

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА  
МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ  
АБУ РАЙХОН БЕРУНИЙ НОМИДАГИ  
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

---

К. МАҲКАМОВ

# МАШИНАЛАР ПУХТАЛИГИ

Ўқув қўлланма



Тошкент - 1999

Маҳкамов Қ.Х. Машиналар пухталиги. Ўқув қўлланма. -Тошкент: ТошДТУ. - 96 б.

Китобда машиналар пухталиги назариясининг асослари ва пухталикни ошириш амалий усуллари, машиналарни лойиҳалаш босқичида пухталиқ кўрсаткичларини олдиндан аниқлаш масалалари ёритилган.

Китоб олий ўқув юр்தларининг В 520800 "Технология машина ва жиҳозлари" бакалавр йўналиши бўйича таълим олаётган талабаларига мўлжалланган. Ундан машиналарни ишлаб чиқариш билан шуғулланувчи мутахассислар ҳам фойдаланишлари мумкин.

Тақризчилар:

ТошДТУ профессори Аслам Ҳамидов

Тошкент трактор заводи ДХЖ Бош конструктори муовини  
Аҳаджон Ҳақумжонов

Қишлоқ хўжалиги машинасозлиги" кафедраси  
Механика факултети

Тошкент давлат техника университети илмий-услубий кенгаширининг қарорига асосан нашр этилди.

© Тошкент давлат техника университети, 1999

## КИРИШ

Одатда буюмларнинг, шу жумладан машиналарнинг ҳам, сифати турли кўрсаткичлар: пухталик, технологиябошлик, тежамлилиқ, бирхиллаштириш даражаси, қулайлик, патент олиш талабларига жавоб бериши, рақобатбардошлиқ ва бошқа кўрсаткичлар билан баҳоланади. Пухталик машинанинг хусусиятларидан бири бўлиб, унинг сифатини кўп жиҳатдан белгилаб беради.

Пухталикни ошириш қишлоқ хўжалиқ машиналари учун алоҳида аҳамият касб этади, чунки бу соҳада техникадан қисқа муддатларда фойдаланишга тўғри келади. Автомобиллар, тракторлар ва қишлоқ хўжалиқ машиналарини тузатиш ҳамда уларга техник хизмат кўрсатиш харажатлари жуда катта маблағни ташкил этади. Техниканинг бузилган ҳолатда бекор туриб қолиши оқибатида кўриладиган зарар ҳам кам эмас. Қишлоқ хўжалиғи машиналари умумий иш вақтининг ер ҳайдашда 35 % гача, ҳосилни йиғиб - териб олишда эса 50 % гача қисми ишламай қолишларни бартараф этишга сарфланади.

Ер заминидаги маъданларнинг табиий захиралари чекланган, машинасозликда эса нисбатан кўп металл ишлатилади. Шу сабабли, янги яратиладиган машиналар металл сарфини ва таннархини камайтириш, айнаи чоғда уларнинг қувватини ошириш пухталик кўрсаткичларини баҳолашни талаб қилади.

Машиналар пухталиги вақтга боғлиқ. Деталлар сўйлиб боргани сари уларнинг пухталиги камайиб боради. Барча буюмлар, шу жумладан, машиналар ҳам эртами - кечми бузилади. Машиналар пухталиги назарияси машина ишлаш қобилиятини аста - секин йўқотиш ҳодисаси ҳақидаги фандир. У ишламай қолишлар қонуниятлари ва келиб чиқиш сабабларини, шунингдек машина пухталигини ошириш воситаларини кўриб чиқади.

Пухталик масалаларининг махсус хусусияти бўлиб вақт омили ҳисобланади, чунки бошланғич параметрларнинг машинадан фойдаланиш жараёнида ўзгариши баҳоланади, унинг чиқиш параметрларини сақланиши нуктаи назаридан объект ўзини қандай тутиши олдиндан аниқланади. Пухталик ҳақидаги фан машина чиқиш параметрларини (уларнинг аниқлиғи, қуввати, ф.и.к, унумдорлиғи) белгиланган даражага етказиш билан шуғулланмайди, бу бошқа фанларнинг вазифасидир. Пухталик фани бу кўрсаткичларни вақт ўтиши билан ўзгариш жараёнини ўрганади.

Пухталик тўғрисидаги ҳозирги замон фани физика, кимё, материаллар қаршилиғи, металлар технологияси ва материалшуносликка, ма-

шина деталлари, ишқаланиш ва ейилиш назариялари ва бошқа фанларга таяниб иш кўради. Пухталиқни ҳисоблаш учун математика усулларидан кенг фойдаланилади, ҳисоблаш ишлари ЭХМдан фойдаланиб амалга оширилади.

Дастлаб буюмларнинг пухталиғи ҳақидаги билимлар фақат тажрибага асосланган бўлиб, хунарнинг сирлари тарихида авлоддан авлодга ўтиб келган. Мустаҳкамлик ҳақидаги фан XIX асрда жадал ривожланди, чунки бу даврда машина ва қурилмалар яратиш оммавий тусга айланди. Дастлабки вақтларда ҳисоб - китоблар деталларни қўйилган юкланиш таъсирида синмайдиган қилиш учунгина хизмат қиларди, холос. XIX асрнинг охирига келиб буюмларнинг хизмат муддати тўғрисида тасаввур пайдо бўлди. Деталларнинг ишқаланиш сабабли ейилишини текшириш, бу ейилишни камайтириш усулларини излаш ишлари бошлаб юборилди. Лекин, барибир, агар араванинг ўқи мўлжалдагидан олдин ишдан чиқадиган бўлса, уни аввалгидек, фақат йўғонроқ қилиб яшашар ва шу билан муаммони ҳал қилинган деб ҳисоблашар эди. Бундай ёндашув авиация пайдо бўлгунига қадар ҳукм суриб келди. Самолётнинг қанотини қалин пўлатдан жуда мустаҳкам қилиб тайёрлаш мумкин, аммо бундай самолёт ердан кўтарила олмаган бўлур эди.

Шу тарзда пухталиқни фаннинг мустақил соҳаси қилиб ажратиш зарурияти пайдо бўлди. Бу соҳа турли қурилмаларнинг узок муддат хизмат қилишини таъминловчи умумий қонуниятларни таҳлил этиб, машиналар ишламай қолишларини олдини олиш усулларини ишлаб чиқиш билан шуғулланиши керак эди. Муҳандислар ҳамма вақт машиналар пухталиғини таъминлаш билан боғлиқ масалаларни турлича ҳал қилишган, лекин кейинги бир неча ўн йил ичидагина пухталиқнинг миқдорий кўрсаткичларини аниқлаш имконини берувчи математика усуллари узил-кесил юзага келди.

Машиналар пухталиғи ҳақидаги фан икки йўналишда: пухталиқни таъминлаш ва уни ҳисоблаш йўналишларида ривожланди. Пухталиқни таъминлаш юқори сифатли машиналарни яратиш ва улардан тўғри фойдаланишга доир анъанавий конструкторлик ва технология усулларига таянади, пухталиқни ҳисоблаш эса асосан математика усулларини қўллаш билан боғлиқдир. Пухталиқ ҳақидаги фан ривожланишининг бошланғич даврида конструктор ва технологлар ишламай қолишга олиб келувчи табиий жараёнларни чуқур тушунган ҳолда, машиналарнинг бузилмасдан ишлаш миқдорий кўрсаткичларини ҳисоблаб чиқишни фойдасиз иш деб ҳисоблашган. Пухталиқ назариясини ишлаб чиқувчи математиклар эса техник масалаларининг ўзига хос хусусиятларини етарлича тўлиқ тасаввур қилмас ва баъзан ҳисоблаш усулларини қўллашни машиналарнинг юқори сифатли бўлишини таъминловчи бирдан-бир йўл, деб қарар эдилар. Ана шу икки йўналишни биргаликда кўриб чиқишгина пухта машиналар яратилишига олиб келади.

Конструкторнинг хатоси қанчалик тез пайқалса, уни тузатиш шунчалик арзонга тушади. Пухталиқни ҳисоблаш у ёки бу конструкторлик ечимини тўғрилигини тез фурсатда текшириш учун хизмат қилиши мумкин. Маблагни тежаш мақсадида ҳисоблаш усулларини лойиҳалаш босқичида қўлламаслик кўп ҳолларда корхоналар учун кўзда тутилмаган катта миқдордаги сарф-харажатларга олиб келиши мумкин. Ҳозирги вақтда машина деталларининг мустаҳкамлигини ҳисоблаш муҳандислик амалиётида жиддий муаммо эмас, аммо ейилишни ҳисоблаб чиқиш пухталиқ назариясида катта муаммо саналади ва амалиётта тўлиқ жорий қилинмаган.

Машиналар пухталиғи фанининг асосий вазифаси машинанинг ишламай қолиши қонуниятларини ўрганиш натижасида ҳамда мумкин қадар кам харажат қилган ҳолда машиналарнинг белгиланган вазифаларини бажаришини таъминлашга қаратилган чора-тадбирларни ишлаб чиқишдан иборат. Машиналар пухталиғи фанида пухталиқ назариясининг асосий тушунчалари ва қоидалари ўрганилади, пухталиқнинг табиий ҳамда математик асослари, миқдорий кўрсаткичларининг хусусиятлари, машиналарни пухталиқка синаш, пухталиқ кўрсаткичларини олдиндан аниқлаш усуллари ва пухталиқни ошириш асосий йўналишлари кўриб чиқилади. ✓

Машиналарнинг пухта ишлашини таъминлаш учун мунтазам равишда уларнинг тузилишини такомиллаштириш, ишлаш қобилиятини керакли даражада тутиб туриш тадбирларини ишлаб чиқиш зарур. Бу вазифаларни лойиҳалаш, тайёрлаш ва фойдаланиш чоғида машиналарнинг пухталиғини ошириш усулларини билувчи мутахассислар ҳал қила олишади.

Китобда ҳар бир мавзу бўйича муайян сонли мисоллар кўриб чиқилганки, бу ҳол дарсни ўзлаштиришни анча осонлаштириши лозим. Китобга киритилган жадваллар ва маълумотлар кўшимча манбаълардан фойдаланмасдан, машина деталларини пухталиқка ҳисоблашга имкон беради. Табиийки, китоб камчиликлардан ҳоли эмас. Муаллиф кўриб чиқилган мавзуларга доир барча фикр ва мулоҳазаларни мамнуният билан қабул қилади.

# I-боб. Пухталиқ назариясининг асослари.

## 1.1. Машиналарнинг ишлаш шароити ва деталларнинг чидамлилиги.

Машиналар агрегатларининг пухталига уларнинг ишлаш шароити катта таъсир кўрсатади. Кейинги вақтда турли иқлимларда машиналардан фойдаланишнинг ўзига хос хусусиятлари, шу жумладан пахтачилик шароитида машиналарнинг ишлаши чуқур ва атрофлича текширилган илмий ишлар бажарилди.

Ишлатиш ва сақлаш пайтида ҳар қандай машина турли хил ички ва ташқи таъсирларга дучор бўлади. Натижада унинг асосий параметрлари ва хусусиятлари бузилади. Машинанинг бошланғич хусусиятлари бузилишга асосий сабаблар сифатида унинг иш шароити бузилишини, унга ўз вақтида техник хизмат кўрсатилмаслигини, тузатиш сифатининг пастлиги ва бошқаларни кўрсатиш мумкин. Машинани ишлатиш қондаларининг бузилиши деталларнинг эгилиши ва букилиши, иш сиртларининг тирналиши, дарз кетиши, уваланиши ва синиши каби нуқсонларни келтириб чиқаради. Аста-секин ишламай қолишга олиб келадиган сабаблар материал ва конструкцияларда турли даврларда содир бўлувчи физик-кимёвий жараёнлар билан боғлиқдир.

Деталларда (туташмаларда) энг кўп учрайдиган нуқсонлардан бири уларнинг ейилишидир. Бу нуқсон материал, буюмнинг ейилиши, қатламларга ажралиши ёки қолдиқ деформацияланиши натижасида пайдо бўлади. Одатда, деталларнинг шикастланиши машиналарни ишлатиш ва уларга техник хизмат кўрсатиш қондаларининг бузилиши натижасида ва айрим ҳоллардагина металнинг толиқиши ёки ундаги яширин нуқсонлар (дарзлар, бўшлиқлар ва ҳоказо) оқибатида юз беради. Ишлатиш қондаларига амал қилинганда, туташ деталларнинг ейилиши уларнинг ишлаш вақтига боғлиқ равишда аста-секин ортиб боради. Статистика маълумотлари машиналар деталларининг 80 % дан ортиғи ейилиш натижасида ишдан чиқишини кўрсатади.

Машиналарнинг пухталиғи тез айланувчи деталлари - карданли ва тирсакли валлари, маховиклари, шкивлари, ялашиш муфталарининг дисклари ишлаганда машиналарнинг титрашига кўп даражада боғлиқ бўлади. Катта бурчак тезлик билан айланадиган ва анчагина оғир бўлган бундай қисм ҳамда деталлар тракторлар ва қишлоқ хўжалиқ машиналарида жуда кўп. Бундан ташқари, айрим деталларни тузатиш ва алмаштириш чоғида уларнинг мувозанати бузилади, бу эса машина рамасининг титрашига олиб келади. Тез айланувчи деталлар ишлаганда юзага келувчи титраш турли деталларда, шу жумладан, подшипникларда ҳам, қўшимча

юкланишлар ҳосил қилади, пировард натижада машина ишламай қолиши мумкин.

Деталларнинг мувозанатланмаганлиги бир қанча сабаблар: уларнинг ўлчамлари нотўғрилигига, материалнинг зичлиги нотеқислигига, йиғиш пайтидаги хатоликларга (бу хатоликлар деталларнинг валга ўтказилиши бузилишида, кийшайишлар, силжишлар ва ҳоказоларда намоён бўлади) боғлиқ бўлиши мумкин. Ўқдошликнинг бузилиши оқибатида валларнинг подшипникларида юкланиш кескин ортиб кетади, илашиш муфталарининг дисклари ва бурилиш муфталари шатаксирайди, бу эса деталларнинг фойдали иш коэффициентини камайишига ҳамда уларнинг ортиқча ейилишига олиб келади.

Ҳозирги вақтда деталларнинг атиги 15 % и синиши мумкин, ишламай қолишларнинг 85 фоизи эса деталларнинг ейилиши билан боғлиқдир. Шу сабабли, ейилиш туфайли бўладиган ишламай қолишларни ўрганиш долзарб масалалардан бири бўлиб, уни муваффақиятли ҳал қилиш машиналарнинг пухталигини оширишга ёрдам беради.

Ёнилги узатувчи аппаратларнинг сифатли ишлаши қўлланиладиган ёнилгини тозалаш сифатига кўп даражада боғлиқ. Дизел ёнилғисини тозалаш учун ишлатиб келинаётган мавжуд филтрлар атроф - муҳит серчанг шароитда ишлаганда ёнилгининг қўшилмалардан сифатли тозаланишини таъминлай олмайди. Қуруқ иқлим шароитида мотор мойидаги қўшилмаларнинг тахминан 90 фоизи 10 мкм гача ўлчамли зарраларга тўғри келади, трансмиссия мойидаги зарраларнинг 90 фоизи эса 16 мкм гача ўлчамга эга бўлади. Бундай мойга аралашган майда зарралар ёнилги ва сурков материали билан бирга туташмалардаги тирқишларга осонгина кириб боради ва деталларнинг ишқаланувчи сиртлари абразив таъсирида ейилишига сабаб бўлади.

Ҳавода учиб юрувчи зарраларнинг энг катта ўлчами тахминан 160 мкм га тенг. Зарраларнинг энг кичик ўлчамлари эса чекланмагандир. Машиналар яқинида чанг ҳосил бўлиш хусусияти қўлгина омилларга боғлиқ бўлиб, кенг доирада ўзгариб туради. Асосий омилларга тупроқ ёки заминнинг намлиги ва турини, шамолнинг кучи ҳамда йўналиши, ҳавонинг ҳарорати ва намлигини, машинанинг ҳаракатланиш хусусияти ҳамда тезлигини ва шу кабиларни киритиш мумкин.

Пахта етиштириладиган майдонларда, ёзда, машинани ишлаш вақтида, ҳаводаги чанг миқдори 1,5 - 3,5 г/м<sup>3</sup> га етади. Шуни айтиш керакки, ҳавода чанг миқдори тахминан 0,8 - 1,2 г/м<sup>3</sup> бўлганда кўринувчанлик анчагина ёмонлашади. Ер сатҳидан баландлик ортиб бориши билан чангнинг дисперс таркиби майдароқ бўлиб, унда кварц зарраларининг миқдори кўпайиб боради.

Маълумки, чангга кварц зарралари қанча кўп бўлса, деталлар шунча тез ейилади. Масалан, мотор чангли ҳаво шароитида ишлаганда подшипниклар вкладишлари билан тирсақли валнинг бўйинлари орасидаги тир-

қишнинг катталашуви тоза ҳаволи шароитда ишлагандагидан 10 марта тезроқ содир бўлади. Сирдарё вилояти шароитида ер ҳайдаш пайтида тракторга ҳаво тозаллагич ўрнатиладиган соҳада ҳаводаги чанг миқдори 0,6 - 0,75 г/м<sup>3</sup> атрофида бўлган. Ҳаводаги чанг миқдори 0,5 г/м<sup>3</sup> бўлганда янги трактор моторининг ресурси мотор тоза ҳавода ишлагандагига нисбатан 20 % , чанг миқдори 1 г/м<sup>3</sup> бўлганда эса 60 % камайиши аниқланган.

Автомобил ва тракторларга ўрнатилган ҳозирги ҳаво тозаллагичлар, ҳатто уларга тегишлича техник хизмат кўрсатиб турилганда ҳам, ҳаводаги чангнинг 1 - 2 фоизини, техник хизмат ёмон ўтказилганда, яъни филтрловчи унсурлар ифлосланган, поддондаги мой сатҳи кам бўлганда эса 15 - 20 фоизини ўтказиб юборади.

Тадқиқотлардан маълум бўлишича, цилиндрларга кириб қолган чангнинг 5/6 қисми моторда қолади. Бунда цилиндрга кирган бир грамм чангнинг юқориги белбоғи соҳасидаги диаметрини 10 мкм гача катталашига сабаб бўлади. Мотор мойида механик аралашмалар миқдори 0,5 дан 0,8 % гача ортганда поршендаги юқориги ҳалқаларнинг ейилиш тезлиги 2 баравардан ортиқ зиёдалашади.

Моторга чанг кириш йўллари унинг дисперс таркибини белгилайди. Масалан, ҳаво тозаллагичда чанг тозаланади ва цилиндрларга ҳаво билан бирга фақат энг майда чанг зарралари киради. Цилиндрга мой билан бирга кирадиган зарраларнинг энг катта ўлчами ёнилғи филтрлари ғовақларининг ўлчамлари билан чеклангандир. Мотор қартерига кирувчи чангнинг дисперслиги атмосфера чангига нисбатан олиб қараганда деярли ўзгармайди. Мойни алмаштириш муддатлари бузилганда ундаги ёнмайдиган аралашмалар (асосан абразив зарралар) миқдори анчагина кўпаяди.

Автомобил ва тракторлар трансмиссияси мойларида асосан йўл чангидан иборат бўлган ёнмайдиган зарраларнинг миқдори мой таркибидаги ҳамма қўшилмаларнинг 60 фоизини ташкил этади. Ўтказилган синовлар 0,8 - 2,4 % чанг қўшилган мойда ишлайдиган узатмалар қутисидagi деталлар тоза мойда ишловчи худди шундай деталларга қараганда 1,5 - 5,5 баравар кўпроқ ейилишини кўрсатади.

Ейилиш жараёнига сурков мойи муҳити катта таъсир кўрсатади. Сурков мойи муҳитининг асосий вазифаларидан бири машина деталларининг ишқаланиш кучи ва ейилишини камайтиришдан иборат. Амалда сурков мойи икки қарама-қарши вазифани бажаради: абразив таъсирни сўндирувчи сифатида ва абразив зарраларни ишқаланувчи юзаларга ташиб келтирувчи сифатида ишлайди.

Машина қисмларига абразив зарралар уларни тайёрлаш, ёнилғи - мойлаш материаллари ва суюқликлар қуйиш вақтида ва табиий ейилиш натижасида тушиши ҳам мумкин.

Туташиш жойларидаги тирқишларни тўғри танлаш уларга абразив зарралар кириб қолишининг олдини олиши ва деталларнинг ейилиш жадаллигини секинлаштириши мумкин. Тирқишлардан ўтиб кетадиган



абразив зарралар эса ишқаланувчи жуфтликларнинг ейилиш жадаллигини ошириши мумкин.

Деталларнинг ейилишига чангнинг минералогик таркиби катта таъсир кўрсатади. Деталларнинг абразив таъсирида ейилишга чангнинг қаттиқ зарралари сабаб бўлади. Ейилишга таъсир қилувчи зарраларнинг микроқаттиқлиги қуйидагиларни ташкил этади: кремний оксид (кварц)ники -11-12 ГПА, алюминий оксидники - 21 ГПА, темир оксидники - 9 ГПА.

Шундай қилиб, ёнилғи - мойлаш материалларини ташиш, сақлаш, қуйиш ва машиналардан фойдаланиш чоғида уларда абразив зарралар тўпланади ҳамда ишқаланувчи туташмаларнинг ейилишига сабаб бўлади ҳамда бу билан деталларнинг ва бутун машинанинг ресурсини камайтиради.

#### Машина деталларининг чидамлилиги.

Айрим тракторларнинг ишламай қолгунга қадар ишлаш муддати қуйидагичадир: ЮМЗ - 6Л-400 соат; Т - 4А -120 соат; МТЗ - 80 - 300...320 соат. Республикамизда кенг тарқалган бошқа тракторларнинг ишламай қолгунга қадар ишлаш муддати тахминан 150...350 мотосоатни ташкил этади.

Реклама маълумотларига кўра, АҚШ да ишлаб чиқариладиган тракторларнинг хизмат муддати Ўзбекистон тракторлариникидан қарийб икки марта ортиқдир. Бирок, АҚШ да ва Ўзбекистонда тракторларни ишлаши шароитлари бир - биридан анча фарқ қилишини эсдан чиқармаслик керак. Ўзбекистонда тракторларнинг йиллик ўртача ишлаш муддати 1300 соатга етади, АҚШ тракторлариники эса атиги 520 соатни ташкил этади.

Тошкент вилоятида Т - 4А трактори учун эҳтиёт қисмларнинг ҳақиқий сарфини аниқлаш учун ўтказилган тадқиқот ишлари трактор тuzатилганда асосий деталларга белгиланган меъърдан 14 % кўп маблаг сарфланганини кўрсатди. Узатмаларни ўзгартириш кутиси учун эҳтиёт қисмларнинг энг кўп сарфи: шестерня - 04.37.143 ва 04.37.12 -1 ни, кетинги кўприк учун: сателлитли водило - 04.38.002, втулка - 04.38.111 ни, шестерня - 04.38.116-I ни, охириги узатма учун: шестерня - 04.39.109-I ва гупчак 04.39.116 ни ташкил этади. Т-4А трактори учун эҳтиёт қисмларнинг энг кўп сарфи кетинги кўприкка тўғри келади.

Ейилган сиртларни ўрганиш шуни кўрсатдики, шестернялар кўпинча толиқиб ва абразив таъсирида ейилишга, гупчак - абразив таъсирида ейилишга, бронза втулка эса илашиб қолишга дучор бўлар экан. Втулкалар кўздан кечирилганда уларнинг 80 - 90 фоизи ейилиш туфайли ишга яроқсиз ҳолга келганлиги маълум бўлди.

Кейинги вақтда гидравлик бошқариш тизими билан ускуналган машиналарни қўллаш анча кенгайиб бормоқда. Гидравлик тизимнинг асосий агрегатларидан бири бўлган насослар унинг ишлаш қобилиятини кўп жиҳатдан белгилаб беради. Тракторларнинг ишламай қолиши

статистикасини ўрганиш барча ишламай қолишларнинг тахминан 20 фоизи гидравлик тизимга тўғри келишини кўрсатди. Қишлоқ хўжалик тракторларининг насослари оғир шартда, катта юкланиш ва кўпинча ўта юкланиш билан ишлайди.

Иш суюқлигининг механик аралашмалар билан юқори даражада ифлосланиши филтрлар, сапунлар ва мой бақларини тез-тез тозалаб туришни, иш суюқлигини тезроқ алмаштириб туришни тақозо этади. Гидротизимдаги иш суюқлигининг механик аралашмалар билан ифлосланиши гидроагрегатлар деталларининг ейилиш жадаллигини оширади. Машина ишлаётган вақтда ҳавонинг ҳарорати юқори бўлиши кўзгалувчи бирикмалар сиртининг ҳарорати кўтарилишга олиб келади, бу эса, ўз навбатида, сиртларнинг мойланиш ва уларда ҳимояловчи чегаравий қатламлар ҳосил бўлиш шароити ёмонлашуви туфайли деталларнинг меъёрида ишлаш муддатини қисқартиради.

Машина қисмларнинг ейилишига доир статистика маълумотларини шестерняли насос деталлари мисолида кўриб чиқамиз. Фойдаланиш тажрибасининг кўрсатишича, НШ насосларининг хизмат муддати ўртача 1,5 - 2 йилни, гидротизими катта юкланиш билан ишлайдиган машиналарда (автогрейдерлар, булдозерлар, экскаваторлар, юклагичларда) эса кўпи билан бир йилни ташкил этади. Насосларнинг хизмат муддатини камайтирувчи асосий сабаблардан бири деталларнинг ейилиши экан. Масалан, текширувларнинг 84 фоизда НШ - 32 ва НШ - 46 насосларининг иш унуми деталларнинг ейилиши туфайли, 16 фоизда эса деталларнинг фалокатли ейилиши, поналаниб қолиши ҳамда синиши туфайли чекли иш унумидан кам бўлган.

Қисмларга ажратилган ва яроқли - яроқсизлигини аниқлашда чикитга чиқарилган шестерняли НШ - 46 У насосларидаги асосий деталларнинг ейилиш даражасини микрометраж ёрдамида ўрганилди. Ана шу усул билан 60 та насоснинг втулкалари, етакчи ва етакланувчи ўқларини текширилди.

Ҳар бир ейилган сиртни ўлчаш натижалари статистик ишлаш дастурларидан фойдаланган ҳолда ЭХМ да ишланди. Тадқиқотлар кўрсатишича, 18 ХГТ маркали пўлатдан ясалган етакчи шестернянинг цапфаси ўртача 0,050 мм; етакланувчи шестернянинг цапфалари ўртача 0,010 мм ейилади; уларнинг ўлчамлари меъёридаги қонун бўйича тақсимланмайди. Бр.ОЦС 5-5-5 маркали бронзадан ясалган, тешигининг диаметри  $26^{0,015}_{0,0}$  бўлган втулкаларнинг ўртача ейилиши 0,104 мм га тенг. Ўлчамларининг тақсимланиши меъёрида тақсимланишга яқиндир.

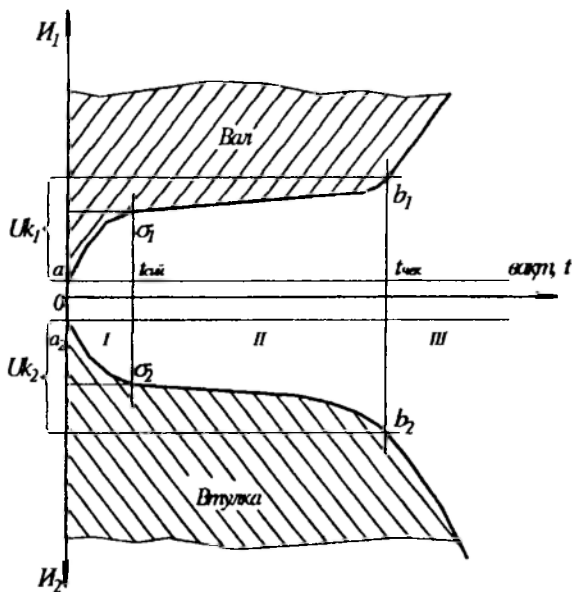
Ишқаланувчи сиртларнинг махсус тадқиқоти натижасида мазкур ҳолда абразив таъсирида ейилиш аниқланди.

## 1.2. Материалларнинг ейилиши, толиқиши ва эскириши.

Машиналар ишлаётганда туташ деталлар ўртасида рухсат этилмаган катталиқдаги тирқишлар пайдо бўлиб, улар машиналарнинг меъёрида ишлашини бузади. Бундай ҳодисанинг асосий сабаби туташ деталларнинг ейилишидир.

Ейилиш тезлиги деганда ейилиш катталигининг шу ейилиш учун кетган вақтга нисбати тушунилади. Ейилиш жадаллиги деб, ейилиш катталигининг шу ейилиш содир бўлган йўлга ёки бажарилган иш ҳажмига нисбатига айтилади.

Аксарият ишқаланувчи сиртлар учун ейилишнинг вақтга намунали боғлиқлиги 1- расмда келтирилган кўринишга эга бўлади. Расмдаги чизиқнинг I қисми сийқаланишга, II қисми - меъёрида ейилиш даврига, III қисми эса фалокатли ейилиш даврига мос келади.  $t_{чек}$  нуқта чекли (энг кагга) ейилишга тўғри келади. Бу нуқтадан ортиқ ейилган детални ишлатиш мақсадга мувофиқ бўлмайди. Расмдаги қолган белгилашлар қуйидагиларни англатади:  $a_1 0$  - вал ўлчамининг номинал ўлчамдан фарқи;  $a_2 0$  - тешик ўлчамининг номинал ўлчамдан фарқи;  $a_1 a_2$  - бошланғич тирқиш;  $0 t_{сый}$  - сийқаланиш вақти;  $\sigma_1 \sigma_2$  - сийқаланишдан кейинги



1-расм. Вал-втулка бирикмаси тирқишининг вақтга боғлиқ ўзгариши.

тиркиш; 1cий tk - меъёрида ишлаш вақти; b1b2 - чекли тиркиш бўлиб тиркиш, бундан катталашганда туташма ишлай олмайди; Uk1, Uk2- вал ва втулканинг чекли ейилиши.

Туташманинг ундан бундан кейин фойдаланиб бўлмайдиган даражада ейилиши *чекли ейилиш* дейилади. Ейилиш тезлиги ва чекли ейилиш қиймати маълум бўлса, мазкур туташма чекли даражада ейилгунга қадар қанча вақт ишлашини ҳисоблаб топиш мумкин бўлади.

Ейилиш - ишқаланишда детал ўлчамларининг тобора ўзгариб бориши жараёни бўлиб, у материалнинг сиртки қатлами ажралиб кўчиши ва қолдиқ деформациясида намоён бўлади.

Ейилиш турларининг бир қанча таснифлари мавжуд. ГОСТ 16529 - 70 га мувофиқ ейилиш турларини қуйидагича таснифлаш қабул қилинган.

1. Механик ейилиш .
2. Молекуляр - механик ейилиш .
3. Занглаб - механик ейилиш (бу турга фреттинг ходисаси туфайли ейилиш ҳам киради).
4. Абразив таъсирида ейилиш (бу турга гидроабразив ва газ - абразив таъсирида ейилиш ҳам киради).
5. Толиқиб ейилиш .
6. Эрозион ейилиш .
7. Кавитацион ейилиш .
8. Қадалиб ейилиш .
9. Оксидланиш натижасида ейилиш .

Шуни айтиб ўтиш керакки, муайян иш шароитларида ейилиш жараёнига таъсир қилувчи ташқи омилларнинг ўзгариши ейилиш турининг ҳам ўзгаришга олиб келиши мумкин. Ейилишнинг ҳар хил турларини ўрганиш ва уларнинг содир бўлиш қонуниятларини аниқлаш машиналар пухталигини оширишга ёрдам беради.

Толиқиб ейилиш. Толиқиб ейилиш назариясига кўра, ейилиш жараёни туташувчи сиртлар кўп марта деформацияланиши натижасида улардаги микронотексикларнинг аста - секин парчинланиши ва толиқиб емирилишидан иборатдир.

Атроф - муҳитнинг адсорбцион - кимёвий таъсир кўрсатиши бу жараёни жадалаштиради, сиртки қатламдаги материалнинг пластик деформацияланиши ва кейин мўртлашиши натижасида емирилишини осонлаштиради.

Материалнинг емирилишигача бўлган циклар сони  $n$  фрикцион боғланишнинг бузилиш турига боғлиқ бўлади. Масалан, микроқирқилиш бўлганда материалнинг ажралиши бир карра таъсирда ( $n = 1$ ) рўй беради, пластик уринишда - материалнинг емирилиши кўп карра таъсирда ( $1 < n < 10^6$ ), эластик уринишда эса жуда кўп сонли уринишда ( $n \rightarrow \infty$ ) рўй беради.

Абразив таъсирида ейилиш. Абразив таъсирида ейилиш тури ҳавода чанг кўп бўлган шароитда кўпроқ учрайди. Урта Осиёда машиналар айнан мана шундай шароитда ишлайди. Шунинг учун бундай шароитда машина деталларининг тахминан 80 фоизи абразив таъсирида ейилиш натижасида ишдан чиқади.

Ейилтирувчи зарралар минерал абразив зарралар бўлиши ҳам, қасмоқ ҳам бўлиши, туташ материаллардан бирининг ейилиши натижасида пайдо бўлган парчинланган металл маҳсулотлар ёки унинг таркибий қисмлари бўлиши ҳам мумкин. Улар турли шаклларда ёки уларнинг қирралари ва ёқлари ейиладиган сиртга нисбатан турли томонларга қараган бўлиши мумкин. Шунинг учун бу қирра ва ёқларнинг ҳаммаси ҳам материалнинг сиртки қатламини қирқиш ва йўнишда қатнашавермайди, уларнинг бир қисми зарра ва материалнинг қаттиқликлари нисбатига, шунингдек зарра ўлчамлари билан туташмадаги тирқишнинг ўлчамлари орасидаги нисбатга қараб материални эластик ёки пластик деформациялаши мумкин. Абразив таъсирида ейилиш механизми ейилаётган сиртда ё юпқа қиринди кўринишида, ёки синдирилган материал тарзида, ёхуд дисперс бўлақлар кўринишида қатлам ажралиб чиқишидан иборат.

Абразив зарралар деталнинг сирти билан кўп марта ўзаро таъсирлашиши натижасида металлнинг ишчи ҳажмида қатламларнинг силжиш зичлиги ортади. Ана шу силжишларда тўпланган энергия ҳисобига, мазкур силжишларнинг ўзаро таъсирлашуви энергияси, нуқтавий нуқсонлар ва бошқа фазаларнинг аралашмалари билан ўзаро таъсирлашуви энергияси ҳисобига деталлар сиртки қатламларида эркин энергия захираси кўпаяди. Ҳар қандай тизимнинг эркин энергия захирасини камайтиришга бўлган интилиши янги сиртлар пайдо бўлган, яъни микродарзлар юзага келган пайтда амалга ошади. Мазкур микродарзларнинг абразив зарралар таъсирида макродарзларга айланиши ейилиш зарраларининг ажралиб чиқишига олиб келади. Абразив зарра материалга узатадиган энергия структурадаги ўзгаришларнинг мустаҳкамланиши, янги фазаларнинг ажралиш жараёнлари ва сиртки қатламдаги бошқа ҳодисаларга сарфланади. Металлларнинг микроҳажми структурадаги ўзгаришларнинг амалга ошишига (агар бу мумкин бўлса), янги фазаларнинг ажралишига, қолдиқ зўриқишлар ҳосил бўлишига, атомлараро боғланиш кучларини енгитишга ва янги сиртлар ҳосил бўлишига етарли бўлган чекли катталиқдаги энергияни ўзига синдирган пайтда материал емирилади.

Абразив таъсирида ейилиш намоён бўлиши учун абразив зарраларнинг қаттиқлиги ейиладиган ишқаланувчи сиртникидан юқорироқ бўлиши шарт. Экскаватор чўмичлари ва тупроқ ишлари билан боғлиқ бошқа машиналарнинг ишчи қурilmалари абразив таъсирида ейилади. Ейилишнинг бу турида деталларнинг ейилишга чидамлилиги уларнинг материали қаттиқлигига тўғри мутаносиб бўлади.

Гидроабразив ва газ - абразив ейилиш жараёни абразив зарраларнинг таъсир қилиш бурчагига боғлиқ. Газ - абразив таъсирида ейилиш чангсимон ёнилғида ишловчи қозонларда, пневматик ташиш қурилмаларида ва шу кабиларда кузатилади. Гидроабразив ейилишга ёнилғи ва гидравлика тизимлари, турли қувурли ўлказгичлар, насосларнинг, тақсимлагичларнинг деталлари дучор бўлади.

Абразив қатламга ишқаланишдаги ейилиш жуда кенг тарқалган бўлиб, қишлоқ хўжалик машиналари ва тракторларнинг, йўл, тоғ-кон, қурилиш ҳамда ташиш машиналарининг деярли ҳамма ишқаланувчи қисмларида учрайди. Бундай ейилишга туташ деталлар орасига кириб қолган эркин абразив зарралар сабаб бўлади.

Абразив қатламга ишқаланишдаги ейилиш:

а) бир сиртта қадалиб қолган абразив зарралар таъсирида бошқа сиртнинг тирналиши натижасида;

б) сиртлар орасида абразив зарралар ҳаракатланиши натижасида содир бўлади. Кейинги ҳолда сиртларда юза ўйиқлар пайдо бўлади.

Агар ишқаланувчи сиртлар орасида кўп миқдорда абразив зарралар бўлса, уларнинг бир қисми материални қирқади (тирнайди), бошқа қисми эса уни ўяди. Зарраларнинг талайгина қисми сиртда ҳеч қандай из қолдирмасдан ҳаракатланади. Абразивларнинг бир қисми майдаланади. Зарраларнинг майдаланиш жараёни ейилиш жадаллигига жуда катта таъсир кўрсатади. Абразив зарра майдаланиши ёки юмшоқ материал “ичига ботиб кетиши” туфайли уларнинг фаоллиги пасайиши мумкин.

Оксидланиш натижасида ейилиш. Мойлаш материаллари таркибида ҳамши маълум миқдорда эриган ва эрмаган кислоталар бўлади. Ишқаланиш чоғида муҳитнинг фаол таркибий қисмлари билан деталнинг сиртки қатламлари материаллари ўртасида кивий реакцияларнинг кечиши учун қулай шароит юзага келади. Мавжуд бўлган эластик ва пластик деформациялар ушбу реакцияларнинг кечишини тезлаштиради. Детал сиртида асосий материал билан мустаҳкам бирикмаган оксид пардалари пайдо бўлади. Сирпаниш пайтида бу пардалар сиртдан ажралади. Кўп марта такрорланадиган бу жараён оксидланиш натижасида ейилиш деб аталади ва детал ўлчамларининг ўзгаришига олиб келади.

Маълумки, ишқаланиш ва ейилиш жараёнлари натижасида материалларнинг жуда юпқа сиртки қатламларида мураккаб ҳодисалар рўй беради. Детал сиртининг сифати сиртнинг ғадир-будирлиги, сиртки қатламнинг физик-механик ҳолати, микроструктураси ва ҳоказолар билан аниқланади. Сиртки қатламнинг сифат кўрсаткичлари деформацияланиш параметрларига, ҳароратга, адсорбция, диффузия, механик ва фаза бўйича мус-таҳкамланиш, бўшашиш ҳодисаларига боғлиқ равишда ўзгариши мумкин. Машина деталларининг ейилишга чидамлилиги технологиявий ишлов бериш пайтида шаклланадиган сиртлар сифатининг бирламчи хусусиятларига ҳам, бевосита ишқаланиш пайтида пайдо бўлиб, ривожлана-

диган иккиламчи ҳодисалар: ишчи сиртлар геометрияси ҳамда хоссаларининг ўзгаришига ҳам боғлиқ. Шу сабабли, технологик ишлов бериш пайтида сиртки қатламларнинг шундай геометрияси ҳамда шундай бирламчи структуралари ва хоссаларини яратиш керакки, улар муайян иш шароитларида яхши томонга ўзгарадиган бўлсин.

Оксид пардаларининг вазифаси ювенил (яланғоч) сиртлар ўзаро уринганда муқаррар равишда содир бўладиган ёпишиб қолиш ҳодисасидан сақлашдан иборат. Бирок, оксид пардалари фақат ейилишдан ҳимоялабгина қолмасдан, балки улар ана шу ейилишни келтириб чиқарувчи омил бўлиши ҳам мумкин. Буни шундай тушунтириш мумкин: кўпгина металлларнинг оксидлари жуда қаттиқ бўлади, шу сабабли кўп ҳолларда улар ишқаланувчи сиртлардан осонгина кучиб чиқади. Ажралган оксид зарралари абразив таъсирга эга бўлади ва ейилишни юзага келтириши мумкин. Абразив муҳит мавжуд бўлган шароитда эса металлнинг айрим жойларида зўриқиш жуда кучайиб кетиши оқибатида сиртнинг оксидланиши ва емирилиши жадаллашади.

Ейиш жадаллигига деталлар сиртининг ғадир - будурлиги катта таъсир кўрсатади. Бу таъсир сийқаланиш даврида айниқса кучли бўлади. Шу боис деталлар сиртининг энг мақбул, яъни ишқаланувчи жуфтликнинг энг кам ейилишини таъминлайдиган ғадир - будурлигини танлаш катта аҳамият касб этади. Агар деталларни тайёрлаш жараёнида ғадир - будирликнинг мазкур ишқаланиш шароити учун энг мақбул балансдиганини ҳосил қилишга эришилса, у ҳолда ейилиш жараёнида у ўзгармайди ва деталнинг сийқаланиш вақти ва ейилиши энг кам бўлади.

Машиналарнинг пухталигига, ейилишдан ташқари, бошқа қатор омиллар ҳам таъсир кўрсатади. Бу омилларга биринчи навбатда материалларнинг толиқишини, пластик деформацияланишини, эгилувчанлигини йўқотишини, магнитланишини, тош (накип) ва сўхта ҳосил бўлишини, электр - механик ва электр - эрозион шикастланишини, кавитация ҳодисасини киритиш керак.

**Материалнинг толиқиши.** Машина ишлаётган вақтда ундаги қисм ва агрегатларнинг кўп деталлари ишораси ўзгарувчан юкланишларга дучор бўлади. Материалларнинг толиқиши деганда, катталиги ёки ишораси жиҳатдан ўзгарувчан юкланишлар кўп марта таъсир қилиши натижасида металда дарзлар пайдо бўлиши ва аста-секин катталашиб бориши тушунилади. Юкланишлар таъсирида пайдо бўлувчи зўриқиш гарчи материалнинг мустаҳкамлик чегарасидан ошмаса ҳам, уни аста - секин емирилишга олиб келади.

Материалларнинг толиқиб емирилишга қаршилик кўрсатиш хусусияти уларнинг мустаҳкамлиги деб аталади. Толиқиш чегараси детал сиртининг сифатига ҳамда фойдаланиш омиллари: детал сиртининг занглаши, ейилиши, механик шикастланишига боғлиқ. Бу омиллар зўриқишнинг

кучайишига олиб келади. Материалларнинг толиқиши билан боғлиқ жараёнлар “Машина деталлари” фанида батафсилроқ кўриб чиқилади.

**Пластик деформациялар.** Иш жараёнида деталларнинг бир қисмига анча юқори ҳарорат ва катта кучлар таъсир этади, натижада уларнинг айрим жойларида материалнинг эластиклик чегарасидан юқори бўлган зўриқиш рўй беради ва пластик деформацияланиш содир бўлади. Бунда баъзи деталлар (рессора пружиналари ва ҳоказо) ўзининг геометрик ўлчамлари ва шаклини ўзгартирмаган ҳолда эгилювчанлик хоссаларини йўқотади.

**Магнитланганликнинг йўқолиши.** Қизиш, урилиш натижасида ва электромагнит майдонлар таъсир этиши оқибатида ускуналарнинг деталлари (генераторлар, роторлар, магнето ва ҳоказо) геометрик ўлчамларини сақлаб қолади, аммо магнитланиш хоссаларини йўқотиш туфайли ишлаш қобилиятидан маҳрум бўлади.

**Тош ҳосил бўлиши.** Таркибида магний ва калций тузлари бўлган сувдан фойдаланилганда совитиш тизими деталларининг деворларида тош ҳосил бўлади. Бу тош сувда кам эрийдиган тузлар ва ҳар хил механик аралашмалардан иборат бўлади. Тош қатлами иссиқликни ёмон ўтказиши ва деталларнинг совушини кескин ёмонлаштиради, бу эса уларнинг ишлаш қобилияти йўқолишига олиб келади.

**Сўхта.** Сўхта деталлар сиртига кучли қизиган газлар ҳамда ёнилғи ва мойнинг ёниш маҳсуллари таъсир этиши натижасида юзага келади. Сўхта иссиқлик узатилиши жараёни меъёрида кечишини бузади, бунинг натижасида эса кўп ҳолларда деталлар ҳаддан ташқари қизиб кетади, баъзи ҳолларда улар сиртидан дарз кетади.

**Занглаш (коррозияланиш).** Автомобиллар, тракторлар ва қишлоқ хўжалик машиналарининг қанотлари, капоти ва кабинасининг қопламаси занглашга энг кўп дучор бўлади. Кимёвий занглашга металлларга қуруқ газлар таъсири этиши оқибатида пайдо бўладиган щикастланишлар киради. Электр - кимёвий занглаш электролиз таъсирида рўй беради.

**Эскириш.** Материалларнинг механик хоссалари уларнинг эскириши натижасида ёмонлашади. Буюмларнинг эскириши атроф - муҳит (ҳаво кислороди, паст ҳарорат, ёруғлик) ҳамда ишлатиш шароити (ҳароратнинг, намликнинг ўзгариши, абразивлар ва ҳоказо) таъсирида уларнинг физик - кимёвий хоссалари ўзгаришидан иборат. Материалнинг эскириши оқибатида металмас материаллардан ясалган деталларда дарзлар пайдо бўлади, уларнинг эластиклиги ва мустаҳкамлиги пасайди.

**Кавитация.** Кавитацион емирилишлар суюқликли совутиш тизимига эга бўлган моторлардаги цилиндрлар гилзасининг сиртида нуқталар тарзидаги уваланиш кўринишида, гидравлик тизим агрегатлари деталларида кузатилади. Кавитация натижасида суюқликнинг босими кескин ўзгариши эвазига буг, газ ёки ҳаво билан тўлган пуфакчалар пайдо бўлади. Бу пуфакчалар ичидаги босим буг босимига мос келади. Пуфакчалар бирла-



шиб, ёрилганда яқин атрофдаги сиртларни шикастлай оладиган даражада кучли ҳарорат ва босим юзага келади.

### 1.3. Асосий атамалар, таърифлар ва пухталиқ кўрсаткичлари.

Пухталиқ назарияси машиналарда ишламай қолишларнинг келиб чиқиш қонунларини ўрганеди. Пухталиққа доир атамалар ва таърифлар андозалаштирилган\* бўлиб, улардан баъзилари қўйида келтирилган.

Ишлаш жараёнида машина тузук, ишлашга лаёқатли, носоз ва ишлашга лаёқатсиз ҳолатлардан бирида бўлиши мумкин.

Машиналарнинг пухталигини ўрганишда турли - туман объектлар кўриб чиқилади. Қўйилган вазифага қараб объект машинанинг алоҳида деталли, кинематик жуфтлиги, агрегати ёки машинанинг ўзи бўлиши мумкин.

Ишлаш қобилияти - объектнинг шундай ҳолати, бунда унинг берилган вазифаларни бажара олишини ифодаловчи барча кўрсаткичларнинг қийматлари меъёрий-техник ва конструкторлик ҳужжатларининг талабаларига мос келади. Меъёрий-техник ва конструкторлик ҳужжатлари деганда давлат андозалари, техникавий шартлар, махсуслотнинг паспорти ва бошқа техник ҳужжатлар тушунилади.

Тузуклик - объектнинг меъёрий - техник ва конструкторлик ҳужжатларидаги ҳамма талабларни қаноатлантирадиган ҳолати.

Носозлик - объектнинг шундай ҳолати, бунда у меъёрий - техник ва конструкторлик ҳужжатларидаги талабларнинг лоақал биттасига жавоб бермайди.

Ишлашга лаёқатсизлик - объектнинг шундай ҳолатки, бунда унинг берилган вазифаларни бажара олишини ифодаловчи бирорта кўрсаткичнинг қиймати меъёрий - техник ва конструкторлик ҳужжатларининг талабларини қаноатлантирмайди.

“Тузуклик” тушунчаси “ишлаш қобилияти” тушунчасидан кенгрокдир. Ишлашга лаёқатли объект носоз бўлиши мумкин, аммо бу носозлик унинг меъёрида ишлашига тўсқинлик қиладиган даражада бўлмайди.

Пухталиқ объектнинг тўртта хусусияти мажмуидан иборат бўлиб, бузилмасдан ишлаш, таъмирлашга (тузатишга) яроқлилик, сақланувчанлик ва чидамлилиқ билан белгиланади.

Бузилмасдан ишлаш- объектнинг ўз ишлаш қобилиятини маълум вақт ичида ёки маълум миқдордаги ишни бажаргунга қадар сақлаб туриш хусусияти.

Таъмирга яроқлилик- объектнинг ишламай қолишлар, шикастла

\* ГОСТ 27.002 - 83 “Надежность в технике. Термины”.

нишлар сабабларини аниқлашга ва олдини олишга ҳамда тузатиш ва техник кўрсатиш орқали уларни бартараф этишга мосланганлик даражасидан иборат хусусияти.

Ишламай қолиш- объектнинг ишлаш қобилияти бузилишидан иборат ходиса.

Сақланувчанлик - объектнинг сақлаш ёки бошқа жойга кўчириш давомида ва бундан кейин соз ҳамда ишлашга лаёқати ҳолатини узлуксиз сақлаб туриш хусусияти.

Чидамлилиқ - мавжуд техник хизмат кўрсатиш ва тузатиш тизимларида объектнинг ўз ишлаш қобилиятини белгиланган охириги ҳолат бошлангунга қадар сақлаб туриш хусусияти.

Охириги ҳолат - объектнинг шундай ҳолатики, ушбу ҳолат юзага келганда хавфсизлик талаблари тузатиб бўлмайдиган даражада бузилиши ёки берилган кўрсаткичларнинг белгиланган чегараларидан йўл қўйиб бўлмайдиган даражада четлашуви, ёхуд фойдаланиш самарадорлиги рухсат этилган энг кам самарадорликдан ҳам пасайиб кетиши, ёки тубдан таъмирлаш зарурлиги туфайли объектдан фойдаланиш тўхталиши зарур. Охириги ҳолатнинг аломатлари ушбу объектга доир меъёрий - техник ҳужжатларда кўрсатилади.

Техник ҳужжатларда белгиланган кўрсаткичдан четта чиқиш меъёрлари ва рухсат этилган чиқишлар кўзда тутилади. Масалан, цилиндр - поршенли гуруҳ деталлари ейилиши оқибатида ички ёниш мотори қуввати камаяди. Охириги қувват шундай қувватки, бунда мотори ейилган трактор кўрсатилган юкни торта олмайд қолади.

### Ишламай қолишлар таснифи

Автомобил ёки трактор корхонада тайёр бўлганидан бошлаб, масалан, кабинасидаги ҳавони мўътадиллаш тизими ишламай қолгунча ўтадиган вақтни унинг хизмат муддати деб қараш мумкинми ёки бу вақт бирор жиддий бузилиш туфайли автомобил ёки трактор ҳаракатлана олмайдиган пайт билан аниқланадими? Буни баҳолашнинг турли мезонлари илгари сурилди, таърифларни мураккаблаштириш бошланиб, уларга ишламай қолишнинг аҳамияти ёки қиймати тушунчаси, уни бартараф этишнинг мураккаблиқ даражаси тушунчалари киритилди.

Ишламай қолишни аниқлашга хизмат қиладиган аломатлар мазкур объектнинг меъёрий - техник ҳужжатларида кўрсатилади.

Машиналарнинг ишламай қолиши деталларнинг ейилиши, синиши, деформацияланиши, механизмлари ёки тизимларининг ростланиши бузилиши, маҳкамланган жойларининг бўшашиб қолиши, ёнилиги, сурков мойи узатилиши тўхтаб қолиши оқибатида рўй бериши мумкин.

Қай тарзда намоён бўлишига қараб, ишламай қолишлар аста - секин ва тўсатдан ишламай қолишларга бўлинади. Қандайдир кўрсаткич ёки

хусусиятнинг тобора ўзгариб бориши натижасида содир бўладиган ишламай қолиш аста - секин ишламай қолиш деб аталади. Фойдаланишнинг истаган даврида юз бериши мумкин бўлган ва тасодифий омилларга боғлиқ бўлган ишламай қолиш тўсатдан ишламай қолиш дейилади.

Буюм ҳолатининг параметрлари унинг ўз вазифасини бажариш сифатини белгилайди. Ҳолат параметрларининг рухсат этилган қийматлардан четлашиши буюмнинг ишлаш қобилияти бузилганини билдиради. Бу турдаги ишламай қолишлар параметрик ишламай қолишлар деб ҳам юритилади. Агар параметрнинг ўзгариши тузатиб бўлмайдиган даражада бўлса (масалан, ейилиш, занглаш, эскириш сабабли), у ҳолда аста-секин ишламай қолиш содир бўлади.

Тўсатдан ишламай қолишлар кўзда тутилмаган юкланишларда, ишчи қурилмалари ифлосланганда ва ҳоказоларда юз берувчи ишлаш қобилиятининг тасодифан ўзгаришидан иборат. Деталларнинг синиши тўсатдан ишламай қолишга мисол бўла олади. Аста-секин ишламай қолишлар пухталик хусусиятларининг қонуний равишда ўзгаришларини ифодалайди. Бу ўзгаришлар одатда деталларнинг меъёрида ейилиши, шунингдек лойиҳалашдаги хатолар, фойдаланиш, хизмат кўрсатиш, тузатиш қондаларининг бузилиши ва бошқалар билан боғлиқ бўлади.

Рўй бериш сабабларига кўра, ишламай қолишлар қуйидаги тўртта туркумга бўлинади:

**Конструкция ишламай қолишлар.** Конструкторнинг хатолари ёки лойиҳалаш усулларининг мукамал эмаслиги ( машина қисмларининг мустаҳкамлиги етарли эмаслиги, улардаги энг муҳим қисмларнинг чанг, нам, ҳарорат ва ҳоказолардан ҳимояланмаганлиги) туфайли юз беради.

**Ишлаб чиқаришдаги хатолар туфайли ишламай қолишлар.** Булар машиналарни тайёрлаш ёки таъмирлаш технологиясининг бузилиши ёхуд мукамал эмаслиги туфайли келиб чиқади. Деталлар юзаларининг сифати ва тайёрланиш аниқлиги одатда рухсат этилган қийматлар майдони ичида бўлади. Ишлаб чиқариш маданияти пастлиги туфайли сифат кўрсаткичлари анчагина фарқ қилганда бир объектнинг пухталлиги бошқасиникидан анча паст бўлиши мумкин. Ишлаб чиқаришдаги хатолар туфайли ишламай қолишлар буюмларнинг фақат бир қисмида кузатилиши мумкин.

**Фойдаланиш пайтидаги ишламай қолишлар.** Фойдаланиш қондалари бузилиши ёки қондаларда кўзда тутилмаган ташқи таъсирлар натижасида юзага келади. Бу ҳол буюмнинг барвақт ишламай қолишига олиб келади. Одатда, бундай бузилишлар фойдаланилаётган машиналарнинг фақат маълум қисмида учрайди.

**Машиналарнинг эскириши натижасида пайдо бўлувчи ишламай қолишлар.** Бундай ишламай қолишлар фойдаланиш ва сақлаш пайтида юз берувчи тузатиб бўлмайдиган даражадаги ўзгаришлар билан боғлиқдир. Мазкур ўзгаришлар натижасида қисмларнинг мустаҳкамлиги,

мувофиклашуви ва ўзаро таъсири бузилади. Ушбу ишламай қолишлар аста - секин ишламай қолишлар жумласига киради.

“Табий эскириш” ва “маънавий эскириш” тушунчаларини фарқ қила билиш керак. Маънавий эскирган буюмлар (автомобиллар, тракторлар, дастгоҳлар ва бошқалар) пухта бўлиши мумкин, ammo уларнинг баъзи кўрсаткичлари янгилариникидан кам бўлади.

1 - жадвал. Ишламай қолишлар таснифи.

Таснифлаш аломатлари	Ишламай қолиш тури ва сабаблари	Ишламай қолишлар улуши, %
Пайдо бўлиш сабаблари	Конструкциявий Ишлаб чиқаришдаги Фойдаланишдаги	15-20 45-50 30-40
Пайдо бўлиш тарзи (вақт ўтиши билан авж олиши)	Тўсатдан Аста - секин	15-20 75-85
Таъсир кўрсатиш даражаси	Хафли Хафсиз	5-7 93-95
Олдиндан билиш мумкинлиги	Башорат қилиш мумкин Башорат қилиб бўлмайд	12-37 63-88
Ишлаш қобилиятини йўқотиш даражаси	Қисман Тўлиқ	85-90 10-15

### Пухталиқ кўрсаткичлари.

Буюмнинг пухталиги (чидамлилиги, бузилмасдан ишлаши, таъмирга яроқлилиги, сақланувчанлиги) даражасини белгиловчи хусусиятлардан ҳар бири кўрсаткичларнинг муайян туркуми билан ифодаланади.

**Чидамлилик кўрсаткичлари.** Машиналар чидамлилигининг асосий кўрсаткичлари куйидагилардир: техник ресурс, белгиланган ресурс, гамма - фойзалдаги ресурс, ўртача хизмат муддати ва ҳоказо.

**Ишлаш муддати** - объектнинг ишлаш давомлилиги ёки иш ҳажми бўлиб вақт, узунлик, юза, ҳажм бирликларида ва бошқа бирликларда ўлчанади.

**Техник ресурс** деб, объектнинг ундан фойдалана бошлагандан ёки тубдан таъмирлангандан сўнг тикланганидан охири ҳолат юзага келгунга қадар бажарадиган ишига айтилади.

**Белгиланган ресурс** - объект хизмат муддати давомида бажарадиган жами иши бўлиб, буни бажариб бўлгандан сўнг қандай ҳолатда бўлишидан қатъи назар, ундан фойдаланиш тўхтатилиши зарур.

**Рўйхатдан чиқариб ташлангунга қадар бўлган ўртача ресурс** - объектнинг ундан фойдаланила бошлагандан то охири ҳолатга келиб

қолганлиги туфайли рўйхатдан чиқариб ташлангунга қадар бажарадиган ўргача иши.

*Гамма - фоиздаги ресурс* - бажариш давомида объект берилган ў фоишлар эҳтимоли бўлган оҳирги ҳолатга етмайдиган иш миқдори.

*Кафолатли ишлаш муддати* - объектдан ишлаш қоидаларига, шу жумладан, сақлаш ва бошқа жойга кўчириш қоидаларига амал қилган ҳолда фойдаланилса, объектни тайёрлаган корхона унинг ана шу муддат давомида бузилмасдан ишлашига кафолат беради ва объектга нисбатан қуйиладиган талабларнинг бажарилишини таъминлайди.

*Хизмат муддати* - объектнинг ундан фойдаланила бошлагандан ёки тубдан таъмирлангандан сўнг оҳирги ҳолатга келгунига қадар ишлаш давомлиги.

Ресурснинг хизмат муддатидан фарқи шундан иборатки, ресурс объектнинг соатларда ўлчанувчи ҳақиқий бажарган иш миқдорининг баҳоси бўлиб, бунда ишда бўлган танаффуслар ва бекор туриб қолишлар вақти ҳисобга олинмайди; хизмат муддати эса машинадан қай тарзда фойдаланишда қатъи назар, у фойдаланишга топширилган пайтдан бошлаб ишга яроқли ҳолатда бўлиш давомлигини ифодалайди.

*Бузилмасдан ишлаш кўрсаткичлари.* Ишламай қолгунга қадар ишлаш муддати деганда таъмирланаётган объектнинг ишлаш муддатини ана шу ишлаш муддати давомида унинг ишламай қолишлари сонининг математик кутилмасига нисбати тушунилади. Агар ишлаш муддати вақт бирикларида ифодаланган бўлса, у ҳолда “бузилмасдан ишлашнинг ўргача вақти” атамаси қўлланиши мумкин:

$$T_{yp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i$$

бу ерда:  $n$  -  $t$  вақт ичида ишламай қолишлар сони;  $t_i$  -  $i$ -нчи объектнинг ишламай қолгунга қадар бажарган иш миқдори.

Бузилмасдан ишлашнинг асосий кўрсаткичи ишлаш эҳтимоли бўлиб, бу давр ичида объектнинг ишламай қолишлари содир бўлмайди:

$$P(t) = (N - N_0) / N$$

бу ерда:  $N$  - синаладиган объектлар сони;  $N_0$  -  $t$  вақт ичида ишламай қолган объектлар сони.

Ишламай қолишлар оқимининг параметри таъмирланадиган объектнинг вақт бирлиги ичида ишламай қолишлари ўргача сонини ифодалайди:

$$\omega(t) = \left( \sum_{i=1}^N m_i(t + \Delta t) - \sum_{i=1}^N m_i(t) \right) / N \Delta t$$

бу ерда:  $m_i$  -  $t$  вақт ичида  $i$ -нчи объектнинг ишламай қолишлари сони;  $\Delta t$  - анча кичик бўлган вақт оралиғи.

Таъмирланмайдиган объектнинг бузилмасдан ишлаш кўрсаткичларига бузилмасдан ишлаш эҳтимоли, ишламай қолгунга қадар бажарилган ўртача иш миқдори ва ишламай қолишлар жадаллиги киради.

Ишламай қолишлар жалаллиги - таъмирланмайдиган объектнинг ишламай қолиш пайдо бўлиши эҳтимолининг шартли зичлиги бўлиб, у кўриб чиқиладиган  $t$  вақт моменти учун, ана шу моментга қадар ишламай қолиш бўлмаганлиги шартли билан аниқланади:

$$\lambda(t) = (N(t) - N(t + \Delta t)) / (N(t) \cdot \Delta t)$$

бу ерда:  $N(t)$  -  $t$  вақтга келиб ишлашга даёқатли объектлар сони.

Таъмирга яроқлилик кўрсаткичлари. Буюмнинг таъмирга яроқлилигини баҳолаш учун куйидаги кўрсаткичлардан фойдаланилади: тиклашга кетган ўртача вақт; берилган вақтда тиклаш эҳтимоли; техник хизмат кўрсатишнинг ўртача умумий нархи ва хоказо.

Тиклашга кетган ўртача вақт битта ишламай қолишни бартараф этиш мақсадида уни излаш ва таъмирлаш учун зарур бўлган мажбурий тўхтатиб қўйиш давомчилигини ифодалайди:

$$T_{\sigma} = \sum_{i=1}^m t_i / m$$

бу ерда  $t_i$  - тиклашнинг давомчилиги (излашга кетган вақт ҳам қўшилади);  $m$  - тикланаётган объектлар миқдори.

Берилган  $P(t \leq t_{\text{моч}})$  вақт ичида тиклаш эҳтимоли машинанинг чега-раланган вақт давомида жорий тузатишни ўтказишга мослаштирилганлик даражасини ифодалайди. Техник хизмат кўрсатишнинг ўртача умумий нархи ана шу тадбирни ўтказишга сарфланадиган меҳнат, иш вақти ва материал миқдорини кўрсатади.

Сақланувчанлик кўрсаткичлари. Сақланувчанлик кўрсаткичларига сақланувчанликнинг ўртача муддати, сақланувчанликнинг гамма - фоиздаги муддати ва бошқа кўрсаткичлар киради. Сақланувчанлик кўрсаткичлари одатда чидамлилик кўрсаткичларига, хусусан, хизмат муддатига мос келади. Мавсумга қараб фойдаланиладиган турли машиналар, алмашма агрегатлар ва метал бўлмаган ҳар хил унсурларни, чунончи, резина шланглар, зичлагич манжеталар, пневматик камералар, покришқалар ва шу кабиларни лойиҳалашда сақланувчанликни таъминлашга катта аҳамият берилади.

Пухталикнинг умумлашган кўрсаткичлари. Буларга тайёрлик коэффициенти  $K_t$  ва техник жиҳатдан фойдаланиш коэффициенти  $K_{\phi}$  киради.

Тайёрлик коэффициенти исталган вақт моментига объектнинг ишлашга лаёқатли ҳолатда бўлиш эҳтимолини ифодалайди (режалаштирилган даврлар бундан мустаснодир, чунки бу даврлар давомида объектдан ўз ўрнида фойдаланиш кўзда тутилмайди):

$$K_t = t / (t + t_t)$$

бу ерда:  $t$  - ишламай қолгунга қадар ишлаш муддати;  $t_f$  - тиклашга кетадиган ўртача вақт.

Техник жиҳатдан фойдаланиш коэффициенти фойдаланишнинг маълум даври мобайнида объектнинг ишлашга лаёқати ҳолатда бўлиш вақти математик кутилмасини объектнинг ишлашга лаёқати бўлишини математик кутилмаси, техник хизмат кўрсатиш билан боғлиқ бекор туриб қолишлар вақти ва фойдаланишнинг ўша даври мобайнида тузатишлар вақтининг йиғиндисига нисбатидан иборат:

$$K_{\phi} = t_y / (t_y + t_{\text{туз}} + t_{\text{тхк}})$$

бу ерда  $t_y$  - объектнинг умумий ишлаш муддати, соат;  $t_{\text{туз}}$ ,  $t_{\text{тхк}}$  - тузатиш ва техник хизмат кўрсатиш чоғида машинанинг бекор туриб қолишларини умумий давомлиги.

Тиклашнинг ўртача вақти ва техник хизмат кўрсатиш ҳамда тузатиш билан боғлиқ жамӣ бекор туриб қолишлар қанча кам бўлса, тайёрлик ва техник жиҳатдан фойдаланиш коэффициентлари шунча катта бўлади.

Машиналарнинг пухталиги билан боғлиқ бўлган амалий масалаларни ҳақ қилишда хусусиятларнинг миқдорий кўрсаткичларини аниқлаб олиш зарур. Бу кўрсаткичлари фойдаланиш даврида йиғилган ёки стенд синовларида олинган маълумотларни таҳлил қилиш йўли билан, шунингдек назарий ҳисоблаш усули билан олиниши мумкин.

Пухталиқнинг миқдорий кўрсаткичлари эҳтимоллик хусусиятига эга бўлади. Шу сабабли улар тадқиқ қилинувчи катталиқлар бўйсунадиган тақсимланиш қонунилари асосида таҳлил қилинади. Шунини айтиб ўтиш керакки, пухталиқни баҳолаш учун фойдаланиш даврида маълумотлар тўплаш ва пухталиқка синаш ҳамиша катта меҳнат сарфи ҳамда моддий харажатлар билан боғлиқдир. Пухталиқ кўрсаткичларини баҳолашнинг назарий ҳисоблаш усуллари ҳозирча амалиётда кам қўлланилмоқда.

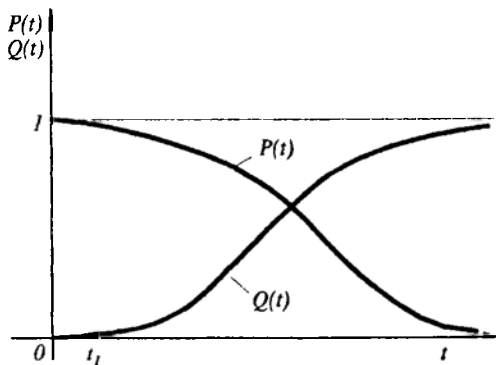
Пухталиқ назарияси авваламбор машинанинг ишлаш қобилиятини белгиловчи деталларнинг ишламай қолиш статистикасини ўрганиш билан шуғулланади. Бунинг биринчи натижаси ишламай қолишларнинг тақсимланиш қонунини аниқлаш бўлади. Ишламай қолиш эҳтимолининг сонли қийматлари, ҳар қандай эҳтимоллик каби, 0 дан 1 гача бўлиши мумкин. 2-нчи расмда объектнинг бузилмасдан ишлаш эҳтимоллиги

$P(t)$  нинг ишлаш давомлиги  $t$  га боғлиқлигини ифодаловчи эгри чиқингнинг умумий кўриниши келтирилган.

Ишламай қолиш эҳтимоли бузилмасдан ишлаш эҳтимолининг тескари қиймати ҳисобланади:

$$P(t) + Q(t) = 1$$

Агар бизга трактор гидротизими тақсимлагичининг  $t$  вақтдаги бузилмасдан ишлаш эҳтимоли 0,9 га тенг эканлиги маълум бўлса, бу ҳол кузатилаётган 10 га трактордан биттасида  $t$  вақтда гидротизимнинг



2-расм. Ишлаш эҳтимоли  $P(t)$  ва ишламай қолиш эҳтимоли  $Q(t)$  нинг вақтга боғлиқлиги.

ишламай қолган бўлиши кераклигини, қолган тўққизтаси эса бузилмасдан ишлаши лозимлигини билдиради. Аммо муайян шаротда бундан анчагина четланишлар бўлиши мумкин, яъни  $P(t) = 0,9$  қийматлар бош тўпламга тааллуқлидир, алоҳида кузатувлар эса ҳаёлий кузатувдан фарқ қилиши мумкин. Кузатилаётган тракторлар сони етарлича кўп бўлганда ҳар ҳолда  $P(t) = 0,9$  бўлади.

Бузилмасдан ишлаш эҳтимоли вақт ўтиши билан камайиб боради. Аксарият унсурлар учун бу эгри чизик экспонентага яқинлашади. Шу сабабли бузилмасдан ишлаш эҳтимолини аниқлаш учун экспоненциал формула қабул қилинган:

$$P(t) = \exp(-\lambda t),$$

бу ерда  $\lambda$  - ишламай қолиш жадаллиги.

$$q(t) = 1 - p(t) = 1 - e^{-\lambda t} = 1 - 1 + \lambda t + \dots;$$

$$q(t) \cong \lambda t,$$

бундан  $\lambda = q(t)/t$ , 1/соат.

Ишламай қолиш жадаллиги кўпинча битта ишламай қолишнинг машина бажарган иш миқдорига нисбати сифатида аниқланади.

Масала. Агар 1000 соат давомида деталнинг бузилмасдан ишлаш эҳтимоли  $P(1000) = 0,95$  дан кам бўлмаслиги зарур бўлса, унинг ишламай қолиш жадаллиги қўпи билан қандай бўлиши мумкин ?

Ечиш

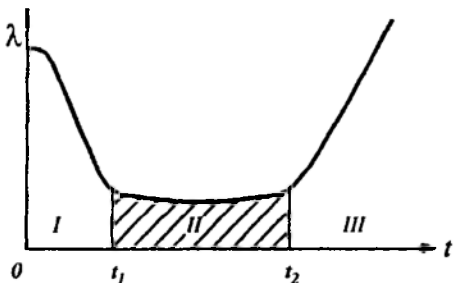
$$\lambda = \frac{1 - p(1000)}{1000} = \frac{1 - 0,95}{1000} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ 1/соат,}$$

Ишламай қолиш жадаллиги вақт ўтиши билан мураккаб қонун бўйича ўзгаради: дастлаб у камаяди (деталларнинг сийқаланиши юз бера-



ди), кейин маълум вақт давомида ўзгармас бўлади (меъёрида фойдаланиш даври) ва шундан сўнг ортиб боради (фалокатли ейилиш ва эскиришнинг бошланиши). Бошланғич даврда ишламай қолиш жадаллиги юқори бўлади. Бунга ишлаб чиқариш жараёнида пайқалмай қолинган яширин нуқсонлар сабаб бўлади.

Буюмни тайёрловчилар уни заводнинг ўзидаёқ сийқалантиришга ҳаракат қилишлари, истеъмолчи эса уни  $t_1$  пайтда, яъни ишламай қолиш эҳтимоли жуда кам бўладиган пайтда олиши керак. Амалда эса истеъмолчи кўпинча тайёр буюмни  $t=0$  бўлган пайтда олади. Тайёрловчи корхонага бу фойдалидир, чунки буюмнинг таннархи арзонлашади, сийқалантириш эса истеъмолчи зиммасига ўтказилади.  $t_1$  ва  $t_2$  орасидаги даврда ишламай қолишларнинг ортишига буюмдан фойдаланувчилар сабабчи ҳисобланади.  $t_2$  вақтдан бошлаб ишламай қолишлар учун буюмни тайёрловчилар техник назорат хизматлари билан биргаликда жавобгардир.  $t_2$  пайтдан бошлаб ишламай қолишлар объектнинг охириги ҳолатга келиб қолиши туфайли рўй беради. Буюмнинг тузилишини такомиллаштириш ишлари ҳамиша унинг ишлаш қобилиятини оширишга қаратилган бўлади. Шу сабабли, агар  $t_2$  олдиндан берилган бўлса, ишламай қолишларга лойиҳаловчилар ҳам жавобгар бўладилар.



3-расм. Ишламай қолишлар жадаллигининг вақт ўтиши билан ўзгариши.

Бузилмасдан ишлашнинг умумий вақти (бунга нуқсонларни тузатиш туфайли бекор туриб қолишлар вақти ҳам киради) буюмнинг тузатишга ярқилигини ифодалайди. Табиийки, тузатишга ярқилик кўрсаткичлари буюмдан фойдаланиш нархини белгилайди, шу сабабли пухталигини ошириш туфайли машина нархининг маълум миқдорда қимматлашуви катта фойдага айланади. Пухталик назарияси, агар машинани ташкил қилган қисмларнинг ишламай қолишлари жадаллиги маълум бўлса, машинанинг бузилмасдан ишлаш эҳтимолини ҳисоблаб топишга имкон беради.

Пухталиқ тўғрисидаги фан ишламай қолишларни камайтиришга имкон берувчи махсус усулларни ишлаб чиққан. Вазифаларни (функцияларни) такрорлаш; бююртмачига заводда сайқалантирилмаган агрегатлар етказиб берилишига барҳам бериш; ишламай қолиш эҳтимоли охириги даражага яқинлашиб қолган агрегатларни алмаштириш ва бошқа чора-тадбирлар шулар жумласидандир. Шунга қўра, гарчи самолёт ер устида юрувчи транспорт воситасига қараганда жуда мураккаб бўлса-да, манзилга самолётда бориш автомобилда боришга нисбатан икки баравар хавфсизроқ ҳисобланади.

#### 1.4. Пухталиқни ўрганишда эҳтимолиқлар назарияси ва математик статистикадан фойдаланиш .

Пухталиқни миқдорий аниқлаш ва қиёсий баҳолаш учун эҳтимолиқлар назарияси хизмат қилади. У оммавий ҳодисаларни яъни кўп қарра синовларда такрорланадиган ҳодисаларни ўрганишга имкон беради.

Синовлар жараёнида намоён бўладиган ҳодисалар воқеалар деб аталади. Воқеалар ишончли, мумкин бўлган, мумкин бўлмаган, биргалиқда содир бўладиган, биргалиқда содир бўлмайдиган, мумкин бўлган ягона, мумкин бўлган тенг, боғлиқ бўлган, боғлиқ бўлмаган воқеаларга бўлинади. Мазкур синов натижасида албатта содир бўладиган воқеа ишончли воқеа дейилади (чиқитта чиқарилган деталлар гуруҳида яроқсиз деталнинг бўлиши). Синов жараёнида рўй бериши ҳам, рўй бермаслиги ҳам мумкин бўлган воқеа мумкин бўлган воқеа деб юритилади, (чунончи, ўрганилмаган тракторни синашда ишламай қолишнинг пайдо бўлиши). Мумкин бўлмаган воқеа деб, синаш натижасида рўй бериши мумкин бўлмаган воқеага айтилади (ишламай қолиш пайтида тракторнинг меъёрида ишлаши).

Агар синов вақтида бир воқеанинг содир бўлиши иккинчи воқеанинг рўй бериш имкониятини йўққа чиқармаса, бундай икки воқеа биргалиқда содир бўладиган воқеалар дейилади. Биргалиқда содир бўлмайдиган воқеалар деб шундай воқеаларга айтиладики, бунда улардан бирининг рўй бериши иккинчисининг рўй бериш имкониятини йўққа чиқаради. Синов чоғида лозақал битгаси содир бўладиган воқеалар мумкин бўлган ягона воқеалар дейилади. Агар синов пайтида мумкин бўлган воқеалардан бир нечтаси рўй берса, ва бунда бир воқеа деб тахмин қилишга асос бўлмаса, у ҳолда бундай воқеалар мумкин бўлган тенг воқеалар деб аталади.

Боғлиқ бўлган воқеалар деб шундай воқеаларга айтиладики, бунда улардан бирининг юз бериши бошқасига боғлиқ бўлмайди (масалан, тракторга ўрнатилган моторнинг ишламай қолиши тракторнинг ишлаш қобилияти йўқолишига олиб келади). Агар бир воқеанинг пайдо бўлиши бошқа воқеанинг рўй бериш эҳтимолини йўққа чиқармаса, бундай

воқеалар боғлиқ бўлмаган воқеалар дейилади (боғлиқ бўлмаган ишламай қолиш).

Воқеанинг эҳтимоллиги деб, ана шу воқеанинг содир бўлишига қулай шароит яратувчи ҳодисалар сонининг биргаликда содир бўлмайдиган, мумкин бўлган ягона ва мумкин бўлган тенг воқеаларнинг жами сонига нисбатига айтилади:

$$P(A) = m/N$$

бу ерда:  $P(A)$  -  $A$  воқеанинг эҳтимоллиги;  $m$  -  $A$  воқеанинг содир бўлиши учун қулай шароит яратувчи ҳодисалар сони;  $N$  - ҳодисаларнинг умумий сони, яъни биргаликда содир бўлмайдиган, мумкин бўлган ягона, мумкин бўлган тенг воқеалар сони.

Эҳтимоллик бирдан катта бўла олмайди, чунки у аниқланадиган касрда сурат махраждан катта бўлиши мумкин эмас.

Мисол.  $K$  - 701 трактори  $t$  вақт давомида синалганда узатмалар қутиси икки марта, мотор беш марта, юриш қисми эса бир марта ишламай қолди. Узатмалар қутисининг ишлаш эҳтимолини аниқланг.

$$P(t) = 1 - Q(t) = 1 - m/N = 1 - 2/8 = 0,75$$

бу ерда:  $m$  - узатмалар қутисининг ишламай қолишлари сони;  $N$  - ишламай қолишларнинг умумий сони.

Тажриба натижасида олдиндан маълум бўлмаган у ёки бу қийматни оладиган катталиқ тасодифий катталиқ дейилади. Фақат айрим қийматларни оладиган тасодифий катталиқларга мисол қилиб ҳосилни йиғиш даврида комбайнларнинг ишламай қолишлари сонини кўрсатиш мумкин. Маълум ораликда исталган қийматни оладиган тасодифий катталиқлар узлуксиз тасодифий катталиқлар деб юритилади (масалан, деталларнинг ейилиш тезлиги, тракторнинг бузилмасдан ишлаш вақти ва ҳоказо).

Агар иккита:  $A$  ва  $B$  воқеалар рўй берса, улардан бирининг ( $A$  ёки  $B$ ) юз бериш эҳтимоли қуйидача аниқланади:

$$P(A \text{ ёки } B) = P(A) + P(B) - P(AB)$$

бу ерда:  $p(A)$  -  $A$  воқеанинг юз бериш эҳтимоли;  $P(B)$  -  $B$  воқеанинг содир бўлиш эҳтимоли;  $P(AB)$  -  $A$  ва  $B$  воқеаларнинг бир вақтда (биргаликда) рўй бериш эҳтимоли.

Мисол.  $T$  - 4А трактори узатмалар қутисининг  $t$  вақт мобайнида бузилмасдан ишлаш эҳтимоли  $P(t)A = 0,95$  ни, кетинги кўприкни эса  $P(t)B = 0,92$  ни ташкил этади.  $T$  - 4А трактори трансмиссиясининг бузилмасдан ишлаш эҳтимолини аниқлаш керак.

Эҳтимолликларни қўшиш формуласига кўра қуйидагига эгамиз:  
 $P_{\text{трак}} = P_{\text{рук}} + P_{\text{ркк}} - P_{\text{рук}} \cdot P_{\text{ркк}} = 0,95 + 0,92 - (0,95 \cdot 0,92) = 0,996$

Боғлиқ бўлмаган бир неча воқеаларнинг биргаликда рўй бериш эҳтимоли ана шу воқеаларнинг эҳтимолликлари кўпайтмасига тенг:

$$P(A_1, A_2, A_3, \dots, A_n) = \prod_{i=1}^n P(A_i)$$

Иккита ва бундан ортиқ бўғиндан (масалан, трактор ва плугдан) ташкил топган машина - тракторли агрегатнинг бузилмасдан ишлаш эҳтимоли улардан ҳар бирининг бузилмасдан ишлаш эҳтимоллари кўпайтириб аниқланади:

$$P_{мта} = \prod_{i=1}^n P_i(A)$$

Мисол. Маълумки, трактор учун  $P_T = 0,8$ , плуг учун эса  $P_P = 0,9$ :

$$P_{мта} = P_T \cdot P_P = 0,72.$$

Пухталиқ назариясида фойдаланиладиган математик статистиканинг асосий вазифалари қуйидагилардан иборат: тасодифий ўзгарувчиларнинг тақсимланиш қонунларини статистика маълумотлари асосида ўрганиш ҳамда турли тақсимланишларнинг номаълум параметрларини ва уларнинг аниқлигини баҳолаш. Тасодифий катталиқнинг сонли хусусиятлари (характеристикалар) қуйидагилардан иборат:

математик кутилма:

$$m = \sum_{i=1}^n t_i P_i;$$

дисперсия:

$$D = \sum_{i=1}^n (t_i - m)^2 P_i$$

Ўртача квадратик четга чиқиш:

$$\sigma = \sqrt{D} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (t_i - m)^2 P_i}$$

## 1.5. Пухталиқ кўрсаткичларининг тақсимланиш қонунлари

Ҳар қандай машинанинг пухта ишлаши кўпга объектив ва субъектив омилларга боғлиқ. Объектив омиллар жумласига атроф - муҳитнинг таъсирини, механик ва бошқа таъсирларни ҳамда машинанинг ичида кечувчи жараёнларни (ейилиш, занглаш, эскириш ва ҳоказо) киритиш мумкин. Субъектив омилларга инсон фаолияти билан боғлиқ омиллар кирилади. Буларга қуйидагиларни киритиш мумкин: машинани лойиҳалашда схемани ва конструктив ечимни танлаш; конструкция таркибига кирувчи қисмларни ва уларнинг материални танлаш; меъёрида

фойдаланиш тартиботларини белгилаш; машинага техник хизмат кўрсатиш ва таъмирлашни ташкил қилиш ҳамда буларнинг технологияси.

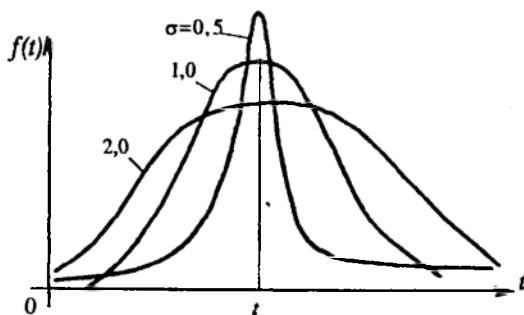
Машиналар пухталигининг кўплаб омилларга боғлиқлиги шунга олиб келадики, машиналарнинг ишламай қолишлари тасодифий хусусиятга эга бўлиб қолади. Машиналар пухталигини уларнинг фойдаланиш шароитида ишлашига доир статистика маълумотлари асосида баҳолаш эҳтимоллик қонуниятларини ва тасодифий омиллар ўртасидаги нисбатларни эҳтимолликлар назарияси ёрдамида аниқлашга имкон беради.

Меъёрида тақсимланиш қонуни.

Меъёрида (нормал) тақсимланиш қонуни ушбу турдаги эҳтимоллик зичлиги билан ифодаланади (4 - расм):

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(t-\bar{t})^2}{2\sigma^2}},$$

бу ерда:  $e$  - ҳақиқий логарифмларнинг 2,71828 га тенг асоси;  $\pi$ -айлана узунлигининг унинг диаметрига нисбати бўлиб,  $\pi$  3,14159 га тенг;  $t$  ва  $\sigma$  мос равишда тасодифий катталиқнинг ўртача қиймати ва дисперсияси.



4-расм. Меъёрида тақсимланиш қонуни учун турли “ $\sigma$ ” қийматларда эҳтимоллик зичлиги.

Меъёрида кесик ва меъёрида логарифмик тақсимланиш меъёрида тақсимланиш қонунининг турлари ҳисобланади. Меъёрида кесик тақсимланиш деб шундай тақсимланишга айтиладики, бунда тасодифий  $t$  катталиқнинг қийматлари икки томонидан маълум чекланишларга эга бўлади. Агар тасодифий  $Y$  катталиқнинг ўнли логарифми  $t = \lg(Y)$ , бўлса

логарифмик меъёрида тақсимланиш дейлади. Ишламай қолиш эҳтимоли  $q(t)$  эҳтимоллик зичлиги функциясини интеграллаш орқали аниқланади:

$$F(t) = q(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_0^{\infty} e^{-\frac{(t-\bar{t})^2}{2\sigma^2}} dt,$$

у ҳолда,

$$P(t) = 1 - \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_0^{\infty} e^{-\frac{(t-\bar{t})^2}{2\sigma^2}} dt,$$

$\sigma=1$  ва  $t=0$  бўлганда тақсимланиш функцияси марказлашган ва меъёрлашган функция деб аталади.

$$F_0(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt,$$

Марказлашган  $F_0(t)$  функция жадвал ҳолига келтирилган. Унинг қийматлари 2 - жадвалда келтирилган:

$$F(t) = F_0\left(\frac{t-\bar{t}}{\sigma}\right); \quad \lambda(t) = f(t) / P(t);$$

Мисол. Занжирли трактордаги узатмалар кутиси вали шлицаларининг ишлаш муддати параметрлари  $\sigma=1500$  соат,  $\bar{t}=6000$  соат бўлган меъёрида тақсимланиш қонунига бўйсунди.  $t = 2500$  соат бўлган ҳол учун  $f(t)$ ,  $p(t)$ ,  $q(t)$ ,  $\lambda(t)$  микдорий хусусиятларни аниқланг.

Ечиш:

$$f(t) = \frac{1}{1500\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(2500-6000)^2}{2 \cdot 1500^2}} = 0,17 \cdot 10^{-4};$$

$$q(t) = F(t) = F_0\left(\frac{t-\bar{t}}{\sigma}\right) = F_0\left(\frac{2500-6000}{1500}\right) = F_0(-2,33),$$

$$q(t) = 1 - F_0(2,33) = 1 - 0,99 = 0,01;$$

$$p(2500) = 1 - q(2500) = 0,99;$$

$$\lambda(t) = f(t) / p(t) = 0,17 \cdot 10^{-4} / 0,99 = 0,1717 \cdot 10^{-4}.$$

2 - жадвал. Мезърида тақсимланиш қонуни функцияси

 $F_n(t)$  нинг қийматлари

t	0,00	0,02	0,04	0,06	0,08
0,0	0,500	0,508	0,516	0,524	0,532
0,1	0,540	0,548	0,556	0,564	0,571
0,2	0,579	0,587	0,595	0,603	0,610
0,3	0,618	0,626	0,633	0,641	0,648
0,4	0,650	0,663	0,670	0,677	0,684
0,5	0,691	0,699	0,705	0,712	0,719
0,6	0,726	0,732	0,739	0,745	0,752
0,7	0,758	0,764	0,770	0,776	0,782
0,8	0,788	0,794	0,800	0,805	0,811
0,9	0,816	0,821	0,826	0,831	0,837
1,0	0,841	0,846	0,851	0,855	0,860
1,1	0,864	0,869	0,873	0,877	0,881
1,2	0,885	0,889	0,893	0,896	0,900
1,3	0,903	0,907	0,910	0,913	0,916
1,4	0,919	0,922	0,925	0,928	0,931
1,5	0,933	0,936	0,939	0,941	0,943
1,6	0,945	0,947	0,950	0,952	0,954
1,7	0,955	0,957	0,959	0,961	0,962
1,8	0,964	0,966	0,967	0,969	0,970
1,9	0,971	0,973	0,974	0,975	0,976
2,0	0,977	0,978	0,979	0,980	0,981
2,1	0,982	0,983	0,984	0,985	0,985
2,2	0,986	0,987	0,987	0,988	0,989
2,3	0,989	0,990	0,990	0,991	0,991
2,4	0,992	0,992	0,993	0,993	0,993
2,5	0,994	0,994	0,994	0,995	0,995
2,6	0,995	0,995	0,996	0,996	0,996
2,8	0,997	0,998	0,998	0,998	0,998
3,0	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999

**Пуассон қонуни**

Агар аниқ  $m$  қийматларида тасодикий катталик частоталарининг эҳтимоли ушбу тенглама билан ифодаланса:

$$P_m = (a^m/m!) \cdot e^{-a},$$

у ҳолда бу катталик Пуассон қонуни бўйича тақсимланади.

Бу ерда:  $P_m$  - тасодикий катталик бўлиб, у мусбат қийматларни (нолни ҳам) олиши мумкин;  $a$  - Пуассон қонуни параметри деб аталувчи қандайдир мусбат катталик.





3 - жадвал.  $e^{-\lambda t}$  нинг қийматлари.

t	$e^{-\lambda t}$	t	$e^{-\lambda t}$	t	$e^{-\lambda t}$	t	$e^{-\lambda t}$
0,01	0,990	0,37	0,691	0,73	0,482	1,09	0,336
0,02	0,980	0,38	0,684	0,74	0,477	1,10	0,333
0,03	0,970	0,39	0,677	0,75	0,472	1,11	0,330
0,04	0,961	0,40	0,670	0,76	0,468	1,12	0,326
0,05	0,951	0,41	0,664	0,77	0,463	1,13	0,323
0,06	0,942	0,42	0,657	0,78	0,458	1,14	0,320
0,07	0,932	0,43	0,651	0,79	0,454	1,15	0,317
0,08	0,923	0,44	0,644	0,80	0,449	1,16	0,313
0,09	0,914	0,45	0,638	0,81	0,445	1,17	0,310
0,10	0,905	0,46	0,631	0,82	0,440	1,18	0,307
0,11	0,896	0,47	0,625	0,83	0,436	1,19	0,304
0,12	0,887	0,48	0,619	0,84	0,432	1,21	0,301
0,13	0,878	0,49	0,613	0,85	0,427	1,22	0,295
0,14	0,869	0,50	0,607	0,86	0,423	1,23	0,292
0,15	0,861	0,51	0,600	0,87	0,419	1,24	0,289
0,16	0,852	0,52	0,595	0,88	0,415	1,25	0,286
0,17	0,844	0,53	0,589	0,89	0,411	1,25	0,286
0,18	0,835	0,54	0,583	0,90	0,407	1,26	0,284
0,19	0,827	0,55	0,577	0,91	0,403	1,27	0,281
0,20	0,819	0,56	0,571	0,92	0,399	1,28	0,278
0,21	0,811	0,57	0,566	0,93	0,395	1,29	0,275
0,22	0,803	0,58	0,560	0,94	0,391	1,30	0,273
0,23	0,795	0,59	0,554	0,95	0,387	1,35	0,269
0,24	0,787	0,60	0,549	0,96	0,383	1,40	0,247
0,25	0,779	0,61	0,543	0,97	0,379	1,45	0,237
0,26	0,771	0,62	0,538	0,98	0,375	1,50	0,223
0,27	0,763	0,63	0,533	0,99	0,372	1,55	0,212
0,28	0,756	0,64	0,527	1,00	0,368	1,60	0,202
0,29	0,748	0,65	0,522	1,01	0,364	1,65	0,192
0,30	0,741	0,66	0,517	1,02	0,361	1,70	0,183
0,31	0,733	0,67	0,512	1,03	0,357	1,75	0,174
0,32	0,726	0,68	0,507	1,04	0,353	1,80	0,175
0,33	0,719	0,69	0,502	1,05	0,350	1,85	0,157
0,34	0,712	0,70	0,497	1,06	0,346	1,90	0,150
0,35	0,705	0,71	0,492	1,07	0,343	1,95	0,142
0,36	0,698	0,72	0,487	1,08	0,340	2,00	0,135

$e^{-t}$  нинг қиймати 3 - жадвалда келтирилган. Тасодифий катталиқ ўртача квадратик четланишининг математик кутилмаси ушбуга тенг:

$$t = 1/\lambda = \sigma.$$

Тақсимланишнинг Вейбул - Гнеденко қонуни.

Агар тасодифий катталиқнинг тақсимланиши Вейбул - Гнеденко қонунига бўйсунса, у ҳолда бундай тақсимланишнинг эҳтимолиқлар зичлиги функцияси:

$$f(t) = \frac{b}{a} \left(\frac{t}{a}\right)^{b-1} e^{-\left(\frac{t}{a}\right)^b},$$

бу ерда  $a$  ва  $b$  - Вейбул - Гнеденконинг тақсимланиш параметрлари бўлиб, улар тажрибалар ўтказиш жараёнида олинган маълумотлар асосида аниқланади. Тақсимланиш параметрларини аниқлашнинг қуйидаги бир қанча усуллари бор: ўзгариш коэффициентининг муайян қийматида жадвал бўйича аниқлаш усули; ҳақиқатга энг юқори даражада яқинлик усули; графоаналитик усул; моментлар усули.

Мисол. В.И.Прейсман маълумотларига кўра СМД - 62 мотори-нинг ресурси статистик қатор кўринишида берилган (4 - жадвал). Тақсимланиш параметрлари ва ўзгариш коэффициенти аниқлансин.

4 - жадвал

Оралиқни ўртача қиймати $t_i$ , соат	1750	2250	2750	3250	3750	4250	4750	5250	5750	6250	6750
Такрорланувчанлик частотаси, $m_i$	2	11	13	19	8	3	3	3	1	1	1

Ечиш. СМД - 62 моторлари ресурсининг математик кутилмасини топамиз:

$$t = t_0 + \Delta t \cdot a_1 = 3340 \text{ соат};$$

бу ерда:  $t_0 = 1250$  соат;  $\Delta t = 500$  соат:

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^k m_i t_i'}{\sum_{i=1}^k m_i} = 4,18; \quad t_i' = \frac{t_i - t_0}{\Delta t}$$

Ўртача квадратик четланишни аниқлаймиз:

$$\sigma = \Delta t \sqrt{(a_2 - a_1)^2} = 1040;$$

бу ерда:

$$a_2 = \frac{\sum_{i=1}^k m_i (t_i')^2}{K} = 21,78;$$

Ўзгариш коэффициенти  $v = \sigma/t = 1040/3340 = 0,311$  га тенг бўлади. Жадваллаштирилган қийматларга кўра,  $v = 0,311$  бўлганда (5-жадвал)  $b = 3,57$ ;  $c_b = 0,28$ , у ҳолда  $a = \sigma/c_b = 3714$ .

Тақсимланишнинг Вейбул - Гнеденко қонуни амал қилганда пухталикнинг асосий хусусиятлари ўртасидаги боғлиқликни ушбу тенгламалар орқали ифодалаш мумкин:

$$q(t) = \int_0^t f(t) dt = 1 - e^{-\left(\frac{t}{a}\right)^b}$$

$$P(t) = e^{-\left(\frac{t}{a}\right)^b}.$$

Мазкур ҳолда ишламай қолишлар жадаллиги қуйидагича ифодаланади:

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)} = \frac{b}{a} \left(\frac{t}{a}\right)^{b-1}$$

Ишламай қолгунга қадар ишлаш муддатининг ўртача миқдорини ушбу кўринишда ёзиш мумкин:

$$t_{yp} = \frac{\sigma}{v}.$$

**Реллейнинг тақсимланиш қонуни.**

$v = 0,52$  ва  $b = 2$  бўлганда Реллей қонуни амал қилади. Бу ҳолда ишламай қолишларнинг юзага келиш пайтларини тақсимланишида эҳтимоллик зичлиги қуйидаги кўринишда бўлади:

$$f(t) = \frac{t}{\sigma^2} e^{-\left(\frac{t^2}{2\sigma^2}\right)}.$$

Реллейнинг тақсимланиш қонуни эскирганлиги яққол билиниб турадиган деталларнинг чидамлилигини аниқлашда қўлланилади.

5 - жадвал. Вейбулнинг тақсимланиш қонуни параметрлари  
ва коэффициентлари

b	$K_b$	$C_b$	$v$
0,8	1,133	1,428	1,261
0,9	1,052	1,171	1,113
1,0	1,000	1,000	1,000
1,1	0,965	0,879	0,910
1,2	0,941	0,787	0,837
1,3	0,934	0,720	0,776
1,4	0,911	0,660	0,724
1,5	0,903	0,613	0,679
1,6	0,897	0,574	0,640
1,7	0,892	0,540	0,605
1,8	0,889	0,511	0,575
1,9	0,887	0,486	0,547
2,0	0,886	0,463	0,523
2,1	0,886	0,443	0,500
2,2	0,886	0,425	0,480
2,3	0,886	0,408	0,461
2,4	0,886	0,393	0,444
2,5	0,887	0,380	0,428
2,6	0,888	0,367	0,413
2,7	0,889	0,355	0,399
2,8	0,890	0,344	0,387
2,9	0,892	0,334	0,375
3,0	0,893	0,325	0,363
3,1	0,894	0,316	0,353
3,2	0,896	0,307	0,343
3,3	0,897	0,299	0,334
3,4	0,898	0,292	0,325
3,5	0,900	0,285	0,316
3,6	0,901	0,278	0,308
3,7	0,902	0,272	0,301
3,8	0,904	0,266	0,294
3,9	0,905	0,260	0,287
4,0	0,906	0,254	0,280
4,1	0,908	0,246	0,274
4,2	0,909	0,244	0,268

Пухталикнинг асосий микдорий хусусиятлари орасидаги боғлиқликни Реллейнинг тақсимланиш қонунига кўра қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$P(t) = 1 - \int_0^t f(t) dt = e^{-\frac{t^2}{2\sigma^2}};$$

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)} = \frac{t}{\sigma^2};$$

$$t_{yp} = \int_0^{\infty} P(t) dt = \int_0^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2\sigma^2}} dt = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \sigma.$$

## 2 - боб. Машиналар пухталигини ҳисоблашнинг амалий усуллари.

### 2.1. Пухталиқни ҳисоблаш тартиби.

Маълумки машинанинг ишламай қолиши тўсатдан ва аста - секин содир бўлади. Унинг умумий пухталиғи ишламай қолишларнинг ана шу турларига доир бузилмасдан ишлаш эҳтимолини кўпайтириш орқали баҳоланади:

$$P(t) = P_T(t) P_a(t),$$

бу ерда:  $P_T(t)$  - тўсатдан ишламай қолиш чоғида бузилмасдан ишлаш эҳтимоли;  $P_a(t)$  - аста - секин (ейилиш туфайли) ишламай қолиш пайтида бузилмасдан ишлаш эҳтимоли.

Пухталиқни ҳисоблашда қуйидаги изчиликда иш кўриш тавсия этилади.

1. Пухталиқнинг мустақил хусусиятларини аниқлаш мумкин бўлиши учун буюм алоҳида қисмларга ажратилади. Бу қисмлар мустақил бўлгани маъқул.

2. Буюмнинг функционал - тузилиш схемаси тузилиб, унга заҳира қисмлар киритилади.

3. Буюмнинг ё бир циклик иши учун, ёки бутун хизмат муддати учун намунавий иш тартиби тузилиб, унда ишлаш тартиботлари ва ишлаш шароитлари кўрсатилади. Буюм тайёрлашнинг турли босқичларида пухталиқни ҳисоблаш ишлари танланади (6 - жадвал).

6 - жадвал. Буюм тайёрлашнинг босқичлари ва пухталиқни ҳисоблашнинг уларга мос турлари

Буюм тайёрлаш босқичлари	Пухталиқни ҳисоблаш ишлари
Техник топшириқни ишлаб чиқиш	Пухталиқ кўрсаткичларининг қийматларини асослаш (меъёрларни аниқлаш)
Эскиз (хомаки) лойиҳаси	Пухталиқни тахминан ҳисоблаш (тузилиш пухталигини аниқлаш)
Техник лойиҳа	Ишлаш тартиботларини ва ишлаш шароитини ҳисобга олган ҳолда пухталиқни аниқ ҳисоблаш
Ишчи лойиҳа	Кўшимча омилларни, ейилиш шароитини, ишламай қолишлар жадаллиги катталигининг таъриқлигини эътиборга олган ҳолда пухталиқни узил - кесил ҳисоблаш
Тайёр бўлган намуна	Пухталиқнинг эришилган даражасини тажриба йўли билан баҳолаш

## Машинани лойиҳалаш босқичлари.

Машинани яратишда турли мутахассислар қатнашадилар. Бу жараён куйидаги босқичлардан иборат бўлади: янги машина яратиш зарурлигини ёки мавжудларини замонавийлаштириш (такомиллаштириш) кераклигини асослаб бериш ва бу ишлар билан боғлиқ бўлган илмий - техник тадқиқотлар; конструкторлик лойиҳасини тузиш; тажриба намуналари тайёрлаш, уларни синаш, шу жумладан, давлат синовидан ўтказиш, маромига етказиш ва ишлаб чиқарувчи корхонага (буюртмачига) топшириш; машиналарни сериялаб ишлаб чиқариш.

Масалан, тракторни яратиш зарурлиги асосан унинг типажини (тортиш синфини) ишлаб чиқиш босқичида асослаб берилади. Бунда илмий тарзда олдиндан аниқлаш усулидан фойдаланилади, бозорнинг яратилажак тракторга бўлган талаб - эҳтиёжлари эътиборга олинади. Техник топшириқда тракторнинг вазифаси, унинг техник хусусиятлари, ишининг сифат кўрсаткичлари, конструкторлик ҳужжатлари, лойиҳани бажариш муддатлари, ишлаб чиқариш дастури кўрсатилади.

Техник топшириқ буюмни ишлаб чиқувчи томонидан, буюртмачининг техник - иқтисодий жиҳатдан асосланган талаблари асосида тузилади. Техник топшириқ машинани лойиҳалаш учун бошланғич ҳужжат бўлиб ҳисобланади.

Кейин конструкторлик ҳужжатларини ҳозирлашга киришилади. Конструкторлик ҳужжатлари машинанинг тузилиши ҳақидаги маълумотларни, унинг лойиҳасини ишлаб чиқиш, тайёрлаш, текширувдан ўтказиш, қабул қилиб олиш, синаш, фойдаланиш ва тузатиш учун зарур бўлган барча маълумотларни ўз ичига олади. Лойиҳаловчилар тасдиқланган техник топшириқ асосида техник таклиф тайёрлайдилар. Техник таклифда, яратиладиган ва мавжуд машиналарнинг тузилиши ва ишлатиш хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда, кўйилган вазифани ҳал этишнинг мумкин бўлган вариантларини асоси ва баҳоси, мазкур вариантларнинг патент жиҳатидан софлиги ва рақобатлашиш лаёқати тўғрисидаги маълумотлар, лойиҳанинг ҳажми ва бажарилиш муддатлари ҳақидаги маълумотлар бўлади.

Конструкторлик лойиҳаси эскиз, техник ва ишчи лойиҳалардан иборат бўлади. Сериялаб ишлаб чиқарилаётган мавжуд машиналарни замонавийлаштиришда эскиз лойиҳаси тузишмаслиги мумкин.

Эскиз лойиҳаси машинанинг вазифаси, тузилиши, ишлаш негизи ва асосий параметрлари тўғрисида умумий тасаввур беради. Эскиз лойиҳасида конструкциянинг батафсил кинематик ишланмаси билан бир қаторда, машинадаги асосий қисмларнинг ўзига хос хусусиятларини аниқлаш йўллари ҳам кўрсатилади.

Техник лойиҳани тузиш босқичида машина ва ундаги асосий қисмларнинг умумий кўриниши чизмалари чизилади. Трактор учун бу босқичда тушунтириш хаги тузилиб, унда тракторнинг тортиш хусусият-

лари, тузилишининг тавсифи ва тракторни тортишга, динамикавий, мустаҳкамликка, техник - иқтисодий жиҳатдан ҳисоблашлар кўрсатилади. Тракторнинг техник лойиҳаси қисмлар, йиғма бирликларининг чизмаларини, бутлаш буюмларининг, махсус асбобларнинг рўйхатини ўз ичига олади. Тушунтириш хатида ана шундай синфдаги тракторнинг мавжуд конструкциялари тавсифи, ~~маъжур~~ лойиҳага киритилган кўрсаткичлар билан эришилган кўрсаткичларнинг қиёсий баҳоси, шунингдек мамлакат ва чет элда чиқарилаётган шунга ўхшаш тракторларга нисбатан қиёсий баҳоси келтирилади.

Техник лойиҳани тузишда тайёрлаш технологиясига, ишлаб чиқариш қўламига, иқтисодий самарадорликка, хавфсизлик техникасига доир ва бошқа масалалар кўриб чиқилади. Барча техник ҳисоблар батафсил ва тўлиқ ҳажмда бажарилади. Лойиҳа устида ишлашда кўплаб мутахассислар, шу жумладан, технологлар қатнашади. Техник лойиҳада ҳамма ечимлар, шу жумладан, қисм ва деталларнинг тузилишига доир ~~ечим~~лар ҳам, узил-кесил ишлаб чиқилади, тегишли конструкторлик ҳужжатлари эса ишчи ҳужжатларни тузиш учун тайёрланади.

Ишчи лойиҳани тайёрлаш босқичида ҳар бир деталнинг ишчи чизмалари, деталларни тайёрлаш, қабул қилиб олиш, сақлаш ва ташиш учун спецификациялар, техник талаблар тузилади. Материаллар сарфи тахминан аниқланади, сотиб олинadиган детал ва қисмлар тўғрисида маълумотлар, техник паспорт ва ишлатишга доир йўриқнома, синовлар дастурининг лойиҳаси тузилади. Ишчи лойиҳани тайёрлаш охириг босқич бўлиб, унда машина қисмларининг конструкциясини тўлиқ деталлаштириш кўзда тутилган бўлади.

Конструкторлик ҳужжатлари конструкторлик ҳужжатларининг ягона тизими (КХЯТ) талабларини қаноатлантириши зарур. Маромига етказиш ва ишда синаш учун машинанинг тажриба намуналари тайёрланади. Машинани яратиш жараёнида синовлар муҳим ўрин эгаллайди. Синов вақтида машинанинг техник топшириққа, давлат андозалари ва техник ҳужжатлардаги талабларга мувофиқлиги аниқланади, шунингдек унинг техникавий савиясига баҳо берилади. Синов натижаларига асосланиб машинани сериялаб ишлаб чиқариш учун техник ҳужжатлар тасдиқланади.

Машиналар пухталигининг микдорий кўрсаткичлари талаб этилган даражада бўлишини таъминлаш лойиҳачилар, технологларнинг ва ундан фойдаланувчиларнинг вазифасидир. Машинанинг пухталиги энг аввало унинг қуйидаги кўрсаткичлари билан аниқланади: бузилмасдан ишлаш эҳтимоли; ишламай қолишлар жадаллиги; ишламай қолгунга қадар ўртача ишлаш вақти ва ана шу вақтнинг тарқоқлиги; гамма - фонздаги ресурси ва бошқа айрим кўрсаткичлари.

Машинанинг хизмат муддатини олдиндан айтиб бериш учун албатта ана шу кўрсаткичларни билиш шарт. Деталларининг, ишқаланувчи қисмларининг сийилиши туфайли машиналарнинг ишламай қолиши тез-тез



содир бўлиб тургани учун (60 - 80%) ейилиш тезлиги билан пухталиқ кўрсаткичлари ўртасидаги боғлиқликни таҳлил қилиш ҳам катта аҳамият касб этади. Машиналарнинг пухталиги кўрсаткичларини, шу жумладан, уларнинг чидамлилигини тажриба, назарий ва аралаш усуллар билан аниқлаш мумкин.

Машина қисмлари пухталигининг миқдорий кўрсаткичларини баҳолаш учун тажриба усуллари қўлланилган баъзи ҳолларда моддий сарфлар ортиб кетиши, синовлар муддати бир неча йилга чўзилиб кетиши мумкин. Механик тизимларнинг пухталиқ кўрсаткичларини аниқлаш мақсадида синовларнинг тезлаштирилган усуллари қўлланилганда эса вақт бўйича ўхшашлик мезонларини таълаш қийинлиги туфайли катта хатоликларга йўл қўйилади ва ҳоказо.

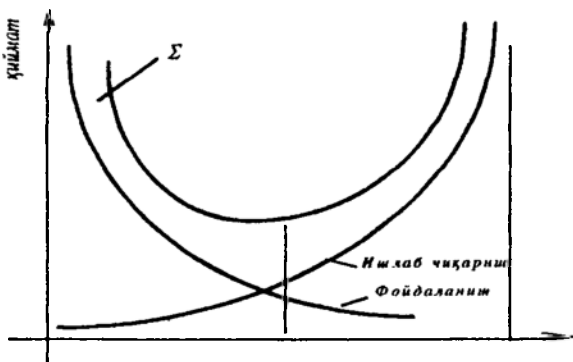
Пухталиқни ҳисоблашнинг назарий усулларини қўллашдаги жиддий қийинчиликлар шундан иборатки, биринчидан, деталларнинг узок муддат ишлашини белгилувчи ейилиш ҳодисаларининг табиати ҳали тўлиқ очилмаган, иккинчидан, назарий тадқиқотлар усуллари маълум даражада мураккаб ва кенг қўламдир.

## 2.2. Янгидан яратилаётган машинанинг тузилиш пухталигини олдиндан аниқлаш.

Пухталиқ кўрсаткичларининг қийматларини асослаш. Пухталиқ меъёрлари қуйидаги усуллардан бири ёрдамида аниқланиши мумкин.

1. Буюмни тайёрлаш ва ундан фойдаланиш энг арзонга тушишини белгилувчи мезон (самаралар мезони) бўйича.

2. Мавжуд қўрилмалао аналогияси бўйича.



7-расм. Ҳаражатлар ва маҳсулотларнинг пухталиги ўртасидаги боғлиқлик.

3. Мутахассис - экспертлардан бирма-бир сўраб чиқиш орқали.

4. Амалда мумкин бўлмаган воқеа принципи бўйича.

Одатда, пухталиги паст бўлган буюмлар арзонга тушади, ammo улардан фойдаланиш қимматга тушади (7 - расм). Жами харажатлари энг кам бўлган энг мақбул пухталик соҳаси мавжуддир. Машина, берилган аниқ бир шароит учун қанчалик зарур бўлса, шу даражада пухта бўлиши керак. Алоҳида деталлар чидамлилигини чексиз ошириб боришга интилиш бефойда, чунки деталларнинг хизмат муддати машинанинг буткул хизмат муддатидан анча ошиб кетиши мумкин.

Таркибий қисмларнинг юксак даражада пухталиги таъминлаш, бир қарашда ғалати туюлса-да, лойиҳаловчиларни тизимга ортиқча захира қисмлар киритишга мажбур қилади, бу эса буюмни қимматлаштириб, унинг ташқи ўлчамлари, оғирлиги ва нарҳини ошириб юборади.

Пухталикни тахминан ҳисоблаш. Эскиз лойиҳасини тузишда тузилишининг пухталигини тахминан ҳисоблаш амалга оширилади. Бунда бўлгуси конструкциянинг кинематик схемаси тузилади. Биринчи яқинлашишда аста - секин ишламай қолишлар эҳтимоли 1 га тенг қилиб олинади:  $P_a = 1$ .

Тахминан ҳисоблаш 2 вариантда амалга оширилиши мумкин:

1). Объектнинг берилган  $P(t)$  катталиги бўйича алоҳида унсурларини кўрсаткичи аниқланади;

2). Алоҳида унсурлар учун берилган катталиққа кўра - бутун конструкциянинг бузилмасдан ишлаш эҳтимоли  $P(t)$  аниқланади. Агар олинган натижа пухталикнинг белгиланган меъёрига тўғри келмаса, у ҳолда тизимдаги алоҳида унсурларнинг пухталигини ошириш учун бошқа имкониётларни кидириб топиш керак.

Мисол. Механизм мотор, редуктор ва иш қурилмасидан ташкил топган. Агрегатларнинг ҳар бирида мос равишда 15, 5 ва 20 та детал бўлиб, уларнинг бузилмасдан ишлаш эҳтимоли бир хил, яъни  $\lambda = 2 \cdot 10^{-6}$  га тенг.  $t = 1000$  соат ишлаш давомида уларнинг бузилмасдан ишлаш эҳтимоли 0,95 дан кам бўлмаслиги, яъни  $P(1000) > 0,95$  бўлиши талаб қилинади.

Ечиш:

$$P_a(t) = 1 ; P_r(t) = e^{-\lambda t} ;$$

Моторнинг бузилмасдан ишлаши

$$P = e^{-20(2 \cdot 10^{-6} \cdot 1000)} = 0,98$$

Редукторнинг бузилмасдан ишлаши

$$P = e^{-15(2 \cdot 10^{-6} \cdot 1000)} = 0,985$$

Иш қурилмасининг бузилмасдан ишлаши

$$P = e^{-5(2 \cdot 10^{-6} \cdot 1000)} = 0,995$$

$$P = P_{\text{мот}} \cdot P_{\text{ред}} \cdot P_{\text{рик}} = 0,985 \cdot 0,995 \cdot 0,98 = 0,96.$$

Тузилишнинг пухталигини тахминан ҳисоблашда (эскиз лойиҳасини тайёрлаш босқичида) қуйидаги масала пайдо бўлиши мумкин. Мавжуд намунанинг бузилмасдан ишлаш эҳтимоли  $P_{\text{нам}}$  ва мазкур намуна таркибига кирувчи унсурларнинг бузилмасдан ишлаш эҳтимоли  $P_i$  маълум. Шунга ўхшаш янги моделнинг бузилмасдан ишлаш эҳтимолига нисбатан янги талаблар қўйилади. Моделдаги алоҳида унсурларнинг бузилмасдан ишлашига нисбатан қўйиладиган талабларни қандай тақсимлаш керак?

Масаланинг тақрибий ечими. Барча унсурларнинг бузилмасдан ишлаш эҳтимолини тенг деб олсак, ушбуга эга бўламиз:

$$P_{\text{НАМ}} = k P^n;$$

$$P = \sqrt[n]{\frac{P_{\text{НАМ}}}{k}}.$$

Техник лойиҳани тузишда машинанинг ишлаш тартиботлари ва шароитини ҳисобга олган ҳолда унинг пухталиги аниқ ҳисоблаб чиқилади. Ейилиш туфайли ишламай қолишлар ҳозиргача ҳисобга олинмаган эди. Ишлаш шароитини ҳисобга олиш ишламай қолишлар жадаллигини ҳаминша  $I$  дан катта бўлган захира коэффициенти  $K_\lambda$  га кўпайтириш йўли билан амалга оширилади:

$$\lambda_i = \lambda_{j0} \cdot K_\lambda$$

бу ерда:  $\lambda_i$  - ишламай қолишлар жадаллиги;  $K_\lambda$  - захира коэффициенти;  $\lambda_{j0}$  -  $\lambda$  ни ҳисоблаб топилган энг кичик қийматлари. Одатда  $K_\lambda$  нинг қийматлари  $1 < K_\lambda < 1000$  атрофида бўлади. Масалан, самолёт учун  $K_\lambda = 120 \dots 150$ .

Ишчи лойиҳа. Пухталиқни тўлиқ ҳисоблашда барча мумкин бўлган омиллар ҳисобга олинади. Бунда ҳамма иш шароитлари, мавжуд ейилиш гартиботлари, эскириш, занглаш таъсирлари эътиборга олинади. Бундан ташқари, ишламай қолишлар жадаллиги қийматининг мумкин бўлган тарқоклиги ҳам ҳисобга олинади. Бу қиймат тажриба вақтида аниқланиши керак.

### 2.3. Деталларни мустақкамликка ҳисоблаш.

Объектни лойиҳалаш унинг тузилишини муҳандислик нуқтаи назаридан ишлаб чиқишдан иборат. Фан - техника тараққиёти лойиҳачилардан асосий кўрсаткичлари юқори даражада бўлган машиналар яратишни тақозо этмоқда. Бундай кўрсаткичларнинг асосийларига тежамлилик, пухталиқ, ресурс, материал сарфи, тайёрлашнинг қулайлиги ва хизмат

кўрсатишнинг осонлиги киради. Яратиладиган объект айтиб ўтилган талабларни қаноатлантириши учун уни лойиҳалаш чоғида янги конструкторлик ечимларидан фойдаланилмоғи зарур. Лекин бу гапимиз, конструкциянинг узвийлигидан воз кечиш ва ўзини оқлаган эски конструкциялар, деталлар ва қисмлардан фойдаланмаслик керак, деган маънони билдирмайди, албатта.

Мисол тариқасида қуйидагиларни кўриб чиқамиз. Замонавий моторларнинг солиштирма қуввати узлуксиз ошириб борилиши натижасида уларнинг деталларидаги ҳарорат ва зўриқиш ҳам ортиб бормоқда. Шу сабабли замонавий моторлар яратишда деталларини мустаҳкамликка ҳисоблаш катта аҳамият касб этади. Мотор деталларини мустаҳкамликка ҳисоблаш ўз ичига қуйидаги босқичларни олади: ҳисоблаш схемасини тузиб, унда конструкциянинг энг муҳим хусусиятларини ва деталларнинг юкланиш шароитини кўрсатиш; мазкур схемани ҳисоблашнинг ҳозирги замон усуллари ёрдамида таҳлил қилиш; ана шу таҳлил асосида амалий хулосаларни муайян бир конструкцияга нисбатан таърифлаш.

Мотор деталларини мустаҳкамликка ҳисоблашнинг илгари қўлланилган усуллари ҳеч қандай эътирозларга дуч келмаган, чунки у пайтларда моторларнинг кучайтирилиш даражаси кичик ва ўртача эди, лекин уларнинг мустаҳкамлик захираси нисбатан юқори эди. Ҳозирги вақтда эса деталлар геометриясини ва уларнинг юкланиш шароитини анча аниқ ҳисобга оладиган ҳисоблаш усуллари талаб этилади.

Мустаҳкамликка ҳисоблашдан асосий мақсад талаб этилган ресурс давомида объектнинг пухта ишлашини таъминлайдиган деталлар ҳамда қисмларнинг параметрлари ва ўлчамларини асослаб беришдан иборат. Бундай ҳисоблаш объектни яратиш ва маромига етказиш билан боғлиқ бўлган, қимматга тушадиган, ҳаддан ташқари кенг қўламли тажриба ишларига ажратиладиган вақтни анча қисқартиради.

Замонавий машиналарни лойиҳалашнинг ўзига хос томонлари шундан иборатки, бунда уларнинг сифатини ошириш билан бир қаторда, тузилишини мураккаблаштириш ҳамда хизмат муддатини узайтириш кўзда тутилиши керак. Бунинг устига, лойиҳалаш автоматлаштиришни тақозо этади. Бундай шароитда ҳисоблашнинг аҳамияти ортади. Шу сабабли ҳисоблаш ЭХМ ёрдамида амалга оширилиши ҳамда сифат жиҳатидан янги, юқори савияда бажарилиши керак.

Машина ва унинг деталларини мустаҳкамликка ҳисоблашнинг асосида ҳисоблаб топилган зўриқиш ва жадвалларда келтирилган материалнинг зўриқишга чидамлилигини ўзаро таққослаш ётади.

$$n \cdot \sigma_{\text{жис}} \leq [\sigma]_{\text{жадв}}$$

бу ерда:  $n$  - захира коэффициентини ;  $\sigma$  - зўриқиш.

## 2.4. Машина деталарининг ишлаш қобилиятини ва чекли аҳволини ҳисоблаш.

Машиналардан фойдаланиш жараёнида кўпинча ейилган деталлар бундан кейин ўз вазифасини бажара оладими ёки уларни алмаштириш керакми деган масалани ҳал қилишга тўғри келади. Деталлар ёки туташмаларнинг чекли даражада ейилганини аниқлаш учун техник, технологик (иш сифати) ва иқтисодий мезонлардан фойдаланилади. Агрегатларнинг чекли аҳволдалигини аниқлашда шуни эсдан чиқармаслик лозимки, ҳамма вақт агрегатнинг ресурсини белгилловчи асосий туташмани ажратиб кўрсатиш мумкин. Чунончи, замонавий автотрактор моторларида бундай туташма цилиндр - поршенли гуруҳ деталларидир (7-жадвал).

Деталларнинг чекли аҳволини аниқлаш анча мураккаб бўлиб, ейилишнинг чекли қийматларини назарий аниқлаш усуллари ҳозирча тўлиқ ишлаб чиқилмаган. Машина деталларига нисбатан турли талаблар қўйилгани учун муайян туташмаларнинг чекли аҳволини аниқлаш ҳар бир муайян ҳолда мустақил техник топшириқдан иборат бўлади. Деталларнинг чекли аҳволдагини ва ресурсини аниқлашнинг энг кенг тарқалган усули тузатиш фондини микрометраж қилишдир. Олинган маълумотларни кейин математик статистика усулида ишлаб ейилишнинг статистик хусусиятлари аниқланади.

Туташма деталларининг ейилиши ва улар орасидаги тирқишнинг катталашishi натижасида иш босими остида бўлган мой оқиб чиқади ва машина меъёрида ишламайди. Бундай тирқиш чекли даражада ейилган ҳисобланади.

Ўзгармас юкланиш билан ишлаётган машинанинг вал - подшипник туташмасидаги тирқишнинг чекли қиймати мойлашнинг гидродинамик назарияси тенгламаси ёрдамида топилади:

$$S_{\max} = 13,6 \eta n d^2 l / k(d + l),$$

бу ерда:  $\eta$  - мойнинг абсолют қовушқоқлиги, м<sup>2</sup>/с;  $n$  - валнинг айланиш частотаси, айл/мин;  $d$ ,  $l$  - вал диаметри ва подшипник узунлиги, мм;  $k$  - подшипникка тушаётган солиштира босим, МПа.

7- жадвал. Д - 240 мотори туташмаларидаги  
тирқишларнинг чекли қийматлари.

Тартиб номери	Туташма (детал)	Чизмадаги тирқиш (таранглиги, ўлчам), мм		Рухсат этилган чекли тирқиш (ўлчам), мм
		Энг кичик	Энг катта	
1	Цилиндрлар блоқи гилзаси - поршен (ғилоф)	0,14	0,18	0,6

Тартиб номери	Туташма (детал)	Чизмадаги тирқиш (таранглиги, ўлчами), мм		Рўхсат этилган чекли тирқиш (ўлчам), мм
		энг кичик	энг катта	
2	Поршень (биринчи арикча) - устки компрессион ҳалқа (баландлиги)	0,07	0,115	0,4
3	Поршень (бобишка)- поршен бармоғи	0,009	0,0001	0,08
4	Шатун втулкаси - поршен бармоғи	0,023	0,035	0,2
5	Тирсакли валнинг шатунга бирлаштириладиган бўйни - подшипник	0,065	0,115	0,4
6	Тирсакли валнинг ўзак бўйни - подшипник	0,07	0,126	0,4
7	1-зичлагич ҳалқа (калибр қулфидаги тирқиш 110 мм)	0,3	0,6	5,0
8	Мой сидирувчи ҳалқа (калибр қулфидаги тирқиш 110 мм)	0,3	0,6	2,5
9	Киритувчи клапан - йўналтирувчи втулка	0,035	0,087	0,4
10	Чиқарувчи клапан - йўналтирувчи втулка	0,7	0,117	0,4
11	Киритувчи ва чиқарувчи клапанлар - блок каллаги	0,9	1,2	3,0
12	Цилиндрлар блоки гилзаси (ички диаметри)	110,0	110,06	110,5

Дизел мотори ёнилғи насосининг гилзаси билан плунжери орасидаги чекли тирқишни маълум ҳажмда ёнилғи оқиб чиқишга олиб келадиган муайян босим билан баҳолаш (текшириш) керак. Бу ҳолда ёнилғи сарфини ушбу ифодадан аниқлаш мумкин:

$$q = bS^2k / 12\eta_l^n$$

бу ерда:  $l_n$  - плунжернинг зичловчи қисмининг узунлиги;  $b$  - тирқишнинг эни. Моторнинг меърида ишлашни таъминловчи ёнилғи сарфининг қийматидан фойдаланиб  $S$  чек ни топиш мумкин.

Иш жараёнида шпонкаларнинг ва шпонка арикчаларининг ўлчамлари анчагина (0,8 - 1,0 мм ва бундан ортик) ўзгаради. Шпонка

арикчаларининг эни бошланғич ўлчамга нисбатан 5 % гача ўзгарганида детал валнинг ва втулканинг ҳақиқий ўлчамларига мос келувчи янги шпонка ўрнатиб, ундан фойдаланиш мумкин.

Шлицларнинг эни бўйича рухсат этилган ейилиш катталиги  $\Delta b = (0,05 - 0,08)b$  қийматдан ошмаслиги зарур, бу ерда:  $b$  - тўғри ёни эвольвентасимон шлиц тишининг бошланғич айлана  $S$  диаметри бўйича эни, мм. Агар шлицлар ана шу қийматдан ортиқ ейилган бўлса, улар чекли даражада ейилган ҳисобланади.

**Шестерняли насоснинг аста - секин ишламай қолиши .**

Шестерняли насоснинг чекли аҳволга қандай келиб қолишини кўриб чиқамиз. Насослардан фойдаланиш даврида улардаги ишқаланувчи тугаш деталлар ейилади, уларнинг зичлиги бузилади, натижада хайдалаётган иш суюқлигининг юқори босимли камерадан паст босимли камерага қайтиб оқиб чиқиши кузатилади. Насоснинг ишчанлигини баҳолаш учун асосий кўрсаткич унинг ҳажмий фойдали иш коэффициентини ҳисобланади.

$$\eta = Q_x / Q_n$$

бу ерда:  $Q_x, Q_n$  - насоснинг ҳақиқий ва назарий мой ҳайдаши.

Насоснинг ҳақиқий мой ҳайдаши

$$Q_x = Q_n - Q_{\text{клиг}}$$

Насосдаги сизишлар унинг ҳажм бўйича ф.и.к. ни камайтиради. Иш суюқлиги сизиши ҳисобига бўладиган исрофларнинг 75- 80 % ёнбошлардаги тирқишлар орқали рўй беради; насос корпуси билан шестернялар тишларининг каллаклар орасидаги тирқиш орқали суюқлик сизиши умумий балансининг тахминан 0,5 - 5,0 % ини ташкил этади. Шестерняли насосларда ёнбошлардаги тирқишлардан суюқлик сизиши гидравлик қисқич ёрдамида автоматик тарзда бартараф этилади. Бунда втулкалар суюқлик босими ҳисобига шестерняларнинг ёнбош қисмига босилиб туради ва ёнбош юзалар бир маромда ейилади.

Гидравлик қисқич самарали ишлаши учун ҳайдовчи қисмининг ёнбошидан ейилиши туфайли насос корпусида ўтириш катталиги 0,4 - 0,54 мм дан ошмаслиги керак. Бу қиймат 0,68 мм гача катталашса, насоснинг ҳажм бўйича ф.и.к. кескин камаяди ва насос ишга яроқсиз бўлиб қолади. Бу шунга олиб келадик, ҳайдовчи қисм ўқлари бир томонлама юқори босим таъсирида асосий ҳолатдан оғиб қийшайиб ишлайди, оқибатда насоснинг деталлари, айниқса таянч подшипникнинг ишқаланувчи юзалари тез ейилади ва у ишдан чиқади. Масалан, НШ - 32 насоснинг деталлари ейилиши натижасида унинг 0,92 - 0,95 га тенг бўлган ф.и.к. 1000 мото-соат ишлагандан сўнг 0,68 - 0,78 гача камайд.

Шундай қилиб, шестерняли насосларнинг ишчанлиги подшипникдаги тирқиш катталиги билан белгиланади. Подшипник тирқиши  $s$  ва шестерня ёнбошидаги тирқиш  $h$  орасидаги боғланиш тўғри бурчакли учбурчаклар ўхшашлигидан фойдаланиб топилади.

$$h/D = s/L; \quad s=hL/D$$

бу ерда: L - подшипник (втулка) узунлиги; D - шестерня тишларининг ташқи диаметри.

Ўқларнинг огиши натижасида ҳосил бўлган понасимон тирқишдан қайтиб оқиб чиқувчи мойнинг микдори қуйидаги ифодадан топилади:

$$Q_{\text{кап}} = h^3 \Delta p b / 96 \mu l$$

Чегаравий тирқиш қиймати учун қуйидаги ифодага эга бўламиз:

$$S = \frac{L}{D} \sqrt[3]{\frac{96(1-\eta)Q_n \mu l}{1000 \Delta p b}}$$

бу ерда:  $\eta$  - ҳажмий ф.и.к;  $\mu$  - мойнинг динамик ковушқоқлик коэффициентини;  $\Delta p$  - насос камераларидаги мой босимининг фарқи; b, l - тирқишнинг эни ва узунлиги.

Ҳажм бўйича ф.и.к. 0,6 дан камайганда шестерняли насос фойдаланишга ярамайди, чунки ижрочи механизмларнинг иш цикли узайиб кетади (8-жадвал).

8 - жадвал. Насосларнинг рухсат этилган энг кам иш унуми.

Трактор маркаси	Насос маркаси	Насосни ҳара- катлантирувчи валнинг айла- ниш частота- си, айл/мин	Моторнинг айланиш час- то- таси меъёрида бўлганда на-соснинг иш унуми, л/мин			
			меъё- рухсат янги риди	рухсат этилган	чекли	
Т - 4А	НШ - 46		46	58	38	33
К-700, Т-100М	НШ - 46		72	70	47	37
ДТ - 75	НШ - 46	1480	68	62	40	35
ДТ - 74	НШ - 46		60	54	36	22
МТЗ-50Х	НШ - 46	1560	45	40	30	22
ЮМЗ-6Л, Т-40	НШ - 32		43	40	30	22
Т-28Х4М	НШ - 32	1560	46	40	26	
МТЗ - 80	НШ - 10			16,5	12	
Т-16М	НШ - 10		16	14,5	10	6,5

### 2.5. Пухталиқ кўрсаткичларининг тарқоқлигини статистик синовлар усули билан ҳисоблаш.

Машина иш қобилиятини йўқотиши асосида доимо табиий қонуниятлар ётади, аммо таъсир кўрсатувчи омилларнинг кўплиги ва қийматларининг ўзгарувчанлиги оқибатида бу боғлиқлик тасодифий таърифга эга бўлади. Боғланишларда ўзгарувчи омилларнинг ўртача



кийматларидан фойдаланиш натижанинг математик кутилмаси тўғрисида тасаввур ҳосил қилиши мумкин, бироқ тасодифий жараённинг тақсимланиши, яъни тақсимот чегараларини топиш мумкин эмас.

Ейилишта таъсир килувчи омилларнинг кийматлари тасодифийлиги туфайли деталларнинг ейилиш катталиги ҳам тасодифий бўлади. Бинобарин пухталиқ кўрсаткичлари ҳам тарқоқ бўлади.

Деталларнинг пухталиқ кўрсаткичлари тарқоқлигини баҳолаш учун статик синовлар усулидан (Монте - Карло усулидан) фойдаланиш тақлиф этилади.

Ушбу усулнинг моҳияти шундан иборатки, асосий ташқи омиллар катталиги ЭХМ ёрдамида тасодифий сонларга мослаб танлаб олинади. Ҳар бир ҳисоблашда ташқи таъсир кўрсатувчи омилларнинг катталиги ЭХМга ўрнатилган тасодифий сонлар генератори ёрдамида янги кийматларни олади. Омилнинг олинган кийматлари асосида топилган натижалар статистик ишланади ва унинг тақсимланиш хусусиятлари аниқланади.

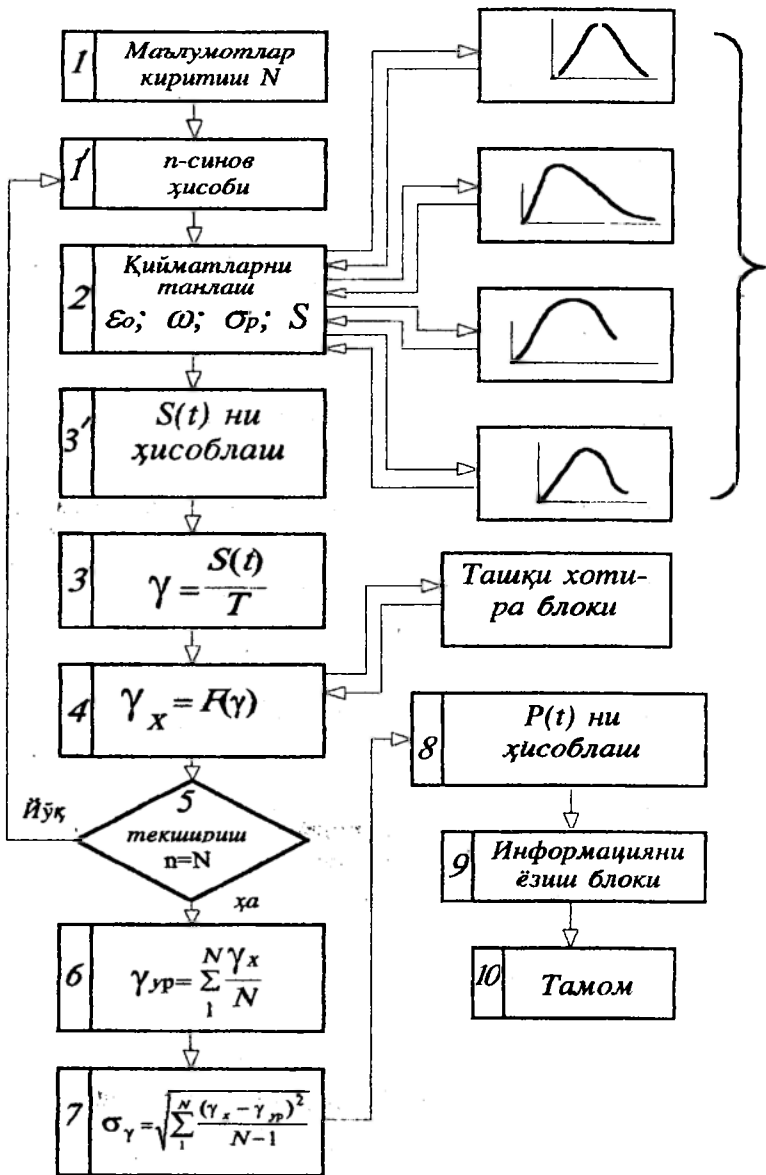
Муайян бир буюм турли иш шароитларига тушиб қолиши ва ҳар хил тартиботларда ишлаши мумкин. Буюмнинг мумкин бўлган аҳволлари чегарасини аниқлаш учун у ишлайдиган шароитнинг эҳтимоллик хусусиятларини билиш зарур. Юкланишларнинг, тезликларнинг, ҳароратнинг тақсимланиш қонунилари ана шундай хусусиятлар бўлиши мумкин. Бу қонунлар буюм бўладиган шароитни баҳолайди, шунинг учун улар, буюмнинг конструкциясидан қатъи назар, худди шундай машиналарнинг ишлаши бўйича олинishi мумкин.

ЭХМ дастури ейилишнинг муайян кийматини ўзгарувчан омилларнинг битта киймати бўйича ҳисоблашни кўзда тутати. Бундай синовлар (ҳисоблашлар)  $N$  марта такрорланади ва ана шу синовлар натижалари асосида математик кутилма ўр, ўртача квадратик четлашишлар оу, яъни ейилишнинг тақсимланишини ифодаловчи маълумотлар баҳоланади. Олинган статистик маълумотлар ишончли бўлиши учун  $N$  сони анча катта, масалан  $N \geq 50$  бўлиши керак. Ҳисоблашнинг блок - схемаси 8 - расмда кўрсатилган.

### Шестеряяли насоснинг пухталиқ кўрсаткичларини назарий ҳисоблаш.

Ўтказилган тадқиқотлар насос деталларининг ейилиш жараёни нормал (меъёрида) тақсимот қонунига бўйсунishiни кўрсатди. Бу ҳолда насоснинг ишламай қолишлари қуйидаги ифода орқали топилади:

$$f(t) = \frac{1}{\sigma_y \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(t-r_p)^2}{2\sigma_y^2 t}}$$



8-расм. Монте - Карло усули билан пухталикини ҳисоблаш блок схемаси.

бу ерда:  $f(t)$  - эҳтимолликлар зичлиги;  $\sigma_\gamma$  - тиркишнинг кенгайиш тезлигини ўртача квадратик четланиши;  $\gamma_{yp}$  - тиркишнинг ўртача кенгайиш тезлиги.

Насоснинг фойдаланиш бошлангандан ишламай қолиш содир бўлгунга қадар ўртача ресурси қуйидаги ифодадан топилади:

$$T = S_{\text{сер}} / \gamma.$$

Эҳтимолликлар назариясида тасодифий ўзгарувчининг функцияси учун қуйидаги ифода ишлатилади:

$$f_{(t=T)} = f\{\psi(T)\} |\psi'(T)|.$$

бу ерда:  $\psi(T) = S_{\text{сер}} / \gamma$  га тесқари функция, яъни  $\psi(T) = S_{\text{сер}} / T$ ;  $\psi'(T)$  - шу функциянинг ҳосиласи;  $\psi'(T) = S_{\text{сер}} / T^2$ .

Бу формуладан қуйидаги ифода келиб чиқади:

$$f(T) = T_{yp} \exp[-(T_{yp} - T)^2 / 2v^2 T^2] / v T^2 (2\pi)^{0.5}$$

бу ерда:  $v = \sigma_\gamma / \gamma_{yp}$  - вариация коэффициенти.

$\tau = T / T_{yp}$  ва  $f(\tau) = T_{yp} f(T)$  белгилашни киритсак:

$$f(\tau) = \exp[-(1-\tau)^2 / 2v^2 \tau^2] / v \tau^2 (2\pi)^{0.5}.$$

$z = (1-\tau) / v\tau$  ўзгарувчи киритиб ва  $P(T) = 1 - Q(T)$  эканлигини ҳисобга олиб қуйидаги ифода ҳосил қилинган:

$$P(T) = 0,5 + \Phi[(1-\tau) / v\tau]$$

бу ерда:  $\Phi(z)$  - Лапласнинг меъёрланган функцияси.

$\tau$  ва  $v$  қийматларини ўз ўрнига қўйиб ушбу ифодага эга бўламиз:

$$P(T) = 0,5 + \Phi[(S_{\text{сер}} - \gamma_{yp} T) / T \sigma_\gamma]$$

Ейишиш натижасида ўзгарган тиркишнинг қиймати ва ўртача квадратик четланиши:

$$S = S_0 + \gamma_{yp} T; \quad \sigma_s = (\sigma_0^2 + \sigma_\gamma^2 T^2)^{0.5}$$

бу ерда:  $S_0$  ва  $\sigma_0$  - тиркишнинг дастлабки ўлчамини математик кутилмаси ва ўртача квадратик четланиши.

Шундай қилиб, насоснинг ишчанлик эҳтимоллиги ушбу ифода орқали ҳисоблаб топилиши мумкин:

$$P(T) = 0,5 + \Phi \left[ \frac{S_{\text{сер}} - S_0 - \gamma_{yp} T}{\sqrt{\sigma_0^2 + T^2 \sigma_\gamma^2}} \right]$$

## 2.6. Машиналар пухталигини ҳисоблаш учун Марковнинг тасодифий жараёнларидан фойдаланиш .

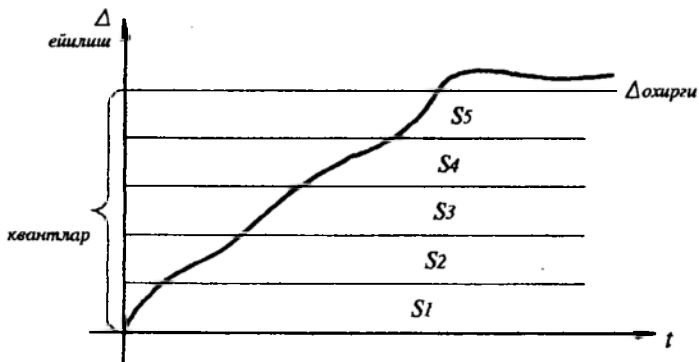
Агар  $S$  тизимнинг аҳволи вақт бўйича олдиндан айтиб бўлмайдиган тарзда тасодифан ўзгарса, у ҳолда тизимда тасодифий жараён содир бўляпти, дейилади. Агар  $S$  тизимнинг тасодифий жараёни қуйидаги хосса-

га эга бўлса, у Марковнинг оқибатсиз жараёни дейилади:  $t_0$  вақтнинг ҳар бир они учун тизим аҳволининг эҳтимоллиги бундан кейин ( $t > t_0$ ) бўлганда фақат ҳозирги аҳволига боғлиқ бўлади ва тизим бу аҳволга қачон ва қай тарзда тушиб қолганига боғлиқ бўлмайди.

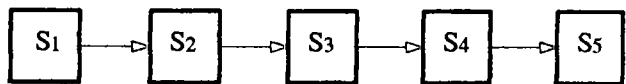
Агар тасодифий жараённинг мумкин бўлган ҳолатларини санаб ўтиш мумкин бўлса ва бир ҳолатдан бошқасига ўтиш жараёни сакраш тарзида амалга ошса, у дискрет ҳолатли жараён деб аталади. Ёйилиш жараёни узлуксиз ҳолатларга эга бўлган Марков жараёни ҳисобланади, аммо лараметрлар ўзгаришининг бутун доирасини бир қанча гуруҳларга (квантларга) бўлиш йўли билан бу жараённи шартли равишда дискрет ҳолатларга эга бўлган жараёнга келтириш мумкин. (9 - расм). Дискрет ҳолатларга эга бўлган тасодифий жараёнларни таҳлил қилишда ҳолатлар графи деб аталувчи геометрик схемадан фойдаланиш қулайдир.

Тизимнинг бир ҳолатдан бошқасига ўтиши вақтнинг олдиндан назарда тутиб бўлмайдиган тасодифий пайтларида рўй берадиган вазиятлар кўп учрайди. Масалан, трактор ишлашга лаёқатли ҳолатда ёки ишлай олмайдиган ҳолатда дейлик. Унинг бир ҳолатдан бошқасига ўтиш вақти тасодифийдир.

Дискрет ҳолатларга ва узлуксиз вақтга эга бўлган Марковнинг тасодифий жараёни *Марковнинг узлуксиз занжири* деб аталади.



б)



9-расм. Объектнинг ҳолатларини квантларга бўлиш (а) ва ҳолатлар графи (б).

Агар тизимнинг барча мумкин бўлган ҳолатлари учун ўтиш эҳтимоллари  $\lambda_{ij}$  маълум бўлса, у ҳолда:

- 1) ҳолатларнинг белгиланган графларини қуриш;
- 2) А.Н. Колмогоровнинг дифференциал тенгламаларини тузиш;
- 3) ана шу тенгламаларни ечиб, исталган вақт учун ҳолатлар эҳтимоли  $P_i(t)$  ни аниқлаш мумкин.

Мисол кўриб чиқамиз. Хўжаликда  $N$  та трактор бор. Ҳар бир трактор ушбу ҳолатларда бўлиши мумкин:

- S1 - соз ва ишга тайёр ҳолатда;
- S2- далада ишламоқда;
- S3- навбатдаги техник хизмат кўрсатилмоқда;
- S4- бузилган ва тузатилмоқда.

Тракторнинг ҳолатлари графини ясаймиз (10 - расм).

$P_1(t)$  -трактор соз S1-ҳолатда. S1-ҳолатга трактор S2-ҳолатдан ўтиши мумкин, яъни у ишдан сўнг даладан қайтаётгани; S3-техник хизмат кўрсатилгандан кейин ҳолати; S4-тузатилгандан кейинги ҳолати.

Ушбу  $\dot{P}_i(t) = N \cdot P_i(t)$  белгилашни қабул қиламиз. Колмогоровнинг дифференциал тенгламаларини ёзамиз:

$$\frac{dn_1(t)}{dt} = -\lambda_{12} n_1 + \lambda_{21} n_2 + \lambda_{31} n_3 + \lambda_{41} n_4,$$

$$\frac{dn_2(t)}{dt} = -\lambda_{21} n_2 - \lambda_{23} n_2 - \lambda_{24} n_2 + \lambda_{12} n_1 + \lambda_{32} n_3 + \lambda_{42} n_4,$$

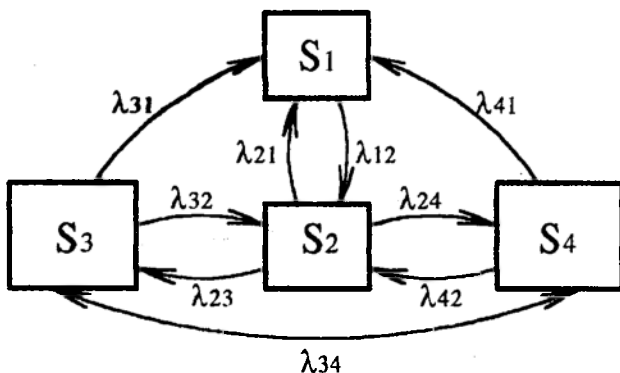
$$\frac{dn_3(t)}{dt} = -\lambda_{31} n_3 - \lambda_{32} n_3 + \lambda_{23} n_2 - \lambda_{34} n_4,$$

$$\frac{dn_4(t)}{dt} = -\lambda_{41} n_4 - \lambda_{42} n_4 + \lambda_{14} n_1 + \lambda_{24} n_2.$$

Ҳолатлар эҳтимоллиги тенгламалари ўзгармас ёки ўзгарувчан коэффициентларга эга бўлган чизикли дифференциал тенгламалардир. Дифференциал тенгламаларни ечиш учун аввалабор бошланғич шартларни бишлиш зарур:

$$1) P_0(t) = 1; t = 0; P_i(t) = 0$$

$$2) P_1(t) + P_2(t) + P_3(t) + P_4(t) = 0$$



10-расм. Тракторнинг ҳолатлар графи.

$S_i$  ҳолатдан  $S_{i+1}$  ҳолатга ўтиш эҳтимоли зичлиги ейилиш тезлигига боғлиқ бўлганидан  $\gamma_i = \lambda_i$  деб оламиз, бу ерда  $\gamma_i$  - ейилиш тезлиги.

Агар ейилишнинг тасодифий қиймати  $S_{чек}$  квантини кесиб ўтса, у ҳолда тизим ишламай қолади, қолган барча бошқа ҳолатларда тизим ишлай олади. Мисол учун сирпаниш подшипникни оламиз. Ейилиш жараёни қайтмас жараён бўлгани учун тизим  $S_i$  ҳолатдан  $S_{i-1}$  ҳолатга ўта олмайди.

Ўрганилаётган подшипникнинг ейилиш намунасини тавсифловчи А.Н. Колмогоровнинг тенгламалари тизими қуйидаги кўринишда бўлди (11 - расм):

$$\frac{dP_0}{dt} = -\gamma_0 P_0; \quad \frac{dP_1}{dt} = \gamma_1 P_1 + \gamma_0 P_0;$$

$$\frac{dP_2}{dt} = -\gamma_2 P_2 + \gamma_1 P_1; \quad \frac{dP_3}{dt} = \gamma_2 P_2.$$

Мазкур тенгламаларни умумий кўринишда қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\frac{dP_i}{dt} = -\gamma_i P_i(t) + \gamma_{i-1} P_{i-1}(t).$$

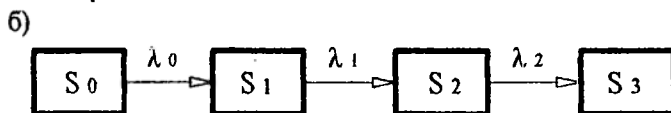
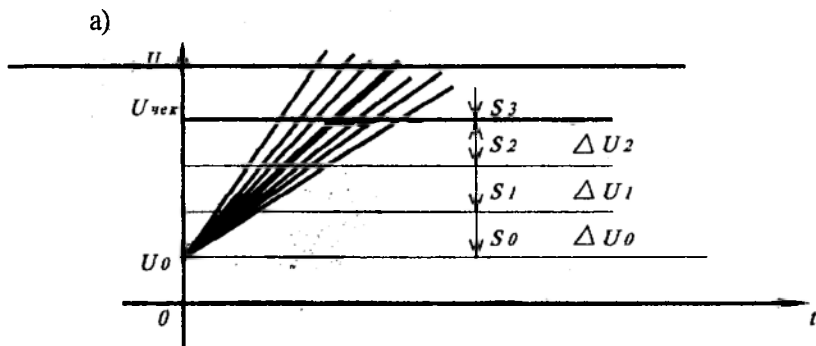
$\sum_{i=0}^3 P_i(t) = 1$  шартни ҳисобга олган ҳолда тенгламалар тизимини ечиб ушбуга эга бўламиз:

$$P_0(t) = P_0 e^{-\gamma_0 t};$$

$$P_1(t) = \frac{P_0 \gamma_0}{\gamma_1 - \gamma_0} e^{-\gamma_0 t} + \left( P_1 - \frac{P_0 \gamma_0}{\gamma_1 - \gamma_0} \right) e^{-\gamma_1 t};$$

$$P_2(t) = \frac{P_0 \gamma_0 \gamma_1}{(\gamma_1 - \gamma_0)(\gamma_2 - \gamma_0)} e^{-\gamma_0 t} + \left[ \frac{P_1 \gamma_1}{\gamma_2 - \gamma_1} + \frac{P_0 \gamma_0 \gamma_1}{(\gamma_0 - \gamma_1)(\lambda_2 - \gamma_1)} \right] e^{-\gamma_1 t} + \left[ P_2 + \frac{P_1 \gamma_1}{\gamma_1 - \gamma_2} + \frac{P_0 \gamma_0 \gamma_1}{(\gamma_0 - \gamma_2)(\gamma_1 - \gamma_2)} \right] e^{-\gamma_2 t};$$

$$P_3(t) = 1 - \sum_{i=0}^2 P_i(t).$$



11-расм. Сирпаниш подшипнигининг ейилиши (a) ва холатлар графи (б).

Одатда деталлар шундай тайёрланадики, фойдаланишнинг бошида барча ўлчамлар энг кичик бошлангич тиркиш яқинида туркумланиди, шу сабабли  $t=0$  учун  $P_1 = P_2 = P_3 = 0$  деб олиш мумкин. Бошлангич шартларни интегралланаётган тенгламалар тизимига қўйсак, узил - кесил ушбуга эга бўламыз:

$$P_0(t) = e^{-\gamma t};$$

$$P_1(t) = \frac{\gamma_0}{\gamma_0 - \gamma_1} (e^{-\gamma_0 t} - e^{-\gamma_1 t});$$

$$P_2(t) = \gamma_0 \gamma_1 \left[ \frac{e^{-\gamma_0 t}}{(\gamma_1 - \gamma_0)(\gamma_2 - \gamma_0)} + \frac{e^{-\gamma_1 t}}{(\gamma_0 - \gamma_1)(\gamma_2 - \gamma_1)} + \frac{e^{-\gamma_2 t}}{(\gamma_0 - \gamma_2)(\gamma_1 - \gamma_2)} \right];$$

$$P_3(t) = 1 - \sum_{i=0}^2 P_i(t).$$

Ейилиш тезлиги ўзгармас бўладиган ва вақт бўйича ўзгармайдиган Марковнинг бир турдаги (жинсли) жараёнини қўриб чиқамиз:

$$\gamma_0 = \gamma_1 = \gamma_2 = \gamma$$

$\gamma_1 = \gamma$  ни тизимга бевосита қўйиш 0/0 турдаги ноаниқликка олиб келади. Ушбу ноаниқликни Лопитал қоидаларига кўра очиш мумкин. Мазкур ноаниқликни очиб қўйидаги тенгламани ҳосил қиламиз:

$$P_1(t) = \gamma t e^{-\gamma t};$$

$$P_2(t) = \frac{(\gamma t)^2}{2} e^{-\gamma t}.$$

Умумий кўринишда

$$P_i(t) = \frac{(\gamma t)^i}{i!} e^{-\gamma t}$$

Шундай қилиб, бузилмасдан ишлаш эҳтимолини  $n$  квантлар сони учун ушбу формуладан аниқлаш мумкин:

$$P(t) = \sum_{i=1}^n P_i(t) = e^{-\gamma t} \left[ 1 + \gamma t + \frac{(\gamma t)^2}{2!} + \dots + \frac{(\gamma t)^n}{n!} \right].$$

Квантлар сонини чекли ҳолат билан чегаралаб, таклиф этилган усул ёрдамида ейлиш, эскириш, занглаш ҳақидаги ҳар қандай пухталиқ масаласини счиш мумкин.



### 3 - боб. Машиналарни пухталиқка синаш.

#### 3.1. Пухталиқка синашни ташкил қилиш.

Синовлардан асосий мақсад машинанинг пухталиқ даражасини унинг микдорий кўрсаткичларига кўра баҳолашдан иборат.

Синов натижалари асосида пухталиқнинг қуйидаги кўрсаткичлари: ишламай қолгунга қадар ишлаш муддати, техник хизмат кўрсатишнинг солиштирма меҳнат сарфи, ишламай қолишларни излаб топишнинг ва бартараф этишнинг солиштирма меҳнат сарфи, агрегатлар ресурси, тузатиш чоғидаги қисмларга ажратиш - йиғиш ишларининг меҳнат сарфи топилади.

Ишламай қолгунга қадар ўрғача ишлаш муддати, мураккаблиқ гуруҳи ва тайёрлик коэффициенти ГОСТ 16503-70 андозага мувофиқ аниқланади.

Машиналарни пухталиқка синашда қуйидаги иккита қийинчилик пайдо бўлади: синовларнинг узоқ давом этиши ва нархнинг юқорилиги; синаладиган машиналарнинг жуда тарқоқ холдалиги.

Пухталиқка синовлар мақсадига ва ўтказилиш шароитига қараб таснифланади. Синовлар мақсадига кўра: аниқловчи, текширувчи ва махсус синовларга бўлинади. Синов ўтказиш шароитига кўра: оддий ва тезлаштирилган бўлиши мумкин. Синалаётган нарса машиналар, агрегатлар, қисмлар, деталлар, кинематик жуфтлар бўлиши мумкин.

Аниқлаш синовлари янги ишлаб чиқилган ёки такомиллаштирилган машиналарнинг пухталиғи тўғрисидаги ҳақиқий маълумотларни олиш мақсадида ўтказилади. Ушбу синовлар асосан кўплаб ва сериялаб ишлаб чиқаришда қўлланилади. Пухталиқ микдорий кўрсаткичларининг давлат андозалари, техник шартлар талабларига ва бошқа талабларга мос келишини аниқлаш мақсадида назорат синовлари ўтказилади. Баъзан назорат синовлари аниқлаш синовлари билан биргаликда қўлланилади.

Доналаб ишлаб чиқариладиган буюмлар учун уларнинг таркибига кирувчи деталларни назорат синовлари ўтказилади. Махсус синовлар ностандарт кўрсаткичларни текшириш учун ўтказилади. Бундай синовлар илмий-тадқиқот мақсадларида амалга оширилади. Синовлар дала ва лаборатория - стенд шароитларида ўтказилиши мумкин. Стендларда тезлаштирилган синовларни ташкил қилишда юқори аниқликдаги натижаларни олишга алоҳида эътибор берилиши зарур.

*Пухталиқка синаш режалари.* ГОСТ 17510-72 ва ГОСТ 16504-74 давлат андозаларида пухталиқка синашнинг турли режалари кўзда тутилади. Бунда синовлар қуйидагича бўлиши мумкин:

NUN - N та буюм синалади. Кузатувлар ишламай қолишлар юзага келгунга қадар ёки ҳамма буюмлар охириги холатга келгунга қадар давом

эттирилади. Ишламай қолган буюмлар янгилари ёки тузатилганлари билан алмаштирилмайди;

NUT - N та буюм синалади. Кузатувлар T муддат ишлагунча олиб борилади. Ишламай қолган буюмлар алмаштирилмайди;

NUr - N та буюм синалади. Кузатувлар r та ишламай қолиш содир бўлгунга қадар давом эттирилади. Ишламай қолган буюмлар алмаштирилмайди;

NRT - N та буюм синалади. Кузатувлар T муддат ишлагунча олиб борилади. Ишламай қолган буюмлар янгилари билан алмаштирилади ёки тузатилади ва яна синовларда қатнашади;

NRr - N та буюм синалади. Кузатувлар r та ишламай қолиш юзага келгунга ёки охириги ҳолатларга қадар давом эттирилади. Ишламай қолган буюмлар янгилари билан алмаштирилади ёки тузатилади ва яна синовларда қатнашади.

Машиналарни синашда ишламай қолган буюмлар алмаштирилмайдиган режалар кўпроқ қўлланилади. Баъзан пухталики текшириш учун қандайдир қўшимча аломатлардан фойдаланилади, бу эса синов вақтини мумкин қадар камайтиришга имкон беради. Синовга N та буюм қўйилди. Синов вақти  $t_c$  давомида ишламай қолиш рўй бермади. Белгиланган вақт давомида ишламай қолишларнинг бўлмаслиги, ишламай қолгунга қадар умумий ишлаш муддатини назарий аниқлаш усулидан фойдаланишга имкон беради.

Ўртача иш вақтининг таъминланиш даражасини аниқлаймиз:

$$N = t_6 / t_c; t_6 = 0,5 t_{\min} \chi^2$$

бу ерда:  $t_6$  - ҳамма буюмларнинг синов давридаги жами ишлаш муддати;  $t_{\min}$  - объект ишлаши лозим бўлган энг кам вақт;  $\chi$  - K ва P га боғлиқ бўлган функция:

$$\chi = f(K, P),$$

$K = 2n + 2$  - эркинлик даражаси;  $P = 1 - \alpha$  - ишончли эҳтимоллик. Шу усулнинг ўзида кетма-кет вақт оралиқларида руҳсат этиладиган ва руҳсат этилмайдиган ишламай қолишлар сонини ҳам аниқлаш мумкин.

Мисол.  $t_{\min} = 500$  соатдан кам эмаслиги тасдиқловчи синовларнинг давом этиш вақти аниқлансин:  $K = 2$ ;  $P = 1 - 0,9 = 0,1$ .

9-жадвалдан  $\chi^2 = 4,6$  эканлиги маълум бўлса, у ҳолда  
 $t_6 = 0,5 \cdot 500 \cdot 4,6 = 1150$  соат.

Кетма-кет таҳлил қилишга асосланган синовларда (ГОСТ 17331-71) назарий ҳисоблашлар орқали танланган вақт оралиқлари учун руҳсат этилган ишламай қолишлар сони аниқланади, синов натижалари ҳисоб-китоблар билан таққосланади ва пухталик тўғрисида хулоса чиқарилади.

9-жадвал. Пирсоннинг  $\chi^2$  мезонлари учун P эҳтимолликлар.

$\chi^2$	Эркинлик даражаси К							
	2	4	6	8	10	15	20	25
1	0,607	0,91	0,986	0,998	0,999	1,0	1,0	1,0
2	0,368	0,736	0,92	0,981	0,996	1,0	1,0	1,0
3	0,223	0,558	0,809	0,934	0,931	0,999	1,0	1,0
4	0,135	0,406	0,677	0,857	0,947	0,998	1,0	1,0
5	0,082	0,287	0,544	0,758	0,891	0,992	0,999	1,0
6	0,05	0,199	0,423	0,647	0,815	0,98	0,998	1,0
7	0,03	0,136	0,321	0,537	0,725	0,958	0,997	1,0
8	0,018	0,092	0,232	0,433	0,629	0,924	0,992	0,999
9	0,011	0,061	0,174	0,342	0,532	0,877	0,983	0,998
10	0,007	0,04	0,125	0,265	0,44	0,82	0,968	0,997
11	0,004	0,027	0,088	0,202	0,357	0,753	0,946	0,993
12	0,003	0,017	0,062	0,151	0,285	0,679	0,916	0,987
13	0,002	0,011	0,043	0,112	,224	0,602	0,877	0,976
14	0,001	0,007	0,03	0,082	0,173	0,525	0,83	0,962
15	0,001	0,005	0,02	0,059	0,132	0,451	0,776	0,941
16	0,0	0,003	0,014	0,042	0,099	0,382	0,717	0,915
17	0,0	0,002	0,009	0,03	0,074	0,319	0,653	0,882
18	0,0	0,001	0,006	0,021	0,055	0,263	0,587	0,842
19	0,0	0,001	0,004	0,015	0,04	0,214	0,522	0,797
20	0,0	0,001	0,003	0,01	0,029	0,172	0,458	0,747
21	0,0	0,0	0,002	0,007	0,021	0,137	0,397	0,693
22	0,0	0,0	0,001	0,005	0,015	0,108	0,340	0,636
23	0,0	0,0	0,001	0,003	0,011	0,084	0,289	0,578
24	0,0	0,0	0,001	0,002	0,008	0,065	0,242	0,519
25	0,0	0,0	0,0	0,002	0,005	0,050	0,201	0,462
26	0,0	0,0	0,0	0,001	0,004	0,038	0,166	0,408
27	0,0	0,0	0,0	0,001	0,003	0,029	0,135	0,356
28	0,0	0,0	0,0	0,001	0,002	0,022	0,109	0,308
29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,001	0,016	0,088	0,264
30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,001	0,012	0,070	0,224

Тезлаштирилган синовлар жараёнларни жадаллаштиришга асосланган, кучайтирилган синовларга ҳамда жараёнлар жадаллаштирилмаган синовларга бўлинади. Тезлаштирилган синовлар натижасида ўз вақтида ва анча пухта маълумотлар олинади. Тезлаштирилган синовларнинг самарадорлигини баҳолаш учун тезлаштириш коэффициентидан фойдаланилади:

$$K_T = T_F / t_c$$

бу ерда:  $T_f$  - фойдаланиш шароити меъёрида бўлганида машинанинг муайян охириги ҳолатга келгунга қадар ишлаш муддати;  $t_c$  - стендда ўша чекли ҳолатга келгунга қадар синаш вақти.

Жараёни жадаллаштирилган синовларни деталнинг сийилиш ва емирилиш жараёнига таъсир қилувчи тартиботларини шакллантириш (тезликларни, юкланишларни, ҳароратни ошириш, абразивдан фойдаланиш, синовларни тажовузкор муҳитда ўтказиш ва ҳоказо) йўли билан тезлаштириш мумкин. Агар салт ишлашлар ва бекор туриб қолишларга барҳам берилса (шунда керакли натижаларга анча тез эришиш мумкин бўлади), тезлаштириш коэффициентини ушбу ифодадан аниқлаш мумкин:

$$K_T = (t_u + t_c) / t_u$$

бу ерда:  $t_u$  - узлуксиз ишлаш вақти;  $t_c$  - салт ишлашлар вақти.

Тезлаштирилган синовларда қўлланиладиган ускуналар ва ўлчаш асбобларини алоҳида "Машиналарни синаш" фанида ўрганилади.

### 3.2. Синовлар ҳажмини ва давом этиш вақтини аниқлаш.

Пухталиқка синашни режалаштиришдаги асосий масалалардан бири синовларнинг зарур ҳажмини танлашдан иборат. Пухталиқ кўрсаткичлари тўпلامнинг ҳаммасини эмас, балки кичикроқ қисмини танлаш усули билан аниқланади. Аммо синов ҳажми белгиланган  $\Delta$  аниқликка ҳамда қабул қилинган тақсимланиш қонунини қаноатлантирувчи олинган натижаларнинг пухта эҳтимоллигига боғлиқдир.

Репрезентатив (эътиборли) танлашни тўлиқ кўриб чиқиш математик статистикада ўрганилади ва Чебишев формуласи ёрдамида асослаб берилади:

$$\Delta = |\bar{t} - \tilde{t}| \geq \frac{\sigma_t}{\sqrt{n} \sqrt{1-P}}$$

Мазкур боғлиқлик одатда тақсимланишнинг муайян қонунларида соддалаштирилади.

Агар эмпирик маълумотлар меъёрида тақсимланиш қонунларига кўра аппроксимацияланадиган бўлса, у ҳолда берилган ишончли эҳтимолликда танлашнинг энг кичик ҳажмини аниқлаш учун Муавр-Лаплас теоремасидан (катта сонлар қонунидан) фойдаланиш мумкин:

$$\alpha \left\{ -t_n \leq \frac{W_n - P}{\sqrt{\frac{Pq}{N}}} \leq t_n \right\} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-t_n}^{t_n} e^{-\frac{t^2}{2}} dt = \Phi(t_n),$$

бу ерда:  $\alpha$  - хулосанинг берган аниқликдаги (ишончликдаги) натижасини олиш эҳтимоли;  $t_n$  - ҳисоблаш коэффициенти бўлиб, у берилган ишончли  $\alpha$  эҳтимолликка боғлиқ равишда жадваллардан аниқланади;  $P$  - мазкур воқеанинг амалга оширишнинг назарий эҳтимоллиги;  $N$  - кузатувларнинг зарур сони;  $q = 1 - p$  воқеа амалга ошмаслигининг назарий эҳтимоллиги;  $W_n$  - воқеанинг олинган ҳақиқий эмпирик эҳтимоллиги (қайтарилиувчанлиги);  $\Delta = W_n - P$  - хулосанинг аниқлиги, яъни ҳақиқий натижа  $W_n$  билан назарий (эҳтимол тутишган) натижа  $P$  ўртасидаги фарк;  $\Phi(t_n)$  - Лапласнинг меъёрлаштирилган функцияси.

Муавр - Лаплас теоремасининг кўриниши ўзгартирилиши ва ушбу формула орқали ифодаланиши мумкин:

$$\Delta = W_n - P = \pm \sqrt{\frac{t^2 \sigma^2}{N}}$$

бундан синонга қўйилиши лозим бўлган объектлар сони топилади.

$$N = \frac{t^2 \sigma^2}{\Delta^2}$$

бу ерда  $\sigma$  - ўртача квадратик четланиш:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k m_i (t_i - \bar{t})^2}{N}}$$

Бунда  $\Delta$  нинг қиймати хулосанинг математик кутилмага нисбатан фоизда ифодаланувчи аниқлигига қараб қабул қилинади. Масалан, агар  $t = 2800$  соат, хулосанинг аниқлиги 10% бўлса, у ҳолда  $\Delta = 280$  соат бўлади.

Меъёрида тақсимланиш қонунини амал қилганда таълашнинг ҳажмини ўзгариш коэффициенти  $v$  дан фойдаланиб қуйидаги ифодадан топиш мумкин:

$$N = v^2 t^2 / \Delta^2$$

бу ерда  $\Delta_1$  - ҳисоблаб топиш аниқлиги бўлиб, у  $0 \leq \Delta \leq 0,2$  чегарасида бўлади.

Мисол. Текшириш натижасида, Т-25 тракторларига ўрнатилган Д-21 моторларининг ресурси қуйидагича тақсимланади (10-жадвал).

10-жадвал. Д-21 моторлари ресурсининг тақсимланиши  
(В.И.Прейсман маълумотларига кўра).

Оралик, соат	1200- 1600	1600- 2000	2000- 2400	2400- 2800	2800- 3200	3200- 3600	3600- 4000
Частота	3	2	5	7	16	1	3

$t$  ресурсининг ўртача тахминий қиймати ва  $\sigma$  ўртача квадратик четлашиш мос равишда қуйидагиларни ташкил этади:

$$\bar{t} = t_0 + a_1 \Delta t = 2697,2 \text{ соат},$$

бу ерда  $t_0$  - қандайдир бошланғич қиймат (3000 соат деб олинган);

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^k m_i t_i'}{\sum_{i=1}^k m_i}; t_i' = \frac{t_i - t_0}{\Delta t},$$

бу ерда:  $\Delta t$  - қабул қилинган ораликнинг катталиги;  $t_i$  - ораликнинг ўртача қиймати;  $k$  - ораликлар сони:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (t_i - \bar{t})^2}{N}} = 620 \text{ соат}$$

Бинобарин, ўзгариш коэффициентини ушбуга тенг бўлади:

$$v = \frac{\sigma}{\bar{t}} = \frac{620}{2697,2} = 0,23.$$

Ресурснинг тақсимланиш қонунини мувофиқлик мезонига кўра текширганда меъёрида тақсимланиш қонуни энг катта эҳтимолга эга эканлигига ишонч ҳосил қиламиз. У ҳолда ҳисоблашларнинг 0,1 аниқлигида кузатишларнинг керакли сони қуйидагича бўлади:

$$N = \frac{1,96^2 \cdot 0,23^2}{0,1^2} = 21 \text{ (мотор)}.$$

Айрим ГОСТ ларда, масалан, ГОСТ 13216-67 да кузатишларнинг керакли сонини аниқлаш учун жадваллар келтирилади.

Бу ерда рухсат этилган  $\epsilon_\alpha$  хатонинг катталиги қабул қилинади ва ўзгариш коэффициентини  $v$  нинг маълум бўлган қийматига кўра  $\epsilon_\alpha/v$  нисбат аниқланади ( 11-жадвал).

Вейбул - Гнеденко қонуни амал қилганда танлашнинг зарур ҳажмини ушбу ифодадан топамиз:

$$q = (\varepsilon_{\alpha} + 1)^b = \frac{2N}{\chi^2(1-\alpha, 2N)},$$

11-жадвал. Кузатишларнинг зарур миқдорини аниқлаш

Кузатишлар сони	$\varepsilon_{\alpha}/v$ нинг қиймати			q нинг қиймати		
	$\alpha=0,8$	$\alpha=0,9$	$\alpha=0,95$	$\alpha=0,8$	$\alpha=0,9$	$\alpha=0,95$
4	0,82	1,17	1,59	2,29	2,93	3,67
5	0,69	0,95	1,24	2,05	2,54	3,08
6	0,60	0,82	1,05	1,90	2,29	2,73
7	0,54	0,73	0,92	1,81	2,15	2,52
8	0,50	0,67	0,83	1,72	2,01	2,31
9	0,47	0,62	0,77	1,60	1,92	2,19
10	0,44	0,58	0,72	1,61	1,83	2,08
15	0,35	0,45	0,55	1,46	1,62	1,78
20	0,30	0,39	0,47	1,37	1,51	1,64
25	0,26	0,34	0,41	1,33	1,44	1,55
30	0,24	0,31	0,37	1,29	1,39	1,48
40	0,20	0,26	0,32	1,24	1,32	1,40
50	0,18	0,24	0,28	1,21	1,28	1,35
80	0,14	0,19	0,22	1,16	1,21	1,26
100	0,13	0,17	0,20	1,14	1,19	1,23

бу ерда:  $\varepsilon_{\alpha}$  - ўртача арифметик кўрсаткичнинг берилган нисбий аниқлиги;  $\alpha$  - берилган пухта эҳтимоллик;  $\chi^2_{(1-\alpha, 2N)}$  - тақсимланиш квантили (эркинлик даражалари  $2N$  ва ишончлилик эҳтимоли  $1-\alpha$  бўлганда) q нинг қийматига кўра кузатувларнинг талаб этилган миқдори 11 - жадвалдан аниқланади.

Агар тасодикий катталиқнинг тақсимланиш қонуни маълум бўлмаса, у ҳолда маълум t вақт давомида бузилмасдан ишлашнинг талаб этиладиган P(t) эҳтимоллигида кузатиш объектларининг энг кам миқдори N ни (t вақт ичида ишламай қолишлар бўлмайди шартидан келиб чиқиб белгиладиган) аниқлаш учун қуйидаги формуладан фойдаланиш мумкин:

$$N = \frac{\ln(1-\alpha)}{\ln P(t)};$$

Кузатиш объектлари сони  $N$  ни коллараметрик усулда фойдаланиб топиш учун одатда жадвал маълумотларидан фойдаланилади (12-жадвал).

Синовларнинг давом этиш вақтини ушбу формуладан аниқлаш мумкин:

$$P(t) = e^{-\frac{t}{T}}; t = T \cdot \ln P(t).$$

12-жадвал. Кузатиш объектларининг сони  $N$

P(t)	$\alpha$			
	0,80	0,90	0,95	0,99
0,500	-	-	-	7
0,800	8	10	13	20
0,900	15	21	30	44
0,950	30	40	60	85
0,980	75	120	140	230
0,990	150	220	280	430
0,995	335	430	600	800

Мисол:  $T_{\text{ур}}=1000$  соат ва  $P(t)=0,9$  бўлганда  $t=105$  соатни ҳосил қиламиз.

### 3.3. Пухталиқ тўғрисида ахборот тўплаш

Машиналарни меъёридаги ҳолатда тутиб туриш ва ундан самарали фойдаланиш учун уларнинг пухталигини оширишга қаратилган ташкилий-техник тадбирларни мунтазам равишда амалга ошириш зарур. Машиналарни тузатиш ва ишлатиш билан шуғулланувчи ходимлар иш жараёнида уларнинг бузилиши ва бекор туриб қолиши сабабларини ўрганишлари ҳамда уларнинг олдини олиш чораларини кўришлари керак.

Мумкин қадар кам харажатлар қилган ҳолда машиналарнинг пухталиги ҳақида зарур маълумотлар тўплаш учун носозликларни ҳисобга олиб бориш варақасини юритиш лозим (13-жадвал).

Варақа машинадаги ҳамма деталлар ва қисмларнинг хизмат муддати ҳақида ахборот олишга, ишламай қолишларнинг қисқача хусусиятлари бўйича уларнинг пайдо бўлиш даврийлигини, шунингдек улар билан боғлиқ бўлган меҳнат ва моддий харажатларни аниқлашга имкон бериши керак. Бунда ахборот содда тарзда ёзиладиган бўлиши ва бирламчи ҳужжатлар миқдори мумкин қадар кам бўлиши керак. Бирламчи ҳужжатларни тўлғаиш осон бўлиши ва такрорий ёзувлар бўлмалиги учун тизим мавжуд ишлаб чиқариш ва бухгалтерия ҳисоб-китоби билан мувофиқлаштирилади.

Ахборотни корхона механизми куйидаги учта бирламчи ҳужжатлардан бирига: а) машинага техник таъсир кўрсатиш варағига, б) агрегатни туза-



тиш варақчасига, в) эҳтиёт қисмлар ва материалларга талабномага ёзиб боради.

13-жадвал. Носозликларни ҳисобга олиб бориш варақаси.

Тартиб номери	Кўрсаткичларнинг номи	код
1.	Ташкилотнинг номи	
2.	Машинанинг турган жойи	
3.	Машинанинг маркаси	
4.	Ишлаб чиқарилган йили ва ойи а) тайёрловчи заводдан б) таъмирловчи заводдан в) ушбу тракторга ўрнатилган кун (агрегатлар учун)	4 та белги
5.	Ишлаш муддати: а) фойдаланила бошлаган пайтдан эътиборан умумий б) тубдан тузатилгандан кейин то мазкур ишламай қолгунга қадар (мотосоат)	
6.	Ишлатила бошланган кун: а) тайёрланганидан ёки тубдан тузатилганидан кейин	4 та белги
7.	Носозлик пайдо бўлган кун	6 та белги
8.	Носозлик юз берган жой	10 та белги
9.	Юз берди	1 та белги
10.	Шикасланиш тури	2 та белги
11.	Тахминий сабаби	2 та белги
12.	Машина ишламай қолган пайтда бажарилаётган ишнинг хусусиятлари	2 та белги
13.	Оқибатлари	1 та белги
14.	Баргараф этишга кетган вақт (соат)	2 та белги
15.	Баргараф этиш усули	1 та белги
16.	Баргараф этишга сарфланган меҳнат (киши-соат)	2 та белги
17.	Баргараф этишнинг нархи (сўм)	2 та белги
18.	Бекор туриб қолишдан кўрилган зарар (сўм)	2 та белги
19.	Носозликнинг тавсифи	2 та белги
20.	Варақа тўлдирилган кун, мансаби, Ф.И.Ш.	имзо

Ҳисобга олиб бориш варағи шундай ҳужжатки, унга машинанинг ишламай қолишлари, ишламай қолишларнинг қисқача хусусиятлари, тех-

ник таъсирлар, тракторнинг ишламай қолишини бартараф этиш билан боғлиқ меҳнат сарфлари ва бекор туриб қолишлар қайд қилиб борилади.

Тузатиш варақаси тузатиш учун машинадан олинган асосий агрегатлар бўйича тўлғазилади. агрегатни машинадан олишга сабаб бўлган ишламай қолишлар, уларнинг қисқача хусусиятлари, техник таъсирлар ва меҳнат сарфлари акс эттирилади. Агрегат тузатиш корхонасига жўнатилганда ёки рўйхатдан чиқариб ташланганда варақада агрегатнинг фойдаланишдан чиқарилишига сабаб бўлган ишламай қолишлари кўрсатилади. Мазкур ҳолда талабномадан детал ва қисмларнинг алмаштирилиши билан боғлиқ бўлган ишламай қолишларни, нуқсонлар хусусиятларини, шунингдек хат билан талаб қилиб олинadиган эҳтиёт қисмлар ҳамда материалларнинг нархини аниқлаш учун фойдалайилади.

Носозликларни ҳисобга олиб бориш варақаси ана шу учта ҳужжат асосида тўлғазилади (13-жадвал). Кўрсаткичларнинг бир қисми тўлғазилган чоғидаёқ рақамлар билан ёзилади (машинанинг номери, ишлаш муддати, кун, ой, йил ва ҳоказо). Ахборотнинг бошқа қисми қабул қилинган белгилашлар ёрдамида шифрланади (машинанинг маркази, деталларнинг каталог бўйича номерлари ва ҳоказо). Ишламай қолишнинг хусусиятлари, ишламай қолишларни бартараф этишда бажарилган ишларнинг номи, ишламай қолишлар тури махсус ишлаб чиқилган синф ажраткич бўйича рақамли кодлар кўринишида шифрланади (14-жадвал).

Носозликларни ҳисобга олиб бориш варақаларидан маълумотлар электрон ҳисоблаш машинаси (ЭХМ) га кўчирилади. ЭХМ ишлагандан сўнг керакли маълумотлар тайёр бўлади.

Ахборот маълумотларини ишлаётганда машинанинг ҳар бир турида фойдаланиш ва уларни ишлаб чиқариш хусусиятларини: ишлаб чиқарилган кунини, иқлим шароитларини, фойдаланиш тартибларини, машинанинг ишлаш муддатини, ташкилий омиллари ҳисобга олиш зарур.

Машиналарнинг айрим русумлари ишлаб чиқаришдан олиб ташлаш арафасида. Шунинг учун уларнинг нуқсонларини бартараф этишга доир тадбирларни ишлаб чиқишга зарурат йўқ, улар ҳақида ахборот тўплаш эса мақсадга мувофиқ эмас. Иқлим шароитларининг таъсирини ҳисобга олиб бориш учун метеорология хизматларидан маълумотлар тўпланади. Бунда бевосита машина ишлатиладиган ҳудудга тааллуқли маълумотларни олиш зарур. Маълумотларни тўплаш корхонасини танлаш олишда ташкилий омиллари ҳисобга олиш керак. Масалан, фойдаланиш билан боғлиқ бўлган нуқсонларни бартараф этишни узлуксиз такомиллаштириш мақсадида иш яхши йўлга қўйилган корхоналарни танлаш лозим.

ГОСТ 17526-72 ахборотни ҳисобга олиб боришнинг қуйидаги икки кўринишини кўзда тутати: бирламчи ва тўплагич. Тўпланган маълумотларга нисбатан қўйиладиган асосий талаблар қуйидагилардан иборат:

- 1) ахборотнинг тўла-тўқислиги;

- 2) ахборотнинг пухталиги;
- 3) ахборотнинг ўз вақтида олинishi;
- 4) дискретлилик, яъни ахборот маълум объектга тегишлилиги;
- 5) ахборотнинг узлуксизлиги.

14-жадвал. "Носозликни ҳисобга олиб бориш варақаси"ни тўлғазиш  
учун маълумотларни кодлаш

Шифр	код	Хусусиятлари
Бузилган нарса		Агрегат, қисм, детал (каталогдаги номери бўйича кодланади)
Рўй берди	1 2	Ишламай қолиш Носозлик
Тахминий сабаби	01 02 03 04 05 06 07 08 09 10	Хайдовчи-машинистнинг айби билан Тузатувчи механикнинг айби билан Муҳандис-техник ходимнинг айби билан Техник хизмат кўрсатиш сифатсиз бўлган Эскириш ёки ейилиш Сифатсиз тузатиш Конструкциянинг камчилиги Заводда сифатсиз тайёрланган Тасодиф Бошқа сабаблар
Аниқланган пайти	01 02 03 04 05 06 07 08 09 10	Бошқа жойга кўчиришда, ташиш чоғида Узоқ вақт тўхтаб турганда Моторни ишга туширишда Иш бажараётганда Тўхтатилганда Жорий тузатишда Техник хизмат кўрсатишда Хар кунги қаровда Юриб кетаётганида Бошқа пайтларда
Оқибатлари	1 2 3 4 5	Бекор туриб қолиш Ҳеч қандай оқибатларга олиб келмади Ҳалокат (авария) юз берди Топшириқлар вақтида бажарилмади Бошқа оқибатлар
Баргараф усули	этиш 1 2 3 4 5	Агрегатни алмаштириш Қисмини алмаштириш Детални алмаштириш Жорий тузатиш Ростлаш

	6	Техник хизмат кўрсатиш
	7	Бошқа усуллар
Носозлик хусусияти нинг ва турининг тавсифи	01	Узилиш
	02	Ифлосланиш
	03	Оксидланиш, занглаш
	04	Қадалиб қолиш
	05	Поналаниб қолиш
	06	Параметрнинг ўзгариши
	07	Силқиш
	08	Зичликнинг бузилиши
	09	Ростлашнинг бузилиши
	10	Механик емирилиш
	11	Шикастланиш
	12	Ейилиш
	13	Тақиллаб шовқин чиқариб ишлаш
	14	Букилиш, эзилиш
	15	Дарз кетиш
	16	Ўта қизиш
	17	Қувватнинг камайиши
	18	Титраш
	19	Эгилиш
	20	Синиш
21	Маҳкамланган жойининг бўшашиши	
22	Бошқалар	

### 3.4. Синов маълумотларини ишлаш усуллари

Натижаларни ишлаш изчилилиги. Пухталиқ кўрсаткичларини синов маълумотларига кўра аниқлаш учун энг аввал куйидаги боғлиқликлардан фойдаланилади.

Бузилмасдан ишлаш эҳтимоли:

$$P(t) = 1 - n(t) / N,$$

бу ерда:  $n(t)$  -  $t$  вақт ичида ишламай қолишлар миқдори;  $N$  - синалган машиналар сони.

Ишламай қолгунга қадар ишлаш муддати:

$$T_{uk} = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{N_r},$$

бу ерда:  $t_i$  - ҳар бир объект ишламай қолгунга қадар ишлаш муддати;  $N_r$  - ишламай қолган объектлар сони.

Ишламай қолишлар жадаллиги:

$$\lambda = n(t)/NT$$

бу ерда: Т - ўртача ишлаш муддати.

Таъсир кўрсатувчи омилларнинг кўпчилиги ва катталигининг номаълумлиги туфайли, машиналарнинг ишламай қолишлари тасодифий катталик ҳисобланади. Тасодифий катталик турли тақсимланиш қонунларига бўйсунishi мумкин. Машинанинг пухталик кўрсаткичларини аниқлашда кўпинча қуйидаги қонунлар учрайди: меъёрида тақсимланиш қонуни, Вейбулнинг тақсимланиш қонуни, Пуассоннинг экспоненциал (кўрғазмали) қонуни ва ҳоказо. Тажриба кузатувлари қуйидаги изчилликда ишланади:

- 1) синов маълумотлари асосида ампирик эгри чизик ясалади;
- 2) ампирик тақсимланиш параметрлари аниқланади;
- 3) тажриба эгри чизигининг ташқи кўринишидан келиб чиқиб, тақсимланишнинг зичлиги функцияси ҳақида битта ёки бир неча тахмин илгари сурилади;
- 4) ампирик эгри чизик қабул қилинган тахмин асосида тўғриланади;
- 5) ампирик ва назарий эгри чизиклар Колмагоров ёки Пирсоннинг мослик мезонларига кўра (  $\lambda$  ёки  $\chi^2$ ) таққосланади;
- 6) мазкур тақсимланиш учун зичлик функцияси танланади.

Олинган ампирик маълумотлар баъзи  $t_1, t_2, \dots, t_n$  катталикларнинг изчиллигини кўрсатади. Булар, масалан, ишламай қолишларнинг юз бериш пайтлари, ишламай қолишлар вақти оралиғининг узоклиги, ишламай қолишларни бартараф этиш давомлилиги бўлиши мумкин ва ҳоказо.  $n > 50$  да танлаш имконияти тўлиқ бўлганда ампирик функция қуйидаги тарзда аниқланади.

$t_1, t_2, \dots, t_n$  натижалари (  $n$  - қийматларнинг умумий миқдори) ўзгартириш қаторига жойлаштирилади ва танлашнинг энг катта ( $t_{\max}$ ) ва энг кичик ( $t_{\min}$ ) қийматлари аниқланади.  $t_{\max} - t_{\min}$  оралиқ катталиги жиҳатидан тенг бўлган  $r$  та оралиқларга ажратилади. Хар қайси оралиқнинг катталиги  $\Delta t = (t_{\max} - t_{\min})/r$  га тенг. Кейин ҳар бир  $r$  оралиқлардаги кузатишлар сони  $m_j$  ҳисоблаб топилади:

$$m_1 + m_2 + \dots + m_r = n$$

ва кузатувларнинг ҳар бир оралиққа тушиш частоталари аниқланади:

$$P_j = m_j/n, \quad j=1, 2, \dots, r$$

Шундан сўнг тасодифий Т катталикнинг тақсимланиш зичлигининг ампирик функцияси аниқланади:

$$f_{\text{э}}(t) = m_j / n \Delta t.$$

Тасодифий Т катталик тақсимланишининг ампирик функцияси қуйидагича бўлади:

$$f_{\text{э}}(t) = \left( \sum_{k=1}^{j-1} m_k + m_j / 2 \right) / n$$

Агар танлаш ҳажми  $n < 50$  бўлса, у ҳолда тақсимланишнинг эмпирик функцияси ушбу формуладан ҳисоблаб чиқарилиши мумкин:

$$F_n(t) = (j - 0,5)/n; \quad j=1,2,\dots,n.$$

Тақсимланишнинг эмпирик  $F_n(t)$  ва назарий  $F(t)$  функциялари орасидаги асосий фарқ шундан иборатки,  $F(t)$  функция воқеанинг эҳтимоллигини,  $F_n(t)$  функция эса ўша воқеанинг нисбий частотасини аниқлайди.

Амалда турли тақсимланиш қонунларининг умумий белгиси сифатида кўпинча ўзгариш коэффициентларидан фойдаланилади:

$$v = \sigma/t.$$

Масалан, агар ўзгариш коэффициенти  $0 \leq v \leq 0,3$  агрофида бўлса, у ҳолда тажриба натижасида олинган маълумотлар меъёрида тақсимланиш қонунига мос келади.  $0,3 \leq v \leq 0,8$  бўлганда тасодикий катталиқ меъёрида тақсимланиш қонуни бўйича ҳам, Вейбул--Гнеденко қонуни бўйича ҳам тақсимланиши мумкин. Бинобарин, у ёки бу қонуннинг зид бўлмаслиги мумкинлигини мослик мезони асосида ойдинлаштириш лозим.

Агар тасодикий катталиқнинг  $D = \sigma^2$  дисперсияси унинг математик кутимаси  $m$  га тенг бўлса, тажриба маълумотларини Пуассон қонунидан фойдаланиб кўриб чиқиш керак.

Ўзгариш коэффициентининг қийматлари  $0,30 < v < 1,0$  бўлганда ҳам Вейбул-Гнеденко қонуни амал қилади. Бу қонун хусусий ҳолда  $v=0,52$  ва  $b=2,0$  бўлганда ( $b$  - Вейбулнинг тақсимланиш қонуни параметри) Реллей қонунига,  $v=1,0$  ҳамда  $b=1,0$  бўлганда эса экспоненциал қонунга айланади.

Тақсимланиш қонунлари параметрларини эмпирик маълумотлар асосида статистик баҳолаш учун бир неча усул: моментлар усули, чизиқли баҳолаш усули, эҳтимоликлар тўри усули, энг юқори даражада (максимал) ҳақиқатга яқинлик усули, энг кичик квадратлар усули ва бошқа усуллардан фойдаланилади.

Экспоненциал тақсимланишнинг  $\lambda$  параметрини аниқлаш учун моментлар усулидан фойдаланилади:

$$\bar{\lambda} = \frac{n}{\sum_{j=1}^n t_j}.$$

Меъёрида тақсимланишнинг математик кутимаси  $t$  рнинг баҳоси куйидаги формуладан аниқланадиган танланган ўртача  $t$  дан иборат бўлади:

$$\bar{t} = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i,$$

бу ерда:  $t_1, t_2, \dots, t_n$  - объектларнинг ишламай қолгунига қадар ишлаш муддати.

Ўртача квадратик четлашиш  $\sigma$  ни баҳолаш учун ушбу формуладан фойдаланилади:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (t_j - \bar{t})^2}.$$

Ассиметрия коэффициентининг статистик баҳоси қуйидаги тенглама ёрдамида ҳисоблаб топилади:

$$\bar{A} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (t_j - \bar{t})^3}{\sigma^3}.$$

Экссесс коэффициентининг статистик баҳоси қуйидагича аниқланади:

$$\bar{E} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (t_j - \bar{t})^4}{\sigma^4} - 3.$$

Логарифмик-меъёрида тақсимланиш қонуни учун тасодифий катталикнинг математик кутилмаси баҳоси ушбу формуладан ҳисоблаб топилади:

$$\bar{Y}_0 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \ln t_j.$$

Тасодифий катталик логарифми ўртача квадратик четлашишининг баҳоси  $\bar{\sigma}_1$  қуйидагича аниқланади:

$$\bar{\sigma}_1 = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (\ln t_j - \bar{Y}_0)^2}.$$

Частоталар тақсимланишининг эмпирик ва назарий функцияларни мослик мезонлари бўйича таққослаш.

Ҳар бир назарий тақсимланишга параметрлар деб аталувчи бир нечта катталиклар (математик кутилма, дисперсия ва ҳоказо) қиради. Шу сабабли бу катталиклар номаълум бўлади, уларни эмпирик тақсимлаш йўли билан аниқлаш мумкин. Бунинг учун зичлик функциясига назарий қийматлар ўрнига эмпирик қийматларни қўйиш лозим. Кейин барча ораликлар ўрталарининг эҳтимоллигини ҳисоблаб топиш керак. Ана шу эҳтимоллик-ларни тажрибалар сонига қўпайтириб тасодифий катталик частоталарининг назарий қийматларини оламиз. Бу қийматларни тўғриланган эгри чизиқ кўринишида тасвирлаш мумкин.

Эмпирик эгри чизиқни тўғрилагандан сўнг унинг танланган тақсимланишнинг назарий қонунига мослиги текширилади. Эмпирик маълумотларни таҳлил қилишда шундай ҳоллар бўлиши мумкинки, бунда айнан бир хил маълумотларни бир неча тақсимлашлар билан муваффақиятли равишда тавсифлаш мумкин бўлади. Ҳамиша мосликнинг энг катта эҳтимоллигини берадиган тақсимланишни танлаган маъқул. Тракторлар ва қишлоқ ~~хўжалиқ~~ машиналарининг пухталигига таъбиқан, кўпинча Пирсоннинг ёки Колмогоровнинг мослик мезонларидан фойдаланилади.

Пирсоннинг мослик мезони ушбу формуладан аниқланади:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(m_i - m'_i)^2}{m'_i}$$

бу ерда:  $m_i$  - статистик қаторнинг  $i$  - оралиғидаги синов частотаси (воқеалар миқдори);  $n$  - қабул қилинган оралиқлар миқдори;  $m'_i$  - статистик қаторнинг  $i$ - оралиғидаги назарий частота:

$$m'_i = N [F(t_{i+1}) - F(t_i)].$$

15 - жадвал. Колмогоров мезони  $P(\lambda)$  қийматлари жадвали.

$\lambda$	$P(\lambda)$	$\lambda$	$P(\lambda)$
0,30	1,000	1,10	0,1777
0,35	0,9997	1,20	0,1122
0,40	0,9972	1,30	0,0681
0,45	0,9874	1,40	0,0397
0,50	0,9639	1,50	0,0222
0,55	0,9228	1,60	0,0120
0,60	0,8643	1,70	0,0062
0,65	0,7920	1,80	0,0032
0,70	0,7112	1,90	0,0015
0,75	0,6272	2,00	0,0007
0,80	0,5441	2,10	0,0003
0,85	0,4653	2,20	0,0001
0,90	0,3927	2,30	0,0001
0,95	0,3275	2,40	0,0000
1,00	0,2700		



Қиймати 5 дан кичик бўлган частоталарни бирлаштириб юбориш зарур.  $\chi^2$  ни аниқлагандан сўнг эркинлик даражалари сонини аниқлаймиз:

$$k = n_1 - r - 1,$$

бу ерда:  $k$  - эркинлик даражалари сони;  $n_1$  - таққосланадиган частоталар сони ( охиридаги бирлаштирилган частоталар битта частота деб қабул қилинади);  $r$  - назарий тақсимланиш функцияси параметрларининг сони.  $k$  ва  $\chi^2$  ларнинг қийматлари маълум бўлганда мослик эҳтимоли  $P(\chi^2)$  ни топамиз. Олинган қиймат қанчалик кичик бўлса, эмпирик ва назарий тақсимланишлар ўртасидаги мослик шунчалик яхши бўлади.

Колмогоровнинг мослик мезони қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$\lambda = D_{max} \cdot \sqrt{N},$$

бу ерда:  $\lambda$  ифодаларидан фойдаланиб (15-жадвал) мослик эҳтимоли  $P(\lambda)$  ни топамиз. Агар  $\lambda \leq 1,0$  бўлса, у ҳолда тақсимланишнинг эмпирик ва назарий қонунлари ўртасида мослик яхши тақсимланган ҳисобланади. Мослик эҳтимоллик функцияси  $P(\lambda)$  да аниқроқ баҳоланади.

16 - жадвал. Ишончли чегаралар учун  $\alpha$  коэффициентлар.

N	$\alpha$			
	0,80	0,90	0,95	0,99
3	1,98	2,92	4,30	2,92
4	1,64	2,35	3,18	5,84
5	1,53	2,13	2,78	4,60
6	1,48	2,02	1,57	4,03
7	1,44	1,94	2,45	3,71
8	1,42	1,90	2,36	3,50
9	1,40	1,86	2,31	3,36
10	1,38	1,83	2,26	3,25
11	1,37	1,81	2,23	3,17
12	1,36	1,80	2,20	3,11
13	1,36	1,78	2,18	3,06
14	1,35	1,77	2,16	3,01
15	1,34	1,76	2,15	2,98
20	1,33	1,73	2,09	2,85
25	1,32	1,71	2,06	2,80
30	1,31	1,70	2,04	2,75
40	1,30	1,68	2,02	2,71
50	1,30	1,68	2,01	2,68
60	1,30	1,67	2,00	2,66
80	1,29	1,66	1,99	2,64
100	1,29	1,66	1,98	2,63

Тақсимланишнинг ишончли чегараси ва нисбий хатолик.

Нормал тақсимланиш қонуни амал қилганда битталаб ишлаб чиқариладиган буюмнинг кўрсаткичлари ўртача кўрсаткичдан  $\pm 3\sigma$  га, Вейбул-Гнеденконинг тақсимланиш қонуни амал қилганда 1а дан 2,5а га-ча фарқ қилади. Меъёрида тақсимланиш қонуни мавжуд бўлганда дифференциал эгри чизик учун мўлжалланган, абсциссалар ўқидан  $\pm 3\sigma$  кўрсаткич билан чегараланган юза 99,7% ни ташкил этади, яъни эҳтимолликнинг якка кўрсаткичининг 1000 тасидан 997 таси  $\pm 3\sigma$  ораликда бўлади, 3 таси эса мазкур қонун амал қиладиган чегарадан ташқарида бўлади.

Камраш юзаси  $\alpha$  нинг (дифференциал эгри чизик учун мўлжалланган) янада кичик қийматларидан фойдаланиб, марказлашган ва

нормал-лаштирилган  $F_0(t) = \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\right) \int_0^t e^{-\frac{t^2}{2}} dt$  функция жадвалидан  $t_\alpha$  ни топамиз.

Масалан,  $\alpha = 0,80$ ,  $F_0(t)=0,9$  бўлганда  $t_\alpha=1,28$  бўлади. Битта буюмнинг пухталиқ кўрсаткичларини (деталнинг қолдиқ ресурсини, тракторни тузатишга жўнатиш муддатини ва ҳоказо) аниқлаш учун қуйидаги тақсимланиш чегараларини аниқлаш лозим:

$$\text{қуйи ишончли чегараси } t_\alpha^k = \bar{t} - t_\alpha \cdot \sigma;$$

$$\text{юқори ишончли чегараси } t_\alpha^w = \bar{t} + t_\alpha \cdot \sigma;$$

$N < 25$  бўлганда Стьюдентнинг тақсимланиш қонуни ва  $t_\alpha$  коэффициентдан фойдаланиш керак (16- жадвал).  $t_\alpha$  коэффициентдан  $N > 25$  ни танлашда ҳам фойдаланиш керак, чунки бу ҳолда қийматлар ўртасидаги фарқ унча катта бўлмайди. Мисол. Хўжаликда 18 та Д-240 мотори ўрнатилган МТЗ-80Х трактори бор. Агар моторлар ресурсининг тақсимланиши  $t=2960$  соат,  $\sigma=520$  соат параметрли меъёрида тақсимланиш қонунига бўйсунуши маълум бўлса, ишлаш муддатларининг қандай оралиғида моторлар тузатишни талаб қилишини аниқлаш керак.

Ечиш. Пухта эҳтимолликни  $\alpha=0,90$  га тенг деб оламиз.  $\alpha=0,90$  ва  $N=18$  бўлган ҳол учун  $t_\alpha$  қийматини аниқлаймиз:  $t_\alpha=1,75$ .

Қуйи чегара  $t_{\alpha=90} = t - t_\alpha \cdot \sigma = 2960 - 1,75 \cdot 520 = 2050$  соатни, юқори чегара  $t_{\alpha=90} = 2960 + 1,75 \cdot 520 = 3870$  соатни аниқлаймиз. Пухта ораликни ҳисоблаб топамиз:  $J_{90} = t_{90} - t_{\alpha} = 3870 - 2050 = 1820$  соат.

#### 4-боб. Машиналар пухталигини ошириш усуллари.

##### 4.1. Пухталиқни оширишнинг умумий усуллари.

Яхши ўйлаб лойихаланган, сифатли тайёрланган ва тўғри фойдаланилган машинада чекли ҳолатта келиб қолгунга қадар ишламай қолишлар бўлмаслиги зарур.

Машинанинг ишламай қолишлари машинани тайёрлаш ва ундан фойдаланишнинг турли босқичларида йўл қўйилган хатолар туфайли юз беради.

17-жадвал. Техниканинг турли соҳаларида ишламай қолишларнинг тақсимооти.

Техника соҳаси	Ишламай қолишлар сабаблари			
	Конструкторлик хатолари	Технологик хатолар	Фойдаланишдаги хатолар	Табийий ейи-лиш ва занг-лаш
Радиоэлектроника	40-50	20	30	5- 10
Ракета моторлари	30	30	40	-
Нефт конлари ус-куналари	44	26	30	-
Автомобиллар	15-20	15-20	15-20	40-55
Тракторлар ва қишлоқ хўжалик машиналари	15-20	5-10	5-10	40-75
Умумий машина-созлик буюмлари	35	20	25	20
Резбали бирикмалар	50	25	25	

17-жадвалдаги маълумотлардан кўриниб турибдики, техниканинг турли соҳаларида ишламай қолишларнинг тақсимооти турличадир. Хатоларнинг ҳамма турлари (конструкторлик, технологик ва фойдаланишдаги хатолар) тахминан тенг қимматлидир ва шунинг учун машиналарнинг пухталиги барча усуллар билан таъминланиши керак:

$$P(t) = P_{\text{конс.}} \cdot P_{\text{техн.}} \cdot P_{\text{фойд.}}$$

Пухталиқни оширишнинг мумкин бўлган йўллари таҳлил қилишга мисол сифатида трактор гидротизмидаги шестерняли насосни кўриб чиқамиз. Насосларнинг пухталигини ошириш йўллари уч йўналишда қараш керак. Ана шу йўналишлардан ҳар бири насосларнинг ишлаш қобилиятини ифодаловчи ва белгиловчи маълум кўрсаткичлари билан ажралиб туради.

##### I. Насоснинг тузилишига кўра:

1. Иш хусусиятларининг параметрлари: иш босими; иш унуми; оғирлигига, ташқи ўлчамларига ва тезқорлигига доир чеклашлар; иш ҳарорати; уланish цикллари сони; деталларга тушадиган юкланишни тўғри танлаш.

2. Тузилиш схемаси: босим бўшлиғининг сўрувчи бўшлиқдан ажратилиши; радиал ва ёнбошлардаги тирқишларнинг компенсацияланиши; энг мақбул тирқишлар ва ўлчамлар занжири; деталлар ўлчамларини ва жойлашувини уларнинг мустаҳкамлиги, чидамлилиги ҳамда ейилишга чидамлилигининг тенглигидан келиб чиққан ҳолда асослаш.

3. Деталларнинг материали: материалларнинг юкланишларга мослиги; материалларнинг ишқаланиш шароитига мослиги, термик ишлов бериш ва мустаҳкамловчи технология.

4. Қабул қилинган иш суюқлиги: қовушқоқлик индекси, қовушқоқлигининг хароратга боғлиқлиги; буғ ҳосил қилганда ажратиб чиқарадиган солиштирма иссиқлиги.

5. Тузатишга яроқлилиқ.

II. Тайёрлаш сифатига кўра:

1. Деталларни тайёрлаш сифати; тайёрлаш аниқлиги; юза сиртининг сифати; кўзга кўринмас нуқсонларининг йўқлиги.

2. Ейилишга чидамликни оширишга қаратилган технологик усуллардан энг мақбул тарзда фойдаланиш даражаси.

3. Йиғиш ва чиниқтириш сифати.

III. Фойдаланиш шароитларига кўра:

1. Иш тартиботи: юкланишнинг ортиб бориш ва олиниш кинетикаси; юкланиш билан ишлаш вақти; ишга тушириш цикллари сони.

2. Иш суюқлигининг сифати: бошланғич ифлосланганлиги; ифлосланиш жадаллиги; эскириш жадаллиги; кўшилмалардан тозалаш даражаси.

3. Атроф-муҳит шароити: ҳавонинг ҳарорати; ҳавонинг чангланганлиги; чангнинг таркиби.

4. Хизмат кўрсатиш тартиботи: техник хизмат кўрсатиш қоидаларига амал қилиш; юкланиш билан ишлатиш олдидан қиздириб олиш.

5. Йўриқномага қатъий амал қилган ҳолда консервациялаш ва сақлаш.

Насоснинг ресурсини ошириш учун қуйидагиларни амалга ошириш лозим: туташмаларда ишқаланишга сарфланадиган қувватни камайтириш, биринчи навбатда насоснинг турли иш тартиботларида доимий суюқликли ишқаланиш бўлишини таъминлаш ва бунинг эвазига насоснинг ф.и.к. ни ошириш; ишқаланувчи жуфтликларнинг материални мазкур иш шароити учун ейилишга чидамлироқ материал билан алмаштириш; ўзаро таъсирланувчи жуфтликларга тушадиган солиштирма юкланишларни камайтириш.

Материални алмаштириш ёки тикланган деталлар сиртининг мустаҳкамлигини ошириш йўли билан ҳам насосларнинг ресурсини ошириш

мумкин. Шестернялар унча кўп ейилмаслиги сабабли алмашма деталлар сифатида втулкадан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир. Насос деталларининг ейилишга чидамлилиги кўп даражада иш вақтида юзага келувчи юкланишларга, шунингдек ишқаланувчи деталларни тайёрлаш учун материалларнинг тўғри танланишига боғлиқдир.

Шестерняли насосларнинг ишлаш қобилиятини оширишга қаратилган конструктив-технологик чора-тадбирларни уч туркумга ажратиш мумкин:

1) ейилишни насос иш хусусиятларига таъсирини камайтирувчи чора-тадбирлар;

2) насосдаги деталлар материалининг ейилишга чидамлилигини оширишга ва ишқаланувчи қисмларни тайёрлаш учун ейилишга чидамлироқ материаллар ишлатишга доир чора-тадбирлар;

3) деталлар ейилишининг пайдо бўлиш ва авж олиш шароитини чеклашга қаратилган чора-тадбирлар.

Насосларнинг чидамлилигини оширишнинг муҳим усулларидан бири иш суюқлигини қаттиқ механик аралашмалардан тозалаш сифатини яхшилашдир. Ҳозирги машиналарнинг гидравлик тизимларига ўрнатилган филтрлар ўлчами 20 мкм гача бўлган аралашма зарраларни ўтказиб юборади, бу эса туташмадаги тирқишларнинг ўлчамига тенг ёки ундан каттароқдир. Фикримизча, машиналар гидротизимида иш суюқлигини қўшилмалардан сифатли тозалай оладиган, аммо мураккаб ва қимматбаҳо жихозларни ўрнатиш мақсадга мувофиқ эмас, чунки ҳар қандай филтрловчи унсур маълум вақт ўтганидан сўнг абразив зарраларни кўп миқдорда ўтказиб юборадиган бўлиб қолади. Ҳозирги вақтда филтрловчи унсурларнинг, зичловчи қурилмаларнинг кам самаралилигини эътиборга олиб, деталлар учун ейилишга чидамли материал ишлатиш насослар хизмат муддатини узайтиришнинг энг оқилона йўли деб ҳисоблаш мумкин.

Втулкалар учун ишлатиладиган қимматбаҳо ва камёб материални (БрОЦ 5-5-5 маркали ёки 2% никел қўшилган БрОС 5-25 маркали бронзани) арзонроқ антифрикцион материал (алюминий қотишмалари) билан алмаштириш мақсадида насос тайёрловчи заводлар томонидан ўтказилган тадқиқотлар бу материалларнинг ейилишга чидамлилиги пастлиги сабабли қўтилган натижани бермади. Бу ҳол масалага тизимли тарзда ёндошилмаганлигини яққол кўрсатиб турибди, яъни бунда иш шароитининг ўзига хос хусусиятларига етарлича эътибор берилмаган.

## 4.2. Пухталиқни оширишнинг конструкторлик усуллари

Пухталиқни оширишнинг конструкторлик усуллари қуйидагилардан иборат:

1) конструкцияни соддалаштириш ва энг мақбул ҳолга келтириш (оптималлаш). Конструкцияни соддалаштириш ва энг мақбул ҳолга кел-

тириш деганда пухталиқ нуктаи назаридан агрегат, қисм ҳамда деталларга тегишли геометрик шакллар, ўлчамлар бериш ва мос иш шароити яратган ҳолда уларни мумкин қадар узоқ вақт ишлайдиган қилиш назарда тутилади. Лойихаланадиган машиналарнинг пухталиғига деталларга тушадиган юкланишни ва уларнинг ҳаракат тезлигини энг мақбул тарзда танлаш, ташмалар учун энг мақбул ўтқазиларни, ишқаланувчи сиртлар учун мойлаш қурилмаларини танлаш ва шу қабилар катта таъсир кўрсатади.

Конструкциянинг энг мақбул технологиябоплигини, уни йиғиш, қисмларга ажратиш ҳамда тузатишнинг оддийлиги ва арзонлигини ҳам лойихалашда ҳисобга олиш лозим. Машина қисмлари ва деталларнинг кўздан кечириш, текшириш, тузатиш ва алмаштириш учун қулай тарзда жойлаштирилиши машинани ишлатиш даврида пухта ҳолатда сақлаб туришнинг муҳим шартидир;

2) пухта унсурларни танлаш. Янги конструкцияда асосан пухта ишлаб келган унсурлар қўлланилади. Ишлаб чиқариш чоғида машиналарни йиғишда пухтароқ унсурларни танлаб олиш қийин эмас. Қолган деталлар эҳтиёт қисм сифатида ишлатилади. Аммо келгусида машинани ишлатиш, ишламай қолган унсурларини алмаштириш унинг пухталиғи анчагина пайсишига олиб келади;

3) стандартлаштириш ва бир хиллаштириш (унификациялаш), яъни стандартлаштирилган ҳамда бир хиллаштирилган детал, қисм ва механизмларни қўллаш;

4) модул-блочки лойихалашнинг усулидан фойдаланиш;

5) резервлашни жорий этиш. Резервлаш деганда қурилмаларнинг турли хусусиятлари қийматларини ана шу хусусиятларнинг энг кичик зарур қийматларига нисбатан бирмунча каттароқ қилиб олиш тушунилади.

Тузилиш бўйича резервлашда, пухта бўлмаган унсурлардан керакли ишочилиқдаги конструкцияни яратиш масаласи кўриб чиқилади. Масалан бир хил пухталиққа эга унсурлардан тузилган машинани ишчанлик эҳтимоли:

$$P(t) = 1 - q^n(t) = 1 - (1 - p)^n;$$

$$n = \frac{\lg(1 - P)}{\lg(1 - p)}.$$

бу ерда:  $p$  - унсурлар пухталиғи;  $P$  - объектнинг пухталиқ кўрсаткичлари.

Мисол:  $p = 0,6$ ;  $P = 0,98$ ;  $n = 4$ .

6) ишламай қолишларнинг табиий сабабларини ўрганиш ва таҳлил қилиш;

7) материаллар хоссалари тўғрисидаги янги маълумотларини билиш, яъни янги истиқболли материалларни қўллаш;

8) техник хужжатлар сифатини ошириш, машина графикасидан ва автوماتлаштирилган лойихалаш тизимидан кенг фойдаланиш;

9) пухталикини ишламай қолишларнинг асосий турларига нисбатан ҳисоблаш.

Масалан, абразив таъсирида ейилишга чидамликни ошириш учун икки йўлдан фойдаланилади:

а) ишқаланувчи қисмларга атроф-муҳитдан абразив камроқ тушадиган қилинади, яъни гидравлика тизимининг зичлиги ва мойни тозалаш даражаси (филтрлаш сифати) оширилади;

б) абразивнинг зарарли таъсири камайтирилади, яъни юклама, босим пасайтирилади, бошқа ейилишга чидамлироқ материал ёки юзани мустаҳкамловчи технология қўлланилади.

Тузатишга юқори даражада яроқлилиқ. ГОСТ 21623-76 га мувофиқ, динамик юкланишлар ва титрашларни ҳисобга олган ҳолда туташмалардаги материаллар бирикмасини шундай танлаш керакки, асосан арзон турадиган ва тайёрланиши жиҳатидан осон бўлган деталлар ейиладиган ва уларни тузатиш чоғида кам харажатлар қилган ҳолда алмаштириш мумкин бўлсин.

Машиналарнинг пухта ишлаши кўп жиҳатдан ўрточа ва чекли юкланишларнинг нисбатига (юк-кўтариш қобилиятига) боғлиқдир. Бинобарин, янги машиналарни лойихалашда лойиҳачи техник-иқтисодий маълумотларни ҳисобга олган ҳолда тегишлича мустаҳкамлик захирасини танлаши керак. Тракторлар ва кишлок хўжалик машиналари ишлаётган вақтда уларда юк кўтариш қобилиятидан анча катта юкланишлар пайдо бўлиши мумкин бўлгани учун ана шу юкланишлардан сақловчи махсус қурилмалар кўзда тутилиши зарур.

### Резервлаш.

Технология машина ва жиҳозлари одатда жуда кўп агрегатлар, қисмлар ва деталлардан иборат бўлади. Улардан истаган бирининг ишламай қолиши машинанинг умуман ишламай қолишига олиб келиши мумкин.

Машина бузилмасдан ишлашининг умумий эҳтимолини ундаги агрегатлар, қисм ва деталларнинг бузилмасдан ишлаш эҳтимолиларининг кўпайтмаси деб қараш мумкин:

$$P = P_1(t) \cdot P_2(t) \cdots P_n(t) = \prod_{i=1}^n P_i(t),$$

бу ерда:  $P_1(t); P_2(t) \dots P_n(t)$  - элементларнинг бузилмасдан ишлаш эҳтимоли;  $n$  - ишламай қолиши машинанинг ишдан чиқишига сабаб бўлувчи унсурлар сони.

Бутун конструкциянинг пухталигини энг бўш унсур белгилагани учун уни аниқлаш ва бузилмасдан ишлаш даражасини ошириш умуман маши-

нанинг пухталигини оширишга имкон беради. Пухталиги тенг даражада бўлган деталлардан ташкил топган агрегатнинг бузилмасдан ишлаш эҳтимоли ундаги исталган деталнинг бузилмасдан ишлаш эҳтимолидан ҳамиша кам бўлади.

Масалан,

$$P(t) = \prod_{i=1}^5 p_i(t) = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 0,59.$$

Унсурлар сони ортиши билан конструкциянинг пухталиги пасаяди.  $n \rightarrow \infty$  бўлганда  $P(t) \rightarrow 0$  бўлади.

Машиналарнинг пухталигини ошириш учун резервладан (ортиқча агрегатлар, қисм ёки деталлар киритишдан) кенг фойдаланилади. Резервланганда машинанинг пухталиги унга кирувчи ҳар қандай унсур (детал, қисм ва агрегат)нинг пухталигидан юқори бўлиши мумкин.

Конструкцияда резерв ва алмаштириладиган унсурлардан фойдаланиш катта ҳаражатлар қилмаган ҳолда унинг пухталигини осонгина тиклашга имкон беради. Алмашма унсурларга мисол қилиб лемеллар ва ағдаргичларнинг кескич унсурларини, тупрок фрезаларининг қирқувчи унсурлари ва шу кабиларни кўрсатиш мумкин. Автомобилдаги кетинги кўприк ўнг ва чап ярим ўқларини ўрин алмашиб ишлай олиши резерв унсурга мисол бўла олади. Бунда шлицали бирикма тишлари аввал бир томонидан, алмашгандан сўнг иккинчи тарафдан ишлайди.

Таъмир ўлчамлари тизимида тиклаш вақтида ҳам ейилган деталларга қўшимча ишлов бериш учун қолдириладиган қўйим ҳисобига, деталларнинг ейилишига чидамлилигини резервлаш кўзда тутилади. Масалан, ички ёнув моторларининг тирсакли валлари ва цилиндр гилзалари бунга мисол бўла олади.

Резервладанинг икки усули: доимий резервлаш ва ўрнини алмаштириш йўли билан резервлаш усуллари мавжуд.

*Доимий резервлаш* шундан иборатки, бунда резерв унсурлар объектнинг ишида асосий унсурлар билан барабар даражада қатнашади. Агар резерв унсур асосий унсур (агрегат, қисм, детал) ишдан чиққанидан сўнг ишга тушадиган бўлса, бундай резервлаш *ўрин алмаштириш йўли билан резервлаш* деб аталади.

Ҳар қандай резервлаш ортиқлик принципига асослангандир, чунки бунда асосий унсурлар билан бир қаторда резерв унсурлар ҳам кўзда тутилади. Резерв унсурлар функционал зарур бўлиб ҳисобланмайди, балки асосий унсурлар ишламай қолганда уларни алмаштириш (ўрнини босиш) учун мўлжалланган.

Бир хилдаги резерв унсурлар билан резервлангандан сўнг тизимнинг бузилмасдан ишлаш эҳтимоли қуйидагича аниқланади:



$$P_T(t) = 1 - [1 - P(t)]^m.$$



бу ерда:  $m$  - резерв унсурлар миқдори (резервлашнинг карралилиги);  $P(t)$  - резерв унсурнинг бузилмасдан ишлаш эҳтимоли.

Доимий резервлаш. Доимий резервлашда резерв унсурлар бутун вақт мобайнида асосий унсурлар билан бириккан ҳолда бўлади ва бир хил иш тартибига бўлади. Масалан, автомобилнинг тормоз тизими (қўл ва оёқ тормозлари), занжирли ўрмаловчи тракторларнинг кўп галтакли юриш тизимлари бунга мисол бўла олади.

Доимий резервланган, пухталиги жиҳатидан тенг бўлмаган агрегатларнинг бузилмасдан ишлаш эҳтимоли ушбу формуладан аниқланади:

$$P(t) = 1 - \prod_{i=1}^{n+1} [1 - P_i(t)].$$

Пухталиги жиҳатидан тенг бўлган агрегатларники эса қуйидагига тенг:

$$P(t) = 1 - [1 - P_i(t)]^{n+1}$$

Масала. Тракторнинг гидротизими бузилмасдан ишлаш эҳтимоли  $P(t) = 0,82$  га тенг бўлган, параллел қилиб уланган иккита НШ-32У насосидан ишлайди. Мой хайдовчи қисмнинг бузилмасдан ишлаш эҳтимоли аниқлансин.

Ечиш:

$$P(t) = 1 - [1 - p_i(t)]^{n+1} = 1 - (1 - 0,82)^2 = 0,9676.$$

Доимий резервлашнинг камчилиги шундаки, резерв агрегат ҳам ўз ресурсини асосий агрегат сингари сарфлайди.

Агар бузилмасдан ишлаш вақтининг тақсимланиш функцияси экспоненциал қонунга бўйсунса, у ҳолда  $P(t) = e^{-\lambda t}$  бўлади, бу ерда:

$\lambda = \frac{1}{T_{\text{ср}}}$  - ишламай қолишлар жадаллиги  $T_{\text{ср}}$ - агрегат бузилмасдан ишла-

шининг ўртача вақти.

Бир вақтда ишлайдиган иккита агрегати бўлган тизимнинг бузилмасдан ишлаш эҳтимоли ушбу формуладан аниқланади:

$$P(t) = 2e^{-\lambda t} - e^{-2\lambda t}.$$

Тизимнинг бузилмасдан ишлаш вақти қуйидагини ташкил этади:

$$T_{\text{ср}} = \int_0^{\infty} P(t) dt = \int_0^{\infty} (2e^{-\lambda t} - e^{-2\lambda t}) dt = \frac{3}{2\lambda}.$$

Ўрин алмаштириш йўли билан резервлаш. Мазкур усулда резерв агрегат асосий агрегат ишдан чиққанидан кейин ишга тушади. Агар тизимга резервлаш учун  $n$  та агрегат киритилган бўлса, у ҳолда тизимда

асосий агрегат билан бирга  $n+1$  та агрегат бўлади. Бинобарин, тизимнинг ишламай қолиши  $n+1$  агрегат ишламай қолганда юз беради.

Тизимнинг бузилмасдан ишлаш эҳтимоли қуйидагича бўлади:

$$P(t) = e^{-\lambda t} \left( 1 + \lambda t + \frac{\lambda^2 t^2}{2!} + \dots + \frac{\lambda^n t^n}{n!} \right);$$

$$T_{yp} = \frac{n}{\lambda}.$$

Агар битта агрегат резервланган бўлса, у ҳолда ушбуга эга бўламиз:

$$P(t) = e^{-\lambda t} (1 + \lambda t).$$

Тизимнинг ишламай қолгунга қадар ўрғача ишлаш муддатини қуйидаги ифодадан топамиз:

$$T_{yp} = \int_0^{\infty} P(t) dt = \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} dt + \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} (\lambda t) dt = \frac{1}{\lambda} + \frac{\lambda}{\lambda^2} = \frac{2}{\lambda}.$$

Шундай қилиб, ўрин алмаштириш йўли билан резервлаганда бузилмасдан ишлашнинг ўрғача вақти ( $T_{yp}=2/\lambda$ ) доимий резервлашдагидан ( $T_{yp}=3/2\lambda$ ) юқори бўлади. Резервланмайдиган элементлар бузилмасдан ишлашининг ўрғача вақти  $T_{yp}=1/\lambda$  бўлади.

### 4.3. Тайёрлаш вақтида агрегат ва деталлар пухталигини оциришнинг технология йўллари.

Машиналар пухталигини ошириш учун технологик усуллари қўллаш машинасозлик тармоғининг ўзига хос хусусиятлари билан кўп даражада боғлангандир, Умумий усуллар қуйидагилардан иборат:

1) материалларни, ярим маҳсулотларни, бутловчи буюмларни назорат қилиш;

2) технологик жараённи такомиллаштириш. Агар лойиҳалаш жараёнида машинанинг пухталиқ хусусиятларига замин яратилса, тайёрлаш чоғида технологик жараён ана шу пухталиқ даражасини таъминламоғи керак. Технологиядан ҳар қандай четлашиш пухталиқ кўрсаткичларига салбий таъсир қилиши мумкин. Афсуски, мавжуд трактор ва қишлоқ хўжалиқ машиналари ишламай қолишларининг каттагина қисми технологик жараён паст даражада тақкил қилинганлиги туфайли юз беради. Шу боис технологик жараённи такомиллаштиришда машиналар пухталигини оширишнинг ниҳоятда кенг имкониятлари яшириниб ётибди;

3) технологик жараённи ва технологик ускуналарни назорат қилиш (шу жумладан, сифатни статистик назорат қилиш);

4) тайёрлашдан кейин тўлиқ назорат қилиш ва чиниқтириш;

5) маҳсулотларни ўраш, жойлаш ва ташишнинг замонавий усуллари-ни қўллаш;

б) деталлар сиртини мустаҳкамлаш. Титратиб эзиш, зичлаш ва сиртни мустаҳкамлаш усуллари зарарли зўриқишлар таъсирини камайтиради. Термик, термомеханик ва кимёвий-термик ишловлар қўлланилса, угле-рошли пўлатларнинг мустаҳкамлиги икки баравар, легирланган пўлатларники эса уч марта ортади;

7) кимёвий, электролитик, полимер қопламалар қошлаш, деталларнинг ишқаланувчи сиртларига ейилишга чидамли материаллар қошлаш усули кенг қўлланилади. Бу қопламалар суюқлантириб қошлаш, чангитиш, хромлаш, никеллаш, пўлатлаш ва бошқа йўллар билан ҳосил қилинади. Технология машиналарининг деталлари атроф-муҳит деталлар сиртига катта таъсир кўрсатадиган шароитда ишлайди. Бундай шароитда деталлар занглашнинг ҳар хил турларига дучор бўлади. Занглашнинг олдини олиш учун уларнинг сиртига галваник, лок-бўёк, пластмасса, сир ва бошқа қоп-ламалар қопланadi.

Қуйидаги тушунчаларни бир-биридан фарқ қила билиш керак:

1) технологик ускунанинг пухталиги; 2) технологик жараённинг пухталиги; 3) тайёрланаётган маҳсулотнинг пухталиги. Бу ерда фақат машина, қисм, деталларнинг технологик жараён маҳсулоти сифатидаги пухталиги кўриб чиқилган.

Машина деталларининг ейилиши кўп даражада деталлар материалининг ва термик ишловнинг сифатига боғлиқ бўлади.

Чўян машинасозликда конструкцион ва антифрикцион материал сифатида кенг қўлланилади. Чўянинг ейилишга чидамлилиги унинг структурасига боғлиқ. Унинг структураси эса, ўз навбатида, ундаги углевод, марганец, кремний, хром, никел ва бошқа моддалар миқдорига, шунингдек, қуйманинг совитилиш ҳамда термик ишлов бериш шароитига боғлиқ бўлади. Чўянинг ейилишга чидамчилигини оширишда графит қўшилмаларининг мавжудлиги катта аҳамиятга эга, чунки улар сурков мойи вазифасини бажариб, ишқаланишни камайтиради.

Пўлатлар чўянларга қараганда ейилишга чидамлироқ бўлади. Пўлатларни никел, кремний, ванадий, марганец, молибден билан легирлаш одатда уларнинг ейилишга чидамчилигини анча оширади. Пўлатларнинг ейилишга чидамчилигини ошириш учун, легирлаш ва термик ишлов беришдан ташқари, сиртини парчинлаш, золдирчалар билан калибрлаш, сиртларни чиниқтириш усуллари ҳам қўлланилади. Пўлатларнинг ейилишга чидамчилигини ошириш учун термокимёвий ишлов бериш (цементитлаш, азотлаш, цианлаш), шунингдек галваник қопламалар қоп-лаш (ейилишга чидамли қилиб хромлаш, никеллаш, пўлатлаш) усуллари ҳам фойдаланилади.

Рақгли металлар (бронзалар, баббитлар)нинг антифрикцион хоссалари яхши бўлади ва улар бошқа деталлар билан жуфт тарзда ишлайди. Рақгли металларнинг ейилишга чидамлилиги юкори бўлмайди, аммо уларнинг абразив зарралар билан шаржланиш хусусияти ва аъло даража-

даги антифрикцион хоссалари бронза-пўлатдан ва баббит-пўлатдан иборат туташмаларнинг ейилишга чидамлилигини зиёдлаштиради.

Пластмассалар кейинги йилларда ишқаланувчи қисмларда кенг қўлланилаётир. Пластмасса-пўлатдан иборат ишқаланувчи жуфтликдаги пластмасса детал одатда пўлат деталга қараганда камроқ ейилади. Бунга сабаб шуки, абразив зарралар пластмасса детални шаржлайди, шунингдек абразив зарра пластмассанинг сиртига ботиб киргандан сўнг унинг абразив таъсири пасаяди.

Пиширилган ғовакдор материаллар кукунли металлургия усуллари билан ҳосил қилинади. Бундай материалларнинг бошқалардан афзаллиги шундаки, уларнинг ғовақларида мой бўлади ва материаллар ана шу мой ҳисобига ўз-ўзидан мойланади. Кукунлардан буюм тайёрлаш технологик жараёни қуйидаги ишлардан иборат: кукунлар аралаштирилади, уларни пресслаб брикетлар ҳосил қилинади, ҳимоя муҳитида пиширилади ва керакли ўлчамга келтириш учун узил-кесил ишлов берилади. Бунда кукунлар муайян деталларнинг ўлчамларига жуда яқин бўлган прессқолипларда сиқилади, натижада ишлов беришдаги исрофлар жуда кам бўлади. Шу сабабли кукун металлургияси чикиндисиз технология деб аталади.

Деталларнинг ейилишга чидамлилиги кўп даражада сиртининг ғадир-будирлигига боғлиқ. Сиртидаги микро нотекисликлар туташма ишининг бошланғич даврида, яъни сийқаланиш чоғида жадал ейилади. Туташма сийқаланиб бўлгандан сўнг туташ сиртларнинг энг мақбул ғадир-будирлиги ҳосил бўлиб, у механик ишловдан сўнг юзага келган сиртларнинг бошланғич ғадир-будирлигига боғлиқ бўлмайди. Энг мақбул (оптимал) ғадир-будирликка эга бўлган туташмалар энг кам ейилади, шунингдек уларнинг сийқаланиш вақти ҳам энг қисқа бўлади.

Технологларнинг энг муҳим вазифаси механик ишлов бериш чоғида микро нотекисликларнинг баландлиги бўйича ҳам, ишлов бериш изларининг йўналиши бўйича ҳам энг мақбул сиртга юқори даражада яқин бўлган сирт ҳосил қилишдан иборат.

Йиғиш пайтида машиналарни статик ва динамик мувозанатлаш уларнинг пухталигини оширади. Айланувчи деталларнинг оғирлик маркази айланиш ўқи билан мос келмаслиги туфайли келиб чиқадиган номувозанатлиги статик мувозанатлаш орқали бартараф этилади. Динамик мувозанатлаш мувозанатловчи юклар ёрдамида қўшимча жуфт кучлар яратишдан иборат. Деталнинг номувозанатлиги камайтирилса, унинг ейилишга чидамлилиги ортади, шунингдек титраши камаяди.

Таъмирланган машиналарнинг пухталигини кўришда тубдан таъмирлашни аслида иккинчи марта ишлаб чиқариш (тайёрлаш) деб қараш мумкин. Шу сабабли машинани тайёрлашда қўлланиладиган пухталиқни таъминлаш усуллари уни таъмирлаш пайтида ҳам ўз аҳамиятини йўқотмайди.

#### 4.4. Фойдаланиш даврида пухталикини сақлаш чора-тадбирлари.

Машиналардан фойдаланиш даврида уларнинг пухталигини таъминлашнинг асосий усуллари сифатида қуйдагиларни кўрсатиш мумкин.

1. Синовлар ва чиниқтириш жараёнини тўғри ташкил қилиш.

2. Агрегат ва механизмларнинг ўта юкланишига барҳам берувчи энг мақбул иш тартиботларини таълаш. Иш шароитини барқарорлаштириш.

3. Ташҳид қўйиш технологиясидан фойдаланиш. Ишламай қолишларни олдиндан аниқлаш.

4. Техникавий хизмат кўрсатиш ҳажмини ва даврийлигини аниқ белгилаш.

5. Эҳтиёт қисмлар таркибини ва миқдорини аниқлаш.

6. Таъмирлашнинг илгор тизимидан фойдаланиш.

7. Малакали ходимлар, хайдовчилар, тайёрлаш. Ходимларнинг ҳуқуқларини аниқ белгилаш ва вазифаларини тақсимлаш.

8. Ишламай қолишлар ҳақидаги маълумотларни мунтазам тўплаш ва уларни таҳлил қилиш.

Мой сифатининг ейилишга таъсири. Туташмаларнинг ейилишига мойдаги механик аралашмалар катта таъсир кўрсатади. Ейилиш катталиги аралашмаларнинг (абразив зарраларнинг) миқдори, ўлчами, каттикчилиги, шунингдек зарраларнинг шаклига боғлиқ.

Мойда эркин кислоталар (асосан, минерал кислоталар) миқдори кўпайиши билан туташ сиртларнинг занглаш ҳисобига ейилиши ортади.

Хар қайси туташма учун мойнинг қовушқоқлиги энг мақбул даражада бўлиши зарур. Мойнинг қовушқоқлиги пасайиши билан ишқаланувчи сиртларда химояловчи мой пардаси ҳосил бўлиши ёмонлашади ва уларнинг ейилиши зиёдлашади. Мойнинг ҳарорати кўтарилганда унинг қовушқоқлиги пасаяди, ишқаланиш коэффициентини катталашади ва ейилиш ортади.

Мавсумий ишлатиладиган технологик машиналар, масалан трактор ва қишлоқ хўжалик машиналарининг пухта ишлашини таъминлаш учун уларни сақлашнинг тўғри ташкил этилиши катта аҳамиятга эга. Бундан ташқари, мойлаш материалларини сақлаш ва тарқатишни ҳам яхши ташкил қилиш керак./

*Техник ташҳиднинг (диагностиканинг) моҳияти ва усуллари.* Нуқсонлар (ишламай қолишлар) ни ўрганувчи ва уларнинг аломатларини аниқловчи техник ташҳид машиналарнинг пухталиги ҳамда ишлаш қобилиятини баҳолашга ёрдам беради. Ташҳид машиналарнинг нуқсонларини ва техник аҳволини аниқлайдиган тадқиқотлар мажмуи ва мантикий таҳлилни ўз ичига олади. Техник ташҳид машиналар агрегатларини қисмларга ажратмасдан уларнинг пухталиги ва техник жиҳатдан тайёрлигини, хусусиятлари ва параметрларининг талаб этилган

қийматларга мослигини вақти-вақтида текшириш, пухталигини олдиндан аниқлаш усулларидан ҳамда техник хизмат кўрсатиш ва жорий тузатиш вақтида бажариладиган ишлар рўйхатини ва ҳажмини аниқлаш усулларидан иборат.

Машиналарга техник хизмат кўрсатиш ва уларни тузатиш тизими мажбурий ташҳидга, яъни маълум вақт ўтгандан сўнг ростлаш ва бошқа зарур ишларни бажаришга асосланмоғи лозим. Ана шундагина техник ташҳид ижобий натижалар ва юқори иқтисодий самара беради. Таъмирлашнинг агрегат усули учун машиналарнинг техник ташҳиди машина-трактор паркига техник хизмат кўрсатиш билан боғлиқ ишлар сифатини анча ошириш ва меҳнат сарфини камайтириш имконини беради.

Техник хизмат кўрсатишга бўлган эҳтиёжни фақат биргина агрегатнинг ресурси билан аниқлаб бўлмайди. Вақтнинг ҳар бир даври учун биттагина эмас, балки кўплаб ҳар хил ҳолатлар тўғри келади. Ташҳиднинг вазифаси ана шу ноаниқликни бартараф этиш ва кўплаб ҳолатлар ичидан агрегатнинг шу пайтдаги ҳолатини аниқлашдан иборат. Ташҳид кўйишни амалга ошириш жараёни, маълум вақт бўлаги ичида ишлаётган агрегатлардан ташқи аломатлар тарзида келадиган ва машинанинг аҳволини баvosита ёки бевосита ифодалайдиган, мавжуд қандайдир ахборотни маънавий қайта ишлашдан иборат. Бунда машинанинг аҳволини тўла-тўқис ифодалайдиган ва ўлчаш мумкин бўлган аломатларни танлаб олиш жуда муҳимдир.

Машиналар агрегатлари ва қисмларини бўлақларга ажратмасдан уларнинг техник аҳволига ташҳид кўйиш учун виброметрик ва акустик ташҳид амалий аҳамиятга эгадир.

Титрашнинг асосий хусусиятларига унинг амплитудаси ва частотаси (такрорланиш даври) киради. Кўпгина тутақ деталларнинг тебраниши (титраши) муайян товуш майдонини ҳосил қилади. Виброакустик ташҳидда товуш тебранишларининг импульслари машина ишлаётган ёки катта тирқишлар юзага келган пайтда пайдо бўлади (мотор цилиндрдаги чакнашлар, клапанларнинг ўз уяларига ўтираётганидаги урилишлари, шестернялар тишларининг бир-бирига туташаётганидаги урилишлари ва ҳоказо).

Виброакустик ташҳиднинг асосий усули эталон (олдиндан қайд қилинган) қийматларни ўлчанган асбоб кўрсатаётган қийматлар билан таққослашдан иборат. Тебранишлар амплитудаси ва частотасининг четлашиш катталигига, шунингдек титрашнинг эталон титрашга нисбатан тезланишига қараб қисм, агрегат ва бутун машинанинг техник аҳволи ва ейилиш даражаси баҳоланади.

Агрегатларнинг ва бутун машинанинг техник аҳволини, улардан бундан кейин фойдаланишнинг мақсадга мувофиқлигини, уларни қисмларга ажратмасдан аниқлашга мўлжалланган кўчмас техник ташҳид постларида қатор асбоблар, мослама ва ускуналар бўлади. Бундай постларда трактор-

нинг 60 дан ортиқ параметрини текшириш ва унинг техник аҳволига миқдорий баҳо бериш мумкин. Параметрларнинг ҳақиқий қийматларини назорат қийматлари билан қиёслаш асосида машинадан уни тузатмасдан бундан кейин фойдаланишнинг мақсадга мувофиқлиги ва уни ишлатиш муддатлари ҳақида фикр билдирилади ёки машинани тузатиш кераклиги, тузатиш ишларининг тури ҳамда ҳажми кўрсатилади.

### Техник хизмат кўрсатишнинг даврийлигини ва эҳтиёт қисмлар сарфини белгилаш.

Маълумки, техник хизмат кўрсатиш (ТХК) турларига тузатишлар оралиғида хизмат кўрсатиш, олдини олиш (профилактика) ишларини бажариш (мойлаш, ростлаш, тозалаш), ташхид қўйиш; даврий тузатиш турларига эса : кичик, ўртача, тубдан (капитал) таъмирлашлар киради.

ТХК нинг ҳар бир тури учун ишлар таркиби ва ҳажмини; ишларни бажариш муддатлари, даврийлигини ва стратегиясини аниқлаб олиш зарур.

Тубдан таъмирлашда машинанинг ишлаш қобилиятини тўлиқ тиклаш мақсад қилиб қўйилади.

Даврий тузатишлар сони ушбу формуладан аниқланади:

$$K = T_x / T_o$$

бу ерда:  $T_o$  - тузатишлар оралиғидаги давр.

Тубдан тузатишнинг ҳақиқий вақти  $T_x$  тузатишлар оралиғидаги давр  $T_o$  га каррали бўлишига эришиш мақсадга мувофиқдир, яъни

$$T_x = K T_o.$$

Янги деталлар ўрнатишни қайси даврда амалга ошириш кераклигини аниқлаймиз. Тузатиш ишларини бажаришнинг қуйидаги вариантлари (стратегиялари) бўлиши мумкин.

I. Тузатиш ишлари  $n$ - режали тузатишда амалга оширилади:

$$T_{x1} = n T_o.$$

Бу ҳолда деталларнинг бир қисмида ишламай қолиш эҳтимоли бўлади. Шу сабабли режадан ташқари тузатишдан фойдаланишга тўғри келади.

II. Тузатиш ишлари  $n-1$  бўлганда ўтказилади. Бу ҳолда тизим ишончли ишлайди, аммо

$$T_{x2} = (n - 1) \cdot T_o.$$

бўлади ва эҳтиёт қисмлар ортиқча сарфланиши мумкин.

III.  $n-1$  тузатиш чоғида машинанинг аҳволига ташхид қўйилади ва унинг кейинги тузатишлар оралиғида бузилмасдан ишлаши мумкинлиги ҳақида хулоса берилади.

То ни аниқлашдаги асосий масала хизмат кўрсатишга қилинадиган харажатларни аниқлашдир:

$$Z = Z_{т.қ} + Z_{д} = a \cdot T_o + b / T_o$$

бу ерда:  $Z_t$  - тузатишлар оралигида хизмат кўрсатишларда бўладиган харажатлар;  $Z_d$  - даврий тузатишларда бўладиган харажатлар.

Ушбу  $\frac{dZ}{dT} = 0$  тенгламани ечиб техник хизмат кўрсатишнинг энг

мақбул муддати  $T_{эм}$  аниқланади.

Машинанинг бузилмасдан ишлаш эҳтимолини энг кам харажатлар қилган ҳолда маълум даражада тутиб туриш учун унга хизмат кўрсатиш ва уни тузатишнинг энг мақбул даврларини аниқлаш зарур. Агар бузилмасдан ишлаш эҳтимолининг қуйи даражаси кишилар ҳаётига хавф туғдирувчи жиддий фалокатлар ёки ишламай қолишлар шартларига кўра қатъий белгиланган бўлса, у ҳолда  $P(t) = \alpha$  берилганда бузилмасдан ишлашнинг ўртача вақти  $T_{ур}$  қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$T_{ур} = \int_0^{\infty} P(t) dt,$$

бу ерда:  $P(t)$  - бузилмасдан ишлаш эҳтимоли.

Машинанинг ишламай қолиши фақат моддий зарар келтирадиган ҳолларда эса олдини олиш ишларининг даврлари буюмнинг ишлаш қобилиятини тиклашга мумкин қадар кам харажатлар қилинадиган қилиб танланади.

### Эҳтиёт қисмлар сарфини аниқлаш.

*Эҳтиёт қисмлар билан таъминлаш.* Буюмни ишлашга лаёқатли ҳолда сақлаб туришга мўлжалланган эҳтиёт қисмлар ЭАУ (эҳтиёт асбоблар, ускуналар) деб аталади.

Бу ўринда пухталиқ икки масалани кўриб чиқади:

- 1) эҳтиёт қисмлар ишлаб чиқариш миқдорини ҳисоблаш;
- 2) ишлаб турган ташкилотларни ЭАУ билан таъминлашни ташкил қилиш.

*Эҳтиёт қисмлар миқдорини режалаштириш ва ҳисоблаш.*

Эҳтиёт қисмлар миқдори ишламай қолишлар жадаллигини ЭАУ ни керакли қисмлар билан тўлдириш вақтига ва деталарни фойдаланувчининг ўз кучлари билан тиклаш имкониятига боғлиқ бўлади.

Ишламай қолишларнинг Пуассон оқими учун

$$P_n(t) = \frac{(\lambda t)^n}{n!} e^{-\lambda t},$$

бу ерда:  $\lambda$  - ишламай қолишлар оқимининг жадаллиги (тажриба йўли билан аниқланади);  $n$  - ишламай қолишлар сони.

Ушбу формуладан фойдаланиб қандайдир  $t$  вақт ичидаги ишламай қолишлар сони  $m$  дан катта бўлмаслиги эҳтимолини ҳисоблаб чиқарамиз; Демак,  $P_n < m$  қуйидагига тенг бўлиши керак:



$$P_{n < m} = \sum_{n=0}^m \frac{(\lambda t)^n}{n!} e^{-\lambda t}.$$

Юқоридаги формуладан  $t$  вақт мобайнидаги ишламай қолишлар сони  $m$  дан катта бўлиши эҳтимолини ҳам аниқлаймиз:

$$P_{n > m} = 1 - P_{n < m} = f(\lambda, t, m).$$

Мисол. Хонани ёритиш учун электр лампочкаларнинг эҳтиёт сонини аниқлаш лозим. Лампалар сони 25 дона.  $\lambda = 10^{-3}$  1/соат.

Тур=1/λ=1000 соат. Тўлдириш даври Δt=100 соат.

Ишламай қолишларнинг жами интенсивлиги  $\lambda \Sigma = 0,025 \cdot 100 = 2,5$ .

9-жадвалга кўра  $\lambda t = 2,5$ ;  $m = 7$ ;  $P_{n > m} = 0,0142$ ;  $P_{n < m} = 0,9858$ .

Ишламай қолишлар зичлиги статистика маълумотларига кўра қуйидаги формуладан аниқланади:

$$f(t) = n(t)/N_0 \Delta t,$$

бу ерда:  $n(t)$  -  $t$  вақт ичида ишламай қолган буюмлар сони;  $N_0$  - синалаётган буюмларнинг бошланғич сони;  $\Delta t$ - вақт оралиғи.

Бундан эҳтиёт қисмларнинг керакли микдорини аниқлаймиз:

$$n(t) = f(t) N_0 \Delta t.$$

Мисол. 600 та ТТЗ-100 тракторларига ўрнатилган вентилятор тасмаларининг 500 соат ишлагандан сўнг улардан нечтаси ишдан чиқишини аниқланг. Агар  $f(500) = 0,2 \cdot 10^{-4}$  эҳанлиги маълум бўлса,

$$n(500) = 0,2 \cdot 10^{-4} \cdot 600 \cdot 500 = 6 \text{ дона.}$$

Эҳтиёт қисмлар сонини ушбу формуладан аниқлаймиз:

$$\sum_{i=1}^N m_i(t + \Delta t) - \sum_{i=1}^N m_i(t) = \omega(t) \cdot N \cdot \Delta t;$$

бу ерда:  $m_i$  -  $t$  вақт, чунончи, 1 соат ичидаги ишламай қолишлар сони.

Масалан, агар  $w(t) = 1 \cdot 10^{-3}$  бўлса, у ҳолда  $\Delta t = 1$  соат,  $N = 10$  дона  $m = 1 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 1 = 0,01$ . Яъни 100 соат ишлаш учун 1 та эҳтиёт қисм керак бўлади.

Мисол. Хўжаликда 25 трактор бор бўлиб, улардаги генераторларнинг ишламай қолишлари жадаллиги  $8 \cdot 10^{-5}$  ни ташкил этади. Агар хўжаликка эҳтиёт қисмлар йилнинг ҳар чорағида келтириб турилса, хўжалик омборда нечта генератор туриши керак:

Бир чорак учун вақт  $24 \cdot 3 \cdot 16$  соат (бу ерда: 24 -бир ойдаги иш кунлари, 3- ойлар микдори; 16 - бир суткадаги иш соатлар):

$$m = 8 \cdot 10^{-5} \cdot 25 \cdot 24 \cdot 3 \cdot 16 = 2,39 = 3 \text{ дона.}$$

#### 4.5. Деталларнинг қолдиқ ресурсини олдиндан аниқлаш.

Машина агрегатларининг чидамлилиқ кўрсаткичларини ҳисоблаш учун тирқиш катталигининг ва унинг катталашуви тезлигининг ўртача қийматларидан фойдаланиш мумкин.

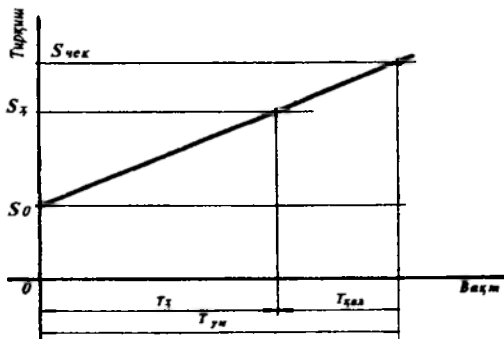
Агар ейилиш натижасида тирқишнинг катталашувини машинанинг ишлаш муддатига мутаносиб деб ҳисобласак (13-расм), у ҳолда ушбуга эга бўламиз:

$$S_1 = S_0 + (\gamma_1 + \gamma_2)T,$$

бу ерда:  $S_1$  - тирқишнинг ҳозирги қиймати;  $S_0$  - тирқишнинг бошланғич қиймати;  $\gamma_1, \gamma_2$  - мос равишда туташ сиртларнинг ейилиш тезликлари.

Туташманинг ҳақиқий ишлатиб бўлган ресурси

$$T_x = (S_1 - S_0) / (\gamma_1 + \gamma_2).$$



12-расм. Бирикманинг ресурсини ҳисоблашга доир схема.

Тўлиқ ресурс учун формула қуйидаги кўринишда бўлади:

$$T_{\text{ум}} = (S_{\text{чек}} - S_0) / (\gamma_1 + \gamma_2),$$

бу ерда:  $S_{\text{чек}}$  - тирқишнинг чекли қиймати.

12-расмга кўра туташманинг қолдиқ ресурси қуйидагини ташкил этади:

$$T_{\text{қол}} = T_{\text{ум}} - T_x.$$

Ейилишларнинг ёки тирқишнинг чекли қиймати одатда техник шартларда кўрсатилади. Ейилиш тезликларни тажриба ёки назарий ҳисоблаш йўли билан аниқланади:

$$\gamma = KtU/L,$$

бу ерда:  $U$  - материал намунасини синашда унинг ейилиш миқдори;  $t$  - синаш вақти;  $Kt$  - синовларни тезлаштириш коэффициенти.

Қолдиқ ва умумий ресурслар қийматларининг мумкин бўлган тарқоқлигини аниқлаш учун ресурс кўрсаткичларининг ва ишончли эҳтимоллик  $\alpha$  тақсимланишининг кўзда тутиладиган қонунида куйи ( $T_k$ ) ва юқори ( $T_y$ ) ишончли чегаралари топилади. Вейбул-Гнеденконинг тақсимланиш қонуни қўлланилганда ва ўзгариш коэффициентини  $v$  дан фойдаланилганда қолдиқ ресурс тарқоқлигининг ишончли чегараларини ушбу формулалардан аниқлаш мумкин:

$$T_{k \text{ ол}}^k = \frac{H}{\alpha} (\alpha_k) a;$$

$$T_{k \text{ ол}}^y = \frac{H}{\alpha} (\alpha_y) a.$$

бу ерда:  $H_k/\alpha$  - Вейбул-Гнеденко тақсимланиш қонунининг квантили;  $\alpha_k, \alpha_y$  - қолдиқ ресурсларнинг тарқоқлик чегаралари учун қабул қилинган ишончли эҳтимоллик.

$\sigma = aC_b$  бўлгани учун бундан

$$a = \sigma / C_b = v T_{k \text{ ол}} / C_b$$

Узил-кесил қуйидагига эга бўлаемиз:

$$T_{k \text{ ол}}^k = \frac{H}{\alpha} (\alpha_k) \frac{v T_{k \text{ ол}}}{C_b};$$

$$T_{k \text{ ол}}^y = \frac{H}{\alpha} (\alpha_y) \frac{v T_{k \text{ ол}}}{C_b},$$

бу ерда  $C_b$  - ушбу формуладан аниқланадиган коэффициент:

$$C_b = \sqrt{\Gamma(1 + \frac{2}{b}) - K_b^2},$$

бу ерда:  $\Gamma$  - гамма-функция;  $b$  - Вейбулнинг тақсимланиш параметри;  $K_b$  - қуйидаги тенгламадан аниқланадиган коэффициент:

$$K_b = \Gamma(1 + \frac{1}{b}).$$

Мисол (В.И.Прейсмандан). Т-74-трактори тузатилгандан кейин 2500 соат ишлади. Узатмалар қутисидagi (УҚ) шестернянинг тишлари ўлчаб кўрилганда Иўлч = 8,80 мм эканлиги аниқланади. Ана шу шестернянинг қолдиқ ва тўлиқ ресурсларини ҳамда  $\alpha = 0,80$  ва  $v = 0,365$  даги уларнинг ишончли чегараларини аниқлаш талаб қилинади. Техник шартларга кўра тишнинг бошланғич қалинлиги  $9,35^{+0,110}_{-0,158}$  мм га тишнинг чекли қалинлиги 8,34 мм га тенг.

Ечиш. Т-74 трактори УҚ даги шестерня тиши ейилишининг ўртача

тезлитини аниқлаймиз:

$$r_{\text{ж}} = U/T = [(9,35 - 0,158) - 8,80] / 2500 = 156 \cdot 10^{-6} \text{ мм/соат.}$$

бу ерда: ( 9,35 - 0,158) - тиш қалинлигининг қуйи чегараси. Шестерня тишларининг қолдиқ ресурси қуйидагига тенг бўлади:

$$T_{\text{қол}} = (U - \text{Учек}) / r_{\text{ж}} = (8,80 - 8,34) / 156 \cdot 10^{-6} = 2949 \text{ соат.}$$

Шестерня қолдиқ ресурсининг ишончли чегаралариниш топамиз.  $v = 0,365$  бўлгани учун қолдиқ параметрлар жадваллаштирилган қийматлар орқали аниқланади (5 - жадвал) ва  $b = 3,0$ ;  $S_b = 0,326$  ни ташкил этади.

Квантиллер жадвалидан фойдаланиб қуйидагиларни аниқлаймиз:

$$\alpha_k = 0,20; H_k/\alpha = 0,607; b = 3,0; \alpha_0 = 0,80; H_k/\alpha = 1,17; b = 3,0.$$

$$U \text{ ҳолда } T_{\text{қол}} \text{ қуйи } = 2004 \text{ соат; } T_{\text{қол}} \text{ юқори } = 3863 \text{ соат.}$$

Тўлиқ ресурс ушбуни ташкил этади:

$$T_{\text{ум}} = (U_{\text{қ}} - \text{Учек}) / r_{\text{ж}} = 5462 \text{ соат}$$

$$\text{ёки } T_{\text{ум}} = T_{\text{қ}} + T_{\text{қол}} = 2500 + 2949 = 5449 \text{ соат.}$$

Тўлиқ ресурсининг ишончли чегараларини ҳисоблаб топамиз:

$$T_{\text{қ}} = 3703 \text{ соат; } T_{\text{ю}} = 7138 \text{ соат.}$$

Машиналар агрегатларининг асосий қисмлари техник аҳволи параметрларининг рухсат этилган энг мақбул четлашишларини аниқлаш ва уларнинг қолдиқ ресурсини олдиндан аниқлаш усуллари ГОСТ 21.571-76 га мувофиқ белгиланган.

ГОСТ 21.571-76 га кўра  $U(t)$  параметрнинг ўзгариши ушбу кўринишдаги даражали функция билан тахминан ифодаланани (апроксимацияланади):

$$U(t) = v_i t^\alpha + \Delta\Pi,$$

бу ерда:  $v_i$  - техник аҳвол параметрининг ўзгариш тезлитини ифодаловчи коэффициент;  $\alpha$  - техник параметр  $U(t)$  нинг ўзгаришини тахминан ифодаловчи функция даражасининг кўрсаткичи бўлиб, у энг кичик квадратлар усулидан фойдаланиб тажриба маълумотларини статистик ишлаш йўли билан аниқланади;  $\Delta\Pi$  - сийқаланиш даврида техник аҳвол параметрининг ўзгариши.

ГОСТ 21.571 - 76 ишламай қолишлар сабабларини топиш ҳамда ларни бартараф этиш билан боғлиқ техник хизмат кўрсатиш ва тузатишнинг иктисодий хусусиятларини ҳисобга олади.

## Хулоса

Пухталиқ назариясини янада ривожлантиришнинг йўли шундан иборатки, бунда статистика, эҳтимоллик усулларини қўллаш билан бир қаторда, деталлар материалда кечиб, унинг ишламай қолишига сабаб бўладиган жараёнларнинг физик-кимёвий моҳиятини чуқур ўрганиш зарур. Тизим ҳақидаги билимларимиз унинг қандай ишлашини аниқ ҳисоблаш ва кечадиган жараёнларни тавсифлаш учун етарли бўлмаган тақдирда эҳтимоллик назариясини қўллаймиз.

Қурилманинг бирор унсурини лойиҳалайдиган муҳандислар ишлатиш вақтида унда кечадиган жараёнларнинг физик-кимёвий моҳиятини кўпчилик ҳолларда тўлиқ тасаввур қила олмайдилар. Бирор вазифани бажарувчи қурилмани яратишга киришишдан олдин лойиҳаловчи шундай материал ва конструкцияларни танлаши керакки, улар фойдаланиш давомида рўй берувчи физик-кимёвий жараёнларни ҳисобга олган ҳолда қурилманинг белгиланган муддат давомида хизмат қилишини таъминлайдиган бўлсин. Ҳозирги кунда янги лойиҳаланаётган қисмларни ишлаб чиқишда пайдо бўлаётган кўпгина саволларга на физика, на кимё ҳозирча жавоб топа олаётгани йўқ. Масалан, занглаш жадаллигини ҳисоблаш учун қотишмаларнинг зўриқишлар қаторини билиш зарур. Бироқ фақат соф металллар учун зўриқишлар қатори маълум, қотишмалар учун эса бундай маълумотлар деярли йўқ ҳисоби, ҳолбуки техникада одатда, айнан қотишмалар қўлланилади.

Шуниси равшанки, фақат тажриба тадқиқотлари билан масалани ҳал қилиб бўлмайди, чунки техникада ҳаддан ташқари кўп материаллар қўлланилади, бунинг устига бундай материаллар сони кўпайиб бормоқда. Шунинг учун фақат айрим далилларни тўплаш билангина шуғулланиб қолмасдан, материалларда ва уларнинг бирикмаларида кечувчи жараёнларни ҳисоблашнинг назарий усулларини ишлаб чиқишга ҳам эътибор бериш зарур кўринади. Юқорида айтилганларнинг ҳаммаси деталларнинг ейилишга чидамлилиги ва ресурсини ҳисоблаш учун фойдаланиладиган машинасозлик материалларининг физик-механик хоссаларига доир стандарт-лаштирилмаган маълумотларга ҳам тааллуқли бўлиши мумкин.

Лойиҳалашнинг автоматлаштирилган тизими амалиётга тобора кўпроқ жорий қилинмоқда. Бу эса ўз навбатида конструктор ҳамда технологлар ишини бир - бирига яқинлаштиради; лойиҳалашни кўп вариантли бўлишини, энг мақбул тузилишга эга машина ва механизмни танлаш имкониятини яратади. Албатта бундай ишларни барча керакли ҳисоб - китоб ишлари билан қўшиб олиб-бориш, пухта машиналарни яратиш чоғида, лойиҳалаш билан бир қаторда, технологиябончиликни ҳам таҳлил қилиш лозим бўлади.

## МУНДАРИЖА

Кыриш .....	3
<b>1 - боб. Пухталик назариясининг асослари</b>	
1.1. Машиналар ишлаш шароити ва деталларнинг чидамлилиги .....	6
1.2. Материалларнинг ейилиши, толиқиши ва эскириши .....	11
1.3. Асосий атамалар, таърифлар ва пухталик кўрсаткичлари .....	17
1.4. Пухталикни ўрганишда эҳтимолликлар назарияси ва математик статистикасидан фойдаланиш .....	26
1.5. Пухталик кўрсаткичларини тақсимланиш қонунлари .....	28
<b>2 - боб. Машиналар пухталигини ҳисоблаш амалий усуллари</b>	
2.1. Пухталикни ҳисоблаш тартиби .....	38
2.2. Янгидан яратилаётган машинанинг тузилиш пухталигини олдиндан аниқлаш .....	41
2.3. Деталларни мустақкамликка ҳисоблаш .....	43
2.4. Машина деталларининг ишлаш қобилиятини ва чекли аҳволини ҳисоблаш .....	45
2.5. Пухталик кўрсаткичларнинг тарқоқлигини статистик синовлар усули билан ҳисоблаш .....	48
2.6. Машиналар пухталигини ҳисоблаш учун Марковнинг тасодифий жараёнларидан фойдаланиш .....	51
<b>3 боб. Машиналарни пухталикка синаш</b>	
3.1. Пухталикка синашни ташкил қилиш .....	57
3.2. Синовлар ҳажмини ва давом этиш вақтини аниқлаш .....	60
3.3. Пухталик тўғрисида ахборот тўплаш .....	64
3.4. Синов маълумотларини ишлаш усуллари .....	68
<b>4 - боб. Машиналар пухталигини ошириш усуллари</b>	
4.1. Пухталикни оширишнинг умумий усуллари .....	75
4.2. Пухталикни оширишнинг конструкторлик усуллари.....	77
4.3. Тайёрлаш вақтида агрегат ва деталлар пухталигини оширишнинг технология йўллари .....	82
4.4. Фойдаланиш даврида пухталикни сақлаш чора-тадбирлари .....	85
4.5. Деталларнинг қолдиқ ресурсини олдиндан аниқлаш.....	90
Хулоса .....	93

Маҳкамов Қобул Ҳамдамович

## МАШИНАЛАР НУХТАЛИГИ

Мухаррир

М.Ҳасанова

1999 йил режасига киритилган

Босишга рухсат этилган 25.05.99 йили 60х84 1/16. I-сон қоғози.  
Тезкор босма усулида босилди. Шартли босма тобови 6,0.  
Нашр-ҳисоб босма тобови 6,25. Нухсаси 100 дона. Бувуртма № 499

Абу Райхон Беруний номидаги Тошкент давлат техника университети.  
700095. Тошкент, Университет кўчаси, 2.

ТошДТУнинг босмаховаси. Тошкент, Талабалар шаҳарчаси, 54