб битта дастгоҳда турли, бир неча, операция бажарилади. Битта дастгоҳда турли тузилишга эга бўлган, турли ўлчамли ва турли материаллардан тайёрланган деталларга ишлов берилади. Биргина дастгоҳда турли ишлар бажарилганлиги ва универсал воситалардан фойдаланганлиги учун сарфланган вақт таркибидаги асосий вақтнинг миқдори кичик бўлади.

Бундан ташқари, ушбу ишлаб чиқариш шароитида қўлланиладиган назорат қилиш асбоблари ҳам универсаллиги билан ҳарактерланади.

**Серияли ишлаб чиқариш**, бу ишлаб чиқариш тури донали ва ялпи ишлаб чиқаришнинг ўртасида бўлиб оралиқ ҳарактерга эга бўлади.

Серияли ишлаб чиқариш шароитида деталлар партиялаб ёки сериялаб тайёрланади. Битта партия (серия) таркибидаги деталлар тузилишининг, ўлчамларининг ва материалнинг бир хиллиги билан ажралиб туради. Бир партия ёки сериядаги деталлар бирданига тайёрлаб олиниб кейин иккинчисига ўтилади.

«Партия» сўзи деталларга тааллуқли бўлса, «серия» сўзи эса машиналарга тааллуқлидир. Партиядаги деталлар сони ва сериядаги машиналар сони турлича бўлиши мумкин.

Серияли ишлаб чиқариш шароитида йил давомида тайёрланадиган сериядаги маҳсулот (детал) миқдorigа қараб майда кичик серияли, ўрта серияли ва кўп серияли ишлаб чиқариш бўлади.

Серияли ишлаб чиқариш шароитида технологик жараённинг операциялари дифференциаллашган бўлади ёки технологик жараён операцияларга бўлиб юборилади.

Бу ишлаб чиқариш шароитида турли хил дастгоҳлар қўлланилади: универсал, махсус, махсуслашган, автоматлаштирилган, агрегат ва шу кабилар. Дастгоҳлар тайёрланаётган маҳсулотни турини ўзгартирилганда уларни тайёрлаш имкониятига қараб махсуслаштирилади.

Универсал дастгоҳлардан кенг фойдаланилган ҳолда махсуслаштирилган, махсус мосламалар, стандарт кесувчи асбоблар билан бир қаторда махсус кесувчи асбоблар ҳам қўлланилади. Худди шунингдек, бу ишлаб чиқариш шароитида чегаравий калибрлар, шаблонлардан кенг фойдаланилади. Барча дастгоҳлар, мосламалар, кесувчи ва назорат асбоблари ўз таннархини тез қоплай олади. Бунинг асосий сабаби тайёрланаётган маҳсулот миқдорининг донали ишлаб чиқаришга нисбатан анча кўплигидир.

Серияли ишлаб чиқариш шароити кенг тарқалган бўлиб, компрессорлар, пресслар, дастгоҳлар, тўқимачилик машиналари, ёлочга ишлов бериш саноати, озиқ-овқат ва ўрмончилик саноати машиналари, коммунал хўжалик машиналари тайёрлашда ва шу кабиларда қўлланилади.

**Ялпи ишлаб чиқариш** шароити тайёрланаётган махсулотнинг кўплиги сабабли доимий (йил давомида) такрорланмайдигани операцияларни бажарувчи ишчи ўринлар йиғиндисидан иборат.

Ялпи ишлаб чиқариш шароити қуйидаги кўринишда бўлади:

а) **ялпи потокли ишлаб чиқариш** шароитида тайёрланаётган деталлар технологик жараёни бажариш кетма-кетлиги бўйича тузилган операцияларни тўхтовсиз ўтиб боради. Бундай ҳолда ҳар-бир операцияни бажариш учун сарфланган вақт бир бирига тенг ёки бўлинувчи (кўпаювчи) бўлиши керак. Шу талабгина технологик жараёни тўхтовсиз бажарилишини таъминлайди.

б) **ялпи тўғри потокли ишлаб чиқариш** шароитида ҳам операциялар технологик жараёни бажариш кетма-кетлиги бўйича тузилади, аммо операцияларни бажариш учун сарфланган вақт бир-бирига тенг бўлмайди. Шу сабабли айрим операцияларни бажарувчи дастгоҳлар олдида деталларни тўпланиб қолиш ҳолатларини кузатиш мумкин.

Ялпи ишлаб чиқариш шароити кўп миқдордаги махсулот тайёрлашда қулай ҳисобланади. Бу ишлаб чиқариш шароитида махсус, автоматлаштирилган, агрегат дастгоҳлар ва автоматик линиялар қўлланилади. Худди шунингдек, қўлланиладиган мосламалар, кесувчи ва назорат асбоблари ҳам махсуслиги билан ажралиб туради. Шунга қарамай махсулот ҳажмининг катталиги уларни қисқа муддат ичида ўз-ўзини қоплаш имкониятини беради.

Юқоридаги фикрлар ялпи ишлаб чиқариш шароитида махсулот доимий бўлиб унинг тузилиши, аниқлик ва бошқа кўрсаткичлари ўзгармайди деган хулосага олиб келмаслиги керак. Техника ва технологиянинг ривожланиши натижасида махсулот сифати ўзгаради, бу ўз навбатида технологик жараёнга ўзгартиришлар киритишни талаб этади.

Кўриб чиқилган ишлаб чиқариш шароитларининг барчаси учун ўзига хос ишлаб чиқаришни ташкил қилиш шакллари мавжуд. Ишлаб чиқаришни ташкил қилишда дастгоҳларни жойлаштириш тартиби алоҳида аҳамиятга эга бўлади.

Бу ўз навбатида махсулот турига, ишлаб чиқариш жараёнининг мураккаблигига, махсулот ҳажмига ва шу каби омилларга боғлиқ бўлади.

Ишлаб чиқаришни ташкил қилишни қуйидаги асосий шакллари мавжуд:

- 1) **металл кесиш дастгоҳларининг турларига қараб**. Бундай шакл асосан донали ва айрим деталлар учун серияли ишлаб чиқариш шароитида қўлланилади. Бундай

ҳолда дастгоҳларнинг турларига қараб алоҳида участкалар ташкил этилади. Масалан фақат токарлик, пармалаш, фрезерлаш дастгоҳларидан ташкил этилган участкалар

- 2) **предметли**, бу шакл асосан серияли айрим деталлар учун ялпи ишлаб чиқариш шароитида қўлланилади. Бу шаклга ўўра дастгоҳлар технологик жараёни бажариш кетма-кетлиги асосида жойлаштирилади ва бир хил ёки бир-бирига яқин бўлган деталларни тайёрлашга мўлжалланади. Бундай ҳолда операцияларни бажариш учун сарфланган вақт бир-бири билан келиштирилмайди. Шу сабабли айрим операцияларда деталлар тўпланиб қолиши мумкин. Деталлар партиялаб тайёрланади.
- 3) **потокли сериялаб**, ёки ўзгарувчан-потокли, бу шаклда ҳам дастгоҳлар технологик жараёни бажариш кетма-кетлиги бўйича жойлашиб асосан сериялаб ишлаб чиқариш шароитида қўлланилади ва операцияларнинг бажариш учун сарфланган вақт бир-бири билан мослаштирилган бўлиб деталларни операциядан-операцияга тўхтовсиз узатиб беришни таъминлайди. Бундай ҳолда ҳам деталлар партиялаб тайёрланади ва бошқа партияга ўтиш учун ишлов бериш линияси тўхтатилиб қайта соланади.
- 4) **тўри потокли**, бу шакл асосан ялпи ва айрим ҳолларда кўп серияли ишлаб чиқариш шароитида қўлланилади. Бу шаклга асосан дастгоҳлар технологик жараён кетма-кетлиги бўйича жойлашади. Операцияларни бажариш учун сарфланган вақт барча ҳолларда ҳам бир-бирига тенг бўлмайди. Дастгоҳдан дастгоҳга детал доналаб узатилади. Операциялар учун сарфланган вақт бир-бирига тенг бўлмаганлиги сабабли деталларни ташиш учун ролганлар, қия ўрнатилган новлар ва айрим ҳолларда конвейерлардан фойдаланилади.
- 5) **тўхтовсиз потокли**, бу шакл фақат ялпи ишлаб чиқариш шароитида қўлланилади. Бу шаклда дастгоҳлар технологик жараён кетма-кетлиги бўйича жойлашиб, барча операцияларни бажариш учун сарфланган вақт бир-бири тенг ёки мослаштирилган бўлади. Бу вақт ўз навбатида ишлаб чиқариш тактига тенг ёки бўлинувчи (кўпаювчи) бўлади.

**Ишлаб чиқариш такти**, бу битта детал тайёрлаш учун сарфланадиган вақт (технологик жараён бўйича) бўлиб, икки, яъни биринчи ва иккинчи деталларни тайёрлаш орали\и билан ўлчанади.

Технологик жараёнларни ишлаб чиқишда муҳим босқичлардан бири ишлаб чиқариш турини аниқлаш ҳисобланади. Шу сабабли технологик жараёни лойихалашни бошлан\иц босқичида бажарилади. Ишлаб чиқариш турини бир неча хил усулларида

аниқланиши мумкин. Жумладан, бириктирилган операциялар коэффициент орқали аниқлаш мумкин, Маълум вақт мобайнида бўлимда бажариладиган технологик операциялар сони (О) ни шу бўлимдаги иш жойлари (Р) га нисбати бириктирилган операциялар коэффициенти (К) га тенг бўлади.

К қ О/Р

Машинасозликда ишлаб чиқариш турлари қуйидагича аниқланади.

$K \leq 1$  бўлса - ялпи ишлаб чиқариш

$1 < K \leq 10$  бўлса - кўп серияли ишлаб чиқариш

$10 < K \leq 20$  бўлса - ўрта серияли ишлаб чиқариш

$20 < K \leq 40$  бўлса, майда - "кичик" серияли ишлаб чиқариш

Доналаб ишлаб чиқаришда  $K > 40$  бўлади.

Мисол. механик цех бўлимида 15 та иш жойи мавжуд. Бир ой мобайнида 128 та хар хил технологик операциялар бажарилган. Ишлаб чиқариш турини аниқланг.

Ечиш: 1) Бириктирилган операциялар коэффициентини (1.2) формула ёрдамида аниқлаймиз.

К қ 128/15 қ 8,53

Демак, бўлимда хар бир иш жойига ўртача 8,53 операциялар бириктирилган.

2) Ишлаб чиқариш тури  $1 < K << 10$  бўлгани учун кўп серияли ҳисобланади.

3) серияли ишлаб чиқариш чекланган махсулот номенклатурасига эга бўлади.

Нисбатан ишлаб чиқариш хажми катта бўлиб, ишлаб чиқариш даврий равишда қайталанадиган партиялар кўринишида бажарилади.

Кўп серияли ишлаб чиқариш серияли ишлаб чиқаришни бир кўриниши бўлиб, катта партиялар билан ишлов берилади ва ялпи ишлаб чиқаришга яқин бўлади.

## **2.1. Деталларга механик ишлов беришда мойлаш-совутиш суюқликларидан фойдаланиш**

Ўтган асрнинг 70, 80-йилларидаёқ пўлатларни кесиб ишлашда совуннинг сувдаги эритмасидан, XX асрнинг бошларида эса тезкесар пўлатдан ясалган кескичлар билан металлларни хомаки йўнишда эмулсиялардан, тозалаб йўнишда эса минерал мойлардан фойдаланилган, кейинроқ эса мойга олтингугурт кукуни қўшиб ишлатила бошланди.

Узок вақт мобайнида ейилишнинг ва ишқаланиш кучи камайишининг олдини олиш мақсадида машина деталлари ишқаланувчи сиртининг қаттиқлиги ошириб келинди. Бу

холда бир сиртнинг бошка сиртга ботиб кириши камаяди, кайшикок деформациялар ва оксидловчи жараёнлар, шунингдек, абразивнинг таъсири камаяди. Хозиргача деталлар қаттиқлигини оширишнинг цианлаш, сиртни тоблаш, қаттиқ металлларни эритиб коплаш каби жуда кўп усулларни ишлаб чиқилган. Кўп йиллик тажриба, бу усуллар ишқаланувчи деталларнинг ишончилиги ва чидамлилигини ошириш имконини берганлигини кўрсатади. Масалан, ички ёнув мотор цилиндрларини электролитда хромлаш цилиндр - поршень халқаси жуфтлигининг ейилишгача чидамлилигини чуян цилиндрларникига нисбатан 4-5 баравар оширибгина колмай, моторларнинг цилиндр-поршенли гурухидаги ишқаланишда бўладиган исрофларни хам бир неча марта камайтиради, очик деталларни хромлаш эса тишларнинг ейилишга чидамлилигини оширади ва узок вақт саклаш жараёнида коррозияланишдан химоялайди.

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

Тадкикотлар деталга ишлов берилётганда хосил бўладиган кучлар ва диффузион жараёнлар натижасида сиртки қатламнинг механик мустахкамлиги ва микроқаттиқлиги куйи қатламларга нисбатан ортишини кўрсатди. Аммо механик ишловда сирт қатламлар титилиб ташки мухит молекулаларининг криши осонлашиб Ребиндер эффекти руй бериши мумкин. Бу холда қаттиқ жисм микроёрикларининг деворларида ташки мухит молкулалари адсорблашиб сиртки қатлам энергиясини камайтиради. ва уни емирилишини тезлатади.

Сирт қатламда хосил бўладиган макро ва микро кучланишларнинг миқдори ва ишораси механик ишлов тури ва режимига, мойлаш-совутиш суюклигига, кесувчи асбоб сифатига ва туташишдаги ишқаланиш жараёни параметрларига бо`лиқ бўлади. Масалан, йунишда сиртдаги 50-200 мкм калинликдаги қатламда чузувчи кучланиш хосил бўлади. Жилвирлашда чузувчи, фрезерлашда хам чузувчи хам сикувчи колдик кучланишлар хосил бўлади.

Сирт қатлам мустахкамлигини камаймишдаги 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 эффе́ктининг кимёвий ва электрокимёвий жараёнлардан, коррозия ёки қаттиқ жисми ташки муҳитда эришдан фарқи шундаки у фақат ташки муҳит ва Маълум кучланиш ҳолатларининг биргаликдаги таъсиридагина юз беради. Ребиндер эффе́кти сирт юзалари янгилашиб турадиган шароитларда ҳамда қаттиқ жисмда нуксонлар мавжуд бўлган ҳолларда кўп учрайди. Суюлган осон эрувчи металллар кийин эрувчи металлларга кучли фаол юза муҳит сифатида таъсир этиб уларнинг мустаҳкамлигини кескин камайишига сабаб бўлиши мумкин.

Машиналарнинг ишқаланувчи қисмларини мойлаш машиналар ишончилигини оширувчи самарали омилдир. Масалан, ишқаланиш коэффи́циенти мойланмаган металллар орасида 0.2:0.3 бўлса, мойланганда  $10^{-6}$  гача камайиши мумкин. Натижада мойланган деталлар тез ейилиб кетмайди, мойлаш машина тезлигини, юк кўтарувчанлигини ва унумдорлигини ошириш имконини беради. Мойлаш машиналарни тез ейилиб ишдан чиқишдан сақлайди. Ёловчи мойларни қўшимча функцияси: деталлар ишқаланишида қизишдан, коррозиядан, зарбли таъсирдан, оралиқ қисилишдан сақлайди, совуқ ҳавода ҳам механизмларни ишончли юргизишни таъминлайди, ишқаланиш зонасидан ейилиш маҳсулотларини чиқариб ташлайди. Мойлаш материалларининг физик-кимёвий характеристикалари унинг сифатини белгиловчи стандарт параметрлардир.

Мой сифатини белгиловчи стандартлаштирилган асосий кўрсаткичлар қуйидагилар: белгиланган ҳароратдаги номинал зичлик;  $50^{\circ}\text{C}$  ёки  $100^{\circ}\text{C}$  ҳароратда аниқланган номинал қовушқоқлик; ёниш ҳарорати – оддий босимда қиздирилаётган мойлаш материалдан чиқаётган бу\`ни унга олов яқинлаштирилганда ёнишига олиб келувчи энг паст ҳарорат; қотиш ҳарорати – мойни  $45^{\circ}$  қияликдаги стандарт пробилкадан оқиш қобилятини йўқолишидаги энг баланд ҳарорат; кислотали сони - 1грамм мойни нейтраллаш учун керак бўладиган ўткир калий массасини миллиграммлардаги миқдори; коксланувчанлиги – синалаётган мойлаш материали таркибидаги кокс массасини % ларда олинган нисбати; кулланганлиги – мойлаш материалидаги ёнмайдиган моддалар миқдори; механик унсурлар миқдори; сув миқдори; сувда эрувчи кислота ва ишқорлар миқдори; темир ва мис пластинкаларига мойни коррозион таъсири; олтингугурт миқдори; фенол, кризол, нейтробензол ва фурфурола миқдори.

Қовушқоқликдан бошқа барча кўрсаткичлар билвосита ва чекланган тарзда мойлаш материални ишқаланиш узелини мойлашдаги ҳолатини белгилаш ёки уларни ишлаб чиқариш, ташиш ва сақлаш вақтида сифатини назорат қилиш учун керак бўлади. Мой зичлигини камайиши, унинг қовушқоқлиги ва оловланиш ҳароратини пасайтиради. Оловланиш ҳарорати мойлаш материални бу\`ланиш ва ён\`инга хавфлилик даражасини

билдиради. Оловланиш ҳароратини мойлаш материали қайноқ бу\, газ ёки металлга тегиши эҳтимол бўлган ҳолларда эътиборга олинади. Оловланиш ҳарорати мойланаётган сирт ҳароратидан катта бўлиши керак, қотиш ҳароратидан мой ишқаланиш сиртини канчалик даражада қўллашени аниқлашда фойдаланилади.

Бироқ мойлаш айрим конструктив усулларни қўллашни, мойлаш материалларини тў\ри танлашни тақозо этади.

Мойлаш усули ва мойловчи материалларни тў\ри танлай билиш, машинани биринчи навбатда унинг ишқаланиш узелини ишончлилигини ошишини таъминлайди. Мойлар физик ҳолатига кўра газсимон, суюқ, пластик ва қаттиқ турларга, ишқаланиш жуфтлигини ажратиш даражасига ва механизмига кўра мойланиш гидродинамик (газодинамик) суюқ, чегаравий ва яримсуюкли турларга бўлинади.

Мой материаллар суюқ, пластик ва қаттиқ бўлиши мумкин. Улар асосан минераллар ва нефтдан, қисман ўсимлик ҳамда хайвонларнинг ё\ларидан олинади.

Органик мойлар яхши суркалиш хоссаларига эга, лекин ҳароратга чидамсиз бўлганидан асосан минерал мойларга қўшимча сифатида ишлатилади. Минерал ва органик мойлар  $-20^{\circ}\text{C}$  да қотади,  $150-200^{\circ}\text{C}$  бу\ланади ва оксидланади. Спирт, эфир ва кремний органик бирикмалар асосидаги синтетик мойлар иссиўликка чидамли бўлсада, нефт мойларига нисбатан қиммат туради. Пластик (консистент) мойнинг асоси минерал мой бўлиб, қуюқлаштирувчи сифатида совун, қаттиқ углеводлар, тўлдирувчи сифатида графит ишлатилади.

Пластик мойлар паст ва баланд ҳароратда ҳам ўз хусусиятини яхши сақлагани учун кенг қўлланилади. Ишлатилишига кўра мойлар умумий ва махсус мойларга бўлинади.

Умумий (индустриал) мойлар ўртача юк ва ҳарорат остида, махсус мойлар (транмиссия, трубина, авиация мойлари) о\ирроқ шароитда сиртларни мойлашда ишлатишга мўлжалланган. Енгил юкда, унча юқори бўлмаган ҳароратда ишловчи деталлар легирланмаган индустриал мойлар, ўртача ёки о\ир юк билан унча юқори бўлмаган сирпанма тезликда ишловчи деталлар ортиқча легирланмаган индустриал ёки махсус мойлар билан мойланади.

Енгил - ўртача юк ва катта тезликда легирланмаган индустриал ёки махсус ё\ли мойлар ишлатилади. О\ир шароитли (катта куч ва юқори ҳарорат) иш режимида, легирланган индустриал ёки транмиссия мойлар қўлланилади.

Пластик мойлар кам иссиўлик ажралувчи, очик ёки герметиклиги бўш, ҳарорати, юки, тезлиги кенг диапазонли ва узок муддат консервацияланган узелларни мойлашда ишлатилади. Ишлатилишига кўра пластик мойлар антифрикцион, консервацияловчи ва тўсқичли турларига бўлинади. Машиналардан фойдаланиш даврида асосан антифрикцион пластик мойлар қўлланилади.

Мойловчи ёларни ифлосланиши, машинани тез юргизиш ва тўхтатиш ишчи сиртларни чарчамасдан туриб, ейилиб кетишига сабаб бўлади. Емирилишни озайтириш учун ишқаланиш узелларини герметизациясини мукамаллаштириш, ёни ва узел совутилаётганда сурилаётган ҳавони филтрлаш, ейилишга қарши қўшимчалар аралаштирилган мойлардан фойдаланиш керак.

Ишқаланиш узелларида мой қатламидаги босим катталашиб ташки юкни енгиб сиртларни ажрата олсак, гидродинамик ёки гидростатик мойланиш юз беради. Деталлар юзали бевосита туташмайди, яъни улар доимо мой қатлами бўлиб, ҳаракатга қаршилиқ кучи асосан мой қатламлари орасидаги ишқаланиш кучидан иборат холос. Ишқаланиш коэффицентининг энергия сарфи ва ейилишнинг камлиги жихатидан бундай мойланиш оптимал шароит ҳисобланади. Гидростатик босим махсус ўурилмалар воситасида таъминланса гидродинамик босим узелни ўзида унинг конструкцияси, мой хусусияти ва иш режимларига боʻлиқ ҳолда табиий тарзда ҳосил бўлади.

Гидростатик усулда ишқаланувчи юзаларни ажратишга етарли босим насос ёрдамида ҳосил қилиб турилади. Мойни подшипникларни ён томонларидан сизиб чиқиб кетаётган қисми баробар насос ўзига мой хайдаб беради.

Гидродинамик босим амалга ошиши учун ишқаланувчи узел конструкциясида понасимон зазор мавжуд бўлиши, мой қовушқоқлиги ва вални айланиш тезлиги етарли даражада бўлиши керак. Зазорнинг маълум қийматида мой қовушқоқлиги ва туташ сиртларнинг нисбий сирпаниш тезлиги қанчалик юқори бўлса, узелнинг гидродинамик мойланиши шунчалик самарали бўлади. Ўртача ҳолда гидродинамик мойланиш бўлиши учун тезлик 15 м/с дан юқори бўлиши керак.

Гидродинамик мойланиш механизмини текис таянч ва вал таянчлари (сирпанма подшипник) да ҳосил бўлиши назариясини 1883 йилда Н.П. Петров исбот қилган. Пластина А-А кўзʻалмас текислик В-В га нисбатан  $\alpha$  бурчак остида  $v$  тезлик билан ҳаракат қилади. Пластина ва текислик оралиғи қовушқоқ мой билан тўлган. Мойнинг А-А пластинани хўллаган қатлами қовушқоқлик ишқаланиш кучлари туфайли уринмас остидаги мой қатламини ҳам ҳаракатлантиради. Шу тарзда ҳаракат қатламдан қатламга ўтади, фақат В-В текисликни қўллаган мой қатлами ҳаракатланмайди. Натижада мой

понасимон бўшлиққа кириб унда босим хосил қилади. Понали бўшлиқда босим пона узунлиги бўйича бир хил бўлмайди, бўшлиққа кириш ва чиқиш жойларида мой атмосфера билан туташгани учун у билан бир хил босимга эга бўлади.

Сирпанма подшипникларда тешик диаметри вал цапфаси диаметридан катта бўлгани учун улар ўроқсимон зарар мавжуд бўлиб, вал айланганда қовушқоқлик кучлари туфайли мой бу ораликқа киради, натижада босим ортиб цапфа вкладидан ажралади. Пурадинамик мойланиш тебранма ва тебранма-сирпанма ҳаракатда ҳам хосил бўлиши мумкин.

Чегаравий мойланишда ишқаланувчи юзалар жуда юпқа ( $<0,1\text{мкм}$ ) мой қатлами билан ажралган бўлади.

Чегаравий мойланиш механизми мураккаб жараён ҳисобланади, чунки мой қатлами юпқалашганда у ҳажмий хоссаларини йўқотади, жумладан қаттиқ сиртнинг молекуляр майдони таъсирида мой ҳаракатлана олмайдиган ҳолга келиши мумкин. Шунингдек мой ишқаланиш юзалари билан физик ва кимёвий таъсирланиб уларнинг поналарини кескин ўзгартиради.

Молекуляр-механик ишқаланиш назариясига кўра мойланиш самараси икки ходисага бўлиқ: биринчидан мой ишқаланувчи юзаларни агизион таъсирлашиш кучларини озайтиради, иккинчидан эластик ва пластик деформацияланишга қаршилиқни камайтиради. Мой ташқи ишқаланиш шароитини яхшилайти, мусбат графцент  $\alpha\varepsilon/\alpha h > 0$  яратади,  $\tau_0$ ,  $\beta$  каби фрикцион параметрлар озайиб молекулалараро таъсирлашувдаги уринма кучланишни камайишига сабаб бўлади.

Натижада чегаравий мойланган усулларда кўзда ишқаланишга нисбатан қаршилиқ кучи 2-10 марта, юзалар ейилиши юзлаб мартаба камайти.

Чегаравий мойланишда мой материалининг молекулалари катта юзага тик ҳолатда бўлади.

Тадқиқотлар маълум температура ва босим учун мой (парда) қатламининг критик қалинлиги  $h_{кр}$  мавжудлигини, қатлам қалинлиги критик қийматдан камайса мойли сирпаниш бузилишни кўрсатди.

Мойларнинг қовушқоқлиги ҳар бир ишқаланиш узели учун оптимал бўлиши ва иссиқлик кўрсатилганда кам ўзгариши керак.

Тажрибалар кўрсатадики, металлларни кесиб ишлатишда мойлаш совутиш суюқликлари (МСС) дан фойдаланиш кесувчи асбобларнинг тур/унлигини ошириш билан сифатли деталлар ишлашда энг арзон омиллардан биридир.

Мойлаш-совутиш суюқликларининг асосий функциялари:

а) кесиш жараёнида контакт юзаларида ажралувчи иссиқлик ҳисобига қизиган кескични, қириндини ва заготовкани совутиш;

б) кескичнинг олдинги юзасига қириндининг, кетинги юзасига ишланган юзанинг ишқаланишини камайтириш;

в) заготовканинг ташқи юзаларидаги микродарзларга ўтиб, пона сингари уларни кериб қиринди ажралишига қўмаклашиш.

Мойлаш-совутиш суюқликларининг хили ва таркиби йўналаётган заготовканинг хилига, ишлов характериға, қутилган сифат талабларига, кесиш режимларига ва бошқа омилларға қўра белгиланади, лекин бунда мойлаш-совутиш суюқликлари ишчининг саломатлиги учун зарарсиз бўлиши билан бирға деталларни коррозияламайдиган бўлиши лозим.

Мойлаш-совутиш суюқликларининг таркиби ҳар хил компонентлардан иборат бўлади. Мойлаш-совутиш суюқликларининг хили жуда кўп бўлишиға қарамай, уларни икки гуруҳға бўлиш мамкин:

1 гуруҳ – совутиш қобилияти юқори бўлиб, мойлаш хусусияти паст бўлган мойлаш-совутиш суюқликлари;

2 гуруҳ - мойлаш хусусияти юқори бўлиб, совутиш қобилияти паст бўлган мойлаш-совутиш суюқликлари.

1 гуруҳға соданинг 2-5% ли эритмалари, совуннинг 5-10% эритмалари ва эмулсол яъни каустик соданинг сувдаги эритмасига минерал мой қўшилган 15% ли эритмаси ва бошқалар қиради.

2 гуруҳға минерал мойлар ва ўсимлик мойлари, олтингугурт қўшилган мойлар (сулфофрезол) ва бошқалар қиради.

Амалда металлларни даъл йўнишда 1 гуруҳға қирувчи мойлаш-совутиш суюқликларидан, тозалаб йўнишда ва резбалар очишда эса 2 гуруҳға қирувчи мойлаш-совутиш суюқликларидан фойдаланилади. Баъзида чўян ва алюминий қотишмаларини тозалаб йўниш ва пардозлаш ишларида скипидар ва керосиндан фойдаланилади. Ишлов усулиға, кесиш режимига ва бошқа кўрсаткичларға қўра мойлаш-совутиш суюқликлари кесиш зонасига асосан паст босимда ( $P \leq 1,1 \text{ кГ/см}^2$  ёки  $0,11 \text{ Мн/м}^2$ ) тепадан, юқори босимда ( $P \leq 10 - 25 \text{ кГ/см}^2$  ёки  $1 - 2,5 \text{ Мн/м}^2$ ) пастдан пуркашдан фойдаланилмоқда.

Мойлаш-совутиш суюқликлари сарфи кесиш усулиға, кесиш режимига ва бошқа кўрсаткичларға қўра 5 – 50 л/мин оралиғида бўлади.

Чўян, бронза каби қотишмаларни кесиб ишлашда мойлаш-совутиш суюқликларидан фойдаланилмайди, чунки улардан фойдаланилганда кескичнинг тур\унлиги бир оз ортган билан увоқ қиринди дастгохни ифлос қилиб, унинг қўз\алувчан

деталларига зарар етказди. Шу сабабли бундай холларда сўнги йилларда мойлаш-совутиш суюқликлари ўрнига сиқилган ҳаво ва карбонат ангидриддан фойдаланилмоқда.

Кесиш жараёнида мойлаш-совутиш суюқликларининг кескичга таъсири ҳақида адабиётларда турлича фикрлар учрайди.

Баъзи муаллифлар кесиш жараёнида ташқи муҳит зарралари (молекулалари) кескичнинг контакт юзаларига ўтишини рад этса, баъзилари аксинча ташқи муҳит зарралари ўтишини таъкидлайди. Бизнинг бу борадаги кузатишларимизда ҳам кесиш жараёнида мойлаш-совутиш суюқликлари зарраларининг контакт юзага ўтиши ва бунинг натижасида боровчи физика-кимёвий жараёнлар туфайли контакт юзада оксид пардалари ҳосил бўлиши кузатилади. Шунини ҳам қайд этиш керакки, ҳосил бўлувчи оксид пардалар характерида термо ва гальванотоклар таъсири ҳам аниқланди.

## **2.2. Металларни кесиб ишлаш жараёнининг физикавий асослари**

Металларни кесиб ишлашда кескичнинг заготовкаи Маълум куч билан ботирилиши унинг айрим қисмларини аввало эластик, сўнгра пластик деформациялаб боради. Натижада металл доналарининг Маълум текисликлар бўйича силжиши, бурилиши ва чўзилиши туфайли у пухталаниб, кесишга кўрсатадиган қаршилиги орта боради. Бинобарин, кескичга бериладиган куч заготовканинг бу зонасидаги қаршилик кучларини енгадиган бўлганда қиринди ажралади.

Кескич асболари хилма-хил бўлиши билан уларнинг ишлаш принциплари ўхшаш (агар геометриясини, ҳаракатланиш хусусиятларини эътиборга олмасак), чунки кескичнинг кесувчи қисми пона шаклида бўлади. Шунга кўра қириндининг ажралиш механизмини текширишга ва бу жараён билан боʻлиқ бўлган мойлаш-совутиш суюқликларини кесиш жараёнига таъсирини кузатайлик.

## **3.1. Ишланилган юза қатламнинг пухталаниши ва унинг кесиш жараёнига таъсири**

Юқори сирпаниш тезлиги машинасозликда дастгоҳ билан заготовкаларга механик ишлов беришда, авиацияда, ракетеларда, турбинасозлик, ва бошқа соҳа технологияларида учрайди. Кўпчилик холларда юқори тезлигидаги сирпаниш қисқа вақт давом этади ( $10^{-5} \div 1$  с, баъзан 10-20с)

Юқори тезликдаги ишқаланишда туташ юза қатта иссиқлик ҳосил бўлади. Бирлик вақт ичида бирлик номинал туташ юзада ҳосил бўлайтган иссиқлик сурати

$$q_{kf} P_n V,$$

$f$  - сирпаниш ишқаланиш коэффициенти,

$P_n$  - номинал босим,

V - тезлиги

Аммо туташиш киска вақт давом этанганлиги учун юзада хосил бўлган иссиқлик материални ички қатламига таркалиб улгурмайди. Натижада иссиқликни ютишда юпка сирт қатламгана иштирок этиб унинг калинлиги

$$\delta \approx 1,94 \sqrt{at} ,$$

бу ерда

a- материални иссиқлик утказувчанлиги;

t- туташиш вақти

Иссиқлик окимининг сурати, хосил бўладиган иссиқликни ютувчи қатламнинг юпкалиги туташ зонадиги материаллардан бирини юзасини эритиб юбориши мумкин.

Эришни бошланиш вақти

$$t \approx \frac{\pi}{4} \frac{\lambda^2 (v_3 - v_0)^2}{a q_1} ,$$

бу ерда

$\lambda$ - иссиқлик утказувчанлик;

$v_3$ - эриш харорати;

$v_0$ - жисмнинг бошлангич харорати;

a - коэффициент;

q- иссиқлик окими.

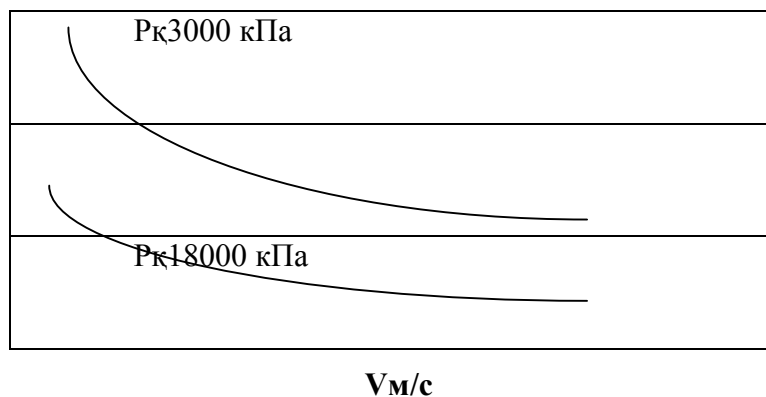
Туташ зонада эриган қатламни хосил бўлиши оқибатида ишқаланиш коэффициенти камаяди ва хатто гидродинамик ишқаланиш юз бериши мумкин, масалан ўқни ва снарядни тегишли курилмалар стволи билан ишқаланиш коэффициентини сирпаниш тезлигига боқиликлиги куйидагича;

**Сирпаниш тезлиги, м/с**

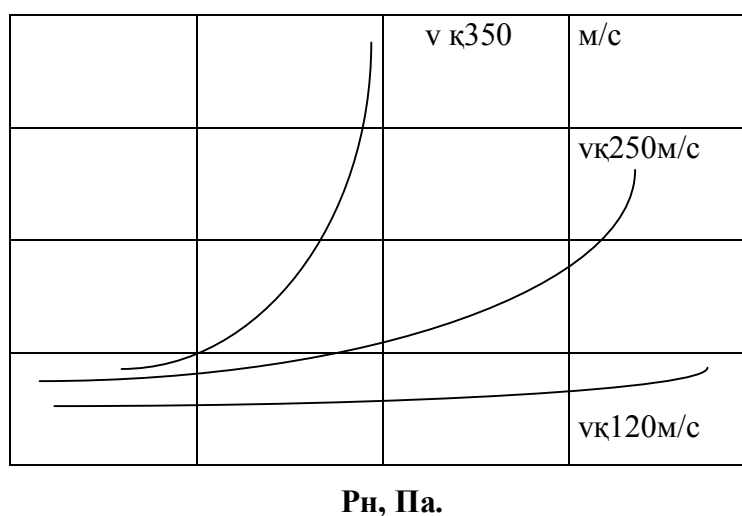
	0	85	340	720	930
$f_y$ --	0,30	0,070	0,054	0,051	-
$f_c$ --	0,27	0,052	0,031	0,022	0,021

Босим ортса ишқаланиш коэффициенти камаяди, сирпаниш тезлиги ва босим ортса ейилиш сурати кучаяди.

f



$9 \cdot 10^{-5}$  мм



Ишқаланиш коэффициентини (а) ҳамда ейилиш суратини аниқланиш тезлиги ва босимга боʻлиқлиги.

Юқори тезликда аниқланувчи туташиларда қуйидаги материаллардан фойдаланилади: вольфрам, молибден, тантел, армотемир, пулат, чуян, мис, алюмин, рух, калай ва кургошин. Бу каторда материаллар ейилишга чидамлилиги буйича кетма-кетликда келтирилган.

### Гидроабразивли ва эррозион емирилиш

Гидроабразивли емирилиш коррозия-механик жараён бўлиб, мойлаш-совутиш суюқлиги таркибига, кимёвий фаоллиги ва хароратига боʻлиқ холда кечади. Қуйидаги жадвалда баъзи бир материалларни тарқбида 3% абразив (заррасини ўлчами 0,1-0,2 мм бўлган кварцли кум)и бўлган турли мухитда гидроабразив ейилишга синаш натижалари келтирилган. Жадвалда барча материалларнинг ейилиш сурати нормаллаштирилган пўлат 45 материалнинг ейилиш суратига нисбатан берилган. Кислотали абразивли мухитда

металлар, айниқса темир-углерод қотишмаларда коррозия жароёнлар тез ўтади ва механик таъсирлар билан қўшилиб сиртни шикастланишини жадаллаштиради. Кислотали мухитнинг кимёвий фаоллиги коррозия бардош қотишмаларга ҳам таъсир этиб уларнинг ейилишини ҳам бироз тезлатади. Бундай мухитда углеродли ва зангламайдиган пўлатларга термик ишлов бериш ҳам уларни ейилишга чидамлилигини оширмайди.

Абразив кислотали мухитда 30X16М пўлати титан, мис ва алюминий қотишмалари ейилишга чидамли бўлади. Таркибида абразиви бўлган ишқорли мухитда (ўткир натрий эритмаси известли сув) металлар сиртида коррозия маҳсулотлари ва абсорбланган ОН-ионларнинг юққа пассив пардаси ҳосил бўлганлиги сабабли сурати анча паст бўлади. Аммо ишқорли абразив мухитда гидроабразив ейилиш ҳарорат кўтарилиши билан тезлашади. Масалан мухит ҳарорати 15°C дан 70°C га кўтарилса ейилиш сурати 70% га ортади.

Турли материалларнинг гидроабразив ейилишга чидамлилигининг нисбий қийматлари.

Материал ва термик ишлов тури	Мухит		
	Сув	Кислотали РН5	Ишқорли, РН12,6
Пўлатлар:			
20	0000,74	0,90	
45, нормаллаштириш	1,0	1,0	1.0
45, тоблаш, 200°C да бўшатиш	-	-	1,62
48 А	1,36	1,06	-
12X18Н10Е	1,64	11,50	0,91
20X13	1,30	10,70	-
40X13	1,54	12,90	0,99
40X13 тоблаш	-	-	1,54
110Г13Л	0,55	0,65	1,36
Чўянлар:			
СИ 12	0.30	0,85	0,31
СИ 18	0,36	0,93	0,55
ВЧ 40	0,35	0,90	0,68
қотишмалар	1,81	19,50	1,15

130X16 М пўлати	1,23	11,00	0,63
ВТІ титани	0,96	14,15	0,43
БрАЖ9-4 бронзаси	0,19	2,89	-
Д1 дуралюминийи			

## МОЙЛАНМАЙДИГАН СИРПАНМА ПОДШИПНИКЛАР ХИСОБИ

1. Туташиш параметрларини аниқлаш.

Сирпанма подшипникларни туташиш параметрларига вални втулка билан туташиш ёйи бурчаги  $2\varphi_0$ , туташишдаги босимнинг максимал қиймати  $p_m$  ва туташиш ёйи бўйлаб босимнинг ўзгариши  $p(\varphi)$  Кир.

$$\sin\vartheta_0 = \sqrt{\frac{4}{\pi} \left[ (1 - \mu_1^2) + (1 - \mu_2^2) \frac{E_1}{E_2} \right] \frac{P_0}{E_1 \cdot E}},$$

$$P_m = \frac{2P_0}{\pi R_1 \cdot \sin\vartheta_0},$$

$$P(\vartheta) = P_m \left[ 1 - \left( \frac{\vartheta}{\vartheta_0} \right)^2 \right]^{1/2},$$

Бу ерда  $P_0$  – нисбий юк;  $\varepsilon kR_1 - R_2$  – туташмадаги радиал зазор;  $R_1, R_2$  – втулка ва вал радиуслари;  $\mu_1, \mu_2$  – втулка ва вал материаллари учун Пуассон коэффициентлари;  $E_1, E_2$  – втулка ва вал материалларининг эластиклик модули;  $\varphi_{01}, \varphi$  – туташиш ярим ёйнинг бошланғич ва оний холатлардаги бурчак қийматлари. Втулка ва вал материалларининг эластиклик модулларини нисбатига кўра туташиш параметрларини ҳисоблаш турлича бажарилади.

А. Агрда  $E_1/E_2 < 10^{-2}$  бўлса туташиш параметрларини аниқлашда қуйидаги фаразлар қабўл қилинади.

1. втулка эластик деформацияланади ва унинг материали изотропик эластиклик хоссасига эга;
2. Вал ва подшипник корпуси деформацияланмайди;

3. Тугашиш жойидаги урилма кучланиш ишқаланиш коэффициенти кичик ( $f < 0,3$ ) бўлганлиги жуда озлиги сабабли инобатга олинмайди.

4. Вал шипи узунлиги бўйича юк бир тەкис тақсимланади.

Б. тугашиш ёйи бўйлаб босимни тақсималнишга  $\mu_1 \neq 0,5$  холат учун

$$P(\vartheta) = \frac{2P_0 \cos \vartheta - \cos \vartheta_0}{R_1 \cdot 2\vartheta_0 - \sin \vartheta_0}$$

Яъни тутшиш ёйи марказида босим максимал қийматга эга

$$P_m = \frac{2P_0}{R_1} \frac{1 - \cos \vartheta_0}{2\vartheta_0 - \sin \vartheta_0}$$

тугашиш ёйидаги босимнинг ўртача қиймати

$$\bar{p} = \frac{P_0}{2R_1 \vartheta_0}$$

В. Пуассон коэффициенти  $\mu_1$  к 0,5 бўлган материалли подшипникларда: яхлит втулкали учун

$$P(\vartheta) = \frac{4}{3} \frac{E_1 \cdot E}{S} (R_1 + S) \left( \frac{\cos \vartheta - \cos \vartheta_x}{\cos \vartheta_0} + \frac{\operatorname{tg} \vartheta_0 - \vartheta_0}{\pi - \vartheta_0} \right)$$

$$P(\vartheta) = \frac{4}{3} \frac{E_1 \cdot E}{S} (R_1 + S) \left( \frac{\cos \vartheta - \cos \vartheta_x}{\cos \vartheta_0} + \frac{\operatorname{tg} \vartheta_0 - \vartheta_0}{\pi - \vartheta_0} \right)$$

Бу ерда S- втулканинг қалинлиги

Ажралувчи втулкали учун

$$P(\varphi) = \frac{4}{3} \cdot \frac{E_1 \cdot E}{S} \cdot R_1 + \delta \left( \frac{\cos \varphi - \cos \varphi_0}{\cos \varphi_0} \right)$$

$$P_m = \frac{4}{3} \cdot \frac{E_1 \cdot E}{S} (R_1 + \delta)$$

Г. Агарда  $E_1/E_2 > 10^{-2}$  бўлса, масалан металл втулкали ва юпқа антифрикцион қатлам қопланган втулкали подшипникларда туташуш параметрларини аниқлаш интегралли – дифференциал тенгламаларни ечиш билан боʻлиқ. Бу тенгламаларни сонли ечиш асосида аппроксимациятлаш натижасида қуйидаги формула олинган.

$$\varphi_0 = 0,32 \left[ \left( \frac{C_0}{0,12} + 1 \right) \frac{P_0}{P_0 + 1} \right]^n$$

даража кўрсаткичи n- ни ҳисоблаш формуласи 2-жадвалдан олинади.

2-жадвал

Даража кўрсаткичи n-ни ҳисоблаш формуласи

$10 \geq \frac{E_1}{E_2} \geq 0,1$	$\frac{E_1}{E_2} > 10$	$0,01 < \frac{E_1}{E_2} < 0,1$
$n_k m_1 \mu_1 K, m_2 \mu_2 K n_0$ $m_1 k 0,07 \left( 1 - \operatorname{tg} \frac{E_1}{E_2} \right)$ $m_2 k 0,20 \left( 1 + \operatorname{tg} \frac{E_1}{E_2} \right)$	$n_k 0,41 \mu_2 K 0,45$	$N_k 0,16 \mu_1 K 0,55$

$n_0$  4-расмдан олинади

4-расм. n қийматини  $\frac{E_1}{E_2}$  параметрга боʻлиқмас графиги

(11) формуладаги  $C_0$  коэффиценти

бу ерда

$$C_0 = \frac{\pi}{4} \left[ (1 - \mu_1^2) + (1 - \mu_2^2) \frac{E_1}{E_2} \right]$$

(12)

Тугашиш ёйининг марказидаги максимал босим

$$P_m = 0,55 \frac{P_0}{R_1} \left( \frac{1}{\varphi_0} + 0,33 \right)$$

Тугашиш ёнда босимни тақсимланиши

$$P(\varphi) = P_m \left[ 1 - \left( \frac{\varphi}{\varphi_0} \right)^2 \right]^{1/2}$$

Сирпанма подшипникларнинг тугашиш параметрларини ҳисоблаш учун бошланғич маълумотлар;

а) подшипник узелининг конструктив параметрлари ( $e, R_1, R_2, R$ );

б) втулка ва вал материалларининг механик хоссалари ( $E_1, \mu_1$  ва  $E_2, \mu_2$ );

в) таъсир этувчи юк ( $P$ ). Юқорида келтирилган ифодалар фақат сиртлар орасидаги ишқаланиш коэффициенти  $f < 0,3$  бўлган ҳол учун ўринли.

Сирпанма подшипникни ҳисоблашда дастлаб Герц назарияси бўйича сирпанма подшипникнинг тугашиш параметрларини ҳисоблаш мумкинлик шарти текширилади.

$$\frac{P_0}{E_1 \cdot E} \left[ (1 - \mu_1^2) + (1 - \mu_2^2) \frac{E_1}{E_2} \right] \leq 0,092$$

Агарда тенгсизлик бажарилса тугашиш ёйи бурчаги тугашиши босимини, тақсимланиши максимал босим формулалар воситасида ҳисобланади.

Агарда тенгсизлик бажарилмаса  $\frac{E_1}{E_2} < 0,01$  ҳол учун  $\mu_1 \neq 0,5$  бўлса, ва формулалар,  $\mu_1 < 0,5$  бўлса, яхлит втулкалар ажралувчи втулкалар формулалардан фойдаланиб ҳисобланади. Агарда  $\frac{E_1}{E_2} < 0,01$  бўлса, формулалардан фойдаланилади.

Кҳп ҳолларда сирпанма подшипникнинг ишқаланиш сиртларига уларнинг фрикцион ёйилиш характеристикаларини яхшилаш учун махсус қопламалар берилади.

Агарда қоплам қалинлиги  $S$  туташиш ёйининг ўлчамидан кичик бўлса  $x = \frac{S}{R_1 \varphi_0} \leq 0,1$

юқорида келтирилган ҳисобларда қопламнинг механик хоссалари инобатга олинмайди. Яъни барча ҳисоблар вал ва втулканинг ўзак материали хоссалари бўйича бажарилади. Агарда  $\lambda > 10$  бўлса, қоплама қалин қатламли дейилиб, ҳисоблар айнан шу қатламнинг механик хоссалари бўйича бажарилади ва ўзак материал деформацияланмайди деб олинади.

Мисол. Мойланмайдиган сирпанма подшипник валининг ишқаланувчи сиртига  $S_{\kappa} 0,25$  мм қалинда ФКН-7 композицион полимер материали қопланган. Вал ва втулка пўлат материалдан тайёрланган. Туташишнинг геометрик параметрлари:  $R_1 \kappa 30$  мм;  $R_2 \kappa 29,95$  мм;  $l \kappa 50$  мм. Материалларнинг механик хоссалари: пўлат учун  $E \kappa 2 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2$ ;  $\mu \kappa 0,3$ ; ФКН-7 учун  $E \kappa 1,15 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2$ ;  $\mu \kappa 0,4$ . Ишқаланиш коэффиценти  $f \kappa 0,19$ , нормал юк миқдори  $R \kappa 5000$  Н.

Туташдаги зазор  $\epsilon \kappa 0,2$  мм га етгунга қадар подшипникни ишлай олиш ресурси аниқлансин:

1. Берилган шартлар бўйича қопламани юпқа деб ҳисоблаш мумкин ёки мумкин эмаслигини текшираемиз. Бунинг учун дастлаб туташиш пўлат материаллар орасида бўлмоқда деб фарз қилган ҳолда ҳисобни қуйидаги тартибда олиб қараймиз.

2. Ёйилишни ҳисоблаш. Сирпанма подшипник узелидаги ёйилишни ҳисоблашда қуйидаги шартларни қабўл қилаемиз.

1. Втулка валга нисбатан ёйилишга чидамли деб олиб втулка ўлчамини ўзгармас ҳисоблаймиз.

2. Ёйилиш фақат вал сирти ҳисобига бўлади ва у доимо ўзининг доиравий шаклини сақлаб қолади. Демак вал қанча айланишидан қатъий назар қуйидаги геометрик нисбат доимо бажарилади

$$R_1 = R_2(n) + \epsilon(n) = \text{const}$$

бу ерда,  $R_2(n)$  ва  $\epsilon(n)$  – вал радиуси ва туташмадаги зазорнинг вилка  $\Pi$  миқдорда айланишидаги қийматлари.

3. Вал-втулка жуфтлигининг валини айланиш даврида туташиш параметрларини уларни ўзгаришини аниқлаш учун Герц назарияси ўринли 4-ҳолда 1-3 формулалар қуйидаги кўринишни олади.

3. Вал-втулка жуфтлигининг тугашиш параметрларини, уларни вал айлана борган сари ўзгаришини инобатга олган ҳолда Герц назарияси ўринли. Яъни: модели

$$P_m(n) = \sqrt{\frac{\varepsilon_n \cdot P_o}{\pi \cdot \theta (R_{20} + \varepsilon_o)(R_{20} - \varepsilon_n + \varepsilon_o)}}$$

$$a(n) = 2 \sqrt{\frac{(R_{20} + \varepsilon_o)(R_{20} - \varepsilon + \varepsilon_o) P_o \theta}{\pi \cdot \varepsilon}}$$

$$P(n) = P_m(n) \cdot \sqrt{1 - \left( \frac{\varepsilon_o}{R_{20} \cdot a(n)} \right)^2}$$

бу ерда  $E_{oK}(R_1 - R_{20})$  ва  $E_{лK} R_1 - R_{2n}$  бошлан'ич ва оний детал зазорлар;  $R_1$ -втулка радиуси;  $R_{20}$  ва  $R_{2n}$  – валнинг бошлан'ич ва оний радиуслари;  $a(n)$ -оний тугашиш юзасининг ярим эни.

5. Валнинг ейилиш сурати тугашишдаги босимга бо'лиқ

$$I_{KK} \cdot p^m$$

бу ерда  $K$  ва  $m$ -тажриба ёки эмпирик формулалар ёрдамида аниқланадиган параметрлар  $K$ -коэффициенти асосан ишқаланиш жуфти материалларининг хоссалари, тугашувчи сиртлар геометрияси ва мойланиш сифати таъсир этади.  $m$ -тугашувчи сиртларнинг параметрларига бо'лиқ коэффициент унинг қиймати умумий ҳолда  $m \approx 1 \div 4$ , хўрдланиб бўлинган ишқаланувчи жуфтлик учун  $m \approx 1$ .

Валнинг  $n$ -чи айланишидаги ейилиш сурати

$$\bar{J}(n) = \frac{\sqrt{\pi} \cdot \Gamma\left(\frac{m}{2} + 1\right)}{2 \Gamma\left(\frac{m}{2} + \frac{3}{2}\right)} K P_m^m(n)$$

Бу ерда  $\Gamma(z)$ -гамма – функция.

Валнинг n-чи айланишгача ўтган вақт ичидаги ейилиш миқдори  $h(n)$  ишқаланиш жуфтлигидаги шу вақт сўнгидаги зазордан бошланғич зазорни айирмасига тенг.  $h(n) \propto \varepsilon_n - \varepsilon_0$  бўлганлиги учун қуйидаги дифференциал тенгламани қанотлантириш керак.

$$d\varepsilon = h(n)dn$$

Берилган зазор ҳосил бўлгунча вал қанча айланганлиги

$$n = \int_{\varepsilon(0)}^{\varepsilon - \varepsilon_0} \frac{d\varepsilon}{2J(n)a(n)}$$

Агарда  $\varepsilon$ -ни мазкур туташ жуфтлик учун рухсат этилган зазорнинг максимал қиймати деб қабул қилсак ифодадан ишқаланиши узелини ейилиш критерияси бўйича ишлаш муддатини аниқлаш мумкин. Ифодаларни инобатга олиб қуйидаги кўринишга келтириш мумкин.

$$n \propto n_0 F,$$

бу ерда

$$Q = \frac{P \cdot R_{20} \cdot Q}{\pi(R_{20} + \varepsilon_0)};$$

$$n_0 = \frac{Q^m}{K \left(1 + \frac{\varepsilon_0}{R_{20}}\right) \left(\frac{\varepsilon_0}{R_{20}}\right)^{m-1} \cdot Q^{(m+1)/2}}$$

### **Агрессив мухитда ишқаланиш ва ейилиш**

Агрессив мухитда жисм юзаси бир вақтда содир бўладиган икки жараён: коррозия ва механик ейилиш таъсири остида емирилади.

Кимёвий коррозия материал кимёвий коррозия материал курук газлар ёки ток утказувчи агрессив суюкликлар билан туташганда; электрокимёвий коррозия металл электролитлар (кислоталарнинг сувдаги эритмаси, ишқорлар, тузлар, туд эритмалари в.х.к.) билан туташганда юз беради. Бунда иккита анодли (металл атомларини суюкликка ионлар тарзда бевосита утиши) ва катодли (ортикча электронларни суюклик атом ва ионлари билан ассимиляцияланиши) жараёнларни кузатиш мумкин. Ишқаланиши зонасида электртоки хосил бўлади.

Ишқаланиш натижасида очилган юзалари ноагрессив мухитда хосил бўладиган пардалардан схемаси узгача бўлган пардалар коплайди.

Хосил бўлган пардалар осон ажралса сирт юзалар ёпишиши, аксинча юзага мустахкам ёпишган бўлса ейилиш сурати камайиши мумкин.

Агрессив мухитда ишқаланувчи юзаларни ҳолатини уларнинг электрод потенциалларини ўзгариши буйича аниқлаш мумкин. Бунинг учун ишқаланишдаги юза потенциали  $\varphi$  и юза пардадан тозаланганда кейинги потенциали  $\varphi_T$  билан таккосланади. Агарда  $\varphi_i \approx \varphi_T$  бўлса юздан парда ажралади ва туташ юзаларни ёпишиб қолиш хавфи мавжуд. Агарда  $|\varphi_i - \varphi_T|$  фарк канча кўп бўлса парда шунчалик сирти яхши химоя килади ва ейилиш сурати камаяди.

Коррозион -механик ейилишга реакторлар центрофуги ва сеператорларни зичлаш халқалари ва сирпаниш подшипниклари учрайди.

Агрессив мухитда ишқаланиб ишловчи материаллар юқори коррозион бардошликка, яхши антифрикцион хоссаларга ва ейилишга чидамлиликка эга бўлиши керак. Коррозион - актив мухитда материални ейилиш тезлиги юзаларда пардаларни хосил бўлиш ва турли тезлигига ҳамда механик таъсир қаерда ейилиш тезлигига боʻлиқ бўлади. Узел ейилишга чидамлилигини ошириш учун агрессив мухитга ингибаторлар кушиб юзада пассив қатлам хосил қилиш, ёки коррозилга яхши чидамли материаллардан фойдаланиш керак. Умуман агрессив мухит ишқаланиш юзасини уйиши, харорат коррозияни кучатириши, нисбий босим ва тезлиг хароратни кутариши, юкни ва абразив зарралар ортиши гадир нотекикликларни пластик деформациялаши, ёпилиши ва микроқирқилишига сабаб бўлиши мумкинлигини назарда тутиш керак.

Агрессив мухитда юқори легирланган зангламас пулатлар (14X17НЧ, 20ХВНЧГ9,12Х18Н10, 08Х17Н15М3Т) юмшрк антифрикцион материаллар (углеграфиклар пластмассалар) билан бир жуфтликда ҳамда камлегиранган коррозияга бардошли чуян (ЧНХТ) ва қаттиқ коришмалар (ВК3,ВК6) яхши ишлайди. Коррозияга бардоши ва

қаттиқлигини ошириш учун барча металл материалларга термик ишлов бериледи, зангламас пулатларни ёпишишига мойилликни камайтириш учун сиртни азотлантиради ёки хромланади. Кимёвий аппаратларда юқори қаттиқ ичидаги номериал материал (силицирланган ва боросилциланган графиклар, кремний, карбидий, мнериало керамика) лар ишлатилади. Улар нисбатан мўрт ва киймат бўлсада бошка материалларга нисбатан ейилишга ва коррозияга чидамли бўлади. Масалан, ён тускич ва сирпаниш подшипникларда силицирланган график полимер материал билан бир жуфтликда кулланилганда узелни ейилишга чидамлилиги 10 - 100 марта ортади. Силицирланган графикни фторли, бромли, йодли, кучли ишқор ва кислотали мухитлардан бошка хар кандай агрессив мухитда куллаш мумкин. Бундай материалли детални тегишли маркадаги говакли графиклардан механик ишлов йули билан тайёрлаб олгач суюк кремнийга туйинтирилади. Кремний углерод билан таъсирланиб, кремний карбидни хосил килади. Аммо бир қисм кремни график эриш холда қолади. Бундай деталларга олмосли асбоб билангина ишлов бериш мумкин. Боросилциланган графикли детал графикни кремний ва борли эритмада туйинтириш йули билан олинади. Бундай материаллар гидроброзавли окимларда яхши ишлай олади. Фторопласт - 4 асосидаги композицион полимер истикболи бўлиб уларга материаллар, грерит, кум, молибден, дисульфиди, борнитрити, кушил агрессив мухитига сакланган холда мустахамлиги хам ортади. Шунингдек агрессив мухитда ишловчи узелларда силиметли (эмал) копламлар хам кулланилади.

Пластик металлларни кесиб ишлашда кесилувчи қатламгина эмас, йўнилган юза ҳам Маълум чуқурликда деформацияланади. Натижада металл доналари майдаланиб, деформация йўналишида ориентирланиб юза пухталанади.

Пухталаниш қатламининг чуқурлиги  $h$  ўртача қаттиқликдаги пўлат учун хомаки йўнишда 0,4-0,5 мм ни, тозалаб йўнишда 0,07-0,08 мм ни ташкил этади. Пухталанган қатламнинг кескич олдидаги узунлиги  $l_k$  5-15 мм орали\да бўлади.

Металлларни кесиб ишлаганда юза пухталанишининг физикавий моҳиятини англамоқ учун кесиш жараёнида қиринди ажралиш схемасини кузатилса, ишлаш жараёнида тезкесар пўлатдан ясалган асбобнинг кесувчи қирраси учининг юмалоқланиш радиуси қиймати 0,005 – 0,008 мм орали\да бўлсин. Иш жараёнида кесувчи қиррада заготовка билан контакда бўлган жойида ишқаланиш туфайли қизийди ва унинг ўтмаслашиб боришига сабаб бўлади.

Демак, кескич бир йўла йўниб ўтишида, деформацияланган қатлам  $h$  ўлчамига эластик қайтади.  $h$  ўлчам қанча катта бўлса, кескичнинг орқа юзаси билан ишланган юза контакти шунча ортиб боради ва ишқаланиш кучини ортиради.

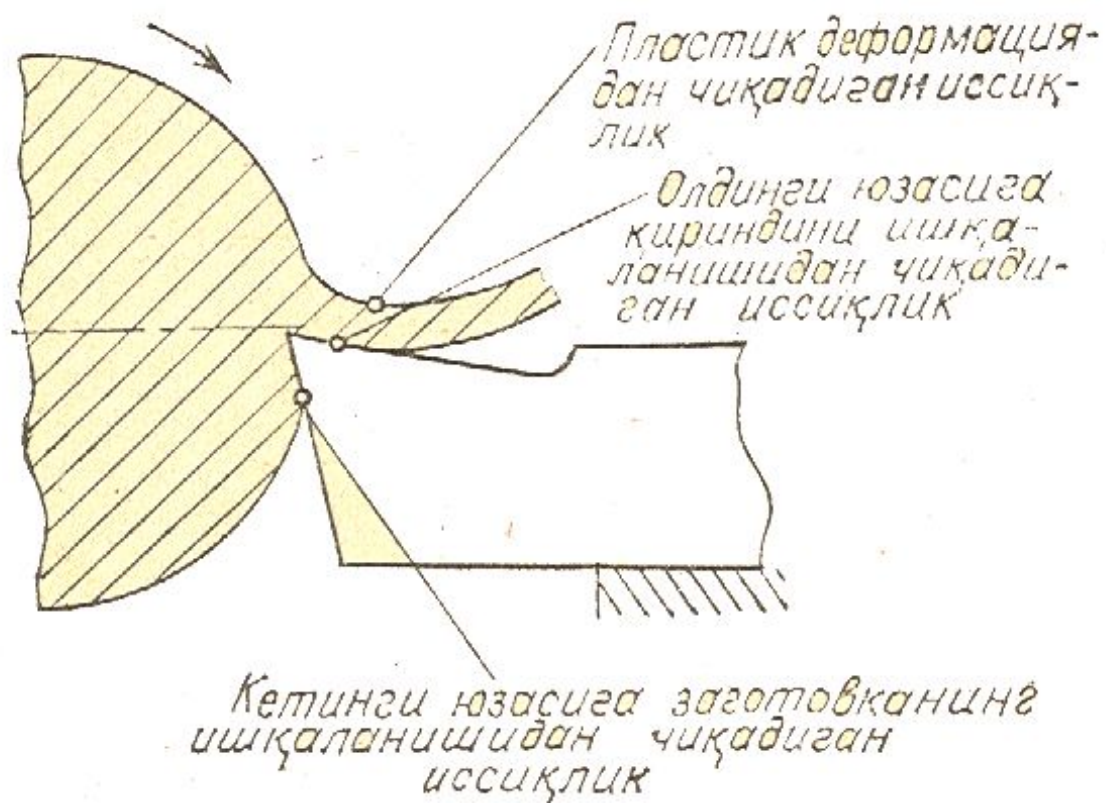
Экспериментал тадқиқотлар шуни кўрсатадики, кесиш чуқурлиги, суриш тезлиги, кесиш бурчаги ва кесувчи қирранинг юмалоқланиш радиуси ортиши билан контакт юзаларнинг қизиши, пухталаниш даражаси ва чуқурлиги ортади. Бу омиллар ичида контакт юзаларнинг қизиши, пухталаниш даражаси сурилиш тезлиги аўниқса катта таъсир кўрсатади.

Кесиш тезлигининг ортиши билан контакт юзаларнинг қизиши, пухталаниш даражаси камаяди. Тозалаб ишловларда сиртки юзадаги қолдиқ кучланиш характер ива қийматининг машина деталларининг иш муддатига таъсири катта. Агар қолдиқ кучланиш сиқувчи бўлса, юза пухталаниши фойдали, чунки бу холл деталнинг толиқиш чегарасини ортиради, айнан бунга мойлаш совутиш суюқликларидан тўри фойдаланишни тақазо этади.

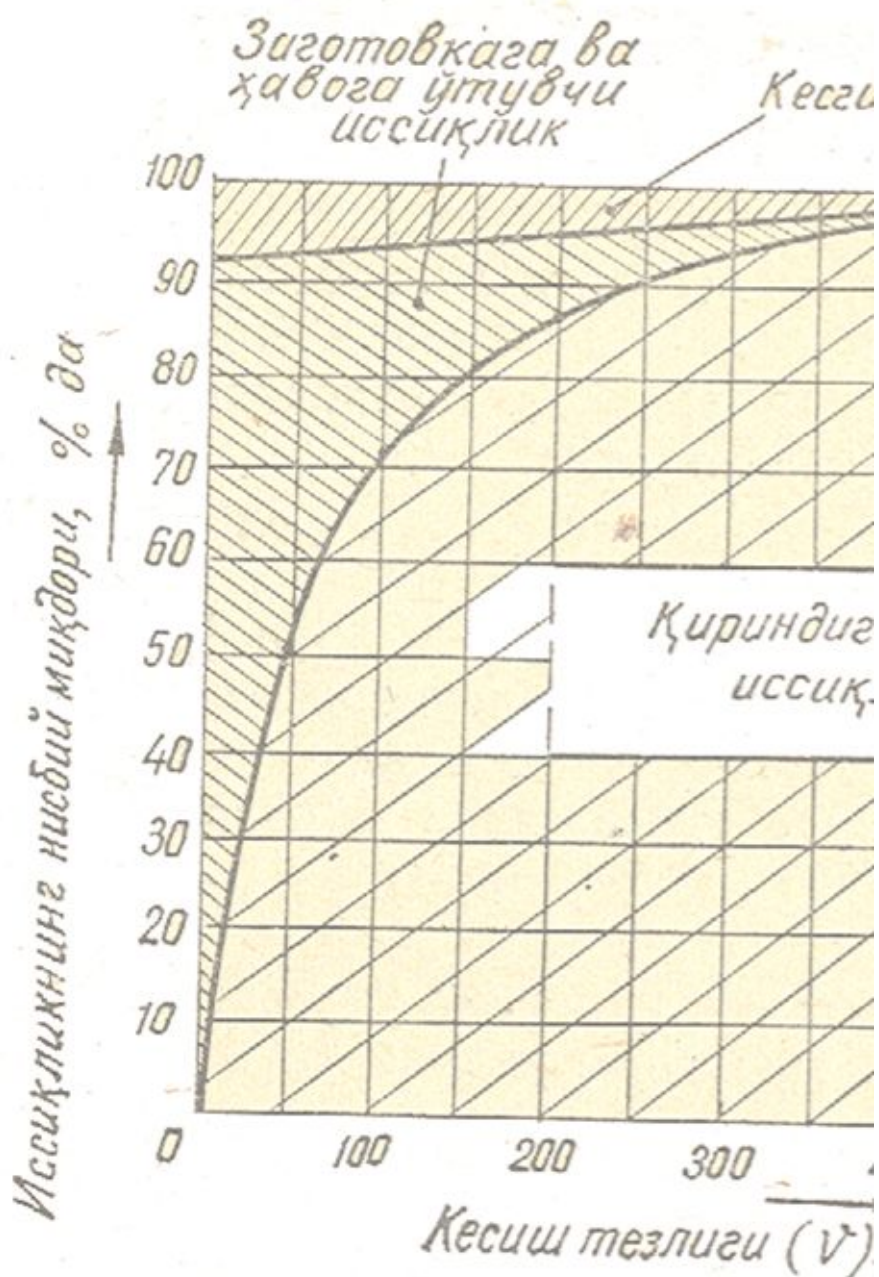
Юзанинг даъал йўнишдаги пухталаниши ва қизиши юзани сўнги тозалаб ишлашга ўтишда кескичнинг тез ўтмаслашишига олиб келиб, ишлов бериш жараёнига зарар етказди. Кесиш жараёнида ишланган юзанинг пухталаниш ва кесувчи асбобнинг қизиш хоссаси билан танишиш механикавий ишлов учун қолдирилган қуйимнинг охириги қатламини тозалаб йўнишда имкони борича юпқа қатлам тарзида йўниш керак, деган хулосага олиб келади.

### **3.2. Кесиш жараёнида иссиқликнинг ажралиши**

Металларни кесиб ишлашда заготовканинг пластик дефор-мацияланиши, қириндининг кескични олдинги юзасига ва йўнилган юзанинг кескичнинг кетинги юзасига ишқаланиши натижасида кесиш зонасида анча иссиқлик ажралади. Бу иссиқлик ҳисобига қиринди, кескич ва заготовка қизийди. Кескич маълум даражагача қизигач, структура ўзгаришлари ҳисобига юмшаб ишловда тез ейилади.



Кесиш жараёнида иссиқликнинг ажралиш схемаси



Кесиш тезлиги ( $v$ ), м/мин

Кесиш жараёнида иссиқликнинг тарқалиши

Бу ходисалар заготовкани ишлаш аниқлигига, юза \адир-будурлигига ва ишлов бериш унумдорлигига путур етказди. Шунинг учун ажралувчи иссиқликнинг манбаларини, тақсимланишини ва турли зоналардаги ҳақиқий хароратни билмасдан туриб, рационал ишлов бериш йўллари белгилаш қийин. Маълумки, ишловда контакт

юзалардаги иссиқлик турлитезликда (металлнинг иссиқлик ўтказувчанлигига ва иссиқлик си\имига кўра) қириндига, кескичга, заготовкага, ташқи муҳитга тарқалади. Юқоридаги Маълумотларга асосланиб, иссиқлик баланси тенгламасини қуйидагича ифодалаш мамкин:

$$Q_{пл} = Q_{под} + Q_{кет} = Q_{қир} + Q_{к} + Q_{з} + Q_{тм}$$

бу ерда  $Q_{пл}$  - металлнинг пластик деформацияланишида ажралувчи иссиқлик, ккал;

$Q_{под}$  - қиринди кескичнинг олдинги юзасига ишқаланганда ажралувчи иссиқлик, ккал;

$Q_{кет}$  – заготовканингишланган юзаси кескичнинг кетинги юзасига ишқаланганда ажралувчи иссиқлик, ккал;

$Q_{қир}$  - қириндига ўтувчи иссиқлик, ккал;

$Q_{к}$  - кескичга ўтувчи иссиқлик, ккал;

$Q_{з}$  - заготовкага ўтувчи иссиқлик, ккал;

$Q_{тм}$  – ташқи муҳитга ўтувчи иссиқлик, ккал;

Металларни кесиш жараёнида ажралувчи иссиқликнинг тақсимланишини Я.Г. Усачев калорометр ёрдамида ўрганди; унинг кузатишларига кўра токорлик ишларида ажралаётган иссиқликнинг 50-80% и қириндига, 10-40%и кескичга, 3-9%и заготовкага ўтади ва 1% чамаси нурланиш орқли ташқи муҳитга тарқалади.

Тажрибалар кўрсатадики, кесиш тезлигининг ортиши, суриш қийматининг ортишига нисбатан кескични қизишига кучлироқ таъсир кўрсатади. Кесиш чуқурлигининг ортиши эса кескични қизишига у қадар таъсир кўрсатмайди. Бунинг сабаби шундаки, контакт юзасидаги ажралувчи иссиқлик миқдори ортиши билан бир вақтда кескич ти\ининг ишланаётган металл билан контакт узунлиги ортади, бинобарин, унумли ишлаши учун кесим юзи қийматини кесиш чуқурлиги ҳисобига ортириш мақсадга мувофиқ.

Профессор А.М. Даниелян 40ХМ пўлатини кесишда ажраладиган иссиқликни ҳисоблашда қуйидаги эмприк формуладан фойдаланишни тавсия этди:

$$Q = 148,8 \cdot S^{0,4} \cdot S^{0,24} \cdot t^{0,1},$$

бу ерда 148,8 – 40ХМ пўлати учун ўзгармас катталиқ.

Металларни кесиш жараёнида сарфланувчи деярли ҳамма механикавий иш иссиқлика айланади. Кейинги сарфланувчи иш қийматини эса қуйидагича ифодалаш мамкин:

$$A = P_z \cdot S, \text{ кГ} \cdot \text{м} / \text{мин}$$

Ажралувчи иссиқликнинг асосий миқдорини қуйидаги формула билан ифодалаш мумкин:

$$Q = \frac{A}{427} = \frac{P_z \cdot \vartheta}{427}, \text{ ккал/мин}$$

бу ерда  $P_z$  – кесиш кучи,  $Kz$ ;

$\vartheta$  – кесиш тезлиги,  $m/\text{мин}$

### 3.3. Кесиш зонасидаги хароратни аниқлаш усуллари

Металларни кесиш жараёнида ажралувчи иссиқлик миқдорини аниқлаш кескични қизишини камайтириш йўллари топишга имконият беради. Металларни кесиб ишлашда турли зоналардаги хароратларни ўлчашда қатор оригинал усуллар тавсия этилган бўлишига қарамай, уларни қуйидаги уч асосий хилга ажратиш мумкин: аналитикавий, билвосита, бевосита.

1. Аналитикавий усул. Бу усулда кесиш жараёнида ажралувчи иссиқлик миқдори тузилган тенгламалар ёрдамида аниқланади.

2. Билвосита ўлчаш усули. Бу хилдаги усулларга металлнинг товланиш усулига, тусига қараб термобуёқлар ёрдамида ва калориметр воситасида, структура ўзгаришлари асосида хароратни аниқлаш усуллари киради.

3. Бевосита ўлчаш усули. Бу хилдаги усулларга сунъий, ярим сунъий ва табиий термпара усуллари киради. Металларни кесиб ишлаш жараёнида хароратни ўлчашда сунъий ва, айниқса, табиий термопара усули ўзининг оддийлиги, хароратни аниқроқ ўлчаш мумкинлиги сабабли саноатда кенг тарқалган. Бу усуллар билан танишиб ўтамиз:

Сунъий термопара усули. Бу усулдан фойдаланилганда кескичнинг харорати ўлчанадиган юзасига 0,2-0,4 мм етмайлиган қилиб, 2-3 мм диаметрли тешик очилади. Бу тешикка 0,15 мм диаметрли темир-константан симлардан ясаб ўзаро изоляцияланган термопара киритилади. Термопаранинг кавшарланган жойи тешик тубига сиқиб қўйилади. Термопаранинг очик учларига уланган сезгир галвонометрнинг стрелкаси кавшарланган жой хароратини кўрсатади.

Табиий термопара усули. Бу усулда термопара элементлари вазифасини кесувчм асбоб билан йўнилайтган юзага тегиб турган жойи термопаранинг кавшарланган жойи вазифасини ўтайди. Йўнилайтган заготовканинг бир томони патрон кулачоклари билан ва иккинчи томони эса айланадиган марказ билан маҳкамланади. Лекин бу маҳкамлашда заготовка билан кескич қистирмалари воситасида бир-биридан изоляцияланади. Йўнилайтган заготовка ўнг ёқ қалқа билан бир қилиб бириктирилган ва ҳалқа ваннадаги симобга текизилган. Сезгир галвонометрнинг бир сими кескич билан, иккинчи сими эса ваннадаги симоб билан уланган.

Кесиш жараёнида контакт жойининг (загатока – кескич ти\ининг) қизиши натижасида термoeлектрик юритувчи куч хосил бўлади, унинг қийматини галвонометр кўрсатади.

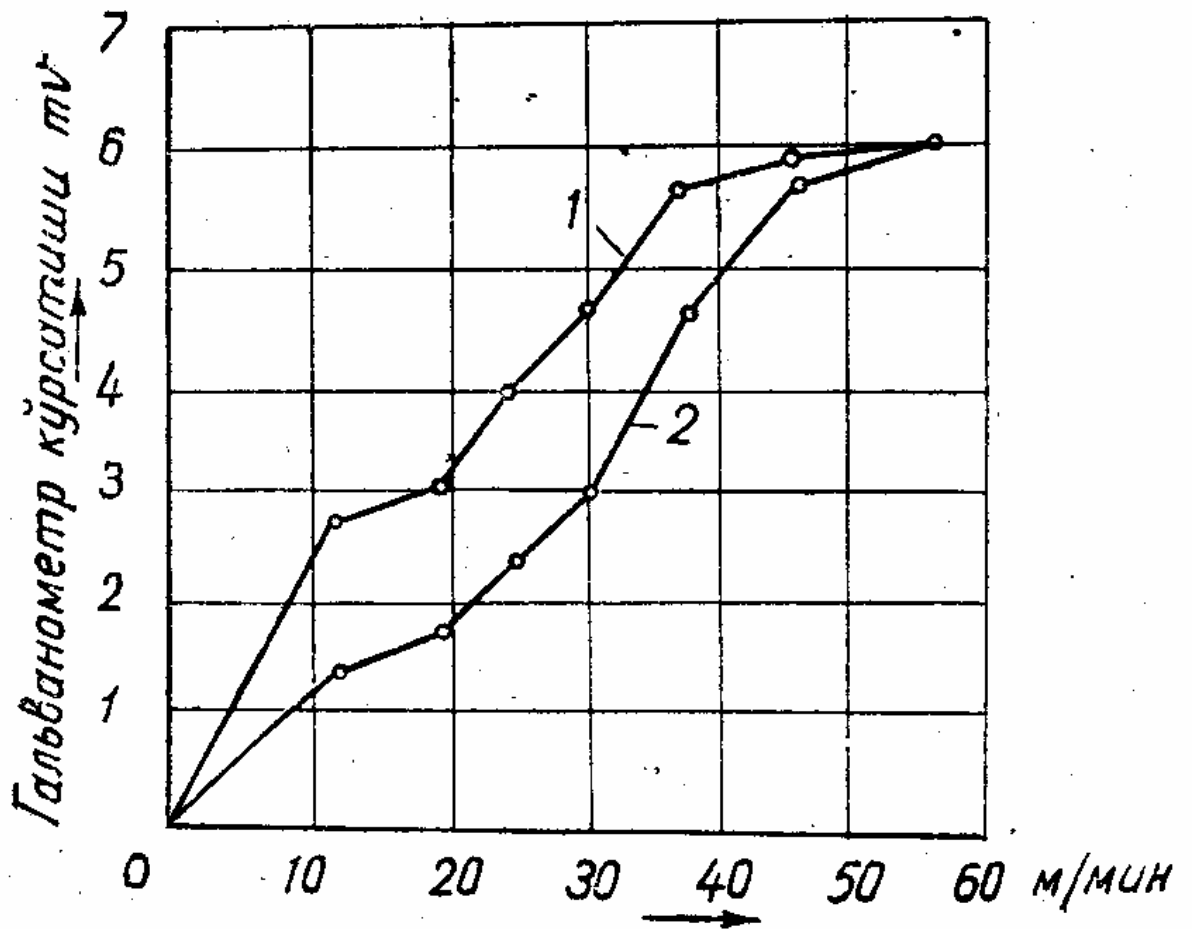
Табиий термопара усули қуйидаги камчиликлардан иборат:

1. Турли материалларни ҳар хил кескичларда ишлашда ҳар сафар термопарани даражалаб туриш лозим.

2. Даражалашда кескич билан заготовканинг ҳақиқий ҳолатини белгилаш жуда о\ир.

Профессор А.М. Даниелян табиий термопараларни даражалашда кескич билан заготовканинг ҳақиқий вазиятига таъсир этувчи асосий факторлар жумламисига заготовка билан кескичнинг кимёвий таркиби, микроструктура ўзгаришлари ва бошқаларни киритган. Демак, табиий термопара усулида ҳам Маълум хатоликларга йўл қўйилади

С.С. Четвериков ва И.И. Здорогов нормалланган 18ХГТ пўлатини Р18 кескич билан 5% ли эмульсолни сувдаги эритмасидан турлича фойдаланиб кесиш режимларида йўнганда кескичнинг тур\унлигини аниқлашда қуйидаги натижани олганлар ( $\nu=53,3$  м\мин,  $S=0,38$  мм\айл ва  $t=3$  мм).

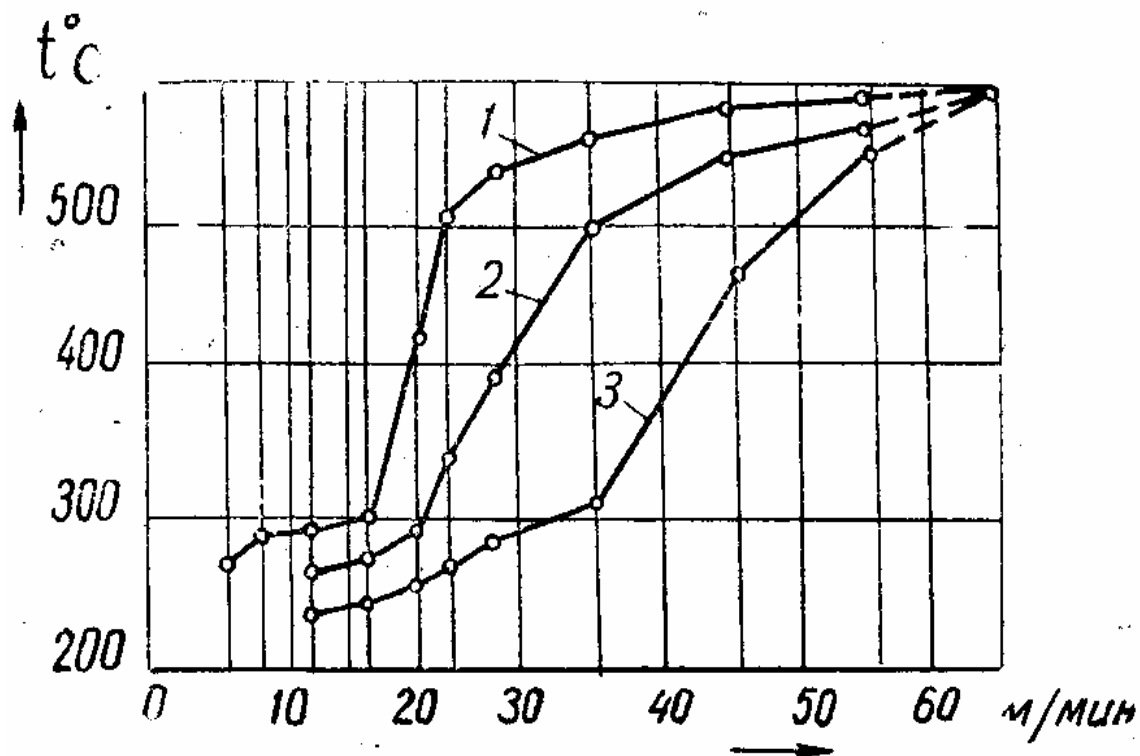


Мойлаш-совутиш суюқлиги билан совутиш

- 1- Мойлаш-совутиш суюқлигидан фойдаланмай кесишда;
- 2- Водопровод сувини тепасидан қуйиб кесишда

Маълум материални аниқ кескичда йўнилаётганда ҳосил бўладиган оксид пардаларининг термоэлектрик хоссалари кесилаётган муҳитга боʻлиқ. Харорат градиенти эса кесиш тезлиги ва совуш тезлиги ортган сари ортади. Агар бую қаридаги Маълумотлар асосида фикр юритилса, юқори тезликда сув билан совути туриб йўнишда асбоб ҳақиқий хароратини кўрсатмаётганлиги тушунарлидир. Шундай қилиб, пўлатни сув билан

совутиб туриб йўнишда, биринчидан, интенсив оксидланиш бориб, унинг ҳисобига ишқаланувчи юзаларда оксид пардалари ҳосил бўлади. Иккинчидан, катта тезликда йўнишда сув билан совутиб турилиши натижасида харорат градиенти анча катта бўлиб, асбоб ҳақиқий хароратини кўрсатмаслигига сабаб бўлади. Одатдаги шароитда термопараларга тарировка қилишда оксид пардалари таъсирини аниқлаб бўлмайди. Масала шундаки, металл юзасида оксид пардалари борлигида тарировка, масалан, қўр\ошин ваннасида олиб борилса, қуйидаги термопаралар бўлади: кескич метали – унинг оксиди, кескич металл оксиди - қўр\ошин, қўр\ошин – ишланувчи металл оксиди, ишланувчи металл оксиди – ишланувчи металл.



Мойлаш-совутиш суюқлиги билан совутиш

- 1- МССсиз кесишда;
- 2- МССни тепасидан қуйиб кесишда
- 3- МССни пастдан босим остида ҳайдаб кесишда.

Аддиктивлик қонунига кўра оралик элементлар таъсир кўрсатмайди ва натижада кескич металл – ишланувчан металл термопарасига эга бўлади. Кесиш жараёнида эса харорат градиенти анча катта бўлиши туфайли, оксид парда металлдан юқорирок хароратга эга бўлади. Бундай шароитда оралик элемент Маълум даражада рол ўйнайди. Агар термопараларни тарировка қилишда суъний равишда юза қатламда харорат градиенти ҳосил этилса, табиий термопара кўрсаткичига оксид пардаларининг таъсирини бевосита аниқлаш мумкин.

Кенг кўламда қўлланиладиган табиий термопара усулининг хатолиги иш жараёнидаги ҳақиқий вазиятни эътиборга олувчи янги усул устида ишлашни талаб этади.

#### 4.1. Яратилган тадқиқот натижаларидан фойдаланишнинг иқтисодий самарадорлиги

Мойлаш-совутиш суюқлигидан одатдагича фойдаланганирда кескичнинг тур\унлиги 2,3 мин, мойлаб-совутиш суюқлиги ишлов бериш зонаси пастидан босим остида кескичнинг ти\идан кесиш зонасига хайдалганда кескичнинг тур\унлиги 12-46 мин ортганган. Шу натижадан келиб чиққан холда дастгоҳда ишлов бериладиган деталнинг таннархини аниқлаймиз:

$$T_{\kappa} M_{\bar{i}} K_{\bar{z}} K_{C_{cy}} K_{C_{ux}}, \text{ [сўм]}$$

бу ерда  $M_{\bar{i}}$  қ 259420000 сўм – материал қиймати;  
 $K_{\bar{z}}$  қ 438480 сўм – асосий ишчиларнинг йиллик асосий ва қўшимча иш ҳақлари;  
 $K_{C_{cy}}$  қ 175392 сўм – ижтимоий су\уртага ажратма;  
 $K_{C_{ux}}$  қ 5305019 сўм – цех ҳаражатлари (АҚВ).

$$T_{\kappa} 259420000 K_{\bar{z}} 438480 K_{C_{cy}} 175392 K_{C_{ux}} 5305019 \text{ қ } 265338891 \text{ сўм}$$

Деталнинг тўлиқ таннархи:

$$T_m \text{ қ } T_{\kappa} B_x \text{ қ } 265338891 K_{\bar{z}} 13266945 \text{ қ } 278605836 \text{ сўм,}$$

бу ерда  $T_m$  қ 265338891 сўм – деталнинг таннархи;  
 $B_x$  қ ( $T_{\kappa} \cdot 5\%$ )/100 қ 13266945 сўм – бошқа ҳаражатлар.

Корхона баҳоси:

$$K_{\bar{o}} \text{ қ } T_m K_{\bar{o}} (T_m \cdot K\% / 100) \text{ қ } 334327003 \text{ сўм}$$

бу ерда  $T_m$  қ 278605836 сўм – деталнинг тўлиқ таннарх;  
 $K_{\bar{o}}$  қ 20%.

Фойда:

$$\Phi \text{ қ } K_{\bar{o}} - T_m \text{ қ } 334327003 - 278605836 \text{ қ } 55721167 \text{ сўм}$$

бу ерда  $K_{\bar{o}}$  қ 334327003 сўм – деталнинг корхона баҳоси;  
 $T_m$  қ 278605836 сўм – деталнинг тўлиқ таннархи.

Қўшимча қиймат соли\и:

$$K_{\kappa c} \text{ қ } (K_{\bar{o}} \cdot K_{\kappa c}) / 100 \text{ қ } 334327003 \cdot 20 / 100 \text{ қ } 66865400 \text{ сўм}$$

бу ерда  $K_{\delta}$  қ 334327003 сўм – деталнинг корхона баҳоси;  
 $K_{\kappa.c.}$  қ 20% - қўшимча қиймат соли\и.

Сотиш баҳоси:

$$C_{\delta} \text{ қ } K_{\delta} \text{ қ } K_{\kappa.c.} \text{ қ } 334327003 \text{ қ } 66865400 \text{ қ } 401192403 \text{ сўм}$$

бу ерда  $K_{\delta}$  қ 334327003 сўм – деталнинг корхона баҳоси;  
 $K_{\kappa.c.}$  қ 66865400 сўм - қўшимча қиймат соли\и.

Ялпи фойда:

$$Y_{\phi} \text{ қ } C_{\delta} - T_m \text{ қ } 401192403 - 278605836 \text{ қ } 122586568 \text{ сўм}$$

бу ерда  $C_{\delta}$  қ 401192403 сўм –сотиш баҳоси;  
 $T_m$  қ 278605836 сўм – деталнинг тўлиқ таннархи.

Маҳсулот рентабеллиги қуйидагича аниқланади:

$$R_m = \frac{\Phi}{T} \cdot 100\% = \frac{55721167}{265338891} \cdot 100\% = 21\%$$

бу ерда  $\Phi$  қ 55721167 сўм – фойда;  
 $T$  қ 265338891 - деталнинг таннархи.

**Мабла\ларни қоплаш муддати:**

$$K_m \text{ қ } A_{\phi} / \Phi \text{ қ } 10935826 / 55721167 \text{ қ } 0,2 \text{ йил}$$

бу ерда  $\Phi$  қ 55721167 сўм – фойда.

$A_{\phi}$  - асосий фондлар қиймати, у қуйидагича аниқланади:

$$A_{\phi} \text{ қ } C_{\text{бино}} \text{ қ } C_{\text{ум}} \text{ қ } C_{\text{ооб}} \text{ қ } C_{\text{инв}} \text{ қ } C_{\text{транс}} \text{ , сўм}$$

бу ерда  $C_{\text{бино}}$  қ 2217600 сўм - бинонинг қиймати;

$C_{\text{ум}}$  қ 7715246 – асосий дастгоҳларнинг қиймати;

$C_{\text{ооб}}$  қ 771524 сўм;

$C_{\text{инв}}$  қ 154304 сўм – инвентарлар қиймати;

$C_{\text{транс}}$  қ 77152 сўм – транспорт қиймати.

$$A_{\phi} \text{ қ } 2217600 \text{ қ } 7715246 \text{ қ } 771524 \text{ қ } 154304 \text{ қ } 77152 \text{ қ } 10935826 \text{ сўм}$$

Бир дона детал таннархи:

$$R_m = \frac{\Phi}{N} = \frac{55721167}{140000} = 398 \text{ сўм}$$

Бир дона деталнинг корхона баҳоси.

$$K_{\delta} \quad 334433285$$

$$\frac{C_{к.б} \text{ қ } \text{-----} \text{ қ } \text{-----} \text{ қ } 2389 \text{ сўм}}{B \quad 140000}$$

Бир дона деталнинг сотиш баҳоси.

$$C_{сот.б} \text{ қ } C_б / B \text{ қ } 401320941 / 140000 \text{ қ } 2866 \text{ сўм}$$

### Хулоса

Текширишлар натижасида шундай хулосага келиндики, мойлаш-совутиш суюқлигидан одатдагича фойдаланганирда кескичнинг тур\унлиги 2,3 мин, мойлаб-совутиш суюқлиги ишлов бериш зонаси пастидан босим остида кескичнинг ти\идан кесиш зонасига ҳайдалганда кескичнинг тур\унлиги 12-46 мин бўлган. Олинган бу натижаларни таҳлил қилиб кўрилганда, жараён биргина суюқликдан фойдаланилганлиги учун унинг кескичга таъсири ҳар икала ҳолда ҳам бир хил. Мойлаш-совутиш суюқлиги кескичнинг тагидан кесиш зонасига босим остида ҳайдалганда кескич анчагина совугандангина тур\ун бўлади. Лекин табиий термопара усулида ўлчанадиган хароратлар бир-бирига деярли яқин бўлади. Тадқиқотдан 30 ХГСА, Ст.3 пўлатларининг Р9 маркали кескич билан оддий водопровод сувини кесиш зонасига қуйиб йўнишдаги натижалар олинади.

Табиий термопаранинг бу хатоликлари сабабини аниқлаш устида ўтказилган ишлар бу хатолар кесиш жараёнида ишқаланиш юзасида вужудга келувчи оксид пардалар туфайли содир бўлишини кўрсатади. Дарҳақиқат кесиш жараёнида контакт юзаларда максимал иссиқлик ажралиб, қириндига, кескичга ва заготовкага тақсимланади. Бу шароитда ишқаланувчи юзада ҳосил бўладиган оксид пардалар асосий металлга қараганда юқорироқ хароратга эга. Оксид пардаларнинг асий металлларниқидан фарқ этувчи ўз ТЭЮКига эга бўлиши табиий термопаранинг кўрсатишига маълум ноаниқлик киритади. Бу хатоликнинг қиймати ҳосил бўлувчи оксид парда билан асосий металлнинг термоэлектрик хоссаларига ва харорат градиентига бо\лиқ бўлади.

#### Фойдаланилган адабиётлар

1. И. А. Каримов. Юксак маънавият – енгилмас куч, «Маънавият». 2008 й.
2. И. А. Каримов. Ўзбекистон XXI аср бўса\асида». 2000 й.
3. «Ёшлар йили давлат дастури», услубий кўлланма. 2008й
4. Ануриев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т./Ред. Жесткова И.Н.-9-е изд., перераб. и доп.-М.: Машиностроение: Машиностроение-1, 2006.-ISBN 5-217-03342-8.-ISBN 5-94275-272-9.  
Т.1.-2006.-927 с.: ил.-Библиогр.в конце глав.-ISBN 5-217-03343-6.-ISBN 5-94275-273-7.
5. Григорьев С. Н., Кохомский М. В., подобх.ред. Маслов А. Р. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ М.: «Машиностроение», 2006г. 544с., ил.
6. Маслов А. Р. Инструментальнўе системў машиностроительнўх производств М.: «Машиностроение», 2006г. 336с.
7. Фингер М. Л. Цилиндрические зубчатўе колеса. Теория и практика изготовления М.: «Научная книга», 2005г. –368с.
8. Боровский Г. В., Григорьев С. Н., Маслов А. Р. Справочник инструментальхика. М.: «Машиностроение», 2005г. 462с.
9. Маслов А. Р. Вўсокопроизводительнўй режухий инструмент. М.: Издательство «ИТО», 2006 г. - 52 с,
10. Омиров А., Қажумов А. Машинасозлик технологияси, Т., «Ўзбекистон», 2003 й., 384 б.
11. Турсунхўжаев П.М. Корхоналарда ишлаб чиқариш ва режалаштириш, Т., «Ўзбекистон», 1997 й., 154 б.
12. Технология машиностроения: в 2 т. Т.1. Основў технологии машиностроения: Учебник для вузов / В.М. Бурцев и др.; под ред. А.М. Дальского-М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана 1998-564 с.
13. Технология машиностроения: в 2 т. Т.2. Производство машин: Учебник для вузов / В.М. Бурцев и др.; под ред. Г.Н. Мельникова -М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана 1998-640 с.
14. Егоров М.Е., Дементрев В.И., Дмитриев В.А. Технология машиностроения. М.: Вўсшая школа, 1976-534 с.
15. Каратаев С.А. Технология машиностроения (специалрная частр). Киев: Вўсшая школа, 1984-272с.
16. Основў технологии машиностроения. Под ред. Корсакова. М.: Машиностроение, 1977-416с.
17. Балакшин Б.С. Теория и практика технологии машиностроения. Кн.1. Технология машиностроения. М.: Машиностроение, 1982-239с.

#### Қўшимча адабиётлар

18. Маталин А.А. Технология машиностроения. Л.: Машиностроение. 1985-496с.  
Ковшов А.Н. Технология машиностроения. М.: машиностроение, 1987-320с.

19. Технологические процессы в машиностроении, Учебное пособие / Н.П. Солнѣшкин и др. ; под общ. ред. Н.П. Солнѣшкина-СПб.: Изд-во СПбГТУ, 1998-278с.  
Интернет маълумотлари

ИЛОВА

Интернет маълумотлари

***Модель. Создание траекторий обработки***

Не будем подробно рассматривать этап построения основной модели детали, поскольку она не содержит сложнѣх для построения элементов. Однако деталь состоит из множества элементов, сложнѣх в плане обработки, и качество создаваемой управляющей программѣ (УП) во многом зависит от правильности построенной модели и точности передачи геометрической информации из CAD- в CAM-систему.

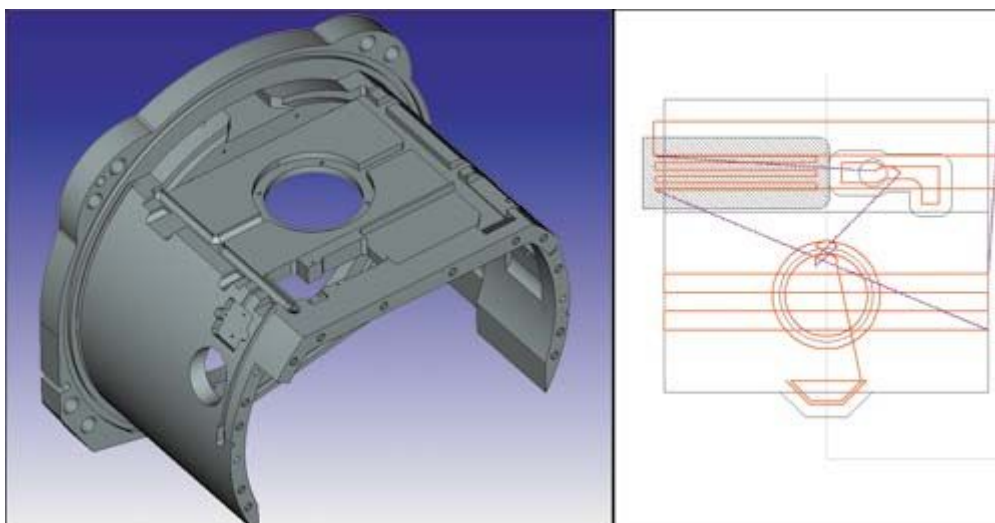
Благодаря ряду возможностей интегрированного решения T-FLEX CAD/T-FLEX ЧПУ удалось решить либо свести к минимуму основную проблему обработки корпусных деталей. Назовем главные этапы обработки корпуса:

1. Черновая обработка поверхностей базирования.
2. Черновая обработка площадки.
3. Чистовая обработка площадки с фрезерованием окон, пазов и сверлением отверстий.
4. Черновая и чистовая обработка цилиндрических и торцевых поверхностей.
5. Обработка внутренних пазов.
6. Обработка внешних пазов.

Поскольку деталь обрабатывается за большое число установов с частой сменой технологических баз, обойтись одной лишь конечной моделью детали не удастся. К слову, в существовании САМ-систем, при помощи которой можно получить УП для обработки любой детали, имея в наличии только итоговую модель, все еще верят на многих отечественных предприятиях, несмотря на частые семинары и тематические форумы, устраиваемые производителями САПР в России.

Итак, для обработки потребуется набор технологических моделей и чертежей.

Технологическая модель — это модель либо ее часть, отличающаяся от итоговой дополнительными построениями (припуск, дополнительные поверхности, геометрически обозначенные зоны обработки), выполненными с целью расчета траекторий движения инструмента и получения управляющих программ. Технологическая модель зачастую представляет собой модель детали на одной из стадий механообработки. Проведя анализ технологического процесса изготовления корпуса, можно сделать вывод о необходимости построения семи технологических моделей и двух дополнительных чертежей.

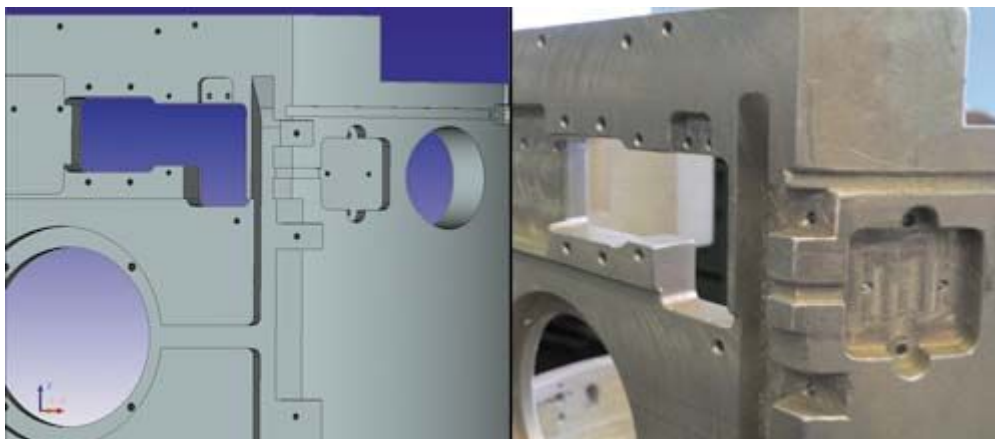


**Рис. 2. Создание траекторий в T-FLEX ЧПУ**

Чертеж — это необходимая и достаточная геометрическая информация для создания 2D- и 2,5D-траекторий обработки в системе T-FLEX ЧПУ (рис. 2). Поэтому большинство черновых и чистовых траекторий сверлильной и фрезерной обработок можно создать на двух равномерно нагруженных траекториями чертежах. Создавать все траектории обработки на одном чертеже не имеет смысла, поскольку это приводит к загромождению чертежа, делает траектории более зависимыми от линий построения и использует немало усилий при их возможном последующем редактировании, особенно если необходимо выполнить редактирование траекторий по прошествии определенного времени. Поэтому в подобных ситуациях наиболее целесообразно строить несколько чертежей, учитывая, что они создаются в системе T-FLEX CAD при минимальных затратах времени и сил.

Первые два этапа обработки корпуса требуют создания большого числа однотипных 2D- и 2,5D-траекторий. С одной стороны, построение таких траекторий — процесс относительно

нетрудоемкий, а с другой — создаваемых траекторий довольно много. Остро встает вопрос о временных затратах на подготовку УП. В такой ситуации необходим набор программных средств, позволяющих оптимизировать работу персонала по подготовке простых, однотипных траекторий обработки и получения из них управляющих программ. Для создания траекторий фрезерной обработки плоскостей, контуров и снятия припуска достаточно построить штриховку по обрабатываемому контуру и указать технологические параметры обработки в диалоговом окне T-FLEX ЧПУ. При этом одну и ту же штриховку можно использовать и для создания нескольких траекторий обработки любого типа. Также любую траекторию обработки T-FLEX ЧПУ можно скопировать и заменить в ней исходный геометрический элемент, облегчив тем самым создание однотипных траекторий, имеющих сходные технологические параметры.



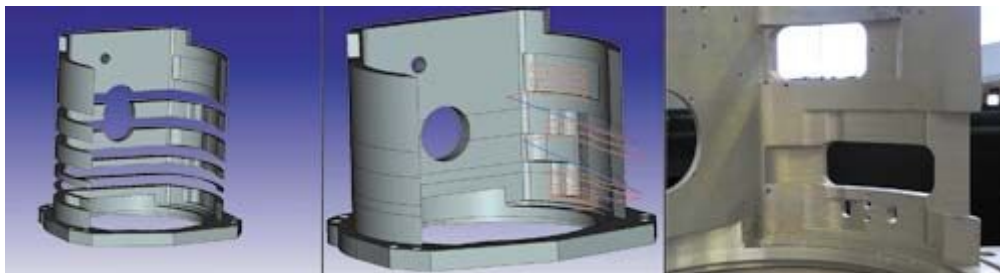
*Рис. 3. Один из сложных участков детали (наклонный вход из паза)*

Система T-FLEX ЧПУ отлично сочетает 2D-, 2,5D-, 3D- и 5D-траектории обработки и генерирует из них единую УП. При этом, благодаря предоставляемой T-FLEX CAD/CAM возможности чертить и создавать траектории на гранях 3D-модели, количество необходимых технологических моделей и дополнительных построений сводится к минимуму.

При создании траекторий для третьего и четвертого этапов обработки корпуса активно применялись комбинации 2D- и 3D-траекторий обработки. Поскольку большинство контурных операций обработки «окон» и пазов можно выполнить с использованием двух координат и с созданием траекторий обработки лишь сложных участков детали, можно было прибегнуть к обширным возможностям 3D-модуля системы (рис. 3). Кроме того, 2D-модуль системы T-FLEX ЧПУ предлагает множество готовых решений: специальные машинные циклы и стратегии обработки карманов, островов и произвольных контуров. Вместе с возможностью создавать массивы траекторий по высоте (как линейные, так и круговые) и редактировать их параметры в одном диалоговом окне, эти решения позволяют существенно сократить количество создаваемых траекторий и обеспечить высокое качество обработки (точность обработки, а также направление и высота гребешка недорезанного материала).

Обработка внутренних карманов и пазов потребовала применения технологического 3D-модуля системы, а именно возможности создания зонной обработки. Фрезерование карманов производилось грибковой фрезой с большим вылетом, что налагало ограничения на режимы резания (снижение скорости резания и подачи, увеличение числа проходов и т.д.). Обрабатываемые грани карманов были ограничены двумя 3D-путями, определяющими одновременно зону обработки и ориентацию инструмента в пространстве. Для построения путей потребовалось расчлени модель на несколько тел (рис. 4). Автоматический расчет траектории движения инструмента производился системой с использованием алгоритма «Обработка объединенной поверхности». Суть данного

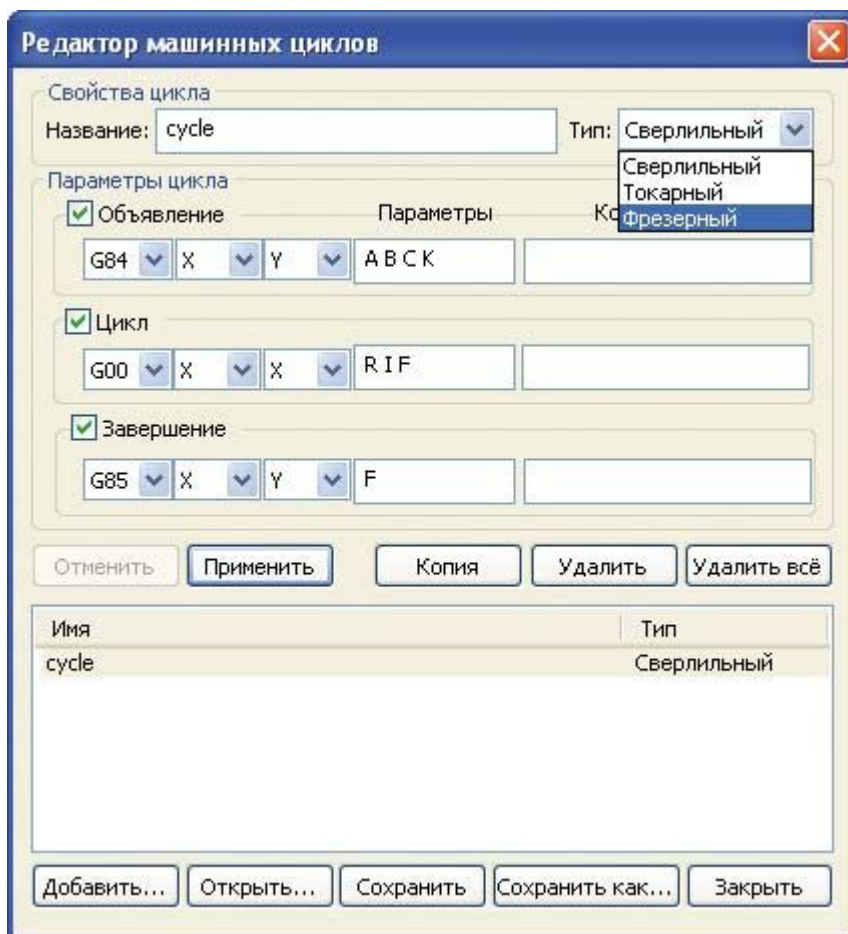
алгоритма заключается том, что последовательность граней, ограниченная 3D-путями, сшивается в единую поверхность и расчет траектории выполняется исходя из данных о наборе граней как о едином целом. Благодаря этому нет необходимости в расчете корректных переходов инструмента между гранями, имеющими существенные различия по параметрам кривизны.



**Рис. 4. Рассечение модели, построение траекторий, обработанная поверхность детали**

Для создания траекторий сверления достаточно было указать на чертеже (грани) центр отверстия, обработку которых необходимо выполнить. Далее выбирался любой из множества доступных циклов сверления и указывался набор параметров. На этом создание траектории сверлильной обработки было завершено.

Для сокращения размеров УП рационально использование машинных циклов. Помимо машинных циклов, встроенных в систему T-FLEX ЧПУ (часто применяемые циклы для наиболее распространенных стоек ЧПУ), пользователь имеет возможность посредством встроенного в систему редактора машинных циклов создавать и использовать собственные циклы (рис. 5). Механизм создания и использования собственных циклов построен на основе макросов, которыми в редакторе можно подробно описать структуру цикла и набор применяемых в нем параметров. После создания цикл становится аналогом циклов, встроенных в систему (то есть использует стандартные элементы построения и диалоговое окно параметров траектории). Поскольку корпус обрабатывается как на горизонтально-расточном станке 2А622 (со стойкой Fanuc), так и на новом, четырехкоординатном станке SLT-320 (также со стойкой Fanuc), обладающем большим количеством встроенных циклов, то возможность использования редактора оказывается востребованной при создании циклов врезаний или специальных циклов обработки карманов.



*Рис. 5. Создание собственного машинного цикла*

Кроме того, в системе T-FLEX ЧПУ нет необходимости создавать чертеж или 3D-модель в определенных координатах с целью получить УП в нужной системе координат. Благодаря возможности установки локальной системы координат созданные траектории обработки можно расположить в заданном месте чертежа либо пространства. Иными словами, «ноль детали» может быть установлен в любой указанной пользователем точке (включая необходимую пользователю ориентацию осей СК).

Последний этап обработки — обработка внешних пазов — также заключается в элементарных действиях с минимумом построений при помощи возможностей CAD/CAM-системы. Достаточно спроецировать технологическую модель на рабочую плоскость, перпендикулярную оси вращения. Далее создание траектории обработки сводится к использованию базовой операции 2D CAM-модуля «Фрезерование контура».

Огромную роль во всей механообработке играет режущий инструмент. В процессе подготовки УП немаловажно правильно учесть его геометрию. В системе T-FLEX ЧПУ применяется «Редактор инструментов», в котором проектирование производится посредством изменения стандартных параметров прототипов инструмента. Затем созданный инструмент добавляется в список, который, в свою очередь, сохраняется в отдельный файл, используемый САМ-системой в качестве источника информации о геометрии инструмента. При этом число инструментальных файлов, применяемых в одном проекте обработки, не ограничено, равно как и число проектов, в которых может быть использован один и тот же файл. В дополнение к редактору в системе предусмотрена возможность автоматического создания карт наладки инструмента. Карта последовательно создается на отдельной странице T-FLEX CAD: сначала пользователь определяет графу и раздел, которые будут присутствовать в бланке карты наладки, затем определяет тип инструментов и их параметры, которые будут записаны в карту наладки, и, наконец, задает принцип сортировки инструмента. Таким образом, к началу доводки

УП на станке уже имеется готовая карта наладки инструмента, что сокращает сроки доводки.

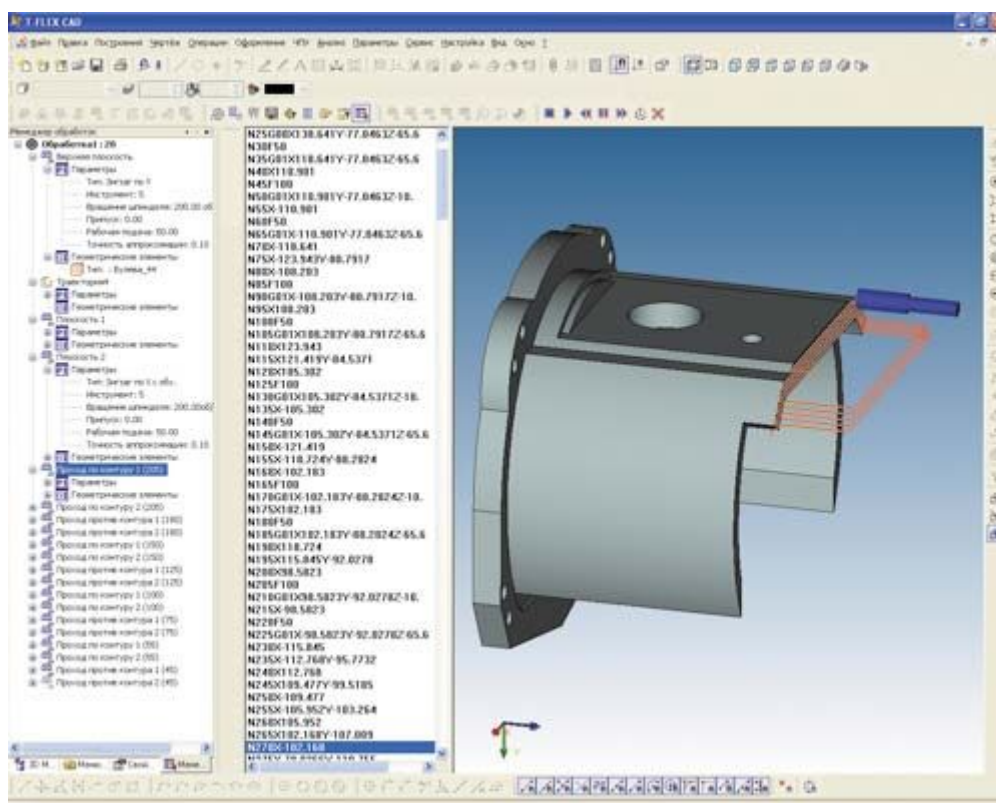
В T-FLEX ЧПУ траектории обработки добавляются в дерево траекторий «Менеджера обработок». Благодаря структуре дерева менеджер обеспечивает пользователю доступ к параметрам и группам параметров любого уровня и предоставляет полный контроль над траекториями: возможность копирования, перемещения, изменения траекторий, а также создание подводов/отводов и врезаний. Помимо структурирования траекторий «Менеджер обработок» позволяет создавать несколько проектов обработок в одном файле, что удобно при обработке одной детали на нескольких станках разного типа. Каждый проект обработки можно сохранять в отдельный файл с УП.

После обработки траекторий постпроцессором получается файл с УП (или несколько файлов, если было предусмотрено несколько проектов обработки).



### ***Имитация обработки. Доводка УП***

Особое внимание разработчики САМ-систем уделяют имитаторам, поскольку это единственная возможность увидеть результат работ в условиях, максимально приближенных к реальным. В T-FLEX ЧПУ 10 новый имитатор обработки позволяет просматривать результат непосредственно в основной 3D-сцене, используя несколько режимов вида (твердотельное моделирование и реберное отображение), а при наличии в файле с чертежом 3D-модели детали траектории 2D-обработки имитируются с применением этой модели (рис. 6). Помимо этого имитатор предполагает возможность настройки кинематики станка, чтобы учитывать ее при имитации. Эта возможность очень удобна, особенно в случае использования станков с поворотными столами (например, SLT-320). Для просмотра результатов обработки удобно применять отдельный имитатор со съемом материала T-FLEX NC Tracer 3D, при помощи которого можно увидеть не только опасные пересечения инструмента и детали при резании, но и оценить качество созданных врезаний и безопасность вспомогательных перемещений.



*Рис. 6. Имитация обработки*

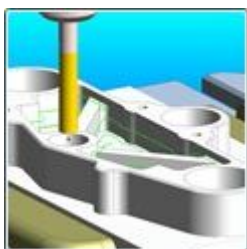


*Рис. 7. Корпусная деталь в процессе обработки*

Далее производится доводка УП на станке. Иногда в процессе доводки возникает необходимость внести исправления или дополнения в текст программ, поскольку существуют такие факторы, как влет инструмента, его отгиб, жесткость, биение, скорость износа, которые невозможно учесть в САМ-системе. Благодаря возможностям «Менеджера обработок» редактирование УП выполняется быстро и централизованно. Нельзя не отметить динамическую перерисовку 2D-траекторий при изменении любого из параметров, что позволяет контролировать результат изменений в реальном времени. Таким образом, система T-FLEX ЧПУ позволяет получить качественную обработку корпусной детали (рис. 7).

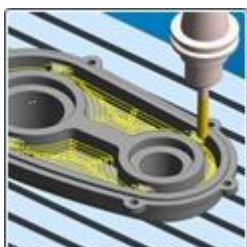


САПР



Программа EdgeCAM предлагает пользователю широкий выбор разнообразных циклов фрезерной обработки. Высокая эффективность обработки достигается не только при работе с простыми и сложными корпусными деталями, но и сложными по геометрии поверхностями. Благодаря инструментам EdgeCAM Вы получаете в одном программном решении возможности обработки корпусных деталей, а также мощные стратегии обработки 3D твердотельных моделей и поверхностей.

### Интеллектуальный цикл черновой обработки (Roughing Cycle)



Усовершенствованный цикл черновой обработки 2D и 3D поверхностей в EdgeCAM может быть применен ко всей модели, обеспечивая, таким образом, четкую последовательность обработки для всех типов моделей. Интеллектуальный цикл автоматически выберет наиболее эффективный подход к обработке каждого участка модели, а при необходимости использует трохоидальные траектории работы инструмента для улучшения качества обработки. Способность учета 3D заготовки сокращает цикл механической обработки за счет сведения к минимуму "холостых" проходов инструмента.

Данный цикл включает возможность дополнительной дообработки поверхности с целью устранения остатков (Rest Roughing). При этом более мелким инструментом осуществляется обработка тех зон, куда крупный инструмент не имеет доступа.

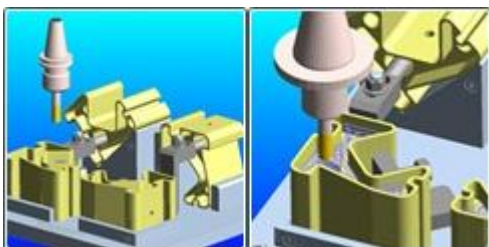
### Цикл обработки по контуру (Profiling Cycle)

Унифицированный цикл обработки по контуру в EdgeCAM позволяет генерировать траектории обработки 2D геометрий, 3D поверхностей и твердых тел в рамках единого цикла. Главное преимущество этого цикла для пользователя заключается в едином интерфейсе и поддержке функциональных возможностей работы как в 2D, так и в 3D пространстве. Цикл обеспечивает контроль высоты гребешка, зарезов, а также высокое качество обработки как плоских, так и сложных по геометрии поверхностей. Используя возможность компенсации на радиус инструмента, программа определяет рабочую сторону инструмента и автоматически задает припуск при обработке профилей и уровней.

Высокоэффективные инструменты контроля могут быть использованы для определения точек начала и окончания цикла обработки профиля. Целый набор стратегий позволяет

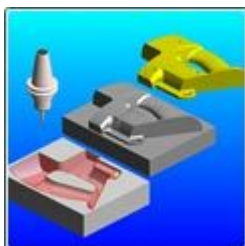
подобрать наиболее подходящий метод обработки углов для избежания возможности их сглаживания.

### **Обработка корпусных деталей (Prismatic Machining)**



Функциональные возможности EdgeCAM по обработке корпусных деталей представлены широким набором циклов по 2D обработке, позволяющих максимизировать продуктивность работ.

### **Цикл фрезерной обработки плоских поверхностей (Facemill Cycle)**



Цикл оптимизирует использование инструментов для обработки плоских поверхностей и может быть использован для обработки деталей с плоскими участками, такими как: стенки, втулки, др. Цикл позволяет определить область обработки путем выбора границ.

### **Резьбофрезерование (Thread Milling)**

Для обеспечения фиксированных циклов обработки деталей могут быть запрограммированы различные типы резьбы: внутренняя, внешняя, простая и многозаходная.

### **Циклы обработки отверстий (Hole Cycles)**

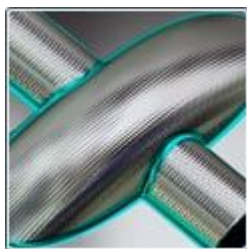
Поддерживаются циклы сверления, растачивания, разворачивания и нарезания резьбы. EdgeCAM просчитывает кратчайшую траекторию обработки группы отверстий, сокращая длительность цикла и непроизводительные перемещения инструмента, что позволяет добиться максимальной эффективности.

### **Обработка поверхностей (Surface Machining)**

Последние тенденции в проектировании комплектующих компонентов привели к росту потребности в обработке сложных по геометрии поверхностей. EdgeCAM предлагает целый спектр функциональных возможностей для обработки поверхностей. Твердотельные модели обрабатываются, используя инновационные циклы, представленные в программе. Интеллектуальные стратегии обработки поверхностей обеспечивают высокое качество обработки, оптимизируют время обработки и увеличивают срок службы инструмента. Адаптивная технология осуществляет контроль отсутствия коллизий на всех этапах работ.

### **Чистовая обработка зигзагом (Parallel Lace)**

Пожалуй, самым обработкой контролируется гребешка,



популярным циклом чистовой обработки является зигзагом. Процесс такой обработки пошагово, с соблюдением уровня высот размера припусков, а также минимального и максимального угла наклона инструмента. Используем в комбинации с циклом обработки профилей, цикл обеспечивает стабильность чистовой обработки поверхности благодаря четкому определению угла наклона инструмента. Этот угол точно определяет, где начинается наклонная поверхность.

Пользователь может выбрать необходимую опцию для игнорирования внешних граней, что предотвращает возможность скругления углов. Это важное конкурентное преимущество EdgeCAM по сравнению с другими программами позволяет с высокой точностью обрабатывать углы и не задавать при этом границ.

### **Постоянный контроль высот гребешка в цикле чистовой обработки (Constant Cusp Finishing)**

Цикл генерирует 3D траекторию, поддерживающую последовательность обработки шаг за шагом. Траектория обработки может быть определена исходя из направляющей кривой или границ.

### **Чистовая проекционная обработка (Projection Finishing)**

Чистовая проекционная обработка - это метод чистовой обработки детали на основании ее геометрии. Данный метод позволяет с легкостью добиться необходимого качества и высокой скорости обработки всей модели или ее отдельных конструктивных элементов.

Стратегии чистовой проекционной обработки EdgeCAM позволяют "проецировать":

- 2D траекторию на 3D поверхность;
- круговые, радиальные, концентрические и спиральные модели на выпуклые участки поверхности и карманы;
- пару кривых на траекторию обработки зигзагом вдоль или поперек поверхности.

### **"Карандашная" фрезерная обработка (Pencil Milling) и чистовая дообработка (Rest Finishing)**

Данные циклы используются для окончательного удаления ненужного материала, оставшегося после предыдущих этапов обработки более крупным инструментом. "Карандашная" фрезерная обработка (Pencil Milling) позволяет добиться этого за счет простого прохода инструмента по внутреннему краю и линиям пересечения. В то же время Цикл чистовой обработки остатков неровностей поверхности (Rest Finishing)

предполагает несколько проходов инструмента и обычно предназначен для обработки внутренних линий.

### **Цикл чистовой обработки плоских участков (Flat Land Finishing)**

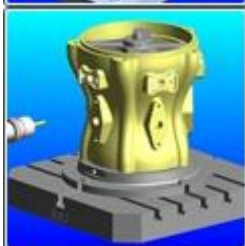
Цикл автоматически определяет плоские зоны модели и использует метод обработки зигзагом или концентрическую очистку этих участков. В комбинации с циклом обработки зигзагом наклонных поверхностей он обеспечивает наиболее эффективную стратегию обработки компонентов сложной формы путем подбора наиболее подходящего инструмента для обработки отдельных участков модели.

Цикл чистовой обработки плоских участков в EdgeCAM также предполагает удаление остатков материала, не удаленных более крупным инструментом на предыдущих циклах обработки.

### **Многоосевая и многопозиционная обработка (Multi-Axis and Multi-Plane Machining)**



EdgeCAM поддерживает обработку отверстий, карманов и поверхностей на различных участках детали. Это сокращает полное время механической обработки и позволяет полностью использовать возможности многоосевой обработки.



EdgeCAM предлагает полную поддержку многоосевой фрезерной обработки, включая 4-осевую ротационную обработку, 3-осевую обработку с одновременным 2-осевым позиционированием и 5-осевую обработку для обработки несложных поверхностей.



EdgeCAM легко подбирает оптимальные методы обработки как корпусных деталей, так и сложных поверхностей. Маршруты и траектории обработки объединяются в единый цикл с рациональным подбором инструмента, индексацией положения и исходных данных для подготовки управляющей программы. Визуализатор EdgeCAM Simulator отображает все многоосевые и ротационные передвижения, в том числе вдоль нескольких поверхностей, что позволяет визуализировать процесс обработки и проверить возможность возникновения коллизий.



Возможности токарной обработки EdgeCAM для широкого спектра станков, включая 2-осевые токарные станки, конфигурации станков с несколькими револьверными головками, токарные обрабатывающие центры с противопинделем, а также токарно-фрезерные станки. На последних фрезерная обработка по осям C, Y и B и сверление осуществляются в рамках одной управляющей программы, поскольку цикл токарной обработки в EdgeCAM обеспечивает полностью интегрированное и ассоциативное программное решение.

Простота использования и понимание важности длительности цикла обработки, особенно на многофункциональных токарно-фрезерных станках, лежит в основе дальнейшей разработки функций токарной обработки в EdgeCAM.

EdgeCAM обеспечивает расширенные возможности черновой и чистовой токарной обработки, поддерживая при этом функции обработки плоских поверхностей, сверления и пр. Расчет траектории обработки принимает во внимание как тип используемого инструмента, так и ранее проведенную обработку с целью избежания зарезов и исключения нерабочих проходов режущего инструмента.

### **Нарезание пазов (Grooving Cycles)**

Нарезание пазов на внешних, внутренних и лицевых поверхностях для EdgeCAM является простой задачей. Это дает возможность программисту создавать сложные стратегии обработки, использующие все преимущества более совершенного дизайна самого инструмента.

### **Нарезание резьбы (Thread Turning)**

Программой легко поддерживается обработка простой или многозаходной резьбы, в том числе конической.

### **Четырехосевая токарная обработка (4-Axis Turning)**

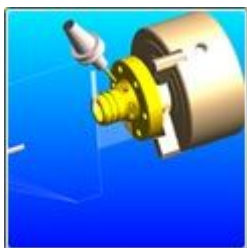
Используя EdgeCAM, станки с двумя револьверными головками легко программируются и синхронизируются, добиваясь максимальной эффективности. Односторонние и зеркальные циклы работы режущего инструмента используют все возможности обработки материалу, доступные на станках с несколькими револьверными головками.

Индивидуальный контроль револьверной головки и ее синхронизация обеспечивают

максимальную эффективность. Отдельные инструкции на каждую револьверную головку позволяют легко редактировать точки синхронизации и указания по обработке.

Визуализатор EdgeCAM Simulator обеспечивает полное 4-осевое представление верхней и нижней револьверной головки, гарантируя, таким образом, проверку надежности процесса еще до начала его работы.

### **Токарная обработка с использованием противощпинделя (Sub-Spindle Turning)**

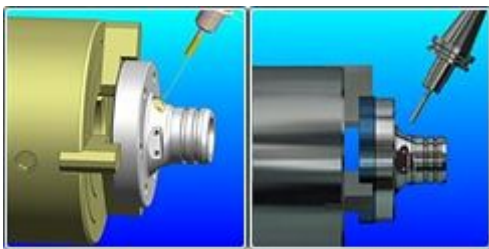


EdgeCAM предлагает легкий в использовании модуль многоосевой токарной обработки для программирования работ токарных станков с противощпинделем. Как и в случае станков с несколькими револьверными головками, время цикла и способность полностью обработать деталь за одну операцию являются важными критериями при работе с токарными станками с противощпинделем.

К основным функциональным возможностям относятся следующие:

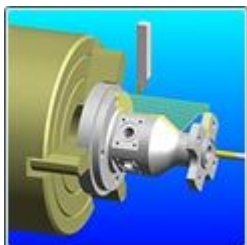
- Интегрированный мастер установок токарного станка помогает произвести подготовку оборудования к работе;
- Выбор шпинделя осуществляется простым кликом мышкой, в то время как браузер отображает инструкции по каждому шпинделю;
- Для станков с двумя револьверными головками возможность одновременного просмотра инструкций представляет собой идеальную среду для программирования. Револьверные головки синхронизируются, а для избежания конфликтов при программировании кодов шпинделей четко указывается приоритетная револьверная головка. При этом позиции синхронизации могут быть выбраны таким образом, чтобы сократить время работы оборудования "вхолостую". А отображение временной шкалы с информационными подсказками относительно взаимодействия револьверных головок и шпинделей полезно при проверке программ.
- Команда Перехват детали другим шпинделем (Sub-spindle pick off) является простой комбинацией функций Подвод шпинделя (Spindle Docking), Захват детали (Part Off) и Перемещение противощпинделя (Move Sub-spindle) и существенно повышает гибкость работы.
- Благодаря возможностям визуализатора EdgeCAM Simulator работа с основным и противощпинделем может производиться одновременно. Групповой подход к моделированию обработки включает анимацию перехвата детали и механизма подачи прутка для комплексной проверки работоспособности программ.

### **В-осевая механообработка**



Простая предварительная подготовка механообработки является основой для достижения вѣсокой эффективности как фрезерной, так и токарной обработки на одном и том же станке. EdgeCAM обеспечивает полную поддержку В-осевой обработки на станках любого типа, фрезернѣх или

токарнѣх. Это дает пользователю возможность использовать весь спектр представленных циклов фрезерной обработки, сверления к В-осевой обработки на станках различного типа.



Командѣ ориентации осей В и С делают ротационное позиционирование легкой задачей. Зафиксировав какую-либо определенную плоскость, Вѣ можете использовать все возможнѣе

циклѣ, представленные в EdgeCAM. Так функция Сохранение угла поворота (Maintain Index) в команде сменѣ инструмента сокращает количество вводимѣх команд, когда различнѣе операции по механообработке производятся при одном и том же положении. Реалистическая визуализация В-осевой обработки в визуализаторе EdgeCAM Simulator позволяет осуществить проверку программѣ.

### **Фрезернѣе/токарнѣе станки с осями С и У**

Полнѣй перечень циклов фрезерной обработки, механообработки отверстий в EdgeCAM может бѣть реализован на разного типа фрезернѣх и токарнѣх станках. EdgeCAM позволяет запрограммировать инструмент для обработки конкретной поверхности или конкретного диаметра какой-либо компонентѣ или детали. Переключение между режимами работѣ по осям У и С осуществляется благодаря одному клику мѣшкой.

Как и в других циклах, визуализатор EdgeCAM Simulator обеспечивает возможность визуальной проверки корректности составленной программѣ еѣ до еѣ запуска в действие.