

10-MAVZU: Eksperimentlarda bashoratlash

LECTURE 10. Predicting experiments

Reja:

1. Mashinalarning texnik holati o'zgarishini oldindan aniqlash.
2. Ishlamay qolish modellari
3. Tasodifiy kattalikning taqsimlanish qonunidan foydalanishga misol

Tayanch iboralar:

Texnik holat, tasodifiy kattalik, ishlamay qolish, ishonchlilik, statistik va fizik usul, optimal parameter, ishlash qobiliyati, ehtimollik, parametrik model, «Kuchsiz» zveno modeli, geterogen tizim, eskirish va yeyilish modeli, toliqish modeli, muvofiqlik mezonlari,

Ma'ruza maqsadi: Izlanishlarni olib borish jarayonida o'tkaziladigan eksperimentlarni bashoratlash yo'llari tadqiq qilinadi.

1. MASHINALARNING TEXNIK HOLATI O'ZGARISHINI OLDINDAN ANIQLASH.

Mashinaning holatini oldindan aniqlash uchun qism va birikmalarning matematik modeli mavjud bo'lishi kerak.

Oldindan aniqlash - nisbatan yuqori darajadagi aniqlik bilan kelajak haqida ehtimoliy aytilgan fikrdir. Oldindan aniqlash bashorat qilishdan ehtimoliy yondoshuv bilan tubdan farq qiladi. Bashorat kelajak haqida mutloq aniqlik bilan aytilgan fikrdir.

Mashinaning ishlamay qolishi qanchalik ilgari va aniqroq oldindan aniqlansa, shunchalik unga tayyorgarlik ko'riladi, mashinani ta'mirlashni kutib turib qolishi, omborda saqlanishi zarur ehtiyot qismlarning soni kamroq bo'ladi. Oldindan

aniqlashning sifat mezoni barcha hollarda uning o'rtacha kvadratik xatoligini kattaligi bo'ladi.

Oldindan aniqlash odatda bosqichma-bosqich quyidagi ketma-ketlikda o'tkaziladi: oldindan aniqlash usulini tanlash; matematik modellash; ma'lumotlarning zarur sonini aniqlash; ularni statistik taxlili; bog'lanishni va uning parametrlarini aniqlash.

Texnik holatni oldindan aniqlashda statistik va fizik usullar ishlatiladi.

Statistik ehtimollik usulning maqsadi taqsimlanish qonuni va uning parametrlarini aniqlashdan iborat. Tizim elementlari holatini tavsiflovchi statistik ma'lumotlar bo'yicha mashinaning xizmat muddatini, ishlay qolguncha bajarilgan ish hajmini, ehtiyot qismlarga bo'lgan ehtiyojni aniqlanish mumkin. Mashinaning texnik holatini boshqarishning bu usulini passiv (faol bo'lmagan) toifaga kiritish mumkin, ya'ni bunda ishlash qobiliyatini me'yorlash o'z vaqtida ehtiyot qismlar bilan ta'minlash va mashinaning ta'mirlashni kutib turib qolishini qisqartirishga olib kelinadi [1].

Ishlash qobiliyatini boshqarishning yanada istiqbolli shakli fizik jarayonlarni, mashina agregatlari texnik holatini o'zgarish sabablarini, mashina ishlash tartiblarining optimal parametrlarini bilishga asoslangan.

Har bir aniq holatda oldindan aniqlash uchun ko'pga chidamlilikni unga eng ko'p ta'sir ko'rsatayotgan omillarga bog'lanishi asosiga ega bo'lish kerak. Oldindan aniqlashning fizikaviy usullari statistik usulga nisbatan yuqoriroq aniqlikka ega va shuning uchun ular afzalroqdir.

Biroq bunda jarayon qonuniyatlarini bilish, qonuniyat parametrlarini aniqlash uchun detallar, qismlar yoki birikmalarning qandaydir ishlatish davri uchun texnik holati haqidagi ahborotga ega bo'lish kerak.

Oldindan aniqlash uchun: ishlay qolish, ishlash qobiliyati (eyilish, detallar temperaturasi, darzlarning paydo bo'lishi va rivojlanishi) mezonlarini; miqdoriy oldindan aniqlash usullarini (funktsional qonuniyatlar, approksimatsiyalovchi tenglamalar, ehtimolliklar, xususan ish hajmining taqsimlanishi); ma'lumotlar to'plash yoki jarayon parametrlarining qiymatlarini ishlatish sharoitlarida eng kam

xatolik bilan o'lchash uslublarini; jarayon jadalligiga ta'sir ko'rsatuvchi asosiy omillarni va ularni boshqarish usullarini bilish kerak.

Oldindan aniqlashning asosi bo'lib, jarayonlarni, ularning rivojlanish qonuniyatlarini bilish va bu jarayonlarni kelajak uchun mohirlik bilan ekstrapolyatsiyalash hisoblanadi. Ekstrapolyatsiya davri o'tgan ishonchli ma'lumotlarga ega davrni uchdan bir qismi yoki yarmidan ortiq bo'lmasligi lozim. Jarayonlarni matematik modellar ko'rinishida ifodalash maqsadga muvofiqdir.

Jarayonning matematik modeli mavjud bo'lsa, o'tgan davrdagi ma'lumotlar asosida, mashinaning kelajakdagi texnik holati haqida ahborot olish mumkin. Holatni oldindan aniqlash xatoligi faqat oldindan aniqlanayotgan davr kattaligiga emas, balki o'lchash natijasi xatoligiga, olingan ma'lumotlarni bir jinsli ekanligiga ham bog'liq bo'ladi.

O'lchash natijasining xatoligi har bir vaqt yoki ish hajmi bo'lagida bajarilishi zarur bo'lgan o'lchovlar soniga ham ta'sir ko'rsatadi. SHunday qilib, oldindan aniqlash xatoligi va zarur o'lchovlar soni alohida tajriba xatoligiga, o'lchash natijalarining sifatiga bog'liq.

2. ISHLAMAY QOLISH MODELLARI

Mashinalarning detal va qismlarida kechadigan turli fizikaviy va kimyoviy jarayonlar ularning ishlamay qolishiga olib keladi. Bu jarayonlarning tabiatidan kelib chiqib mashinalarning ishlamay qolish modellari tuzilgan. Quyida ulardan keng tarqalgan ba'zi birlarini ko'rib chiqamiz [2].

Mashinalar ishlash jarayonida unga ta'sir ko'rsatayotgan omillar asosiy texnik parametrlarni nominal qiymatlaridan chetlashuvini keltirib chiqaradi. Bu ta'sirlarni tasodifiy bo'lganligi mashina yoki tizim ko'rsatkichlarini tarqoqligiga sabab bo'ladi.

Puxtalikni tahlil qilishda ishlamay qolishlarni kelib chiqishining turli modellari qo'llaniladi. Ular mashinaning ishchanlik qobiliyatini yo'qolishiga olib keladigan jarayonlarning paydo bo'lish va rivojlanish fizikaviy qonuniyatlariga tayanadi. Bu jarayonlarning tabiatiga bog'liq holda barcha ishlamay qolishlar: parametrik,

«kuchsiz» zveno, eskirish va yeyilish, toliqish modeli yoki to'plangan shikastlanishlar kabi modellar bilan sifat tarafidan yoritiladi.

Parametrik model. Tasodifiy ta'sirlar sharoitida ishlayotgan mashinaning holatini, o'z vazifasini bajarishi nuqtai nazaridan aniqlovchi sifatida qabul qilingan, y_1, y_2, \dots, y_n fizikaviy parametrlar to'plami bilan to'liq ifodalash mumkin. Bu parametrlarni qandaydir Y vektorni n - o'lchovli holatlar davr - fazosidagi tashkil etuvchilari deb hisoblash lozim [3].

Mashinaning vazifasi va ishlashining fizikaviy asoslaridan kelib chiqib, holatlar davr-fazosini qandaydir tekislik yoki chegaraviy holatlar sirti bilan ishchan holatlar sohasi Ω va ishlamay qolishlar sohasi ω ga ajratamiz. Bunda y_i holat parametrlari tasodifiy kattalik yoki aniq taqsimlanish qonunlariga ega funktsiya ekanligini nazarda tutish kerak.

Umumiy ko'rinishda, ishchan holatlar sohasi shuningdek tasodifiy bo'lgan, chegaraviy holat R_i koordinatlari bilan ta'riflanadi. Bu holda mashinaning buzilmasdan ishlashi ushbu bog'lanishdan aniqlanadi.

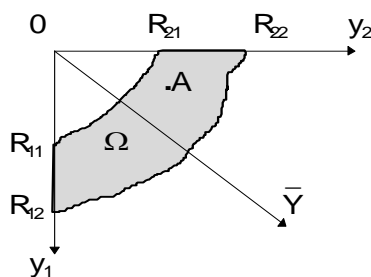
$$P = \text{Bep}[\bar{Y} \in \Omega] = \text{Bep}[R_{11} < y_1 < R_{12}; \dots R_{N1} < y_N < R_{N2}; t]$$

bu yerda: R_{ij} - y_i holat parametrlarining ruhsat etilgan o'zgarish chegaralari;

Agar Y vektorni taqsimlanish zichligi ma'lum bo'lsa, ya'ni holat parametrlarining istalgan paytdagi birgalikda taqsimlanish zichligi $\varphi(y_1, y_2, \dots, y_N)$, bo'lsa unda:

$$P = \int \dots \int_{\Omega} \varphi(y_1, y_2, \dots, y_N) dy_1 dy_2 \dots dy_N \quad (3.4) \text{ bo'ladi.}$$

Ikki holat parametri uchun ishlamay qolishni geometrik interpretatsiyasi (tushuntirish) 1-rasmda ko'rsatilgan.



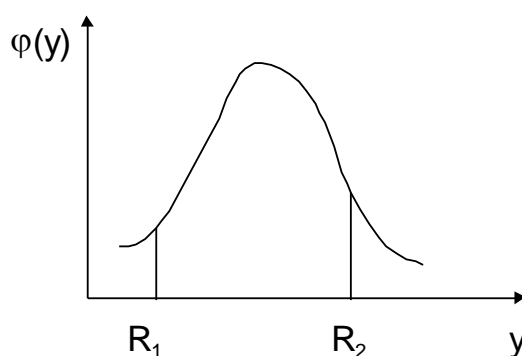
1-rasm. Ishlamay qolishni geometrik tushuntirish [4].

Har bir Y_1 va Y_2 holat parametrlari qiymatlarining juftiga y_1Oy_2 tekislikdagi qandaydir A nuqta mos keladi. Agar A nuqta Ω soha tashqarisida bo'lsa ishlamay qolish sodir bo'ladi.

Holatning bitta parametri yanada osonroq tushuntiriladi (8-rasm). Bitta holat parametri u bo'yicha buzilmasdan ishlash ehtimolligi taqsimot zichligi egri chizig'i $\varphi(u)$ ni R_1 va R_2 chegaralar cheklaydigan maydon bilan aniqlanadi:

$$P = \text{Bep}[R_1 < y < R_2] = \int_{R_1}^{R_2} \varphi(y) dy \quad (3.5)$$

Holat parametrlarining soni ko'payishi bilan hisob-kitoblar hajmi juda oshib ketsa ham, bunday integrallarni umuman hisoblasa bo'ladi.



2-rasm. Buzilmasdan ishlash ehtimolligining taqsimot zichligi egri chizig'i.

Mashinalarda holat parametrlari (bosim, aylanish chastotasi, f.i.k., tezlik va boshqalar) o'zaro bog'liq bo'ladi. Bundan foydalanish natijasida bitta yoki ikkita holat parametri bilan cheklanishga erishish mumkin. Bunday parametrlar umumlashgan deb ataladi, chunki ular xossalar yig'indisini ifodalab beradi. SHunday qilib, mashinaning holatini barcha holat parametrlari va ta'sirlarga bog'liq bo'lgan bitta umumlashgan ko'rsatkich bilan ifodalash mumkin [5]:

$$u = F(u_1, u_2, \dots, u_N, a_1, a_2, \dots, a_m) \quad (3.6)$$

bu yerda: y_i - mashinaning foydalanishdagi xossalari ta'sir ko'rsatuvchi turli ish tartibi parametrlari; a_i - mashinaning tuzilish parametrlari.

Bu u_i va a_i parametrlar tasodifiy o'zgaruvchilar bo'lib, ular vaqt o'tishi bilan o'zgarishi mumkin.

«Kuchsiz» zveno modeli. Alohida qism va detallarning deformatsiyalari va buzilishi, ta'sir qilayotgan zo'riqishlar va amaldagi mustahkamlikni noqulay birga kelishi natijasida kelib chiqadi. Bunday hol uchun parametrik model to'g'ri bo'ladi, faqat umumlashgan holat parametri qilib yuklama Q , chegaraviy holat parametri sifatida esa - mustahkamlik R_p ni qabul qilish kerak. Unda ishlamay qolish (buzilish) $R_p - Q < 0$ shart bajarilganda sodir bo'ladi [6].

Yuklangan materialning xossalarini termofaollashuv jarayoni oqibatida ichki o'zgarishi buzilishga sabab bo'lishi mumkin. Bir nechta shunday buzilish modellari mavjud.

Mustahkamlikning kinetik modeli eng ko'p ishlatiladi. Bu modelga ko'ra material deformatsiyasining kattaligi nafaqat chegaraviy kuchlanish bilan, balki materialning temperaturasi va xossalari bog'liq bo'lgan termokimyoviy jarayonlar bilan ham aniqlanadi. Yuklama qo'yilishidan toki buzilish ro'y berguncha o'tgan vaqtni materialning xossalari va yuklanish sharoitlariga bog'liq holda bu nazariya bo'yicha ushbu tenglama orqali baholash mumkin:

$$t = \tau \exp\left(\frac{U_0 - \gamma G}{RT}\right) \quad (3.7)$$

bu yerda: R - universal doimiy; $U = U_0 - \gamma G$ - buzilish jarayonini faollashuv energiyasi; U_0 - σ kuchlanishdagi dastlabki faollashuv energiyasi; τ - atomlarning shahsiy issiqlik tebranish davri. Metallar uchun $\tau = 10^{-12} \dots 10^{-14}$ s, temir uchun $U_0 = 419$ kDj/kg, mis uchun $U_0 = 339$ kDj/kg.

γ kattalik termik ishlov berishda, legirlashda va parchinlashda o'zgaradi:

$$\gamma = A \cdot \sigma_t^{-1}, \quad A = U_0 - RT \ln \frac{t}{\tau} \quad (3.8)$$

bu yerda: σ_t - oquvchanlik chegarasi.

Darzlar paydo bo'lishi va avj olishi issiqlik fluktuatsiyalari va vakansiyalarning darzlarga diffuziyasi hisobiga atomlar aro bog'lanishlarning uzilishi shartidan kelib chiqadi. Avval atomlar aro bog'lanishlarning uzilishi natijasida ishlamay qolish kelib chiqishini ko'rib o'tamiz.

Aniq o'lchamlarga ega material jismni ideal element sifatida ko'ramiz. Bunda u qo'yilgan yuklamadan tashqari barcha tashqi ta'sirlardan himoyalangan va barcha o'qlar bo'yicha bir jinsli deb qaraladi. Yuklama ta'siri ostida elementda energiyaning yig'ilishi va boshqa turga aylanishi sodir bo'ladi. Keltirilgan energiya yuklanish bilan, yig'ilgani esa kuchlanish bilan ta'riflanadi. Keltirilgan energiya elementda atomlar aro bog'lanishning cho'zilish kuchlanishi ko'rinishida yig'iladi, ular elektrostatik kuchlar tomonidan yaratiladi. Ravshanki, jism energiyani cheksiz yig'a olmaydi. SHuning uchun qandaydir jarayonda element to'plagan energiya miqdori kritik qiymatdan oshgan paytda atomlar aro bog'lanishlarning uzilishi va ishlamay qolish sodir bo'ladi [7].

Elementga kristal panjaraning tekisligini siljishga olib keluvchi kuch ta'sir etayotgan bo'lsin. Siljish kattaligi $x=d\sigma /G$ bog'lanish bo'yicha aniqlanadi, bu yerda: σ - siljish kuchlanishi, G - siljish moduli.

Kristal panjarani bog'lab turuvchi kuchlar Kulon kuchlari bo'lgani uchun, bog'lanishlar simmetriyasi shartidan kelib chiqib, ular siljishda $x=d/4$ bo'lganda yo'qolib ketadi. Bu holda atomlar aro bog'lanishlar uzilishiga olib keladigan siljishdagi eng katta kuchlanish bunday aniqlanadi:

$$\sigma_{\max} = G / 4 \quad (3.9)$$

Tadqiqotlar ko'rsatishicha bu model katta kuchlanishlar va nisbatan past temperaturalardagi ishlamay qolishlarni tushuntirib beradi.

Kichik kuchlanishlar va yuqori temperaturalar sohasida mikrodarzlarning o'sishiga asoslangan buzilishning diffuzion mexanizmi amal qiladi. Bu holda yuklama qo'yilgan paytdan buzilish boshlanguncha o'tgan vaqt ushbu bog'lanish bo'yicha baholanadi.

$$t = \frac{(kT)^2 E}{\sigma^3 a^4 D} \exp\left[-\frac{\sigma a^3 \sqrt{n_0}}{RT}\right] \quad (3.10)$$

bu yerda: k - Boltsman doimiysi; T - material temperaturasi; a - atom o'lchami; σ - ta'sir qilayotgan kuchlanish; Ye - elastiklik moduli; n_0 - vakansiyalar soni; D - hajmiy diffuziya koeffitsienti.

Darzning rivojlanish tezligi lokal (mahalliy) kuchlanishlarga bog'liq. Avvaliga arziyas nuqsonlar: begona qo'shilmalar, tiralishlar, materialning bir jinsli emasligi va boshqalar sababli mikrodarzlilar hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan mikrodarz dastlab juda sekin rivojlanadi, keyin darzlar tovush tezligiga yaqinlashadigan katta tezlik bilan o'sadi:

$$v = v_0 e^{c\sigma} \quad (3.11)$$

bu yerda: v_0 , c - material xossalari bog'liq holda aniqlanuvchi doimiylar; σ - qo'yilgan kuchlanish.

Bu ifodadan darzning o'sish tezligi va kuchlanish orasida eksponentsial bog'lanish mavjudligi kelib chiqadi va u paydo bo'lgan darzlarni ko'chkisimon o'sishini tushuntirib beradi. Ko'rilgan buzilish mexanizmi ideal elementlarga taalluqli.

Mashinalar geterogen (turli jinsli) tizim hisoblanib, ko'p sonli ideal elementlardan iborat. Bunday tizimda keltirilgan energiya butun ob'ekt bo'yicha notekis taqsimlanadi, natijada alohida elementlarga tushayotgan yuklama turlicha bo'ladi. Bundan tashqari alohida elementlar turlicha xossalarga va mikrodarzlilar o'sishining dastlabki shartlariga ega bo'ladi. Yuqorida keltirilgan tenglamaga ko'ra alohida elementlarning buzilish vaqti turlicha bo'ladi. Ko'rsatilgan farqlar natijasida ba'zi elementlar to'plangan energiyaning pastroq qiymatlarida ham ishlamay qolishi mumkin. Bunday zvenolar «kuchsiz» deb ataladi va ular butun ob'ektning ishlamay qolishiga sababchi bo'ladi.

Haqiqatan ham, ob'ektning N elementi bo'lsin, ulardan n tasi «kuchsiz» zveno bo'lib ishlamay qolsin. Buning natijasida qolgan zvenolarga tushayotgan yuklama ortadi:

$R = R_0 \frac{N}{N - n}$, bu yerda R_0 - boshlang'ich yuklama.

Agar R «kuchsiz» zveno mustahkamligidan oshib ketsa, unda zveno ishlamay qoladi, qolganlariga tushayotgan yuklama esa yanada ko'proq ortadi va xokazo.

Ko'rib chiqilgan darzning o'sish tezligi va «kuchsiz» zveno modeli, materialning payqalmagan mayda nuqsonlari keltirib chiqaradigan, mahalliy qayta kuchlanish borligi sababli ishlamay qolishlar paydo bo'lishini tushuntirib beradi.

Eskirish va yeyilish modeli. Ishlamay qolishlarning kelib chiqish sabablari ichida eskirish va yeyilish katta o'rinni egallaydi. Vaqt o'tishi bilan elementlar tayyorlangan materiallar, kristallar aro kechadigan hodisalar, deformatsiyalar to'planishi va boshqa sabablar keltirib chiqaradigan qaytmas o'zgarishlarga duchor bo'ladi va pirovard natijada ishlamay qolish sodir bo'ladi [8].

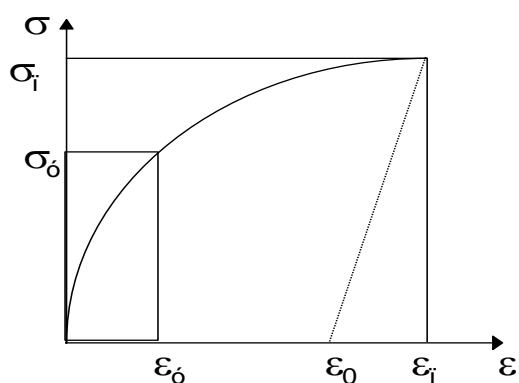
Eskirish materialning fizika-kimyoviy xossalarni vaqt bo'yicha tabiiy o'zgarish jarayoni bo'lib, struktura o'zgarishlari, parchalanish, oksidlanish va boshqa xodisalar ko'rinishida namoyon bo'ladi.

Eskirish jarayonlari ko'plab omillarga bog'liq va hali yetarli darajada o'rganilgan emas. Eskirish atrof-muhit (oksidlanish, qizish, sovish, radiatsiya, namlik va boshqalar); foydalanish sharoitlaridagi mexanik ta'sirlar (vibratsiya, titrash, zarblar); abraziv ta'siri va boshqa ta'sirlar ostida ro'y beradi.

Eskirish sabablaridan biri bo'lib, materiallarda ruhsat etilgandan ortiq qisqa vaqtli kuchlanishlarni keltirib chiqaradigan, katta yuklanishlarda paydo bo'ladigan, qoldiq deformatsiyalar hisoblanadi. Foydalanish sharoitlarida elastiklik chegarasidan oshadigan kuchlanishlarni keltirib chiqaradigan qisqa vaqtli yuklanishlar hosil bo'lishi mumkin. Elastiklik chegarasidan ortiq kuchlanishlarda to'liq deformatsiya ϵ_p , yuklanishni olganda yo'qoladigan elastik deformatsiya ϵ_u va yuklanishni olganda qoladigan plastik deformatsiya ϵ_0 dan iborat bo'ladi. Buning natijasida ko'p marta yuklanishda materialda qoldiq deformatsiyalar to'planib boradi va ular buzilishga olib kelishi mumkin.

Eskirish bu materialdagi struktura va relaksatsiya o'zgarishlaridir. Metal qotishmalar eskirganda donachalar chegarasida korrozion yorilish kuzatiladi. Plastik

materiallar eskirganda kimyoviy o'zgarishlar natijasida ularning xossalarini qaytmas o'zgarishlari sodir bo'ladi, mustahkamlik pasayadi, mo'rtlik va gaz o'tkazuvchanlik oshadi. Rezina zichlagichlar uchun issiqlikdan eskirish ro'y beradi. Bu jarayon qoldiq deformatsiyalarning qaytmas to'planishi va yuqori temperaturaning uzoq vaqt ta'siri, oksidlanish va suyuqlik bilan diffuziyaviy modda almashish natijasida tutashuv bosimini kamayishidan iborat bo'ladi.



4-rasm. Kuchlanishlarning deformatsiyaga bog'liqligi.

Materiallarning eskirishi ishqalanish va yeyilish bilan yaqin bog'langan. Ishqalanishda ishqalanuvchi sirtlar tutashuv sohasida qator o'zaro bog'liq jarayonlar: mikroqirqilish, plastik deformatsiyalar, temperaturani lokal (mahalliy) oshishi, molekulyar o'zaro ta'sir va boshqalar sodir bo'ladi. Yeyilish jadalligi ishqalanish turiga bog'liq. Tutashgan detallarning nisbiy harakati kinematikasiga bog'liq holda sirpanib ishqalanish va dumalab ishqalanish farqlanadi.

Ishqalanish xususiyatiga ishchi yuzaning sifati va birikmadagi detallar materialining fizikaviy xossalari ta'sir ko'rsatadi. Yuza qatlam materialining xossalari detalning asosiy materiali xossalaridan farq qiladi. Asosiy materialda kristal panjara atomlari muvozanatda turadi. Yuza qatlamda atomlar atrof -muhit bilan o'zaro ta'sirda bo'ladi. Buning natijasida metal sirtida ishqalanish kuchiga ancha ta'sir ko'rsatadigan yupqa oksid parda hosil bo'ladi. Ishqalanish mexanizmi detallarning tutashish sohasidagi fizikaviy jarayonlar bilan aniqlanadi va tutashuvchi sirtlar orasida moy qatlami mavjudligi bilan bog'liqdir.

Ishqalanish va boshqa fizik-kimyoviy jarayonlar natijasida detallar yeyilishi ro'y beradi. Dastlabki davrda katta yeyilish tezligi kuzatiladi. Bu davrning davomlilikigi yuzalar sifati va ish tartibi bilan aniqlanadi. Bu davrda yuzalar siyqalanishi sodir bo'ladi va yuza g'adir-budirligining aniq qiymatga qarab o'zgarishi sodir bo'ladi. Siyqalanishdan keyin qaror topgan turg'un yeyilish davri boshlanadi. Bu davr yeyilish jadalligining o'zgarmasligi bilan farqlanadi va o'lchamlar yoki detal shaklining o'zgarishi ish sharoitiga ta'sir ko'rsata boshlaguncha davom etadi. SHundan so'ng dinamik yuklanishlar ortib ketadi va yeyilishning halokatli davri boshlanadi.

Birikmalar ishlaganda mexanik, toliqish, abraziv, kavitatsiya va boshqa turdagi yeyilishlar farqlanadi.

Mexanik yeyilish o'zaro ta'sirdagi detallar chegaraviy moylash yoki moylash materialisiz ishqalanganda kelib chiqadi. Abraziv yeyilish mexanik yeyilish jarayonida hosil bo'lgan yoki ishchi suyuqlikni yetarli tozalamaslik natijasida moylash materialida qolgan qattiq zarrachalarning ta'siri oqibatida ro'y beradi. Abraziv zarrachalar faqat himoya pardasini buzib yuzani shikastlab qolmay, balki yuzalarning tishlashib qolishiga olib kelishi ham mumkin. SHuning uchun tishlashib qolish va qirilib yeyilishni yo'qotish uchun moylash materialini to'g'ri tanlash katta ahamiyatga ega.

Moyning tishlashish va qirilishga qarshi xossalarini kritik yuklama bilan baholash mumkin.

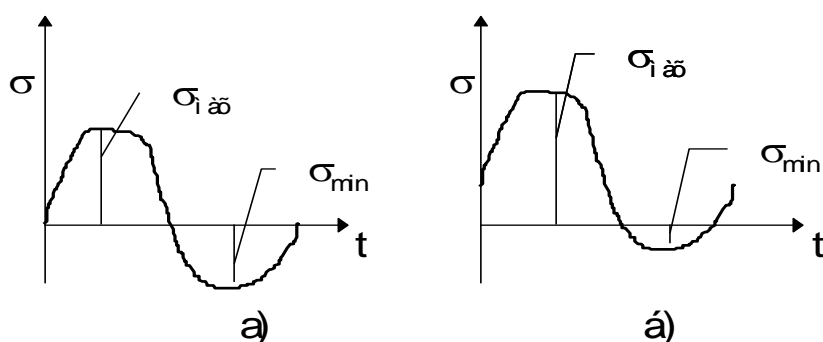
Toliqib yeyilish material mikro hajmlarini qayta deformatsiyalanishi natijasida paydo bo'ladi va darz hosil bo'lish hamda zarralar ajralib chiqishiga olib keladi.

Uvalanish jarayoni ushbu tarzda kechadi. Avval ishqalanish sirtlarida toliqish darzlari hosil bo'ladi. Bu darzlarga moy kirib ularni ponalanishiga va metal zarrasining uvalanishiga yordam beradi. Natijada yuzada chuqurcha paydo bo'ladi. Cho'tirliklar soni va ularning o'lchami oshib boradi, bu ishchi yuzalarni jadal yeyilishiga olib keladi. Uvalanishga ishqalanish juftligi materialining qovushqoqligi va qattiqligi va tutashuvdagi bosim ta'sir ko'rsatadi.

Toliqish modeli. Mashinalarning elementlari foydalanish jarayonida asosan doimiy yoki o'zgaruvchan chastotali tsikli yuklanish sharoitida ishlaydi. Ko'p marta yuklanish qurilma elementlarining buzilishini, bir marta yuklanishga nisbatan ancha kichik kuchlanishlarda keltirib chiqarishi aniqlangan.

O'zgaruvchan kuchlanishlar ta'siri ostida materialning fizik-kimyoviy xossalari qaytmas o'zgarishiga olib keladigan shikastlanishlarni asta-sekin yig'ilishi, darzlar hosil bo'lishi, ularning rivojlanishi va toliqib buzilish jarayoni ro'y beradi. Toliqish mikro darzlari ko'pincha kuchlanish kontsentratorlari bo'lgan joylar (asbob bilan ishlov berish izi, kesimdan kesimga o'tish joyi va boshqalar) da hosil bo'ladi. Eskirish va yeyilishning bir vaqtning o'zida qilgan ta'siri ostida toliqib buzilish jarayoni murakkablashadi va kuchayadi.

Toliqish mustahkamligi va ishlamay qolishni tahlil qilish uchun odatda simmetrik va asimmetrik kuchlanish tsikllari ko'rib chiqiladi (5- rasm) [9].



5- rasm. Simmetrik a) va asimmetrik b) kuchlanish tsikllari.

Kuchlanish tsiklini maksimal σ_{\max} , minimal σ_{\min} , o'rtacha $\sigma_m = \frac{\sigma_{\max} + \sigma_{\min}}{2}$

kuchlanishlar, shuningdek amplituda $\sigma_a = \frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{2}$ va asimmetriya $\Psi_\sigma = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}}$

ifodalab beradi.

CHO'zlashdagi kuchlanishlarni musbat, siqilishdagini esa - manfiy deb qabul qilib, har bir kuchlanish tsikli turini bu parametrlardan foydalanib yozib chiqish mumkin. Ya'ni, simmetrik tsikl uchun

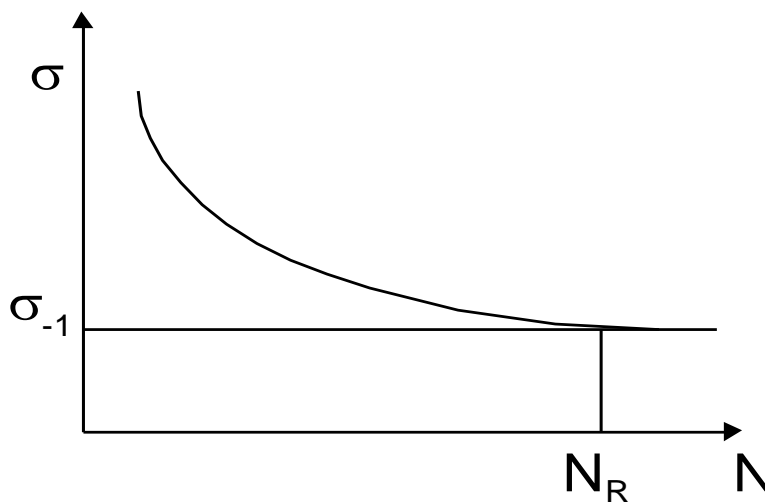
$$\sigma_{\max} - \sigma_{\min} = \sigma_a; \sigma_m = 0; \psi_\sigma = -\frac{\sigma_{ion}}{\sigma_{\max}} = -1. \quad (3.12)$$

Materialni toliqib buzilishga qarshiligini asosiy mezoni bo'lib chidamlilik chegarasi hisoblanadi. U simmetrik kuchlanish tsikli uchun σ_{-1} bilan belgilanadi. Chidamlilik chegarasi deganda namuna belgilangan eng uzoq sinov davri mobaynida toliqib buzilishga uchramasdan tsiklning eng katta kuchlanishi σ_{\max} ga chidashi mumkinligi nazarda tutiladi.

Asimmetrik kuchlanish tsiklini simmetrik ko'rinishga keltirish uchun ushbu yuog'lanishdan foydalaniladi:

$$\sigma_{-1} = \sigma_a + \psi_\sigma \sigma_m \quad (3.13)$$

Toliqishni ifodalovchi ikkinchi mezon bo'lib tsikli ko'pga chidamlilik N , ya'ni toliqish darzi yoki toliqib buzilish hosil bo'lguncha namuna bardosh bera oladigan yuklanish tsikllari soni hisoblanadi. $N(\sigma)$ yoki $\lg N(\sigma)$ bog'liqlikni toliqish egri chizig'i deb ataladi. U sinovlar natijasida aniqlanadi va 11-rasmda keltirilgan ko'rinishga ega bo'ladi.



6-rasm. Toliqish egri chizig'i.

Metalning toliqish egri chizig'i uning chidamlilik chegarasiga mos keladigan gorizontal chiziqqa asimptotik yaqinlashib keladi.

CHidamlilik chegarasiga kuchlangan holat turi va tsiklning asimmetriya darajasi ta'sir ko'rsatadi. CHidamlilik darajasiga detalning shakli, unda kuchlanish kontsentratorlari bor joylar mavjudligi ta'sir ko'rsatadi. Turli materiallarning kuchlanish kontsentratorlariga sezgirligi bir xil emas, masalan zanglamaydigan po'lat va rangli metallarning unga sezgirligi kam.

Kuchlangan holatning turini po'latning chidamliligiga ta'sirini o'rganish, simmetrik yuklanish tsikllari uchun egilishdagi σ_{-1} , buralishdagi τ_{-1} va cho'zilishdagi $(\sigma_{-1})_R$ silliq namunalarda chidamlilik chegaralari orasidagi nisbatni belgilashga imkon bergan:

$$(\sigma_{-1})_R = (0,7 \dots 0,8) \sigma_{-1}; \quad (3.14)$$

$$\tau_{-1} = (0,57 \dots 0,62) \sigma_{-1}.$$

CHidamlilik chegarasini silliq tsilindrsimon namunalarni sinab topilgan qiymatlari aniq detallarni foydalanish sharoitidagi toliqishga qarshiligidan ancha farq qilishi mumkin.

3. TASODIFIY KATTALIKNING TAQSIMLANISH QONUNIDAN FOYDALANISHGA MISOL

Ehtimolliklar nazariyasidan ma'lumki yetarli darajada ko'p tasodifiy qiymatlar yig'indisi, agar u qiymatlar o'zaro bog'liq bo'lmasa yoki salgina bog'liq bo'lgan chog'da ham, taxminan normal taqsimoti qonuniga bo'ysunadi. Qancha ko'p tasodifiy qiymatlar qo'shilsa normal taqsimoti qonuni shuncha aniqroq bajariladi.

Yuqorida bayon etilgandan, qo'shimcha himoya zonasi xatoligi (Δ_i) normal taqsimoti qonuniga bo'ysunadi degan dastlabki taxminni tanlashimiz mumkin. Normal taqsimot qonunida ehtimollar zichligi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$P_i = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{l_i - \bar{l}_i}{\sigma}\right)^2}; \quad (3.15)$$

bunda: σ - o'rtacha kvadratik chetlanish;

\bar{l} - og'ishning o'rtacha arifmetik qiymati;

l_i - himoya zonasining tegishli o'lchamga mos qiymati.

Himoya zonasining chetlanish o'rtacha arifmetik qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$\bar{l} = \frac{\sum_{i=1}^n l_i}{n}; \quad (3.16)$$

bunda: n - o'lchovlar soni.

O'rtacha kvadratik og'ish quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(\Delta l_1)^2 m_1 + (\Delta l_2)^2 m_2 + \dots + (\Delta l_i)^2 m_i}{n}}; \quad (3.17)$$

bunda: $\Delta l_i = l_i - \bar{l}$; - guruhlardagi o'lchovlar soni.

Ko'p sonli o'lchovlar (100 va undan katta) bilan ishlanganda statik qator tuziladi. Buning uchun butun hatoliklar (Δl_i) o'zgarishi diapazoni guruhlariga bo'linadi va har bir i - guruhga kiruvchi o'lchov qiymatlari soni (m_i) sanaladi. Har

bir guruhga mos keluvchi chastota $P^* = \frac{m_i}{n}$; (3.18)

ifodasi bilan aniqlanadi.

Statistik qatorni grafik ko'rinishda berish uchun gistogramma quriladi. Gistogramma qurish uchun abtsissa o'qida guruh o'lchamlari olinadi va shu o'lchamlarga to'g'ri to'rtburchaklar quriladi. Har bir guruhga mos chastotani (R_i) to'rtburchak asosi (guruh o'lchami) ga bo'lish bilan to'g'ri to'rtburchakning balandligi topiladi. Buning natijasida har bir guruhga tegishli to'rtburchak yuzasi shu guruh chastotasiga teng, hamma to'g'ri to'rtburchaklar yuzasi yig'indasi esa birga teng bo'ladi.

Himoya zonasi hatoligi normal taqsimot qonuniyatiga bo'ysunadi degan dastlabki taxmini qabul yoki rad qilmoq uchun, nazariy va statistik taqsimotlarning muvofiqligi χ^2 (Pirson) mezoni bilan tekshiriladi [10].

Muvofiqlik mezoni quyidagi formuladan hisoblanadi:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(m_i - nP_i^*)^2}{nP_i^*}; \quad (3.19)$$

bu yerda: k - guruhlar soni;

P_i - (3.15) -formuladan topiladi.

Muvofiqlik o'lchovining (χ^2) o'zi ham tasodifiy miqdor bo'lib, uning taqsimoti taqsimot "erkinlik darajasi" deb ataladigan son (r) ga bog'liq

$$r = R - S \quad (3.20)$$

bu yerda: S - chastota P_i^* ga qo'yiladigan erkinlik shartlari soni.

Bizning holda uchta shart ($S=3$) bajarilishi talab etiladi:

a) $\sum_{i=1}^k P_i^* = 1$; chastotalar yig'indisi birga teng. Bu shart doim qo'yiladi.

b) $\sum_{i=1}^k l_i P_i^* = \bar{l}$ nazariy taqsimotni shunday tanlashimiz kerakki, matematik

kutilish va statistik og'ishning o'rtacha arifmetik qiymati teng bo'lsin.

v) $\sum_{i=1}^k (l_i - \bar{l}) P_i^* = D$ nazariy va statistik dispersiyalar to'g'ri kelishi sharti.

Muvofiqlik o'lchovi qiymati faqat tasodifiy sabablar hisobiga tajriba natijasida (3.19-formula yordamida) hisoblangan qiymatidan kichik bo'lmaslik ehtimoli - R . Muvofiqlik o'lchovining taqsimot qonuni uchun maxsus jadval tuzilgan (ilovadagi 2 - jadval).

Bu jadvaldan har qaysi qiymati va "erkinlik darajasi" soni (r) ga mos - P ehtimollikni topish mumkin. R ehtimolligi juda kichkina bo'lsa, ya'ni muvofiqlik o'lchovi qiymati, faqat tasodifiy sabablar hisobiga tajriba natijasidan hisoblangan qiymatidan kichik bo'lmasligi amalda sodir bo'lmaydigan xodisa bo'lganda, tajriba natijasi taxminimizga zid bo'ladi. Bu holda taxminimiz bo'yicha tanlagan normal taqsimotimizdan voz kechamiz va tajriba natijalari asosida yangi taqsimot qonunini tanlab (yangi taxmin), yana χ^2 mezon bilan tekshiramiz.

Agarda kultivator ishchi organi harakatidagi xatolik (Δl_i) xaqiqatda taxminimizdagidek taqsimot qonuniga bo'ysunsa, R ehtimolligi nisbatan katta qiymatga ega bo'ladi (odatda $R > 0,1$). Bunda nazariy va statistik taqsimotlar farqi

juz'iy deb qaralib, tasodifiy sabablar hisobiga hosil bo'lgan deb aytsa bo'ladi. Bu holda himoya zonasining ekin shikastlanishi ehtimolini ruxsat etilgan miqdordan oshmasligini ta'minlaydigan, qiymatini aniqlashga o'tamiz.

8-jadval

var.N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
δ	0,01	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,0

Ekin shikastlanishining ruxsat etilgan miqdori qo'shimcha himoya zonasini belgilashda asosiy shartdir. SHart bajarilishi uchun o'simliklarning shikastlanish ehtimoli δ dan oshmasligi kerak.

Kultivator ishchi organini o'simlikdan shunday masofada (L) o'rnatish lozimki, uning o'simlikka l_0 masofadan ko'ra yaqinroq kelish ehtimoli δ dan oshmasligi kerak.

Buning uchun normal taqsimoti funksiyasi $F(l_i)$ ning qiymati δ ga teng bo'lishini ta'minlash lozim.

$$\delta = F(l_i) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{l_i} e^{-\frac{(l_i - \bar{l})^2}{2\sigma^2}} dl_i; \quad (3.21)$$

Bu integral elementar funktsiya orqali ifodalanmaydi, shuning uchun uni ehtimollik integrali funksiyasiga keltirish yo'li bilan hisoblanadi.

Ehtimollik integrali

$$\Phi^*(l) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^l e^{-\frac{t^2}{2}} dt. \quad (3.22)$$

E'tibor bersak, o'zgaruvchi almashganda $t = \frac{l_i - \bar{l}}{\sigma}$ va $\bar{l} = 0$, $\sigma = 1$ ga teng qilib olinganda, xuddi normal taqsimoti qonunidagi ehtimollar funksiyasi ifodalanadi. Bu funktsiyani normal taqsimoti standart funksiyasi deb ataladi va uning qiymatlari jadval shaklida beriladi (ilovadagi 1-jadval). σ va l parametrlari normal taqsimoti funksiyasini $F(l_i)$ normal taqsimotli standart funktsiya $F(l_i)$ orqali ifodalansa

$$F(l_i) = \Phi^* \left(\frac{l_i - \bar{l}}{\sigma} \right); \quad (3.23)$$

Endi tasodifiy o'lcham l_i ning $-\infty$ dan to l_0 gacha oralikda bo'lish ehtimolini topamiz

$$P(-\infty < l_i < l) = \Phi^* \left(\frac{l - \bar{l}}{\sigma} \right) - \Phi^* \left(\frac{-\infty - \bar{l}}{\sigma} \right) = \Phi^* \left(\frac{l - \bar{l}}{\sigma} \right); \quad (3.24)$$

bu yerda: $\Phi^* \left(\frac{-\infty - \bar{l}}{\sigma} \right) = 0$.

SHart bo'yicha:

$$\delta = P(-\infty < l_i < l) = \Phi^* \left(\frac{l - \bar{l}}{\sigma} \right); \quad (3.25)$$

Plovadagi 1-jadvaldan normal taqsimotli standart funktsiya δ teng bo'lganda argumenti $\left(\frac{l - \bar{l}}{\sigma} \right)$ nechaga teng bo'lishi l_j topiladi va quyidagi tenglikdan $l_j = \left(\frac{l - \bar{l}}{\sigma} \right)$ dan qo'shimcha himoya zonasining qiymatini aniqlaymiz.

$$l = l_j \sigma - \bar{l}; \quad (3.26)$$

Nihoyat himoya zonasining o'lchamini (3.26) formuladan topamiz (odatda laboratoriya sharoitida $l_0 = 0$ teng olinadi).

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

REFERENCES:

1. Венцель С.С. Теория вероятностей. - Москва: Наука, 1969.
2. Волков Е.А. Численные методы. -Москва, 1987. – 248 с.
3. Klaus Hinkelmann, Oskar Kempthorne. Design and Analysis of Experiments. Volume 1. Introduction to Experimental Design. Wiley, 2008.
4. Klaus Hinkelmann, Oskar Kempthorne. Advanced Experimental Design. Volume 2. Introduction to Experimental Design. Wiley, 2005.
5. Бородин В.Л., Вошинин П.А., Иванов А.З. и др. Статистические методы в инженерных исследованиях. -Москва: Высшая школа, 1983.

6. Марчук Г.И. Методы вычислительной математики. -Москва: 1980. - 536 с.
7. Рашидов Н.Р., Закин Х.Я. Основы научного исследования. -Ташкент: Ўқитувчи, 1979. -184 с.
8. Ермаков С.М., Михайлов Г.А. Статистическое моделирование. - Москва: Наука, 1982. 286 с.
9. Основы научных исследований. Под. ред. Крутикова В.И. и Попова В.В. -Москва: "Высшая школа", 1989.
10. Теория прогнозирования и принятия решений. Под. ред. С.А.Саркисяна - Москва: Высшая школа, 1977. – 351 с.